

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ  
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

ООО «НПП «УКРТРАНСАКАД»



## **МАТЕРІАЛИ**

**77 Міжнародної науково-практичної конференції  
«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ»**

## **МАТЕРИАЛЫ**

**77 Международной научно-практической конференции  
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»**

## **PROCEEDINGS**

**of the 77 International Scientific & Practical Conference  
«THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF RAILWAY TRANSPORT  
DEVELOPMENT»**

**11.05 – 12.05.2017 г.**

Днепр  
2017

## **НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

### **Председатель:**

Пшинько А.Н. – д.т.н., профессор, ректор Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДИИТ)

### **Заместитель председателя:**

Мямлин С.В. – д.т.н., профессор, проректор по научной работе ДИИТа

### **Члены научного комитета:**

Боднар Б.Е. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Бобровский В.И. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Вакуленко И.А. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Гаврилюк В.И. – д.ф.-м.н., проф. (ДИИТ)

Гетьман Г.К. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Довганюк С. С. – д.і.н., проф. (ДИИТ)

Капица М.И. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Каливода Я. - PhD, Чешский технический университет (Чешская республика)

Кривчик Г.Г. – д.и.н., проф. (ДИИТ)

Курган Н.Б. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Ломотько Д.В. – д.т.н., проф. (УкрГУЖТ)

Манашкин Л.А. – д.т.н., проф. (Технологический университет Нью-Джерси, США)

Муха А.Н. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Науменко Н.Е. – к.т.н., с.н.с., (Институт технической механики)

Негрей В.Я. – д.т.н., проф. (БелГУТ)

Петренко В.Д. – д.т.н., проф. (ДИИТ)

Приходько В.И. – к.т.н., проф. (ПАО «Крюковский вагоностроительный завод»)

Кангожин Б.Р. – д.т.н., проф., (КазАТК, Республика Казахстан)

Сладковски А. – д.т.н., проф. (Силезский технический университет, Польша)

Урсуляк Л.В. – к.т.н., доцент (ДИИТ)

Тютюкін О.Л. – д.т.н., доцент (ДИИТ)

Тараненко С.Д. – к.т.н. (Днепропетровский стрелочный завод)

Зеленько Ю. В. – д.т.н., професор, зав. кафедри хімії та інженерної екології ДНУЗТ.

## **ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

Козаченко Д.Н. – д.т.н., профессор, начальник НИЧ – председатель

Горбова А.В. – зав. отделом АСУ-НИЧ – ответственный секретарь

Трепак С.Ю. – зав. відділом держбюджетних науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт і студентської науки;

Бондаренко М. С. – провідний фахівець НДЧ;

Пинчук Е.П. – к.э.н., директор ООО «НПП «Укртранскад»

Пятигорец А.С. – к.э.н., главный бухгалтер ООО «НПП «Укртранскад»

## **СЕКЦІЯ 1 «ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ ЛОКОМОТИВІВ»**

### **ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ВЕДЕННЯ ПОЇЗДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ**

**Боднар Б. Є., Капіца М. І., Бобир Д. В. (ДІТ)**

B. Bodnar, M. Kapitsa, Bobyr D.

The results of development of instrument room part of the automated system for measuring of basic descriptions of locomotive in the process of conduct of train are represented. The developed side system also allows to control the modes of operations of auxiliary equipment

Для визначення раціональних режимів ведення поїздів необхідно в реальному режимі часу вимірювати параметри руху поїзда. У ДНУЗТ розроблена така вимірювальна система. Основу системи складають мікропроцесорні вимірювальні прилади універсального типу. Прилад має уніфікований вхідний сигнал, тому додатково до нього потрібен первинний датчик перетворення. В існуючих типах електровозів і тепловозів вимірювальні кола не уніфіковані та знаходяться під високою напругою. Тому був розроблений ряд первинних датчиків перетворення, а саме, датчик для підключення до шунта з волоконнооптичною високовольтною розв'язкою, датчик для підключення до додаткового опору у високовольтному колі з волоконнооптичною високовольтною розв'язкою та магнітно-імпульсний датчик для швидкостеміра та АЛСБД.

Вимірювальні прилади встановлюються в різних місцях кузова локомотива, тому виникла необхідність створення системи знімання даних з вимірювальних приладів і доведення їх до бортового комп'ютера. Крім того, система передачі даних повинна бути стійкою для роботи в умовах інтенсивних перешкод, які виникають усередині локомотивів при роботі силового устаткування. З цією метою використана вита пара. По одній парі подається живлення, по другій – інформація у форматі RS-485. Всі прилади підключені паралельно до цих двох пар.

Передача даних в бортовий комп'ютер здійснюється за запитом. Кожен вимірювальний прилад має унікальну адресу. Бортовий комп'ютер посилає в лінію зв'язку кодову послідовність, в якій міститься адреса приладу, що викликається. Всі прилади приймають цю послідовність, але видає дані тільки той прилад, адреса якого встановлена в послідовності. Кодова послідовність містить в собі також ознаки початку та кінця, які дозволяють організувати безконфліктне використання однієї лінії зв'язку для передачі інформації у різних напрямках.

Розроблена вимірювальна система є відкритою для з'єднання практично будь-якої кількості додаткових пристроїв, наприклад, пристроїв контролю режимів роботи устаткування локомотивів і їх діагностування.

Дана вимірювальна система пройшла апробацію на електровозах ВЛ18, ВЛ10, ДЕ1 та ДС3 в умовах великих перешкод, що виникають при роботі двоступеневої силової установки перетворення струму.

Для обробки результатів та розрахунку раціональних режимів ведення в бортовому комп'ютері було розроблено спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє зберігати, а також відображати в графічному та табличному вигляді результати вимірювань. Режими роботи вимірювальних приладів можуть змінюватися шляхом послідовності спеціальних команд. З їх допомогою можна встановлювати частоту сканування вимірювальних каналів, розмір буфера для осцилограм, швидкість передачі в каналі зв'язку та багато інших режимних параметрів приладів.

Алгоритм розв'язання задачі вибору раціонального режиму ведення поїзда в апаратно-програмному комплексі заснований на методах дискретного динамічного програмування та векторної оптимізації за критеріями мінімуму витрат енергоресурсів та дотримання графікового часу ходу.

Рекомендована траєкторія руху може відображатися у вигляді графіку або таблиці. Під час поїздки разом з розрахунковою траєкторією відображаються і зберігаються в базу даних реєструються значення швидкості руху, струму електровоза і тягового двигуна, схеми включення тягових двигунів і поле ослаблення, фактичне напруга контактної мережі, також видаються візуальні і голосові підказки по режиму управління.

Результати порівняння питомих витрат електроенергії електровозами, отримані при проведенні дослідних поїздок з використанням АПК у порівнянні з витратами, взятими з звітних форм показують, що реальна економія питомих витрат електроенергії на вимірювач виконаної роботи становить від 5 до 12%.

## **ОБОСНОВАНИЕ МЕЖРЕМОНТНЫХ ПЕРИОДОВ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ ТЕПЛОВОЗОВ ЛИТОВСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

**Вайчунас Г.<sup>1</sup>, Очкасов А.<sup>2</sup>, Петренко В.<sup>1</sup>, Боднар Е.<sup>2</sup>**

1 – Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса, Вильнюс, Литва

2 – ДНУЖТ имени академика В. Лазаряна, Днепр, Украина

Vaičiūnas G., Ochkasov A., Petrenko V., Bodnar E. Reasoning runs between repairs of modernized diesel locomotives of Lithuanian railways.

The article gives a brief description of the JSC Lithuanian Railways and Company locomotive fleet. Questions related to the choice of the maintenance system of modernized diesel locomotives also described.

АО «Литовские железные дороги» – входит в 10 самых эффективных предприятий своей сферы в Европе. Литва занимает 21 позицию по качеству инфраструктуры железных дорог опережая Чехию, Швецию, Данию, Украину, Португалию, Казахстан, Италию, Россию, Латвию и Эстонию. Предприятие занимает третью позицию в мире среди крупных железнодорожных перевозчиков по количеству создаваемого груза на одного работника в год – 46,58 тонн в год или примерно один вагон. Эксплуатационная длина путей Литовских железных дорог 1767,6 км. Ширина колеи 1520 мм и 1435 мм. Предприятие перевозит около 50% транспортируемых грузов на территории Литвы. Одна из основных задач предприятия стать основным транспортным коридором для перевозки грузов между Черным и Балтийским морем, соединяя Северную Европу с регионом Черного моря – Украиной, Турцией, Закавказьем. Литовские железные дороги являются основными инициаторами проекта «Rail Baltica», присоединяющего балтийские страны к европейской железнодорожной сети.

Ремонтные депо вагонов и локомотивов находятся в Вильнюсе и Радвилишкисе. ЗАО Вильнюсское локомотивное ремонтное депо является дочерним предприятием АО Литовские железные дороги и первым предприятием в Балтийском регионе, которое оказывает комплексные услуги производства локомотивов, путевых машин, а также ремонта и модернизации подвижного состава. Это современное, перспективное и успешно работающее, единственное предприятие такого профиля в Литве. Его деятельность не раз удостоивалась высокой оценки на международных выставках в Литве и за границей, об успехе свидетельствуют растущие объемы работ и экспорта. В настоящее время это одно

из самых современных в Балтийском регионе предприятий. Выполняются работы по обновлению не только локомотивов, но и осуществляется их производство. Большую часть услуг депо оказывает своему основному заказчику – АО Литовским железным дорогам. Однако значительная часть продукции экспортируется в Эстонию, Латвию, Россию, Азербайджан и другие зарубежные страны. Производятся новые маневровые и маневрово-вывозные локомотивы ТЕМ ТМН (изделие года Литвы 2009), ТЕМ LTH, ТЕМ 33, ТЕМ 35. Также выполняется ремонт и технический осмотр локомотивов.

Обновленный локомотивный парк АО Литовские железные дороги насчитывает более 200 единиц тягового подвижного состава. Представлен в пассажирском движении: дизель поездами DR<sub>1</sub>AM, RA-2, 620M, 630M, DR<sub>1</sub>A, AR-2; электропоездами ER9M, EJ575; тепловозами ТЭП70, ТЭП70БС, ТЭП70М. В грузовом и маневровом движении используются: тепловозы ER20CF, ТЕМ ТМН, М62К, 2М62М, 2М62UM, ЧМЭЗМ, ЧМЭЗМЭ. Созданы отдельные структурные подразделения, которые занимающиеся отдельно эксплуатацией и отдельно ремонтом локомотивов.

На Литовских железных дорогах используется планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонтов локомотивов. Для тепловозов прошедших модернизацию возникла проблема научного обоснования интервалов технического обслуживания и ремонтов. Это вызвано тем, что для нового дизельного двигателя завод изготовитель устанавливает интервалы с привязкой к мотто-часам работы дизеля, для остального оборудования тепловоза межремонтные интервалы так же установлены в мотто-часах. Очевидно, что привязка регламентных работ к мотто-часам работы более точно отражает изменение технического состояния дизеля. Однако привязка межремонтных интервалов механического оборудования и других систем тепловоза к мотто-часам работы дизеля не является, с точки зрения авторов корректной, так как не учитывает режимы эксплуатации тепловоза. Требуется уточнения и корректировки перечень регламентных работ всех систем тепловоза, за исключением дизеля, так как установленный ранее объем работ ориентирован на пробег тепловоза. Использование ранее разработанных нормативных документов относительно объемов и периодичности регламентных работ без научного обоснования приводит либо к снижению надежности (при перепробеге относительно предыдущих значений), либо к необоснованному увеличению объемов регламентных работ, и как следствие, увеличению расходов предприятия. Разработка системы содержания модернизированных тепловозов не может выполняться без соответствующего научного ее обоснования. Рациональные интервалы регламентных работ устанавливаются на основании анализа результатов математического моделирования. Для разработки и усовершенствования системы содержания необходимо: выполнить анализ надежности локомотивов в процессе эксплуатации, определить стоимости плановых регламентных работ, допустимые затраты на unplanned ремонты и заданный уровень надежности.

Известно, что система планово-предупредительного обслуживания требует значительных средств для выполнения ремонтных работ, и не всегда объемы ремонтных работ соответствуют реальному техническому состоянию тепловоза. Использование такого подхода в организации технического обслуживания можно считать морально устаревшим. Особенно такой подход не эффективен для модернизированных и новых тепловозов оборудованных бортовыми системами диагностирования. Более прогрессивными являются системы содержания с учетом фактического технического состояния тепловозов или комбинированная система содержания. Например, привязка межремонтных интервалов к мотто часам работы дизеля не учитывает режимы работы дизеля, холостой ход или ходовые позиции. При использовании систем диагностирования появляется возможность учитывать мощность реализованную дизель генераторной

установкой (для тепловозов с электропередачей), что более точно отражает выполненную работу и учитывает условия эксплуатации.

Для использования результатов работы систем диагностирования необходимо создавать информационно технические центры управления техническим состоянием локомотивов. Задача этих центров состоит в разработке и внедрении систем поддержки технического обслуживания и ремонта локомотивов в режиме реального времени. В основу работы этих систем должны быть положены современные математические методы использующие: теорию надежности, статистический анализ, системы нечеткой логики и нейронные сети, теорию систем массового обслуживания, методы логистики и т.д. Разработка подобных систем является трудоемкой и наукоемкой задачей. Результатом внедрения будет переход к более совершенной системе содержания локомотивного парка, что приведет к сокращению расходов на ремонты, при этом обеспечив высокий уровень надежности. Простая корректировка межремонтных интервалов в сторону увеличения или уменьшения их значений является аналогией угадывания ответов, что может иметь тяжелые последствия как с технической так и с экономической точек зрения.

## **ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗНОГО ПАРКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ОСНОВНЫМ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ИХ РАБОТЫ**

**Маслак А.В., Красулин А.С.**

ГБУЗ Приазовский государственный технический университет

Специфической особенностью промышленного железнодорожного транспорта является необходимость обслуживания предприятий многих отраслей с разным характером и сложностью производства и, что особенно важно, существенно различающихся по производственной мощности.

В силу производственных требований и условий эксплуатации железнодорожного транспорта доминирующее значение на промышленных предприятиях принадлежит тепловозной тяге, при этом структура парка основывается на типовом ряде тепловозов, поставляемых предприятиям в течение целого ряда предыдущих лет, который включает практически три типа тепловозов сцепным весом 45, 90 и 100-120 т и мощностью 500, 750 и 1000-1200 л.с., соответственно.

В качестве основы для исследований принято дифференцирование промышленных предприятий на группы по основным производственным признакам: транспортёмкости и функциям, реализуемым транспортом; видам транспортной работы и показателям, характеризующим транспортное обслуживание.

Во всех рассматриваемых группах предприятий исходными эксплуатационными показателями транспортного обслуживания явились: вагонопоток ( $B$ , ваг/сут), масса поезда или маневровой передачи ( $Q$ , т), дальность транспортирования ( $L$ , км), руководящий уклон ( $i_p$ , ‰) и скорость движения ( $v$ , км/ч).

На этой основе обозначены шесть основных транспортных технологий, используемых (выборочно) на предприятиях различных групп.

Общий алгоритм оценки фактического использования тепловозов основывается на определении для всех транспортных технологий необходимые по условиям работы показатели сцепного веса и силы тяги локомотива. Результаты расчёта приведены в таблице 1.

Проведенные исследования дают основание считать, что тепловозный парк промышленных предприятий используется в настоящее время крайне неэффективно. Так,

мощные тепловозы соответствуют условиям и удовлетворительно используются только на вывозной и маневровой работе на основных станциях (сортировочной, грузовой) предприятий I и II групп. Здесь их использование составляет: по мощности 62-95 %, по сцепному весу 55-85 %. Во всех других условиях применение мощных тепловозов является крайне неэффективным.

Тепловозы средней мощности характеризуются наиболее высокими показателями использования, только на внутривозвратной поездной и маневровой работе на районных станциях предприятий I и II групп. В этих эксплуатационных условиях использование тепловозов составляет: по мощности 60-80 %, по сцепному весу 45-65 %.

Тепловозы малой мощности имеют более высокие показатели использования на обслуживании грузовых фронтов и складов, на всех группах предприятий. Их использование составляет: по мощности 35-70 %, по сцепному весу 23-54 %.

Однако в настоящее время, на обслуживании подавляющего числа предприятий III группы на этой транспортной технологии применяются мощные тепловозы, которые характеризуются крайне низким показателем использования: ТГМ6 - по мощности 7-12 %, по сцепному весу 5-10 %.

**Таблица 1.** Показатели фактического использования тепловозов на транспортных технологиях предприятий ( в процентах от номинальных показаний мощности (N) и сцепного веса( $P_{сц}$ ))

Транспортная технология	Серия используемых локомотивов	Предприятия 1-й группы		Предприятия 2-й группы		Предприятия 3-й группы	
		мощность, (N), л.с.	сцепная масса локомотива, $P_{сц}$ , т	мощность, (N), л.с.	сцепная масса локомотива, $P_{сц}$ , т	мощность, (N), л.с.	сцепная масса локомотива, $P_{сц}$ , т
1	2	3	4	5	6	7	8
1) Вывозная работа по подаче сырья и вывозу готовой продукции с сортировочной (грузовой) станции на внешнюю сеть	M 62	62-68	85-90	-	-	-	-
	ТЭМ 2У	90-95	70-75	80-85	66-72	-	-
2) Поездная работа между сортировочной (грузовой) и районными станциями	ТЭМ 2У	69-75	57-62	-	-	-	-
	ТГМ 6	70-75	59-67	-	-	-	-
3) Маневровая работа на сортировочной станции	ТЭМ 2У	67-72	54-58	55-60	46-52	-	-
	ТГМ 6	68-76	70-75	58-62	47-53	-	-
	ТГМ 4	75-80	58-64	60-65	48-55	-	-
4) Маневровая работа на районных станциях	ТГМ 6	40-45	45-50	20-30	25-30	-	-
	ТГМ 4	75-80	60-65	60-65	45-50	-	-
5) Регламентированные технологические перевозки производственных цехов и агрегатов	ТЭМ 2У	25-29	26-30	-	-	-	-
	ТГМ 6	40-45	45-50	20-30	25-30	-	-
	ТГМ 4	57-62	42-48	-	-	-	-
6) Перевозки производственных и вспомогательных цехов и складов	ТГМ 6	14-18	15-20	7-12	5-10	7-12	5-10
	ТГМ 4	24-28	18-22	10-15	8-12	10-15	8-12
	ТГМ 23	65-70	50-54	48-53	35-40	32-38	23-27

а по сцепному весу 5-10 % и ТГМ4 - 10-15% и 8-12 % соответственно.

Более высокими показателями использования для этой группы предприятий (32-38 % и 23-27 %) характеризуются тепловозы серии ТГМ23. Между тем число этих

тепловозов на предприятиях крайне ограничено.

Учитывая большое число таких предприятий (до 70% общего числа), данное положение является весьма существенным недостатком транспортного обслуживания и значительно увеличивает их транспортные издержки.

Таким образом, проведенный анализ и его результаты дают основание считать, что в настоящее время структура тепловозного парка предприятий и формирующий её типаж локомотивов не в полной мере соответствуют производственным требованиям по транспортному обслуживанию предприятий и сложившимся эксплуатационным условиям.

Полученные результаты также свидетельствуют о необходимости поиска альтернативных решений по выбору тяговых средств для конкретных эксплуатационных условий.

## **ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ MAGLEV ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

**Сохацький А.В., Маленко Є.В.**  
Університет митної справи та фінансів  
Україна

Sokhatsky A.V., Malenko E.V. Problems of ensuring operational reliability parameters maglev vehicles. The University of Customs and Finance. One of the main indicators of operational performance of vehicles is their reliability. Particularly acute problem of providing appropriate operating parameters for high speed railway vehicles. In report presents the consideration of calculation methods reliability parameters for vehicle type Maglev.

Одним із основних показників експлуатаційних характеристик транспортних засобів є їх надійність. Особливо гостро стоїть проблема забезпечення відповідних експлуатаційних параметрів для високошвидкісних залізничних транспортних засобів, які здатні перевозити пасажирів з швидкостями біля 400 км/год і вище.

Високі швидкості руху призводять до підвищеного зносу ходових частин.

В зв'язку з чим виникає необхідність розробки методик забезпечення нормативних значень показників надійності. Разом з тим з'явилися розробки з безконтактними ходовими частинами. В такому випадку відсутній контакт колесо-рейка, що знімає цілий ряд проблем.

Останнім часом все більше приділяється увага до розробки потягів на магнітних подушках – Maglev [1]. Під час руху Maglev немов парить над шляховою структурою, не торкаючись його. Це відбувається з тієї причини, що транспортний засіб управляється силою штучно створеного магнітного поля. Під час руху Маглева відсутнє механічне тертя поміж транспортним засобом та шляховою структурою. Гальмівною силою при цьому виступає тільки магнітний та аеродинамічний опір [2].

Цей особливий різновид транспорту отримав два напрями розвитку: з електродинамічною системою підтримки та електромагнітною системою підтримки.

В електродинамічній системі підвісу використовується принцип відштовхування, а в електромагнітній – притягування. На сьогодні відчувається гостра конкуренція поміж цими системами підвісу, особливо вона загострилася після повномасштабних випробувань дослідних натурних апаратів в ФРН та Японії зі швидкостями, що перевищують 400 км/год.

В електродинамічній системі підвісу величина зазору між надпровідними електромагнітами та шляховою структурою на порядок більша, ніж в електромагнітній.



Магнітний транспорт з електродинамічною левітацією є принципово новим видом транспорту – новизною в області транспортних технологій. Вона полягає перш за все в тому, що рух транспортного засобу здійснюється безконтактним способом, тобто взаємодія рухомого складу та шляхової структури виконується за допомогою електромагнітного поля.

При дослідженні експлуатаційної надійності традиційних транспортних засобів в автотранспортних підприємствах, Укрзалізниці, в авіаційних підрозділах визначають безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність їх агрегатів, вузлів і деталей, а також техніко-експлуатаційні і економічні показники виходячи з великої кількості статистичних даних за попередні роки. Безвідмовність складових конструкцій транспортних засобів характеризується напрацюваннями на відмову певних агрегатів або системи, а також параметром потоку їх відмов і напрацюванням до першої відмови вузла, агрегату або системи. При визначенні довговічності їх агрегатів, вузлів і деталей виявляються їх усереднені ресурси, а також середній термін служби транспортного засобу до капітального ремонту.

Впровадження в експлуатацію транспортних засобів з високими швидкостями руху, особливо тих які використовують нові фізичні принципи для забезпечення їх функціонування складає певні проблеми. Перш за все це відсутність досвіду експлуатації. Виникає потреба у розробці нових методик забезпечення надійності систем.

Оцінити надійність складних систем з використанням простих аналітичних методів статичної динаміки (у тому числі за допомогою методу статистичної лінеаризації) не завжди представляється можливим, оскільки, наприклад, диференціальні рівняння аналітично можуть не вирішуватися або їх рішення є громіздкими виразами. Тому застосовують інші методи. Для традиційних транспортних засобів з значним періодом їх експлуатації напрацьований значний матеріал, що дозволяє використовувати статистичні дані. Для транспортних засобів з нетрадиційними фізичними принципами руху такий матеріал відсутній. На рис 1. представлено Структурно – функціональна схема транспортного апарата на надпровідних магнітах в комплексі високошвидкісної транспортної системи. Аналіз структури транспортного апарата та ієрархії задач проектування дозволяють обґрунтовано підійти до проблеми забезпечення параметрів надійності транспортної системи з використанням Maglev технологій.

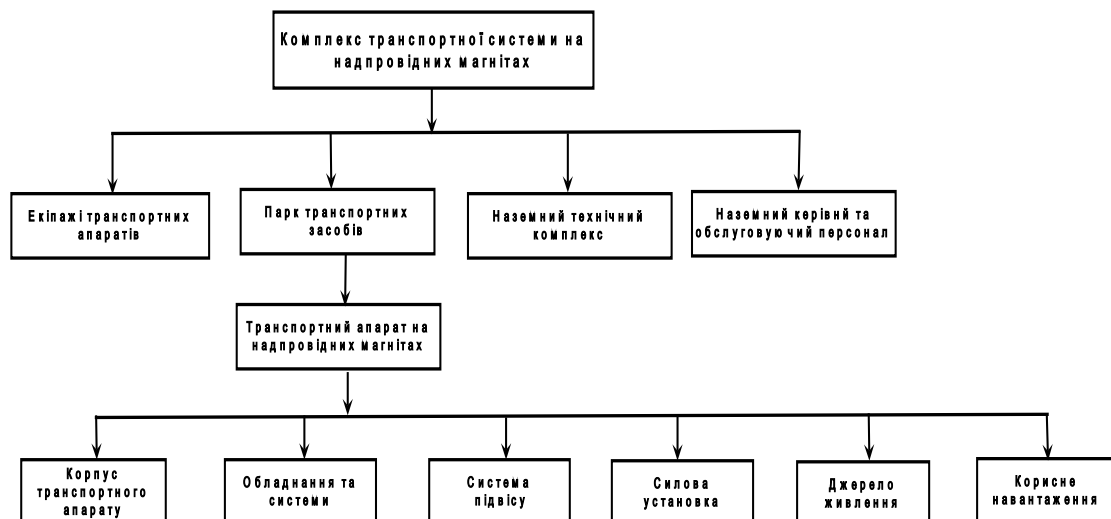


Рис. 1. Структурно – функціональна схема транспортного апарата на надпровідних магнітах в комплексі високошвидкісної транспортної системи

В доповіді розглядаються методи з розрахунку параметрів надійності, що

основуються на теорії випадкових процесів. Обговорюються методи на основі марківських процесах та методах Монте-Карло.

Література.

1. Высокоскоростной магнитный транспорт с электродинамической левитацией / В.А. Дзензерский, В.И.Омельяненко, С.В.Васильев, С.А.Сергеев. – Киев: Наукова думка, 2001.–480с.
2. Сохацький, А.В. Теоретичні основи створення аеродинамічних компонентів перспективних швидкісних транспортних апаратів: дисертація доктора технічних наук / А.В. Сохацький. – Д., 2010. – 380 с.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАМІНИ МАНЕВРОВОГО ПАРКУ ПАРО-АКУМУЛЯТОРНИМ ТЯГОВИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ**

**Капіца М.І.<sup>1</sup>, Мартишевський М.І.<sup>1</sup>, Сербулов А.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка Лазаряна,

<sup>2</sup>ООО «ГАЗГЕНЕРАТОРБАУ»  
Україна

M.Kapica, M.Martyshevski, A.Serbulov Future options shunting park-cordless steam traction rolling stock

На сьогодні основу парку маневрових локомотивів залізниць України складають тепловози ЧМЭЗ (приблизно 1600 шт.), а промислових підприємств – тепловози ТГМ4, ТГМ6 та ТЭМ2 з номінальним ККД 26–27 %. В реальній експлуатації ККД дизельного локомотива значно нижче заявлених паспортних даних, не перевищуючи при цьому рівень 0,19–0,21. Це обумовлено специфікою виконання транспортної роботи локомотивом на режимах неповного навантаження, що за часом можуть займати ліву частку бюджету його робочого часу. У разі виконання маневрової роботи середній експлуатаційний ККД тепловоза ще нижче, бо багато маневрових операцій характеризуються тривалою експлуатацією тепловоза на режимі холостого ходу.

Результати статистичних досліджень, отриманих в свій час, стверджують про суттєві відносні витрати палива на режимі холостого ходу.

Для керівника або власника підприємства при закупівлі нового тепловоза вирішальне значення має його загальна економічна ефективність. Застосування сучасних технологій в енергетичних та конструкторських складових робить паро-аккумуляторний локомотив конкурентно спроможним в порівнянні з тепловозом і цільовий аналіз підтверджує, що сьогодні така ніша для їх впровадження реально існує як на залізницях, так і в ППЗТ.

Для замовників сучасного паро-аккумуляторного локомотива важливими і навіть визначальними є витрати на життєвий цикл цих ретро-локомотивів, які включають в себе витрати на їх первинне придбання як основних засобів, подальшу експлуатацію, обслуговування та ремонт. Вартість «життєвого циклу» паро-аккумуляторного локомотива (безтопкового паровоза) суттєво нижча ніж у традиційного тепловоза за рахунок витрат, пов'язаних з будівництвом паро-аккумуляторного локомотива з відносно простою конструкцією і невеликою кількістю комплектуючих.

З огляду на міркування екологічного характеру, які особливо важливі в умовах сучасних мегаполісів, залізничному транспорту в якості конкурентоспроможного ТРС маневрового типу абсолютно реально можна запропонувати безтопковий паровоз з

котлом-аккумулятором, який на першому етапі відродження паровозної тяги можна використовувати на залізничних вузлах, де він швидше підтвердить економічний ефект від свого впровадження, а також на підприємствах, основна технологія яких зможе органічно забезпечити дешевий процес екіпірування паро-аккумуляторного локомотива.

Через багатолітню зношеність ТРС працівники локомотивних господарств залізниць та ППЗТ вимушені все частіше проводити йому позапланові ремонти. Застосування сучасних ремонтних технологій безперечно позитивно сприяє більш стабільному забезпеченню транспортних технологій справним і ефективним ТРС, але цей процес теж має свої обмеження. Не тільки технічний стан суттєво збільшує експлуатаційні витрати в частині ремонтних витрат. Постійну складову, будучи самим суттєвим елементом економічних витрат в експлуатації, вносять витрати за статтею «паливно-енергетичні витрати». На жаль, недостатність та надмірно висока ціна дизельного палива не можуть додати позитиву сучасній економічній ефективності тепловозів на тлі енергетичної безпеки України.

Не слід забувати, що «старіння» ТРС може бути не тільки фізичне, але й моральне. Стосовно тепловозів моральний знос їх енергетичних установок (останнє тут приведено авторами в множині, бо моральний знос сьогодні можливо віднести практично до всіх дизелів тепловозів) є проблемою стратегічно ще важливішою, чим у випадку фізичного зносу, бо вітчизняні проекти сучасних тепловозних дизелів відсутні.

Зниження зазначених у проекті «Програми прогнозного оновлення ТРС» витрат дизельного палива на 20–30% можливо віднести, на жаль, лише до імпортованих тепловозів чи їх дизелів, а це в абсолютному вираженні стосовно маневрових тепловозів складе всього 14 одиниць або десь 3–4 %.

Ідея, яку автори «любляють» (в хорошому понятті цього слова) рядом статей, настільки «стара», настільки ж і «нова» сьогодні, бо пропонує зацікавленим державним чи приватним підприємствам для виконання певних обсягів та інтенсивності маневрово-вивізної роботи прийняти участь в фінансуванні проекту та подальшому використанні паро-аккумуляторного (безтопкового) локомотива (ПАЛ).

Які ж переваги і які недоліки має такий тяговий агрегат?

В результаті впровадження паро-аккумуляторного локомотива, досягаються наступні позитивні ефекти:

1. Відмова від використання лівової частини маневрових тепловозів, експлуатованих в якості ТРС на малодіяльних ділянках, шляхом їх заміну з добовою економією дизельного палива в середньому 0,75–1,0 т на один локомотив.

2. Зменшення на 80–90 % планових витрат на утримання (технічні огляди та ремонти) тягового агрегата порівняно зі звичайним маневровим тепловозом.

3. Зменшення витрат на утримання обслуговуючого персоналу (паро-аккумуляторний тяговий агрегат обслуговується одним машиністом без помічника).

4. Можливість роботи (в разі необхідності) в запиленних, забруднених чи вибухонебезпечних умовах без зниження ресурсу.

5. Абсолютна екологічність локомотива (в вихлопі присутній лише водяний пар).

Даний вид локомотива не потребує палива, а використовує пару відповідного тиску та температури, що отримують в процесі його екіпірування від стаціонарних котлів (котельні, паропроводу, ТЕЦ). Локомотив після чергової дозаправки парою здатен виконувати маневрову роботу на протязі 5–6 годин, а після розрядки парового аккумулятора (в процесі виконання транспортної роботи) цикл повторюється.

За тяговими характеристиками паро-аккумуляторний локомотив майже повністю еквівалентний маневровим тепловозам, але більш динамічний при розгоні.

Розрахунковий строк окупності паро-аккумуляторного локомотива тільки за рахунок економії дизельного палива шляхом його заміни як енергоносія водяною парою в

залежності від інтенсивності експлуатації складе 12–18 міс. При цьому строк його експлуатації (за реальними експериментальними даними) складе 50–60 років.

В якості висновків необхідно зазначити, що питання заміни маневрових тепловозів альтернативними видами ТРС на сьогодні є абсолютно актуальним і важливим, а сама можливість реалізації маневрового ТРС, що використовує доступну і більш дешеву альтернативну енергію, повністю відповідає сьогоднішній енергетичній політиці держави.

Обсяг необхідного фінансування з розрахунку на один тяговий агрегат типу ПАЛ9 буде в два рази меншим ніж для придбання нового маневрового тепловоза.

## **СПРЯМЛЕННЯ ПРОФІЛЮ КОЛІЇ З УРАХУВАННЯМ ДОВЖИНИ ПОЇЗДА ТА РОЗПОДІЛУ МАСИ СКЛАДУ**

**Боднар Б.Є., Капіца М.І., Кислий Д.М.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка Лазаряна  
Україна

B. Ye. Bodnar, M. I. Kapica, D. N. Kislyj. Straightening of the track profile taking into account the length of the train and the distribution of the mass of the train.

Traction calculations with the definition of energy-saving trajectories provide a search for a rational dependence of energy consumption with the time of the train. When choosing energy-saving trajectory trains and when developing train maps, it is necessary to take into account variable parameters, such as: section profile, train mass, locomotive series, etc. In the research one of the ways of straightening the path profile is considered. The purpose of the article is to determine the forces caused by the path profile taking into account the length of the train and the mass distribution of the composition and locomotive in order to increase the accuracy of traction calculations with the definition of energy-saving control modes.

Поздовжній профіль залізничної колії характеризується крутизною ухилів елементів та їх довжиною. Крутизна вимірюється в тисячних долях й виходить як частка від ділення різниці відміток кінцевих точок, елемента профілю на його довжину, тобто дорівнює тангенсу кута нахилу елемента профілю до горизонту.

Метою дослідження є визначення сил, викликаних профілем колії з урахуванням довжини поїзда та розподілу маси складу та локомотива з метою підвищення точності тягових розрахунків з визначенням енергозощаджуючих режимів керування.

Виходячи з визначення потенційної енергії – енергії, яка визначається взаємним положенням взаємодіючих тіл або частин одного й того ж тіла, траєкторії руху поїзда безпосередньо залежать від профілю. Ухили профілю колії можуть як збільшувати так і зменшувати сумарну енергію поїзда. Тому при керуванні локомотивом необхідно якомога точніше враховувати цей фактор.

Для різних фізичних моделей поїзда можуть використовуватися різні інтерпретації профілю колії: для класичної моделі, у якій поїзд розглядається як матеріальна точка, – спрямлений профіль, для моделей дослідження динаміки поїзда – реальний профіль без спрямлення та ін. Для моделі, яка розглядає поїзд у вигляді ланцюга з розподіленою масою, доцільно використовувати усереднення ухилів профілю колії по довжині поїзда з урахуванням розподілу маси складу та локомотива.

Усереднення профілю колії по довжині поїзда визначається для певної координати розташування середини поїзда шляхом інтегрування функціональної залежності ухилів від координати шляху у межах довжини поїзда. Наявність у складі різнотипних вагонів, їх

нерівномірне завантаження, порожні поїзди та інші фактори викликають нерівномірний розподіл маси по довжині поїзда. Це впливає на його потенціальну енергію.

Визначення потенціальної енергії поїзда за таким алгоритмом дозволяє більш точно враховувати сили, що діють на поїзд, та, у свою чергу, обирати енергозаощаджуючі режими керування. Вказаний алгоритм доцільно використовувати для порожніх поїздів та поїздів, маса яких розподілена нерівномірно. Для решти поїздів доцільно виконувати спрямлення профілю колії з урахуванням довжини. Це дозволяє зменшити витрату енергоресурсів до 0,6 % за рахунок поступового регулювання потужності локомотива та більш точного врахування прискорювально-сповільнювальних сил. До того ж, поступове регулювання потужності зменшує навантаження на дизель, всі елементи передачі потужності та зменшує «стрибки» струму тягових електричних машин.

## **НАПІВПРОВІДНИКОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ СУЧАСНИХ ТЕПЛОВОЗІВ**

**Капіца М. І., Красильников В.М., Білан В. С.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка Лазаряна  
Україна

Kapitsa M., Krasilnikov V., Bilan V., Semiconductor converters modern of diesel locomotives.

З метою створення перспективних магістральних вантажних та пасажирських тепловозів нового покоління з електричною передачею змінно-постійного струму, які відповідають сучасним вимогам експлуатації залізниць, розробляються нові та модернізуються існуючі випрямні установки.

Одна з модернізацій існуючої випрямної установки УВКТ-5 тепловозів 2ТЭ116 була проведена на Дніпропетровському тепловозоремонтному заводі. Модернізація випрямної установки проводилася шляхом впровадження розробок ЛРЗ Коттбус, Die Bahn (Залізниця Німеччини). Була виконана заміна застарілих діодів ВЛ-200-8 з метою підвищення надійності силового випрямляча УВКТ-5. У випрямну установку встановлювалися шість блоків с діодами 2ЧДСА1508АВ/К130А-230 фірми IXYS, по два діода в кожному блоці. Три нижніх блока слугують для під'єднання силових кабелів, які йдуть від тягового генератора. Від трьох верхніх блоків випрямлений струм подається безпосередньо до тягових двигунів. Потужність модернізованої установки становить 4200 кВт.

Другим напрямком модернізації був силовий випрямляч тепловозів ТЭП70А. Тут встановлена випрямна установка В-ТППД-6,3к-1к-УХЛ потужністю 6300 кВт, яка побудована на діодах таблеткового типу ДЛ153-2000-18 загальною кількістю 36 шт. У шафі є панелі діодів і запобіжників типу ПП60С-40Т2 (710 А, 660 В). Панель діодів містить дев'ять діодів, які притиснуті за допомогою траверс і болтів до загального алюмінієвого охолоджувача. Для тепловозів 2ТЭ116 та 2ТЭ116У були розроблені випрямні установки М-ТПП-3000 потужністю 3000 кВт та ВУТГ-6600/800-У2 потужністю 3600 кВт відповідно, які виконані на тиристорах та IGBT-модулях з процесорною системою керування. На виході силові випрямлячі утворюють шість регульованих постійних напруг з роздільним живленням електродвигунів для поосного регулювання дотичної сили тяги.

У системі поосного регулювання потужність, підведена до тягових електродвигунів, за відсутності буксування колісних пар регулюють за допомогою зміни струму обмотки збудження генератора в залежності від співвідношення заданого і фактичного положення

рейок паливних насосів високого тиску. При втраті зчеплення колісною парою напруга і потужність на її тяговому електродвигуні знижуються, щоб виключити збільшення частоти обертання колісної пари. Таку можливість надає схема електричної передачі, в якій кожен тяговий електродвигун (ТЕД1-ТЕД6) підключений до тягового генератора через індивідуальну керовану випрямляючу установку.

Система поосного регулювання дотичної сили тяги забезпечує: управління струмом збудження тягового генератора в режимі холостого ходу, регулювання потужності від дизеля до тягових двигунів в режимі тяги, управління контакторами послаблення збудження тягових електродвигунів, захист електродвигунів від перевантажень і буксування.

Для виконання перерахованих функцій УСТА-М отримує інформацію про позицію контролера машиніста, значення напруги тягового генератора, напруги і струму по кожному тяговому двигуну (канал УВМ), положення рейок паливних насосів високого тиску; значення частоти обертання кожної колісної пари і керує струмом збудження тягового генератора через обмотку збудження синхронного збудника, а також управляє керованими випрямлячами через блок управління (БУ УВМ). Послаблення збудження здійснюється автоматично підключенням резисторів паралельно обмоткам збудження тягових електродвигунів за допомогою групових контакторів.

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ПНВТ НА МИТТЄВУ КУТОВУ ШВИДКІСТЬ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ**

**Боднар Б.Є., Очкасов О.Б., Черняєв. Д.В., Децюра О.Я.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка Лазаряна  
Україна

B.Y. Bodnar, O.B. Ochkasov, D.V. Chernyayev, O.Y. Detsyura. Analysis of influence malfunctions high pressure fuel pump on the instantaneous diesel engine crankshaft angular speed.

Changing the advance angle of the fuel supply and cyclic feeding significantly affects the parameters of the working process of the diesel engine. The research is aimed at analyzing the influence of these factors on the instantaneous angular velocity of the crankshaft.

Ефективну експлуатацію дизельного рухомого складу неможливо забезпечити без удосконалення методів і засобів їх діагностування. Завчасно виявлені та усунені несправності в системах і механізмах ДВЗ є одним з головних напрямів рішення задачі підвищення ефективності експлуатації тепловозів.

Несправності дизелів стають одними з головних причин відмов тепловозів у експлуатації. Відхилення параметрів робочого процесу призводить до перевитрати палива, погіршення екологічних показників та прискореного зношування вузлів дизеля.

Несправності паливної апаратури складають більше ніж 9% незапланованих ремонтів дизеля. Наприклад знос плунжерних пар призводить до порушень циклової подачі палива, перерозподілу потужності між циліндрами і підвищеної витрати палива. Всі випадки локальних несправностей та розрегулювання відносяться до пошкоджень, які з часом можуть перейти у відмови і порушують протікання робочого процесу дизеля. Це ставить задачу визначення причини пошкодження або відмови на етапі їх виникнення, що зменшить негативний вплив пошкодження на дизель та заощадить ресурси на ремонтні роботи.

Вирішення задачі ідентифікації несправностей на початковому етапі їх розвитку виконується за рахунок впровадження та удосконалення нерозбірних методів тестового та функціонального діагностування. Одним з таких методів є метод діагностування за нерівномірністю кутової швидкості колінчатого валу, удосконаленням якого займаються автори.

Діагностування дизеля повинно виконуватись з мінімальними витратами ресурсів не порушуючи робочий процес, при цьому необхідно забезпечити максимально можливу глибину діагнозу та кількість визначених несправностей. Окрім того, перевага надається таким діагностичним ознакам, які потребують вимірювання мінімальної кількості параметрів.

В зв'язку з цим необхідно визначати нові та уточнювати існуючі діагностичні ознаки. Це передбачає проведення моделювання не тільки нормального технічного стану об'єкту діагностування, а і працездатних станів з конкретними пошкодженнями, серед яких необхідно відокремити найбільш поширені. Для паливної апаратури основними несправностями в експлуатації є: розрегулювання тиску спрацювання форсунки та кута випередження подачі палива, зависання або заклинення голки форсунки, розрегулювання фаз газорозподілення,

Відомо, що при аналізі розгорнутої індикаторної діаграми дизельного двигуна можна виділити чотири етапи згоряння та розширення. Ці етапи мають характерні точки та форми зміни тиску, що безпосередньо зв'язані з роботою КШМ та паливної апаратури дизеля.

Задача дослідження полягає у визначенні впливу кожного з етапів робочого процесу на кутову швидкість та прискорення обертання колінчастого валу. Для вирішення цієї задачі виконано моделювання робочого процесу дизеля на номінальному режимі роботи при справному стані та при конкретних несправностях. Для дослідження обрано дизель 211-ДЗ, що встановлюється на маневровому тепловозі промислового транспорту ТГМ4Б. Цей тип дизеля проходить стендові випробування після капітального ремонту на заводі ДЗРТ «Промтепловоз».

Дослідження проведено для двох типів несправностей: розрегулювання кута випередження подачі палива та зміна циклової подачі палива. Ці несправності можуть бути змодельовані при натурному експерименті.

Розрегулювання кута випередження подачі палива змінювалось у межах  $+10$  та  $-10^\circ$  п.к.в., а циклова подача палива змінювалась на 15% у більшу та меншу сторону від нормальної циклової подачі.

Моделювання робочого процесу виконано у програмному продукті ДИЗЕЛЬ-РК розробки МДТУ ім. Н.Е. Баумана. Результатом моделювання є розгорнуті індикаторні діаграми, характеристики тепловиділення та всі необхідні показники робочого процесу.

Індикаторні діаграми використані в якості вихідних даних для моделі механічної системи дизеля. Для спрощення моделі колінчастий вал приймався жорстким, тобто не враховано вплив крутильних коливань валу. Результатом моделювання є графічні залежності обертального моменту дизеля, кутової швидкості та прискорення валу при перелічених несправностях у одному з циліндрів двигуна.

Для перевірки адекватності результатів моделювання, їх необхідно порівняти з результатами індиціювання робочого процесу та вимірювання нерівномірності кутової швидкості валу дизеля. Авторами проведено зняття індикаторних діаграм та показників роботи дизеля 211-ДЗ після капітального ремонту на заводі «Промтепловоз». В якості вимірювального приладу використано систему моніторингу робочого процесу DEPAS 4.0 Handy. Для вимірювання нерівномірності кутової швидкості валу дизеля застосовано спеціальний прилад, розроблений авторами. Отримані дані дозволили відкоригувати результати моделювання.

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВІЛЬНОГО ВИБІГУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ В ГІДРАВЛІЧНИХ ПЕРЕДАЧАХ ПРИ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАННЯХ**

**Боднар Б.Є., Очкасов О.Б., Коренюк Р.О., Ключник І. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка Лазаряна  
Україна

Bodnar B., Ochkasov O., Korenyuk R., Klyushnyk I.

The authors proposed a method of determining the mechanical losses in the hydraulic transmission during bench testing and modernized hydraulic test stand gears.

Основною задачею гідравлічної передачі на тепловозі є передача потужності від дизеля до колісних пар. Тому до них пред'являються ряд вимог: мати високу надійність, ремонтпридатність та високий коефіцієнт корисної дії. Для отримання високого ККД необхідно, щоб передача мала мінімальні втрати потужності. ККД гідропередачі це відношення потужності, яка знімається з роздавального вала до потужності, яка підводиться до приводного валу.

При випробуванні гідравлічної передачі в заводських умовах використовується типовий стенд. Він має приводний електродвигун та навантажувальний генератор постійного струму. Електричну потужність приводного електродвигуна отримаємо вимірюючи струм та напругу, яка підводиться до нього. Враховуючи коефіцієнти корисних дій електродвигуна та карданного валу, який з'єднує фланець електродвигуна та приводний вал гідравлічної передачі, визначаємо механічну потужність, яка підводиться до гідравлічної передачі. Таким чином визначаємо механічну потужність, яка знімається з роздавального вала, вимірюючи електричну потужність навантажувального генератора.

Якщо значення к.к.д. гідравлічної передачі відповідає паспортним значенням, то можна вважати, що відремонтована гідравлічна передача знаходиться в технічно справному стані. При відхиленні значення к.к.д. від нормативного, необхідно визначити той вузол, який призводить до збільшення втрат. Але це не проста задача, так як динамічна гідравлічна передача має наступні втрати: механічні, гідравлічні та втрата потужності на власні потреби.

Основні механічні втрати виникають в наступних місцях:

- в підшипниках;
- в зубчастих колесах;
- дискове тертя в колі циркуляції гідроапаратів.

При циркуляції рідини в гідроапараті виникають наступні гідравлічні втрати:

- удар при вході на лопатки;
- раптове звуження при вході в канали між лопатками;
- тертя по довжині в канали між лопатками;
- скривлення каналу;
- раптове розширення при виході з каналу між лопатками.

Живильний та відкачуючий насоси забезпечують роботу гідравлічної передачі, тому їхню сумарну потужність відносимо до втрат на власні потреби.

Сумарні втрати в гідравлічній передачі це різниця потужностей між приводним та роздавальним валами.

Конструктивно гідравлічна передача не має жорсткого зв'язку між приводним та роздавальним валами. Тому загальні механічні втрати будуть складатися з декількох



частин:

- механічні втрати приводного валу, головного валу (зі сторони насосних коліс) та валу відбору потужності;
- механічні втрати головного валу (зі сторони турбінних коліс), вторинного валу та валу реверсу до рухомих муфт;
- механічні втрати вторинного валу та валу реверсу від нерухомих муфт, роздавальний вал.

Одним з способів визначення механічних втрат є метод вільного вибігу (самогальмування). Суть цієї методики в наступному. При працюючому приводному електродвигуні заповнюється пусковий гідротрансформатор робочою рідиною. Турбінні колеса розганяються до значення окружної швидкості. При встановленні сталої частоти обертання турбінного валу, зливається робоча рідина з гідроапарату та від'єднується живлення від приводного електродвигуна. Частота обертання приводного електродвигуна стрімко знижується до повної зупинки. При цьому, вал відбору потужності, приводний вал та насосний вал не обертаються, так як вони зв'язані з валом двигуна. Після зупинки приводного електродвигуна – гідравлічна передача переходить в режим вільного вибігу. В якості параметру, за яким оцінюється механічні втрати в гідравлічній передачі, використовується час зупинки обертання валів.

Галузева науково-дослідна лабораторія "Технічне утримання та діагностика локомотивів" провела на Дніпропетровському заводі по ремонту тепловозів «Промтепловоз» ряд випробувань з метою визначення механічних втрат в гідропередачі. Проведені випробування показали, що на час зупинки валів гідравлічної передачі впливає не тільки механічні втрати, а й температура масла. Тому необхідно розробити методику, яка б враховувала вплив температури масла на час вибігу.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДУ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ СИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ**

**Красильников В.М., Сердюк В.Н., Бурда М.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна  
Україна

Krasilnikov V., Serdyuk V., Burda M., Improving stand improvement stand trial traction synchronous generators.

Кожна електрична машина, що випускається з ремонту, проходить приймально-здавальні випробування відповідно ГОСТ 2582-81 з дотриманням режимів і норм додатку Н «Правил ремонту електричних машин тепловозів». При навантажувальних випробуваннях генераторів в локомотивних депо або на тепловозоремонтних заводах використовуються два основних метода: безпосереднє навантаження машин на реостаті та взаємне навантаження двох машин, з'єднаних між собою механічно і електрично.

Для випробування тягових генераторів ГП-311Б потужністю 2000 кВт на Дніпропетровському ТРЗ був впроваджений за участю авторів стенд, який складається з двох тягових генераторів. Ці генератори встановлені на фундаментній рамі і з'єднані фланцями між собою загальною опорою. Один з генераторів працює у режимі електродвигуна при живленні від мережі 380 В через силовий трифазний мостовий випрямляч UZ1, а інший – в режимі генератора. Максимальна вихідна напруга випрямляча UZ1  $U_d=514В$ . Регулювання струму збудження тягових генераторів виконується

тиристорними випрямлячами UZ2 і UZ3, максимальний вихідний струм яких дорівнює 200А. Споживана із мережі потужність при стендових випробуваннях генераторів складає 200...300кВт. Частота обертання якорів дорівнює 850 об/хв. До складу стенду входять комутаційні апарати і пульт управління з контрольно-вимірювальними приладами. Принципова електрична схема стенду забезпечує проведення випробування тягових генераторів ГП-311Б на холостому ході та в режимі короткого замикання.

Для можливості встановлення на стенд тягового генератора TD-802 тепловозів ЧЭМЗ і з'єднання його з загальною опорою пропонується використати спеціальний перехідний фланець. У зв'язку з тим, що ширина генератора TD-802 по опорах менша на 80 мм ширини генераторних опор стенда, розрахованих для генератора ГП-311Б, а також для забезпечення співвісності перехідного фланця по висоті загальної опори, пропонується використати додаткові плити. Довжина опорних плит-600мм, ширина-210мм, висота-35мм. Цим забезпечується необхідна міцність і співвісність при установці генератора TD-802 на випробувальний стенд. Стенд був також допрацьований для встановлення тягових генераторів ГП-300Б тепловозів ТЭМ2.

В даний час на заводі виникла необхідність модернізації вказаного стенда з ціллю проведення випробувань тягових синхронних генераторів ГС-501А тепловозів 2ТЭ116. Параметри випробування тягового синхронного генератора ГС-501А повинні бути наступні: напруга холостого ходу 600 В, частота обертання ротора 1000 об/хв, режим навантаження при короткому замкненні по струму 2х2700 А з короткочасним перевантаженням по струму 3420 А. Для цього пропонуємо конструкцію раніше вказаного стенду доповнити додатковим пультом з контрольно-вимірювальними приладами, до яких входять амперметри А1-А6, вольтметри V1-V2, що дозволяють вимірювати струм та напругу по фазах тягового синхронного генератора. Регулювання струму збудження генератора ГС-501 досягається встановленням на пульті блоком керованого випрямляча БВК-1012 з блоком управління БА-520Б. В електричній схемі пропонуємо встановити шість вимірювальних трансформаторів струму типу ТЛШ-10УЗ, 10кВ, 5000/5А для можливої перевірки різномірного розподілу струму по фазах тягового синхронного генератора при навантаженні.

Програма стендових випробувань тягових синхронних генераторів при частоті обертання ротора 1000 об/хв: перевірка роботи на холостому ході при напрузі 360 В протягом 5 хв; випробування на нагрівання фазним струмом короткого замикання- не більше 2700 А протягом однієї години; випробування на перевантаження фазним струмом короткого замикання 3420 А протягом 2 хв; випробування електричної міцності виткової ізоляції напругою 600 В протягом 2 хв; випробування при підвищеній частоті обертання- 1380 об/хв протягом 2 хв. Випробування електричної міцності ізоляції обмотки статора при КР1- 1900 В, обмотки ротора при КР1-1150 В напругою змінного струму частотою 50 Гц протягом 1 хв.

Вказані пропозиції по розробкам виконуються згідно «Угоди про науково-технічне співробітництво» від 24.11.15 р. між ПрАТ ДТРЗ та ДНУЗТ

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ НА ТЕПЛОВОЗАХ**

**Капіца М. І., Десяк А. Є.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна  
Україна

Kapitsa M. I., Desiak A. Y. Determining feasibility of using the pneumatic spring suspension on diesel locomotives

The possibilities of use of the pneumatic spring suspension on diesel locomotives to reduce the dynamic effects of the rolling stock on the track and increase passenger comfort.

На рухомому складі залізниць, що призначений для високошвидкісного руху застосовуються пневматичні пружні елементи – пневматичні ресори, адже вони ефективно ізолюють кузов локомотива від вібрацій та коливань не обресореної частини локомотива. В минулому у практиці локомотивобудування пневморесори спеціально не створювалися, а застосовувалися лише пневморесори, створені для пасажирських вагонів, причому тільки для проведення досліджень. Такими експериментальними локомотивами були ТЭМ7, 2ТЭ10Л, ТЭ7, ТГМЗ. На сьогодні ще не має вітчизняного серійного тепловоза, який би мав пневматичне ресорне підвішування. Але із практики європейських країн видно, що пневматичне ресорне підвішування є одним із найефективніших типів ресорного підвішування.

Застосування ресорного підвішування даного типу має ряд переваг:

- відносно невелика жорсткість;
- можливість регулювання жорсткості та степені демпфування ресорного підвішування;
- автоматичне регулювання перекосу кузова при проходженні кривих, що дозволяє компенсувати недостатнє підвищення зовнішньої рейки та збільшити швидкість руху в кривих до 25%;
- пневмопідвішування ефективно ізолює кузов від вібрацій та шуму під час руху екіпажу по нерівностях колії;
- можливість отримання великого статичного прогину завдяки застосування додаткових повітряних резервуарів;
- пневмопідвішування не потребує додаткових гасників вертикальних коливань, а демпфування забезпечується за рахунок перетікання повітря між пневморесорою та допоміжним резервуаром;
- значно підвищуються комфорт пасажирів та ходові якості рухомого складу;
- невелика маса ресорного підвішування;
- висока надійність та довговічність.

Щоб обґрунтувати доцільності експлуатації тягового рухомого складу на пневматичному ресорному підвішуванні, необхідно спочатку визначити коливання локомотива на пневматичному підвішуванні та порівняти результати із коливаннями локомотива на пружному підвішуванні. Критеріями, за якими оцінюються коливання базового та проектного тепловоза є максимальна амплітуда та швидкість затухань коливань.

Для розрахунку амплітуди коливань, необхідно змодельовати рівномірно розподілену нерівність колії по всій довжині. Параметрами даної нерівності є амплітуда та частота виникнення збурень. Для розрахунку швидкості затухання коливань, необхідно змодельовати одиночну нерівність колії. Параметрами є висота, довжина та профіль нерівності.

Результатами розрахунків коливань локомотива у вертикальній площині для швидкості руху 160 км/год та маси тепловоза 125 т є амплітуда та швидкість затухання коливань. Тепловоз на пневматичному ресорному підвішуванні має амплітуду коливань приблизно в два рази меншу ніж тепловоз на пружному підвішуванні, а швидкість затухання коливань зменшується в три рази у відповідному порівнянні.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДІВ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ТА ДОПОМІЖНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ТЕПЛОВОЗІВ**

**Красильников В.М., Глухой М.В., Рогаль С.А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна  
Україна

Krasilnikov V., Glukhoy M., Rohal S., An improvement of stands for testing of traction motors and auxiliary electrical machines of locomotives.

Особливістю випробування допоміжних електричних машин та агрегатів постійного і змінного струму тепловозів ТЭ10, ТЭМ2, ЧМЭЗ, 2ТЭ116 пов'язана з різноманітністю їх електричних параметрів (напруг, струмів, потужностей).

Авторами запропонован для впровадження на ДТРЗ універсальний напівпровідниковий блок живлення, котрий перетворює трифазну змінну цехову напругу 380/220 В у регульовану постійну напругу з номінальними значеннями: 60 В; 110 В; 240 В; з потрібним для кожного випробування струмом у межах до 800 А. Запропонована модульна конструкція перетворювача, котра має шість однофазних керованих тиристорних випрямлячів з перемикачем режимів роботи. Силкові тиристори отримують керуючі сигнали від цифрової системи фазового регулювання вихідної напруги. Електрична схема базується на поєднанні у трифазну групу трьох однофазних трансформаторів з двома вторинними обмотками, що дозволяє отримати симетричну систему намагнічуючих струмів. Використання системи керування на цифровому принципі з єдиним тактовим генератором ідеально вирішує проблему симетрії струмів трифазної мережі у режимах максимальних навантажень. Для покращення плавності управління системою, побудованою на дискретній основі, використані восьмирозрядні двійкові лічильники. Це дозволяє мати 256 позицій регулювання, що забезпечує необхідну плавність регулювання вихідної напруги. Використання оптронних тиристорних модулів у силовій схемі випрямляча значно зменшує потужність керуючого пристрою та підвищує надійність роботи перетворювача. Діоди, які шунтують тиристорні мости, зменшують навантаження напівпровідникових модулів та поліпшують коефіцієнт потужності перетворення. Паралельна робота шести випрямлячів забезпечуються трьома згладжуючими реакторами. Таким чином впровадження напівпровідникового блоку живлення підвищує економічність та ефективність приймально-здавальних випробувань допоміжних електричних машин тепловозів.

При випробуваннях тягових електродвигунів постійного струму методом взаємного навантаження на ДТРЗ застосована схема з лінійним генератором ЛГ і вольтододатковою машиною ВДМ. Це стенд випробування тягових електродвигунів ЭД-118 та ТЭ-006 тепловозів 2ТЭ116, ТЭ10, ТЭМ2 та ЧМЭЗ. Лінійний генератор та вольтододаткова машина з приводними асинхронними двигунами виконують звичайно у вигляді двомашинних агрегатів. Їх робота супроводжується підвищеними рівнями шуму та вібрації, а низькі значення ККД машин, недовантажених в більшості режимів, збільшують витрату енергії на випробуваннях. У теперішній час дуже гостро стоїть питання енергозбереження, тому застосування електромашинних перетворювачів стає недоцільним з точки зору економії електроенергії. З появою потужних, відносно дешевих і надійних силових високовольтних напівпровідникових приладів з'явилася можливість замінити в стенді для випробування тягових електродвигунів ЛГ і ВДМ статичними напівпровідниковими перетворювачами. При цьому ліквідуються вказані вище недоліки схеми та суттєво підвищується її ККД.

Пропонується також автоматизувати схему випробування тягових електродвигунів. Дана система призначена для: автоматичного визначення та обробки результатів вимірювання, оперативного контролю вимірювальних параметрів та видачі необхідної інформації на ЕОМ; оформлення протоколів результатів випробування.

## **ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ**

**Очкасов О.Б., Шепотенко А.П.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна  
Україна

Ochkasov O. B., Shepotenko A.P. Problems and perspectives of application of private locomotive traction

Features of the organization of operation of private locomotives on railways are considered.

Одним з напрямків розвитку конкуренції на ринку залізничних перевезень є поділ функцій управління інфраструктурою і організації перевізного процесу. Відповідні напрями реформування залізничного транспорту реалізуються в країнах Європейського Союзу, Російської Федерації, Республіки Казахстан, Республіки Білорусь.

В даний час в Україні і в інших країнах пострадянського простору активно розвивається модель, що припускає використання приватного вагонного парку для здійснення перевезень. Так, на залізничних магістралях РЖД експлуатуються вагони, що належать близько 2300 операторським компаніям. За даними Російської відкритої академії транспорту, за останні 15 років вагонний парк виріс на 52 відсотки, до 1,22 мільйона вагонів. В Україні парк приватних вагонів становить близько 35% (понад 60 тис. вагонів).

Наступним перспективним, і в цілому логічним, напрямком розвитку зазначеної стратегії поділу функцій управління інфраструктурою і перевізним процесом є використання приватних локомотивів для виконання перевезень на магістральних залізницях.

В даний час основною проблемою для українських залізниць є не стільки зменшення локомотивного парку в цілому, а значний його знос. Так, на тлі загального рівня зношеності основних фондів УЗ 80% знос парку електровозів складає 90%, парку маневрових тепловозів - 96%, магістральних тепловозів - 99%, при цьому більше 50% тепловозів експлуатуються понад 25 років, а 55% електровозів - понад 40 років. Оновлення ж парку локомотивів в Україні йде вкрай повільно.

При експлуатації рухомого складу за межами терміну служби істотно погіршуються показники безпеки і економічної ефективності, зростає ресурсо- і енергоємність перевезень. У перспективі виникають загрози: з одного боку - різке підвищення витрат на експлуатацію застарілого рухомого складу, з іншого - неможливість здійснювати перевезення через фізичну відсутність тягового рухомого складу.

Слід зазначити, що подібна ситуація характерна практично для всіх залізничних адміністрацій СНД, однак при цьому локомотивний парк України зношений найбільшою мірою. Одним із шляхів вирішення проблем, пов'язаних з гострою нестачею нового сучасного тягового рухомого складу, може бути допуск до використання інфраструктури магістральних залізниць приватних компаній - перевізників, які володіють власними

локомотивами.

Відповідно до «Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки» в Україні передбачається створення місцевих залізниць, що володіють інфраструктурою і рухомим складом, проте створення незалежних перевізників в області вантажних перевезень не передбачено. З іншого боку проект Національної транспортної стратегії України передбачає в галузі залізничного транспорту лібералізацію перевезень на основі рівноправного доступу до інфраструктури. Стратегія розвитку Укрзалізниці до 2021 року передбачає створення окремої транспортної компанії оператора тяги.

Разом з тим, в Україні останнім часом деякі приватні компанії, що працюють на ринку залізничних перевезень, виявляють серйозний інтерес до створення власних підприємств, які могли б надавати послуги з перевезення вантажів з використанням власного парку магістральних локомотивів. У цьому сегменті транспортних послуг, в першу чергу, цікавить перевезення власних поїзних формувань у вигляді замкнутих кільцевих маршрутів, наприклад, при транспортуванні сировини від гірничозбагачувальних комбінатів до споживачів (металургійним підприємствам) або до морських портів для вивантаження і відправки на експорт.

В даний час серед країн пострадянського простору найбільший досвід в даному питанні мають Російські залізні дороги.

У Російській Федерації з 2001 року діє «Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте». Програмою було передбачено, що на даному етапі реформування велика частина вагонного парку і частина локомотивного парку буде знаходитися в приватній власності. На основі системи ліцензування приватні компанії отримують можливість виходити на магістральні мережі та здійснювати вантажні перевезення власними локомотивами. В даний час на РЖД працює 8 компаній-операторів, які мають власні магістральні локомотиви. Загальний парк приватних локомотивів становить близько 130 одиниць, тобто менше 1% від загального парку магістральних локомотивів РЖД.

Однією з основних проблем, з якими доведеться зіткнутися компаніям перевізникам, - це практично відсутність відповідної нормативно-правової бази в Україні і неурегульованість питань тарифікації, що регламентують відносини перевізників з власником інфраструктури. Якщо приватна компанія має намір отримати статус перевізника, то вона повинна відповідати всім вимогам, які прописані в діючих нормативних актах до системи експлуатації та ремонту локомотивів.

Ще одна складність, яка виникає перед власниками локомотивів, - організація роботи локомотивних бригад. Виходячи з досвіду РЖД, власні бригади є тільки у ТОВ «Трансойл» (близько 30 бригад), інші оператори користуються послугами РЖД.

Також проблеми додає те, що локомотив - це не вагон, це дуже складний і великий агрегат, який вимагає особливої системи ремонту і обслуговування. Тому необхідно заздалегідь визначити де і як буде проводитися технічне обслуговування приватних локомотивів, і як вони будуть екіпіруватися. Визначити як проводити розрахунки за споживання електроенергії з контактної мережі, особливо на довгих маршрутах, де можливо буде кілька змін локомотивних бригад. І тут же актуальним стає система поточного ремонту приватних локомотивів і особливо його якості, адже ремонтні депо в гонитві за клієнтом можуть здешевлювати роботи, ставлячи старі або неякісні деталі, що може призводити до збитку і позначитися на безпеці руху. Багато експертів виступають за те, щоб законодавчо закріпити за виробниками локомотивів обов'язок працювати за контрактом життєвого циклу. Виробник не тільки випускає техніку, а й обслуговує її протягом усього терміну експлуатації, а потім самостійно утилізує. Це підвищує його відповідальність перед замовником і стимулює випускати максимально надійні вузли і

агрегати.

Противники впровадження приватної тяги приводять свої додаткові аргументи до даної проблематики, що поява локальних перевізників створить ризики неоптимального використання активів залізничного транспорту в умовах обмеженої пропускної здатності інфраструктури: відправлення поїзду складом і вагою нижче гранично допустимих норм, збільшення простоїв в очікуванні відправлення, «недозавантаження» «державних» локомотивів, збільшення одиночного пробігу локомотивів в депо та інше. До того ж є ризик, що приватні локомотиви досить швидко заберуть у УЗ тільки найбільш рентабельні перевезення, а низькорентабельні і збиткові - залишать державі, погіршуючи і так непросте фінансове становище залізниць. Адже поки ефективна робота приватних локомотивів зафіксована тільки в країнах з низькою інтенсивністю використання залізничного транспорту (європейська модель), а також в країнах з вертикально-інтегрованими залізничними компаніями (американська модель). Остання передбачає, що компанія володіє не тільки локомотивом, а й вагонами, і всією інфраструктурою.

## **НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ КОНЦЕПЦІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИПРОБУВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Болжеларський Я.В.<sup>1</sup>, Джус В.С.<sup>1</sup> Уршуляк О.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Львівська філія ДНУЗТу,

<sup>2</sup> Львівський коледж транспортної інфраструктури  
Україна

Bolzhelarskyi Y.V., Dzhush V.S., Urshulak O.S. The need to develop the concept of complex integrated testing system of rolling stock. The need of developing a complex integrated testing system of rolling stock, which will ensure a compliance with the energy efficiency and environmental requirements at the admission of rolling stock for operation is considered at the article.

Одним з головних завдань державної політики України є забезпечення енергетичної безпеки і перехід до енергоефективного та енергоощадного використання та споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій, зниження енергоємності валового внутрішнього продукту на 20 відсотків до кінця 2020 року (Стратегія сталого розвитку Україна 2020).

Через катастрофічну зношеність рухомого складу, невідповідність між придбанням і списанням вантажних вагонів та локомотивів існує загроза незабезпечення потреб промислових галузей економіки у перевезеннях вантажів, з відповідними витратами для держбюджету, зниженням показників економічного розвитку України. Майже вичерпано резерви провізних спроможностей через граничну зношеність та низьку продуктивність пасажирського рухомого складу (офіційний сайт Міністерства транспорту України: <http://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-ukrainski-zaliznici.html>). Виходом з ситуації, яка склалася, є інтенсивне оновлення рухомого складу. У даному напрямку у останні роки проведена значна робота: прийняті у експлуатацію міжрегіональні швидкісні поїзди Hundai Rotem (Корея), Skoda (Чехія), Тарпан (Україна), регіональні дизель-поїзди ДПКр2 (Україна), рейкові автобуси 620М (Польща), спеціальний самохідний рухомий склад Duomatic 09-32 (Австрія), МТ-1 (Україна) та ін. Прийняття в експлуатацію вказаного рухомого складу передували його випробування та сертифікація. Слід зазначити, що в Україні не існує спеціалізованого центру по випробуванню рухомого складу, що надоводить у експлуатацію. Не створений також дослідний полігон – випробування

проводяться на діючих залізничних лініях за недосконалими методиками, часто – за скороченою програмою, що призводить до відмов нового рухомого складу у початковий період експлуатації. Показники енергетичної ефективності та екологічності рухомого складу досліджуються не у повній мірі.

Таким чином враховуючи постійне зростання кількості типів рухомого складу, які будуть прийматися у експлуатацію, проблема створення комплексної інтегрованої системи випробувань рухомого складу при допуску його до експлуатації є актуальною.

Незважаючи на значні досягнення у моделюванні технічних систем, визначальним у світовій практиці при допуску до експлуатації рухомого складу, оцінці його якості, надійності та безпеки залишаються натурні, стендові, ходові та експлуатаційні випробування. Випробування дозволяють досліджувати основні характеристики рухомого складу при заданих режимах роботи. При цьому визначаються тягово-енергетичні та екологічні показники, які є вихідними даними для визначення маси поїзда, швидкості руху, часу слідування, витрати енергетичних ресурсів, рівня викидів шкідливих речовин, ергономічних параметрів та ін. Слід особливо виділити оцінку показників екологічності та безпеки праці. Дане оцінювання є обов'язковим, а його результати повинні відповідати вимогам нормативної документації, що встановлюються на державному рівні.

Загальноприйнята методологія випробувань передбачає виконання двох циклів робіт. Перший цикл полягає у випробуванні при постійних зовнішніх умовах. Місцем таких випробувань повинна бути дослідна ділянка (полігон) з постійним профілем колії. Другий цикл – випробування в умовах експлуатації на ділянках, що мають змінний профіль колії, на яких виконується реальна поїзна робота.

Розробка комплексної системи випробувань рухомого складу, яка інтегрована у процес допуску його до експлуатації, повинна базуватися на вимогах нормативно-технічної документації України та країн ЄС, аналізі тягово-теплотехнічних та екологічних характеристик тепловозів, електровозів та спеціального самохідного рухомого складу, світовому досвіду у організації проведення випробувань, будівництва та експлуатації випробувальних центрів та полігонів.

На початковому етапі досліджень необхідно проаналізувати існуючий рівень енергетичної ефективності та екологічності рухомого складу залізниць: тепловозів, електровозів, моторвагонного та спеціального самохідного рухомого складу.

На основі досвіду проведення випробувань, який є у науковців ДНУЗТ та на основі світових досягнень на наступних етапах необхідно удосконалити методи та засоби визначення енергетичних та екологічних показників рухомого складу при випробуваннях, обґрунтувати техніко-економічні параметри випробувального полігону: його довжину, параметри плану та профілю, кількість колій, тип верхньої будови колії, геометричні параметри рейкової колії та ін.

У подальшому необхідно вдосконалити методи та засоби визначення енергетичних та екологічних показників рухомого складу при випробуваннях. На даному етапі необхідно вибрати методи та технічні засоби для визначення наступних техніко-економічних та екологічних показників рухомого складу: витрати дизельного палива; витрати електроенергії, потужності енергетичної установки, розподілу часу роботи за режимами, сили тяги, опору руху, гальмівної сили, прискорення, рівня викидів шкідливих речовин в атмосферу, рівня шуму, рівня вібрації, електромагнітного впливу. Кінцевою задачею етапу є розробка алгоритмів проведення випробувань рухомого складу за типами.

Результатами розрахунків будуть:

- фактичні енергетичні та екологічні показники рухомого складу, що уже знаходиться у експлуатації;



- раціональні техніко-економічні параметри полігону для випробування рухомого складу (довжина, параметри плану та профілю, кількість та тип колій, геометричні параметри рейкової колії);
- екологічні показники випробувального полігону (рівень викидів шкідливих речовин, шуму, вібрації);
- показники електромагнітного впливу системи тягового електропостачання на обладнання рухомого складу та лінії сигналізації, централізації та блокування.

Реалізація вказаних завдань забезпечить створення єдиних підходів до оцінки техніко-економічних та екологічних показників рухомого складу у процесі його випробувань, підвищить енергетичну ефективність та екологічність транспорту за рахунок допуску до експлуатації рухомого складу з найкращими показниками енергоефективності та екологічності.

### **ОСОБЛИВОСТІ РІЗНОВИДУ ПРОЦЕДУР РОЗКЛАДАННЯ З МІНІМАЛЬНОЮ ЕНТРОПІЄЮ ДЛЯ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ**

**Михалків С.В., Ходаківський А. М.**

Український державний університет залізничного транспорту  
Україна

Mykhalkiv S. V. Khodakivski A. M. The properties of variety of the minimum entropy decomposition for vibrodiagnostics of rolling bearings of electric trains.

A problem with the minimum entropy decomposition solution is that it is an iterative selection process, and will not necessarily design an optimal filter for the posed problem. Additionally, the problem goal in minimum entropy decomposition prefers to deconvolve a single-impulse, while in rotating machine faults we expect one impulse-like vibration source per rotational period of the faulty element.

Елементи роликів підшипників кочення шестірень тягових зубчастих передач (ТЗП) колісно-редукторних блоків (КРБ) електропоїздів серії ЕР та ЕПЛ здебільшого зазнають стрімкого руйнування в експлуатації, що супроводжується повним руйнуванням сепараторів і швидкою втратою циліндричності роликів з їх подальшим руйнуванням. Отже, розвиток методів вібраційного діагностування технічного стану КРБ на технічних обслуговуваннях (ТО) електропоїздів має зосереджуватись на визначенні ранньої стадії ознак пошкоджень найбільш вразливих елементів підшипників для реалізації своєчасних заходів з усунення негативних наслідків. З-поміж декількох підходів до аналізу вібраційних сигналів привертає увагу процедура розкладання, що ґрунтується на засадах визначення міри сигналу, яка обирається нормою з подальшою побудовою фільтра на виході якого величина відфільтрованого сигналу досягає максимального значення відповідно до раніше встановленої норми. За подібним принципом функціонує процедура розкладання з мінімальною ентропією (РМЕ) або інверсної фільтрації, яка протягом останнього десятиліття демонструє задовільні результати у розв'язанні завдань визначення технічного стану машин з обертовими елементами у різноманітних галузях промисловості. Протягом згаданого періоду також удалося встановити недоліки цієї процедури, а саме потреба в певній кількості ітерацій замість безпосереднього обчислення коефіцієнтів фільтра. Ітерації припиняються тоді, коли величина коефіцієнта ексцесу, що обирається як зазначена норма в межах розв'язання проблеми максимізації досягає найвищого значення, яке вважається оптимальним. Однак найвища величина коефіцієнту

ексцесу відповідає появі одиничного імпульсу в сигналі після завершення процедури РМЕ, тобто численні ітерації призводять до того, що на виході інверсного фільтра з'являється нетиповий одиничний імпульс, який викривлює справжні характеристики сигналу, штучно усуваючи властиві обертальному процесу елементів підшипників кочення періодичні імпульсні складові. Тому для досягнення позитивного результату від застосування цієї процедури слід негайно спиняти ітерації, коли в сигналі на виході інверсного фільтра ще лишаються періодичні імпульсні складові та не досягнутий залежно від довжини інверсного фільтра установлений оптимум — не з'явився і не посилювався одиничний імпульс. Причиною появи аномально великого імпульсу є прирівнювання процедурою РМЕ початкового відліку часової вібраційної послідовності на вході інверсного фільтра до нуля. Це призводить до порушення безперервності між початковим відліком, який вважається нульовим та другим відліком вхідної часової реалізації, що зрештою спричиняє появу хибного імпульсу. Для пом'якшення цього недоліку у 2007 році австралійськими дослідниками Ендо та Ренделом було запропоновано використовувати перед процедурою РМЕ авторегресійну (АР) фільтрацію. У 2017 році канадські дослідники Макдональд та Жао відкорегували вираз для згортання інверсного фільтра в межах процедури РМЕ, прибравши припущення про нульові значення у вібраційній реалізації на вході фільтра. Оновлена процедура отримала назву корегованого розкладання з мінімальною ентропією (КРМЕ), яка так само використовує певну кількість ітерацій для досягнення оптимального результату. Цими ж дослідниками також було удосконалено процедуру оптимального розкладання з мінімальною ентропією (ОРМЕ), яка уперше була запропонована у 1984 році. Процедура ОРМЕ на відміну від РМЕ оптимального значення досягає вже після першого обчислення та позбавлена недоліку в потребі великої кількості ітерацій, однак так само, як і РМЕ характеризується появою нетипового одиничного імпульсу. Удосконалена процедура отримала назву корегованого оптимального розкладання з мінімальною ентропією (КОРМЕ) і так само, як і процедура КРМЕ має знижувати схильність до появи нетипового одиничного імпульсу і додатково послуговуватись одноразовим обчисленням без тривалих ітерацій.

Авторами були зареєстровані вібраційні реалізації підшипникових вузлів КРБ електропоїзда серії EP2, після капітального ремонту в заводських умовах. Реєструвалася вібрація підшипника кочення шестірні ТЗП за допомогою цифрового багатоканального самописця «Flash Recorder 2-16bitRTC-SD», віброакселерометра ВДВ-19 з робочим діапазоном віброприскорень від 0 до 2000 м/с<sup>2</sup> і робочим частотним діапазоном від 2 Гц до 9 кГц. У самописці аналоговий сигнал з датчика після аналогового фільтра нижніх частот Баттерворта оцифровувався з частотою дискретизації 40 кГц. Використання процедур АР+РМЕ так само, як і в попередніх дослідженнях вібраційних характеристик підшипників кочення генераторів управління струмом електровозів серії ЧС надало беззаперечні переваги перед класичними спектральними методами, що базуються на віконному зважуванні та подальших спектральних побудовах. АР фільтрація усунула періодичні складові із часової форми вібраційних сигналів і посилює імпульсні складові, а процедура РМЕ при довжині вхідної вібраційної реалізації 2<sup>17</sup> відліків продемонструвала позитивні результати при довжині інверсного фільтра 500 відліків і 75 ітераціях. Однак при збільшенні ширини інверсного фільтра з'явився і почав посилюватись нетиповий одиничний імпульс, описаний згаданими закордонними дослідниками. Було встановлено, що задовольняється довжиною інверсного фільтра, що дорівнює 500 відліків не є доцільним, оскільки вища довжина дозволить отримати кращу роздільність частотних складових на широкосмугових спектрах і на спектрах обвідної вібрації в подальших побудовах. Однак ефект від збільшення довжини фільтра нівелює описаний одиничний імпульс. Тому поєднання процедур АР+РМЕ можна вважати ефективним при відносно невеликих довжинах фільтра. Після застосування удосконаленої процедури КРМЕ без

використання АР фільтрації удалось уникнути появи одиничного імпульсу навіть із довжиною інверсного фільтра 800 відліків, натомість інша удосконалена процедура КОРМЕ надала ще гірші результати ніж застаріла процедура АР+РМЕ — одиничний імпульс почав посилюватись уже при довжині інверсного фільтра 300 відліків.

Таким чином, знову вдалося встановити беззаперечну перевагу застарілої процедури АР+РМЕ перед класичними спектральними методами і зафіксувати появу нетипового одиничного імпульсу, який варіює залежно від частоти обертання внутрішнього кільця підшипника кочення і довжини інверсного фільтра. Також удалось підтвердити ефективність удосконаленої процедури КРМЕ, що має потенціал для подальшого успішного розв'язання завдань з вібродіагностування підшипників кочення відповідальних вузлів МВРС і локомотивів.

## **КОМПЛЕКСНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ З ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ.**

**Данилевський В.І.<sup>1</sup>, Сливовська Л.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Державний економіко – технологічний університет транспорту (ДЕТУТ),

<sup>2</sup>Укрзалізниця філія Південно-Західна  
Україна

Danilevsky V.I. - State Economical-Technological University for Transport, Slivovska L.V - UZ branch southwestern Kiev. Complex modernization of towers electric machines of electric armed warehouse warehouse for transportation of zazosuvannyn new extreme materials.

In aryicle the carried out analysis of a technical condition of traction electric cars Elektropodvizhnoy structure, the basic directions of the modernization, and also risks whitc are defined can arise in the course of modernization on an exampleof traction engine TL-2K of electric locomotives of a direct current.

1. Аналіз наявності тягових електричних двигунів (ТЕД) електровозів постійного струму на залізницях України.

Тягові двигуни які експлуатуються на залізницях України виготовлені в 1956-1990 роках зокрема на електровозах.

Як видно із аналізу тягові двигуни почали виготовлятися 55 років назад із матеріалів, які існували на той час. За роки їх експлуатації конструкція постійно удосконалювалася з метою поліпшення їх тягових характеристик. Основні конструктивні зміни зазнали моментотворюючі частини тягового двигуна. Почали впроваджуватися нові стандарти, налагоджувалося виробництво нових конструкційних та електроізоляційних матеріалів та пристроїв контролю геометричних розмірів складових частин які дали можливість удосконалити конструкції та надійність в роботі складових частин електричних машин зокрема і тягових двигунів та збільшити їх потужність. зокрема:

- електроізоляційні матеріали;
- електротехнічні сталі;
- вимірювальні пристрої.

2. Основні причини пошкодження електричної ізоляції наступні:

- пробій і міжвиткове замикання обмоток якоря;
- пробій і міжвиткове замикання котушок головних, додаткових полюсів і компенсаційної обмотки;

- недостатня електрична міцність ізоляція обмоток якоря й полюсів.

Таким чином, однією з основних умов забезпечення надійності й довговічності ТЭД є застосування правильно підібраних електроізоляційних матеріалів які утворюють відповідні системи ізоляції.

3. Впровадження систем електроізоляційних матеріалів класу нагрівостійкості Н і С виробництво яких освоєно на підприємствах України. Головним виробником електроізоляційних матеріалів на власних підприємствах є ТОВ НВП Укрпромвпровадження. Аналіз роботи електричних машин з новими системами електричної ізоляції дав позитивний ефект в надійності їх роботи.

4. Магнітні й електричні властивості матеріалів, з яких виготовлені елементи магнітного ланцюга тягових двигунів.

Для реалізації потенціальних здатностей тягових двигунів необхідно підтримувати величину магніторушійної сили (МРС), що у свою чергу залежить від величини магнітної індукції, магнітних властивостей матеріалів з яких виготовлені елементи магнітного ланцюга, а також від величини й рівномірності повітряного проміжку, які передбачені конструкторською документацією тягового двигуна.

5. Вплив внутрішніх геометричних розмірів остова.

Відстань між осердям якоря(ротора) і головних полюсів статора(остова) є визначальним чинником збереження заданої потужності електродвигуна й повинен витримуватися після проведення ремонтів з розбиранням електродвигунів. Необхідно знайти відстань від поверхні осердя всіх головних полюсів статора до поверхні ротора., а також установити рівномірний повітряний проміжок між осердям всіх головних полюсів статора й осердям ротора. Контроль параметрів в настоящий момент здійснюється за допомогою спеціальних приладів робітником і всі результати заліжжать від людського фактору. Доцільно виготовити вимірювальний пристрій який монтується в корпусі двигуна у вигляді циліндра, що разом зі зібраним вимірювальним стрижнем входить у підшипникові отвір остова. Пристрої врівноважені вантажем, які у вигляді дисків закріплено на підвіску які мають розміри статора, що кріпиться болтами. У такий спосіб пристрій входить у корпус електродвигуна й закріплюється в ньому за допомогою втулок. “Вимірювальний пристрій” центрується в отворах для роликів – підшипників. У підсумку вимірювальний пристрій дозволяє контролювати відстань від осі ротора до поверхні статора в будь-якій точці

6. Організаційно-технічні ризики при проведенні комплексної модернізації.

Під час проведення модернізації виникають організаційні і технічні ризики зокрема:

6.1. Організаційні ризики:

- своєчасним забезпеченням технологічного процесу об'єктами;
- забезпеченням матеріальними ресурсами обладнанням;
- забезпеченням інструментом;
- забезпеченням енергоносіями;
- бажанням і можливістю проведення комплексної модернізації.

6.2. Технічні ризики:

- наявності технологічного процесу проведення комплексної модернізації
- якісного проведення відновлення геометричних розмірів;
- невідповідність сертифікатам електротехнічних матеріалів;
- відсутність відповідного обладнання для проведення операцій по ізоляції, просочування і сушіння обмотаних якорів та котушок головних та додаткових полюсів;
- не якісний контроль виконання технологічних операцій;

- відсутність обладнання або його невідповідність для проведення ресурсних випробувань.

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВОМ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАЗА ПОЕЗДНОЙ СИТУАЦИИ**

**Горобченко А. Н., Антонович А. О.**

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта  
Украина

Horobchenko, O., Antonovych A., Improving the safety of locomotive control by improving definition of the image of the train situation.

In the management of high-speed train driver processes a large amount of operational information. Therefore there is a need for assistance to the operator in an adequate assessment of the rapidly changing current train situation. The task of improving the theoretical foundations of pattern recognition train situations is important and requires detailed development. As a result of the analysis of the activities of the driver obtained an indicative list of situations that arise in the management of a locomotive. All groups of criteria, the actual criteria and options are compared with each other according to the scheme "with each other", the results of the comparison are presented in the form of a matrix of paired comparisons. So the obtained values of weight coefficients of criteria for the three groups and the closing odds. Using this approach, you can most accurately determine the current state of the system "locomotive crew train" and to prepare the most appropriate control decision.

В процессе управления высокоскоростным поездом машинист перерабатывает большое количество оперативной информации. Поэтому возникает необходимость помощи машинисту в адекватной оценке быстро меняющейся текущей поездной ситуации. Задача совершенствования теоретических основ распознавания образов поездных ситуаций является актуальной и требует детальной разработки. В результате анализа деятельности машиниста получен ориентировочный перечень ситуаций, возникающих в процессе управления локомотивом, который насчитывает двенадцать наименований c1 - отправление со станции на перегон; c2 - движение под зеленый на подъем; c3 - движение под зеленый на спуск; c4 - движение под желтый на подъем; c5 - движение под желтый на спуск; c6 - движение под красный на подъем; c7 - движение под красный на спуск; c8 - движение по станционным путям; c9 - движение резервом; c10 - движение в неблагоприятных погодных условиях; c11 - препятствие впереди; c12 - прибытие на станцию.

Вектор характеристик текущей поездной ситуации представим в виде одностолбцовой матрицы, что позволяет определить евклидово расстояние между текущей ситуацией и всеми ситуациями, приведенными выше. Далее необходимо пересчитать значения полученных расстояний в соответствии с весовыми коэффициентами, определяющими относительную важность каждой  $i$ -ой ситуации. Таким образом, получено множество  $D$ , состоящее из расстояний от текущих факторов, формирующих текущую ситуацию управления локомотивом, до базовых поездных ситуаций (в нашем случае их 12, так и членов множества  $D$  также 12). Элементы  $D$  ранжируются от минимального до максимального значения  $D=\{D_{min}, ..., D_i, ..., D_{max}\}$ . Первый элемент определяет основную ситуацию, второй и несколько последующих элементов определяют дополнительные воздействия на основную поездной ситуации.

Знание основной и воздействующих поездных ситуаций необходимо для выработки управляющего решения, учитывающего все последствия для той или иной ситуации.

Для характеристики текущих ситуаций используются частичные критерии. Совокупность названий частичных критериев – это обычное множество вербальных значений, поэтому весовые коэффициенты критериев можно установить с помощью процедуры определения весов, основанной на использовании таблицы парных сравнений, заполняемой баллами преимуществ. Если количество частичных критериев, учитываемых большая, то целесообразно организовать критерии по иерархии, на верхних уровнях которой размещаются группы критериев, а на последнем уровне – собственно критерии. Такая организация позволяет более тщательно оценить весовые коэффициенты критериев. В соответствии с методом Саати выполнены следующие этапы. Построена иерархия поездных ситуаций:

1) на нулевом уровне размещается название всей иерархической системы, «Поездные ситуации»; 2) на последующих уровнях – с первого по  $(L-1)$ -й уровни размещаются группы критериев – «Опасный режим движения», «Режим движения, требующий повышенного внимания», «Безопасный режим движения»; 3) на  $L$ -м уровне размещаются собственно критерии – все ситуации; 4) на маргинальном –  $(L+1)$ -м уровне размещаются варианты возможных сопоставляемых управляющих решений.

Все группы критериев, собственно критерии и варианты сравниваются друг с другом по схеме «каждый с каждым», результаты сравнения представляются в виде матрицы парных сравнений. По каждой матрице парных сравнений формируется вектор весовых коэффициентов. С каждой матрицы парных сравнений получены отдельный вектор весовых коэффициентов – по количеству существующих поездных ситуаций. Результатом перемножения всех матриц является вектор (одностолбцовая матрица), содержащий весовые коэффициенты подобных вариантов. Так получены значения весовых коэффициентов критериев в отношении трех групп и итоговые коэффициенты. Используя приведенный подход, можно наиболее качественно определить текущее состояние системы «локомотивная бригада-поезд» и подготовить наиболее адекватное управляющее решение.

## **СЕКЦІЯ 2 “УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ВАГОНІВ”**

### **АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНЬ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ ПІВВАГОНІВ ПРИ ЇХ РОЗВАНТАЖЕННІ В КРАЇНАХ ЄС**

**Терещак Ю. В.**

Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного  
транспорту імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Tereshchak Yu. The analysis of damages and fault conditions of open railroad freight cars at their discharging load in EU countries.

The analysis of damages and fault conditions of open railroad freight cars which ply on routes Ukraine - EU countries is carried out. The most characteristic damages and problem places during discharging works are defined and ways of their reduction are planned.

Інтеграція залізничного транспорту України в Європейський союз проходить не одразу, а поступово. Історично склалось, що великі підприємства з якими залишились давні зв'язки на даний момент знаходяться у країнах ЄС (Словаччина, Польща, Румунія та Угорщина). Дані підприємства потребують сировини та напівфабрикатів для своїх потреб у виробництві, який на даний момент забезпечує Україна, Казахстан та Російська федерація, а транспортування до них ПАТ «Укрзалізниця». Найбільшу частку вантажів в цьому напрямку здійснюють піввагони в напрямку Чірна над Тисою через станцію Чоп (близько 80%).

Під час проведення розвантажувальних робіт піввагони отримували пошкодження, після чого потрапляли в неробочий парк і відповідно знижувалась інтенсивність використання вагонів. Пошкодження піввагонів протягом останнього десятиліття змінювали свій характер, а деякі з них залишались незмінними. Це пояснюється тим, що змінювались технології при проведенні розвантажувальних робіт але конструкційні параметри не змінювались. Так, наприклад у 2010 - 2011 роках змінились у відсотках пошкодження, які були характерними для вивантаження піввагонів за допомогою грейферів та екскаваторів такі як: пробоїни люків, прогини підлоги, відрив армування пошкодження поперечних балок та інші. На даному етапі пошкодження змінили назви та частку від сумарних пошкоджень на наступні: пошкодження верхньої обв'язки, прогини стін, пробоїни стін, зминання поручнів та інші, які виникають при проведенні розвантаження на вагоноопрокидувачах. Також зросла кількість вагонів, в яких після проведення розвантажувальних операцій стали відсутні окремі деталі і навіть вузли. Відсутність тих чи інших вузлів (гальмівних колодок, підвісок ударно - центруючого пристрою, пружин, елементів ковзунів) теж призводить до того, що вагон переходить в неробочий парк, що знижує коефіцієнт використання вагонів. Такі вагони у відповідності до «Правил пользования вагонов в международном сообщении» (ППВ) теж потребують усунення та постановки необхідних деталей та вузлів, а це в більшості випадків пов'язано з маневровою роботою, подачею вагонів на МПРВ (механізовані пункти по ремонту вагонів), що в загальному призводить до збільшення витрат на приведення вагону в робочий парк. Згідно ППВ ці пошкодження та несправності а також відсутність деталей компенсуються залізничною адміністрацією за вини якої це сталося, але витрати на маневрові роботи та роботи виконанні самими людьми не враховуються, що призводить до економічних збитків які отримує ПАТ «Укрзалізниця».

Для збільшення компенсації за отримані пошкодження та несправності залізничні адміністрації ідуть неохоче, тому потрібно передбачити технічні, технологічні та конструктивні напрямки для зменшення цих пошкоджень та несправностей. Тому слід намітити шляхи на напрямки що до зниження таких пошкоджень та несправностей, а це можуть бути як технічні, технологічні та конструктивні напрямки.

## **ЗМІЦНЕННЯ ВАГОННИХ ПОРОЖНИСТИХ СКЛАДОВИХ МЕТОДОМ ПОВЕРХНЕВОГО НАВИВАННЯ**

**Фомін О. В., Стецько А. А.**

Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Київ, Україна

Fomin A., Stetsko A. Strengthening tubular car components by surface winding. The peculiarities and results of a study to determine the feasibility of creating a preliminary stress-strain state of the freight cars winding technique to improve their strength characteristics.

Результати аналізу перспективних для вагонобудування профілів [1, 2] та також досвіду інших галузях промисловості [3] вказали на доцільність розгляду питання впровадження труб круглого перерізу в якості несучих складових вагонів.

Основна ідея такої конструкції наступна: за допомогою високоміцної попередньо розтягнутої обмотки перерозподілити зусилля в конструкції таким чином, щоб розвантажити внутрішній шар (зробити його більш тонким) із менш міцного матеріалу і в випадку використання алюмінієвих або титанових сплавів більш дорогого матеріалу.

Цей спосіб доречний для котлів вагонів-цистерн та контейнерів-цистерн, в яких одночасно можуть бути перенапружені і сферичні днища, а також перспективних несучих систем вантажних конструкцій із порожнистих замкнутих профілів [4]. Внутрішня оболонка може слугувати основою для навивання і мати мінімальну товщину, що визначається умовою забезпечення стійкості її при навиванні першого шару і корозійною стійкістю матеріалу в випадку агресивності робочого середовища. Товщина обмотки при цьому вийде достатньо великою.

Розрахунок такої конструкції полягає в відповідному підборі фізико-механічних характеристик матеріалів обох шарів і їх товщини, а також вибору величини попереднього напруження (і, якщо потрібно, кута намотування), щоб при досягненні робочого тиску у всіх елементах конструкції був забезпечений заданий запас міцності при мінімальній вартості конструкції.

Більш поглиблено авторами було проведено аналіз ефективності впровадження попередньо напруженого-деформованого стану для вагона-цистерни, зокрема до рами. Так були проведені комплексні дослідження напружено-деформованого стану рами вагона-цистерни в АРМ FEM для КОМПАС-3D V16 (рис. 1). При цьому моделювались різні експлуатаційні випадки роботи рами, і відповідно схеми прикладення навантажень [5].

Попередній розрахунок вказав на можливість отримати наступні позитивні результати: тару вагона знизити на 20 %; вантажопідйомність підвищити на 20 %; тріщиностійкість покращити на 30 %; вартість виготовлення та експлуатації знизити на 5 %.

Отримані результати оцінювання впровадження спрямованого напружено-деформованого стану для вагонних конструкцій не суперечать раніше відомим для металоконструкцій [3].

Також в подальшому необхідно отримані результати теоретичного дослідження та



комп'ютерного математичного моделювання підтвердити експериментальними натурними випробуваннями (рис. 2).

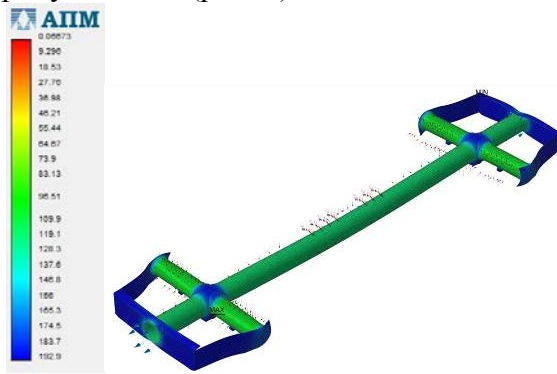


Рис. 1. Досліджуваний випадок напружено-деформованого стану рами вагона-цистерни з навіванням високоміцного дроту



Рис. 2. Моделі рами вагона-цистерни реалізована в металі (1:10)

Представлений метод покращення техніко-економічних та експлуатаційних показників вагонних конструкцій за рахунок поліпшення їх динамічної та статичної міцності також доцільно використовувати при вирішенні аналогічних завдань для інших засобів транспортного машинобудування.

#### Література

1. Фомін, О.В. Впровадження круглих труб в якості складових елементів рам вантаж-них вагонів / О.В. Фомін // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: збірник наукових праць. – Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – № 38 (1011). – С. 33-38.
2. Фомін, О.В. Аналіз доцільності застосування шестиграних порожнистих профілів в якості складових елементів несучих систем напіввагонів / О.В. Фомін // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: науковий журнал. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2014. – Вип. 6 (54) – С. 146-153.
3. Айнабеков, А.И. Экспериментальный анализ колебаний предварительно напряженных магистральных трубопроводов / А.И. Айнабеков, У.С. Сулейменов, К.В. Аврамов, А.Б. Молдагалиев, М.А. Камбаров, Т.Т. Серикбаев, Х.А. Абшенов // Проблемы машиностроения. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 21-27.
4. Фомін, О.В. Можливості застосування попередньо напружених конструкцій в залізничному машинобудуванні / О.В. Фомін, М.І. Горбунов, А.А. Стецько, В.В. Коваленко // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Київ: ДЕТУТ, 2016. – Вип. 29. – С. 37-53.
5. Фомін О.В. Теоретичні основи програмного комплексу визначення та використання математичних моделей складових вантажних вагонів // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2013. – № 6. – С. 87–91.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СТЕНДІВ ДЛЯ ВІЗКІВ РЕЙКОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Мямлін С.В., Калівода Я., Недужа Л.О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна,  
Дніпро, Україна  
Чеський технічний університет  
Прага, Чехія

Myamlin S.V., Kalivoda J., Neduzga L.O. Improvement test stands for rail rolling stock bogies. Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepr, Ukraine, Czech Technical University, Prague, Czech Republic

Prepared the basic technical solutions for development activities and methodology for future experiments.

Перевірка відповідності технічних рішень конструкторській документації та оцінка функціональних характеристик елементів рухомого складу, особливо тих, що впливають на безпеку руху, є одним з важливих етапів розробки нової техніки. Як правило, перевірка здійснюється експериментальним методом. Тому удосконалення обладнання для проведення експериментальних досліджень елементів рухомого складу, в тому числі візків, є актуальною науково-прикладною проблемою для залізничного транспорту.

Каткові стенди представляють собою різновидність лабораторного обладнання, що дозволяє досліджувати різні процеси в динаміці рейкових транспортних засобів і в місці контакту колеса-рейки. Основні переваги експериментів на катковому стенді є висока керованість, повторюваність і великий вибір налаштувань експерименту і, як правило, менші витрати порівняно з польовими випробуваннями. Один із напрямків співпраці Чеського технічного університету (ЧТУ) і Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ) є проектування, виготовлення і роботи над створенням нового каткового стенду в лабораторії ДНУЗТ. Дана робота є початковим етапом дослідження, підготовленим в рамках спільного проекту, що включає можливості використання каткового стенду для досліджень рейкових транспортних засобів і описує основні концепції існуючих конструктивних рішень.

Дослідження динамічних характеристик залізничних транспортних засобів є актуальним як на стадії створення нової конструктивної схеми візка залізничного рухомого складу, так і на етапі вибору окремих параметрів механічних систем. Особливо важливим є визначення показників динаміки та зносу коліс і рейок при прогнозуванні умов експлуатації рухомого складу та взаємодії з колією. Відомо, що дослідження динаміки рейкових транспортних засобів може проводитися теоретичним і експериментальним методами, в той час, результати розрахунків перевіряються за допомогою експерименту. Ці експерименти проводяться як в польових умовах на магістральних ділянках колії, так і в лабораторних - на експериментальних випробувальних стендах.

Науково-дослідні лабораторії і Випробувальний центр ДНУЗТ мають багаторічний досвід в галузі теоретичних та експериментальних досліджень залізничного рухомого складу і засобів промислового транспорту. За останні 40 років було випробувано більше 300 видів нових і модернізованих рейкових транспортних засобів. Більшість експериментів проводили в польових умовах під час приймальних випробувань та сертифікації рухомого складу. Однак частину випробувань може бути проведено і в

лабораторії на випробувальному обладнанні. ДНУЗТ вже має катковий стенд для двовісних візків вантажного вагона, який може передавати обертання однієї колісної пари і вертикальні навантаження візків до 50 т. ЧТУ має великий досвід в випробуваннях катковим стендом і розвиток у тестуванні приладів. Перший катковий стенд в ЧТУ був побудований в 1990 році. На теперішній час ЧТУ має зменшений, тобто у масштабі, випробувальний стенд для дослідження динаміки 2-вісних залізничних візків з активним контрольованим управлінням колеса. ДНУЗТ і ЧТУ співпрацюють в галузі вдосконалення експериментального обладнання оскільки особливості обох вищезгаданих випробувальних стендів обмежені, тому було вирішено спільно розробити новий катковий стенд.

Випробовування на катковому стенді рейкових транспортних засобів базується на заміні лінійної колії на обертові ролики з профілем головки рейки по ободу кола. Хоча на катковому стенді випробування транспортного засобу в поздовжньому напрямку фіксоване і не має прямої швидкості, умова кочення в контакті колес-ролик подібна до умови кочення в контакті колесо-рейка на реальній рейковій колії.

Основні переваги лабораторних випробувань рейкових транспортних засобів на каткових стендах є стабільні кліматичні умови, відомий поточний стан колії, а також усунення небезпек і законодавчих проблем, пов'язаних з роботою дослідних зразків в мережі залізниць загального користування. На відміну від тестування на колії, каткові стенди мають перевагу через низьку вартість, просторові вимоги і легкість доступу до деталей і тестувальних пристроїв.

Перше відоме використання каткового стенду для дослідження продуктивності парових локомотивів було в Великобританії у 1904 році. Тим не менш, найбільш важлива епоха використання каткових стендів прийшла разом з розвитком високошвидкісних транспортних засобів. З кінця п'ятидесятих років каткові стенди же були побудовані в Японії, Великобританії, Канаді, США, Італії, Франції, Німеччини, Кореї, Китаї та інших країнах. Каткові стенди використовуються для найрізноманітніших цілей в галузі розвитку залізничних транспортних засобів і наукових досліджень. Його в основному використовують для:

- дослідження динаміки залізничного транспорту,
- дослідження контакту коліс з рейками,
- перевірка та затвердження імітаційних моделей,
- освітній інструмент для демонстрації динаміки залізничного транспорту що рухається.

Конструкція каткового стенду істотно відрізняється відповідно до призначення і мети експериментів. Основні критерії для вибору каткового стенду є:

- масштаб,
- випробуваний зразок,
- конструктивна схема.

За розміром катковий стенд ділять на дві основні категорії - повнорозмірний і у масштабі. Конструкція у масштабі пропонує нижчу вартість, однак, замість стандартних компонентів або цілих транспортних засобів тільки масштабовані моделі можуть бути досліджені. Відповідно до випробуваного зразка на одне колесо, колісну пару, візок та цілий транспортний засіб випробовуваний стенд може відрізнятися. Існує багато видів конструкцій каткових стендів. Найпростіший і найбільш поширений з них є ролик з вертикальним рівнем. Інші конструктивні схеми, такі як перпендикулярний ролик, внутрішній ролик, або рейка, що коливається, як правило, призначені для конкретних цілей і використовуються досить рідко.

Основна мета створення каткових стендів є проведення різних досліджень, спрямованих на визначення показників динаміки рейкового транспорту і механіки контакту колесо-рейка без використання спеціалізованої магістральної колії. Основні переваги випробування на каткових стендах в порівнянні з польовими випробуваннями є висока керованість і широкий вибір налаштувань експерименту.

Таким чином, на початковому етапі розробки роlikової установки ДНУЗТ – ЧТУ підготовлено основні технічні рішення для проведення конструкторських робіт та методичні засади для майбутніх експериментів.

## **ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ**

**Белошицкий Э. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Biloshytskyi E. Ways to improve the systems of water heating of passenger cars. Increasing the natural circulation velocity by increasing the mass of water in the riser area increase, heat transfer surface of heating pipes by change the shape of the section of heating pipes from round to flat-oval.

Как известно, на большинстве выпускаемых и эксплуатируемых пассажирских вагонов в качестве основной используется водяная система отопления. Наиболее распространённым типом водяной системы отопления является система с верхней разводкой труб, рассчитанная на естественную циркуляцию воды. Главное достоинство такой отопительной системы - ее высокая надежность и простота эксплуатации.

Вместе с тем в вагонах с отопительной установкой с верхней разводкой труб наблюдается низкая скорость естественной циркуляции воды, что снижает теплоотдачу отопительных приборов. В системах водяного отопления пассажирских вагонов в качестве обогревательных приборов пассажирских помещений применяются гладкие стальные трубы. Периодически применяются оребренные трубы, которые из-за недостаточного качества конструкции и изготовления (размеры высоты и шага ребер, плотность их соединения с трубой и т. п.) не дают ожидаемый эффект, при сильных морозах отмечается недостаточно устойчивый температурный режим в вагонах.

В работе рассмотрен вопрос обеспечения устойчивого температурного режима помещений вагона.

В ходе выполнения работы установлено, что в настоящее время для увеличения площади теплопередающих поверхностей, применяют оребрение обогревательных труб. Для увеличения скорости циркуляции теплоносителя, разработана и испытана система отопления с двумя стояками с применением конвекционных кожухов, и используют принудительную циркуляцию воды электрическим насосом.

В данной работе исследуются вопросы увеличения скорости естественной циркуляции путем увеличения массы воды в стояке, рассмотрено два варианта: установка двух стояков без конвекционных кожухов и увеличение площади поперечного сечения стояка.

Увеличение площади теплопередающей поверхности обогревательных труб путем изменения формы сечения обогревательных труб с круглого на плоскоовальное. При одинаковой площади проходного сечения плоскоовальная труба имеет большую длину периметра соответственно ее площадь больше.

В исследовании расчет произведен для ветви нагревательных труб вагона, со следующими параметрами: длина ветви нагревательных труб 22м; температура воды на входе в трубу 80 °С; температура воздуха в вагоне 22 °С.

Результаты расчетов показали, что подвод теплоносителя в обогревательные трубы по двум стоякам без применения конвекционных кожухов позволил увеличить скорость циркуляции в 1,7 раза (70%), увеличение проходного сечения стояка менее эффективно скорость циркуляции увеличилась в 1,25 раза (25%). Увеличение теплопередающей поверхности отопительных труб за счет изменения формы сечения с круглого на плоскоовальное сечение, позволило увеличить площадь теплопередающей поверхности в 1,5 раза (50%).

Применение двух стояков позволяет отказаться от применения циркуляционного насоса, по результатам математического моделирования, при применении циркуляционного насоса увеличение теплоотдачи обогревательных труб составляет 11%. Использование труб с плоскоовальным сечением позволяет отказаться от применения оребренных труб, стоимость которых, на сегодняшний день, выше на 70%. С учетом эксплуатационных затрат на оребренные трубы, а именно: покраска при плановых видах ремонтов, очистка ребер от осевшей пыли, применение плоскоовальных труб экономически целесообразнее. Кроме того, результаты исследований можно использовать не только при постройке новых вагонов, но и проводить модернизацию отопительных установок в вагонах эксплуатационного парка в условиях депо.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ МЕТОДОМ РОЯ ЧАСТИЦ**

**Рейдемейстер А. Г., Горбова А.В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Reidemeister A. G., Gorbova A.V. Estimation of spring suspension parameters by particle swarm optimization. The experience of application of the particle swarm optimization method to spring suspension parameter estimation is described.

Пружины рессорного подвешивания вагона должны удовлетворять сразу нескольким условиям — прочности, жесткости, запаса прогиба, устойчивости, обеспечения необходимой величины коэффициента относительного трения, которые являются по меньшей мере независимыми, а некоторые и противоречат друг другу (например, увеличение запаса прогиба происходит, как правило, за счет увеличения жесткости, что мешает статическому прогибу достичь нужной величины), из-за чего подбор параметров пружин (диаметр прутка, средний диаметр витка, число рабочих витков, высота в свободном состоянии) превращается в ряде случаев в нетривиальную задачу, решение которой найти путем подбора не удастся или удастся со слишком большой затратой сил.

В последнее время получили широкое распространение эвристические методы оптимизации, которые требуют существенно большего объема вычислений, чем классические методы, но зато их можно применить к решению широкого класса задач, не обязательно выпуклых, дифференцируемых или даже непрерывных. Эти методы (их список очень велик) построены с применением физических (например, метод отжига) или биологических (генетическая оптимизация, метод колонии муравьев) аналогий. Успешность их применения не гарантирована, ее нужно подтверждать в каждом

отдельном случае. В докладе рассмотрен опыт применения метода роя частиц к определению параметров пружин рессорного подвешивания грузового вагона, состоящего из 9 2-рядных пружин, подклиновые пружины (2 шт.) отличаются от пружин, установленных под наддрессорной балкой, внутренние пружины короче наружных, т. е. у комплекта рессорного подвешивания билинейная силовая характеристика. В качестве целевых функций приняты штрафы для статических прогибов под порожним и полностью загруженным вагоном, напряжений в пружинах, коэффициента запаса прогиба. Несколько целевых функций сведены к одной, их взвешенной сумме. Другой подход, основанный на оценке степени доминирования по Парето, не были применен, поскольку удалось достичь положительного результата более простым способом.

Метод роя частиц итерационный. На каждом шаге рассматривают конечную совокупность точек (от 100 до 500 для рассматриваемой задачи) в пространстве переменных задачи (параметры пружин). С каждой точкой наряду с координатами  $x$  связан вектор скоростей  $V$ . Приращение векторов  $x$  и  $V$  за шаг равно  $V$  и

$$k_1(g - x) + k_2(p - x),$$

где  $k_1, k_2$  — параметры метода;  $g, p$  — наилучшие достигнутые решения для всей совокупности частиц и для рассматриваемой частицы соответственно.

Применение метода роя частиц позволило определить удовлетворяющие всем ограничениям параметры пружин из очень узкой области после нескольких сотен итераций.

## **ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Рейдемейстер А. Г., Шапошник В. Ю.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Reidemeister A. G., Shaposhnyk V. Yu. Assessment of uncertainty of spring suspension parameters measurement by simulation modeling. Uncertainty of spring suspension parameter measurement based on force characteristics is assessed. It essentially depends on correlation between adjacent point that is not determined during calibration.

Экспериментальную оценку параметров рессорного подвешивания проводят, обрабатывая предварительно измеренную силовую характеристику. Она состоит из совокупности точек  $(x_j, P_j)$ , координаты которых измерены с неопределенностями  $u(x)$  для перемещения и  $u(P)$  для силы, величины неопределенностей оценивают при калибровке средств измерений. Результат эксперимента — значение определенной характеристики рессорного подвешивания — зависит от координат всей совокупности измеренных точек, ввиду их слишком большого количества дать аналитическую оценку неопределенности не представляется возможным. Вместо этого было проведено имитационное моделирование. На силовую характеристику, рассчитанную с помощью заданного аналитического выражения, наложили шум, добавив к координатам  $x, P$  гауссовы случайные величины с нулевым математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением, соответствующим принятой неопределенности измерений. Рассмотрены случаи с разными значениями коэффициента корреляции  $k$  между ординатами шума для соседних точек. По полученной зашумленной силовой

характеристике оценили величины измеряемых параметров. Результат повторили несколько сотен раз, провели статистическую обработку результатов и на ее основании оценили величину неопределенности измерения параметров. Как и следовало ожидать, результат существенно зависит от величины коэффициента  $k$ , для которого нет надежной априорной оценки. Опишем полученные результаты для случая, когда измеряют статический прогиб, вычисляя полусумму прогибов для заданной нагрузки  $P$  при нагружении  $x_n$  и при разгрузке  $x_p$ ,  $x_{ст} = (x_n + x_p)/2$ . Величины  $x_n$ ,  $x_p$  определяют, аппроксимируя часть силовой характеристики прямой. В предельном случае  $k \rightarrow 1$

$$u(x_{ст}) = u(x) \cdot 2^{-1/2},$$

а при  $k \rightarrow 0$

$$u(x_{ст}) = u(x) \cdot (2n)^{-1/2},$$

где  $n$  — число точек, по которым строят аппроксимирующую прямую.

Таким образом, при оценке неопределенности измерения параметров рессорного подвешивания, более достоверные результаты могут быть получены при оценке по типу «А», т. е. путем обработки результатов многочисленных измерений, выполненных в одинаковых условиях. Верхнюю оценку для неопределенности можно получить, считая, что погрешности измерения координат разных точек одинаковы ( $k = 1$ ). Это правило допускает обобщение на случай, когда для определения некоторой величины строят аппроксимирующие графики по координатам измеренных точек.

## **МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ С ОСЕВОЙ НАГРУЗКОЙ 25 ТС**

**Шикунов А. А., Калашник В. А., Рейдемейстер А. Г.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Shykunov A. A., Kalachnyk V. A., Reidemeister A. G. The model for assessment of dynamical forces acting on freight cars with axle load 25 t. The physical components model of freight car motion is described.

Предложена модель и проведены многовариантные расчеты по оценке динамической нагруженности грузового вагона на тележках с осевой нагрузкой 25 тс. Цель расчетов состояла в определении нагрузок, действующих на боковую раму и надрессорную балку, и их зависимости от параметров тележки для определения оптимальной формы литых деталей, обеспечивающей надлежащий уровень прочности и сопротивления усталости без существенного увеличения массы.

Использован общепринятый подход к построению модели вагона — системы нескольких твердых тел, соединенных упругими и диссипативными элементами, взаимодействующей с упруго-вязким верхним строением пути. Были уточнены и расширены модели отдельных узлов (клиновой гаситель колебаний в центральной ступени, буксовый узел с полимерным упругим элементом), но основное внимание уделено представлению разрабатываемой модели в форме модели физических компонент и ее реализации с помощью пакетов прикладных программ общего назначения. В модели физических компонент сложную динамическую систему представляют как совокупность подсистем, каждая из которых соответствует физической части исходной системы (физические компоненты противопоставлены логическим, этот термин подчеркивает, что, например, частями модели вагона являются модели кузова и тележек, а не группы

процессов, блок преобразования перемещений в силы и т. п.), подсистема в свою очередь может состоять из частей. Этот подход используют при построении моделей динамических систем с помощью бондграфов, в пакете Simscape (часть Matlab'a), ряде пакетов на базе языка Modelica. Его преимущество очевидно — при построении модели нужно скомбинировать отдельные блоки, соединив их так же, как соединены части моделируемой системы. Это сильно упрощает построение модели, если, конечно, есть нужные блоки.

Авторами разработано две реализации модели вагона — для пакета Simulink (Matlab) и пакета OpenModelica. В обоих случаях физические компоненты представляют подсистемы, отдельные твердые тела и соединительные элементы (пара «пятник-подпятник», рессорное подвешивание, узел трения гасителя колебаний, буксовый узел, пара «колесо-рельс»). Связь между компонентами осуществлена путем передачи двух групп сигналов, одна описывает перемещения, другая — силы (преобразование перемещений и сил от точки крепления соединительного элемента к центру тяжести тела можно осуществить с помощью физического компонента, который представляет точку крепления элемента к телу). В реализации на языке Modelica, в отличие от реализации для пакета Simulink, соединение элементов акаузально (направление распространения сигналов не задано). Получена эффективная (скорость вычислений для компилируемой модели пакета OpenModelica сопоставима со скоростью вычислений для программ на языках С или Fortran, для модели пакета Simulink скорость в 3–5 раз меньше) библиотека, позволяющая строить модели колебаний вагона, которая по выразительным средствам и скорости вычислений сопоставима, а по простоте использования существенно превосходит используемые с этой целью in house программы для ЭВМ.

## **ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ ПАР ТРЕХЭЛЕМЕНТНЫХ ТЕЛЕЖЕК В РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕЕ**

**Бабаев А.М., Шапошник В.Ю., Мямлин С. С.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Babaev A., Shaposhnyk V., Myamlin S.S. The positioning of the wheelsets of three-piece bogie of a rail track.

A study of schemes of placement of wheel pairs of wagons in rail track in a live environment in a static state. Identified nine schemes of mutual accommodation of wheel sets in the car bogies.

Важным фактором обеспечения безопасности движения поездов являются технические средства. К ним можно отнести, например, приборы для комплексной оценки технического состояния ходовых частей грузовых вагонов по углу набегания колеса на рельс и непараллельности осей колесных пар тележки, датчики схода подвижного состава типа WSS, WSR и т.п. Перекос осей колесных пар в рельсовой колее влияет также на величину сил сопротивления движению поезда.

Разработка и внедрение технических средств требует более детального анализа схем размещения колесных пар в рельсовой колее. В теоретическом плане такой анализ находит широкое освещение в ряде научных работ, но несколько уже этот вопрос изложен в экспериментальных исследованиях.

Целью этой работы является исследование схем размещения колесных пар тележек



в рельсовой колее в реальных условиях эксплуатации в статическом состоянии. В основу методики решения поставленной задачи был положен двухсторонний замер колесных баз тележек вагонов грузовых поездов, поступивших в парк прибытия. Так как оси колесных пар относительно друг друга занимают различные положения, совершая поступательные и угловые перемещения в пространстве, то геометрическая оценка их размещения выполнялась по разнице баз каждой тележки по буксовым узлам обеих сторон. Обследовано 131 вагон, выявлено девять схем взаимного размещения колесных пар в тележках вагонов (рис).

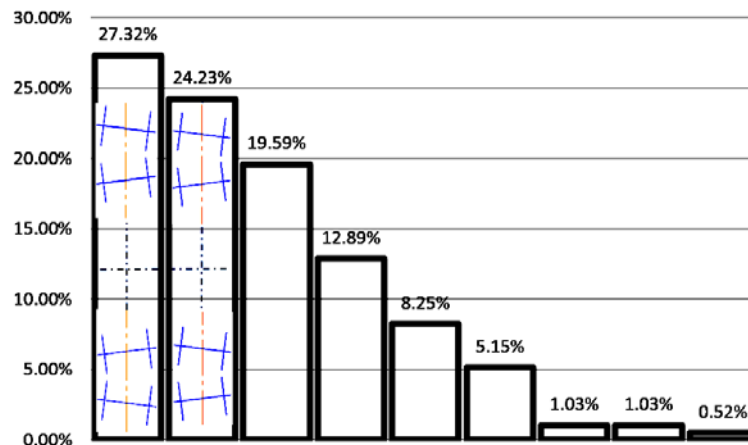


Рис – Взаимное размещения колесных пар в тележках грузовых вагонов

Преобладающим является перекося колесных пар в виде боковых сторон равнобедренной трапеции с противоположным размещением оснований по тележкам вагонов. Такой перекося является основной причиной интенсивного износа гребней колесных пар.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ПІВВАГОНІВ МОДЕЛІ 12-1905 НА ВІЗКАХ 18-1711 В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Мурадян Л.А.<sup>1</sup>, Міщенко А.А.<sup>1</sup>, Шапошник В.Ю.<sup>1</sup> Бубнов В.М.<sup>2</sup>,  
Тусіков Є. К.<sup>2</sup>, Ревякін В. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна

<sup>2</sup>ТОВ «ГСКБВ» ПАТ «Азовмаш»  
Україна

Muradian L, Mischenko A., Shaposhnyk V., Bubnov V. Tusikov E. Reviakin V. A study of the reliability of cars model 12-1905 bogie 18-1711 in operation. The results of the research performance of cars model 12-1905 bogie 18-1711 that run in a closed experienced route Railways of Ukraine. the main purpose of investigations was the determination of the reliability of cars in operation

З 2014 року в підконтрольній експлуатації на залізницях України знаходяться п'ять піввагонів моделі 12-1905 (виробництва ПАТ "АЗОВОБЩЕМАШ") на візках моделі 18-1711 (виробництва ПрАТ "АЗОВЕЛЕКТРОСТАЛЬ") з осьовим навантаженням 25 тс, рис.1. Підконтрольна експлуатація проходить за участю представників ПАТ «Укрзалізниця», ТОВ "ГСКБВ ім. В. М. Бубнова", ГНДЛ «Вагони» ДНУЗТ (колишній

ДПТ), ТОВ НВП "УКРТРАНСАКАД", ДП «Трансгарант Україна». У період з початку проведення підконтрольної експлуатації до 2016 року дослідні вагони виконували перевезення залізничної сировини, вугілля по замкнутим маршрутам: ст. Інгулець Придн. зал. - ст. Маріуполь-сорт. Дон. зал., ст. Запоріжжя-Ліве Придн. зал. - ст. Дніпрорудне Придн. зал. З 2016 року дослідні вагони курсують за маршрутом ст. Гуменці Півд.-Захід. зал. - ст. Миколаїв Львів. зал.

В процесі підконтрольної експлуатації поточний контроль стану вагонів проводиться оглядачами вагонів відповідно до існуючої документації з технічного обслуговування вагонів, керівництвом по експлуатації 1905.00.000 РЭ та 1711.00.000-01 РЭ.



Рис.1 – Піввагон мод. 12-1905 на візках мод. 18-1711

Черговий плановий комісійний огляд проведено 19.02.2017 на ПТО ВЧДЕ Клепарів Львів. зал. Середній пробіг вагонів на момент комісійного огляду склав 110602 км. В результаті огляду встановлено, що піввагони мод. 12-1905 на візках мод. 18-1711 частково розуккомплектовані, відсутні балочки авторежимів. Аналіз товщини гребенів і прокату коліс проводився при кожному з трьох комісійних оглядів, і базується на обробці результатів обмірів коліс кожної колісної пари методами математичної статистики за єдиною методикою з застосуванням програмного комплексу «STATISTICA-12» і інших комп'ютерних програм. Результати зміни товщини гребенів в залежності від пробігу по кожному колесу представлені на рис.2. Знос з'єднання боковин візка з буксами, завищення фрикційних клинів, знос п'ятникових вузлів не перевищували допустимих значень. Зміну завищення фрикційних клинів по відношенню до надресорної балки наведено на рис.3.

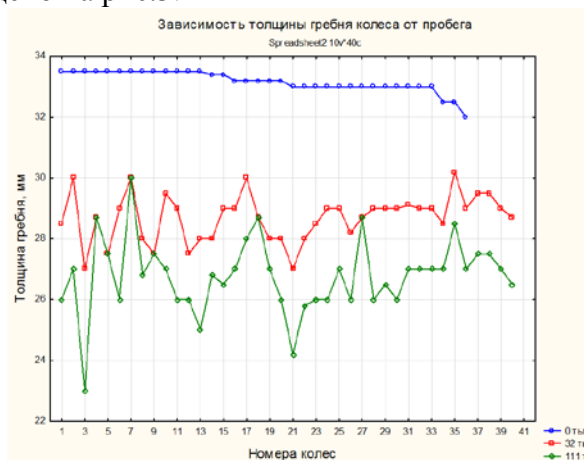


Рис.2 – Зміна товщини гребенів по кожному колесу в залежності від пробігу

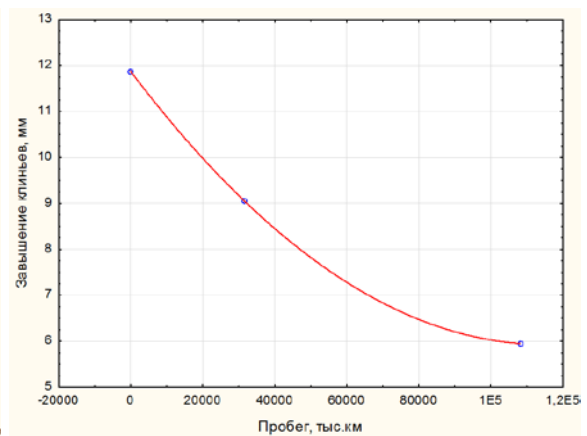


Рис.3 – Зміна завищення фрикційних клинів по відношенню до надресорної

#### балки візка

При візуально-інструментальному контролі вагонів з підніманням кузовів замірялися діаметри підп'ятників візків і п'ятників кузовів. Знос підп'ятника візків носить овальний характер з розташуванням більшого діаметра уздовж поздовжньої осі вагона. Знос п'ятникових вузлів носить природний вигляд і пов'язаний зі сприйняттям поздовжніх сил тяги та гальмування п'ятниковими вузлами обпирання кузова на візки. Заміри висоти пружин всіх ресорних комплектів на п'яти вагонах не виявили відхилень від конструкторської документації з початку підконтрольної експлуатації. Кузова вагонів мають незначні корозійні і механічні пошкодження, які дозволяють подальшу експлуатацію вагонів.

Виявлені колеса з тонким гребнем потребують обточування поверхні кочення коліс. Комісія рекомендувала, з метою зменшення вертикальних сил в місцях контакту ковзунів, після обточування поверхні кочення коліс, провести регулювання ковзунів за рекомендаціями розробника (ТОВ «ГСКБВ ім. В. М. Бубнова») піввагона та продовжити підконтрольну експлуатацію дослідних вагонів.

## СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЕРТНОСТЬЮ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

**Белошицкий Э. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Biloshytskyi E. A method of controlling an inert heating. Improvement of design water heating system, to ensure a stable temperature regime in the rooms of the car in transition modes of the heating system.

В процессе эксплуатации поддерживать требуемую температуру теплоносителя в отопительном котле пассажирского вагона практически невозможно, это обусловлено отключением нагревательных высоковольтных ТЭНов системы отопления. Причины отключения различны, в движении на стоянках с последующим нагревом, в результате чего возникают переходные режимы отопления, которые вызывают колебание температуры в пассажирских вагонах. Этот процесс усугубляется еще тем, что при стоянке и при движении пассажирского вагона требуемая теплопроизводительность системы отопления разная, чем выше скорость движения вагона, тем больше возрастает требуемая теплопроизводительность системы отопления.

Переходные режимы усугубляются большой тепловой инертностью системы отопления. Установленные нагревательные высоковольтные ТЭНы также имеют тепловую инерцию, которая также влияет на инертность системы отопления. Установленные датчики контроля температуры в вагоне не имеют поправки на инертность системы отопления.

В работе рассмотрен вопрос усовершенствования конструкции водяной отопительной установки, для обеспечения устойчивого температурного режима в помещениях вагона на переходных режимах системы отопления.

В ходе выполнения работы установлено, что в настоящее время в эксплуатируемых пассажирских вагонах, управление приборами отопления конструктивно не предусмотрено. Управление производительностью обогревательных труб возможно, только температурой теплоносителя в системе отопления, в которую обогревательные трубы входят как отопительный прибор. Автоматическое поддержание заданной температуры в пассажирском вагоне сводится к включению и выключению

высоковольтных ТЭН'ов.

В работе произведен анализ долевого участия конвективного и лучистого теплообмена на поверхности обогревательных труб, доля конвективного теплообмена составляет  $46 \div 40 \%$ , от общего теплообмена, колебания разницы зависят от температурного напора. Уменьшая или увеличивая степень конвективного теплообмена на поверхности обогревательных труб, можно управлять теплоотдачей обогревательных труб за счет свободной конвекции. Этого можно достичь путем установки на обогревательные трубы регулируемые кожуха, образуется закрытое пространство, с отверстиями для конвективного теплообмена, при этом площадь отверстий для конвективного теплообмена должна быть регулируемой, что позволит увеличивать или снижать степень конвективного теплообмена на поверхности обогревательных труб.

При этом в вагоне будет установлено два типа датчиков контроля температуры воздуха в вагоне, одни будут взаимодействовать с регулирующими кожухами, а другие взаимодействовать с приборами автоматики управления нагревательными высоковольтными ТЭНами. Взаимодействие между датчиками контроля температуры воздуха в вагоне, должно быть таким: только после полного закрытия отверстий на регулирующих кожухах, могут, отключаются нагревательные высоковольтные ТЭНы, включаются, могут только после полного открытия отверстий на регулирующих кожухах.

Для оценки эффективности регулирования теплоотдачи отопительных труб, с установленными регулирующими кожухами, математически смоделирована работа системы отопления. Математическое моделирование выполнено для цельнометаллического пассажирского вагона открытого типа модели 61-826 постройки Тверского вагоностроительного завода (ТВЗ).

Результаты математического моделирования показали что без применения регулирующих кожухов наблюдались колебания температуры воздуха в вагоне в пределах  $17 \div 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , которые вызваны отключением нагревательных высоковольтных ТЭНов, снижением температуры наружного воздуха, тепловой инертностью внутреннего оборудования вагона, тепловой инертностью системы отопления. При использовании регулирующих кожухов отопительных труб температура воздуха в вагоне колебалась в пределах  $20 \div 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , это обусловлено тем что при достижении температуры воздуха в вагоне  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , за счет регулирующих кожухов снижалась теплоотдача обогревательных труб, при понижении температуры воздуха в вагоне ниже  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  повышалась теплоотдача обогревательных труб, в результате чего снизилось влияние тепловой инертности системы отопления. Температура воды в котле, при применении регулирующих кожухов выше, чем без регулирующих кожухов при одинаковых условиях нагрева системы отопления и тепловых потерях вагона. Это позволяет сделать вывод, что система отопления, выполняя свои функции, работает как аккумулятор тепла.

Применение регулирующих кожухов обогревательных труб, позволяет управлять теплоотдачей обогревательных труб что позволит, снизить влияние тепловой инертности системы отопления на температурный режим воздуха в вагоне, реализовать индивидуальное регулирование температуры воздуха в купе в пределах 40% от мощности участка обогревательных труб проходящих через купе. Использовать систему отопления как аккумулятор тепла, что позволит более длительное время, поддерживать регламентируемый температурный режим в вагоне, например в пункте формирования или оборота. Режим работы и взаимодействия датчиков контроля температуры воздуха в вагоне позволит поддерживать устойчивый температурный режим в вагоне. Кроме того, результаты исследований можно использовать не только при постройке новых вагонов, но и проводить модернизацию отопительных установок в вагонах эксплуатационного парка, в условиях депо.

## **КАЧЕСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ**

**Белошицкий Э. В., Кебал И. Ю.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Biloshytskyi E., Kebal I. Qualitative regulation of power of heating devices of heating system of passenger wagons.

В эксплуатируемых пассажирских вагонах, в настоящее время, автоматическое управление приборами отопления не предусмотрено. Автоматическое поддержание заданной температуры в пассажирском вагоне сводится к включению и выключению высоковольтных ТЭНов. В процессе эксплуатации поддерживать требуемую температуру теплоносителя в отопительном котле пассажирского вагона практически невозможно, это обусловлено отключением нагревательных высоковольтных ТЭНов системы отопления.

Теплоотдача отопительного прибора зависит от температуры и количества теплоносителя проходящего через прибор отопления. Регулирование теплопередачи отопительных приборов осуществляется следующими способами:

- качественное регулирование – это изменение температуры при постоянном расходе;
- количественное регулирование – осуществляется путем изменения расхода теплоносителя при его постоянной температуре в подаче;
- регулирование пропусками, или прерывистое регулирование – это периодическое отключение систем, то есть пропуски подачи теплоносителя.

Проведен анализ выше указанных способов регулирования применительно к отопительным приборам системы отопления пассажирских вагонов. Как показало исследование, самым эффективным для регулирования теплоотдачи отопительных труб, которые входят в систему отопления как отопительный прибор является качественное регулирование.

Принцип работы системы, состоит в разделении потока теплоносителя на входе в котёл на две регулируемые части делителем. Одна часть потока возвращается в котёл, а вторая по обводной трубе, минуя котёл, направляется в смеситель. Движение теплоносителя по системе осуществляется циркуляционным насосом. В зависимости от требуемой теплоотдачи отопительного прибора системы отопления в отопительные приборы через смеситель подаётся теплоноситель с требуемой температурой. Управление делителем автоматизируется. За счёт регулирования массовых потоков теплоносителя, поступающего из котла и по обводной трубе в смеситель, всегда можно получать на выходе из него требуемый массовый поток теплоносителя необходимой температуры, управляя делителем и обогревом теплоносителя в котле. При этом нет необходимости в строгом поддержании какого-либо значения температуры теплоносителя на выходе из котла.

Этот метод регулирования мощности отопительных приборов позволит поддерживать постоянную температуру воздуха в вагоне, не зависимо от температуры воды в котле. Достоинством этой системы является то, что она может работать как при электрообогреве котла, но и при работе котла на твердом топливе, в ручном режиме. К недостаткам стоит отнести зависимость работы системы от циркуляционного насоса.

## **ПІДВИЩЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

**Мурадян Л.А.<sup>1</sup>, Подосьонов Д.О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

<sup>2</sup>Регіональна філія «Придніпровська залізниця»  
Україна

Muradian L., Podosenov D. Increase in the overhaul life of freight Wagons.

In the work on the basis of the conducted operational studies, the wear diagrams of the thrust bearing of the bogie beam of the freight wagon were constructed, using which it was proposed to distribute the hardness of the material along the diameter to ensure uniform wear. The latter is achieved by using composite tapes with discrete hardness along the length and contact welding of pre-formed composite tapes. The proposed activities will open the possibility to increase the overhaul life and reduce the financial costs of repairing freight wagons.

Рівень безпеки руху поїздів та фінансові доходи від перевізної роботи у ПАТ «Українська залізниця» значною мірою залежать від технічного стану вантажного рухомого складу. Для підвищення техніко-економічних показників, в останній час, розглядається можливість збільшення міжремонтних пробігів вантажних вагонів без зниження рівня безпеки руху поїздів.

На основі звітів Укрзалізниці про стан безпеки руху на залізницях України було проведено аналіз несправностей вантажних вагонів, що призвели до транспортних подій у 2013-2015 рр. Слід відмітити, що несправності візків вантажних вагонів мають позитивну динаміку – від 7% у 2013 році до 15 % у 2015 році від загальної кількості відмов вагонів. У 2014 р. відбулось збільшення на 10%, а в 2015 р. – на 45,5% у порівнянні з попереднім роком.

Крім того, більше 80 % візків вантажних вагонів є морально та фізично зношеними, що з кожним подальшим роком експлуатації буде призводити до накопичення дефектів в металі з утворенням тріщин через зниження втомлюваної міцності, а також призводити до раптових відмов вагонів.

В даний час експлуатація вагонного парку відбувається в умовах підвищеного використання вантажопідйомності вагона і високих швидкостей руху. В результаті, навіть, при русі на прямолінійних ділянках – сила інерції досягає значень, що достатні для відриву п'ятників від поверхні підп'ятника.

Низька якість застосовуваних технологічних методів відновлення всіх, а особливо навантажених, деталей візка вантажного вагона є головною причиною підвищеної інтенсивності їх зносу, що, в свою чергу, через можливу втрату працездатного стану деталей візка призводить до зниження безпеки руху поїздів та збільшення фінансових витрат, необхідних для проведення позапланових ремонтів візків.

Дана задача, що полягає у забезпеченні або підвищенні нормативно встановленого міжремонтного пробігу вантажного вагона з використанням технологічних методів підвищення фізико-механічних та триботехнічних властивостей складових деталей візка є актуальною, вирішення якої повинно ґрунтуватись на застосуванні сучасних, більш ефективніших, методах забезпечення необхідного рівня зносостійкості і міцності відновлюваних деталей візка вантажного вагона.

Проведені дослідження експлуатаційних зносів п'ятників і підп'ятників надресорних балок візків вантажних вагонів надали можливість побудувати епюри зносу останніх, що

проявлялись у 95 % випадків. Епюри зносу вказують на необхідність у застосуванні матеріалів з дискретними значеннями міцнісних властивостей за діаметром, що будуть забезпечувати рівномірний знос. Тобто для підвищення міжремонтного ресурсу підп'ятників надресорних балок візків вантажних вагонів під час виготовлення або під час ремонту необхідно задати дискретну твердість матеріалу за діаметром. Таке розподілення твердості матеріалу підп'ятника за діаметром можна забезпечити за допомогою існуючих технологій наплавлення та напилювання, але зі значним ускладненням технологічного процесу і збільшенням тривалості самого ремонту. При виготовленні підп'ятників з дискретною твердістю також виникне проблема, що пов'язана з ускладненням технологічного процесу.

Способи наплавлення та напилювання деталей вантажних вагонів відносяться до групи рідкофазних способів, основним і суттєвим недоліком яких є значний термічний вплив, як на матеріал основи, так і на покриття, крім того, недоліком можна вважати – необхідність наступної механічної обробки для досягнення нормованих розмірів.

Більш перспективними з огляду на це є рідкотвердофазні та твердофазні методи нанесення покриттів, найбільш поширеними з яких є контактне наварювання композиційних матеріалів. Наварювати можна найрізноманітніші матеріали – сталеву чи порошкову стрічку необхідного складу, сталевий чи порошковий дріт, прип'якати порошкові матеріали.

Переваги контактної наварювання полягають у відсутності нагріву деталей, загартуванні шарів металу основи та покриття безпосередньо під час наварювання, зменшенні витрат присадного матеріалу в 3...4 рази в порівнянні з дуговим наплавленням, високої продуктивності, економії електроенергії, відсутності вигорання легуючих елементів, можливості регулювання наварюваного шару в межах 0,1...5,5 мм. Даний спосіб не впливає на стан навколишнього середовища і здоров'я оператора. Найбільш широкого використання даний спосіб знайшов при відновленні та зміцненні деталей типу «вал». Зміцнення контактним наварюванням зносостійких матеріалів на втулки – практично не вивчено.

Ефективним способом збільшення міжремонтного ресурсу деталей вантажних вагонів може стати контактне наварювання зносостійких порошкових матеріалів – попередньо сформованих композиційних стрічок.

Особливістю наварювання порошкових стрічок є те, що при нагріванні за всією товщиною шару в силу множинності перехідних опорів всередині нього, нагрівається і суміжна ділянка деталі. В залежності від інтервалів температур плавлення різних інгредієнтів композиційного матеріалу, в них відбуваються неоднакові зміни. Частинки тугоплавких матеріалів залишаються незмінними чи подрібнюються, середньоплавких – пластично деформуються і спікаються, легкоплавких – плавляться і заповнюють пори між частинками, які мають більш високу температуру плавлення. Наварений шар практично завжди залишається гетерогенним, складається з тих же часток, що вихідний композиційний матеріал.

Застосування приведених технологій ремонту із забезпеченням необхідного розподілення твердості матеріалу підп'ятника за діаметром дозволить підвищити міжремонтний ресурс вантажних вагонів.

## **ІННОВАЦІЙНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

**Равлюк В. Г.**

Український державний університет залізничного транспорту (УкрДУЗТ)

## Україна

Ravlyuk V. Innovative modernization of the brake system of freight wagons.

Long-term experience of the use of the transmission system brake pressing on the pads freight wagons indicates that the mechanism design 1180.000 M TU 32 1351-80 wheel drive creates conditions for the appearance of effort, which in the released condition of the brake pads incline to the intersection with upper edges in the wheel and in the aggregate actions lead to wedge-shaped wear of the pads.

Proposed innovative solutions for upgrading a standard device, has freed them from the ravages of moment of forces and ensure concurrent withdrawal of the brake Shoe from the tread surface of the wheels. Conducted full-scale experimental testing of upgrading the brake system, confirmed the results of theoretical research in innovative trolleys and in wheelchairs operational fleet of freight wagons.

Стан гальмівного обладнання в більшості вантажних вагонів, які експлуатуються на мережах залізниць України за останні роки значно погіршився. Це є одним із основних, найбільш стримуючих, чинників відносно збільшення обсягів перевезень на залізничному транспорті, що призводить до зростання собівартості перевезень. Зважаючи на те, що гальмівна система сучасних вантажних поїздів найбільш вразлива, тому її вдосконаленню постійно приділяється значна увага, в результаті цього забезпечується достатня ефективність і стабільність гальмувань в поїздах.

Нині у гальмівній системі візків вантажних вагонів спостерігаються масові відмови пристроїв М 1180.000 ТУ 32 ЦВ 1351-80 для рівномірного зносу гальмівних колодок. У роботі виконано статистичні дослідження, які показують, що близько 80% гальмівних колодок у кожному вантажному поїзді при його русі без гальмувань нахилені й труть верхнім краєм по поверхні кочення коліс. У результаті такого негативного явища створюється місцевий знос у гальмівних колодках на довжині 70 - 90 мм.

Виконано комплекс теоретичних досліджень, що дозволив встановити причини такого нахилу гальмівних колодок і показав, що в механізмі М 1180.000 ТУ 32 ЦВ 1351-80 є конструктивні недоліки елементів, через які виникають потужні динамічного характеру гравітаційні сили. Ці сили діють на тріангель ексцентрично та утворюють руйнівний момент сил, який виводить з ладу в процесі експлуатації вагонів як типові пристрої так і ті, які розробляються та виготовляються за вдосконаленою технологією.

Проведено ретельний аналіз патентних досліджень, який дозволив виявити більше 30-ти винаходів на пристрої паралельного відведення гальмівних колодок від поверхні кочення коліс. Але в жодному з них не враховується дія моменту сил.

Виконані дослідження конструктивних параметрів гальмівної системи візка вантажного вагона, дали змогу знайти розв'язання складної проблеми з ліквідації такого моменту сил і за рахунок цього підвищити надійність важільної передачі. Для цього запропоновано виконати перенесення технологічного отвору шарніра, який приєднує вертикальний двоплечий важіль уздовж розпірки тріангеля на відповідне місце його кріплення, в якому буде повністю відсутнє плече руйнівного моменту сил.

Використовуючи, у такий спосіб напрацьовані теоретичні передумови, була розроблена інноваційна модернізація гальмівної важільної передачі для трьохелементного візка вантажного вагона. Проведені натурні експериментальні випробування такої модернізації підтвердили результати теоретичних досліджень. У результаті цього в 2010 р. були проведені експлуатаційні випробування такої модернізації на візках вагона хопер-дозаторної вертушки, які показали очікуваний результат. За отриманими позитивними результатами в 2012 р. були розпочаті експлуатаційні випробування розробленої модернізації на 10-ти нових напіввагонах, які виготовив Крюковський ВБЗ, що тривають й



досі.

У розробленій за участю автора інноваційній модернізації пристрою, який дає змогу звільнити від дії руйнівного моменту сил, повністю забезпечується паралельне відведення гальмівних колодок від поверхні кочення коліс на необхідну відстань, а також й чітко витримуються нормативні зазори між колодками та колесами у візках дослідних вагонів в умовах експлуатації. Отримані результати випробувань вказують на можливість розширеного використання запропонованої інноваційної модернізації гальмівної системи, як у візках вагонів нового покоління, так і у візках експлуатаційного парку вантажних вагонів Укрзалізниці.

## **ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТИЛОВОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ СИЛОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ**

**Кебал Ю.В., Шатов В.А., Белошицкий Е.В., Мурашова Н.Г., Яковлев С.А.**  
Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Kebal Y.V., Shatov V.A., Biloshytskyi E.V., Murashova N.G., Yakovlev S.A. Innovative technology logistical support of power-wielding agencies.

Current combat service support in the Armed Forces of everyday life activity army in the field living, organized on insufficient level or nonexistent. Current equipment in the armed forces for military in the field, physically and morally outdated and do not meet modern requirements. Therefore, underway the works on development and implementation in practice of combat service support logistics uniformed state as a new innovation, advanced product - creating modular systems that include a variety of block containers (tactical field kitchen, messing facility, mobile bakery plant, mobile shower, mobile laundry plant, checkpoint, barracks, dispensary, clinic, shops, of operational and tactical, etc.), which dramatically change the future quality of life issues during military combat missions in the areas of emergency and with the participation of armed conflict.

Сучасні зміни геополітичної та воєнно-стратегічної ситуації в Європі спричинили і зміни збройних силах держав, у тому числі і в їх тиловому забезпеченні. Ці зміни пов'язані з необхідністю високої мобільності сучасних силових підрозділів. Це обумовлює необхідність пошуку нових, більш ефективних шляхів вирішення завдань як мобільності військових підрозділів так і їх тилового забезпечення. Побут військовослужбовців під час виконання бойових завдань в зонах надзвичайних ситуацій та за участю в збройних конфліктах є одним з найбільш актуальних питань в концепції розвитку сучасних збройних сил. Сьогодні створюються принципово нові технології обслуговування військовослужбовців, працівників силових структур та рятувальних загонів в зонах надзвичайних ситуацій та збройних конфліктів, та іде пошук вирішення логістичних проблем зв'язаних з швидкістю та зручністю завантаження та розвантаженням військової та допоміжної техніки у непередбачених місцях, що забезпечить в майбутньому технологічне оновлення збройних сил і рятувальних загонів на сучасному рівні.

Звісно ж, що сьогодні мова повинна йти не про єдину систему матеріально-технічного забезпечення, а про систему забезпечення повсякденної життєдіяльності військ. Події на сході країни показали, що при тривалому розміщенні військовослужбовців в польових умовах, життєзабезпечення військовослужбовців організовано на недостатньому рівні або зовсім відсутні. Наявні в Збройних Силах засоби

забезпечення військовослужбовців в польових умовах, фізично і морально застаріли і не відповідають сучасним вимогам. Положення ускладняється ще і відсутністю достатньої кількості джерел питної води, через що виникають труднощі із забезпеченням водою для приготування їжі, санітарно-побутових потреб.

Тому спеціалістами Проектно-конструкторського технологічного бюро з проектування і модернізації рухомого складу, колії та штучних споруд Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна виконуються роботи по розробці та втілення в практику тилового забезпечення силових структур держави інновацій у вигляді нового, вдосконаленого продукту - створення модульних комплексів, що включають в себе різні блок-модулі (кухня, кухня-їдальня, їдальня, пекарня, духова, пральня, блок-пост, казарма, амбулаторія, майстерні, оперативно-тактичні та інші), які різко змінять в майбутньому якість вирішення питань побуту військовослужбовців під час виконання бойових завдань у зонах надзвичайних ситуацій та при участі у збройних конфліктах.

## **ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ВАГОНІВ З УРАХУВАННЯМ СТОХАСТИЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Волошин Д. І.**

Український державний університет залізничного транспорту (УкрДУЗТ)  
Україна

Voloshin D. Estimation of the stability of technological processes of repairing wagons with the stochasticity of production environment

Evaluation of stability of technological processes with repair cars stochasticity working environment; In real production processes, when repairing cars, there are disturbances that are associated with resource constraints in production. Therefore, there is an urgent scientific task of developing a methodology for analyzing and evaluating the durability of the production system with a view to further improving it.

Виробнича система з ремонту вагонів є багатокритеріальною з точки зору вимог, що пред'являються до процесів її функціонування. Але з точки зору виконання виробничого завдання, основною вимогою до системи можна рахувати її стійкість, тобто здатність у необхідні терміни при визначених умовах забезпечити ремонт вагону, незважаючи на різні зовнішні впливи.

У реальних виробничих процесах виникають різні за змістом збурювання, які найчастіше пов'язані з ресурсними обмеженнями. Ці імовірнісні коливання мають стохастичний характер, і виказують себе у несвоєчасному постачанні матеріалів та запасних частин, відмовах технологічного обладнання, технологічних помилках працівників і т.п.

Виробництво можна розглядати як динамічну систему з дискретним часом, а процес його виконання як перехід від одного стану системи до іншого. Тобто для створення адекватної математичної моделі реального технологічного процесу ремонту необхідно розглядати систему фазових переходів системи з одного стану в інший при різних нечітких критеріях.

Для цього створюється метричний фазовий простір, кожна точка якого відповідає стану системи у визначений момент часу  $t$  та записується функція простору у вигляді зваженої метрики:

$$p x^p; x^q = m \quad k_1 |x_1^p - x_1^q|, x \quad k_n |x_n^p - x_n^q|$$

де  $k_n$  – коефіцієнти, що визначають вагу визначених виробничих факторів;  
 $x_n$  – виробничі елементи технологічного процесу ремонту вагонів.

Таким чином виникає актуальна наукова задача розробки методики аналізу та оцінювання стійкості виробничої системи та визначення факторів, що найбільш критично впливають на її здатність виконувати виробничі функції.

## **ПОЛІПШЕННЯ КОМФОРТУ ДЛЯ ПАСАЖИРІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ ВАГОНІВ**

**Маслієв В.Г., Дущенко В.В., Маслієв А.О.**

НТУ «ХПІ», м. Харків

Україна

Masliyev V. Duschenko V. Masliyev A. Improving passenger comfort is improved by applying air suspension carriages.

The suspension was made with pneumatic spring, which includes upper and lower bottoms in the form of discs, flexible balloon membrane type choke and an additional tank. The diameter of upper and lower bottoms equal to the outer diameter of the flexible membrane in its full compression. This increases the mass of compressed air, that flows from the air spring through the throttle in an additional tank, where it cools, which disperses the energy of vibrations to the environment through its wall, and back in the opposite direction to the pneumatic spring has cooled in the same quantity by weight but with a reduced volume, causing a corresponding decrease in the amplitude in the course of rebound, that improves the damping of oscillations. According improves passenger comfort.

Відомо, що пневмопідвіска ефективно захищає пасажирів від шуму та вібрацій, які виникають при котінні коліс по путній структурі, тобто сприяє підвищенню комфорту. Це обумовлено тим, що пневматичні ресори реалізують «м'яке підвішування», яке забезпечує власну частоту коливань кузова на пневморесорах навіть меншу за 1 Гц, що відтворює комфортні умови пасажирам. Зазвичай пневмопідвіску не залучають до реалізації демпфірування коливань, тому що вважається, що вона не здатна реалізувати достатнє демпфірування. Для отримання необхідного демпфірування паралельно до пневматичних ресор встановлюють гідравлічні гасники, що ускладнює підвіску та зменшує її надійність. Тому доцільно удосконалювати пневмопідвіску, щоб позбутися використання гідравлічних гасників.

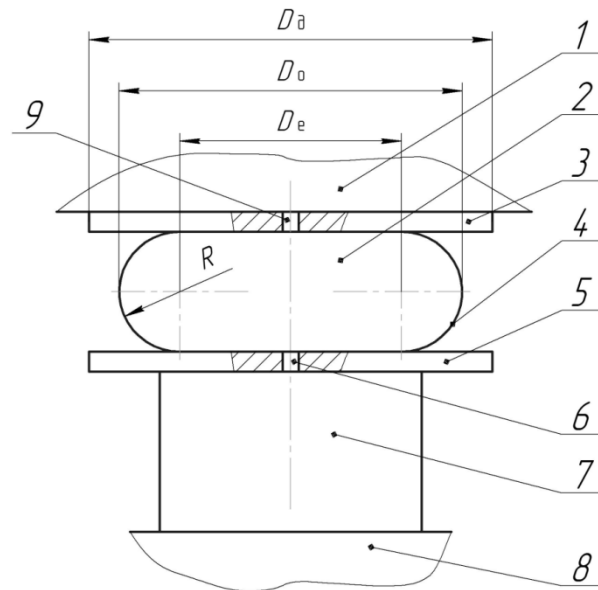
У наукових працях закордонних фахівців недостатньо інформації про залучення систем пневматичного ресорного підвішування до реалізації демпфірування коливань. У НТУ «ХПІ» науково обґрунтовано та досліджено можливість отримання необхідного демпфірування коливань за допомогою виключно пневматичних ресор. На ряді дослідних тепловозів (ТЕ7, 2ТЕ116, 2ТЕ10Л, ТГМ2 та ін.) демпфірування відтворювалося винятково системою пневмопідвіски. Фахівці намагаються підвищити демпфіруючі якості пневматичних ресор наприклад, шляхом розділення її об'єму на основну та додаткову частини за допомогою перегородки. Між цими частинами перетікає через дросель стисле повітря, що повинно покращити демпфірування. У іншій пристрої покращити демпфірування пропонується за допомогою розміщення в порожнині пневморесори кільцевої пружно-деформованого елемента. Спільним недоліком цих пневмопідвісок є занадто мала маса стисненого повітря, яка має можливість перетікати через дросель, тому

немає підстав для очікування збільшення демпфіруючих властивостей.

Підвищення ефективності демпфірування коливань можна досягти шляхом збільшення маси повітря, яке перетікає при коливаннях через дросель між пневморесорою та додатковим резервуаром. Цього можна досягти, зокрема, шляхом застосування пневморесор балонного типу, замість діафрагмових.

Фахівцями НТУ «ХПІ» отримано Патент України на пневматичну підвіску у якій ефективна площа змінюється при коливаннях, що забезпечує підвищення її демпфіруючих якостей. Це досягнуто тим, що у пневматичній ресорі, яка містить верхнє і нижнє днища у вигляді дисків, гнучку балонну оболонку, дросель і додатковий резервуар, діаметри верхнього і нижнього днищ виконано рівними зовнішньому діаметру гнучкої балонної оболонки при її повному стисканні. Технічний результат, що досягнуто, полягає у підвищенні ефективності демпфірування коливань завдяки суттєвому збільшенню маси повітря, яке перетікає із пневморесори через дросель у додатковий резервуар та у зворотному напрямку. При повному стисканні пневморесори, коли верхнє і нижнє днища зійдуться, уся маса повітря із пневморесори надійде у додатковий резервуар, що неможливо при наявності у порожнині пневморесори будь-яких додаткових елементів, навіть пружно-деформованих. На рисунку зображено пневматичну підвіску із підвищеним демпфіруванням коливань, яка містить кузов транспортного засобу 1, пневморесору 2, верхнє днище 3, гнучку оболонку 4, нижнє днище 5, дросельний отвір 6, додатковий резервуар 7, не підресорену частину 8, отвір для подачі стислого повітря 9. Пневматична підвіска працює наступним чином. При русі транспортного засобу по колії або по дорозі, нерівності на них збуджують вертикальні зміщення не підресореної частини транспортного засобу 8, коливання кузова 1 на пневморесорі 2, при цьому днище 3 опускається долу і стискає повітря, яке знаходиться в порожнині пневморесори 2. Це повітря перетікає через дросельний отвір 6 у додатковий резервуар 7, де його кінетична енергія перетворюється у теплову, яка надходить у довкілля через стінки додаткового резервуару 7, тобто повітря охолоджується і на зворотному ході (відбою) у тій самій кількості за масою повертається до об'єму пневморесори 2, маючи вже менший об'єм і температуру, завдяки чому на ході відбою амплітуда зміщення угору кузова 1 буде зменшена. Це ідентифікується як демпфірування коливань. Воно відбувається тим ефективніше, чим більша за масою кількість повітря перетікатиме між пневморесорою 2 через дросельний отвір 6 у додатковий резервуар 7 та у зворотному напрямку. Маса повітря, що перетікає через дросель 6 у додатковий резервуар 7 обчислюється як добуток переміщення долу верхнього днища 3 та ефективної площини пневморесори 2, яка пропорційна квадрату її діаметру  $D_e$ , який суттєво зростає при переміщенні верхнього днища 3 долу у межах до діаметру  $D_o$ , тому, що зменшується радіус  $R$  гнучкої оболонки 4. Таким чином, значно зростає і маса повітря, яке перетікатиме через дросельний отвір 6 у додатковий резервуар 7. В межах, при переміщенні верхнього днища 3 аж до торкання із нижнім днищем 5, уся маса повітря із пневморесори 2 перетече через дросельний отвір 6 у додатковий резервуар 7, а на ході відбою повернеться до пневморесори вже охолодженим, що сприятиме суттєвому зменшенню амплітуди на ході відбою, тобто буде реалізовано найбільше демпфірування коливань кузова 1 на пневморесорі 2. Для живлення пневматичної ресори 2 стислим повітрям у верхньому днищі 3 виконано отвір 9. Наприклад, для пневморесори 2 балонного типу із ефективним діаметром  $D_e = 0,3$  м і радіусом гнучкої оболонки  $R = 0,1$  м, при опусканні долу верхнього днища 3 на  $0,04$  м радіус гнучкої оболонки 4 зменшиться до  $0,06$  м, а ефективний діаметр  $D_e$  пневморесори 2 зростає до  $(0,3 + 2 \cdot 0,04) = 0,38$  м. Відповідно, ефективна площа пневморесори 2 зростає від  $(\pi \cdot 0,3^2 / 4) = 0,071 \text{ м}^2$ , до  $(\pi \cdot 0,38^2 / 4) = 0,11 \text{ м}^2$ , тобто досить суттєво. У відсотках це зростання становить  $(0,11 - 0,071) \cdot 100 / 0,071 = 35 \%$ . Це забезпечить відповідне збільшення маси повітря, що перетікатиме через дросельний отвір 6 у додатковий

резервуар 7, яка обчислюється як добуток ефективної площини  $D$  е пневморесори 2 на вертикальне переміщення верхнього днища 3. Отже, суттєво покращаться демпфіруючі властивості пневморесори 2.



Проведено порівняльне дослідження шляхом імітаційного моделювання, із використанням програмного комплексу MATLAB Simulink, динаміки транспортного засобу із двома типами пневматичних ресор: діафрагмовою та балонною. Підвіска із запропонованою балонною пневморесорою забезпечила затухання коливань менш, ніж за два періоди, тобто коефіцієнт демпфірування досягав 0,28, що наближено до рекомендованого для транспортних засобів, а при діафрагмовій пневморесорі він складав не більше, ніж 0,12.

*Висновки:*

1. Доопрацьовано математичну та імітаційну моделі в частинах, які стосуються демпфірування коливань, шляхом урахування впливу зміни ефективної площини пневматичної ресори та маси повітря, що перетікає між пневморесорою та додатковим резервуаром.

2. По осцилограмам власних коливань маси на пневморесорі обчислено коефіцієнти демпфірування: для запропонованої пневморесори він досягав 0,28, що наближено до рекомендованого, у той час як для діафрагмової пневморесори він не перевищував 0,12.

3. Обґрунтовано можливість та доцільність залучення системи пневматичного ресорного підвішування до реалізації демпфірування коливань кузовів транспортних засобів.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ЯКІ ДІЮТЬ НА  
ВАГОН-ПЛАТФОРМУ З КОНТЕЙНЕРАМИ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НА  
ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОРОМІ**

**Ловська А. О., Ялова І. В.**

Український державний університет залізничного транспорту (УкрДУЗТ)  
Україна

Lovskaya A. , Yalova I. Investigation into the dynamic loading on a flat wagon with containers transported by a railway-ferry boat.

The report presents the results of computer simulation of oscillation process for a flat wagon loaded with ICC containers when transported by a railway-ferry boat with consideration of the angular movements relative to the longitudinal axle (body roll), as the maximal load on the wagon carrying structure, and also with consideration of its stability relative to the deck. The maximum accelerations influencing the carrying structure of a flat wagon at possible movements of containers due to a technological gap between the stop key and the fitting were calculated. The research conducted will contribute to improved safety of combined transportation along international transport corridors.

Розвиток конкурентного середовища на ринку залізничних послуг вимагає створення рухомого складу нового покоління з підвищеними техніко-економічними показниками, а також комбінованих транспортних систем. Одними з найбільш перспективних серед таких систем є залізнично-поромні, які успішно функціонують на Україні ще з 1954 р., на прикладі першого залізнично-поромного маршруту через Керченський пролив між Таманню та Керчу. З того часу географія поромного сполучення України з іншими державами значно розширилася. Один з останніх серед таких маршрутів є ланцюгом міжнародного транспортного коридору новий “Шовковий шлях”, який пов’язав між собою країни Європи та Азії і почав експлуатуватися з початку минулого року.

Для забезпечення безпеки руху вагонів на залізничних поромках необхідним є дослідження їх динамічної навантаженості в умовах морської хитавиці. З метою визначення прискорень, як складової динамічного навантаження, які діють на вагон-платформу з контейнерами при перевезенні на залізничному поромі, складено математичну модель, яка враховує кутові переміщення елементів системи (“залізничний пором – вагон-платформа – контейнер”) навколо повздовжньої вісі (крен), як випадку найбільшої навантаженості несучої конструкції вагона при перевезенні залізничним поромом, а також забезпечення його стійкості відносно палуби.

На підставі проведених досліджень встановлено, що найбільша величина прискорень при кутових переміщеннях залізничного порому навколо повздовжньої вісі приходить на контейнера та виникає при курсовому куті хвилі по відношенню до корпусу залізничного порому  $\chi = 60^\circ$  та  $\chi = 120^\circ$ . При цьому прискорення, яке діє на контейнер складає близько  $1,5 \text{ м/с}^2$ , вагон-платформу –  $1,2 \text{ м/с}^2$ , а на залізничний пором –  $0,7 \text{ м/с}^2$ . Чисельні значення прискорень приведені без урахування складової прискорення вільного падіння.

Для забезпечення стійкості контейнерів відносно рами вагона-платформи проведені дослідження стійкості його рівноваги при кутових переміщеннях залізничного порому відносно повздовжньої вісі.

При визначенні перекидального моменту взяті до уваги величини динамічних навантажень, які розраховані за допомогою математичного моделювання.

Проведені дослідження дозволили зробити висновок, що з урахуванням можливих переміщень фітингів контейнерів відносно фітингових упорів вагона-платформи стійкість контейнера забезпечується при кутах крену залізничного порому до  $25^\circ$ .

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Визначено максимальні значення прискорень, які діють на вагон-платформу з контейнерами, розміщеними на ньому при перевезенні залізничним поромом в умовах морської хитавиці;

2. Встановлено, що з урахуванням наявності технологічного зазору між фітингом контейнера та фітинговим упором вагона-платформи стійкість контейнера при кутових переміщеннях залізничного порому відносно повздовжньої вісі забезпечується при кутах крену до  $25^\circ$ ;

3. Проведені дослідження сприятимуть розширенню п. 2.18 “Норм для розрахунку і проектування вагонів залізничних доріг МПС колії 1520 мм (несамобхідних)”, з урахуванням внесення уточнених величин прискорень, які діють на кузова вагонів при перевезенні залізничним поромом морем;

4. Отримані результати дозволять підвищити ефективність експлуатації комбінованих перевезень в напрямку міжнародних транспортних коридорів.

### **ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГАЙОК ШЕСТИГРАННИХ СУЦІЛЬНОМЕТАЛЕВИХ САМОСТОПОРНИХ ВИРОБНИЦТВА FLAIG+HOMMEL GMBH НА ВАНТАЖНИХ ВАГОНАХ**

**Кебал І.Ю., Гненний О.М., Шатов В.А., Мямлін С. С., Білошицький Е.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Kebal I.Yu., Gnennyi O.M., Shatov V.A., Myamlin S.S., Biloshytskyi E.V.

The feasibility of using all-metal screws production flaig + hommelm gmbh on freight cars

To date, there are innovative fasteners that allow us to escape from the use of cotter pins. An example of such a fastening element are hexagonal self-locking all-metal FS-nuts of reusable use of the manufacturer Flaig + Hommel GmbH. A feature of these nuts is the installation inside the nut of the locking element, which allows you to save the nuts of the locking torque to fifteen cycles of twisting.

Сучасним елементом різьбового з'єднання універсального використання, яке працює в умовах вібрації, є шестигранна самостопорна суцільнометалева FS-гайка багаторазового використання компанії-виробника Flaig+Hommel GmbH (далі – FS-гайка), що успішно зарекомендувала себе протягом декількох десятиліть, зокрема на транспорті у країнах Європи, а також з 2012 року у Росії.

FS-гайка складається з двох елементів: тіло гайки та запресований у нього металевий стопорний пружний елемент з тією ж різьбою, що і тіло гайки, зі зміщенням по кроку. Стопорний елемент перешкоджає вільному обертанню гайки по різьбі болта, забезпечуючи виникання стопорного моменту по всій кружності профілю різьби (360°), який утримує гайку від будь-яких послаблень та повертань по різьбі при дії вібрації. Стопорний елемент діє в осьовому та радіальному напрямку. Слід зазначити, що стопорний елемент ні в якому разі не пошкоджує спряжену різьбу болта.

Працездатність FS-гайок, яка полягає у збереженні стопорного моменту, зазначеного в ISO 2320, може складати до п'ятнадцяти циклів закручування-відкручування у разі дотримання вимог виробника щодо експлуатації FS-гайки. Для захисту від корозії FS-гайка має електrolітичне покриття у відповідності з ISO 4042. Під час виготовлення на FS-гайку наносять обов'язкове маркування, важливим елементом якого є зареєстрований товарний знак «FS».

Відмінною особливістю монтажу FS-гайки є те, що стопорний елемент повинен завжди розташовуватися з протилежного боку від початку наживлення FS-гайки на різьбу болта.

Відповідно до прийняття конструктивних рішень щодо використання самостопорних FS-гайок в різьбових з'єднаннях кріплення деталей рухомого складу нового покоління ширини колії 1520 мм, зокрема у візка вантажного вагона, виникла необхідність виконання комплексу додаткових випробувань на підтвердження надійності FS-гайок у

нових умовах. Випробування виконувались на території підприємства Flaig+Hommel GmbH в атестованій лабораторії з необхідними засобами вимірювання та тестування. Для впливу низької температури на різьбові з'єднання з FS-гайками вони були закладені в термокамеру та витримувались при температурі  $-60^{\circ}\text{C}$  протягом 6 годин.

На другому етапі випробувань FS-гайки контролювалися в умовах руху поїзда під час ресурсних пробігових випробувань візків моделі 18-9855 універсального вантажного вагона моделі 12-9853. Метою цього етапу випробування було перевірити надійність кріплення деталей візка FS-гайками в умовах вібронавантажень під час руху поїзда. Завдання випробувань було спрямовано на оцінку цілісності різьбових з'єднань з FS-гайками та збереження належних властивостей стопорного моменту. Випробування виконувались на експериментальному залізничному полігоні на станції Щербинка Московської залізниці, включенням вагона, на якому виконувались випробування, до складу вантажного поїзда. Поїзд мав вагу близько 9 тисяч тонн і рухався під час випробувань з середньою швидкістю 70 км/год. Вагон, який проходив випробування, був навантажений до максимального навантаження (25 тс від однієї колісної пари на колію).

Виконані випробування свідчать про те, що FS-гайки відповідають міжнародним стандартам, підтверджують надійність в експлуатації на рухомому складі залізниці ширини колії 1520 мм, зокрема під час експлуатації зберігається стопорний момент та момент затягування у різьбових з'єднаннях на необресорених та обресорених частинах візків вантажних вагонів в умовах вібронавантажень при багаторазовому використанні FS-гайок.

Звичайно, FS-гайки значно дорожче стандартних кріпильних пристроїв. Але при виконанні техніко-економічного обґрунтування впровадження FS-гайок співробітниками Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту було встановлено, що якщо рахувати вартість не тільки власне гайок, а й вартість робіт з їх монтажу і привести на весь строк служби вагонів, то виходить, що експлуатування FS-гайок значно вигідніше, ніж експлуатування стандартних кріпильних пристроїв.

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗОВ**

**Пулария А.Л., Лесничий А.Ю., Рыжов С.В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Pularia A., Lesnichiyy A., Ryzhov S. Evaluation of technical condition shunting locomotives.

Considers the issues of technical diagnostics of shunting locomotives.

На сьогоднішній день парк маневрових тепловозів України сильно устарів. Більше 80% парку тепловозів перевищило назначені заводом-изготівителем строки експлуатації. В зв'язі з існуючою проблемою оновлення парку маневрових тепловозів в Україні, остається актуальним вопрос продовження строку служби як магістральних тепловозів, так и тепловозів промислового транспорту.

Целью проведения работ по техническому диагностированию является оценка состояния несущих конструкций базовых частей тепловоза (рама тележки, рама кузова, несущие элементы кузова). При проведении данных видов работ выявляются



повреждения коррозионного характера, трещины и деформации несущих элементов конструкций тепловозов, производится контроль толщины металла.

Следует отметить, что наиболее часто встречающиеся дефекты - это трещины в стяжных ящиках, соединяющих между собой продольные балки локомотива. Появление подобных дефектов обусловлено тем, что в процессе эксплуатации, данные элементы конструкции воспринимают значительные нагрузки. Нередко можно наблюдать прогиб продольных балок рамы кузова, особенно «провисание» их консольных частей. В рамках тележек основными неисправностями являются трещины сварных швов, возникающие в местах соединения поперечных балок со шкворневой балкой, а также с боковинами тележек. Также, необходимо сказать, что в некоторых моделях тепловозов более ранних годов выпуска, где в конструкции рам применялись продольные двутавровые балки без усиления, встречаются трещины нижних полков продольных балок. Появление таких дефектов обусловлено сверхнормативными ударными нагрузками, возникающими при маневровой работе, а также недостаточной прочностью этих элементов. Данные недочеты были устранены впоследствии заводом-изготовителем путем установки на продольные балки верхних и нижних усиливающих («броневых») листов. Повреждения коррозионного характера встречаются значительно реже и обусловлено это тем, что антикоррозионная обработка выполнялась на должном уровне, как заводом-изготовителем, так и в депо, при выполнении ремонтных работ. Данные повреждения, как правило, можно устранить в процессе ремонта, путем установки усиливающих элементов (накладок, ремонтных и усиливающих вставок).

Оценка технического состояния локомотива проводится с помощью визуально-оптического, ультразвукового, магнитопорошкового и других современных методов неразрушающего контроля. Визуально-оптическим методом выявляются коррозионные повреждения, деформации и трещины элементов рамы кузова и тележек. Для оценки состояния сварных швов, выявления поверхностных и подповерхностных дефектов наибольшее распространение получил магнитопорошковый метод неразрушающего контроля. Контроль толщины элементов рамы осуществляется с помощью ультразвуковых толщиномеров. Определение величины деформации элементов несущих конструкций, в частности, прогиб продольных балок рамы кузова тепловоза, производится при помощи лазерного нивелира. Сложность проведения работ по техническому диагностированию, а соответственно и получения достоверных результатов заключается в том, что несущие элементы рамы кузова и тележек находятся в сильно загрязненном состоянии от подтекающего масла, попадания пыли и, соответственно, образующегося на них налета, толщина которого достигает 10 мм, который приходится предварительно удалять.

Проведение работ по оценке технического состояния несущих конструкций маневровых локомотивов в данном объеме позволяет получить достоверную информацию о реальном техническом состоянии каждой единицы подвижного состава и принять решение о возможности продления срока службы, а также, при необходимости, назначить соответствующий вид и объем ремонта.

## **ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА УЗКОКОЛЕЙНЫХ ВАГОНОВ**

**Белошицкий Э. В., Мямлин С. С.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Biloshytskyi E.V., Myamlin S.S. Brakes system the narrow-gauge wagons.

In this report, the new technical solutions on the narrow-gauge wagons are proposed. Combining a brake cylinder with an auto-regulator and parking brake into one body. Results of this investigations recommends to manufactories and railways enterprises

В связи с развитием инфраструктуры узкоколейных железных дорог в горных районах Украины и прилегающих территориях соседних государств становится актуальной научно-прикладная проблема по созданию нового поколения подвижного состава для пассажирских и грузовых перевозок по железным дорогам узкой колеи.

Проектно-конструкторском технологическом бюро по проектированию и модернизации подвижного состава, пути и искусственных сооружений Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ПКТБ ДИИТ) разработаны технические решения по конструктивному исполнению грузовых и пассажирских вагонов узкой колеи. Разработаны конструкции двухосных тележек для грузового и пассажирского вагона узкой колеи с улучшенными динамическими качествами. Одной из самых ответственных систем подвижного состава является тормозная система, поэтому разработки именно этой системы подвижного состава уделено особое внимание. На начальном этапе разработки конструкции вагонных тормозных систем проведен анализ исследований и технических решений применяемого современного оборудования для тормозных систем существующих и перспективных вагонов.

Как показал анализ, основными тенденциями развития тормозных систем являются: раздельное торможение, дисковый тормоз, различные по конструкции, габаритам и техническому исполнению авторегуляторы, противоюзные устройства, регуляторы давления в тормозном цилиндре в зависимости от скорости движения.

На основании полученных данных ПКТБ ДИИТа приступило к разработке тормозного оборудования для узкоколейных вагонов. Предлагается следующая конструктивная схема тормозной системы вагона, которая предусматривает раздельное торможение по каждой тележке, на раме кузова вагона размещается воздухораспределитель и запасной резервуар. На тележке устанавливается тормозная рычажная передача с фрикционными элементами (тормозные колодки) предназначенная для обеспечения двухстороннего нажатия, силовые пневматические элементы располагаются на несущих частях тележки, привод стояночного тормоза - пневматический. Предлагается объединить в один корпус тормозной цилиндр с авторегулятором и стояночным тормозом. В передней части корпуса установлен механизм авторегулятора, в средней части тормозной цилиндр, в задней части - рабочий цилиндр пневматического стояночного тормоза.

Пневматический стояночный тормоз представляет собой пневмопружинный прибор с пружинным аккумулятором энергии. Корпус имеет две камеры: камера тормозного цилиндра и камера стояночного тормоза. Камеры разделены фланцем с отверстием под промежуточный шток, уплотненный манжетами. К поршню стояночного тормоза прикреплена втулка, которая имеет резьбу для оттормаживающего винта.

Управление стояночным тормозом осуществляется при помощи трехходового разобщительного крана. При движении вагона этот кран открыт и рабочая камера стояночного тормоза сообщается с напорной магистралью. Усилением давления сжатого воздуха напорной магистрали поршень стояночного тормоза перемещается до упора во фланец корпуса и находится в крайнем правом положении. При включении стояночного тормоза путем перекрытия разобщительного крана рабочая камера стояночного тормоза отсекается от напорной магистрали и начинает сообщаться с атмосферой через отверстие в корпусе разобщительного крана. Пружина, находящаяся в заряженном состоянии, давит на поршень и через винт на промежуточный шток, который передает усилие на поршень

тормозного цилиндра, приведя в действие рычажную передачу. Для оттормаживания открывается разобщительный кран и рабочая камера стояночного тормоза вновь начинает сообщаться с напорной магистралью. Сжатый воздух подается в камеру стояночного тормоза, возвращая поршень и пружину в исходное положение. Для выключения стояночного тормоза при отсутствии сжатого воздуха в напорной магистрали необходимо надеть курбель на хвостовик оттормаживающего винта и вывинтить его до упора. В результате обеспечивается функциональная работоспособность тормозной системы узкоколейного вагона.

Таким образом, можно сделать заключение, что разработки, которые на данный момент осуществляются специалистами Проектно-конструкторского технологического бюро по проектированию и модернизации подвижного состава, пути и искусственных сооружений Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна являются актуальными и соответствуют тенденциям современного вагоностроения и могут быть рекомендованы машиностроительным или железнодорожным предприятием при постановке на производство новых конструкций грузовых и пассажирских вагонов узкой колеи, а также при модернизации существующего парка подвижного состава.

## **МЕТОД АНАЛІЗУ ДОПУСКІВ СКЛАДАЛЬНИХ РОЗМІРІВ У ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

**Міляннич А.Р.**

Львівська філія Дніпровського національного університету залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Milyanych A. R., Method of analysis of tolerances of assembly sizes in the process of restoring details freight wagons.

The article highlights a new method is proposed that allows to take into account the expected systematic errors.

Вдосконалення тієї чи іншої системи технічного обслуговування та ремонту як окремих деталей, так і вузлів вантажних вагонів залізничного транспорту, визначається ступінню взаємодії між існуючим процесом взаємозв'язку окремих деталей та їх поверхонь і змін технічного стану об'єкту та процесом його технічної експлуатації, призначеним для підтримування тривалої працездатності. Встановлено, що найбільш тісний зв'язок між цими процесами забезпечує система допусків і взаємозамінності, яка ґрунтується на точності та якості виконання ремонту згідно вимог поточного технічного стану вантажних вагонів.

Аналіз допусків розмірів окремих вагонних вузлів, які формуються із готових деталей, є невід'ємною частиною процесу відтворення працездатного виробу. Проектувальник або безпосередньо робітник вагонного депо повинен встановити верхню або нижню межу для кожного розміру, для того щоб гарантувати досягнення критичного значення зазору, а також унеможливити ймовірність виникнення необхідного характеру спряжених деталей внаслідок накопичення похибок у процесі їх ремонтного відновлення. У випадках, коли проектувальник призначає занадто жорсткі допуски, то суттєво зростають виробничі витрати. Призначення ж занадто широких полів допусків на розміри деталей, які у подальшому підлягатимуть складанню, приводить до збільшення витрат на процеси складання вузлів та їх розбракування або до погіршення експлуатаційних

характеристик готового виробу.

При призначенні допусків необхідно приймати до уваги як особливості умов експлуатації зібраного вузла, так і змін процесів безпосереднього виготовлення деталей. На даний час необхідні допуски розраховуються із використанням аналітичних або емпіричних методів, які закладені в нормативних документах. При недостатньо коректному аналізі точності складального розміру виготовлення деталей залізничних вагонів у процесі їх ремонтних робіт, які входять у складальну одиницю, у межах встановлених вимогами допусків не завжди гарантує якісне їх складання. Характерні для виробничих процесів властивості змінюватись може привести до змін законів розподілення розмірів складеного вузла, що у свою чергу утруднює процес безпосередньо самого складання та збільшує долю бракованих складальних одиниць у порівнюванні із встановленим рівнем. Найчастіше у практиці для аналізу точності складального розміру застосовується розрахунок методом максимуму-мінімуму (аналіз найгіршого випадку) та ймовірнісний метод.

У наведених тезах доповіді розглядаються недоліки кожного із вказаних методів, а також пропонується новий метод, який дозволяє враховувати очікувані систематичні похибки. Запропонований метод включає в себе методи максимуму-мінімуму та ймовірнісний метод як граничні випадки. Автором показано, що два відомі методи можуть бути отримані із запропонованого як граничні випадки.

## **ВАГОНОСТРОЕНИЕ В СНГ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ**

**Мямлин В.В., Смирнов А.С.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Myamlin V.V., Smirnov A.S. Production of wagons in the CIS and perspectives for its development.

The report describes the state of the wagon building industry of the CIS space and the perspectives for its development. The description of the new development of the employees of the DNURT – the plant for the manufacture and repair of wagons. Based on flexible technologies, the plant will be able to produce and repair wagons in one stream.

В настоящее время вагоностроители СНГ пространства переживают не лучшие времена. Не смотря на то, что показатели 2016 года и перспективы 2017 года, по сравнению с 2014 и 2015 годами выглядят обнадеживающе, долгосрочные перспективы для большинства участников на рынке грузового вагоностроения оставляют желать лучшего.

На вагоностроительном рынке Украины складывается сложная ситуация. После очень тяжелого для отрасли 2015 года, когда было произведено всего 1,1 тыс. ед., 2016 год показал рост – 2,8 тыс. ед. В планах УЗ на 2017 год заявлена цифра в 9 тыс. ед., однако, по состоянию на 12.04.17, произведено только 154 ед. В период с 2016 по 2020 год будут исключены из эксплуатации в связи с окончанием срока службы 86,1 тыс. ед. Не смотря на падение объема перевозок, в Украине наблюдается дефицит подвижного состава. Это связано с тем, что при грузовом парке УЗ в 106,5 тыс. ед., 50,3 тыс. ед. требуют ремонта, из которых 39,6 тыс. ед. пребывают в нерабочем парке (состоянием на 2016 год). Средний износ парка грузовых вагонов составляет 91,2 %, что, при отсутствии мер по обновлению

подвижного состава, в недалекой перспективе, начнет угрожать экономической безопасности страны.

Изношенность грузового парка вынудит УЗ закупать новые вагоны. Однако, при условии наличия у неё необходимых средств, спрос, формируемый ею, будет довольно быстро удовлетворен украинскими вагоностроителями, так как вагоностроительные мощности Украины составляют около 60 тыс. ед. в год, а потребности – в районе 10 тыс. ед. в год. В дальнейшем, для закрытия потребностей УЗ будет достаточно двух заводов, остальным же предприятиям отрасли придётся либо перепрофилироваться, либо уходить в узкий сектор рынка – производство специализированных вагонов. В плане экспорта, украинские вагоностроители могут рассчитывать на поставки в страны Африки, Средней и Западной Азии. Продажи украинских вагонов на рынке Прибалтики, за последние годы, снизились в 4 раза, а Эстония в 2014 году вообще прекратила покупки. Причиной этому стало введение Россией запрета на использование отельных деталей вагонов (произведенных в Украине) на своей территории. Из-за этого запрета Украине стало затруднительно поставлять свою вагонную продукцию в страны Таможенного союза.

Анализируя скорость изменения рынка вагоностроения и перспективы его развития можно сделать вывод, что современные вагоностроительные предприятия должны быть более гибкими в производственном плане и более устойчивы к рыночным переменам. Сотрудниками университета (кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство») разработано предприятие нового типа – вагоноремонтостроительный завод (ВРСЗ).

Основанный на гибких технологиях организации производства, завод сможет осуществить ДР, КР и КРП для разных типов грузовых вагонов на одних и тех же производственных площадях в одном потоке. В этом же потоке будет выполняться часть работ по изготовлению новых полувагонов, платформ, крытых вагонов, хопперов и контейнеров. Такая степень универсализации предприятия существенно снизит риски его простоя, что делает ВРСЗ стабильным и инвестиционно привлекательным. Продление срока службы вагонов и внедрение инновационного подвижного состава не будет идти в разрез с интересами такого предприятия, так как при снижении спроса на вагоны, ВРСЗ всегда может переключиться на ремонт и модернизацию подвижного состава. Разумеется, что такая универсальность завода не может быть достигнута без ущерба его производительности. Разрабатываемое предприятие будет выпускать существенно меньше вагонов чем, к примеру, Уралвагонзавод, обладающий высоким уровнем автоматизации и специализации по выпуску полувагонов. Однако, нынешняя ситуация на рынке показывает, что предприятие должно быть гибким и быстро адаптирующимся под конъюнктуру рынка. Большие же мощности, в нынешних условиях, не актуальны, так как, за частую, простаивают в результате недозагрузки.

## **РАЗРАБОТКА АНТИВАНДАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

**Мямлин С.С., Кебал И.Ю.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В.А. Лазаряна

Myamlin S.S., Kebal I.Yu. Development of anti-vandal devices for freight car brake rigging PKTB DNURT has developed a fundamentally new design of pins that saves their overall dimensions but prevents unauthorized dismantling of a freight car brake rigging.

Конструкция подвижного состава железных дорог предусматривает такие технические решения, которые позволяют производить его безопасную эксплуатацию. Но в результате эксплуатации вагонов могут возникать отклонения в работе различных узлов и систем, которые влияют на показатели безопасности. Наиболее важной является тормозная система, от эффективности которой во многом зависят показатели безопасности движения. Поэтому необходимы меры по обеспечению надежности функционирования как механической, так и пневматической части тормозной системы подвижного состава. Так как грузовые вагоны составляют наибольшую часть подвижного состава железных дорог, то повышение функциональной надежности тормозной системы грузовых вагонов представляет собой актуальную научно-прикладную задачу.

К сожалению, уже давно стали обыденными новости о хищении грузов на железной дороге и с каждым годом объемы краж продолжают расти. На грузовом подвижном составе одной из самых уязвимых к кражам является тормозная рычажная передача. Ввиду особенностей конструкции можно достаточно легко снять вертикальный рычаг, горизонтальный рычаг, затяжку и валики. И именно валики в этом узле являются слабым звеном. Поэтому участились случаи, когда на станцию назначения приходил состав, 30-40% которого было с демонтированными элементами тормозной рычажной передачи. А это означает, что в торможении участвует едва ли половина состава, что сказывается не только на безопасности движения, но и значительно влияет на износ как ходовых частей подвижного состава, так и на износ пути. Кроме технических проблем наносится также и существенный материальный урон.

Собственниками грузовых вагонов предпринимаются различные попытки по предотвращению воровства деталей тормозной рычажной передачи, но все они связаны с нарушением конструкции тормозной системы и не имеют соответствующих разрешительных документов.

В связи с этим Проектно-конструкторским технологическим бюро подвижного состава Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна разработана принципиально новая конструкция валиков, которая сохраняет габаритные размеры, но предотвращает несанкционированное разукomплектование тормозной рычажной передачи грузовых вагонов.

К особенностям конструкции данных устройств относится следующее: в контурах стандартного валика расположено разъемное устройство, которое представляет собой самозамыкающийся механизм, и может быть демонтировано только при помощи специального приспособления. При этом стоимость данного конструкторского решения не значительно превышает стоимость стандартных валиков тормозной рычажной передачи.

Данное техническое решение защищено разработчиком соответствующим патентом, а также прошло успешные приёмо-сдаточные, стендовые и приёмочные испытания. Опытная партия антивандальных валиков проходит подконтрольную эксплуатацию в составе опытных маршрутов на грузовых вагонах частного оператора и хорошо себя зарекомендовала. За время подконтрольной эксплуатации не было зафиксировано ни одного случая несанкционированного разукomплектования тормозной рычажной передачи, а также отсутствуют случаи нарушения функциональной надежности. При этом экономическая эффективность применения антивандальных валиков оценивается не только стоимостью сохраненных тормозных систем, но и существенным уменьшением эксплуатационных затрат, связанных с простоями и дополнительным ремонтом грузовых вагонов. Изготовитель усовершенствованных валиков не ограничивается только поставками изделий, но и производит обучение обслуживающего персонала и научно-технологическое сопровождение данной модернизации в эксплуатации. По отзывам от пользователей разработанных элементов тормозной рычажной передачи можно судить, что данные изделия получают широкое применение на грузовых вагонах. На очереди стоит

внедрение и других разработок ПКТБ ДНУЖТ, которые направлены на повышение степени защиты элементов подвижного состава железных дорог и промышленного транспорта от несанкционированного вмешательства. Например, комплектующие воздухораспределителя и другие ответственные узлы подвижного состава.

Таким образом, в результате выполнения инициативной опытно-конструкторской разработки решена актуальная научно-прикладная задача и получено эффективное техническое решение по созданию антивандальных валиков тормозной рычажной передачи, которое способствует повышению функциональной надежности тормозной системы грузовых вагонов и обеспечению сохранности комплектующих деталей, что положительно сказывается на технико-экономических показателях при эксплуатации оснащенных предложенными устройствами грузовых вагонов.

## **СОЗДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗЕРНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

**Мямлин С. С.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В.А. Лазаряна

### **Myamlin S.S. CREATION OF TECHNICAL EQUIPMENT FOR RAILWAY TRANSPORT GRAIN TRANSPORTATION**

This report considers the need to create technical facilities for the transportation of grain by rail. Discusses technical features and benefits of the developed by PKTB DNURT designs for grain-cars and container for transporting grain.

Одним из массовых видов груза, который требует специальных условий транспортировки, являются зерновые культуры. Их транспортировка требует защиты от атмосферного воздействия и должна предусматривать возможность оперативной погрузки-выгрузки. При транспортировке зерновых грузов с использованием железнодорожного транспорта используются, как правило, специализированные вагоны – хопперы для перевозки зерна или специальные контейнеры для сыпучих грузов. Однако, в следствие дефицита подвижного состава железных дорог, значительная часть зерновых грузов транспортируется автотранспортом. Поэтому для повышения конкурентоспособности железнодорожной отрасли и с целью удовлетворения возросшего спроса на перевозки зерновых культур актуальной является научно-прикладная задача по созданию современных технических средств в виде специализированных вагонов и контейнеров для транспортировки зерновых культур железнодорожным транспортом.

Для решения этой задачи рассматриваются различные варианты: от переоборудования других типов вагонов, например восьмиосных цистерн, которые предназначены для перевозки светлых нефтепродуктов, до создания принципиально нового, с использованием современных технических решений, подвижного состава для транспортировки зерновых культур. Также к перспективным разработкам можно отнести создание специальных контейнеров для транспортировки на вагонах-платформах как универсального типа, так и длиннобазных. Возможна также транспортировка зерновых и в универсальных вагонах, например полувагонах, при этом требуется использование специальной одноразовой или многоразовой тары в виде «бигбегов». Но данный вид транспортировки для массовых перевозок малоэффективен. Поэтому далее подробно остановимся именно на создании современных технических средств для транспортировки зерна.

В Проектно-конструкторском технологическом бюро подвижного состава Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна разработан целый ряд технических решений, которые реализованы в виде машиностроительных конструкций с использованием прогрессивных технологий сварки и с применением высокопрочных марок стали для несущих металлоконструкций. Данный подход позволил создать эффективную конструкцию вагона-зерновоза, к основным отличительным характеристикам которого относится: повышенный объем кузова, уменьшенная масса тары, увеличенный ресурс основных несущих элементов, улучшенные динамические и прочностные качества, возможность дистанционного открывания-закрывания загрузочных и выгрузочных люков. Расчет стоимости жизненного цикла разработанного вагона-зерновоза подтвердил преимущества его технико-экономических показателей по сравнению с вагонами-аналогами. Теоретические исследования прочностных и динамических характеристик разработанного вагона-зерновоза также подтверждают улучшенные характеристики вагона по сравнению с типовыми конструкциями. Разработанная конструкция может быть использована вагоностроительными предприятиями для постановки на производство.

Контейнер для перевозки зерна, разработанный в ПКТБ ДИИТа, также по целому ряду параметров превосходит аналогичные конструкции контейнеров. Данный тип контейнера может транспортироваться не только железнодорожным транспортом, но и автомобильным включая интермодальные перевозки, что повышает эффективность использования данного технического средства для транспортировки зерна.

Таким образом, предлагается решение актуальной научно-прикладной задачи по созданию современных технических средств для транспортировки зерна железнодорожным транспортом и повышение рентабельности данного вида перевозок.

## КОЭФФИЦИЕНТЫ ТРЕНИЯ БАШМАКОВ МАГНИТОРЕЛЬСОВЫХ ТОРМОЗОВ

Бабаев А.М., Смирнов А.С., Бабий Е.В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Babaev A.M., Smirnov A.S., Babiy E.V. Friction coefficients of the saddles of magnetic brakes.

The report is devoted to the investigation of the braking coefficients of the brake saddles of magnetic brakes.

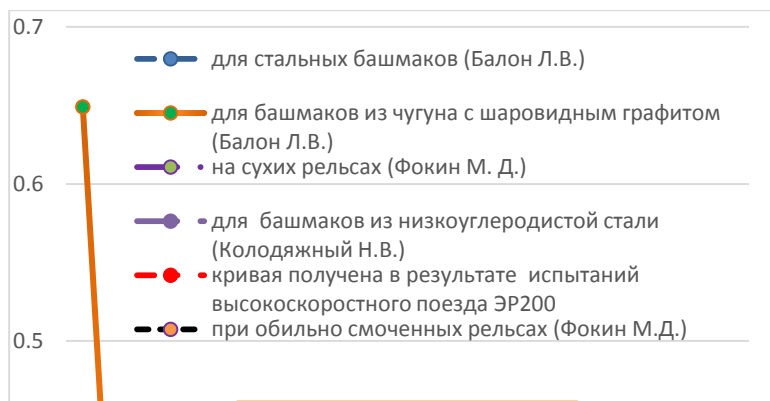




Рис. 1 Общий график зависимостей от скорости движения при работе ЭМРТ

Скорость движения транспорта сокращает расстояние уменьшением времени на его преодоление. Поэтому во все времена рост скоростей движения единиц подвижного состава – актуальная и долгосрочная

задача. Не является исключением и железнодорожный транспорт, который на протяжении многих десятилетий демонстрирует значительный рост скоростей движения. Так, начало XXI века ознаменовалось покорением скорости в 574,8 км/ч (3 апреля 2007 г., Франция).

Анализируя динамику роста скоростей от времени первого зарегистрированного рекорда до 1955 г., можно отметить, что прирост скорости за 125 лет составил 1,5 км/ч ежегодно, а с 1955 г. до рекордного он составил 4,69 км/ч т.е. интенсивность прироста – в три раза больше. При таком значительном росте скоростей движения поездов классический колесно-колодочный фрикционный тормоз стал лимитирующим звеном в реализации высоких скоростей движения. Это обусловило появление дисковых и магниторельсовых тормозов различной конструкции, которыми оборудуют вагоны пассажирских поездов, обращающихся со скоростями более 140 км/ч.

Оценка эффективности действия этих тормозов требует учета замедляющих сил при торможении, важным фактором которых является коэффициент трения пар накладка-диск, тормозной башмак - рельс. Если при расчете дисковых тормозов используют уже апробированные зависимости, находящиеся в диапазоне минимальных/максимальных значений (Code UIC 541-4), то коэффициент трения для ЭМРТ принимают по формулам и графическим зависимостям, которые либо предложены изготовителем, либо получены в научно-исследовательских лабораториях отраслевых учреждений. В абстрагированном от конструкций виде, графики зависимостей коэффициентов трения от скоростей движения приводятся также в современных зарубежных источниках.

Для анализа, возможного выбора, наглядности той или иной зависимости дадим графическую интерпретацию коэффициента трения башмака (рис. 1).

Оценку коэффициентов трения башмаков различной конструкции выполним, используя коэффициенты предложенные проф. А. В. Чичинадзе. Результаты сравнения коэффициентов трения башмаков при скоростях 45 км/ч (скорость отключения) и среднеходовой 165 км/ч представлены в таб. 1.

Таблица 1

**Оценка свойств коэффициентов трения башмаков**

Условия работы и материалы башмаков	Оценочные коэффициенты	
	колебания $\gamma = \varphi_{min}/\varphi_{max}$	стабильности $\lambda = \varphi_{сред}/\varphi_{max}$
1. На сухих рельсах	0,942	0,971
2. На мокрых рельсах	0,898	0,949
3. Для стальных башмаков	0,281	0,641
4. Из чугуна с шаровидным графитом	0,483	0,742
5. С низкоуглеродистыми стальными полюсами	0,783	0,891
6. Для электропоезда ЭР-200	0,290	0,645
7. Для башмаков европейских ж. д.	0,774	0,887
8. Для башмаков фирмы Knorr-Bremse	0,500	0,750

## **ПОРЯДОК СЕРТИФІКАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ, ЯКІ БУДУТЬ ОБЕРТАТИСЯ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ТА ВІДРЕМОНТОВАНИХ КВР З ПОДОВЖЕННЯМ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ, В УМОВАХ ВАГОННИХ ДЕПО**

**Довганюк С.С., Донєв О.А., Калашник В.О., Пуларія А. Л., Рейдемейстер О.Г.,  
Шикунів О.А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Dovganiuk S.S., Donev O.A., Kalashnyk V.O., Pulariy A.L., Reidemeister O.G., hykunov O.A.

The order of certification of passenger cars, that will run on international routes and have been repaired with KVR with the extension of the service life under conditions of a train depot.

The order of sertification of passenger cars with an extended service life is considered. The types of tests are described in detail.

За діючими інструкціями пасажирські вагони, які досягли терміну служби 28 років, повинні проходити капітально-відновлювальний ремонт (КВР), в процесі якого проводиться відновлення ресурсу основних несучих елементів конструкції кузова, оновлення внутрішнього та зовнішнього обладнання, утворення сучасного інтер'єру. Термін служби вагонів, відремонтованих таким чином, подовжується на термін з урахуванням умови, що загальний термін служби вагону не повинен перебільшувати 42 роки. До вагонів відремонтованих КВР та які планується використовувати у міжнародному сполученні, пред'являються такі ж вимоги, як і для нових вагонів, тому вони повинні проходити повний цикл приймальних та сертифікаційних випробувань. Сертифікаційні випробування мають підтвердити відповідність відремонтованого пасажирського вагону комплексу вимог чинної нормативно-технічної документації.

В останній час все частіше ставиться питання щодо необхідності, обсягу та порядку проведення сертифікації вагонів після КВР як керівництвом «Укрзалізниці», так і вагонних депо. Тому нами прийняте рішення систематизувати всю інформацію з підготування та сертифікації пасажирських вагонів з подовженням терміну служби.

Послідовність дій при виконанні комплексу робіт для включення технічних умов на даний тип вагону до «Переліку технічних умов на КВР пасажирських вагонів міжнародного сполучення з метою подовження терміну їх служби» наступний:

- розробляються або корегуються технічні умови на КВР у конкретному депо для даного типу вагону, які затверджуються в «Укрзалізниці»;

- укладається договір з органом сертифікації на проведення сертифікації виробництва та сертифікації виробу з метою отримання сертифікату відповідності УкрСЕПРО для подальшого представлення Раді з залізничного транспорту. Орган сертифікації визначає атестовану випробувальну лабораторію, яка має право проводити сертифікаційні випробування та уточнює перелік видів випробувань та показників, що контролюються. Перелік розроблений на підставі міждержавного стандарту ГОСТ 31235-2004 «Вагоны пассажирские после капитально-восстановительного ремонта. Требования эксплуатационной безопасности» та включає наступні види випробувань: статичні та ходові міцнісні, ходові динамічні, ударні визначальні, стаціонарні та ходові гальмівні, з визначення відповідності габариту, електрообладнання, з визначення параметрів: мікроклімату та коефіцієнту теплопередачі кузова, шуму та вібрацій, безпеки та охорони навколишнього середовища, ергономіки, на електромагнітну сумісність та інше;

- укладається договір з випробувальною лабораторією та узгоджується перелік видів, місце, порядок та терміни проведення випробувань.

Для оцінки технічного стану конструкції вагону (ступеню корозійних пошкоджень) проводиться технічний огляд та товщинометрія основних несучих елементів. Виконується дефектація елементів конструкції і обладнання вагону та проводиться модернізація вагону з повною заміною елементів інтер'єру, внутрішнього обладнання і частковою заміною елементів несучої конструкції кузова. В обов'язковому порядку повинні бути замінені елементи, товщина яких зменшилася через корозію більше, ніж на 20%.

Після завершення ремонту та отримання форми ЛВУ–36 про прийомку вагону із ремонту проводяться випробування. Метою випробувань є визначення можливості подальшої експлуатації вагонів, відремонтованих КВР, кількісна оцінка продовження терміна служби, а також, отримання сертифікату відповідності для обертання вагонів у сусідніх країнах.

Поколісне зважування виконується з метою визначення маси тари вагону та розподілу маси по колесах.

Завданням статичних випробувань є визначення напружень в елементах кузова і рами від статично діючих навантажень.

Завданням контрольних випробувань на ударні навантаження є визначення напружено-деформованого стану елементів конструкції вагону від дії поздовжніх сил при ударах в автозчеп із фіксованою силою.

Завданням випробувань на ремонтні навантаження є визначення напружень в елементах конструкції вагону від дії різних комбінацій підйомки вагону під час ремонту.

Скидання вагону з клинів виконується з метою оцінки жорсткості кузова та частоти основного тону згинальних коливань кузова.

Завданням ходових випробувань на міцність є визначення і оцінка динамічних напружень в елементах конструкції з подальшим визначенням терміну служби вагону.

Завданням ходових динамічних випробувань є визначення і оцінка показників ходових якостей вагону з різними швидкостями на характерних ділянках колії та визначення умов експлуатації на мережі залізниць колії 1520 мм.

Стаціонарні гальмівні випробування виконуються для перевірки працездатності гальмівної системи та регулювання ГВП, щільності і контролю наповнення гальмівної магістралі, дії гальмівної системи при різних видах гальмування і відпуску, визначення сили натискання гальмівної колодки на колесо, перевірки дії авторегулятора.

Утримання ручним гальмом на нормованому ухилі виконується для запобігання самовільного відходу з місця стоянки. Стоянкові гальма повинні забезпечувати розрахункове гальмове натиснення і утримання вагону в межах допустимих значень.

Метою ходових гальмівних випробувань є визначення гальмівних характеристик вагону. Автоматичні гальма повинні забезпечувати можливість застосування різних режимів гальмування залежно від довжини, складу і профілю залізничної колії.

Електрообладнання пасажирських вагонів повинно мати захист і сигналізацію, яка спрацьовує при перевантаженнях, коротких замиканнях, замиканнях на землю при перенапруженні. Спрацьовування захисту повинно виключати пошкодження електроустаткування, неприпустиме нагрівання, задимлення і займання, пробій. Пасажирські вагони повинні бути обладнані системами загального місцевого та аварійного освітлення. Система аварійного освітлення повинна автоматично перемикатися на автономне джерело живлення. При цьому повинна бути передбачена можливість ручного вмикання аварійного освітлення.

Стан мікроклімату у вагоні повинен відповідати нормативним показникам. Завданням випробувань є визначення характеристик системи вентиляції (підпір повітря, температура повітря і точність її підтримання, відносна вологість, швидкість руху повітря,

кількість зовнішнього повітря, що подається в вагон, швидкість попереднього охолодження та нагріву) і середнього коефіцієнту теплопередачі огорожень кузова. Під час випробувань зовнішні кліматичні умови по тепловому впливу на системи забезпечення мікроклімату в приміщеннях вагона повинні максимально можливо відповідати обумовленим в нормативних документах.

Завданням вимірювання рівня шуму і вібрацій є визначення їх впливу на пасажирів. Вимірювання проводяться в октавних смугах на стоянці в службовому купе, при русі в пасажирських купе і службових приміщеннях, в останньому купе та в службовому приміщенні при зливі води в замкнутій туалетній системі. Рівні звуку, звукового тиску та вібрацій повинні відповідати санітарним правилам.

Випробування на електромагнітну сумісність проводяться з метою визначення рівня електромагнітних перешкод, створюваних вагоном і його складовими частинами які не повинні перевищувати значень, в межах яких ці перешкоди не впливають на працездатність об'єктів інфраструктури та рухомого складу. Рівень напруженості поля радіо завад, створюваних електрообладнанням вагона, визначаються у перехідному та усталеному режимах.

Випробування з ергономіки передбачають, що вхідні двері пасажирських вагонів повинні бути оснащені системами (пристроями) відкривання (закривання) і системою контролю, що забезпечує безпеку персоналу і пасажирів. Аварійне відкривання вхідних дверей пасажирських вагонів повинно здійснюватися за штатною схемою з їх фіксацією у відкритому положенні. Конструкція і кріплення верхніх спальних полиць пасажирських вагонів повинні виключати можливість їх падіння або нахилу, що може призводити до травмування обслуговуючого персоналу та (або) пасажирів. Верхні спальні полиці повинні бути обладнані загороджувальними ремнями або бортиками, що виключають падіння обслуговуючого персоналу і пасажирів при екстремому гальмуванні і аварійній евакуації.

Випробування з питань безпеки та охорони навколишнього середовища виконуються з метою встановлення відповідності показників вимогам ДСТУ. Вагон повинен бути обладнаний первинними засобами пожежогасіння, установкою пожежогасіння з використанням запасу води з системи водопостачання, автоматичною установкою пожежної сигналізації. Пульт управління електрообладнанням повинен бути оснащений установкою автоматичного пожежогасіння.

Туалетні комплекси вагонів повинні бути герметичними. Конструкція туалетного комплексу не повинна допускати скидання стічних вод на залізничне полотно.

Акумуляторні батареї, що встановлюються на вагон, не повинні виділяти в навколишнє середовище шкідливі речовини в концентраціях, що перевищують гранично допустимі значення

Всі стаціонарні види випробувань проводяться на території депо, керівник випробувань узгоджує з керівництвом депо місце та час випробувань. Окремі види випробувань можуть проводитися на проміжних етапах ремонту (наприклад ударні визначальні). Маса обладнання, екіпірування, пасажирів та інше у даному випадку імітується макетами (мішки з піском), причому місце розташування і маса повинні відповідати реальним умовам.

Основні види сертифікаційних випробувань проводяться після проведення приймальних випробувань. Вагон повинен бути у повністю екіпірованому, а обладнання - у робочому стані. Вагонне депо проводить налаштування, здійснює управління роботою і обслуговування системи забезпечення необхідних параметрів у вагонах та спостереження за їх технічним станом. Для проведення ходових випробувань працівниками причетної залізниці сумісно з керівником випробувань вибирається ділянка колії, де мають виконуватися випробування, розробляється графік поїздок і видається наказ по залізниці.

Випробувальною лабораторією результати випробувань обробляються та видається протокол сертифікаційних випробувань. Органом сертифікації на підставі проведеної сертифікації виробництва та протоколу випробувань на вагон видається сертифікат відповідності УкрСЕПРО.

На останньому етапі представниками «Укрзалізниці» надається подання Раді з залізничного транспорту для розгляду на засіданні Комісії по пасажирському господарству.

За такою схемою Випробувальна лабораторія вагонів ДНУЖТ у 2015-16 р. р. виконувала сертифікаційні випробування для вагона, що відремонтований КВР в депо Каховка . На підставі проведених випробувань депо виданий сертифікат відповідності, а технічні умови внесені до «Переліку технічних умов...».

## **ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ С УВЕЛИЧЕННОЙ ОСЕВОЙ НАГРУЗКОЙ**

**Бубнов В.М.<sup>1</sup>, Мямлин С.В.<sup>2</sup>, Манкевич Н.Б.<sup>1</sup>, Бесараб Д.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «ГСКБВ им. В.М.Бубнова», г. Мариуполь,

<sup>2</sup>Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна, г. Днепр

Bubnov V.M. Doctor of Technical Sciences, Professor ("GSKBV im.V.M.Bubnov", Mariupol), Myamlin S.V. Doctor of Technical Sciences, Professor (DNURT, Dnepr), Mankevich N.B. PhD (LLC "GSKBV named after V.M.Bubnov", Mariupol), Besarab D.A. postgraduate student (DNURT, Dnepr)

Perspective design of the bogie freight car with increased axial load

Annotation. The report considers the construction of a prospective bogie for freight cars. The main design features are described and the results of theoretical and experimental studies of dynamic and strength characteristics of cars with developed bogie are analyzed.

Развитие парка грузового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм сопровождается созданием новых конструкций грузовых вагонов и их ходовых частей. Именно за счет совершенствования параметров тележек возможно существенно улучшить основные технико-экономические характеристики грузовых вагонов. Поэтому разработка конструкции тележки грузовых вагонов с осевой нагрузкой 25 тс является актуальной научно-прикладной задачей для железнодорожного транспорта и транспортного машиностроения.

К перспективным моделям следует отнести тележку модели 18-1711 с осевой нагрузкой 25 тс, которая разработана в ООО «ГСКБВ» совместно с ДИИТ.

Конструктивными особенностями тележки являются: боковая рама и надрессорная балка обладают достаточным запасом усталостной прочности, что в большей степени было достигнуто за счет оптимизации конструкций деталей, а не увеличения их массы. Кроме того, по тому же принципу, разработаны литые детали тележек, способные выдержать и более высокую осевую нагрузку 27 и 30 тс.

Анализ прочностных характеристик литых деталей выполнен методом конечных элементов с применением современного программного комплекса.

Приемочные испытания грузовых вагонов с перспективными тележками проведены с участием ведущих научных организаций отрасли вагоностроения стран СНГ (ДИИТ, УкрНИИВ, ВНИИЖТ).

Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований показывает, что по своим техническим параметрам (прочностные и ходовые качества) тележка модели 18-1711 не уступает аналогичным тележкам других производителей.

Данная тележка с положительными результатами прошла полный комплекс испытаний. В конце 2011 году на тележку был получен сертификат РС ФЖТ, тележка внесена в справочник моделей информационно-вычислительного центра железнодорожных администраций железных дорог (ИВЦ ЖА).

Детали и узлы тележки (кроме колесной пары) полностью унифицированы с конструкцией тележки модели 18-100, а именно: детали изготавливаемые для тележки 18-1711 могут устанавливаться на тележку 18-100 с сохранением массы последней в пределах своих паспортных значений. Серийное производство тележки 18-1711 может быть организовано на уже существующем технологическом оборудовании без дополнительных затрат на переоснащение производства.

В настоящее время изготовлена опытная партия тележек, которая в составе пяти универсальных полувагонов модели 12-1905 успешно проходит эксплуатационные испытания на замкнутом маршруте железных дорог. На данном этапе эксплуатационных испытаний при среднем пробеге вагонов в 120 тыс.км не выявлено замечаний или отклонений от прогнозных показателей.

Таким образом, в результате выполнения опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ разработана перспективная конструкция тележки грузовых вагонов, которая может быть использована при обновлении парка грузового подвижного состава.

## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВУХСИСТЕМНЫХ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ**

**Пшинько А.Н.<sup>1</sup>, Мямлин С.В.<sup>1</sup>, Дузик В.Н.<sup>2</sup>, Крамаренко М.В.<sup>2</sup>**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени  
академика В.Лазаряна, г.Днепр

ПАО «Крюковский вагоностроительный завод», г.Кременчуг,  
Украина

Analysis of the results of operation of double-system interregional electric trains on Ukrainian railways

Pshin`ko A.N., Doctor of Technical Sciences, Prof., Myamlin S.V., Doctor of Technical Sciences, Prof. (Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan), Duzik V.N., Kramarenko M.V. (PJSC "Kryukov Railcar Building Plant")

Annotation. The report analyzes the results of operation of high-speed electric trains. The stages of commissioning of electric trains produced by PJSC KVSZ on the infrastructure of railways of Ukraine are considered.

Развитие железнодорожной отрасли неразрывно связано с развитием транспортного машиностроения. Опыт внедрения скоростного движения на отечественных железных дорогах яркое тому подтверждение.

В этом году исполняется пять лет с момента запуска в эксплуатацию на железных дорогах Украины нескольких типов скоростных межрегиональных двухсистемных

электropоездов.

Особенностью железных дорог Украины является то, что в отличие от других железнодорожных администраций, имеющих скоростной подвижной состав, в нашей стране практически в одно и тоже время были введены в эксплуатацию электропоезда трёх ведущих производителей – южнокорейской компании HYUNDAI ROTEM, чешской компании SKODA и отечественного производителя ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» (ПАО «КВСЗ»). Особенность этого проекта заключалась в том, что электропоезда должны были быть созданы непосредственно для украинского рынка пассажирских перевозок и быть двухсистемными с максимальной адаптацией к условиям эксплуатации, то есть с учётом особенностей железнодорожной инфраструктуры Украины.

За прошедшие 5 лет можно сделать определенные выводы об эксплуатационной надёжности и ремонтпригодности, так как весь скоростной подвижной состав имеет пробег не менее 1,0 млн. км и был подвергнут различным регламентным видам ремонта.

Отраслевая наука и технические специалисты имеют уникальную возможность выполнить экспертную оценку надёжности высокотехнологичной железнодорожной продукции, достаточно долгое время эксплуатирующейся в одинаковых условиях железнодорожной инфраструктуры Украины. Поэтому определенную актуальность представляет собой научно-прикладная задача по оценке эксплуатационной надёжности скоростных электропоездов. Рассмотрим более подробно результаты эксплуатации электропоездов ЕКр-1 «Тарпан» отечественного производства – ПАО «КВСЗ»

ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» приступил к созданию межрегионального электропоезда ЕКр-1 в декабре 2010 года. Это был первый опыт в создании такого подвижного состава. До этого ПАО «КВСЗ» создало несколько поездов метро с асинхронным тяговым приводом, что позволило специалистам этого предприятия взяться за такую задачу – создание первого украинского двухсистемного электропоезда для эксплуатационной скорости 160 км/ч.

Первый опытный образец был изготовлен в начале 2012 года и в период с июня 2012 года по апрель 2013 года был подвергнут всесторонним испытаниям, как в летний, так и зимний периоды во всем диапазоне эксплуатационных скоростей.

То обстоятельство, что специалисты ПАО «КВСЗ» совместно с отраслевой наукой создавали свой электропоезд на базе глубокого изучения нормативной документации действующей в Украине и опыта постановки на производство пассажирского подвижного состава, а также то, что в ходе длительных комплексных испытаний опытного образца было уделено пристальное внимание тому оборудованию, которое имело достаточно большое количество отказов на электропоездах аналогах, удалось в конструкцию электропоезда ЕКр-1 внести ряд конструктивных уточнений и изменений, которые способствовали повышению его надёжности в эксплуатации.

Электропоезда ЕКр-1 (001 и 002) были введены в эксплуатацию в июне-июле 2014 года. Наиболее проблемным вопросом в начальный период их эксплуатации была надёжность электрического оборудования обеспечивающего автоматический переход с одного рода тока на иной, однако путём модернизации ряда высоковольтного оборудования эту проблему удалось успешно решить.

Необходимо отметить то, что значительная часть отказов межрегиональных электропоездов в значительной степени связана с несовершенством инфраструктуры железных дорог на отдельных участках или направлениях, в первую очередь, низким качеством энергоснабжения на участках электрифицированных переменным током 25 000 В 50 Гц. В эксплуатации достаточно часто возникали случаи повышения напряжения в сети выше 29 000 В, а также недопустимые уровни его пульсации, которые приводили к срабатыванию устройств защиты, установленных на электропоездах, а в отдельных

случаях и выходу из строя тягового оборудования. В этой связи часть отказов электропоездов необходимо отнести на счет качества энергоснабжения, однако, учитывая то, что большую часть времени межрегиональные электропоезда эксплуатировались в одинаковых условиях, то на объективность сопоставления их надёжности это не должно оказать существенного влияния.

В настоящее время электропоезда украинского производства и электропоезда аналоги оснащены регистраторами событий (чёрными ящиками), которые позволяют с высокой вероятностью определять причины отдельных отказов, а, следовательно, определить наиболее вероятную причину его возникновения.

Прошедший 2016 год стал годом устойчивой эксплуатации скоростных электропоездов в Украине. Пассажиропоток практически на всех направлениях значительно увеличился и в среднем составил более 80%. Были организованы новые маршруты, а на отдельных направлениях увеличилось количество рейсов. Можно констатировать, что эксплуатация межрегиональных электропоездов Украинской железнодорожной скоростной компанией выполняется стабильно практически на всех маршрутах обращения.

Учитывая это, можно предположить, что этап адаптации подвижного состава производства различных компаний успешно прошёл и количество имеющихся отказов за этот период может более объективно охарактеризовать уровень надёжности скоростных поездов.

Итоги пятилетней эксплуатации скоростного межрегионального подвижного состава подтверждают, что наибольшей надёжностью в эксплуатации и меньшими затратами на его содержание обладает электропоезд ЕКр-1 «Тарпан», разработанный и изготовленный ПАО «Крюковский вагоностроительный завод». В среднем количество отказов на этом подвижном составе в 2-2,5 раза меньше, чем на аналогичных электропоездах при этом стоимость сервисного обслуживания также в 1,5 раза ниже.

Учитывая то, что работа по определению надёжности межрегиональных электропоездов в течение пяти лет эксплуатации носила достаточно эпизодический, и часто инициативный характер, сделать однозначное заключение о преимуществах того или иного поезда достаточно сложно, так как представители сторон стараются не акцентировать внимания на недостатках своего подвижного состава. С целью повышения качества обслуживания скоростного подвижного состава, заимствования положительного опыта обслуживания и ремонта техники иностранных производителей, а также применения более рациональных и эффективных технических решений для усовершенствования и модернизации конструкции электропоездов, необходимо организовать постоянный мониторинг и анализ независимой научной организацией, например ДИИТ, общей статистики и оценки причин отказов в эксплуатации электропоездов.

Очень важно оперативно обеспечить разработку и утверждение Технических условий на все типы межрегиональных электропоездов и провести дальнейшую их сертификацию на соответствие требованиям, изложенным в Технических условиях, выполнить расчёт стоимости жизненного цикла электропоездов LCC по единой утверждённой методике. Только решение в комплексе всех этих вопросов позволит сделать правильный выбор по обновлению подвижного состава для обеспечения скоростных пассажирских перевозок на украинских железных дорогах.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**



**Мямлин С.В., Жижко В.В., Бесараб Д.А., Кебал И.Ю.**  
Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта имени академика В. Лазаряна

Myamlin S.V., Zhizhko V.V., Besarab D.A., Kebal I.Yu. Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan

**Improvement of stand equipment for experimental research of rolling stock**

Annotation. The report considers the solution of the actual scientific and applied problem of creating new and modernizing existing stands for testing the rolling stock of railways and industrial transport. The developed stands allow performing an experimental evaluation of the components of the rolling stock cars taking into account national and international requirements.

Оценка соответствия деталей и узлов подвижного состава железных дорог и промышленного транспорта является неотъемлемым этапом постановки промышленной продукции на производство. Как правило, данная оценка осуществляется в рамках проведения приемочных испытаний или сертификации. Экспериментальная проверка технических характеристик объектов железнодорожного транспорта выполняется путем испытаний в реальных условиях железных дорог и на специальных испытательных стендах. Развитие парка подвижного состава и создание высокотехнологичной техники требует соответствующего совершенствования экспериментальной базы и адаптации испытательного оборудования. Поэтому совершенствование стендового оборудования для экспериментальных исследований подвижного состава представляет собой актуальную научно-прикладную задачу.

В Испытательном центре Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна на протяжении последних пятнадцати лет ведутся экспериментальные исследования подвижного состава железных дорог и промышленного транспорта. Среди объектов испытаний и локомотивы, и вагоны, и электропоезда, и специальная техника, и, конечно же, комплектующие и запасные части для подвижного состава. Накоплен значительный опыт организации и выполнения комплексных экспериментальных исследований железнодорожной техники. Испытательный центр, имея международную аккредитацию, успешно выполняет испытания для отечественных и иностранных предприятий-заказчиков. Одним из перспективных направлений деятельности Испытательного центра является разработка и изготовление стендового оборудования для собственных нужд и для предприятий. В этой деятельности центр сотрудничает с Проектно-конструкторское технологическое бюро университета. В результате разработки нового и модернизации существующего стендового оборудования создан типоразмерный ряд стендов для испытаний комплектующих деталей тележек грузовых и пассажирских вагонов, тележек дизель- и электропоездов, тележек локомотивов. Использование специализированных стендов позволит расширить спектр контролируемых параметров, которые следует измерять при добровольной или обязательной сертификации железнодорожной продукции. Подготовлены также технические средства для оценки соответствия тележек и устройств транспортных средств для интермодальных перевозок. Специально разработанные методики испытаний учитывают как требования отечественной нормативной базы, так и требования европейских стандартов.

Таким образом, разработаны технические решения по решению актуальной научно-прикладной задачи, связанной с совершенствованием стендового оборудования для экспериментальных исследований подвижного состава железных дорог и промышленного

транспорта с учетом национальных и международных требований.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА РОЛИКИ КАСЕТНОГО ПІДШИПНИКА У БУКСОВОМУ ВУЗЛІ ВІЗКА ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ**

**Мямлін С. В., Луніс О., Кирильчук О.А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна  
Литовські залізниці, Вільнюс, Литва

S. Myamlin, O. Lunys, O. Kyryl'chuk, Research of load distribution cassette roller bearings in the axle-box of freight cars.

There is considerate the solution of the contact problem of load cars axle-box cassette bearings. There is considerate finite elements model of axle-box tensely deformed state. The problem is solute by the combination of the finite elements method and the generalized power method. To due to results we can define a mechanical properties.

При проектуванні нових конструкцій рухомого складу, а особливо з підвищеною вантажопідємністю, слід звертати особливу увагу на конструкцію ходових частин. Наприклад, у вантажних вагонів з візками моделі 18-7033 навантаження передається від боковини до шийки осі колісної пари через поліуретанову прокладку, адаптер та касетний підшипник. Поверхня контакту поліуретанової прокладки та боковини має плоску форму і розповсюджується на всю прокладку. При такій схемі передачі навантаження виникає вірогідність перевантаження центрального ролика касетного підшипника.

Як відомо, величина завантаженості роликів підшипників значно впливає на їх ресурс. Надійна робота касетних підшипників забезпечується при правильному розподілі навантажень між роликами. Тобто, якщо центральний ролик сприймає навантаження, яке перевищує нормативне значення, тоді такий підшипник використає свій ресурс раніше і це, в свою чергу, призведе до його передчасної відмови та додаткових матеріальних затрат. Тому дуже важливо теоретичне дослідження розподілу контактних навантажень між роликами підшипника при проектуванні буксових вузлів.

Метою роботи є дослідження розподілу контактних навантажень між роликами верхньої робочої зони касетного підшипника у візку моделі 18-7033. Алгоритм розрахунку розподілу контактних навантажень передбачає сумісне використання метода скінченних елементів (МСЕ) та узагальненого метода сил (УМС). За допомогою програмного пакету ANSYS були побудовані три плоскі скінченно-елементні моделі, тобто три основні системи УМС. Товщина моделей складала 10 мм. Перша основна система складалась з поліуретанової прокладки, адаптера та зовнішнього кільця касетного підшипника, причому конструкція адаптера була спрощена. Друга основна система складалась з внутрішнього кільця касетного підшипника та осі колісної пари, а третя – з ролика.

За допомогою МСЕ в програмному пакеті ANSYS визначались переміщення, які відбуваються в основних системах при прикладанні одиничних сил та зовнішнього навантаження. Далі в програмному середовищі EXEL відбувалась обробка даних, отриманих при розрахунках в ANSYS, та складання матриць для УМС.

Всі операції над матрицями та векторами при виконанні розрахунків виконувались за допомогою програмного пакету MATLAB. По отриманим результатам навантаження роликів в верхній зоні підшипника була знайдена величина навантаження, яке приходить на центральний ролик та побудовано криву навантаженості роликів в

залежності від їх розміщення в верхній навантаженій зоні підшипника.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА УКРИТТЯ НА ПІВВАГОН ДЛЯ ЗАХИСТУ ВАНТАЖІВ, ЩО ТРАНСПОРТУЮТЬСЯ**

**Шатунов О. В., Кирильчук О.А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

A. Shatunov, O. Kyryl'chuk, Research and development shelter for protection for cargo gondola transported.

This paper provides a way to use wagons for transportation of goods that require protection from the effects of the external environment and precipitation. For this purpose use a removable roof. The paper describes one possible removable roof structure and the results of investigation of its strength.

На залізницях для перевезення тарно-штучних, штабельних, пакетованих і деяких сипучих (зерно) вантажів, які потребують укриття і захисту від атмосферних опадів, використовують криті вагони.

Також існують інші способи укриття вантажів при перевезенні в піввагонах: вкладиш (конверт), вагонне укриття, термоусадочні плівки якими обертають вантаж і укладають у вагон. Але останнім часом операторські компанії почали застосовувати універсальні піввагони із знімним дахом. Використання знімного даху обумовлено особливостями як ремонту, так і навантажувально – розвантажувальних операцій. На вагонобудівних заводах розробили різні варіанти конструкцій знімних дахів.

На Алтайському вагонобудівному заводі був розроблений знімний дах на заклепках для критого вагона моделі 11-280. Таке конструктивне рішення дозволяє, зрізавши заклепки зняти дах та замінити його при заводському ремонті, не пошкодивши інші елементи кузова. Такий же дах має вагон хопер моделі 19-1316. Існують також вагони з дахом, що відкривається (розкривається) або здвигається. Для ущільнення при закриванні, у з'єднаннях передбачаються гумові прокладки, дах може бути виготовлений з полімерних матеріалів, армованої тканини і металів. Прикладом таких вагонів служать: вагон – платформа моделі 13-9813 для перевезення сталі в рулонах, а також вагон моделі 11-247 з розкривним дахом. На Уралвагонзаводі розроблена конструкція піввагона зі знімним дахом на прихватах моделі 12-146. На цьому ж заводі розроблена конструкція вагона хопера для мінеральних добрив зі знімним дахом з композиційного матеріалу моделі 19-5153-01. На Крюковському вагонобудівному заводі виготовляють спеціалізований піввагон зі знімним дахом моделі 12-9765.

Метою даної роботи є дослідження та розробка нової конструкції даху для піввагонів.

В роботі наводиться спосіб використання піввагонів для перевезення вантажів, які вимагають захисту від дії зовнішнього навколишнього середовища і атмосферних опадів. Для цього пропонується використовувати знімний дах. У роботі розглянуто один з можливих варіантів знімної конструкції даху та наведено результати дослідження його міцності.

Запропонована конструкція даху може бути доповнена пристроями для закріплення (фіксації) на вагоні, трапом для ходіння по даху вагона, ручками для зручності встановлення даху на вагон, люками і дефлекторами для вентиляції повітря всередині вагона, стійками або ніжками для зберігання і складування, а також різними петлями і кронштейнами, за допомогою яких його будуть встановлювати на вагон після

завантаження вантажу і знімати перед вивантаженням. Для кріплення даху на вагоні можна використовувати талрепи, стяжні ремені та ін. Встановлювати і знімати дах можна за допомогою різних підйомно-транспортних механізмів. При цьому необхідно дотримуватися правила стропування вантажів. В цій роботі розглянуто варіант стропування даху за чотири петлі, розміщені на бічних поздовжніх балках рами даху.

В результаті розрахунку отримано поля розподілу еквівалентних напружень і деформацій по всій конструкції від дії розглянутих в роботі варіантів навантаження, що дозволяє оцінити їх рівень в будь-якому районі даху.

Запропонований дах забезпечує надійну вентиляцію внутрішнього простору вагона. Для цього на криші встановлюється дефлектор конструкції ЦАГИ, але у зменшеному вигляді 1:2,5. Як показали перші відправки арматури, на криші та верхніх шарах вантажу з'являвся конденсат. Запропонований спосіб виключає це явище.

## **ЩОДО ДЕФІЦИТУ ХОЛОДОАГЕНТУ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРЗАЛІЗНИЦІ**

**Вислогузов В. Т.** Ошибка! Закладка не определена., **Кирильчук О.А., Єпов В. П.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, Україна

V. Visloguzov, O. Kyryl'chuk, V. Epov For deficit refrigerants for air conditioning systems passenger cars enterprises of Ukrainian railways.

Due to the existing ban on most brands imported refrigerant through the restriction of quotas Montreal and Kyoto protocols that are approved for use in air conditioning systems of passenger cars there are currently prevailing difficult situation with the purchase of refrigerants.

Раніше в системах кондиціонування повітря пасажирських вагонів використовувався холодоагент R12.

За останні десятиріччя значну увагу приділяють питанням екологічної безпеки холодоагентів, пов'язаної з руйнуванням озонового шару і глобальним потіплінням клімату Землі. По ступеню озоноруйнуючої здатності холодоагенти розділюються на три групи: високої здатності, низької та озонобезпечні.

У 1987 р. був підписаний Україною Монреальський протокол, який відображає механізм регулювання виробництва і використання озоноруйнуючих холодоагентів. Згідно з цим документом виробництво холодоагентів першої групи, до яких відноситься найбільш розповсюджений на той час R12, заборонено з 1 січня 1996 р. В Україну, яка взагалі не виробляла фреонів, ввозити цей холодоагент заборонено з 1 січня 2000 р., в теперешній час запаси його закінчилися і зараз він практично не використовується.

Для холодоагентів другої групи, в яку попав розповсюджений в кондиціонерах R22, заборону на виробництво віднесено на 1 січня 2030р. Разом з цим, згідно документу 19-ї зустрічі країн-учасниць Монреальського протоколу, Україна повинна скоротити використання і споживання холодоагенту R22 до 2015 року на 90 % від рівня 1986 р., а розпорядження ЄС 2037/2000 забороняє R22, який не був у використанні, для холодильних машин з 01.01.2010 р.

Починаючи з 90 років минулого сторіччя почали інтенсивно використовуватися сумішні холодоагенти. Вони являють собою розчини в основному двох-трьох компонентів і передбачені для заміни озоннебезпечних холодоагентів, коли недоцільно чи неможливо використовувати для цього чисті (однокомпонентні) речовини.

У зв'язку з існуючою заборонаю на ввезення більшості марок холодоагентів, через

обмеження квот Монреальського та Кіотського протоколів, які дозволені для використання у системах кондиціонування повітря пасажирських вагонів, на даний час склалось скрутне становище з закупівлею холодоагентів. Причиною складного становище стало розірвання торговельних відносин між Україною та Росією.

У разі зриву постачання зазначеної продукції під загрозу стане питання забезпечення належного рівня обслуговування пасажирів під час літніх пасажирських перевезень.

Тому вітчизняні виробники пропонують Укрзалізниці нові види холодоагентів для використання в системах кондиціонування пасажирських вагонів, які раніше не використовувались в умовах залізниці. А у підприємствах Укрзалізниці зараз стає актуальним питання вибору марки холодоагента для подальшого використання.

## **КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ГРУЗОВОГО ВАГОННОГО ДЕПО НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

**Мямлин В. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта имени академика В. Лазаряна

Myamlin V. V. Concept of creation of multifunctional cargo carrier department of new generation

The concept of multi-functional car-repair depot of the new generation is presented. The main directions are indicated in the design of enterprises that require additional research

Научно-технический прогресс и рыночные отношения предъявляют повышенные требования к предприятиям вагонного хозяйства.

Существующие вагоноремонтные предприятия, имеющиеся сейчас на территории государств бывшего СССР, совершенно не отвечают требованиям эффективности и во многом проигрывают в конкурентоспособности аналогичным предприятиям передовых зарубежных государств, в частности США.

Все существующие предприятия были построены в основном в 30-50-х годах прошлого столетия по очень простой схеме, представляющей собой вагоноремонтный корпус с несколькими параллельными ремонтными путями, расположенными вдоль корпуса. Ремонт вагонов можно было осуществлять либо стационарным методом, либо с использованием «жесткой» поточной линии. Такие поточные линии имели только одну степень свободы и поэтому перемещение вагонов могло осуществляться только одновременно. К преимуществам поточных линий относится то, что каждая позиция может быть оснащена специализированным механизированным оборудованием, что позволяет улучшить качество и снизить трудоемкость ремонта.

Кроме того, с исчезновением планового хозяйства и переходу к свободному рынку, все большую актуальность приобретает вопрос, связанный со значительными колебаниями номенклатуры выпускаемой продукции. Поэтому производство должно учитывать целый ряд случайных факторов и иметь возможность оперативно на них реагировать. Таким образом, использование гибких поточных сетей, имеющих возможность быстро адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям внешней среды, веление самого времени. Жесткая специализация депо по типам ремонтируемых вагонов должна уйти в прошлое. Речь идет о создании концепции современных multifunctional вагонных предприятий, способных быстро переходить на производство разных видов работ. Необходимо переходить от экстенсивного пути

развития вагонного хозяйства (за счет увеличения количества вагоноремонтных предприятий) к интенсивному пути развития (за счет увеличения их качества).

Чтобы качественно на инженерном уровне проектировать такие предприятия необходимо, чтобы наука предварительно провела исследования, направленные на решение следующих вопросов:

- создание инновационных технологий на базе гибких поточных сетей;
- создание имитационных программ для моделирования работы ремонтных потоков с различными структурно-параметрическими характеристиками (структурно-параметрический анализ);
- большое значение имеет кастомизация – как направление повышения эффективности промышленного предприятия (от англ. «**customize**» - настраивать, изменять что-то, делая более подходящим под нужды конкретного потребителя).
- возможность совмещения в одном ремонтном потоке различных типов вагонов (полувагон, крытый, платформа) и производства разных видов ремонта (ДР, КР, КРП);
- возможность максимального совмещения в одном потоке как ремонта уже имеющихся вагонов, так и изготовления новых вагонов;
- возможность совмещения в одном потоке ремонта грузовых вагонов Украины и стран Евросоюза;
- возможность совмещения в одном потоке ремонта вагонов нормальной колеи (1520 мм) и вагонов узкоколейных горных дорог (750 мм);
- повышение уровня механизации производства до 90 %;
- повышение уровня автоматизации производства до 10 %;
- разработка инновационного оборудования для правки, транспортировки, подъёмки и кантования вагонов;
- разработка автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и производством (АСУП);
- максимальное совмещение основных и вспомогательных участков в одном корпусе;
- возможность многоярусного строительства зданий депо (1 этаж – вагоноремонтный участок, тележечный, участок ремонта колесных пар; 2 этаж – отделения ремонта крышек люков, буксовых узлов, отделение ремонта роликотопшипников, участок автосцепки, тормозного оборудования; 0 этаж – склады, вспомогательные помещения, транспортные проезды); затраты на строительство многоярусных зданий на 30 - 40 % дешевле, чем одноэтажных; эксплуатационные затраты также меньше;
- при разработке технологических процессов и проектировании предприятий надо обращать максимум внимания на научную организацию труда, на культуру производства и соблюдение условий труда рабочих (например, парк КП надо организовывать в здании или хотя бы под навесом);
- разработка систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), технологического оборудования (САПР ТО) и самих вагоноремонтных предприятий (САПР ВРП);
- разработка типовых инновационных проектов депо разных категорий (табл.):

Категория депо	Условный статус депо	Программа (приведенные вагоны)
I	Очень мелкое	1500 - 2000
II	Мелкое	3000 - 4000
III	Среднее	4000 - 6000
IV	Крупное	6000 - 8000

V	Очень крупное	8000 - 10000
VI	Крупнейшее	10000 - 12000

- исследование эффективности от закрепления за определенным депо на постоянной основе конкретных вагонов;
- исследование возможности создания на базе вагонных предприятий транспортно-экспедиторских компаний, получающих дополнительные доходы от перевозок грузов собственным подвижным составом.

Исследование предлагаемых направлений позволит найти наиболее рациональные из них, которые в дальнейшем сыграют свою роль в деле значительного повышения эффективности вагоноремонтных предприятий.

## **ГИБКАЯ ПОТОЧНАЯ СЕТЬ КАК НАИБОЛЕЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ВАГОНОВ**

**Мямлин В. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта имени академика В. Лазаряна

Myamlin V. V. Flexible stream network as most designed form of repair of wagons

Flexible flow networks have better performance and a much greater potential for further performance increases than already known production lines. Therefore, the transition to the creation of technologies based on the flow networks is a real way to improve the organization and efficiency of repairing wagons.

Научная организация труда, учитывая специфику работы на вагоноремонтных участках, предъявляет особые требования к их объемно-планировочным решениям.

В настоящее время практически единственным методом ремонта вагонов в депо продолжает оставаться стационарный метод. Но этот метод является неэффективным, так как не позволяет каждое рабочее место оснастить всем необходимым технологическим оборудованием, что негативно сказывается на росте производительности труда. Все попытки перейти на прогрессивный поточный метод организации технологического процесса ремонта вагонов в условиях существующих депо не дали такого эффекта, который был получен в отраслях машиностроения и приборостроения. Вместе с тем, надо отметить, что на сегодняшний день лучшего метода организации производства, чем поточный метод, не существует. При этом методе весь технологический процесс разбивается на ряд специализированных рабочих мест, расположенных в строгой последовательности с выполнением ремонтных работ. Именно специализация рабочих мест, каждое из которых может быть оснащено высокопроизводительным технологическим оборудованием и необходимой оснасткой, является огромным преимуществом потока. Однако обычный линейный поток хорошо подходит в основном для выпуска новых изделий, трудоемкости изготовления которых не так сильно отличаются друг от друга. В ремонтном же производстве ситуация сильно отличается от ситуации при изготовлении новых изделий.

Через определенный интервал времени, равный такту, все вагоны на поточной линии должны одновременно переместиться на одну позицию. В случае если на какой-то позиции ремонтные работы к этому времени не будут выполнены, то это отразится на работе всей поточной линии - перемещение не произойдет.

Согласно теории надежности при последовательном расположении элементов системы, в случае выхода из строя даже одного элемента (в данном случае – задержка окончания работ на одной из позиций), нарушается ритм всей поточной линии.

Если бы время окончания ремонтных работ на всех позициях поточной линии происходило бы одновременно, то такие линии могли бы успешно использоваться до сих пор. Но все дело в том, что трудоемкости ремонта вагонов слишком отличаются друг от друга, причем в разы. Так, например, трудоемкости газорезательных работ на полувагонах отличаются в 30 раз, электросварочных работ – в 5-6 раз, слесарных – в 3-4 раза. Кроме того, в несколько раз отличаются производительности самих рабочих. Один и тот же объем работ разные исполнители могут выполнить за различное время. Имеют место также отказы технологического оборудования. Все эти факторы оказывают сильное влияние на пропускную способность поточной линии.

Вместе с тем, возможности поточного метода организации производства далеко не исчерпаны. В нем заложены огромные потенциальные возможности, которые могут быть реализованы в различных иных структурных формах организации технологического процесса.

Архиважным принципом при организации технологического процесса ремонта вагонов должна стать возможность их независимого перемещения между отдельными ремонтными позициями при соблюдении условий потока.

В результате метаморфозы поточной линии она может быть представлена в виде поточной сети. В качестве структурного базового элемента вагоноремонтной поточной сети удобнее всего принять ремонтный модуль. Под ремонтным модулем будем понимать специальное место для размещения одного вагона, оснащенное необходимым технологическим оборудованием и обслуживаемое фиксированным количеством персонала. Поточная сеть состоит из специализированных ремонтных позиций, а позиции состоят из идентичных ремонтных модулей. Модули одной позиции тождественно равны между собой и поэтому являются взаимозаменяемыми. Вагоны представляют собой довольно тяжелые и громоздкие изделия и их быстрое и безопасное перемещение между модулями позиций требует решения целого ряда задач.

Поточная сеть ремонта вагонов представляет собой множество стационарных ремонтных модулей, расположенных последовательно-параллельно, связь между которыми осуществляется при помощи мобильных транспортных модулей. В результате изменения структуры потока у него появляется новое свойство, суть которого состоит в возможности перемещения вагонов с любого ремонтного модуля  $j$ -й позиции на любой ремонтный модуль  $(j+1)$ -й позиции. Планировка поточной сети выполнена таким образом, что позволяет осуществлять перемещение вагонов между любыми модулями. Таким образом, наиболее целесообразным методом ремонта подвижного состава будет являться именно поточная сеть, позволяющая осуществлять гибкие транспортные маневры. Поэтому для поточной ремонтной сети такой негативный фактор, как широкий размах трудоёмкостей выполняемых работ на вагонах, не является критическим.

Кроме того, при размещении модулей потока не просто вдоль одной линии, а целой переплетенной сетью, оснащенной транспортными модулями, появляется возможность индивидуального (независимого) перемещения каждого вагона. Таким образом, при образовании такой системы, у неё появляется очень важное новое свойство (параметр), который является дискретной величиной, показывающей, сколько имеется возможных вариантов пути перемещения вагонов между позициями при данной структуре.



Традиционные («классические») поточные линии ремонта вагонов с точки зрения системного анализа обладают невысоким уровнем системности, так как допускают существование проблемы. А проблема возникает из-за того, что перестановка вагонов, имеющих разную трудоемкость, а, следовательно, и разное время выполнения ремонтных работ на позициях, осуществляется одновременно, только в единой связке, по одному и тому же заранее известному маршруту (вдоль одной колеи), т. е. отсутствует возможность какого-либо маневра. Структурная гибкость для традиционного потока минимальна и равна единице (один единственный путь движения). Для поточной же сети структурная гибкость может составлять несколько десятков тысяч вариантов перемещения. Этот фактор благотворительно влияет на функционирование потока, так как увеличивается пропускная способность системы и сокращается продолжительность простоя вагонов в ремонте.

Таким образом, гибкие поточные сети обладают более лучшими показателями и намного бо'льшим потенциалом дальнейшего увеличения производительности, чем уже известные поточные линии. Поэтому переход к созданию технологий на основе поточных сетей - реальный путь совершенствования организации и эффективности ремонта вагонов.

### **СЕКЦІЯ 3 “НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ”**

#### **ПРИЧИНИ ПОЯВИ ДЕФЕКТУ РЕЙКИ 69.2 ТА ПРОБЛЕМИ ЙОГО ВИЯВЛЕННЯ**

**Арбузов М. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Arbuzov M. A., The cause of the rails defect 69.2 and problems of its detection.

Further development of flaw detection should be aimed at finding new methods of ultrasonic testing, the increase in incident angle of ultrasonic waves, and control methods of the areas of the edges of the foot rail.

Дефекти і пошкодження рейок та елементів стрілочних переводів позначаються комплексним буквено-цифровим кодом, що вказує елемент, в якому є дефект, вид дефекту і місце його розташування на елементі по перетину і довжині, а також причину появи і розвитку дефекту.

Дефект 69.2 згідно «Класифікації та каталогу дефектів і пошкоджень рейок» ЦП-0285 класифікується як «Корозія, підгоряння або місцевий знос підшви рейок і втомні тріщини від них». Даний дефект рейки в порівнянні з іншими складний у виявленні та по наслідках.

Сучасні технічні засоби ультразвукового контролю дефектності рейок (дефектоскопні візки УДС2-РДМ-23) достатньо розвинені: безперервна реєстрація результатів контролю у виді дефектограм ділянок колії з частотою 1 мм та супутньою інформацією про амплітудно-часові характеристики зареєстрованих сигналів кожного каналу, реєстрація поточного значення колійних координат та швидкості руху дефектоскопного візка, можливість оперативного перегляду зареєстрованих дефектограм на матричному індикаторі дефектоскопа, виведення дефектограм та супровідної інформації на персональний комп'ютер для подальшого аналізу та повторного контролю, 28 канална послідовно-паралельна система збудження та прийому ультразвукових коливань, що забезпечує виявлення в обох рейкових нитках колії різно орієнтованих дефектів.

П'єзoeлектричні перетворювачі встановлюються на голівку рейки, тому голівка рейки та шийка піддаються доскональному прозвучуванню ультразвуковими хвилями. Підшва рейки контролюється лише в зоні проекції шийки на підшву. Всі дефекти підшви, що розвиваються поза межами проекції шийки на підшву, до сьогоднішнього дня не піддаються ультразвуковому контролю.

Дефект 69.2 розвивається тривалий час. З пропущеним тонажем по колії підрейкові прокладки частково зношуються, зношуються рейки, стираються гострі ребра гранул баласту, утворюється пил, що здатен проводити електричний струм. Такий пил накопичується між підшвою рейки та підрейковою прокладкою, що сприяє затриманню вологи. Підшва рейки, перебуваючи тривалий час в перезволоженому стані, зазнає корозії та електрокорозії, що в результаті призводить до утворення каверн. Як показує аналіз слідів корозії підшви рейок в міжшпальному просторі каверни не утворюються, не утворюються каверни також і в місцях безпосереднього контакту підшви і прокладки. В результаті корозії утворюється оксид заліза  $Fe_2O_3$  та вивільняється водень  $H_2$ . Твердий метал, особливо сталь, має здатність абсорбувати молекули водню. Накопичений водень впливає на в'язкість сталі, викликаючи підвищену крихкість. В результаті дії

розтягуючих напружень в підшві рейки виникають мікротріщини, що поступово розвиваються в макротріщини. В тріщини потрапляє волога і процес корозії відбувається вже в тілі рейки розвиваючи тріщину. За рахунок напрямку дії нормальних напружень, що діють в рейках, тріщини корозійного та контактновтомленого походження мають поперечну орієнтацію до поздовжньої осі рейки.

Конструктивно підшва рейки контактує з прокладкою по всій своїй ширині. Тому дефекти у вигляді поперечних тріщин винакають як в середній частині підшви, що контролюється дефектоскопом, так і в області кромки підшви, що не піддається контролю. В результаті розвитку дефекту 69.2 нерідко трапляються поперечні злами рейки, що створює пряму загрозу безпеці руху поїздів.

За статистичними даними дефект 69.2 частіше розвивається в середній частині підшви, що можна пояснити особливістю розподілення внутрішніх напружень. Під час виготовлення рейки при її остиганні шийка та кромки підшви остигають швидше за голівку та середню частину шийки. Тому в результаті виготовлення рейки отримують внутрішні напруження: стискання – в шийці та кромках підшви, розтягання – в голівці та середній частині підшви. Саме внутрішні напруження розтягання спричиняють більшу інтенсивність абсорбції молекул водню та сприяють розкриванню мікро- та макротріщин.

Поперечні тріщини підшви рейки виявляються луна-методом з випромінюванням та послідовним сприйманням ультразвукової хвилі. Якщо кут випромінювання буде рівним нулю (перпендикулярно поверхні катання), то ультразвукові хвилі пройдуть вздовж поперечної тріщини, і дефект не виявиться. Тому випромінювання ультразвукової хвилі здійснюється під кутом. Для УДС2-РДМ-23 найбільший кут введення ультразвукової хвилі 70°. При цьому дефектоскопи здатні виявляти поперечні тріщини підшви висотою більше 10 мм.

Як показує практика злами рейок трапляються навіть при поперечних тріщинах в підшві глибиною 3...5 мм. Але їх виявити не вдається.

Таким чином, подальший розвиток дефектоскопії рейок повинен бути направлений на пошук нових методів ультразвукового контролю, на збільшення кута введення ультразвукової хвилі, та на пошук методів контролю областей кромки підшви рейки.

## **НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕПЛОВИЗНОГО ДИЗЕЛЯ**

**Капіца М. І., Черняєв Д. В., Десяк А. Є.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Kapitsa M. I., Chernyayev D.V., Desiak A. Y. Nondestructive testing technical condition of diesel engine locomotive. Reveals the experience of using monitoring system the working process diesel engine Depas 4.0 Handy by department "Locomotive" in educational and scientific research.

Локомотив, як тягова одиниця має ключове значення при виконанні поїзної та маневрової роботи. Також локомотив – досить складний технічний об'єкт і вміщує у собі електричні, гідравлічні, термодинамічні та механічні системи, що пов'язані між собою складними функціональними зв'язками. Тому підтримка справного технічного стану всіх систем локомотива в експлуатації потребує суттєвих витрат ресурсів, таких як час та гроші. Скорочення цих витрат являє собою складну інженерну задачу, яка містить в собі

безліч напрямків та методів її вирішення.

Одним з найактуальніших напрямків вирішення зазначеної задачі є неруйнівний контроль систем, агрегатів та деталей локомотива для отримання оперативної інформації про його технічний стан.

Кафедра «Локомотиви» ДНУЗТ має у своєму розпорядженні прилад системи моніторингу робочого процесу (СМРП) Depas 4.0 Handy розробки Одеського національного морського університету. Прилад дозволяє виконувати вимірювання та записування діаграми тиску у циліндрі дизеля та вібродіаграм ПНВТ і форсунки. Розрахунковий модуль системи відокремлений від вимірювального модуля та базується на ПЕОМ, що в якості результатів автоматизованого аналізу виміряних даних надає параметри: середній індикаторний тиск та індикаторну потужність; середній, мінімальний і максимальний тиск згоряння палива в циліндрі; максимальний тиск стискання в циліндрі і тиск початку загоряння палива; середню та максимальну за обраний період частоту обертання колінчатого валу двигуна; швидкість наростання тиску і ступінь його підвищення при згорянні; фази подачі палива (кут випередження і тривалість впорскування палива); фази газорозподілу (кути закриття і відкриття клапанів газорозподілу), а також деякі похідні показники.

Слід зазначити, що система не дає відповіді про причини чи характер несправності, а лише надає необхідні дані для їх визначення кваліфікованим фахівцем.

Науковці кафедри активно та успішно використовують СМРП Depas у науково-дослідній роботі при дослідженні робочих параметрів на дизельному стенді в лабораторії кафедри та у навчальному процесі при проведенні лабораторних робіт з дисципліни «Двигуни внутрішнього згоряння».

Також прилад застосовувався у науково-дослідній роботі з визначення ефективності паливних присадок, що проходила на базі локомотивного депо ТЧ-8 Дніпропетровськ. В межах цієї роботи визначались параметри робочого процесу всіх циліндрів дизеля K6S310DR та питома витрата палива при декількох режимах навантаження до застосування паливної присадки та після.

В процесі роботи над дисертаціями аспірантів кафедри проведено ряд вимірювань робочих процесів дизелів типу ПД1М, 6А-Д49 та 211Д-3А після капітального ремонту на заводах ПАО «Металлургтрансремонт».

З позитивного досвіду користування приладом Depas 4.0 Handy кафедрою «Локомотиви» можна зробити висновок, що СМРП є сучасною альтернативою застарілих систем індиціювання, а також слід відмітити експлуатаційну надійність приладу, достовірність вимірювань та зручність у користуванні.

## **ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ ВІДКРИТОГО ТИПУ ТА ПРОДОВЖЕННЯ ЇХ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ**

**Довганюк С.С., Донєв О.А., Калашник В.О., Рейдемейстер О.Г., Шикунів О.А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Dovganiuk S. S., Donev O. A., Kalashnyk V. O., Reidemeister O. G., Shykunov O. A.  
Assessment of residual life of passenger cars and the extension of its service life.

The residual resource for bodies of passenger cars with service term above assigned one is estimated and methods of bodies modernization are proposed.

Однією з найбільш гострих проблем пасажирського вагонного господарства є критичний рівень зношеності вагонного парку. Відсутність в останні десятиріччя систематичного поповнення парку пасажирських вагонів привело до його суттєвого старіння. Щорічно у зв'язку з закінченням терміну служби із інвентарного парку повинні виключатися сотні вагонів. Ця проблема призводить до необхідності пошуку шляхів продовження терміну служби вагонів.

Багаторічний досвід технічного діагностування та чисельних розрахунків з оцінкою міцності несучих конструкцій пасажирських вагонів як на Україні, так і в ближньому зарубіжжі дає можливість обґрунтування терміну продовження корисної експлуатації. При цьому, порядок та послідовність робіт з визначення залишкового ресурсу несучих конструкцій пасажирських вагонів приведені нижче.

На першому етапі проводилися: аналіз парку пасажирських вагонів відкритого типу та роками побудови, діагностування технічного стану конструкції з метою визначення геометричної і структурної механічної дефектності елементів, а також ступеню пошкодження сталі від дії експлуатаційних навантажень. Для оцінки технічного стану конструкції вагону (ступеню корозійних пошкоджень) проводилися технічний огляд та товщинометрія основних несучих елементів з складанням карт технічного діагностування. Всього було досліджено 128 вагонів 1967-78 років побудови. Для більш ретельного дослідження технічного стану вагонів вони умовно поділені по роках побудови на 3 групи: I - 1967-71 р. р., II - 1972-76 р. р., III - 1977-78 р. р.

На другому етапі виконувалися розрахунки напружено-деформованого стану несучих конструкцій вагону від навантажень, виникаючих в процесі експлуатації. Для цього були виконані розрахунки конструкції нового вагону та вагону після 28 років експлуатації (призначений термін служби) з урахуванням зменшення товщини елементів від корозійних пошкоджень. З метою оцінки міцності була розроблена скінчено-елементна модель конструкції кузова з застосуванням 3-х та 4-кутних пластин, загальна кількість яких складала 148 тисяч елементів. На підставі результатів розрахунків проводилася оцінка міцності конструкції за нормативними документами.

На третьому етапі виконувалося визначення пошкодженості кузова вагону шляхом розрахунків на втому в залежності від терміну експлуатації, призначення залишкового ресурсу. Розрахунки проводилися з врахуванням дії спектру таких динамічних навантажень: вертикальні, обумовлені коливанням кузова вагону та поздовжні. При цьому число циклів навантажень враховувало статистичний розподіл ударних та вертикальних динамічних навантажень. Для оцінки рівня втомних пошкоджень використовували лінійну гіпотезу Майснера.

На четвертому етапі проводилися дослідження впливу дефектів, виникаючих під час ремонтних робіт (наприклад підрізи) на рівень пошкодженості. Це виконувалося шляхом обчислення коефіцієнта концентрації, який залежить від ширини та глибини підрізу та введення його в тензор напружень.

На п'ятому етапі виконувалася розробка технічних рішень у випадку значного погіршення стану елементів конструкції вагонів, що були у тривалій експлуатації.

Результати діагностування показали, що вагони мали корозійні пошкодження, залишкові деформації і тріщини. Найбільш сильних корозійних пошкоджень зазнають елементи, що знаходяться у зоні дії вологи та конденсату, закритих порожнин, а саме: вертикальна і горизонтальна полиці шкворневої балки з боку фанових труб, консольна частина хребтової балки біля стоку опалювального котла, нижній пояс кузова на висоті до 800 мм від нижньої обв'язки, обшива торцевої стіни біля вугільних кишень, окремі осередки корозії полу, вертикальні опорні стійки на висоті до 300 мм від полу. Загалом корозійних пошкоджень зазнають хребтова, шкворневі, проміжні, кінцеві (буферні) балки рами, нижня обв'язка на товщину від 0,3 до 4,0 мм. У залежності від року побудови рівень

пошкоджень суттєво відрізняється. Наприклад, зменшення товщини елементів нижньої обв'язки за групами по рокам побудови: I - 4,6,..., 12,3 %, II – 9,2,..., 21,5 %, III – 13,5,..., 36 %. Такий же характер пошкоджуваності мали і інші елементи.

Залишкові деформації мали: нижня горизонтальна полиця хребтової балки на 20,..., 30 мм на довжині 100,..., 150 мм; нижня обв'язка на 50,..., 150 мм на довжині 200,..., 500 мм.

Тріщини виникали в наступних елементах: на вертикальних і горизонтальних полицях хребтової балки, в місці з'єднання нижнього підсилюючого листа з нижньою полицею хребтової балки, в місці з'єднання нижньої підсилюючої накладки з нижньою полицею хребтової балки, на нижньому горизонтальному листі шкворневої балки, в місці з'єднання верхнього листа шкворневої балки з верхньою полицею хребтової балки, в місці з'єднання нижньої обв'язки з верхньою полицею шкворневої балки, в місці з'єднання нижньої обв'язки з вертикальними стійками (обриви). Також тріщини виникали у місцях зварювальних робіт (підрізи).

Результати розрахунків на міцність показали, що напруження в елементах кузова нового вагону значно менші за допустимі (різниця не менше 22 %). Найбільші напруження виникали у консольній частині хребтової балки, шкворневій балці та нижній обв'язці і максимальні значення складали 191 МПа за I розрахунковим режимом, 120 МПа – за III режимом.

Напруження в елементах конструкції кузова вагону після вичерпання призначеного терміну служби (28 років) в основних несучих елементах близькі до допустимих і перевищували до 10% в шкворневій, поперечній балках рами та обшиві бокової стіни. Найбільші напруження локалізовані на ділянках відносно невеликої площі, що виключає можливість виникнення великих пластичних деформацій кузова. Така ситуація призведе до виникнення залишкових пружних деформацій (перехід в зону мало циклової втоми) та може негативно впливати на опір втомі конструкції, зменшуючи число циклів зміни навантажень до появи тріщини.

Найнебезпечнішими ділянками конструкції з точки зору виникнення тріщин є шкворнева балка та нижня обв'язка біля шкворневої балки. Зі зменшенням товщини несучих елементів внаслідок корозії зростає швидкість втомної пошкодженості. Наприклад для шкворневої балки ризик виникнення втомних тріщин значно зростає, якщо товщина більшості листів зменшується до 5 мм (знос 50%). Встановлено вплив матеріалу, з якого виготовлені несучі елементи конструкції (СтЗсп та 09Г2С) – по найбільш напруженим елементам різниця склала 19%.

При ремонті в конструкції кузова можуть з'являтися механічні або зварні пошкодження балок рами. Так, підріз на хребтовій балці, глибина якого дорівнює ширині, призводить до того що за рік експлуатації втрачається близько 10% ресурсу конструкції, а якщо глибина вдвічі більша за ширину, втомна тріщина з'явиться протягом декількох років.

Запропоновані способи модернізації нижньої обв'язки, шкворневих балок, стійок бокових стін, що включають в себе встановлення накладок, ребер жорсткості та заміну найбільш пошкоджених місць елементів конструкції. Визначені граничні товщини несучих елементів, за яких потрібно проводити модернізацію.

## ТЕПЛОВИЙ КОНТРОЛЬ КОВЗНОГО КОНТАКТУ «КОНТАКТНИЙ ПРОВІД – НАКЛАДКА» В УМОВАХ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ

Муха А.М., Устименко Д.В., Пуларія А.Л., Балійчук О.Ю., Шапошник В.Ю.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Mukha A., Ustymenko D., Pularija A., Baliichuk O., Shaposhnyk V. Thermal control sliding contact "contact wire - lining" in a test bench.

These osobyvosti thermal control sliding contact "contact wire - plate" in the test bench. The described method of obtaining heating curves sliding contact.

Комплексні виміри експлуатаційних параметрів ковзного контакту «контактний провід – накладка» можливо виконати на спеціалізованому дослідному стенді. Моделювання зносу контактної провідної здійснюється за допомогою диска, що обертається. При цьому диск виконується з матеріалу контактної провідної і на ньому закріплюється кільце контактної провідної. В ході експерименту до диска притискається контактна накладка. Схема стенду наведена на рис. 1.

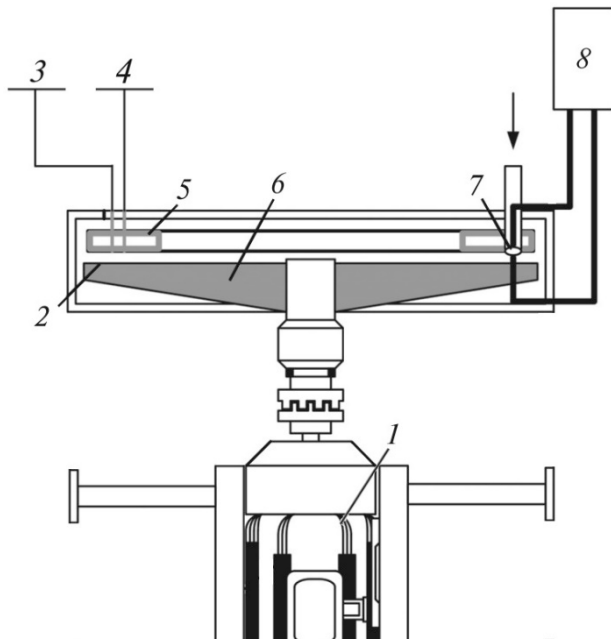


Рис. 1 – Схема стенду для дослідження зносу контактної провідної:

- 1 – електродвигун змінного струму;
- 2 – контактний дріт;
- 3 – пристрій для вимірювання температури;
- 4 – пристрій для виміру зносу;
- 5 – система охолодження;
- 6 – диск;
- 7 – контактна накладка;
- 8 – джерело струму.

пов'язаних з нагрівом об'єкту.

Тепловізор виробництва Testo модель 875-1 відноситься до вимірювальних, тобто

В ході випробувань контактний провід та накладка нагріваються, згідно з ГОСТ2584-86 «Провода контактные из меди и ее сплавов» допустима температура для контактної провідної типу МФ-100 складає 95 °С. Закономірно постає задача контролю абсолютного значення та розподілу температури усіх елементів ковзного контакту в часі.

З цією метою у складі стенду задіяно тепловізор виробництва фірми Testo (Німеччина) з програмним забезпеченням IrSoft. До технічних переваг якого можна віднести високу термочутливість 0,05 °С, поєднання фактичного і інфрачервоного зображення.

Тепловізійний контроль є одним з видів неруйнівного контролю в основі якого лежить фіксація та перетворення інфрачервоного випромінювання в видимий спектр. В умовах стендових випробувань використовується пасивний метод теплового контролю (метод власного випромінювання) це означає, що теплове поле виникає в об'єкті дослідження під час його експлуатації. Основною перевагою методу є контроль об'єкту без виводу його з експлуатації і відсутністю додаткових маніпуляцій

зданен видавати інфрачервоне зображення об'єкта, що спостерігається, а також присвоювати цифровому сигналу кожного пікселя, відповідну йому температуру. В результаті формується повна теплова карта поверхні, що контролюється рис. 2.

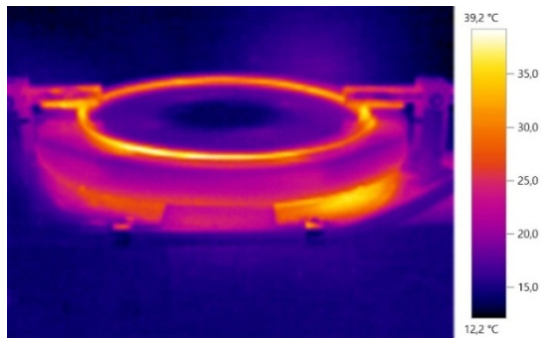


Рис. 2 – Теплограма контактного проводу та накладок при дослідженні в умовах стендових випробувань

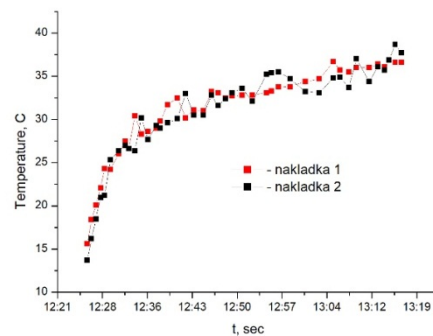


Рис. 3 – Крива нагрівання ковзного контакту «контактний провід – накладка»

Під час експерименту за допомогою тепловізора з заданою періодичністю фіксуються теплограми об'єкту, проаналізувавши які будують криві нагрівання елементів ковзного контакту рис. 3.

Переваги теплового контролю при формуванні кривих нагрівання є:

- дистанційність;
- висока швидкість обробки інформації;
- багатопараметричний характер випробувань;
- висока продукт

## ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЛУВАГОНА МОДЕЛИ 12-757 ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ

Пулария А. Л., Будний В. Н.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В.Лазаряна  
Украина

Pulariia A., Budniy V. Damages of the gondola car model 12-757 detected during technical diagnostics. The technical condition of gondola cars of model 12-757 is considered after the end of the normative service life.

Полувагоны на железных дорогах нашей страны являются самым востребованным типом вагонов. Особенность их конструктивного исполнения и технические характеристики продиктованы как потребностью промышленных предприятий, так и возможностями железных дорог. Данный тип вагонов предназначен для перевозки широкой номенклатуры грузов, не требующих защиты от внешней среды.

На украинских железных дорогах эксплуатируются широкий спектр моделей полувагонов постройки различных вагоностроительных заводов. Рассмотрев результаты технического диагностирования различных моделей полувагонов на территории нашей страны установлено, что наиболее серьезные повреждения в процессе эксплуатации получает полувагон модели 12-757. Модель выпускалась с 1987г. по 1998г.,



грузоподъемность 69т., тара 25т., осевая нагрузка 23,5т., объем кузова 85м<sup>3</sup>. Конструкция полувагона обеспечивает возможность использования его в сообщении со странами ОСЖД с колеей 1435 мм. Нормативный срок службы полувагона 22 года.

При проведении работ по поэтапному продлению срока службы вагонов этой модели был выявлен ряд повреждений присущих как всем моделям, так и модели 12-757 в частности. Данные повреждения возникают постепенно в следствии воздействия ряда внешних факторов. Это и погрузочно – разгрузочные операции (особенно с помощью грейферов), и соударения при маневровой работе, и коррозионные воздействия внешней среды и груза.

Основные (наиболее значимые) повреждения полувагонов модели 12-757 выявленные в процессе технического диагностирования:

- обрыв шкворневых и промежуточных балок от хребтовой балки и нижней обвязки;
- повышенный коррозионный износ нижней обвязки;
- массовая сквозная коррозия двутавра хребтовой балки;
- сквозная коррозия нижнего пояса обшивки.

Проанализировав результаты первого этапа продления выявлено, что от общего количества осмотренных вагонов:

- ~ 30% подлежали исключению из инвентарного парка;
- ~ 50% имели обрывы промежуточных и шкворневых балок;
- ~ 70% имеют коррозионный износ нижней обвязки до 50% от толщины профиля.

Установлено, что из общего количества полувагонов модели 12-757, подлежащих эксплуатации свыше нормативного срока службы около 80% вагонам назначался капитальный ремонт, что увеличивало в конечном счете себестоимость перевозок.

В свете этого особое внимание при ремонте вагонов данной модели следует уделять качеству ремонта, совершенствованию комплекса мероприятий по поддержанию в работоспособном состоянии и безопасной эксплуатации данных полувагонов свыше нормативного срока эксплуатации.

## **КОРРОЗИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ОТКРЫТОГО ТИПА**

**Пулария А.Л., Донеv А.А., Хоменко И.Ю., Пономаренко Л.В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В.Лазаряна  
Украина

Pulariya A., Doniev A., Khomenko I., Ponomarenko L. Corrosion damage of open passenger cars. Features of corrosion damages of passenger cars of open type detected during technical diagnostics are considered.

В процессе технического диагностирования пассажирских вагонов открытого типа (плацкартных) постройки Калининского (ныне Тверского) вагоностроительного завода специалистами ОНИЛ «Вагоны» выявляются повреждения различного характера – трещины, деформации, дефекты сварных швов, коррозионные повреждения.

Коррозионные повреждения вызваны особенностями эксплуатации (воздействием влаги, температуры, вибрации, электрических полей и т.д.), а также качеством антикоррозионного покрытия. Стоит отметить, что повреждения коррозионного характера встречаются без исключения на всех вагонах и имеют определенные места локализации.

Наиболее подвержены коррозии консольные части вагонов в зонах расположения фановых (сливных) труб туалетов. Наибольшую опасность среди коррозионных повреждений, в этих местах, являются повреждения рамы вагона и рам тележек.

Следует учитывать, что коррозионные повреждения несущих конструкций вагона приводят к ослаблению их сечений и, как следствие, к уменьшению прочностных характеристик. Так, часто встречающиеся, коррозионные повреждения вертикальных листов шкворневой балки, при отсутствии своевременного ремонта, часто приводят к деформациям и сквозным коррозионным повреждениям.

Локальным коррозионным повреждениям подвержены вертикальные листы швеллеров хребтовой балки (у основания – над нижней полкой). Специалисты нашего университета провели комплекс испытаний по данной проблеме, включающий в себя металлографические исследования металла в зоне интенсивного коррозионного воздействия, а также ударные ресурсные испытания.

Значительные коррозионные повреждения получает также пол вагона. Под фановой трубой коррозионному воздействию подвержены боковая продольная, продольная вспомогательная, поперечная и концевая укороченная балки рамы тележки.

Перечисленные выше повреждения вызваны агрессивным воздействием веществ, попадающих из сливных труб туалетов, и недостаточной антикоррозионной обработкой металла. Одним из положительных результатов борьбы с этим явлением является удлинение фановых труб до нижнего уровня рамы тележки так, чтобы основная часть веществ удалялась за пределы элементов несущих конструкций. Более радикальной и действенной мерой является установка вакуумных туалетов.

Коррозионным повреждениям, хоть и в меньшей степени, подвергается также верхний лист шкворневой балки, расположенный под котлом отопления. Причиной тому стали частые утечки воды в местах соединений котла и труб отопления. По причине утечек воды в туалетах значительному коррозионному воздействию подвергаются листы пола, расположенные под ними.

Особо стоит отметить подверженность коррозионным повреждениям Z-та нижней обвязки в консольных частях вагонов в зоне туалетов и со стороны котла отопления. Причиной тому являются также утечки воды и неудовлетворительный отвод конденсата.

Конденсат является также причиной интенсивной коррозии промежуточных стоек каркаса боковой стены, которые подвергаются у основания (в месте их соединения с Z-том нижней обвязки) сквозному коррозионному повреждению и, в последствии, к обрыву. Данное повреждение приводит к изменению напряженно деформированного состояния кузова вагона из-за перераспределения нагружения. В последствии, сочетаясь с рядом других неблагоприятных факторов (механические и коррозионные повреждения несущих конструкций, сверхнормативные нагружения и т.д.), это может привести к возникновению повреждений, требующих списания вагонов.

И все же агрессивное коррозионное воздействие внешней среды в различных проявлениях (будь то утечка воды, конденсат или слив из фановых труб) можно значительно уменьшить путем качественной антикоррозионной обработки. Примером тому могут служить кузова вагонов и рамы тележек, построенные в бывших ГДР и ПНР, отслужившие свой нормативный срок службы с минимальными коррозионными повреждениями.

## **ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ТЕПЛОВИТРАТ ПАСАЖИРСЬКОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ШЛЯХОМ ТЕПЛОВОГО СКАНУВАННЯ**

**Пуларія А.Л., Донєв О.А., Терещак Ю. В., Хоменко І.Ю**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Pulariya A., Doniev A., Tereshchak Yu., Khomenko I. Heat scanning as a method of the heat losses places determining in the passenger rolling stock

New method of the passenger rolling stock diagnostic Heat scanning is becoming more and more popular. This method allows to decrease passenger car heat losses by the accurate heat losses places determining.

Енергетична складова становить значну частину вартості пасажирських перевезень і має тенденцію до зростання. Саме тому так важливо дбайливо ставитися до збереження енергоресурсів, в тому числі і при опаленні/кондиціонуванні пасажирських вагонів.

Як відомо пасажирські вагони мають теплоізоляцію, що сприяє підтримці необхідної температури всередині вагона та заощадженню енергоресурсів на обігрів та охолодження.

Обов'язковій перевірці якості ізоляції (визначення коефіцієнта теплопередачі кузова) підлягають усі нові вагони, а також вагони після проведення капітально-відновлювального ремонту.

Випробування полягає в тому, що за допомогою електронагрівачів здійснюється нагрівання повітря всередині вагона. Це забезпечує певний перепад між температурами всередині і ззовні вагона протягом достатньо тривалого часу, щоб процес наблизився до стаціонарного (перестав бути перехідним). За наявності апаратури, що вимірює потужність електронагрівачів та різницю температур, визначається коефіцієнт теплопередачі кузова пасажирського вагона. Вимірюючи кількість електроенергії витраченої на забезпечення такого перепаду можна оцінити якість теплового огороження кузова вагона.

Такий спосіб вимірювання є достатньо точним, але не дає можливості визначити місця, в яких теплоізоляція пошкоджена або неефективна. Тому для вагонів, що знаходяться в експлуатації, більш ефективною є перевірка теплотехнічних якостей кузова за допомогою теплового сканування.

В даний час актуальним питанням стала перевірка теплотехнічних властивостей пасажирських вагонів, а саме: знаходження місць найбільшої втрати тепла (холоду). Такі випробування проводяться лише декілька років, але попит на них постійно зростає.

Випробування включають в себе проведення сканування тепловитрат кузова за допомогою спеціального обладнання: тепловізора, обробка результатів теплового діагностування та аналіз результатів.

Результатом проведення теплового сканування є отримання реальної картини стану теплоізоляції кузова кожного пасажирського вагона та розробка рекомендацій щодо усунення виявлених недоліків під час проведення ремонтних робіт.

Перевагою такого методу визначення пошкоджень теплоізоляції є також те, що усунення пошкоджень не потребує повного розбирання внутрішньої обшив, що заощаджує час та кошти.

Існує можливість суттєво прискорити процес відновлення теплоізоляційних властивостей кузова за рахунок використання сучасних теплоізоляційних матеріалів та технологій їх монтажу.

## **ПРО РЕЗУЛЬТАТИ РОБІТ ВИКОНАНИХ У ДНУЗТІ З ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ОДИНИЦЬ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ.**

**Горобець В.Л., Бондарєв О.М.**

Дніпропетровський університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна.

The report presents the results of extending the service life of railcar rolling stock and locomotives of production of enterprises of the former USSR

Оцінці ресурсу несучих конструкцій рухомого складу та продовженню терміну їх служби в Дніпропетровську передували роботи, які проводилися під науковим керівництвом В.А. Лазаряна починаючи з кінця 60 - їх років минулого сторіччя. З 1973 року за завданням МШС СРСР науковцями ДНУЗТа починають розроблятися методики проведення прискорених ресурсних випробувань рефрижераторного та й іншого рухомого складу. В 1980 році були визначені характеристики, що дозволили розробити міру навантаженості устаткування та елементів кузова рефрижераторного вагона, що дозволило прогнозувати терміни їх служби та прогнозувати залишковий ресурс при модернізації вагонів. Результатом цього етапу роботи з'явилася розроблена методика проведення ударних випробувань вагонів.

Напередодні поділу СРСР на ряд незалежних держав, Україні в спадщину передається великий парк електропоїздів серії ЕР1, ЕР2, електровозів ВЛ18, ВЛ60. Серед зазначених серій присутній рухомий склад випуску 1956 року, для якого призначений термін експлуатації на той час ставив: 28 років для вагонів електропоїздів та 30 років для електровозів. У зв'язку зі складеними обставинами в локомотивному господарстві України, гострим виявилось питання продовження призначеного терміну служби моторвагонного й тягового рухомого складу. До вирішення цього досить важливого завдання за замовленнями Укрзалізниці фахівці ГНДЛ ДМРС ЦНУЗТа приступають в 1996 році.

Для вирішення питань продовження призначеного терміну служби одиниць рухомого складу було розроблено: методику виконання циклу робіт із продовження терміну експлуатації; програму проведення динамічних ходових, динамічних міцносних випробувань з визначення рівнів навантажень і напружень, які формуються в найбільш навантажених перерізах основних несучих конструкцій рам візків і рам кузовів; методику проведення вібраційних стендових ресурсних випробувань конструкцій рам візків або ж фрагментів несучих конструкцій рам візків і рам кузовів; пакети прикладних програм з обробці результатів вимірів зареєстрованих процесів проведених експериментальних випробувань.

При неможливості проведення вібраційних стендових випробувань конструкції, фахівці ДНУЗТу обмежувалися проведенням випробувань на витривалість зразків, виготовлених з елементів відповідних конструкцій. При цьому проводилося випробування встановленої кількості зразків з певними значеннями навантажень і частоти їхньої зміни.

У тих випадках, коли відсутня можливість виготовлення зразків для проведення випробувань (немає в запасі відповідних конструкцій), але при цьому необхідно розглянути питання оцінки залишкового ресурсу, доцільно скористатися методикою «слабкого елемента». У цьому випадку виникає необхідність відшукування слабкого елемента. Слабкий елемент може бути визначений, як проведенням теоретичних розрахунків оцінки міцності елементів конструкції, так і аналізом стану конструкцій. В

особливих ситуаціях появи тріщин в елементах конструкцій і за умови, що вони вчасно виявляються фахівцями експлуатації, надається можливість оцінити еквівалентну навантаженість і далі, з використанням розрахункових співвідношень оцінювати ресурс і вирішити питання продовження терміну служби.

Розглянуті підходи й методики були використані при проведенні комплексу робіт, пов'язаних з підготовкою матеріалів для прийняття рішень з продовження терміну служби моторвагонного рухомого складу серій (EP1, EP2, EP2P, EP2T, EP9M, EP9E, EP9T, Д1, ДР1А) а також локомотивів серій (ВЛ60К, ЧС2, ЧС4, ВЛ8, 2ТЕ10, ТЕМ2, ТГМ4, ТГМ6) виготовленими в часи існування СРСР.

## **ЗАДАЧИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НЕДОСТУПНЫХ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**Малайчук В.П.<sup>1</sup>, Гусарова И.А.<sup>2</sup>, Кудреватых А.Т.<sup>1</sup>, Куинн Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

<sup>2</sup>КБ «Южное» имени М.К.Янгеля

Malaychuk V.P., Gusarova I.A., Kudrevatykh A.T., Quinn N.A. Tasks of nondestructive testing of technical objects that are inaccessible to visual observation

To solve the problem of the non-destructive testing of the technical objects that are inaccessible to visual observation, it is proposed to use a statistical analysis of the luminance histogram of the digital image based on the Otsu's method.

Информация о состоянии визуально ненаблюдаемых объектов содержится в измерениях яркости их цифровых изображений. Измерения представляют собой матрицу целочисленных случайных величин  $x(i,j)$  от 0 до 255 единиц яркости (от черного до белого), где  $(i,j)$  – координаты измерения. Визуального рассмотрения цифровых изображений недостаточно для принятия решений при контроле технических объектов. Рассматривается задача обработки матриц измерений яркости при контроле и наблюдении за состоянием поверхности технических объектов путем исследования гистограмм измерений матрицы, ее строк и столбцов как моделей вероятностного распределения яркости цифровых изображений.

Гистограммы содержат информацию об изменениях яркости на отдельных участках (текстурах) цифрового изображения и гипотеза об их наличии проверяется методом Нобуюки Оцу путем оценки порогового значения яркости, разделяющих их измерения на два класса. Критерий Оцу – это минимум взвешенной суммы дисперсии измерений яркости двух классов, что эквивалентно максимуму их межклассовой дисперсии. Путем обработки экспериментальной гистограммы цифрового изображения исследуется функциональная зависимость межклассовой дисперсии от величины порога и находится значение яркости, при котором имеет место максимум межклассовой дисперсии. Его оценка – это оптимальный порог, разделяющий измерения яркости на два класса. После оценки порогового значения матрица яркостей преобразуется в бинарную, выделяется текстура, оцениваются координаты ее расположения на цифровом изображении, ее размеры, площадь, среднее значение яркости и по этим оценкам готовятся данные для принятия решения о состоянии контролируемых технических объектов, недоступных для визуального наблюдения.

## **ПОСЛЕДНИЕ РАЗРАБОТКИ ИЭС ИМ. Е.О.ПАТОНА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**Глуховский В.Ю., Троицкий В.А., Бородай О.С.**

ИЭС им. Е.О.Патона НАНУ

Украина

Glukhovskiy V., Troitskiy V., Boroday O., E.O.Paton EWI ASU. The E.O.Paton EWI recent developments in NDT field

This article deals with new technologies and equipment developed by specialists of the non-destructive testing department of the Electric Welding Institute in the field of radiation testing, magnetic testing and infrared thermography. Non-film X-ray testing and solid-state converters in radiation monitoring, a new type magnetizing devices on permanent magnets for magnetic testing, infrared defect measurement complex for infrared thermography testing. The advantages of these technologies and equipment are shown in comparison with those already used in practice.

Технология радиационного контроля без промежуточных носителей информации (пленок, запоминающих пластин) именуемая Флэш-радиография, обеспечивает получение рентгеновского изображения внутренней структуры объекта в электронном виде в реальном времени непосредственно во время просвечивания объекта. Это рентгентелевидение, в том числе портативное. Для этого используются твердотельные, флюороскопические и электронно-оптические преобразователи различных размеров и рассчитанных на разные энергии излучения.

При флэш-радиографии происходит «мгновенное» преобразование проникающего излучения в цифровое изображение, которое может быть сохранено, обработано или распечатано на бумажном носителе.

В системах флэш-радиографии применяются твердотельные преобразователи, высокочувствительные цифровые камеры, эффективные рентгеновские экраны. Такие мобильные рентгентелевизионные системы весом до 15 кг с размером рабочего поля 120÷200 мм, обеспечивают чувствительность контроля до 1%, что соизмеримо с чувствительностью рентгеновских пленок и имеют разрешающую способность до 5 пар лин/мм. По стоимости, производительности новая технология на порядок эффективнее пленочной радиографии.

Цифровая обработка радиационных изображений применяемая для флэш-радиографии, может быть использована и для традиционных рентгеновских пленок. Разработана концепция модульного построения цифровых систем радиационного контроля, обеспечивающая возможность выбора заказчиком цифровых ресурсов, необходимых для расшифровки изображений радиационного контроля в каждом конкретном случае. В предлагаемой модульной системе могут использоваться различные типы радиационных детекторов (рентгеновская пленка, рентгентелевизионные камеры, матричные преобразователи и т.п.).

Технология подвижного локального намагничивания дала толчок более широкому применению магнитопорошковой дефектоскопии, обеспечила переход от традиционных способов однонаправленного намагничивания к разнонаправленному, т.е. к активному поиску дефектов. В ИЭС им. Е.О. Патона впервые разработаны портативные средства для локального намагничивания, что позволяет находить трещины и зоны повышенного (усталостного) нагружения. Выпущена серия таких намагничивающих устройств (НУ) для разных геометрических форм контролируемых объектов с широкими функциональными возможностями. За счет возвратно-поступательных движений этих устройств повышается

выявляемость трещин. После обнаружения скоплений магнитного порошка выполняется оценка индикации в режиме повышенной тангенциальной составляющей магнитного поля.

Для магнитопорошкового контроля объектов со сложной геометрией поверхности используются сменные полюсные наконечники. Особенно эффективен этот контроль крупногабаритных изделий, например, тележек, ободов колес и др. элементов железнодорожного транспорта, при контроле качества протяженных объектов больших площадей, например, днища резервуаров, листовых конструкций, патрубков нефте-, газопроводов и т.п. Предложенную нами технологию высоко оценили японские и американские специалисты.

На сегодняшний день тепловые методы контроля, в частности тепловизионный контроль, термография широко используются для дистанционной диагностики различных объектов, как промышленных, так и гражданских. Обнаружение аномалий температурного поля на поверхности контролируемого объекта является основной задачей теплового контроля, при этом производится количественная оценка выявленных дефектов.

Специалистами отдела неразрушающего контроля института электросварки разработан комплекс тепловизионной дефектометрии, позволяющий проводить не только количественную оценку выявленных дефектов, но и качественную, оценивать геометрические параметры дефектов.

Комплекс состоит из измерительного, тепловизионного блоков, а также блоков пространственной ориентации и цифровой компьютерной обработки полученных результатов.

Комплекс прост в эксплуатации, может использоваться в атомной, металлургической, химической и нефтехимической, нефтегазодобывающей промышленности, для объектов газотранспортных систем, электрооборудования, промышленных и гражданских сооружений и др..

### **ОПЫТ ННЦ ХФТИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА ЭНЕРГБЛОКАХ АТОМНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.**

**Ожигов Л.С.**  
ННЦ ХФТИ  
Украина

Стратегическим направлением в атомной и тепловой энергетике Украины является продление сроков эксплуатации действующих энергоблоков с неременным обоснованием и обеспечением их безопасности. Решающее значение при этом имеют результаты контроля металла основного оборудования и трубопроводов, причем не только на основании нормативных методов диагностики и контроля, но и с использованием современных методик.

В ННЦ ХФТИ разработана методика, заключающаяся в снятии тонких срезов металла с поверхности действующего оборудования и трубопроводов и последующем контроле полученных образцов традиционными разрушающими методами. Методика совмещает в себе элементы неразрушающего контроля по отношению к оборудованию и трубопроводам и методы разрушающего контроля в отношении исследуемого металла. По этой методике исследованы свойства металла главного циркуляционного трубопровода после 100 и 200 тысяч часов эксплуатации на Южно-Украинской АЭС, Запорожской АЭС

и Ривненской АЭС. Результаты исследований показали, что механические свойства металла после длительной эксплуатации удовлетворяют требованиям нормативной документации, но имеется тенденция к снижению ударной вязкости, пластичности и структурным изменениям.

Теплоэнергетика Украины насчитывает 104 энергоблока электрической мощностью свыше 100 МВт. Блоки были введены в эксплуатацию в 60–80-е годы прошлого века. Продление их эксплуатации основано на данных неразрушающего контроля свойств металла основного оборудования. Проблема состоит в том, что действующие методы неразрушающего контроля не обеспечивают определение свойств металла крупногабаритного оборудования с развитой системой сварных соединений, именно на которых, как показывают неоднократные инциденты, берут начало процессы разрушения. Так, в 2014 г. произошло разрушение барабана котла на Старобешевской ТЭС при гидравлических испытаниях, перед которыми барабан прошел проверку на соответствие свойств металла требованиям нормативной документации.

Цель данной работы – определить на основе комплексных материаловедческих исследований причины разрушения барабана на Старобешевской ТЭС, а также оценить возможности существующих методов неразрушающего контроля для полной диагностики металла барабанов тепловых электростанций.

Исследованиям был подвергнут металл барабанов двух котлов типа ТП-100 Старобешевской ТЭС и Луганской ТЭС. Котлы изготовлены на Таганрогском заводе в 1961 г. Размеры барабанов: внутренний диаметр 1800 мм, длина 21000 мм, толщина стенки обечайки 93 мм, материал – сталь 16ГНМ. Рабочие параметры: давление – 155 кГ/см<sup>2</sup>, температура – 343°C. Барабаны изготовлены из стали 16ГНМ. Условия их эксплуатации приблизительно одинаковы. Барабан на Старобешевской ТЭС разрушился при гидравлических испытаниях, на Луганской ТЭС эксплуатация барабана продолжается. Нарботка котла Старобешевской ТЭС на момент разрушения барабана – 282 092 ч, количество пусков-остановов – 1830. Нарботка котла Луганской ТЭС на момент вырезки «пробки» для контроля металла 317 243 ч, количество пусков-остановов – 1620.

Следует отметить, что по результатам технического диагностирования и расчетов на прочность, состояние обоих барабанов удовлетворяло требованиям нормативных документов. Объектами исследований являлись фрагменты обечайки барабана, разрушившегося на 5-м энергоблоке Старобешевской ТЭС, и «пробка» диаметром 90 мм, вырезанная из обечайки барабана Луганской ТЭС (блок №9) при плановом контроле.

Основной объем исследований выполнили с помощью методов металлографии и сканирующей электронной микроскопии. Были также проведены механические испытания образцов металла обоих барабанов и измерено содержание водорода в образцах. Материаловедческим исследованиям предшествовал контроль металла фрагментов барабана методом магнитной памяти.

Известно, что в металле барабанов котлов высокого давления в процессе длительной эксплуатации накапливаются различного рода структурные дефекты, которые приводят к снижению запаса пластичности и появлению трещин в зонах концентрации напряжений. Методом магнитной памяти было обнаружено, что зона концентрации напряжений в металле фрагмента разрушившегося барабана Старобешевской ТЭС расположена в районе ввода опускной трубы и крепления арматуры. Здесь же была обнаружена структура типа «видманштетта». Такая структура могла образоваться в процессе эксплуатации или ремонта барабана.

Результаты настоящей работы подтверждают, что из существующих способов неразрушающего контроля приемлемым может оказаться метод магнитной памяти металла (МПМ). Этот метод дает возможность проконтролировать металл без подготовки поверхности.



В ННЦ ХФТИ накоплен опыт по применению при контроле труб и сварных соединений метода магнитной памяти металла (МПМ). Этот метод можно применить для сплошного контроля трубопроводов из низколегированной стали на энергоблоках АЭС и ТЭС.

С целью выявления возможностей метода МПМ для контроля трубопроводов на АЭС и ТЭС проведены исследования коррозионных дефектов в трубопроводе из стали марки Ст20 методом магнитной памяти, с помощью металлографии и электронной микроскопии установлен характер дефектов, рассмотрены также причины и механизм их образования.

Неразрушающий контроль, основанный на применении метода магнитной памяти металла, способен обнаружить коррозионные повреждения. При этом по магнитограммам можно определить наличие коррозионных каналов между включениями в металле. Уже на современной стадии приборного и программного обеспечения этим методом можно осуществить с достаточной производительностью неразрушающий контроль 100% трубопровода; что дает основания рекомендовать метод МПМ для включения в регламент контроля трубопроводов на АЭС и ТЭС в период планово-предупредительных ремонтов. Таким контролем можно определять дефекты перед их раскрытием и образованием протечек. В перспективе этот метод может быть внедрен для контроля и отбраковки труб перед монтажом трубопроводов.

### **ЗАДАЧИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НЕДОСТУПНЫХ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**Малайчук В.П.<sup>1</sup>, Гусарова И.А.<sup>2</sup>, Кудреватых А.Т.<sup>1</sup>, Куинн Н.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

<sup>2</sup>КБ «Южное» имени М.К.Янгеля

Malaychuk V.P., Gusarova I.A., Kudrevatykh A.T., Quinn N.A. Tasks of nondestructive testing of technical objects that are inaccessible to visual observation

To solve the problem of the non-destructive testing of the technical objects that are inaccessible to visual observation, it is proposed to use a statistical analysis of the luminance histogram of the digital image based on the Otsu's method.

Информация о состоянии визуально ненаблюдаемых объектов содержится в измерениях яркости их цифровых изображений. Измерения представляют собой матрицу целочисленных случайных величин  $x(i,j)$  от 0 до 255 единиц яркости (от черного до белого), где  $(i,j)$  – координаты измерения. Визуального рассмотрения цифровых изображений недостаточно для принятия решений при контроле технических объектов. Рассматривается задача обработки матриц измерений яркости при контроле и наблюдении за состоянием поверхности технических объектов путем исследования гистограмм измерений матрицы, ее строк и столбцов как моделей вероятностного распределения яркости цифровых изображений.

Гистограммы содержат информацию об изменениях яркости на отдельных участках (текстурах) цифрового изображения и гипотеза об их наличии проверяется методом Нобуюки Оцу путем оценки порогового значения яркости, разделяющих их измерения на два класса. Критерий Оцу – это минимум взвешенной суммы дисперсии измерений яркости двух классов, что эквивалентно максимуму их межклассовой дисперсии. Путем обработки экспериментальной гистограммы цифрового изображения исследуется функциональная зависимость межклассовой дисперсии от величины порога и

находится значение яркости, при котором имеет место максимум межклассовой дисперсии. Его оценка – это оптимальный порог, разделяющий измерения яркости на два класса. После оценки порогового значения матрица яркостей преобразуется в бинарную, выделяется текстура, оцениваются координаты ее расположения на цифровом изображении, ее размеры, площадь, среднее значение яркости и по этим оценкам готовятся данные для принятия решения о состоянии контролируемых технических объектов, недоступных для визуального наблюдения.

## **РАНГОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗМЕРЕНИЙ В ЗАДАЧАХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Астахов Д.С.**

Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

D.S. Astakhov Rank processing of measurements in problems of ultrasonic non-destructive testing of linearly extended objects

The method of detecting abnormal sections in linearly extended objects by using ultrasonic testing was researched. The method is based on the ranked analysis of the measurements.

В задачах неразрушающего контроля линейно-протяженных объектов измерения на бездефектных участках представляют собой выборки случайных величин с законом распределения вероятностей приближенным к экспоненциальному. Эти выборки искажены контактной помехой и измерительным электронным шумом. На дефектных (аномальных) участках статистические характеристики принимаемых сигналов, как правило, изменяются.

Задача обнаружения аномального участка может быть решена путем фильтрации выборки измерений  $x(k)$ , используя динамический метод оценки среднего значения  $\langle x(k) \rangle$  в пределах подвижного окна. Такая фильтрация используется для обнаружения и оценки скачкообразного измерения математического ожидания выборок случайных величин. Однако, недостатком этой фильтрации является инерционность фильтра.

Для устранения инерционности фильтра предлагается сравнивать не статистические характеристики не самих измерений, а статистические характеристики рангов этих измерений. Если исследуемая выборка  $x(k)$  стационарна в широком смысле (неизменны закон распределения и его параметры), то последовательность рангов – это целочисленные многомерные дискретные случайные величины. Чтобы их использовать в задачах контроля и наблюдения, необходимо сначала изучить статистические закономерности теоретических рангов  $R(k)$ , сравнить их с экспериментальными рангами  $R^*(k)$ , учитывая, что они целочисленно зависят от размеров выборки. Появление аномальных участков приводит к нарушению стационарности и, как следствие, к изменению статистических закономерностей рангов.

Разработана математическая модель измерений, алгоритмы ее формирования и проведения, обработка модельных измерений, подготовка данных для анализа. В вычислительном эксперименте было проведено исследование статистических закономерностей ранжированных случайных величин и эффективности обнаружения аномальных участков на выборках с экспоненциальным и нормальным законами распределения (их длительности и интенсивности), используя ранги случайных величин в пределах подвижного окна в качестве их весовых коэффициентов. Проверка

работоспособности разработанной математической модели была проверена на реальных измерениях ультразвуковых сигналов. Использование ранговой обработки ультразвуковых сигналов в додетекторном тракте позволяет надежней обнаруживать аномальные участки, т.к. сигналы от аномальных участков можно обнаруживать при отсутствии опорной выборки. А для обнаружения можно использовать отличия в корреляционных свойствах сигнала и помехи по временным или пространственным координатам.

При исследовании статистических характеристик рангов исходная выборка разбивалась на целое число равных окон. Ширина окна выбиралась исходя из ожидаемой длительности принимаемого сигнала. Для вычисления рангов в качестве опорных выборок использовались как подвижные, так и неподвижные окна взятые из исследуемой выборки измерений. Также окна выбирались постоянными и меняющимися, т.е. предыдущее окно являлось опорным для следующего.

Результат вычислительного эксперимента показал, что наилучшее обнаружение аномальных участков достигается при исследовании рангов соседних окон - опорного предыдущего с последующим исследуемым окном.

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И РЕМОНТА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРОИЗВОДСТВА ГП «КОЛОРАН»**

**Казакевич М.Л., Лапшин В.Г., Казакевич В.М.**

Государственное предприятие по контролю локализации и ремонту дефектов "КОЛОРАН" ИФХ им. Л.В.Писаржевского НАНУ является старейшим профильным украинским предприятием, специализирующимся на выпуске материалов для неразрушающего контроля. Предприятие было организовано в 1986 году на базе опытного производства ИФХ им. Л.В.Писаржевского НАНУ с целью разработки дефектоскопических материалов на основе безвредных для человеческого организма соединений.

В результате был разработан набор «ИФХ-КОЛОР 4» включенный в УНИФИЦИРОВАННУЮ МЕТОДИКУ КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПОЛУФАБРИКАТОВ), СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АЭУ, КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ ПНАЭ Г-7-018-89. «ИФХ-КОЛОР 4» создан на основе водорастворимого пенетранта ЦЖ позволяющего выявлять дефекты от 1 мкм. Эта разработка позволила создать целый спектр проникающих жидкостей на водной, спиртовой, масляной основе позволяющих выявлять поверхностные дефекты в немагнитных материалах. Так же созданы наборы для работы при повышенной температуре (до 1400 С). Так же было освоено производство люминесцентных материалов ЛЖ-6А и ЛЖ-6Ам. Все эти материалы широко применяются на атомных станциях, самолеторемонтостроительных и самолеторемонтных предприятиях, арматурных заводах и в других отраслях.

Параллельно с материалами для капиллярного контроля разрабатывались и производились средства для магнитопорошкового метода. Это стандартные образцы предприятия, намагничивающие устройства МАГЕКС. Отдельным этапом для ГП «КОЛОРАН» стало освоение производства магнитопорошковых материалов серии «ДИАГМА». Технология производства материалов «ДИАГМА» разработана в Украине. Материалы «ДИАГМА» включены в Руководящий документ РД 32.159—2000, МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

ДЕТАЛЕЙ ВАГОНОВ благодаря чему объемы потребления их РЖД измеряются тоннами. ГП «КОЛОРАН» на своих мощностях производит весь спектр материалов «ДИАГМА» включая люминисцентные. Так же в ГП «КОЛОРАН» ведутся работы по усовершенствованию существующей линейки силами первоначальных разработчиков этого магнитопорошкового материала. Совместно с ИФХ им. Л.В.Писаржевского НАНУ ведется разработка нового индикаторного материала – магнитной жидкости на основе магнитных частиц размером 5-20 нм.

Третьим направлением производства материалов для вагоноремонтных и тепловозоремонтных депо являются герметики Унигерм 8 и Анатерм 1У. Производимые из высококачественного зарубежного сырья герметики ГП «КОЛОРАН» смело конкурируют с любыми зарубежными и охотно покупаются украинскими ремонтниками.

Перспективы применения отечественных материалов для неразрушающего контроля и ремонта на железнодорожном транспорте очевидны. Поддержка отечественного производителя дополняется большей сопротивляемостью инфляции в сравнении с фирмами-импортерами иностранной продукции, отсутствием задержек связанных с таможенной и иностранным трансфером а так же возможностью напрямую иметь контакт с разработчиками что позволяет реализовывать гибкие решения любых производственных задач.

## **НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЇХ ПЕРЕДЧАСНОГО РУЙНУВАННЯ**

**Коваленко В.В., Горобець В.Л., Заяць Ю.Л.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. ак. В.Лазаряна, м. Дніпро

Щорічно в Україні та країнах ближнього зарубіжжя все частіше спостерігаються випадки масових руйнувань залізобетонних шпал. Строки їх експлуатації скорочуються з 5 років в 2010 році до 3 років в 2015 році в Україні і до одного року експлуатації до масового руйнування в республіці Казахстан.

Рухомий склад залізниць зношений на близько 80 % також потребує досліджень для попередження передчасних руйнувань, викликаних корозійними факторами, або внаслідок застосування матеріалів, які не відповідають конструкторській документації.

Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту регулярно проводяться розслідування причин передчасних руйнувань залізобетонних шпал, пожегарів на електровозах, руйнування несучих конструкцій та обшивки пасажирських та вантажних вагонів.

Усі випадки передчасних масових руйнувань залізобетонних шпал в Україні, та, виходячи з аналізу макроструктурних характеристик зруйнованих шпал, в Республіці Казахстан у першу чергу викликано структурними перетвореннями в бетоні в процесі експлуатації шпал. Такі перетворення викликано багатьма причинами і найбільш дієвою з них є причина наявності в бетоні хімічних елементів, які активізують та прискорюють означені процеси. Такими елементами у всіх розслідуваних випадках передчасних масових руйнувань був хлор, який мігруючи між фазовими модифікаціями цементного каменя, прискорює процеси структурних перетворень, що викликають в наслідок різниці в питомих об'ємах різних модифікацій, міжфазове розтріскування – корозію цементного каменя. Крім цього в бетоні проходили лужно-кремнієвокислі реакції, які сприяли втраті

адгезії цементного каменя до пісочних часток, так як більшість досліджуваних пісків родовищ, які належать Українським залізним дорогам неможна застосовувати у виробництві залізобетонних шпал в наслідок підвищеної кількості аморфного кремнезему. А цемент, який нині застосовується при виробництві шпал, внаслідок якості застосованих сировинних матеріалів, має підвищений вміст лужних металів з коефіцієнтом приведеної лужності більшим ніж 0,6 %.

Таким чином, маючи на увазі такі факти, можна оперативно аналізуючи хімічний склад портативним рентгенівським аналізатором виявити надмірну концентрацію найбільш активного елементу та спрогнозувати строк експлуатації бетонного або залізобетонного виробу. Детальне дослідження структурного стану бетону також оперативно на відколах бетону в області розташування цементного каменя на глибині близько 5 мм можна робити за допомогою растрового електронного мікроскопу, де виявляти як морфологічні ознаки, так і хімічний склад цементного каменя. Загальний час на попереднє дослідження бетону портативним рентгенівським спектрометром складає хвилини. Великі масиви бетону на гідротехнічних спорудах досліджуються пропорційно часу доставки дослідника на заздалегідь визначені ділянки. Там же і можуть бути відібрані відколи бетону на більш детального аналізу, який проводиться протягом години, або більше, в залежності від кількості зразків. Загальний час на проведення досліджень не перевищує час робочого дня, а тому таке дослідження можна назвати експрес-методикою та в комплексі з застосуванням портативних приладів для виявлення міцності бетону можна застосовувати для оперативного аналізу якості будівництва різних об'єктів, та залізобетонних шпал.

Наступним прикладом застосування методики експрес-аналізу є виявлення причин виникнення серії пожеж на електровозах протягом останніх декількох років.

Пожежі виникали внаслідок застосування неякісних матеріалів, або матеріалів, які не відповідають конструкторській документації. Вартість деталей з цих матеріалів не перевищувала тридцяти гривень, але вони виявилися визначальними в відпрацюванні експлуатаційного ресурсу потужних вантажних електровозів, вартість яких перевищувала десятки мільйонів гривень.

Неметалеві включення у найбільш навантаженій області деталей тягових електродвигунів діють як концентратори напружень та сприяють підвищенню втомлюваності металу, зниженню експлуатаційного ресурсу та раптовим руйнуванням, які спричиняють аварійні ситуації на залізниці.

Таким чином, своєчасний контроль хімічного складу та забрудненості металу неметалевими включеннями на глибині до 50 мкм в відповідальних елементах конструкцій рухомого складу дозволяє попередити випадки передчасних руйнувань, які спричиняють сходи поїздів, аварії та пожежі.

Для підвищення безпеки руху на залізниці, що залежить від якості відповідальних деталей та оперативній оцінці якості матеріалів будівельних об'єктів та залізобетонних шпал, неякісний стан яких сприяє зниженню швидкості поїздів, Дніпропетровський національний університет пропонує застосування експрес методик оцінки якості матеріалів відповідальних деталей рухомого складу та будівельних інфраструктурних об'єктів та залізничних шпал.

## **СЕКЦІЯ 4 «ДИНАМІКА РУХОМОГО СКЛАДУ ТА БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ»**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНИКІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ**

**Валігура М. Я.**

Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Україна

Оновлення гальмових систем українських пасажирських вагонів шляхом заміни повітророзподільників (ПР) № 292 на № 242 (системи ВАТ «МТЗ-Трансмаш», РФ) проводиться повільно, оскільки потребує досить суттєвих капіталовкладень. Таким чином, неминуче, на залізницях України в експлуатації у складі пасажирських поїздів тривалий час буде зберігатись знаходження двох типів вагонів: одні з яких обладнані ПР № 292, а інші - ПР № 242. У системі поїздів міжнародного сполучення в сумісній експлуатації, окрім названих ПР системи МТЗ, будуть наявні також і ПР системи КЕс (Кнор-Бремзе, Німеччина).

Лабораторією гальм ДЕТУТ виконано роботу щодо пошуку оптимальних умов та режимів сумісної експлуатації вагонів з ПР № 242, № 292 і КЕс у складі одного поїзда. У результаті, переважно на підставі стендових випробувань, було надано відповідні рекомендації, серед яких - проведення дослідної сумісної експлуатації трьох названих різнотипних ПР у складі пасажирського поїзда протягом щонайменше 9-ти місяців. Цей термін необхідний для накопичення достатньої статистики взаємодії ПР, причому важливо охопити і літню спеку, і зимові морози. Однак, за браком коштів подібна пропозиція була відхилена. Слід відмітити, що інженерна практика вже виявила процедуру введення в експлуатацію об'єктів нової техніки. За цією процедурою важливим етапом є дослідження їх функціонування в звичайних умовах експлуатації. Нехтування таким етапом в подальшому призводить до відмов, як це, наприклад, спостерігалось із поїздами «Хюндай».

В умовах недостатнього фінансування для часткового зменшення вартості експлуатаційних досліджень можна застосувати більш дешеві комп'ютерні експерименти методами математичного моделювання. В ході таких експериментів можна буде виявити найскладніші умови та режими сумісної експлуатації ПР, а потім, в умовах скороченої дослідної експлуатації, перевірити лише знайдені «вузькі місця». При цьому питання адекватності математичної моделі та її вірогідності виходять на перше місце.

Вивчення фахової літератури виявило відсутність на даний час математичної моделі ПР системи КЕс. Таким чином, створення математичної моделі газодинамічних процесів ПР системи КЕс є актуальним завданням і в технічному, і в економічному сенсі. Для «створення» цієї математичної моделі передбачено застосувати можливості створеного в лабораторії гальм ДЕТУТ відповідного стенда (пат. України № 57332).

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ РУХУ НА СХІД ВАГОНІВ ЗА НАЯВНОСТІ ПЕРЕКОСУ РЕЙКОВИХ НИТОК**

**Кузишин А.Я.<sup>1</sup>, Батіг А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Центр професійного розвитку персоналу регіональної філії «Львівська залізниця», Львівський НДІ судових експертиз (за сумісництвом); <sup>2</sup>Львівський НДІ судових експертиз

## Україна

Kuzyshyn A. Ya., Batih A. V. Influence research of train movement speed on car derailment in the presence of railway line oblique. The article is aimed to construct the graphs of speed range change at which the necessary and sufficient condition of wheel rolling onto the rail head is implemented on the basis of generally accepted methodologies of wheelset unloading calculation. There were determined the speed ranges, at which the rolling stock derailment may occur if there is a railway line oblique of certain value.

Як зазначається в [1] перекося рейкових ниток є джерелами вимушених коливань надресорної будови транспортного екіпажу, що зрештою призводять до виникнення динамічних навантажень на елементи конструкції рухомого складу і залізничної колії. Якщо динамічне навантаження виявляється менше ніж статичне, то відбувається розвантаження досліджуваного елемента, а якщо більше – відбувається перевантаження цього елемента.

Для визначення величини динамічних навантажень на вагонні осі та поверхності рейкових ниток використовується система диференціальних рівнянь, яка описує рух надресорної частини рухомого складу на ділянці колії з перекосом під дією прикладених до неї сил. При цьому слід зазначити, що надресорна частина рухомого складу здійснює складний рух, який складається із поступального руху разом із центром мас і сферичного руху навколо центру мас.

При русі екіпажу по плавним синхронним нерівностям домінуючий вплив на розвантаження колеса здійснюють підстрибування і галопування, а при русі по плавним несинхронним нерівностям – бокове хитання в сукупності з боковим виносом кузова.

Слід особливо відмітити, що боковий винос кузова, як правило, виникає в результаті впливаючого руху візків у прямолінійній ділянці колії [2]. При вписуванні ж візків в криволінійні ділянки колії впливання практично відсутнє. Отже, визначення розвантаження (перевантаження) коліс при русі екіпажу по несинхронним нерівностям в криволінійній ділянці колії доцільно проводити з використанням диференціального рівняння, що описує лише бокове хитання.

Для вкочування гребеня колеса на головку рейки потрібне виконання двох умов: необхідної та достатньої.

Навантаження на колесо, при якому розпочинається процес вкочування, відповідно [1] визначається за виразом:

$$P_1^* = \frac{Cb_2 + Y_p r - Gl}{b_1 + b_2}, \quad (1)$$

де  $C = (P_1 + P_2)$  – статичне навантаження на вісь колісної пари;  $b_2$  – відстань від точки прикладання сили  $P_2$  до середнього кола кочення другого колеса;  $r$  – радіус колеса;  $G$  – вага колісної пари;  $2l$  – відстань між колами кочення коліс;  $b_1$  – відстань від точки прикладання сили  $P_1$  до середнього кола кочення другого колеса;  $Y_p$  – рамна сила.

В процесі руху по нерівностях колії навантаження  $P_1$  і  $P_2$  змінюються від деякого мінімального (при розвантаженні) до деякого максимального (при перевантаженні) значення. При цьому, якщо навантаження  $P_1$ , що діє на набігаюче на рейку колесо, досягає мінімального значення  $P_{1\min}$ , то навантаження  $P_2$ , яке діє на друге колесо, в той же час досягає максимального значення  $P_{2\max}$ .

Виконання необхідної умови вкочування ще не свідчить про факт сходження рухомого

складу. При цьому колісна пара може почати рух в зворотньому напрямку не вкотившись на поверхню кочення рейки. Тому необхідно перевірити виконання достатньої умови вкочування гребеня колеса колісної пари на головку рейки.

Детальний порядок перевірки достатньої умови вкочування колеса на головку рейки наведений у роботі [1].

Розрахунок проведено для критого чотирьохвісного вагона з незношеними ходовими частинами, який рухається по кривій ділянці колії з наявними перекосами.

На основі проведених розрахунків було отримано наступні результати: побудовані графіки зміни діапазону швидкостей, при яких виконується необхідна та достатня умова вкочування колеса на головку рейки; отримано значення швидкості, при якій відбувається найбільше розвантаження колеса вагона у кривій ділянці колії з наявним перекосом; встановлено мінімальне значення висоти перекоосу, при якому зміна швидкості руху поїзда не призведе до виконання необхідної та достатньої умови вкочування колеса на головку рейки; побудовано узагальнений графік для перевірки умов сходу рухомого складу з рейок.

Напрямами подальших досліджень є встановлення впливу швидкості руху поїзда на виконання умов вкочування колеса вагону на головку рейки в кривій ділянці колії за наявності плавних синхронних нерівностей.

Список використаних джерел

1. Сокол, Э.Н. Сходы с рельсов и столкновения подвижного состава (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). – Киев: Транспорт України, 2004. – 368 с.
2. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагона. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРУЖНО-РУХОМОЇ МОДЕЛІ НАСИПНОГО ВАНТАЖУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЙОГО ТИСКУ НА СТІНКИ ВАГОНУ**

**Даценко В.М.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В.Лазаряна  
Україна

Datsenko V.N., Application of an elastic-mobile model of bulk-break cargo when determining its pressure on the walls of the car.

The movement of bulk-break cargo in freight cars during longitudinal collisions of rolling stock is considered. The cargo is modelled as a discrete medium, in which the contact interaction between the particles of the bulk mass is accounted for.

В механіці сипучих середовищ при розрахунку основ і фундаментів споруд, підпирних стінок, визначенні тиску сипучих вантажів на днище і стінки ємностей застосовується теорія граничної рівноваги сипучих тіл.

Ця теорія дозволяє визначати так званий активний тиск сипучого тіла в момент переходу всієї системи від покою до руху, коли, наприклад, підпирна стіна під тиском маси ґрунту починає відсуватися. Необхідно зазначити, що активний тиск сипучого тіла значно менший за той, що має місце в стані пружної статичної або динамічної рівноваги.

Рішення задач пружної рівноваги сипучого тіла неможливе без розгляду його деформацій та переміщень, тобто без завдання того чи іншого закону пружності. Існують різні підходи щодо визначення напружено-деформованого стану сипучого тіла. В більшості з них, як і в теорії пружності, приймається за основу гіпотеза про суцільність



матеріалу. Останнім часом значного розвитку отримала дискретна модель сипучого середовища. В такій моделі передбачається врахування контактної взаємодії між частками (гранулами) сипучого масиву. Для спрощення розрахунків гранули приймаються у формі кульок в просторовій задачі або ж у формі дисків при її плоскій постановці.

Можна показати, що в стійкому пружному стані найбільш вірогідним число контактів однієї кульки з іншими буде дорівнювати восьми у разі вирішення задачі в тримірному просторі. При плоскій деформації з великою ймовірністю можна приймати, що кожен диск має контакти з чотирма сусідніми дисками. Між гранулами в точках контактів діють нормальні та дотичні напруження, які в пружному стані можна приймати пропорційними деформаціям в зоні контакту.

Для визначення напружено-деформованого стану насипного тіла в ємності та його тиску на стінки за рахунок розпору була створена скінченно-елементна модель, в якій насипний вантаж представлено як систему, що складається з шарнірно з'єднаних між собою дисків. Розрахунок проводився з використанням програмного комплексу MathCad. Була утворена матриця жорсткості з урахуванням граничних умов в області контакту насипного вантажу з днищем та стінками ємності.

Навантаження на сипуче тіло задавалось у вигляді зосереджених сил на диски. В такому разі в системі канонічних рівнянь методу скінчених елементів значна частина вільних членів буде мати нульове значення, що дозволяє зменшити порядок системи. Можливість зниження кількості рівнянь особливо важлива в задачах динаміки при дослідженні коливальних та ударних навантажень. Таким чином у якості невідомих в канонічних рівняннях розглядалися тільки лінійні переміщення, після визначення яких знаходились повороти дисків.

В результаті розрахунку отримані внутрішні зусилля в сипучому тілі, а також величина його тиску на днище та стінки ємності. Розрахунок проводився як при статичному навантаженні силами власної ваги так і при дії ударних сил.

## **ПОСТРОЕНИЕ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СО СТОРОНЫ ПУТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

**Лапина Л. Г.**

Институт технической механики НАНУ и ГКАУ  
Україна

Lapina L. G. Construction of polyharmonic model of disturbing influences of track for studying dynamics of freight cars. To compute the predicted dynamic qualities of the freight cars, a polyharmonic model of input disturbance components is proposed. The parameters of this model are determined from the results of an amplitude-frequency analysis of real irregularities of a railway track. Using a gondola car as an example, it is shown that the proposed model is available as to the close agreement of the computations and experiments.

Одним из подходов к заданию внешних возмущений, поступающих на колеса рельсового экипажа и вызывающих его пространственные колебания, является построение математических моделей неровностей железнодорожного пути. Такие модели представляют собой набор составляющих, описывающих воздействия на экипаж со стороны пути в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При формировании этих составляющих естественно опираться на информацию о реальных неровностях пути. Исходным материалом для проведения исследований в данной работе послужили записи

просадок и положения по направлению в плане рельсовых нитей, зарегистрированные вагоном-путеизмерителем при плановой проверке состояния магистрального пути на участках Приднепровской железной дороги. Критерием приемлемости построенных моделей является близость значений показателей динамических качеств вагонов, полученных при расчетах с использованием данных моделей и в эксперименте.

В качестве составляющих возмущения выбраны следующие процессы:

- симметричная вертикальная неровность, вычисленная как полусумма записей просадок правой и левой рельсовых нитей, преобразованных с учетом передаточной функции измерительной системы;

- кососимметричная вертикальная неровность, вычисленная как полуразность преобразованных записей просадок;

- горизонтальная неровность, приведенная к оси пути, вычисленная как полусумма преобразованных записей горизонтальных отклонений рельса под правым и левым колесами;

- изменение полуширины колеи, вычисленное как полуразность преобразованных записей горизонтальных отклонений рельса.

Выполнен спектральный анализ указанных составляющих возмущения для различных участков пути. Результаты этого анализа показали, что, несмотря на то, что неровности железнодорожного пути вызваны различными по природе и характеру факторами и носят случайный характер, в спектрах каждой из составляющих, соответствующих различным участкам пути, присутствуют одинаковые или достаточно близкие длины неровностей, которые можно считать характерными.

Составляющие возмущения, используемого при проведении расчетов, предлагается сформировать в виде линейных комбинаций гармонических компонент, в качестве значений параметров которых задаются оценки характерных длин неровностей и соответствующие им амплитуды.

С использованием построенной модели составляющих возмущения проведены расчеты по определению оценок нормируемых показателей динамических качеств стандартного полувагона при его движении с различными скоростями по прямым участкам пути. Сравнение полученных результатов расчетов с экспериментальными данными показало их достаточную близость между собой, что означает приемлемость предложенной полигармонической модели возмущений для прогнозирования динамических качеств вагонов.

## **ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАНИЙ РЕЛЬСОВЫХ ЭКИПАЖЕЙ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ**

**Бурчак Г. П., Савоськин А. Н., Акишин А. А.**

Московский государственный университет путей сообщения  
Императора Николая II (МИИТ)  
Российская Федерация

В рессорном подвешивании рельсовых экипажей имеется ряд элементов с нелинейными характеристиками и при исследовании колебаний рельсовых экипажей необходимо учитывать нелинейность характеристик рессорного подвешивания и особенности колебаний, свойственные нелинейным системам с такими характеристикам. Поскольку амплитуды вынужденных колебаний нелинейных систем, в частности, неоднозначно зависят от частоты и амплитуды возмущения, то рассматриваемые случайные колебания будут нестационарными. Следовательно, для определения

вероятностных характеристик таких нестационарных колебаний необходимо выполнять усреднение по множеству реализаций случайного процесса колебаний [2, 3]. Для получения такого множества выполнялась генерация на ЭВМ множества реализаций процессов возмущения по алгоритму, предложенному в [1 и 2]. Обычно при исследовании колебаний таких систем задаются возмущением в виде одного случайного процесса геометрической неровности рельсов и нелинейные эффекты не выявляются.

Для принятых значений  $f_n = 0,1 \div 0,2$  Гц и  $f_v = 10$  Гц,  $t_p = 50 \div 100$  с,  $T = 0,01$  с и число точек  $N = 2500 \div 10000$ . Поскольку для спектрального анализа случайных процессов использовался алгоритм быстрого преобразования Фурье, то для его реализации необходимо, чтобы число точек реализации составляло  $N = 2^n$ . Полученному диапазону  $N$  соответствует число точек  $N = 2^{12} = 4096$ , что при шаге дискретизации  $T = 0,0093$  с даёт длительность реализации  $t_p = 38,1$  с. Программирование задачи расчёта случайных колебаний вагона было выполнено в пакете Матлаб – Симулинк, в котором наибольший шаг интегрирования составляет  $0,0031$  с, поэтому число точек реализации длиной  $t_p = 38,1$  с оказалось равным  $N_p = 12288$ . Этим также определяется выбор величины  $T = 0,0093$  с, что соответствует утроенному шагу интегрирования.

Для каждой скорости движения генерировалось  $N = 4096$  реализаций четырёхмерного случайного процесса возмущения по  $N_p = 12288$  точек в каждой реализации. Таким образом, общее количество точек во всех реализациях одной неровности составило  $50331648$  и в каждой точке решалась система нелинейных дифференциальных уравнений, описывающая колебания экипажа. Для выполнения вероятностного анализа случайных процессов колебаний обобщённых координат  $q(t_1)$  необходимо предварительно матрицу результатов расчёта привести к квадратному виду. Поскольку количество значений в каждой реализации было принято равным  $N_p = 12288$ , а количество реализаций было равно  $N = 4096$ , то из полученных значений  $q(t_1)$  считывалось каждое третье и шаг дискретизации по  $t_1$  составил  $\Delta t_1 = 3T = 0,0093$  с. На второй оси номер реализации  $0, 1, 2, \dots, n, \dots, N_p$  был заменён на время  $t_2 = n\Delta t_2$ . Шаг дискретизации  $\Delta t_2$  также был принят равным  $\Delta t_2 = 3T = 0,0093$  с. Тогда размер полной матрицы значений  $y_k(t_1, t_2)$  составил  $4096 \times 4096$  или по времени  $t_1 \times t_2 = 38,1 \times 38,1$  с.

По этой матрице был выполнен вероятностный анализ нестационарных случайных процессов колебаний обобщённых координат с определением двумерных плотностей вероятностей, по которым вычислялись корреляционные функции  $R_q(t_1, t_2)$  и уже по ним спектральные плотности  $G_q(f_1, f_2)$ . При этом двумерные плотности вероятностей оказались гауссовскими. Функции  $R_q(t_1, t_2)$  – трёхмерными поверхностями, симметричную относительно диагональной плоскости, имеющими вид суммы затухающих косинусов, причём её отрицательные амплитуды существенно меньше положительных. В начале координат значение  $R_q(0, 0)$  равно дисперсии. Например для колебаний отбоя кузова величина дисперсии составила  $S_q^2(0, 0) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ . Сечение поверхности  $R_q(t_1, t_2)$  диагональной плоскостью показывает, что ординаты  $R_q(t = t_1 = t_2)$

убывают практически по наклонной прямой и к концу реализации величина дисперсии колебаний относ. кузова составила  $S_y^2(8c) \approx 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ , т. е. уменьшилась на 10%, что подтверждает гипотезу о нестационарности случайных процессов  $q(t_1, t_2)$  нелинейной системы.

Спектральные плотности  $G_y(f_1, f_2)$  также оказались трёхмерными; они содержат ряд максимумов (рис. 1). Наибольшие максимумы лежат в диагональной плоскости и приходятся на основные частоты, соответствующие максимумам спектральной плотности линеаризованной системы. Боковые максимумы приходятся на частоты в 2, 3, .. раз превышающих частоты основных максимумов, что свидетельствует о возникновении суб-(ультра) гармонических колебаний, свойственных нелинейным системам.

Таким образом, методика исследования случайных колебаний рельсовых экипажей с нелинейными характеристиками рессорного подвешивания должна быть основана на выполнении процедур усреднения по множеству реализаций колебаний обобщённых координат.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Савоськин А. Н., Акишин А. А. The generation of multidimensional stochastic process of perturbation in the problems of railways rolling stock dynamics. Computer Modeling and Simulation. Труды международной научно-технической конференции, 2-4 июля 2014 года. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 135-141с.
2. Савоськин А. Н., Ромен Ю. С., Акишин А. А. Моделирование многомерного случайного возмущения в задачах динамики рельсовых экипажей. Транспорт Российской Федерации №3 (58), 2015г. Г. Санкт – Петербург. 31 – 37с.
3. Савоськин А. Н., Акишин А. А. Выбор параметров горизонтальных связей рессорного подвешивания моторного вагона на четырёх одноосных тележках в высокоскоростном электропоезде. Транспорт Российской Федерации №3 (58), 2015г. Г. Санкт – Петербург. 10 – 13с.

### ГЕНЕРИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНОГО МНОГОМЕРНОГО ПРОЦЕССА ВОЗМУЩЕНИЯ, ВЫЗЫВАЮЩЕГО КОЛЕБАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКИПАЖ – ПУТЬ

**Савоськин А. Н.<sup>1</sup>, Акишин А. А.<sup>1</sup>, Ромен Ю. С.<sup>2</sup>**

Московский государственный университет путей сообщения  
Императора Николая II (МИИТ)<sup>1</sup>, АО «Научно-исследовательский институт  
железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ») <sup>2</sup>  
Российская Федерация

Вероятностный анализ записей четырёхмерного случайного процесса в виде вертикальных и горизонтальных неровностей левого и правого рельсов, выполненных ВНИИЖТом позволил найти авто и взаимные корреляционные функции этих неровностей, а также их спектральные и взаимные спектральные плотности [1]. Эти реализации состояли из  $N=5400$  значений неровности с шагом  $\Delta x=0,185\text{ м}$  и длиной  $L_p=999\text{ м}$ . Такой объём выборки позволил получить достаточно достоверные оценки корреляционных функций и спектральных плотностей.

Аппроксимация корреляционных функций была выполнена аналитическим выражением

$$R_{iusl}(n_{iusl}^* \Delta x) = S_{iusl}^2 \sum_k a_{kiusl}^2 \exp \left[ -(\alpha_{kiusl})^2 (n_{iusl}^* \Delta x)^2 \right] \cos(\beta_{kiusl} n_{iusl}^* \Delta x), \quad (1)$$

где  $\Delta x$  – шаг по координате;  $n_{iusl}^* = n - n_{ciusl}$  – приведенный номер шага по координате;  $n_{ciusl} \Delta x = x_c$  [м] – сдвиг максимума взаимной корреляционной функции относительно начала координат;  $|n|=0, 1, 2, \dots, 0,25 N_p$  – номер шага по координате;  $N_p$  – число точек реализации случайного процесса;  $a_{kiusl}^2$  – доля дисперсии  $S_{iusl}^2$  случайного процесса, приходящаяся на  $k$  – тую составляющую корреляционной функции ( $k=1, 2, \dots$ ), причём  $\sum_k a_{kiusl}^2 = 1$ ;  $\beta_{kiusl}$  [м<sup>-1</sup>] и  $\alpha_{kiusl}$  [м<sup>-1</sup>] – частота максимума и относительный коэффициент затухания  $k$  –той составляющей  $R_{iusl}(\tau)$ .

Для решения задач динамики подвижного состава железных дорог необходимо выполнять генерацию многомерного случайного процесса возмущения  $\|\eta(x = vt)\|$  по известным его характеристикам – матрице авто- и взаимных корреляционных функций или матрице спектральных и взаимных спектральных плотностей.

С этой целью обычно используют формирующий механизм [2], состоящий из  $m$  некоррелированных генераторов белого шума ( $\Gamma\text{Ш}_1 \div \Gamma\text{Ш}_m$ ) и из  $0,5m(m+1)$  линейных устойчивых минимальнофазовых цифровых фильтров (нерекурсивных или рекурсивных) с дискретными передаточными функциями  $\|W_{iu}(z)\|$ , получаемыми на основе факторизации известного соотношения между спектральными плотностями входных и выходных процессов. Однако при синтезе таких фильтров приходится вводить ряд упрощений, приводящих к появлению значительных систематических погрешностей.

Для исключения таких погрешностей предложено выполнить обратное дискретное преобразование Лапласа для  $\|W_{iu}(z)\|$  и перейти к матрице импульсных характеристик  $\|k_{iu}(n\Delta x)\|$ , по которым с помощью интеграла свёртки можно получить искомый многомерный случайный процесс [3]. Формула для  $\|k_{iu}(n\Delta x)\|$ , соответствующая выражению (1) получена в виде:

$$k_{iusl}\{n_{iusl}^* \Delta x\} = S_{iusl} \sum_k \left\{ \exp \left[ -(\alpha_{kiusl} \Delta x)^2 \right] \right\}^{(n_{iusl}^*) \Delta x} \cos \left[ \beta_{kiusl} (n_{iusl}^* + 1) \Delta x \right]. \quad (2)$$

Выполненная по этой методике генерация многомерного случайного процесса возмущения показала удовлетворительную сходимость вероятностных характеристик сгенерированных и исходных процессов.

При движении рельсового экипажа его колебания происходят в определённом частотном диапазоне  $f_n < f < f_b$ , где  $f_n$  и  $f_b$  – низшая и высшая возможные частоты колебаний системы. Этот диапазон частот изменяется со скоростью движения и

$$f_n = \frac{v}{L_b} < \frac{v}{x} < f_b = \frac{v}{L_n}, \quad \text{где } L_n \text{ и } L_b \text{ – низшая и высшая величины длин волн}$$

неровностей, определяющие необходимый диапазон слагаемых  $L_{kiusl}$  корреляционной

функции неровностей. Наименьшая длина реализации процесса возмущения  $L_p = vt_p$  для скорости 150м/с, необходимая для наименьшей исследуемой частоты процесса  $f_n = 0,2\text{Гц}$ , составляет 7500м. Записи случайных процессов возмущения такой протяженности должны удовлетворять условиям стационарности, которые выполнить на пути такой протяженности практически невозможно.

Поэтому для получения достаточно продолжительной реализации была восьмикратно повторена исходная запись многомерного процесса возмущения, причём каждый раз изменялось её направление для исключения дополнительных погрешностей. Таким образом, общая длина реализации составит  $L_{\text{роб}} = 8L_p$   $L_p = 7992\text{м}$  с шагом дискретизации  $\Delta x = 0,185\text{м}$  и общим числом замеров  $N_{\text{об}} = 43200$ . Для такой реализации получено 18 слагаемых [4] выражения (1) с длинами волн от  $L_n = 750\text{м}$  до  $L_b = 6,25\text{м}$ , что даёт возможность выполнять решение задач динамики рельсовых экипажей при скоростях движения до 150м/с в диапазоне частот от 0,2 до 10Гц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Савоськин А. Н., Ромен Ю. С., Акишин А. А., Характеристики возмущений, вызывающих колебания рельсовых экипажей. // Вестник ВНИИЖТа – 2013. – №6.
2. Матыаш И., Шильханек Я. Генератор случайных процессов с заданной матрицей спектральных плотностей. // Автоматика и телемеханика. – 1960. – №1.
3. Савоськин А. Н., Акишин А. А. The generation of multidimensional stochastic process of perturbation in the problems of railways rolling stock dynamics. Computer Modeling and Simulation. Труды международной научно-технической конференции, 2-4 июля 2014 года. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 135-141с.
4. Савоськин А. Н., Ромен Ю. С., Акишин А. А. Моделирование многомерного случайного возмущения в задачах динамики рельсовых экипажей. Транспорт Российской Федерации №3 (58), 2015г. Г. Санкт – Петербург. 31 – 37с.

#### ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕДІНКИ КОЛІСНОЇ ПАРИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ЗАЛІЗНИЧНИМИ РЕЙКАМИ

**Ільман В. М., Самойлов С. П.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Ilman V.M., Samoylov S.P. Peculiarities of wheel pair behavior in interaction with railway rails. This article offers the methods of the start points of contact during wheel set-rails family interaction. The states of wheel set are investigated, the types off possible specific wheel set states, turning-over of rolling stock elements and their derailment are determined.

Доцільність якісних досліджень вирішення граничних задач, як параметричних сімейств безперечно тому, що з'ясування та поняття якісних сторін задач може бути набагато ціннішим, ніж їх кількісні результати так, як дозволяють виявити нові явища, котрі в багатьох випадках слугують поштовхом для подальших досліджень.

В основі наших досліджень лежать елементи теорії особливостей диференційованих

відображень (див. роб. Арнольда В. І. та інших дослідників). Теорія особливостей і її застосування – дивне і різноманітне творення і одній особі складно охопити більше ніж невеликий його шматок. Надіємося на те, що результати нашої роботи дозволять знайти часткові ділянки застосування цієї теорії в механізмі взаємодії конструктивних тіл.

Розглянемо спочатку задачу конструювання твердих тіл, які взаємодіють з іншими двома конструктивними твердими тілами. Конструювання тіл виконуються в предметній конструктивній структурі ПКС (див. роб. Ільмана В.М., Шинкаренко В.І.). Носій ПКС структури утворений кінцевими наборами неперервних функцій, на яких формуються конструкції тіл. В залежності від опуклості форм конструкцій задача взаємодії тіл може бути внутрішньою або зовнішньою. Так, якщо опукле вгору тіло спирається на два опуклих вгору тіла, тоді маємо внутрішню взаємодію тіл. Можливі і інші взаємодії тіл.

Задачі взаємодії тіл відносяться до класу складних задач, достатньо звернути увагу на тільки недавно розв'язану задачу про взаємодію скінченної групи сферичних тіл, тим більше складними є задачі, коли тіла не мають властивості нескінченної симетрії. Також до складних задач відноситься задача взаємодії трьох тіл при умові, що одне тіло переміщується по поверхні двох інших тіл. Моделлю задачі взаємодії трьох тіл може бути, в залежності від необхідного результату, динамічна або інша модель. Для пошуку і дослідження рівноважних і їх критичних станів, положень метacentрів та іншого, достатньо розглядання моделі потенційної енергії системи трьох тіл у глобальній нерухомій системі координат. Однак реально взаємодіючі тіла мають непрості конструктивні форми поверхонь, які задаються у глобальній системі координат параметричними сімействами з наперед невідомими початковими точками зіткнення поверхонь. В результаті чисельних розрахунків побудовано карти розташування критичних станів як для зовнішніх, та і для внутрішніх задач взаємодії параметричних сімейств, виявлено типи особливостей і їх перетворення в параметричних просторах. Зокрема, для задачі взаємодії колісної пари з залізничними коліями знайдено координати метacentрів (еволюти траєкторій станів колісних вагонних і локомотивних пар, які є вершинами площинних напівкубічних парабол), котрі визначають у першому наближенні метacentричні висоти (метависота) вагона або локомотива. Значення метависоти пов'язане з показником перекидання елементів рухомого складу, що, на нашу думку, не до оцінюється при аналізі аварій на залізниці.

Характеристики колісної пари і залізничного шляху з позицій функціональних сімейств утворюють простір управлінських параметрів. За виконаними у цьому просторі дослідженнями встановлено, що типом особливості є подвійна зборка-сідло, стійке у напрямі поперечних коливань і нестійке у напрямі виляння колісної пари.

## **МОДЕЛЬ ПОДВЕШИВАНИЯ МАГНИТОЛЕВИТИРУЮЩЕГО ПОЕЗДА**

**Поляков В. А., Хачапуридзе Н. М.**

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины

Polyakov V. A., Khachapuridze N. M. Model of magnetically levitated train's suspension. A magnetically levitated train's suspension is the research object. The aim of the study is to build a correct model of this suspension. The rational research paradigms have been revealed. The existing versions of the required model have been considered. Their advantages and disadvantages have been described. The rational design schemes of suspension elements have been selected. Suspension forces found according to Ampere's law.

Электрические и магнитные характеристики состояния левитационного узла (ЛУ) магнитолевитирующего поезда (МЛП) – компоненты единого электромагнитного субпроцесса гиперпроцесса электромеханического преобразования энергии. Моделирование этих компонентов вполне возможно в рамках парадигм теорий электрических цепей и электромагнитного поля. Поэтому существующие версии математической модели подвешивания (ММП) МЛП построены исходя из упомянутых парадигм. Каждая из упомянутых версий обладает преимуществами и недостатками. Их общая положительная черта – достаточная функциональность. Основным же имманентный недостаток таких версий – нестационарность дифференциальных уравнений, вызванная циклической переменностью их коэффициентов, соответствующих собственным и взаимным индуктивностям дискретных путевых контуров (ДПК) ЛУ как между собой, так и со сверхпроводящими поездными контурами (СПК), в зависимости от положения поезда. Это существенно затрудняет решение задач описываемой динамики, радикально снижая практическую ценность версий модели. Указанное затруднение актуализует создание ММП МЛП, ассимилирующей достоинства имеющихся версий модели и максимально свободной от их недостатков. Построение такой ММП – основная задача настоящего раздела работы.

Электромеханическое энергопреобразование ЛУ МЛП осуществляется в процессе взаимодействия полей токов СПК и ДПК. Поэтому в качестве паттерна левитационной силы (ЛС) поезда принято, описываемое законом Ампера, взаимодействие тока элемента СПК с полем токов ДПК. Полная упомянутая сила найдена как векторная сумма таких паттернов. Исходя из этого, динамика ЛС МЛП определяется текущим соотношением векторов токов, протекающих в прямолинейных элементах СПК, и индукции (условно однородного – в пределах каждого из упомянутых прямолинейных элементов) магнитного поля (создаваемого токами, протекающими в ДПК), в котором элементы находятся.

Модель динамики электрической подсистемы ЛУ построена в форме уравнений второго закона Кирхгофа, составленных для электрически и магнитно, согласно расчётной схеме ЛУ, связанных его контуров. В качестве же паттерна модели магнитной подсистемы того же узла принят комплекс выражений, описывающих поле, создаваемое уединённой прямоугольной катушкой. Значения полной индукции поля, создаваемого токами ДПК в местах расположения элементов СПК, предполагая применимость закона суперпозиции, найдены как векторные суммы индукции полей, создаваемых в указанных местах отдельными катушками ДПК. При этом, с целью максимизации практической ценности и функциональной пригодности создаваемой модели, оба её указанные компонента (описывающие динамику электрической и магнитной подсистем ЛУ) на конечном этапе построения были преобразованы к описанию моделируемых процессов в подвижных координатных системах, каждая из которых жёстко связана с одним из СПК.

## **ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ УМЕНЬШЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ ДЛИННОСОСТАВНЫХ СОЕДИНЕННЫХ НАЛИВНЫХ ПОЕЗДОВ**

**Урсуляк Л. В. , Романюк Я. М.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта,  
Проектно-конструкторское технологическое бюро автоматизированных систем  
управления железнодорожного транспорта (ПКТБ АСУ ЖТ)  
Украина

L. Ursulyak, Y. Romanyuk Evaluation of the longitudinal loads in different modes of brake



fluid long freight trains. The description of the developed computer system possibilities and its use to solve problems of motion safety and stability is given.

Как известно, вождение наливных поездов, особенно увеличенной длины, как правило, всегда связано с определенными трудностями. Несмотря на разнообразие и большое количество вопросов, рассмотренных и решенных в области переходных режимов движения наливных поездов, проблема динамики поезда, в частности его продольных колебаний, по-прежнему, остается актуальной, особенно при наиболее опасном режиме вождения – торможении. В докладе приводятся результаты исследования продольной нагруженности длинносоставных соединенных наливных и сухогрузных поездов при торможении с помощью математического моделирования. Рассмотрены различные схемы формирования поездов и различные способы управления пневматическими тормозами головным и вспомогательным локомотивами.

Для решения данной задачи рассматривались наливные поезда, составленные из 110-ти 4-хосных вагонов-цистерн и 2-х локомотивов ВЛ-80т. В качестве сравнения рассматривались поезда такой же длины, составленные из 94 полувагонов и 2-х локомотивов ВЛ-80т. При математическом моделировании различных торможений наливных поездов предполагалось, что в цистернах находилась карбамидо-аммиачная смесь плотностью  $\rho=1,31$  т/м<sup>3</sup> с уровнем свободной поверхности жидкости, удаленной на 1,35 м от верхней внутренней поверхности котла цистерны.

Численные эксперименты проводились для различных видов торможений на горизонтальном участке пути - экстренного (ЭТ) и полного служебного (ПСТ) и различных режимов работы воздухораспределителей – средний или груженный. Начальные скорости движения принимались равными 20 и 80 км/ч. Для большего значения скорости оценивались тормозные пути.

Оценивая продольную нагруженность поездов при торможении предполагалось, что вагоны оборудованы воздухораспределителями с условным № 483, включенными на средний или груженный режим работы и композиционными тормозными колодками, а межвагонные соединения - упруго-фрикционными поглощающими аппаратами Ш-1-ТМ. Исследование торможений растянутых поездов позволило получить наибольшие ударные усилия, а сжатых – оценить усилия квазистатического характера.

При моделировании переходных режимов движения поездов, в состав которых входят цистерны с неполным наливом, учитывалось перемещение подвижной части жидкости только в продольном направлении.

На основании проведенных численных экспериментов сделан сравнительный анализ наибольших продольных усилий, возникающих в наливных и сухогрузных поездах, а также даны рекомендации по снижению продольной нагруженности в длинносоставных соединенных поездах

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖЕСТКОСТИ СВЯЗИ НАКЛОННОЙ ТЯГИ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА МАГИСТРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА**

**Клименко И.<sup>1</sup>, Лунис О.<sup>2</sup>, Недужая Л.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Днепропетровский университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна, Украина

<sup>2</sup> Технический университет, Вильнюс, Литва

The article deals with the issue of selecting the rational values of hardness in the bond of the sloping beam with the locomotive's body in its motion in haulage and running modes. After theoretical research, it was found out that the value of hardness should not exceed 10000 kN.

Современные конструкции тягового подвижного состава нового поколения позволяют обеспечивать его высокие эксплуатационные качества: снижать энергозатраты на тягу; уменьшать воздействия на путь при заданной нагрузке от оси колесной пары на рельсы; улучшать условия работы локомотивных бригад и комфортность пассажиров; снижать уровень выбросов вредных веществ в атмосферу и многое другое.

На этапе проектирования новых и модернизации существующих единиц подвижного состава важное место занимает вопрос о выборе рациональных значений их динамических показателей с учетом выбранных технических решений в конструкции ходовых частей, например, наличие и расположение опор (жесткие или упругие) между кузовом и тележкой, системы подвешивания кузова, устройств передачи продольных и поперечных сил, противоразгрузочных устройств и др.

Многочисленные конструктивные решения связи кузова с тележками можно разделить на связи, обеспечивающие поворот тележек относительно кузова и поперечное смещение (относ) кузова относительно тележек, и связи, обеспечивающие только поворот тележек. Первые в практике локомотивостроения принято называть конструкциями с упругой поперечной связью кузова и тележек, а вторые – конструкциями с жестким шкворнем.

Среди наиболее распространенных способов опирания рамы (и всего надтележного строения) на тележки выделяется схема, когда продольные горизонтальные силы (тяги и торможения) передаются системой длинных наклонных тяг, соединяющих раму с тележкой так, что точка пересечения их осей находится на уровне ниже центров ведущих осей. Такое соединение способствует лучшему использованию сцепного веса локомотива, упрощается конструкция тележки, исключается значительное число элементов трения.

Данная работа посвящена выбору рациональных значений жесткости связи наклонной тяги тележки с кузовом магистрального электровоза в режиме выбега и тяги. В качестве исходных данных были приняты данные грузового магистрального электровоза ДЭ1. Были рассмотрены динамические качества электровоза при различных значениях жесткостей связи наклонной тяги с кузовом в режиме выбега при варьировании жесткости связи. Расчеты показали, что при увеличении жесткости связи коэффициент вертикальной динамики во второй ступени  $k_{дв}^н$  изменяется незначительно (в пределах 8%). Величина коэффициента вертикальной динамики  $k_{дв}^в$  в первой ступени подвешивания более заметно зависит от жесткости наклонной тяги  $k_{тх}$ : с ростом жесткости в указанном диапазоне этот коэффициент увеличивается на 43%. При жесткости связи выше 20000 кН/м значение  $k_{дв}^в$  превышает допустимую величину 0,35. Еще более существенно при увеличении жесткости наклонной тяги возрастает значение динамических усилий в наклонной тяге: от 30 кН до 92,9 кН, то есть в 3,1 раза.

Проведенные исследования показали, что для уменьшения коэффициента вертикальной динамики во второй ступени подвешивания и динамических усилий в наклонной тяге в режиме выбега следует стремиться к уменьшению жесткости наклонных тяг.

Аналогичные исследования по выбору рационального значения жесткости связи наклонной тяги тележек с кузовом были выполнены при движении электровоза в режиме тяги.

## **ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЛА ВАГОНІВ ПРИКРИТТЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ**

**Манашкін Л.А., Грановська Н.Й.**

Днепропетровский университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Manashkin L.A., Granovska N.I. Definition of protection trucks numbers during dangerous cargo carriage. The numbers of protection trucks for 24 wagons train with special containers needed for subject to the security conditions on impact with passengers or cargo trains are determined by methods of mathematical modeling.

Методами математичного моделювання визначається кількість вагонів прикриття для поїзда з 24 вагонів із спеціальними контейнерами, необхідними для того, щоб при зіткненні цього поїзда із вантажним (зі швидкістю 72 км/г) або пасажирським (зі швидкістю 100 км/г) поїздом для найближчого до місця удару вагона виконувалась така умова: залишкові деформації, що припадають на один бік (консоль) вагона, не перевищують по довжині приблизно 1,4м (стосовно до вагонів моделі 11-260). Другим критерієм безпеки є збереження умов спирання кузова на візки, тобто п'ятник кузова не повинен відриватися від підп'ятника більш, ніж на височину бурту підп'ятника. Якщо п'ятник підніметься над буртом підп'ятника, то поздовжні зусилля взаємодії візка та кузова не повинні зруйнувати шворень.

На основі проведених розрахунків було рекомендовано формувати спеціальний поїзд з трьома вагонами прикриття у головній частині (після локомотиву) та сім'ю вагонами прикриття у хвостовій частині. Міцність кріплення спеціальних контейнерів до рами вагона повинна розраховуватися (з певним запасом) з перевантаженням у 10g.

## **ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ТЕПЛОВОЗІВ 2М62 В КРИВИХ МАЛИХ РАДІУСІВ ПРИ МАКСИМАЛЬНО ПРИПУСТИМИХ ЗНОСАХ ГОЛОВОК РЕЙОК ТА БАНДАЖІВ КОЛІС КОЛІСНИХ ПАР**

**Бондарєв О.М., Горобець В.Л**

Дніпропетровський університет залізничного транспорту  
імені академика В. Лазаряна,  
Україна

In the report, on the basis of theoretical and experimental studies, made recommendations on improving the safe movement of locomotives 2M62 in curves of small radii.

З метою встановлення показників небезпечності руху тепловозів 2М62 в кривих малих радіусів та розробки рекомендацій з покращення безпечності їх руху в, а також відповідних вимог до стану колії, де останнім часом відбулося декілька сходів одиниць рухомого складу, за замовленням Львівської залізниці були проведені комплексні випробування на найбільш складному, з точки зору плану та профілю колії, напрямку експлуатації Тернопіль – Чортків. Цей напрямок є одноколійною як безстиковою так і ланковою колією з кривими середніх та малих радіусів. Під час проведення випробувань на цих ділянках були здійснені дослідні поїздки зі швидкостями до 60 км/год.

Дослідні поїздки на напрямку Тернопіль - Чортків здійснювалися зчепом, який

складався з дослідного тепловозу 2М62, вагона – лабораторії (ДНУЗТа) та допоміжного тепловоза 2М62. Поїздки на дослідній дільниці, в тому числі у кривій, де відбувся схід двох колісних пар другого візка другої секції тепловоза 2М62, перегону Чортків – Вигнанка виконувалися дослідним зчепом, в якому з метою імітації поздовжнього навантаження від пасажирського поїзда додатково було включено п'ять навантажених напіввагонів. При проведенні випробувань вимірювалися вертикальні переміщення в ресорних комплектах та горизонтальні поперечні рамні сили з наступним розрахунком динамічних добавок вертикальних сил, що виникають у першому та другому ступенях підвішування, коефіцієнтів вертикальної динаміки та коефіцієнту запасу стійкості від сходу коліс колісних пар з рейки

З аналізу результатів, отриманих у випробуваннях, зроблено наступні висновки. Зі створенням стискаючого зусилля у автозчепному пристрої до 306 кН при гальмуванні. найбільш чутливими виявилися горизонтальні поперечні рамні сили першого візка першої колісної пари. При рухові у кривій спостерігаються взаємні коливання рам візків відносно кузова, тобто динамічні складові вертикальних зусиль як у першому так і у другому ступенях підвішування є знакозмінними. Таким чином маємо частинні збільшення та зменшення навантажень на колеса колісних пар.

Відомо, що з точки зору стійкості руху, найбільш несприятливою буде ситуація, коли вертикальне навантаження колеса на рейку зменшується, а горизонтальна поперечна сила взаємодії колеса та рейки зростає. Чисельна оцінка, за результатами досліджень, розвантаження зовнішніх коліс відносно відповідних значень статичних навантажень першої та третьої за напрямком руху колісних пар другого візка другої секції тепловоза, то ці величини складають для першої колісної пари 14%, а для третьої ці величини досягають 36%. Це якраз і є підтвердженням того, що найбільш небезпечними при рухові в таких кривих двосекційних тепловозів типу 2М62 будуть другі ( треті за напрямком руху) візки другої секції.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що, рух тепловоза 2М62 зі швидкостями до 40 км/год. в кривих малих радіусів, при умові, що бічний знос не перевищує 9 мм. та параметри кривої (ширина колії, підвищення зовнішньої рейки, величини стріл прогину у горизонтальній поперечній площині) відповідають вимогам до утримання кривих, буде безпечним.

## **ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ЭКИПАЖЕЙ СКОРОСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ С СИСТЕМОЙ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ АВАРИЙНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ**

**Науменко Н. Е., Соболевская М. Б., Хижа И. Ю.**

**ИТМ НАНУ и ГКАУ**

**Украина**

Naumenko N., Sobolevska M., Khizha I. Estimation of dynamic response of high-speed passenger trains vehicles with a passive safety system at emergency collisions.

A mathematical model for the study of dynamic processes in the train whose vehicles are equipped with passive safety systems under impact loading is developed. Estimation of dynamic response of etalon train vehicles at emergency collisions according to scenarios of European standard EN 15227 is carried out. Integral parameters of energy absorption devices of the passive safety system for passenger locomotives and coaches are defined.

Современный уровень транспортного обеспечения требует внедрения пассажирского подвижного состава нового поколения с более высоким уровнем качественных, технических и экономических показателей эксплуатации и увеличенным сроком службы. В период реформирования железнодорожного транспорта, наращивания объемов пассажироперевозок, повышения скоростей движения и качества обслуживания пассажиров необходимо повышать уровень обеспечения безопасности движения скоростных пассажирских поездов. Это требует оборудования пассажирского подвижного состава не только средствами активной безопасности, но и системой пассивной безопасности. Пассивная безопасность нацелена на дополнение активной безопасности, когда другие меры для предотвращения аварийной ситуации не действуют. Наиболее опасными авариями являются лобовые столкновения поездов, а также наезд поезда на преграду, расположенную на железнодорожном пути и, в частности, на переезде. Развитие пассивных средств защиты подвижного состава является существенной частью политики по обеспечению безопасности движения. Применение комплекса мероприятий по повышению уровня обеспечения безопасности движения на железных дорогах не позволяет полностью исключить аварии и возможность травмирования пассажиров и обслуживающего персонала поезда при высоких скоростях столкновений. Это требует разработки новых технических средств, направленных на повышение безопасности железнодорожных пассажирских перевозок. В странах ЕС вновь проектируемый подвижной состав должен соответствовать требованиям стандарта по статической прочности и оборудоваться системой пассивной защиты для обеспечения безопасности пассажиров и поездной бригады при аварийных столкновениях поезда с препятствием. Европейским стандартом EN 15227 определены сценарии столкновения в плане скорости, типа и массы объектов столкновения.

При проектировании отечественных конструкций вагонов нового поколения, предназначенных для использования в составе скоростных пассажирских поездов, эксплуатируемых на железной дороге с шириной колеи 1520 мм, необходимо предусмотреть оборудование их устройствами поглощения энергии столкновения. С целью отработки сценариев столкновения и оценки показателей устройств поглощения энергии системы пассивной безопасности разработана математическая модель для исследования динамических процессов, протекающих в поезде при сверхнормативных ударных воздействиях, позволяющая оценить максимальные ускорения экипажей и сжимающие силы, возникающие в междвагонных соединениях поезда, локомотив и вагоны которого оборудованы системами пассивной безопасности. Поезд рассматривается как цепочка твердых тел, соединенных между собой существенно нелинейными деформируемыми элементами. В общем виде силовая характеристика междвагонного соединения описана с учетом совместной работы поглощающих аппаратов и конструкции экипажей, устройств поглощения энергии, увода автосцепных устройств экипажей поезда и возможности возникновения пластических деформаций в конструкциях локомотивов и вагонов. Разработан соответственно алгоритм вычисления усилий взаимодействия экипажей пассажирского поезда при аварийном столкновении. Экипажи поезда оборудованы противоподъемными устройствами, которые обеспечивают передачу ударных нагрузок на энергопоглощающие устройства. Столкновения эталонных поездов согласно сценариям европейского стандарта EN 15225 рассматриваются на прямом и ровном участке пути. Такой подход к исследованию динамических процессов, протекающих в поезде при сверхнормативных ударных воздействиях, позволяет отработать систему пассивной безопасности на этапе проектирования пассажирского подвижного состава нового поколения. По результатам проведенных исследований получены интегральные оценки устройств поглощения энергии систем пассивной безопасности, предназначенных для оборудования пассажирских локомотивов и вагонов.

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ ЭКИПАЖЕЙ СКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КОЛЕИ 1520 ММ**

**Соболевская М. Б., Горобец Д. В.**  
ИТМ НАНУ и ГКАУ  
Украина

Sobolevska M. B., Horobets D. V. Development of passive protection elements of a high-speed passenger train for 1520 mm gauge railways.

Integral parameters of energy absorption devices (EAD) have been determined on the basis of researches of high-speed passenger train dynamics at emergency collisions according to European standard EN 15225 scenarios. A locomotive traction trains whose vehicles are equipped with passive safety systems has been considered. The scientific methodology for energy absorbing device parameters choosing has been developed. EAD-1 construction for locomotives and EAD-2 construction for passenger coach have been designed. Their constructional parameters have been defined as a result of the finite element modeling of EAD plastic deformation at impact.

В результате комплекса исследований динамической нагруженности экипажей пассажирского поезда (локомотива, вагона и эталонного поездного состава) с элементами системы пассивной безопасности при аварийных столкновениях, сценарии которых соответствуют европейскому стандарту EN 15225, определены интегральные параметры устройств поглощения энергии (УПЭ) для пассивной защиты локомотивов и прицепных вагонов нового поколения, предназначенных для эксплуатации на железных дорогах с шириной колеи 1520 мм.

Разработано научно-методическое обеспечение для выбора параметров конструкций УПЭ в зависимости от требуемой энергоемкости для обеспечения выполнения расчетных сценариев аварийных столкновений согласно стандарту EN 15227.

Предложены конструкции УПЭ 1 для пассажирских локомотивов и УПЭ 2 для прицепных вагонов, предназначенных для эксплуатации на железных дорогах колеи 1520 мм. Конструкция УПЭ 1 состоит из двух последовательно расположенных блоков. Первый блок представляет собой короб в виде параллелепипеда с однослойным сотовым пакетом из сот переменной высоты с шестигранными ячейками. Второй блок выполнен в виде усеченной пирамиды и состоит из сот с трехгранными ячейками. Конструкция УПЭ 2 состоит из короба в виде параллелепипеда, внутри которого содержится четырехслойный сотовый пакет из сот переменной высоты с шестигранными ячейками.

Разработаны конечно-элементные модели пластического деформирования защитных устройств, содержащих сотовые блоки, при ударе вагоном бойком массой 80 т со скоростью 36 км/ч.

На основе полученных результатов конечно-элементного моделирования разработаны конструкции и определены параметры защитных устройств, предназначенных для установки в концевых частях локомотива (УПЭ 1 с энергоемкостью 0,95 МДж) и вагонов (УПЭ 2 с энергоемкостью 0,3 МДж) скоростного пассажирского поезда нового поколения с системой пассивной безопасности.

Предложенные устройства позволяют обеспечить защиту пассажиров и обслуживающего персонала при аварийных столкновениях поезда с препятствиями в соответствии с требованиями европейского стандарта EN 15227 и разработанной концепцией пассивной безопасности подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм.

## **ОЦІНКА ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЛОКОМОТИВІВ І МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Костриця С.А., Молчанов С.Ю.,**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В. Лазаряна  
Україна

Kostritsa S., Molchanov S., On the issue of assessing the fatigue strength of welded structures of locomotives and motorcar rolling stock

Comparison of methods for estimating the fatigue strength of welded structures of rolling stock used in Ukraine and the European Union countries. Provides recommendations for the use of normative documents for assessment of the fatigue strength of a self-propelled rolling stock.

Рама кузовів і візків рухомого складу залізниць, як правило, є зварними конструкціями, що містять велику кількість концентраторів напружень. Крім концентраторів напружень одним з основних факторів, що впливає на опір втоми зварних конструкцій, є наявність залишкових напружень в зоні шва. У деяких випадках величина залишкових напружень в районі зварних швів може досягати межі текучості вихідного матеріалу.

В результаті впливу змінних в часі навантажень в несучих елементах конструкцій рухомого складу виникають напруження, які є випадковими функціями від часу. Якщо рівень цих напружень перевищує певну величину, то в матеріалі деталі відбувається процес поступового накопичення пошкоджень, що приводить до руйнування.

Руйнування несучих конструкцій рухомого складу при наявності залишкових напружень має такі особливості:

- руйнування носить раптовий характер і може призвести до катастрофічних наслідків;
- тріщина, виникаючи в місцях концентрації напружень, досить швидко росте і може перетинати велику частину перетину;
- руйнування настає при незначних амплітудах динамічних добавок напружень.

На етапі проектування або в процесі допуску до експлуатації локомотивів і моторвагонного рухомого складу для оцінки їх втомної міцності використовується нормативна база, яка заснована на фундаментальних дослідженнях в області втоми матеріалів. Однак, в Україні і за кордоном, вплив залишкових напружень на міцність від втоми несучих конструкцій рухомого складу враховується по-різному.

Зокрема, в Україні, згідно з чинною нормативною базою, залишкові напруження при обчисленні коефіцієнта запасу втомної міцності підсумовуються зі статичними напруженнями від ваги конструкції і розміщеного на ній обладнання. Норми, що діють в країнах Євросоюзу, передбачають облік залишкових напружень шляхом запровадження типових видів зварного з'єднання деталей, для кожного з яких вводяться свої допустимі напруження.

Основним недоліком українських Норм є те, що вони не містять чітких рекомендацій щодо визначення величини залишкових напружень, Європейських - то, що вони містять не усі види типових зварювальних з'єднань. До основних переваг Європейських норм можна віднести те, що вони базуються на даних втомних випробувань натурних зразків.

В роботі дана оцінка впливу залишкових напружень в зварних конструкціях на їх втомну міцність, а також наведені рекомендації як технологічного, так і конструктивного характеру які дозволяють підвищити стійкість конструкцій до явищ пов'язаних з

втомленістю матеріалів.

## СУЧАСНЕ І МАЙБУТНЄ МЕХАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ РЕЙКОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

**Баб'як М. О., Шидловський Р. М., Недужа Л. О.**

Дніпровський національний університету залізничного транспорту імені академіка  
В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Babyak M.O., Shydlovskiy R.M., Neduzha L.O. Present and future of mechanical parts of railway rolling stock.

The paper analyzes the nodes of the mechanical part of rail rolling stock, and the peculiarities of their functions. The mechanical part should provide durability and reliability, withstand static and dynamic loads should not be complicated and expensive. The variants of the solution in the design of mechanical traction rolling stock with modern springs, shock absorbers, disc and magnetic track brakes and used as elastic elements spring suspension parts from carbon fiber.

Наземному тяговому транспортному засобу властиве виконання низки функцій, серед яких по важливості виділяються дві: функція опирання – сприйняття й передача ваги транспортного засобу на поверхню опирання, і функція приведення в рух – створення сили тяги, що долає опір руху. Ці функції відповідно реалізуються за допомогою опорних елементів та рушіїв – пристроїв, що безпосередньо перетворюють механічну енергію в роботу по долаттю опору руху.

У рейковому тяговому транспорті найпоширенішим в якості опорного елемента і рушії є використання колеса. Ця система має багато протиріч: сила тяги реалізується за допомогою тертя в місці контакту колеса і рейки, тому вона обмежена фрикційними властивостями поверхонь, що дотикаються. Щоб збільшити силу тяги, необхідно збільшити силу натиснення коліс до рейок, тобто збільшити масу локомотива. Це суперечить найважливішій вимозі до транспортних засобів – зниження їх власної маси. Підвищення маси локомотива веде до зниження корисної маси поїзда, а також змушує використовувати більш важкі ходові частини локомотива, що призводить до збільшення його руйнівної дії на колію.

Механічна частина повинна відповідати таким вимогам:

- 1) забезпечувати міцність і надійність в експлуатації як в цілому, так і окремих вузлів;
- 2) витримувати навантаження статичного, динамічного і ударного характеру;
- 3) забезпечувати науково – обґрунтовані показники динамічної якості локомотивів;
- 4) забезпечувати заданий термін служби верхньої будови колії і своїх елементів;
- 5) забезпечувати зручність експлуатації і ремонту окремих елементів;
- 6) конструкція не має бути надмірно складною і дорогою.

Сучасні рішення при проектуванні екіпажної частини тягового рухомого складу передбачають використання пружин типу flexicoil, пневморесор, дискових та магніто-рейкових гальм та дискових гальм, що розміщені на колісних центрах.

Одним із інноваційних рішень у проектуванні екіпажної частини рейкового рухомого складу є використання в якості пружних елементів ресорного підвішування деталей із вуглепластику CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic), що виключає використання сталевих спіральних пружин та масивних бокових брусів рами візка. Вуглепластик широко застосовується в авіа та автомобілебудуванні і застосування його на залізничному



транспорті – це технологія майбутнього, яка згідно заяв виробника дозволяє зменшити вагу рами візка на 40%, а термін служби елементів із вуглепластику збільшити до 40 років.

## **СЕКЦІЯ 5 «ЕЛЕКТРОПРИВОД ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»**

### **МОДЕРНІЗАЦІЯ ТУРБОКОМПРЕСОРА ДЛЯ НАДДУВАННЯ ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА**

**Черних Ю.М**

Державний економіко-технологічний університет транспорту (ДЕТУТ)  
Україна

Yuriy M. Chernikh, Modernization the turbocharger for supercharging diesel engines

The questions naturally aspirated diesel engines . These advantages and disadvantages of different types of compressors and the need to improve them. The advantages of using turbochargers with bearings that are lubricated gas that will simplify the design of the turbocharger , exclude the oil system , improve the performance of the compressor.

Using gas bearings in the turbocharger for supercharging internal combustion engine removed restrictions on the temperature and the number of revolutions of the rotor, are excluded questions of coking and oil contaminated with systems of flow parts of turbines and compressors, eliminates the possibility of oil vapors into the engine cylinders.

The increase in capacity due to lower TC friction losses in the bearings. In the case of bearings lubricated with fluid power loss is 50-55% of the input power to the TC, while in the case of gas-lubricated bearings, power losses account for only 10- 13 %.

Для ефективної роботи дизеля використовується примусове наддування стисненого повітря в циліндри за допомогою нагнітачів. На тепловозних дизелях набули поширення нагнітачі двох основних типів: об'ємні (роторні) нагнітачі і відцентрові компресори. І ті й інші можуть використовуватися з приводом від колісного вала дизеля. Однак відцентрові компресори ефективніше використовуються при індивідуальному приводі від самостійної газової турбіни, що працює на випускних газах дизеля. В цьому випадку компресор і турбіна конструктивно об'єднуються в єдиний агрегат-турбокомпресор (ТК).

Безпосередній привід нагнітачів від колінчастого вала дизеля володіє серйозним недоліком - подача нагнітачів в цьому випадку пов'язана з частотою обертання колінчастого вала.

Система газотурбінного наддування не має цього недоліку. Нагнітачем такої системи є автономний турбокомпресор, який механічно не пов'язаний з валом дизеля. Ротори турбокомпресорів обертаються зі змінною частотою, що залежить від потужності дизеля, точніше, від кількості випускних газів, т.е. від кількості палива, що спалюється. Максимальна частота обертання роторів нагнітачів тепловозних дизелів становить від 10000 - 12000 до 20000 - 25000 об / хв.

Таким чином, дизель з газотурбінним наддувом має властивість саморегулювання: у міру зростання потужності збільшується маса і енергія продуктів згоряння, отже, збільшується частота обертання ротора турбокомпресора і росте подача повітря від компресора, і навпаки. Важлива позитивна якість газотурбінного наддуву полягає в використанні енергії випускних газів, яка у дизелів досить велика: гази мають температуру 450 - 540 ° С і тиск до 0,2 МПа. Однак навіть найдосконаліші рідкі мастила при температурах близько 315 ° С допускають лише короточасну роботу апарату, тому у використовуваних нині ТК з метою забезпечення їх працездатності при високих температурах застосовують водяне охолодження, що визиває ускладнення конструкції корпусу.

Існує вісім основних вимог, що пред'являються до турбомашинах. Вимоги включають: відсутність забруднення робочого тіла, високий к.к.д., низьку температуру,

високу температуру, надійність, довговічність, швидкохідність і простоту конструкції. Ці вимоги легше задовольнити при використанні газових підшипників.

В останні роки в багатьох галузях техніки успішно застосовуються опори, змащувані газом, що істотно підвищує техніко-економічні показники обладнання. Одне з основних переваг підшипників з газової мастилом полягає в можливості їх використання в дуже широкому інтервалі температур, особливо при високих швидкостях обертання. Перевагами, які є визначальними в процесі вибору типу газових підшипників є: відсутність забруднення, здатність працювати при низьких і високих температурах, висока надійність і довговічність, високе число обертів.

Використовуючи переваги підшипників з газової мастилом, був перепроєктований турбокомпресор для наддуву тепловозного дизеля. В результаті усунені: система машинної мастила, ущільнення, пожежна небезпека, виключені питання коксування масла і забруднення ним систем, проточних частин турбін і компресорів.

З боку конструктивного виконання: зменшилися розміри і вага машини, знялися обмеження по числу оборотів ротора і температурі, що дозволило відмовитися від водяного охолодження підшипників, значно спростило корпус підшипників, істотно зменшилися втрати потужності ТК на тертя в підшипниках, що дозволило підвищити продуктивність компресора до необхідної кількості повітря для наддуву в циліндри двигуна. Використовувалися підшипники з самоустановлюючимися сегментами, які дозволили знизити вплив перекосу і несоосности опор на роботу вузла. В роботі вдалося спростити конструкцію ТК, підвищити його працездатність і надійність, збільшити загальний к.к.д.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ НАКЛАДОК ПОЛОЗІВ СТРУМОПРИЙМАЧІВ З МАТЕРІАЛУ "РОМАНІТ-УВЛШ" НА ДІЛЯНКАХ ЗМІННОГО СТРУМУ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ**

**Муха А.М., Балійчук О.Ю., Устименко Д.В., Куриленко О.Я., Нестеров О.О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В. Лазаряна  
Україна

Mukha Andrii Mykolaiovych, Baliichuk Oleksii Yuriiiovych, Ustymenko Dmytro Volodymyrovych, Kurylenko Olena Yakivna, Nesterov Oleksandr Oleksandrovych

Results of operational tests of the lugs of the current collector pans from the material "Romanite-UVLSh" on the sections of the alternating current of the Lviv Railway. The results of measurements of contact wire wear during performance testing are presented.

В період з жовтня 2016 року по теперішній час на дослідних електровозах ВЛ40У, ВЛ80 та електропоїздах ЕР9, які експлуатуються на ділянках змінного струму Львівської залізниці було встановлено полози струмоприймачів з накладками з високотехнологічного матеріалу "Романіт-УВЛШ" вітчизняного виробництва. Метою випробувань є експериментальне визначення зносу контактної провідки на дослідних ділянках. Заміри виконувались комісійно в три етапи: 10 жовтня 2016 року (до початку дослідної експлуатації), 30 листопада 2016 року (початок експлуатації електрорухомого складу з накладками з "Романіту-УВЛШ" та 30 березня 2017 року (контрольні заміри після зимової експлуатації). Заміри висоти контактної провідки виконувались на чотирьох ділянках: Тернопіль - Глибочок Великий (парна та непарна колія) та Глибочок Великий - Озерна (парна та непарна колія), які обслуговуються ЕЧК-32 (ЕЧ-2 Тернопіль).

Після статистичної обробки отриманих даних встановлено, що за чотири місяця зимової експлуатації дослідних електровозів максимальне значення серед середніх значень зносу контактної поводи (по висоті) дорівнює 0,002 мм, при перерахунку на нормативні 10 тис. проходів максимальне значення серед середніх значень зносу дорівнює 0,06 кв.мм на 10 тис. проходів, що менше ніж регламентовані 0,13 кв.мм на 10 тис. проходів для електровозів та 0,08 кв.мм на 10 тис. проходів для електропоїздів.

В цілому, проведені експлуатаційні випробування підтвердили результати стендових випробувань, які проводились в лабораторних умовах у нашому університеті.

## МЕТОДИ АПРОКСИМАЦІЇ МАГНІТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЯГОВОГО ДВИГУНА

**Карашук С.В., Гатченко В.О., Черняк Ю.В.**

Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Україна

Karashchuk S., Hatchenko V., Cherniak Y. Method of approximation magnetic characteristics of the traction motors

Simulation of magnetization characteristics of traction engines is one of the important tasks of researchers. However, today there are many methods and expressions to express any process mathematically. Therefore, we will determine how efficiently express the characteristics of the traction motor magnetization.

Стабільність роботи спроектованих електротехнічних комплексів та електромеханічних перетворювачів є основою промисловості та інфраструктури будь-якої країни. Тому повсякчасно постає задача моделювання їх вихідних характеристик при впливі зовнішніх чинників.

Моделювання характеристики намагнічування тягових двигунів одна з важливих завдань дослідників. Однак на сьогоднішній день існує чимало методів та виразів для вираження будь-якого процесу математично. Визначимо яким саме методом ефективно можна виразити характеристику намагнічування тягового двигуна.

**Кусково-лінійна** апроксимація передбачає апроксимацію відрізками. Загальний випадок апроксимації відрізками полягає в тому, що будь яку безперервну функцію можна апроксимувати лінійними відрізками на деяких інтервалах:

$$C_e \cdot \Phi = \begin{cases} k_0 x + b_0, & x < x_1 \\ k_1 x + b_1, & x_1 < x < x_2 \\ \dots & \dots \\ k_n x + b_n, & x < x_n \end{cases} \quad (1)$$

У випадку намагнічування вона виражається двома прямими  $0a$  та  $ab$  (рис.1.) які перетинаються в зоні насичення. Проте при цьому не враховується згладжена зона переходу між ділянками 1 та 2.

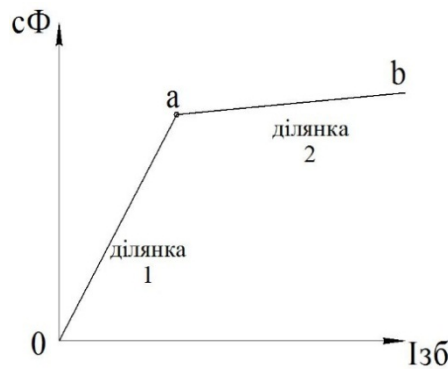


Рис. 1. Кусково-лінійна апроксимація характеристики намагнічування ТЕД

За методом **змішаної лінійно-нелінійної** апроксимації цей недолік усунутий. Зона переходу апроксимують кривою *D*. Її центр знаходиться в центрі *C*. Метод виключає помилку при апроксимації зони переходу, проте досить складний навіть для ЕОМ та застосовувався лише для графічного рішення задач.

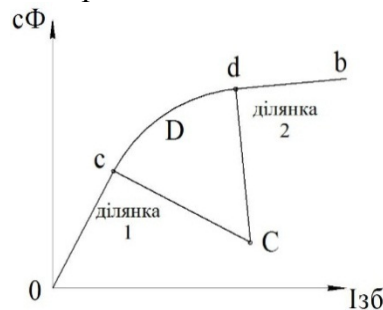


Рис. 2. Змішаної лінійно-нелінійна апроксимація характеристики намагнічування ТЕД

Проте метод **нелінійної залежності** або **інтегральної залежності** виключає помилку, яка передбачена двома іншими методами. Адже крива намагнічування апроксимована на всій ділянці характеристики одним виразом.

За цим методом можна виділити два вирази апроксимації:

- 1) апроксимація арктангенціальною функцією:

$$C_e \cdot \Phi = C_1 \cdot \arctg(C_2 \cdot I_\mu) \quad (2)$$

де  $C_1, C_2$  – постійні коефіцієнти;

$I_\mu$  – струм намагнічування (струм збудження).

Метод запропонований професором Архангельским А.В. та вдосконалений професором Ісаєвим И.П.

- 2) апроксимація гіперболічною залежністю:

$$C_e \cdot \Phi = \frac{I_\mu}{C_1 \cdot I_\mu + C_2} \quad (3)$$

Запропонований професором Йенського університету (Німеччина) Е. Філіповим.

Загалом обидва вирази доцільно застосовувати. Проте рішення диференціальних рівнянь з такими виразами досить складне завдання, тому доцільно застосовувати більш простіші функції. Для прикладу поліноміальна залежність є більш простою при рішенні диференціальних рівнянь.

Отже в подальшому при дослідженні тягового електроприводу характеристики намагнічування доцільно апроксимувати поліноміальною залежністю виду:

$$C_e \cdot \Phi = C_0 + C_1 \cdot I_\mu + C_2 \cdot I_\mu^2 + \dots + C_n \cdot I_\mu^n \quad (4)$$

## МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

**Бондар О. І.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Bondar O. I., Modified method of calculations for lighting electrical circuits of railway infrastructure's objects.

The common characteristics and the most sufficient features of lighting electrical circuits of railway infrastructure's objects is described. Modified method of node voltages in matrix form is proposed for mathematic modelling and calculation in lighting electrical systems for improving of its bandwidth and electrical energy quality.

Задача вдосконалення методів розрахунку та проектування освітлювальних мереж об'єктів залізничної інфраструктури безпосередньо пов'язана з проблемою підвищення енергоефективності економіки України, а отже, в даний час є безумовно актуальною. Як відомо, раціонально запроектована, якісно побудована і правильно експлуатована освітлювальна установка здатна значно підвищити продуктивність праці працівників всіх служб транспорту, пов'язаних з рухом поїздів, знизити їх стомлюваність і значно зменшити ймовірність і кількість можливих випадків травматизму. У той же час в процесі експлуатації і з плином часу відбувається зниження освітленості на робочих поверхнях залізничних станцій. Це пов'язано із зменшенням світлового потоку ламп з плином часу (до кінця терміну служби зменшується приблизно на 20%), забрудненням і запиленням прожекторів, порушенням положення прожекторів. Основним призначенням освітлювальних установок залізничних станцій, як основних об'єктів залізничної інфраструктури, є забезпечення безпеки пасажирів, обслуговуючого персоналу, руху поїздів і маневрових пересувань.

Освітлення станцій виконується відповідно до «Норм штучного освітлення об'єктів залізничного транспорту» (РД 3215-91) 1992г. Норми є обов'язковими при проектуванні штучного освітлення станцій, що будуються і реконструюються.

В даний час розроблені принципово нові типи джерел світла, призначених переважно для освітлення відкритих просторів. Зокрема увійшли у широке застосування металогалогенні лампи, ксенонові прожектори, світлодіодні матриці, тощо. В свою чергу це обумовлює підвищені вимоги щодо якості електричної енергії на кінцевих споживачах згідно з міждержавним стандартом ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

В сучасних економічних умовах необхідно найраціональніше вибрати основні параметри мережі (конфігурацію мережі, перетин проводів) і світлотехнічні характеристики ламп (світловий потік, світлова віддача), щоб забезпечити виконання обраних критеріїв ефективності. При цьому слід враховувати, що система електропостачання освітлювальних пристроїв об'єктів залізничної інфраструктури як правило має складну структуру та значну довжину.

Зауважимо також, що на даний час також актуальна тема зменшення втрат електроенергії та вивільнення потужностей для підключення нових споживачів шляхом

переходу з 6 кВ на 10 кВ всього обладнання електромережі, починаючи з головного розподільчого трансформатора. Додаткові можливості по збільшенню пропускної спроможності електричних мереж є застосування регульованих пристроїв компенсації реактивної потужності, оскільки коефіцієнт потужності сучасних джерел світла суттєво менший за одиницю.

На нашу думку, вибір раціонального варіанта мережі слід здійснювати шляхом перебору варіантів. При цьому для розрахунків доцільно застосовувати модифікований метод вузлових напуг у матричній формі, оскільки він дозволяє одночасно з розподілом струмів на ділянках мережі визначати і режим напруги на споживачах. До того ж метод цілком адаптований для математичного моделювання електричних мереж з застосуванням комп'ютерної техніки.

## **ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВТРАТ В ДВИГУНАХ МАСОВОГО НЕРЕГУЛЬОВАНОГО ПРИВОДА НА ПІДПРИЄМСТАВХ ЗАЛІЗНИЦЬ**

**Дубинець Л.В., Кртогуз А.С., Лисенко О.О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Dubinec L.V., Kortohuz A.S., Lysenko O.O. Energy saving at the enterprises on repair of railway rolling stock.

With the aim of numerical calculation of the reduction of energy losses by replacing underloaded motors less powerful, the results of calculations for several series of asynchronous motors.

Практика показує, що більшість приводних двигунів обладнання на підприємствах по ремонту рухомого складу залізниць мають завишену номінальну потужність в порівнянні з тією, яка потрібна для реалізації технологічного процесу. Як правило, не короткозамкнені асинхронні двигуни потужністю до 90 кВт.

Асинхронні двигуни при недовантаженні працюють з невеликим ККД то з пониженим коефіцієнтом потужності. Підвищення цих показників знижує втрати енергії в електродвигунах та системі електропостачання і може бути досягнуто, наприклад, заміною недовантажених двигунів двигунами меншої потужності, якщо капітальні витрати при такій модернізації окупляться за припустимий термін. Відомо, що при коефіцієнті завантаження  $k_3 > 0,5$  у більшості випадків заміна недовантажених двигунів є економічно доцільна, при  $k_3 > 0,7$  – недоцільна, при  $0,5 \leq k_3 < 0,7$ . потрібно навести техніко-економічне обґрунтування. Проведені авторами дослідження для декількох серій асинхронних двигунів потужністю 90 кВт показують: заміна недовантажених двигунів серії АИР при  $k_3 = 0,5 \dots 0,7$  знижує електричні втрати в двигуні відповідно на (2,83...0,382) кВт для двигунів з синхронною частотою обертання 3000 об/хв на (2,93...0,486) кВт - з 1500 об/хв, на (2,88...1,092) кВт - з 1000 об/хв, на (3,01...0,676) кВт – з 750 об/хв, для серії АИС відповідно (1,344...0,462) кВт – з 3000 об/хв, (1,573...0,715) кВт – з 1500 об/хв, (1,609...0,722) кВт з 1000 об/хв, для серії АМН відповідно (2,597...0,715) кВт – з 3000 об/хв, (2,679...0,705) кВт – з 1500 об/хв, (3,427...1,801) кВт – з 1000 об/хв, (3,755...2,388) – з 750 об/хв. Отримані чисельні значення зниження електричних втрат в двигунах можуть бути використані в якості первинної інформації при вирішенні питання доцільності заміни недовантажених двигунів в інтервалі значень коефіцієнтів завантаження  $0,5 \leq k_3 < 0,7$ .

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ**

**Кедря М.М., Карабут Ю.О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Kedrya M., Karabut. J. Mathematical model of traction electric drive direct current as an object of automatic control.

Three forms of mathematical models were received and the quality of the process of regulating when switching-on the electric drive were analysed.

Розглядається тяговий електропривод електровоза ДЕ1 у режимі зрушування електровоза з місця.

На основі прийнятої розрахункової схеми і допущень складені лінеаризовані диференціальні рівняння у відхиленнях. Рівняння зв'язують напругу, що надходить до двигунів, струм, який протікає в обмотках, магнітний потік, обертальний момент та швидкість руху електровоза. Отримані рівняння відображають першу форму математичної моделі електропривода. Структурна схема, що відповідає рівнянням, містить динамічні ланки, які зв'язують змінні лінеаризованих рівнянь. За допомогою структурної схеми отримана передаточна функція об'єкта регулювання де входною величиною є напруга на двигунах, а вихідною – швидкість руху електровоза. Передаточна функція об'єкта регулювання є другою формою математичної моделі. Для отримання третьої форми математичної моделі – частотних характеристик, записана частотна передаточна функція, а на її основі – амплітудна і фазова частотні функції та їх частотні характеристики. Форми моделей тягового електропривода показують, що об'єкт регулювання зі своїми властивостями відноситься до аперіодичних ланок другого порядку. Перехідний процес, що має місце при зрушуванні електровоза з місця є аперіодичним східним і не містить перерегулювання. Тривалість регулювання, більша за 100с, означає, що тяговий електропривод електровоза ДЕ1 є інерційним та стійким об'єктом регулювання.

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ ВАНТАЖНОГО ПОЇЗДА.**

**Кедря М.М., Мукан К.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Kedrya M., Mukan K. Mathematical model of electromechanical nonlinear system of freight trains.

Resulted settlement schemes and differential equations of train movement with electric locomotive DC.

Розглядається вантажний поїзд з електровозом постійного струму в голові. Розрахункова схема поїзда представлена як одномірна електро механічна система з суттєво нелінійними зв'язками між її окремими частинами і об'єктом керування електровозом. Тяговий електропривод електровоза описується системою нелінійних рівнянь, які можуть



бути лінеаризовані по методу малого параметра. Поглинальні апарати автозчепів вагонів та електровоза мають суттєво нелінійні силові характеристики і не підлягають лінеаризації. Далі зчеп вагонів розглядається як тверде тіло, яке рухається під дією сили тяги і сил опору руху. При прийнятих допущеннях і лінеаризації систему рівнянь що описують динамічні процеси при русі поїзда можна вважати лінійною. Структурна схема що відповідає рівнянням містить типові ланки.

На основі структурної схеми отримана передаточна функція по напрузі, що надходить до двигунів. Регульованою величиною в структурній схемі є швидкість руху поїзда. Вважаючи, що при рушанні поїзда з місця сила тяги змінюється поступово були розглянуті варіанти регулювання швидкості руху при стрибкоподібній зміні напруги на двигунах, зміною напруги монотонно та при випадкових змінах напруги. В усіх трьох випадках отримані залежності зміни швидкості руху за часом та зроблений аналіз цих змін з точки зору якості регулювання.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БОРТОВИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ РЕКУПЕРАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОВОЗАХ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Куриленко О. Я.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Kurylenko O.Y. Necessity and perspectives of use the onboard storages for recuperation energy on DC electric locomotives.

The proposed development of onboard systems of production, accumulation and effective use of the regenerative energy of the electric locomotive.

Сучасна інфраструктура системи тягового електропостачання (СТЕ) магістральних електрифікованих залізниць не відповідає необхідним умовам ефективного отримання і використання електроенергії рекуперативного гальмування (РГ) електровозів та електропоїздів. Дійсно: існують жорсткі умови здійснення РГ за напругою; імовірність необхідних споживачів енергії рекуперації на міжпідстанційній зоні не перевищує 0.3..0.4; тягові підстанції не обладнанні інверторами (за деяким виключенням на Львівській залізниці) і тому електроенергія рекуперації поглинається баластними резисторами, які до того ж треба охолоджувати; втрати енергії рекуперації на шляху її передачі від ЕРС до ліній зовнішнього електропостачання досягають 25..26%; не лінійність елементів ЕРС і СТЕ, а також низький коефіцієнт потужності (не більше 0.6 ) інверторів ( у випадку їх наявності ) обумовлюють низьку якість енергії рекуперації, тощо.

Зазначене обумовлює необхідність розробки автономних систем РГ, тобто які б не мали зв'язку з СТЕ. Такими системами є бортові ( на ЕРС ) системи рекуперації. Для України розв'язання цієї проблеми має велике значення, бо повний парк електровозів постійного струму ПАТ «Укрзалізниця» значний, біля 926 одиниць, а об'єм рекуперованої електроенергії незначний, не перевищує 2% від енергії, затраченої на електротягу.

На шляху розв'язання зазначеної проблеми виникає багато складних задач. І все ж, за нашою думкою, розв'язання проблеми розробки бортових систем рекуперації електровозів потрібно починати. Це дасть не лише суттєве, до 10..12%, збільшення об'єму енергії рекуперації і відсутність її втрат в елементах СТЕ, але й значне ( приблизно на 50% ) збільшення пропускної спроможності тягової мережі.

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ АВАРІЙНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Михаліченко П. Є.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Mihalichenko Pavlo. Mathematical modeling of transient emergency electromagnetic processes in the DC traction system.

The article deals with the description of the mathematical model the system traction electric power supply without loading in the short circuit condition and the result of the reserches this accident process. The transition quantity has been defined, and character their change too, which can use for the determined accidents processes.

Основною метою функціонування залізничного транспорту є забезпечення сучасних вимог вантажо- та пасажирообігу. Існуючі на Україні системи електричної тяги постійного струму 3,3 кВ складає 50,2% від загальної протяжності електрифікованих залізниць. Надійність та безперебійність роботи системи тягового електропостачання, зокрема тягових підстанцій, є головною умовою швидкого, якісного, безпечного перевезення вантажів та пасажирів. Ключову позицію в цьому питанні відіграють системи захисту фідерів тягової мережі, від яких залежить збільшення процесу перевезень електрифікованих залізничних ліній. Ці системи повинні забезпечувати надійний захист мережі в перехідних аварійних та експлуатаційних режимах її роботи.

Найбільш небезпечними з енергетичної та технічної точки зору аварійними режимами є короткі замикання в тяговій мережі. Як показує практика, короткі замикання виникають в результаті: обривів проводів; перекриття ізоляторів контактної мережі; замикання струмоприймачем секційного ізолятора чи повітряного проміжку, що відокремлює секцію мережі, яка знаходиться під напругою, від заземленої; випадкових з'єднань металічних конструкцій з проводами контактної мережі; помилкових вмикань в схемі секціонування; пошкодження електрорухомого складу (ЕРС) тощо. Такі аварійні режими з великими значеннями надструмів, навіть при дуже малій їх тривалості, в результаті динамічного впливу можуть призвести до руйнування комутаційних апаратів та приладів, до термічних пошкоджень струмопровідних частин.

Враховуючи вищезазначене головною метою роботи у цьому напрямку, за нашою думкою є створення багатопараметричних, високочутливих, селективних, гнучких (параметри яких легко адаптуються для умов конкретного фідера з його типовими режимами роботи) систем захисту фідерів 3,3 кВ постійного струму. Основою таких систем має бути мікропроцесорні технології та сучасний рівень теоретичних знань, що базується на результатах математичного моделювання та накопиченому досвіді експлуатації систем тягового електропостачання постійного струму.

Зважаючи на це, першочерговою задачею у досягненні цієї мети є: розробка математичної моделі системи тягового електропостачання, що містить моделювання імовірнісного графіку руху потягів; формування численних миттєвих схем; моделювання експлуатаційних та аварійних перехідних процесів у тяговій мережі постійного струму. Статистична обробка та аналіз результатів розрахунків цих моделей дозволить отримати залежності зміни струму та напруги фідера у часі, за допомогою яких можна виконувати вибір параметрів роботи систем захисту для кожної конкретної ділянки та ситуації тягової мережі.

У доповіді представлено розроблену авторами математичну модель системи електричної тяги постійного струму при короткому замиканні в ній.

## ГЛУХЕ КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ ДВИГУНА ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

**Назаренко А. В., Костін М. О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Nazarenko A. V., Kostin N. O., Dead short circuit of the motor of traction electric drive.

Represented the results of mathematical modeling process of the dead short circuit of traction motor type ED141U1. Showed that over a period of protection operation time the armature's current increases to the value  $(4,36...4,46)I_{ном}$  which can lead to circular fire.

Згідно з загально прийнятим поняттям, під глухим коротким замиканням (к.з.) електродвигуна розуміють к.з. повністю розглянутого двигуна. Значна більшість існуючих публікацій по зазначеній проблемі присвячена дослідженню к.з. одного, автономно існуючого, електродвигуна. Однак, в практиці також важливим є дослідження глухого к.з. у випадку багатодвигунного електроприводу, зокрема в тяговому електроприводі. Виходячи з цього, в даній роботі вивчено режим глухого к.з. тягового електродвигуна (ТЕД), позначеного №2, електровоза ДЕ1 в режимі паралельного з'єднання двигунів. Глухе к.з. здійснено для одного із двох послідовно з'єднаних ТЕД.

Для розрахунку перехідних електромагнітних процесів в двигунах було розроблено класичні (за законами Кірхгофа) математичні моделі. Численні розрахунки моделей виконано для різних значень прикладеної напруги і ступеня послаблення збудження ТЕД. При аналізі результатів моделювання було враховано, що захист від надструмів здійснюється швидкодіючим вимикачем (ШВ), що має значення струму уставки 2500 А і термін часу спрацьовування 15 мс.

За результатами розрахунків встановлено, що до вимикання ШВ якір першого ТЕД працює у різко небезпечному режимі, оскільки знаходиться під повною живлячою напругою. В результаті його струм досягає уставки 2500 А дуже швидко, за 1,5...2,5 мс. Одночасно, струм у якорі другого (№2), тобто, закороченого ТЕД, внаслідок дії проти-е.р.с. та е.р.с. самоіндукції обмоток, змінює свій напрямок і за термін часу 1,5...2,5 мс встигає збільшитись до 900 А. У подальшому, до моменту вимикання ШВ (приблизно 17 мс) струм у двигуні №2 збільшиться до  $(4,36...4,46)I_{ном}$ , який може призвести до колового колекторного вогню.

Великі значення кидків перехідних струмів обумовлені недостатньою величиною індуктивності  $L_{ш}$  індуктивних шунтів ТЕД: величина  $L_{ш}$  складає  $4 \cdot 10^{-3}$  Гн на послідовно з'єднанні обмотки збудження двох ТЕД. Тому, за нашою думкою, одним із заходів зменшення надструмів є збільшення  $L_{ш}$  у 2...2,5 рази. Розрахунки показують, що у випадку  $L_{ш} = 8 \cdot 10^{-3}$  Гн максимальне значення кидка струму у режимі к.з. зменшується до  $1700 \text{ А} \approx 3I_{ном}$ , яке є безпечним для тягових двигунів.

## ДОДАТКОВІ ВТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ – ОСНОВНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОКАЗНИК СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Шейкіна О. Г., Старовойтов С. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Sheykina O. G., Starovoytov S. V. Additional power losses are the main energy indicator of electric transport systems.

A system of energy indicators is considered, which is based on a harmonic approach and takes into account additional losses of active power in devices of electric transport systems.

Як відомо, класична система показників ефективності електроенергетичних процесів включає в себе наступні показники: коефіцієнт зсуву фаз основної гармоніки несинусоїдного струму відносно вхідної синусоїдної напруги ( $\cos \varphi_{(1)}$ ); коефіцієнт спотворення форми струму по відношенню до форми напруги ( $\nu$ ); коефіцієнт несиметрії навантаження на фазах ( $K_{HC}$ ); коефіцієнт нерівномірності споживання електроенергії ( $K_{HP}$ ). Ці коефіцієнти базуються на співвідношеннях відповідних потужностей: активної  $P$ , реактивної  $Q_{(1)}$ , спотворення  $D$ , несиметрії  $H_C$ , нерівномірності  $H_P$  та повної  $S$ . Деякі автори розглядали системи з вхідною синусоїдною напругою. Тому  $\cos \varphi_{(1)}$ ,  $P$  і  $Q_{(1)}$  визначались лише для першої гармоніки. У випадку несинусоїдних напруги і струму коефіцієнт  $\cos \varphi$  буде коефіцієнтом зсуву за фазою між кривими напруги і струму, потужність  $Q$  буде реактивною потужністю по Будаєну, а потужність  $P$  буде зумовлена одноіменними гармоніками напруги і струму. Тоді зазначені коефіцієнти визначаються через ці потужності, як складові повної потужності  $S$ . Загальним показником в цій системі є коефіцієнт  $\lambda$ , який об'єднує мультиплікативно всі зазначені коефіцієнти виразом:

$$\lambda = \frac{P}{S} = \cos \varphi \cdot \nu \cdot K_{HC} \cdot K_{HP}.$$

Слід зауважити, що коефіцієнт потужності  $\cos \varphi_{(1)}$  не завжди є достатньо очевидним енергетичним показником (для кіл і режимів, у яких потужності  $D \neq 0$ ,  $H_C \neq 0$ ,  $H_P \neq 0$ ) і тому в останні роки в якості звітної величини використовують коефіцієнт реактивної потужності

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P},$$

який є більш енергетично практичним показником. Дійсно, наприклад, при  $\cos \varphi = 0,95$  величина  $\operatorname{tg} \varphi = 0,33$ , тобто, хоча  $\cos \varphi$  близький до 1, але споживана реактивна потужність  $Q$  складає майже 1/3 від активної, тобто порівняно велика.

Викладена вище система енергетичних показників базується на гармонійному підході і тому, по-перше, може призвести до невизначеності та ускладнень при характеристиці потоків енергії, коли вже треба оперувати з інтегралами функцій енергії. По-друге, вона володіє негативними сторонами, що обумовлюють неоднозначність розв'язання проблеми оцінки ефективності процесів передачі, споживання і перетворення електроенергії. Тому ця система повинна бути доповнена іншими показниками, які б у

першу чергу оцінювали ступінь споживання реактивної енергії й тим самим ступінь якості електроенергії.

З економічної, і навіть техніко-економічної, точки зору найбільш важливим показником ефективності процесів тягового електропостачання і електроспоживання, за нашою думкою, можуть слугувати навіть не стільки сумарні, скільки додаткові втрати активної енергії, які виникають в пристроях систем електричного транспорту при передачі повної потужності від районної підстанції до ЕРС. При цьому оцінка чи точний розрахунок цих втрат, з позиції подальшого аналізу та прийняття необхідних засобів, повинна виконуватись не лише у кожній складовій системи електротранспорту, але й від кожного фактора неякісності електроенергії з наступним складанням від усіх складових.

Якраз саме додаткові втрати в елементах (пристроях) систем електротранспорту повинні бути основним критерієм ефективності енергопроцесів у системі, бо вони:

- відображають економічну сторону і енергопостачання, і енергоспоживання (у кВт·год);
- базуються на усіх 4 факторах неякісності електроенергії у системі;
- характеризують ефективність і раціональність організації споживача при електроспоживанні.

Тому треба нормувати не показники якості електроенергії, а додаткові втрати, або їх – разом.

На сьогодні не існує приладів і методів експериментального визначення взагалі технологічних, й тим більше додаткових втрат електроенергії, їх можна отримати лише розрахунковим шляхом з урахуванням стохастичного характеру зміни тягових напруг і струмів.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ В КОВЗНОМУ ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОНТАКТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Устименко Д.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Ustymenko D.V., Features application sliding electrical contact composite materials.

Features are used in sliding electrical contact "pantograph - contact wire" composite materials, as well as ways to improve the performance of this group contacts.

В ковзному контакті «струмоприймач – контактний провід» з металу виготовлюється тільки один елемент (контактний провід). В якості основного матеріалу контактної накладки струмоприймача використовують твердомастильні електропровідні композиції чотирьох основних типів: металографітні, графітні, вугільно-графітні та електро-графітні. Для таких композицій характерне утворення при терті перенесених плівок на металічному контртілі.

Експериментальними дослідженнями показано, що товщина, склад і структура перенесених плівок взаємозв'язані з зовнішніми навантажувально-швидкісними параметрами контакту, складом композиту та навколишньої атмосфери. З іншого боку плівка визначає механізм проходження струму, а відповідно електричні характеристики контакту, характер і інтенсивність тепловиділення.

Електричний струм може розглядатись як додатковий зовнішній параметр трибосистеми, що впливає на всі характеристики ковзного контакту. Цей вплив достатньо

значний аби ввести поняття «мастильної дії» електричного струму (зменшення сили тертя при збільшенні густини струму) і «електричного» зносу (збитковий знос елементів ковзного контакту в порівнянні з так званим механічним зносом у знеструмленому контакті).

Розглядаючи дію електричного струму на зносостійкість композиційного контакту, зауважують, що прогнозування інтенсивності зношування за величиною густини струму практично неможливо через різноманіття факторів дії струму і складного характеру їх взаємозв'язку. Серед основних факторів зносу за відсутності електричного іскріння та дугоутворення приводять окислення металічного елементу пари тертя і огрубіння його поверхні, дисоціаційну дію струму на плівки води або органічних речовин на контакті і зростання адгезії, окислення композиційного елементу пари тертя і ослаблення його міцності, виникнення ударних термічних напружень в динамічному контакті через нерівномірність розподілення густини струму в ньому. Вказані фактори можуть діяти одночасно, і їх головною першопричиною є виділення теплоти на перехідному контактному опорі. У випадку виникнення іскріння або дуги до перерахованих вище факторів зносу додається електроерозія та викидання матеріалу контакту в дуговому розряді, що призводить до підвищення інтенсивності зносу.

Для сильнострумів ковзних контактів пропонується два варіанти підвищення працездатності: використання металічних контактів із мастильними матеріалами наповненими дисперсійними електропровідними наповнювачами, або використання композиційних матеріалів, що містять метал. В останньому випадку оптимізація властивостей контакту досягається шляхом використання металізованих твердомастильних компонентів, що регуляризують структуру композита. Це є найбільш ефективним методом для сильнострумів контактів, що працюють з високими швидкостями ковзання.

## СЕКЦИЯ 6 «ЭЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ»

### РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В МИРОВОМ ТРАНСПОРТНОМ СЕГМЕНТЕ

**Мямлин С. С., Кебал И. Ю.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В.А. Лазаряна  
Украина

Kebal, Miamlin, The development of electric vehicles in the global transport segment

Electric cars are a promising vehicle that can solve not only the fuel, but also the energy problem. However, to date, a significant barrier to their widespread distribution is not enough infrastructure of filling stations. After all, all electric vehicles have a limited mileage from the charge of the batteries to the next charge. Partly solve this problem by transporting electric vehicles by rail with recharging en route.

Большинство людей на сегодняшний день считают, что электромобили получили свое широкое распространение лишь пару лет назад. Однако это не совсем верно, ведь еще в далеких 1910-х годах только в США насчитывалось до 70 тысяч электромобилей и это были в основном такси. Однако позже стали все более широко распространяться автомобили, оборудованные двигателями внутреннего сгорания. Ведь эти двигатели позволяли развивать большую мощность, производство их обходилось значительно выгодней, а топливо было достаточно дешевым. И так продолжалось практически сто лет, пока не появились определенные проблемы с топливом и экологией, что заставляет сегодняшних автомобилистов пересаживаться на электромобили.

Основой деятельности электрического двигателя, устанавливаемого на современном электромобили, является принцип электромагнитной индукции, который связывают с появлением электродвижущей силы в замкнутом контуре при изменении магнитного потока. Двигатель электромобилей переводит электрическую энергию в необходимую механическую, при чем коэффициент его полезного действия составляет 90-95%.

Исходя из всего вышеприведенного можно выделить основные преимущества электромобилей:

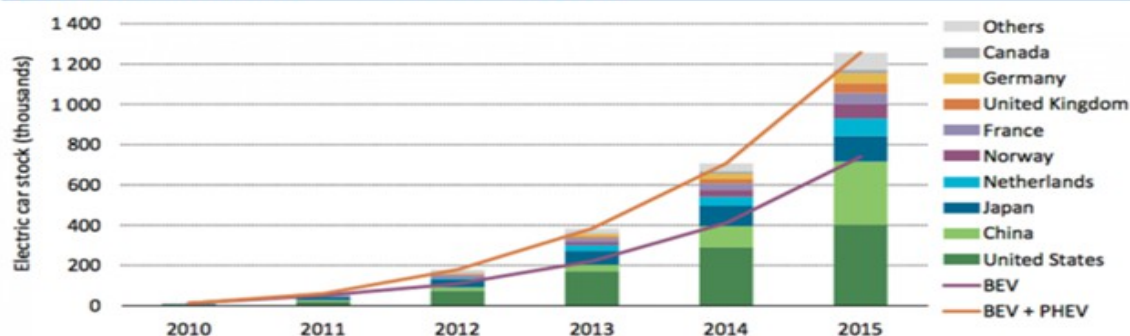
- экологическая чистота и отсутствие выбросов выхлопных газов;
- высокий ресурс работы и надежность электродвигателя;
- высокий КПД электродвигателей (до 90-95%);
- незначительный уровень шума.

Но, конечно, обладают электромобили определенными недостатками, а именно:

- малый пробег из-за ограниченного запаса энергии на борту электромобиля;
- низкая удельная энергоемкость аккумуляторов и большой вес батареи;
- ограниченный срок службы и высокая стоимость аккумуляторов;
- требуется создание инфраструктуры для зарядки электромобилей.

В 2015 году общее количество электромобилей в мире достигло 1,26 млн. штук, общий рост количества с 2010 по 2015 год приведен на графике 1.

**Figure 1 • Evolution of the global electric car stock, 2010-15**

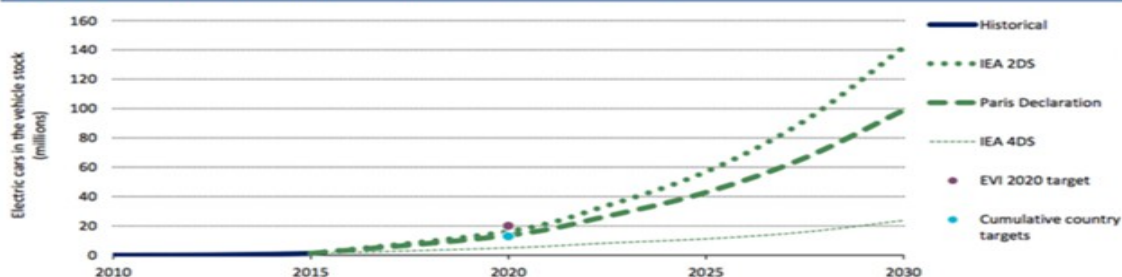


Note: the EV stock shown here is primarily estimated on the basis of cumulative sales since 2005.

График 1 – Рост количества электромобилей в мире с 2010 по 2015 год

Кроме того, широкое распространение электромобилей может способствовать решению проблемы глобального потепления. По подсчетам МЭА, для того чтобы избежать роста температуры более чем на 2°C в связи с глобальным потеплением, необходимо, чтобы количество электромобилей на дорогах мира достигло 150 млн к 2030 г. и 1 млрд к 2050 г.

**Figure 3 • Deployment scenarios for the stock of electric cars to 2030**



Note: 2DS = 2°C Scenario; 4DS = 4°C Scenario.

Sources: IEA analysis based on IEA (2016), UNFCCC (2015b), the EVI 2020 target and the country targets assessment made in Table 3.

График 2 – график, показывающий, каким должно быть распространение электромобилей, чтобы сдерживать глобальное потепление ниже 2 градусов по шкале Цельсия.

Однако все не так просто, ведь для обеспечения заряда такого количества электромобилей в первую очередь необходимо развивать инфраструктуру для их заряда. Ведь рост количества электромобилей требует роста количества зарядных станций для них. На сегодняшний день развиваются лишь стационарные зарядные станции, однако перспективным является направление заряда электромобилей при их транспортировке железнодорожным транспортом, что позволит владельцам всегда иметь полный заряд автомобиля при прибытии в конечную точку назначения и оставаться мобильными несмотря на дальнюю поездку.

## ОПИРАНИЕ ЭКИПАЖЕЙ MAGLEV С ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ЛЕВИТАЦИЕЙ НА НИЗКИХ СКОРОСТЯХ

**Новиков В.Ф.**

ИТСТ НАН Украины «Трансмаг»  
Украина

Novikov V.F, ITST of the National Academy of Sciences of Ukraine "Transmag", Support of maglev vehicles with electric dynamic levitation at low speeds.



A promising way to solve the problem of supporting the vehicle of MAGLEV with electrodynamic levitation at low speed is to install the support wheels on the track structure. By precisely locating the support wheels with respect to the suspension and direction coils, the issue of high electromagnetic impedance to the movement of the vehicle at low speeds in the parking, acceleration and deceleration zones is easily solved.

В настоящее время для высокоскоростного наземного транспорта (ВСНТ) с магнитной левитацией (MAGLEV) используются две основные системы магнитного подвеса:

1. Электромагнитный подвес (ЭМП), в котором используется притяжение электромагнитов поезда к ферромагнитной путевой структуре (Германия, Китай, США).

2. Электродинамический подвес (ЭДП), основанный на эффекте отталкивания, который возникает при взаимодействии магнитного поля автономного движущегося источника постоянного магнитного поля с полем вихревых токов, наведенных им в электропроводящей путевой структуре (Япония, США, Украина).

При всех своих достоинствах ЭДП, по сравнению с ЭМП, имеет существенный недостаток на малых скоростях подвес не работает, что приводит к необходимости использования колёсного опирания.

В связи с высоким аэродинамическим сопротивлением при скоростях порядка 500 км/ч, в настоящее время используется убирающееся шасси самолётного типа

В авиации масса шасси составляет  $\approx 5\%$  от массы самолёта. Следовательно, при массе экипажа 20т, масса шасси составит 1т, а с учётом резервирования обеспечивающих систем 1,5т, что равняется массе 20-и пассажиров. При этом необходимо обеспечить синхронность и синфазность работы всех шасси экипажа, т.к. у поезда отсутствует возможность подождать выхода стоек шасси при помощи ухода на второй круг.

Кроме того, в авиации стойки шасси после выпуска и посадки доступны для осмотра, контроля и обслуживания, что для поезда возможно только во время планового ТО или ТР в депо.

Перспективным способом решения данной проблемы является установка опорных колёс на путевой структуре по типу роляганга. При этом, путём точного расположения опорных колёс относительно катушек подвеса и направления, легко решается вопрос высокого электромагнитного сопротивления движению экипажа на малых скоростях в зонах стоянки, разгона и торможения.

В системе ЭДП используется привод на базе линейного синхронного электродвигателя (ЛСД), что даёт возможность уменьшить износ колёс их предварительной раскруткой до синхронизации со скоростью экипажа.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОТЕРЬ В ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ ПОСТОЯННОГО И ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ТОКА**

**Афанасов А. М., Друбецкий А.Е., Арпуль С.В., Войтенко А.В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна (ДИИТ)

Украина

Afanasov A.M., Drubetskii A.E., Arpul S.V., Voitenko A.V., Determination of magnetic losses in traction electric machines steady and pulsating current

As a result of theoretical analysis obtained expression describing the dependence of the relative frequency of magnetic loss change of magnetic flux a anchors. Universal dependence is

common to all traction DC electrical machines regardless of their arousal. It can be used for both motor and generator operation mode of electric machines. At constant voltage at the terminals of the traction motor loss of eddy currents does not depend on the frequency of rotation of anchors, and hysteresis losses is inversely proportional to the frequency of his rotation. The results of the analysis can be used to determine the magnetic loss in traction electrical machines in all modes of their operation or testing.

К магнитным потерям в тяговых электрических машинах относятся потери в ярме и зубцах сердечника якоря, а также потери в стали полюсных наконечников главных полюсов, обусловленные зубчатым строением якоря и самого полюсного наконечника.

Наиболее широко известна формула для определения магнитных потерь по удельным потерям в стальных участках якоря электромашины и массам соответствующих участков. Использование данной формулы в практических расчётах затруднено необходимостью использования конструктивных геометрических параметров якоря и значений магнитных индукций в отдельных сечениях магнитной цепи.

Необходимость в упрощенных расчетах магнитных потерь в якорях тяговых электродвигателей требует определения универсальной зависимости этого вида потерь от типовых параметров электромашины. Такая характеристика может быть получена путем исключения из упомянутой выше формулы конструктивных параметров стального пакета якоря. В результате теоретического анализа получено выражение, описывающее зависимость относительных магнитных потерь (приведенных к частоте 50 Гц) от частоты перемагничивания якоря в герцах.

Полученная универсальная зависимость является общей для всех тяговых электромашин постоянного тока вне зависимости от способа их возбуждения (последовательное, параллельное, смешанное). Она может использоваться как для двигательного, так и генераторного режима работы электромашин.

Выражение может быть преобразовано к виду, удобному для проведения расчетов магнитных потерь тяговых электродвигателей с известным количеством пар полюсов через частоту вращения в оборотах в минуту.

Для проверки адекватности полученной характеристики произведен расчет зависимости магнитных потерь двигателя ДТК-820 от частоты вращения его якоря при номинальном напряжении. В качестве исходных данных были использованы значения магнитных потерь, полученные для часовой частоты вращения якоря при проведении квалификационных испытаний данного тягового электродвигателя.

Из результатов расчета видно, что магнитные потери при постоянном напряжении практически не зависят от степени ослабления поля тягового двигателя. Совпадение данных эксперимента (протоколы квалификационных испытаний) с результатами расчетов в диапазоне рабочих частот вращения практически полное. Относительные отклонения не превышают 5%.

Проведенный анализ позволяет сделать выводы о том, что при постоянном напряжении на зажимах тягового электродвигателя потери от вихревых токов не зависят от частоты вращения якоря, а потери от гистерезиса обратно пропорциональны частоте вращения. При этом потери на вихревые токи пропорциональны квадрату напряжения и не зависят от частоты вращения якоря, а потери на гистерезис пропорциональны квадрату напряжения при фиксированной частоте вращения якоря.

Данные выводы справедливы как для двигательного, так и генераторного режима работы тяговых электромашин при любом режиме их возбуждения. Результаты проведенного анализа могут быть использованы для аналитического определения магнитных потерь в тяговых электрических машинах при любых режимах их эксплуатации или испытаний.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЕМО- СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОМАШИН**

**Афанасов А.М., Друбетский А.Е., Гайваненко Н.С., Войтенко М.В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна (ДИИТ)  
Украина

Afanasov A.M., Drubetskii A.E, Gaivanenko N.S., Voitenko M.V., Improve the energy efficiency of acceptance testing of traction electric machines.

Considered the most promising energy efficiency acceptance tests of traction electric machines. As energy efficiency testing of traction electrical machines post-repair method mutual load suggested that energy efficiency ratio tests, peer relation full of energy losses in subjects electric machines the total cost of electricity on testing. The main focus of improving energy performance test stations should be reduced number of converters used in a scheme of mutual load, and minimizing their total capacity.

В качестве энергетического показателя эффективности послеремонтных испытаний тяговых электрических машин методом взаимной нагрузки может быть использован коэффициент энергетической эффективности испытаний, равный отношению полных потерь энергии в испытуемых электромашинах к общим затратам электроэнергии на проведение испытаний.

Необходимо отметить, что суммарные потери мощности в испытуемых электромашинах (электрические, магнитные, механические потери) является полезной мощностью, потребляемой при проведении испытаний. Это те потери, которые не зависят, или, по крайней мере, не должны зависеть ни от структуры испытательной системы, ни от характеристик источников, регуляторов, и преобразователей. Более того, условия проведения испытаний должны обеспечивать полное соответствие характеров энергетических процессов в электромашинах в условиях испытаний и реальной эксплуатации. Суммарные потери мощности в преобразователях и регуляторах являются потерями, связанными с обеспечением испытаний, и должны быть минимизированы путем структурной оптимизации системы взаимного нагружения.

Оставив открытым вопрос об определении критериев оптимизации структуры самой испытательной системы, отметим, что минимизация себестоимости испытательного стенда и потерь, связанных с обеспечением испытаний, является основным направлением в решении общей задачи оптимизации. Такая минимизация может быть достигнута за счёт уменьшения числа последовательных преобразований энергии во вспомогательных устройствах или отказа от таких преобразований. Наиболее рациональным, по-видимому, будет решение о компенсации всех потерь одним источником энергии. Это может быть как источник электрической мощности, так и источник механической мощности. В первом случае потери холостого хода в испытуемых электромашинах компенсируются избыточной электромагнитной мощностью испытуемого двигателя, во втором случае электрические потери компенсируются избыточной электромагнитной мощностью испытуемого генератора.

Выбор типа источника мощности (электрической или механической) зависит от того, какую долю в сумме всех потерь в испытуемых электромашинах составляют электрические потери и потери холостого хода. При высокой доле потерь холостого хода наиболее рациональным будет использование источника механической мощности. При высокой доле электрических потерь рациональным будет компенсация всех потерь источником электрической мощности. Очевидным является рациональность включения

обмоток возбуждения испытуемых электрических машин последовательно с их якорными цепями. При этом регуляторы возбуждения, если в них возникает необходимость, не должны представлять собой источники энергии. То есть, необходимо отказаться от подпитки обмоток возбуждения, а использовать только их шунтирование, которое не вызывает дополнительных потерь мощности.

Главным направлением повышения энергетических показателей испытательных станций должно быть уменьшение количества преобразователей, используемых в схеме взаимной нагрузки, и минимизация их суммарной мощности. Выполнение этого требования при выборе варианта схемы взаимной нагрузки является одним из главных условий достижения высокой экономической эффективности модернизации существующих станций для испытания тяговых электрических машин.

## **ВЫБОР ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**Арпуль С. В., Галустян Р. Р., Горовых А. К.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна (ДНУЖТ)  
Украина

Arpul S., Galustyan R., Gorovyih A., Choice of hauling electromechanic for high-speed motion.

Technical pre-conditions over are brought for creation of high-speed transport with asynchronous hauling engines.

Скорость движения поезда является важнейшим фактором, который определяет требования к подвижному составу и реконструкции эксплуатируемых линий, которые готовятся для регулярного обращения высокоскоростных пассажирских поездов.

С повышением скорости сокращается время поездки пассажира и снижаются затраты железнодорожного транспорта, связанные с содержанием локомотивных и поездных бригад, необходимым парком вагонов и локомотивов.

В то же время с повышением скорости возрастают расходы, связанные с энергетическими затратами на движение поездов, ремонтом колеи и подвижного состава, приобретением более дорогого подвижного состава, усовершенствованием средств автоматики и телемеханики, более высокими требованиями к реконструкции линии, особенно в части улучшения ее плана, переустройство станций и др.

Это определяет необходимость отыскания для линий, которые готовятся к высокоскоростному движению, наиболее выгодных по технико-экономическим показателям параметров тягового электроподвижного состава.

Один из наиболее важных узлов электроподвижного состава, обеспечивающий движение поезда с заданной скоростью, является тяговый электродвигатель. Он должен отвечать требованиям скоростного и высокоскоростного движения по режимам работы и иметь такую мощность, которая обеспечит высокие ускорения не только в пусковой зоне тяговой характеристики, но и в зоне высоких скоростей.

На сегодняшний день одним из наиболее перспективных типов тяговых электродвигателей является асинхронный.

При использовании в электрической тяге асинхронного тягового электродвигателя могут быть реализованы следующие преимущества:

- значительное упрощение тягового двигателя по сравнению с коллекторным и

повышение его надежности (отсутствуют коллектор, обмотки добавочных полюсов и компенсационная, отпадает необходимость ежедневного осмотра коллекторно-щеточного узла);

- повышение надежности кузовного электрического оборудования вследствие применения бесконтактных устройств преобразования мощности;
- улучшение тяговых свойств электровозов благодаря использованию жесткой тяговой характеристики при боксовании. Имеются опытные результаты, показывающие возможность увеличения коэффициента сцепления на 20...40%;
- увеличение мощности и момента тягового двигателя при тех же габаритных размерах;
- возможность полной автоматизации процесса ведения поезда;
- сокращение расхода меди на изготовление тяговых двигателей. Опыт проектирования последних образцов коллекторных тяговых двигателей постоянного (пульсирующего) тока и асинхронных тяговых двигателей показал, что расход меди на изготовление последних снижается в 2...2,5 раза.

Перечисленные преимущества не оставляют сомнений в целесообразности широкого внедрения асинхронных тяговых двигателей для скоростного и высокоскоростного движения.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИЙ СКОРОСТНЫХ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ**

**Арпуль С. В., Овсов В. Ю., Легкая О. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна (ДНУЖТ)  
Украина

Arpul S., Ovsov V., Legkaya V., Comparative analysis of conceptions high-speed trains for railways of Ukraine.

A comparative analysis over of conceptions of hauling electromechanic is brought for speed motion. Basic advantages of the up-diffused traction are considered before concentrated.

На данном этапе развития Укрзализныця стоит на пороге внедрения скоростного движения. В целом проблема создания скоростного электроподвижного состава и выбор рациональных его параметров является комплексной и требует одновременно углубленной разработки вопросов тяги, колеи, вагоностроение, эксплуатации, экономики.

В данной работе рассматриваются вопросы тяги, а именно преимущества распределенной (моторвагонной) концепции электроподвижного состава (ЭПС) над сосредоточенной (локомотивной).

В процессе становления и развития высокоскоростного железнодорожного транспорта за рубежом каждая страна стояла перед выбором концепции тягового электропривода. Некоторые страны со временем поменяли свои взгляды относительно принятой прежде концепции, это в первую очередь касается железных дорог Франции, отдав предпочтение распределенной тяге. Поэтому Укрзализныце нужно учесть опыт железных дорог мира и принять наиболее выгодный вариант внедрения высокоскоростного движения.

В скоростном и особенно высокоскоростном пассажирском движении применение моторвагонной электрической тяги имеет значительные преимущества в сравнении с электровозной.

В зв'язі со значительним розподілом мас пасажирських поїздів, порівняльно невеликими пасажиропотоками по окремих напрямленнях формування пасажирських поїздів при електровозній тязі, як правило, приводить до неповному заповненню вагонів, а відповідно, неповному використанню потужності локомотива і підвищенню собівартості пасажирських перевезень. Тому при використанні зосередженої тяги в міжгородньому пасажирському зв'язу при зниженні пасажиропотоків, як правило, зменшується частота руху пасажирських поїздів, тобто погіршується якість обслуговування пасажирів.

Секціонування електропоїздів дозволяє при наявності резервів в пропускній здатності застосовувати будь-яку композицію поїздів міжгороднього зв'язу і зберігати цілесобразну частоту і якість обслуговування пасажирів.

Крім того до основних переваг моторвагонної тяги можна віднести наступні:

- рівномірне розподілення потужності і сили тяги по поїзду, що приводить до зменшенню навантаження від осі на рейс, а відповідно, і зниженню сил, які впливають на верхню будову шляху;
- ефективне рішення проблеми електричного гальмування, оскільки використовується вага всіх моторних осей поїзда, що значно підвищує гальмівну ефективність поїзда і забезпечує зниження довжини гальмівного шляху;
- в широкому діапазоні може змінюватися кількість вагонів в поїзді при збереженні тягових властивостей, оскільки з зміною кількості вагонів відповідно змінюється і загальна потужність електропоїзда при збереженні удільної потужності, а відповідно, і величини прискорюючих зусиль;
- створюються можливості організації челночного руху, що забезпечує скорочення часу обороту складів на кінцевих станціях і покращує використання пропускної здатності станцій.

Переваги моторвагонної тяги стають вирішальними тоді, коли при електровозній тязі високі швидкості обмежує наявність великої кількості кривих малого радіуса, довжина яких може бути дуже значущою, що властиво для залізничних шляхів України.

Узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду експлуатації електроподвижного складу показало, що для широкого застосування моторвагонної тяги в швидкісному і високоскоростному міжгородньому пасажирському зв'язу повинен бути створений новий тип електропоїздів, які відповідають реальним умовам експлуатації залізничних шляхів.

Згідно цьому в першу чергу повинен бути створений, новий електропоїзд, максимально облегчений, який має хороші аеродинамічні характеристики і забезпечує по своїх ходовим властивостям і загальної динаміці високі швидкості руху, особливо в кривих ділянках шляху.

## **ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СУЧАСНОГО ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ В ГАРАНТІЙНИЙ І ПІСЛЯГАРАНТІЙНИЙ ПЕРІОДИ**

**Михайленко Ю.В.**

**Українська державна академія залізничного транспорту (УкрДАЗТ)  
Україна**

Mikhaylenko Y.V. Technical maintenance of modern traction rolling stock is in guarantee and postgarantee periods.

Keeping the modern traction rolling stock in terms of intensive operation involves the use of new approaches to organizing and carrying out maintenance work. Offers world-known manufacturers of railway equipment market these services open up opportunities organizations operating in achieving high values of technical and economic parameters of traction rolling stock.

Традиційними для локомотивного і господарства приміських пасажирських перевезень Укрзалізниці є підходи в організації утримання тягового рухомого складу (ТРС), що передбачають поєднання експлуатаційної роботи і технічного обслуговування та ремонту його в межах одного структурного підрозділу – ремонтно-експлуатаційного депо. Зміни в структурі парку локомотивів і моторвагонного рухомого складу, що відбуваються останніми роками призводять до збільшення частки ТРС третього і четвертого покоління в конструкції якого все більше застосовуються електронні системи керування, діагностування, забезпечення безпеки руху і пасажирів, а також наукоємні вузли і обладнання. Використання таких систем і обладнання з одного боку повинно підвищити рівень експлуатаційної надійності ТРС і зменшити витрати на його утримання, а з іншого - вимагає широкого застосування сучасних засобів контролю і діагностування їх стану, інформаційно-управляючих систем і високого рівня підготовки обслуговуючого персоналу. Для досягнення такого рівня структурні підрозділи господарств Укрзалізниці, що утримують ТРС потребують значних капіталовкладень. В господарстві швидкісних пасажирських перевезень Укрзалізниці за кількістю переважає моторвагонний рухомий склад іноземного виробництва, що суттєво підвищує роль логістики у закупівлі і утриманні комплектуючих, запасних частин і матеріалів до нього.

Відомі світові виробники залізничної техніки в сучасних умовах жорсткої конкуренції на ринку товарів і послуг розширюють сфери діяльності, створюючи системи надання послуг з технічного обслуговування продукції власного виробництва в гарантійний і післягарантійний період. Співробітництво з експлуатаційним підприємством здійснюється на основі договору. Пропонується декілька варіантів програм, що відрізняються обсягами послуг і їх вартістю. В залежності від обраного варіанту сервісне підприємство приймає на себе певну частину ризиків, пов'язаних з плануванням, і проведенням робіт з технічного обслуговування, вирішує питання рекрутингу і підвищення кваліфікації персоналу, матеріально-технічного забезпечення процесу, закупівлі запчастин, управління і логістики. Воно гарантує високий рівень надійності і безперебійну роботу рухомого складу в експлуатації і досягає згоди з клієнтом щодо коефіцієнту його готовності. Експлуатаційне підприємство лише організує роботу рухомого складу на лінії і забезпечує кваліфіковане його обслуговування експлуатаційним персоналом.

## **ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ДОСЛІДНИХ КОНТАКТНИХ ПЛАСТИН СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ**

**Баб'як М. О.**

Дніпровський національний університету залізничного транспорту імені академіка  
В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Babyak M.O., Evaluation of performance and resource definition work research contact plates electric current collectors.

There are various contact plate pantographs of electrical locomotives, but no one reliable and cheap material. This material may be based on the development of bronze, iron and graphite,

which will satisfy the conditions of operation of electric locomotives and at a constant alternating current, given the current size and speed.

A performance tests on electric locomotives DC, AC and DC electric trains on in terms of Lviv railway. New material resource exceeds the lifetime of contact plates, operating today in the depot.

Виготовлення та експлуатація сучасного рухомого складу, зокрема електротранспорту, вимагає використання в його конструкції, а особливо в елементах силового електричного кола, сучасних контактних матеріалів.

Надзвичайно важливим вузлом будь якого електричного транспорту є елемент, що забезпечує надійну роботу його струмоприймача, та забезпечує надійне протікання струму як під час стоянки, так і під час руху. Для електрорухомого складу, що експлуатується з великими струмами (вантажні електровози), та великими швидкостями руху (пасажирські електровози та електропоїзди) важко підібрати струмопровідний елемент, який би забезпечував одночасно і велику струмопровідність і володів високою зносостійкістю.

Багато виробників намагаються втілити в життя металокерамічні або мідно-графітові накладки струмоприймачів, але для них, на жаль немає "золотої середини" відповідності вимогам ремонтних та експлуатаційних підрозділів залізниць, яка полягає у високій експлуатаційній надійності та відносно невисокій вартості.

Впродовж останніх років спільними зусиллями фахівців Львівської філії ДНУЗТ, локомотивного депо Львів-Захід та моторвагонного депо Львів регіональної філії "Львівська залізниця" проводиться пошук найбільш оптимального варіанту композиційного матеріалу для контактних пластин струмоприймачів електротранспорту. Рішенням такої непростой задачі може стати удосконалений склад на основі бронзи, заліза і графіту, що корегується в залежності від вимог замовника, та буде задовільняти умови експлуатації електрорухомого складу як при постійному, так і при змінному струмі, враховуючи як струмове навантаження, так і високі швидкості руху.

З метою оцінки працездатності і визначення ресурсу роботи дослідних контактних пластин струмоприймачів електротранспорту марки БрЗГ та виконання вимог Технічного завдання на пластину контактну для струмоприймачів електротранспорту для РФ "Львівська залізниця" в умовах локомотивного депо Львів-Захід (ТЧ-1) та моторвагонного депо Львів (РПЧ-1) в період з січня по кінець березня 2017 року було проведено експлуатаційні випробовування на електровозах ВЛ10, ВЛ11м постійного струму та електровозах ВЛ80т змінного струму, та на електропоїзді постійного струму ЕР-2.

Випробовування проводилися відповідно до затвердженої "Програми-методики проведення експлуатаційних випробувань контактних пластин марки БрЗГ струмоприймачів електротранспорту". За період дослідної експлуатації зауважень зі сторони ремонтного персоналу, локомотивних бригад та працівників служби електропостачання до дослідних контактних пластин струмоприймачів електротранспорту марки БрЗГ не зафіксовано. Завдяки особливості технології виготовлення та хімічному складу нагортання міді з контактного дроту на накладки не виявлено.

Експлуатація контактних пластин струмоприймачів електротранспорту марки БрЗГ не вимагає встановлення додаткових вимог до експлуатації контактних пластин і вставок інших виробників.

Ресурс дослідних контактних пластин марки БрЗГ суттєво перевищує експлуатаційний ресурс контактних пластин марки ПКД та вугільних вставок типу "А" та "Б".



## **ЕЛЕКТРОРУХОМИЙ СКЛАД ПІДВИЩЕНОЇ НАПРУГИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Забарило Д. О., Шаповалов Д. Ю.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Zabarilo D. O., Shapovalov D. Yu., Electrical rolling stock of increased DC voltage  
The structures of the power circuits of the electric rolling stock under power from the DC  
contact network of increased voltage

Одним з найефективніших способів збільшення передачі потужності з тягової мережі до електрорухомого складу (ЕРС) є підвищення напруги в контактній мережі. Наприклад, при збільшенні напруги з 3 кВ до 6 кВ можливо в двічі підвищити потужність, що споживається щем ЕРС, при збереженні майже таких же втрат потужності в мережі. Тобто з підвищенням напруги зростає коефіцієнт корисної дії тягової мережі.

В умовах збільшення маси состава у вантажних поїздах або зростання швидкості пасажирських поїздів найбільш перспективним є підвищення напруги в контактній мережі постійного струму.

Якщо порівнювати систему тяги 24 кВ постійного струму і 25 кВ змінного струму, то слід зазначити, що лише за рахунок відсутності індуктивних втрат напруги в контактній мережі постійного струму її коефіцієнт корисної дії вищий на декілька відсотків. Крім того тягова мережа постійного струму завжди поступається показниками якості електроенергії.

З точки зору модернізації тягової мережі залізниць України на підвищену напругу постійного струму найбільш простими способами є підвищення напруги з 3 кВ до 6 кВ та переобладнання системи 25 кВ змінного струму в 24 кВ постійного струму. При реалізації останнього способу досягається найбільший ККД.

Стосовно електрорухомого складу, то підвищеної напруги в контактній мережі вимагає посилення ізоляції тягових двигунів. Проте сучасні асинхронні тягові двигуни мають ізоляцію, що розрахована на 4 кВ, а колекторні тягові двигуни мають ще нижчу міцність ізоляції. Тому для живлення тягових двигунів необхідно застосовувати спеціальні схемні рішення в яких передбачається використання гальванічної розв'язки.

Для живлення асинхронних тягових двигунів застосовуються автономні інвертори, на елементах яких потрібно знижувати напругу тягової мережі. Найліпшим способом є застосування подільників напруги на базі конденсаторів і повністю керованих напівпровідникових ключів. В такій структурі відсутня гальванічна розв'язка, проте схема має мінімальну кількість напівпровідникових ключів, що робить її простою та надійною.

Щоб реалізувати гальванічну розв'язку тягової мережі з автономним інвертором необхідно використовувати трансформатор. Первина обмотка його отримує живлення від багаторівневого інвертора напруги, що безпосередньо підключається до контактної мережі. Напруга з вторинної обмотки випрямляється і подається на вхід трифазного автономного інвертора напруги. Для зниження маси і габаритів трансформатора потрібно по можливості підвищити частоту вихідної напруги багаторівневого інвертора.

## **СИЛОВА СХЕМА ЕЛЕКТРОВОЗА З АСИНХРОННИМ ТЯГОВИМ ПРИВОДОМ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ТЯГОВОЇ МЕРЕЖІ 6 КВ**

**Забарило Д. О., Шаповалов Д. Ю.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Zabarilo D. O., Shapovalov D. Yu., Power circuit of an electric locomotive with an asynchronous traction drive powered by a 6 kV contact network

The power circuit of an electric locomotive with an asynchronous traction drive is developed for supply from a 6 kV contact network

Підвищення напруги в контактній мережі з 3 кВ до 6 кВ дозволяє знизити втрати потужності в ній з 12 % до 3 %, тобто в 4 рази. Тому цілком зрозуміла перспектива застосування підвищеної напруги в тяговій мережі. Проте перший в світі електровоз ВЛ8В («В» - високовольний), розроблений на живлення від напруги 6 кВ не показав очікуваного ефекту. В першу чергу це пов'язано з відсутністю на той час потужних повністю керованих напівпровідникових приладів. В наслідок цього тягові перетворювачі були громіздкими, мали низьку частоту комутації, надійність та коефіцієнт корисної дії.

Сучасний розвиток напівпровідникових приладів дає можливість створювати відносно прості, надійні та ефективні перетворювачі для живлення асинхронних тягових двигунів від тягової мережі 6 кВ. Найбільшого розповсюдження в якості ключових елементів статичних тягових перетворювачів набули IGBT 65 класу. Такі транзистори витримують зворотну напругу 6,5 кВ. Проте підключати їх безпосередньо до мережі 6 кВ не можна, оскільки внаслідок комутаційних перенапружень напруга на них може сягати 8...10 кВ. Послідовно з'єднувати два IGBT також неможна. Це пов'язано з тим, що перетворювачі працюють з високою частотою, а одночасне відкривання і закривання ключів реалізувати практично неможливо. І якщо один транзистор відкриється раніше, то буде пробій закритого транзистора.

Для усунення цього недоліку було розроблено схему подільника напруги. Вона працює таким чином, що спочатку напруга з контактної мережі поділяється навпіл двома послідовно з'єднаними конденсаторами. Далі ступінь потім відбирається з кожного конденсатора за допомогою транзисторних ключів. Транзистори працюють зі зміщенням, тому, наприклад, якщо робоча частота одного транзистора 1000 Гц, то пульсація вихідної напруги 2000 Гц, що дозволяє зменшити ємність конденсаторного фільтру. Після фільтру напруга подається на автономний інвертор напруги, який живить асинхронний тяговий двигун. Схема надійно працює як в режимі тяги, так і в режимах рекуперативного і реостатного гальмування.

## **СЕКЦІЯ 7 «ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ»**

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИКИ ЕКСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ**

**Козаченко Д. М.<sup>1</sup>, Вернигора Р.В.<sup>1</sup>, Рустамов Р. Ш.<sup>2</sup>, Коробйова Р.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В. Лазаряна

<sup>2</sup>Одеська дирекція залізничних перевезень

Kozachenko D., Vernigora R., Rustamov R., Korobyova R. Improving of grain's transportation logistics on railway transport. The methods of improving of grain's transportation system on base of using unit train technology are presented.

Одним із стратегічних продуктів, що пропонує на сьогодні економіка України, є зерно. Зернова галузь є базою та джерелом стійкого розвитку агропромислового комплексу та основою аграрного експорту України. За останні десять років обсяги виробництва зерна в Україні збільшилися на 68 % і у 2014 році склали 63,9 млн. т. При цьому біля 61 % експортних перевезень виконується залізничним транспортом. В цих умовах актуальним питанням для економіки України є розвиток залізничної транспортної системи з метою досягнення нею необхідної пропускної спроможності для перевезень зернових з мінімальними логістичними витратами.

Основним експортером зерна у світі є Сполучені Штати Америки. Зменшення собівартості перевезень в США досягається за рахунок більш ефективного використання рухомого складу. В останнє десятиріччя почала активно розвиватися технологія shuttle train, яка полягає у перевезеннях зерна поїздами з составами по 100-130 вагонів, що рухаються між елеватором великої навантажувальної спроможності та портами. Зазначена технологія передбачає використання спеціального тарифу, який нижче ніж для перевезення зерна груповими відправками на 46-52%. При цьому вантажовідправник повинен бути здатним забезпечити навантаження поїзда з 75-120 вагонів протягом обмеженого часу (близько 15 годин). Поїзди рухаються між пунктами навантаження і вивантаження за жорстким розкладом у відповідності з контрактом на 6-9 місяців, без переформування і відчеплення поїзних локомотивів на станції навантаження. У відповідь на зміни умов транспортування зерна в США відбулися істотні зміни в системах його виробництва і зберігання. За період з 1980 по 1998 роки число сільськогосподарських підприємств скоротилася на 15%, в той же час їх розміри зросли на 11%. Загальна кількість елеваторів зменшилися за рахунок значного скорочення числа лінійних елеваторів, при цьому відбулося укрупнення і зростання числа вузлових елеваторів, що забезпечують відвантаження зерна на залізничному транспорт партіями, достатніми для формування маршрутів. В цілому доля залізничного транспорту у експортних перевезеннях зерна у різні роки в США коливалась в межах 35-50 %. Загальною тенденцією є поступовий програш конкурентної боротьби автомобільному транспорту на відстанях перевезень до 500 км та збільшення обсягів перевезень на відстанях понад 1 000 км за рахунок перевезень поїздами shuttle та unit train.

В Україні основним видом транспорту, що забезпечує доставку зерна на експорт у морські порти є залізничний транспорт. На його долю припадає біля 61 % експортних перевезень зерна. Автомобільний транспорт перевозить біля 36 % зерна і використовується переважно для перевезень на коротких відстанях до 250 км і на більших відстанях в період масових перевезень. Доля річкового транспорту складає біля 3 % і є незначною. Основною перевагою залізничного транспорту у конкурентній боротьбі з

іншими видами транспорту є нижча вартість доставки зерна у порти.

Дослідження експортних перевезень зерна виконувалось на підставі даних архіву АСК ВП УЗ. Найбільша щільність навантаження зерна спостерігається у Черкаській області, де на одну станцію навантаження припадає у середньому 1261,1 вагон на рік. Для порівняння у Харківській області на одній станції в середньому завантажується 313,5 вагонів на рік, а у Дніпропетровській – 139 вагонів на рік. Найбільші річні обсяги навантаження зерна спостерігаються на станціях Прилуки (5 675 вагонів), Христинівка (5 134 вагонів) та Торопилівка (5 016 вагонів). Таким чином на найбільш крупних станціях навантаження зерна середньодобові обсяги складають 13-15 вагонів. В цілому вітчизняна логістична система забезпечення експорту зернових вантажів характеризується розпиленням навантаження зерна по великому числу залізничних станцій. На 67 % станцій середній добовий обсяг навантаження не перевищує 1 ваг. на добу. Основні станції навантаження зерна є проміжними і доставка вагонів на ці станції здійснюється збірними та вивізними поїздами, що різко збільшує собівартість перевезень. Необхідність багаторазової переробки вагонопотоків на технічних станціях призводить до збільшення обігу вагонів та витрат на їх сортування. Основним методом удосконалення організації перевезення зернових, який використовує на сьогодні Укрзалізниця є технічна маршрутизація. Негативним результатом цього є значний обіг вагонів, який в 2016 році становив близько 9,9 доби, неефективне використання локомотивної тяги на початковому і кінцевому етапах перевезення, значні експлуатаційні витрати, пов'язані з обслуговуванням вагонів на станціях. Існування такої логістичної системи є можливим через відсутність в Україні диференційованих ставок тарифу для вагонних, групових та маршрутних відправок, а також наявність резерву парку зерновозів в 2000-х роках. Однак поєднання таких факторів як різке збільшення виробництва зернових, критичний знос зерновозів і загострення конкуренції на світових ринках зерна ви-викликають необхідність вдосконалення логістичної інфраструктури та технологій перевезення зерна.

Зважаючи на те, що жоден з елеваторів не спроможний здійснювати навантаження маршрутів щодоби, то пропонується розробити узгоджений графік обслуговування елеваторів складами маршрутних поїздів. Рух поїздів пропонується організувати за розкладом. Зменшення собівартості перевезень досягаються за рахунок відмови від використання збірних та вивізних поїздів на початковому та кінцевому етапах перевезень, відсутності переробки вагонопотоків по маршруту слідування, підвищення швидкості руху вагонів від станції навантаження до станції вивантаження до 850-1000 км за добу та скорочення їх обігу вагонів більше ніж у два рази, перенесення частини початково-кінцевих операцій на місця незагального користування. Застосування такої технології дозволяє утримати вартість перевезень в період розвитку інфраструктури елеваторів та парку рухомого складу і в майбутньому отримувати економію на перевезеннях.

## **ПРОБЛЕМИ ЛОГІСТИКИ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В УКРАЇНІ**

**Пасічник А. М., Клен О.М, Пасічник В. А., Мірошніченко С.В.**

Університет митної справи та фінансів

Україна

Існуюча мережа українських автомобільних доріг характеризується незадовільним транспортно-експлуатаційним станом. Відповідно до інформації Державного агентства автомобільних доріг України (Укравтодор), на даний час термінового ремонту потребують близько 90% мережі автошляхів, капітального ремонту та перебудови – понад 60%

автодорожніх мостів, рівень зношеності дорожніх споруди складає 43,7%. За останній період (2011-2015 рр.) років було відремонтовано близько 146 тис. км доріг загального користування, а для суттєвого покращення транспортно-експлуатаційний стану автомобільних доріг щорічно необхідно здійснювати ремонт близько 40 тис. км. Таким чином, існуюча мережа автомобільних доріг характеризується великим ступенем фізичного та морального зношення. У першу чергу, це пов'язано зі значним підвищенням інтенсивності руху транспортних засобів, їх фактичної маси, осьового навантаження. По-друге – незначними обсягами робіт з ремонту та утримання доріг.

Не менш суттєвим чинником незадовільного транспортно-експлуатаційного стану доріг є проведення з 2014 року і до сьогоднішнього бойових дій на сході країни. Так як проведення бойових дій завжди потребує логістичної підтримки, а саме: доставки боєприпасів, продовольства, військової техніки, медикаментів, перевезення поранених та інше, то виникає гостра потреба в транспортно-логістичному забезпеченні, особливо гостро це стосується автомобільних доріг, якими транспортуються та переміщуються військова техніка та особовий склад. Переміщення важкої військової техніки автомобільними дорогами призводить до їх руйнування, тому виникає потреба в міцному і надійному дорожньому покритті, що витримуватиме великі навантаження та матиме достатньо міцне покриття для переміщення гусеничної техніки. Тому в якості ефективного варіанту будівництва доріг в Україні пропонується використовувати цементобетонні автомагістралі які становлять 60% всіх автодоріг в США, в Європі – близько 40%. Терміни експлуатації таких доріг в США майже 100 років, рік будівництва перших бетонних доріг 1930-й.

Зараз технологія прокладання бетонних доріг настільки популярна, що її використовують для масового будівництва в усьому світі. Головна перевага бетонних доріг – довговічність. За цим показником вони значно випереджають традиційну для України технологію використання асфальтобетону. Мінімальний термін служби бетонної дороги без капітального ремонту – 30-40 років. При цьому є траси, побудовані ще в 60-ті роки минулого століття, успішно справляються із сучасними навантаженнями і сьогодні. Залежно від якості бетону і схем вкладання дороги можуть служити до 40 років без капітального ремонту. У двох містах США – Х'юстоні і Далласі є залиті в 1960-х роках дороги, які жодного разу не ремонтувалися, бо знаходяться в доброму стані. Нині їх досліджують з метою підвищення якості прокладання нових доріг. Однією з головних переваг також є використання вітчизняних складових. Асфальтові дороги – це мінімум 70% імпортованих комплектуючих, а при будівництві бетонних доріг співвідношення буде дзеркально протилежним.

Друга перевага бетонних доріг – вони не потребують частого поточного ремонту. Наприклад, якщо асфальтові дороги ремонтують раз на 3-5 років, то «бетонка» вимагає невеликих ремонтів тільки на 12-му році використання. Як наслідок, знижуються експлуатаційні витрати. Бетон набагато більш сприйнятливий до перепадів температури і екстремальних погодних умов. Покриття з цього матеріалу довгий час залишається рівним, не з'являється характерна для асфальтобетонних магістралей колійність, яка є серйозною проблемою українських доріг.

Крім того, бетон відображає на 30-50% більше світла, ніж асфальт, а це означає, що бетонну дорогу краще видно водієві. Це підвищує безпеку руху і дозволяє економити на освітленні. Завдяки можливості нанесення різної текстури на поверхню, бетонні дороги можуть забезпечувати вищий коефіцієнт тертя і краще зчеплення коліс автомобілів з дорожнім покриттям. Відзначимо, що у складі асфальту є нафтопродукти, які постійно дорожчають, та й створюють негативний вплив на екологію. З цієї точки зору бетонний матеріал менш шкідливий для навколишнього середовища. Крім того, при русі по бетонній дорозі у автомобілів зменшуються витрати палива, що також знижує викиди в

атмосферу. Відмітимо, що проблеми більшої шумності доріг із цементобетонним покриттям (рівень шуму в середньому на 5 дБ більше) успішно вирішується за рахунок застосування сучасних технологій будівництва.

На сьогодні для заїзду/виїзду в зону проведення антитерористичної операції використовуються 7 транспортних коридорів. При цьому асфальтовані дороги розраховані на навантаження максимум до 40 тон, тому при проходженні по ним тяжкої військової техніки, вони втрачають свої фізичну стійкість і руйнуються. На відміну від асфальтованих доріг, бетонні здатні витримувати навантаження понад 60 тон без втрати фізичних властивостей, що робить їх більш надійними в умовах проведення військових операцій. Ще однією з важливих переваг бетонних доріг є той факт, що їх можна використовувати в якості злітно-посадкових смуг для літаків. Також необхідно передбачити прокладання спеціально підготовлених доріг для переміщення важкої військової техніки паралельно основним магістралям. Таким чином, будівництво і експлуатація бетонних доріг дасть ряд переваг порівняно з існуючими дорогами, дозволить підвищити якість транспортного сполучення та покращити військову логістику.

Оцінка транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг проводиться на основі даних моніторингу їх основних характеристик на предмет відповідності умовам експлуатації. Під час аналізу отриманої інформації повинна оцінюватись величина відхилення транспортно-експлуатаційних параметрів автомобільної дороги від нормативних значень. Покриття проїзної частини не повинно мати осідань, вибоїн, напливів чи інших деформацій, що ускладнюють рух транспортних засобів. При виявленні відхилення від норми, виконується візуальна оцінка стану дорожнього покриття для встановлення причини відхилення. На основі аналізу стану автомобільних доріг здійснюється вибір оптимальних заходів з ремонту і утримання автомобільних доріг.

Для забезпечення швидкісного і безпечного автомобільного сполучення особливого значення набуває розбудова мережі міжнародних транспортних коридорів. Пріоритетними стратегічними завданнями Укравтодору є розбудова та ремонт найважливіших ділянок автодоріг, що збігаються з напрямками міжнародних та національних транспортних коридорів. За розрахунками у найближчі роки необхідно збудувати більше 4,5 тис. км автомобільних доріг. Орієнтовна вартість цих робіт – \$31,5 млрд. Основна частина таких обсягів фінансування може бути забезпечена за рахунок акцизного збору з поставок та продажів палива, який був введений в якості альтернативи транспортного збору і на даний час за експертними оцінками становить близько \$34-37 млрд.

На даний час автодороги України мають критичний стан дорожнього покриття, що дуже негативно впливає на імідж країни. Тому особливу увагу необхідно приділити будівництву та модернізації швидкісних автомагістралей з асфальтобетонним покриттям першої категорії. Від застосування ямкових ремонтів необхідно перейти до системної роботи з модернізації та будівництва автомобільних магістралей європейського рівня із достатньо розвиненою сучасною інфраструктурою.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

**Мацюк В. І., Горбатюк В. О.**

Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Україна

Viacheslav Matsiuk, Vladimir Gorbatyuk. Research of technological reliability of railway transport systems. **Abstract.** The thesis presents the results of studies on the formation of theory

and practice on the reliability of transport systems and the technological reliability of passenger railway stations. The expediency of using methods for estimating the failures of technological operations of passenger stations is substantiated. The necessity of developing methods for assessing the technological reliability of passenger railway stations is substantiated.

Будь-який транспорт розвивається у напрямку зменшення собівартості перевезень, підвищення швидкості доставки, безпеки та пунктуальності. Про це свідчить не тільки історія розвитку транспорту, а й історія розвитку держав та економіки загалом.

В період економічних перетворень ще більше стає актуальним потреба населення у перевезеннях, тому, як правило, рухливість населення збільшується.

Зростання економічної активності регіонів виникає на фоні збільшення мобільності працездатної частини суспільства та, як правило, у довгостроковій перспективі дає позитивний економічний ефект для держави.

Питання підвищення швидкості руху пасажирських поїздів також залишаються актуальними, так як під час перевезення кошти пасажирів являють собою "заморожені активи" для економіки. Зазначене питання набуває особливого статусу в країнах з розвинутою економікою. На даний час у сфері транспортного обслуговування залізничним транспортом України реалізована програма швидкісного (до 140 км/год.) руху.

Одним з принципів транспортного обслуговування (як вантажного, так і пасажирського) є доставка "від дверей до дверей", тому крім питання підвищення швидкості на конкретному транспортному маршруті, для скорочення часу подорожі пасажирів важливим фактором є узгодженість графіків прибуття та відправлення в пересадочних вузлах.

Для зменшення очікування пасажирів в пересадочних вузлах забезпечується підв'язка між маршрутами залізничного, автомобільного та міського транспорту з необхідними інтервалами пересадки з одного виду транспорту та інший. Відповідно до існуючих норм, витрати часу на здійснення пересадок у транспортно-пересадочних вузлах не повинні перевищувати 10 хвилин, з урахуванням часу на очікування. Проте на практиці зазначені часові обмеження призводять до запізнення пасажирів (під час пересадки) при затримці їх прибуття у пересадочний пункт хоча б на 5 хвилин. Зазначена проблематика виводить на передній план питання пунктуальності та є досить актуальною для більшості національних транспортних систем.

Пасажирські станції великих мегаполісів являють собою великі та складні залізничні транспортні системи. Більшість елементів технологічних процесів в них мають імовірнісну природу, що вносить хаотичність та складно-прогнозованість в роботі пасажирських комплексів.

Із зазначеної проблеми витікає імовірність перевищення прийнятих для транспортних систем 0,05 у відмовах в прийманні поїздів та вчасному їх відправленні із приймально-відправних колій пасажирських станцій.

Крім того складність та розмір залізничних транспортних систем може привести до формування сталих закономірностей виникнення експлуатаційних відмов. Оскільки відмови мають технологічну природу, то їх слід визначати як технологічні.

На пасажирських та пасажирських технічних станціях виконуються численні технологічні операції, зароджуються та гасяться пасажиропотоки, тому надійність роботи пасажирської станції грає важливу роль в забезпеченні стабільної роботи як залізничного вузла, так залізничної мережі та економіки в цілому. Такі транспортні системи як пасажирські та пасажирські технічні станції мають сильний функціональний, структурний та технологічний зв'язок як між собою, так і з іншими суміжними підрозділами. Технологічна надійність в роботі залізничних станцій в своїй структурі є добутком

надійності елементарних технологічних операцій, тому доцільно розглядати технологічну надійність через організацію технологічного процесу.

Більшість дослідників розглядають надійність функціонування залізничного транспорту як надійність використання технічного устаткування – інфраструктури та транспортних засобів. Технологічна надійність, у більшості, розглядається як пунктуальність (точність) виконання графіку руху поїздів.

В минулому порушення графіку руху поїздів в основному виникали по причині виходу з ладу технічних засобів, тому, зазвичай, забезпечення пунктуальності розглядають через забезпечення надійності технічних засобів. На сьогоднішній день, завдяки розвитку матеріалів, використанню дублюючих систем та заміні аналогових пристроїв на цифрові вплив відмов технічних засобів поступився своїм місцем.

Визначення технологічних операцій та інших параметрів пасажирських станцій здійснюється аналогічно нормам технічних (сортувальних та дільничних) станцій, що не є логічним, адже пасажирський рухомий склад має свої технічні відмінності, а загальний час обробки пасажирських поїздів на коліях приймально-відправних парків відрізняється від аналогічного для вантажних поїздів.

Використання прийнятих на залізничному транспорті графічних і аналітичних методів розрахунку та планування технології роботи залізничної станції загалом, та пасажирської, як окремого випадку, не дозволяють в повному обсязі оцінити можливості горловин на паралельність маршрутів та їх (маршрутів) варіативність, що в комплексі з імовірнісною природою параметрів призводить до серйозних відхилень фактичного завантаження системи від прогнозованого.

## **ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛОПОТОКОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ**

**Хара М.В., Лямзин А.А.**

ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет»  
Украина

Khara M.V., Lyamzin A.A. Objective function of model of functioning of the intellectual system of material streams in the chains of logistic of industrial enterprises. Saturation model transport areas is treated as a random process, depending on the traffic flow dynamics, natural, behavioral and logistical nature trust nestohasticheskoy uncertainty.

Интеллектуальная система моделирует деятельность на основе знания профессионалов, то есть базы знаний, которая представляет собой совокупность знаний по технологии, записанные на машинный носитель в форме, понятной человеку, интерфейс пользователя, блок логического вывода, редактор базы знаний и динамическую базу данных. В этой модели насыщенность транспортом ситирайонов рассматривается как случайный процесс, зависящий от динамики транспортных потоков, природной, поведенческой и целевой ситилогистической неопределенности нестохастической природы. Это состояние можно описать как векторный случайный процесс  $X(t)$  поведения системы транспортной насыщенности во времени. Составляющие процесса могут меняться непрерывно или скачкообразно в зависимости от хода ситилогистической ситуации. По состоянию процесса в фиксированный момент времени  $t$ , используя статистическую обработку результатов наблюдения, можно определить факт граничного насыщения транспортными потоками исследуемых ситилогистических районов.



Реализуя парадигму ситилогистики, этот процесс наблюдается периодически (дискретно) с интервалом  $\Delta t$ : в моменты  $t_k = k\Delta t$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots$ , т.е. наблюдается последовательность случайных векторов  $\bar{X}_0, \bar{X}_1, \dots, \bar{X}_k, \dots$ , изменения насыщенности транспортным потоком ситилогистических районов. Значит в каждый период  $t_k$  известна полная ситуация процесса  $X(t)$ :  $(x_0, x_1, \dots, x_k) = \bar{X}_k$ . Используя эти знания в конкретный момент времени  $t_k$  по траектории процесса, принимается два принципиальных решения: либо не вмешиваться в изменение ситилогистической ситуации и продолжать наблюдение за её развитием, либо путем изменения ситуации при оценке предельного насыщения транспортными потоками вернуть ситуацию в её первоначальное приемлемое состояние. То есть при  $X_0 \in X_+, \dots, X_{k-1} \in X_+, X_k \in X_-$  принимается второе решение, где  $X_+$  – пространство состояний ситилогистической системы, не требующее вмешательства, а  $X_-$  – пространство состояний ситилогистической системы, требующее вмешательства:  $X = X_+ \cup X_-$ , где  $X$  – все состояния ситилогистической системы.

Целевая функция математической модели функционирования системы предлагается в виде интегрального критерия качества управления за период  $(t_0 - t_1)$ :

$$I = \int_{t_0}^{t_1} F(X(t), P(t)) dt \Rightarrow \min, \text{ где } X(t) = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} - n\text{-измеримый вектор состояния}$$

системы;  $P(t) = \{p_1, p_2, \dots, p_r\}$  –  $r$ -измеримый вектор управления системой.

Под состоянием системы в каждый момент времени понимается минимальный набор переменных (переменных состояния), который содержит количество информации, достаточное для определения координат системы, в текущем и будущем состояниях системы.

В относительно небольшом объеме памяти интеллектуальные системы должны хранить большое количество информации о задачах, которые решаются в системе в процессе ее функционирования. Решение этой проблемы возможно лишь при специальной организации базы знаний, одним из видов которой является фреймовая организация, которую создал известный американский ученый Марвин Минский (в переводе с английского frame – скелет, остов, рамка).

## **МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОГО РИНКУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кузьменко А.І., Гулеватий В.В., Левинець В.П.**

Університет митної справи та фінансів  
Україна

Kuzmenko A. Hulevatiy V. Levynets V. MODELS OF THE DEVELOPMENT CARGO TRANSPORTATION MARKET. The article is devoted to the issues of development cargo transportation in Ukraine and based on the designing the model of the competitive environment freight transport market for rail and automobile transport.

В умовах розвитку ринкової системи в Україні та різкого падіння загального об'єму перевезень має місце зростання конкуренції на транспортному ринку. Зараз склалося динамічне конкурентне середовище, в межах якого окремі види транспорту змагаються за прихилення вантажів на свій бік. В зв'язку з тим, що функціонування ринкового середовища для різноманітних видів транспорту є невизначеним, дуже важливе значення

здобуває прогнозування майбутньої ситуації.

Метою цієї роботи є розробка теоретико-ігрових моделей для аналізу існуючої економічної ситуації й прийняття рішень, що сприяють покращенню економічних показників транспортних підприємств за рахунок визначення оптимального розміру використання ресурсів транспортних підприємств в умовах конкурентного середовища.

Цієї мети можна досягти за рахунок вирішення таких задач: описання функціонування середовища транспортного ринку вантажних перевезень; визначення конкурентів; моделювання фінансової, маркетингової та виробничої діяльності конкуруючих видів транспорту; аналіз впливу факторів на поведінку об'єктів транспортного ринку.

У даній роботі було теоретично обґрунтовано вибір методу моделювання. Встановлено, що існує велика кількість методів, за допомогою яких можна відтворити процеси, які відбуваються на транспортному ринку вантажних перевезень. До таких методів належать методи математичної аналогії, чинниково-графічний, екстраполяційний методи, метод експертних оцінок, метод морфологічного аналізу та ін. У даній роботі був застосований метод теоретико-ігрового моделювання. Він простий у застосуванні і не потребує дуже великої трудомісткості. Його можна легко описати за допомогою математичного апарату.

Для розробки моделей вибору ефективної стратегії поведінки транспортних підприємств на ринку було окреслено коло конкурентів. Оцінювалися два конкурентоспроможних види транспорту: автомобільний та залізничний. За результатами оцінок незалежних експертів було розроблено декілька моделей конкурентного середовища на транспортному ринку в умовах конфліктності та невизначеності. Велика увага приділялася авторами правильній постановці задачі, на основі якої побудовано модель конкурентного середовища транспортного ринку за участю двох конкурентів. У результаті вирішення цієї задачі було визначено кількість ресурсів на впровадження маркетингових заходів. В цій роботі розглянуто три задачі. Дві з них вирішені за умов конфліктності, а одна - в умовах невизначеності. Перша задача являє собою систему з двох конкурентів (автопідприємства (АТП) та залізничної транспортної фірми (ЗТФ)) і одного транспортного ринку, друга задача – задача, яка складається з двох конкурентів і двох транспортних ринків, при чому обсяг вантажу на першому ринку перевищує обсяг вантажів другого ринку, а третя – це задача з тими ж двома конкурентами, але на них впливає деякий фактор ризику у вигляді штрафу за невчасне надання транспортних послуг, що зменшує прибуток підприємств. Ці задачі описані за допомогою математичних виразів, що відтворюють конкурентне транспортне середовище на транспортному ринку вантажних перевезень.

Побудувавши моделі поведінки перевізників на ринку і розрахувавши можливі витрати та прибутки у середовищі «Microsoft Excel», можна одразу зробити висновки про ефективність та стратегію, яку обрало те чи інше підприємство.

Виходячи з трьох різних змін коефіцієнтів корисної дії витрат для першої задачі можна підвести наступний підсумок: при цій стратегії прибуток першого гравця (ЗТФ) менший в середньому на 6,9% за прибуток другого гравця (АТП) і відповідно до цього і змінюється обсяг продажу послуг для АТП більший на 0,82% ніж для ЗТФ в середньому від їх обсягу реалізації продукції; витрати на маркетингові заходи змінюються і стають меншими для конкуруючих сторін на 13,72%. На зміни прибутків, обсягів реалізації послуг та витрати на маркетингові заходи впливають значення коефіцієнтів корисної дії витрат  $\beta_1$  та  $\beta_2$ . Чим більше вони, тим більша популярність підприємства на ринку транспортних послуг. При збільшенні цих коефіцієнтів за квадратичною і кубічною ступеневими залежностями, коли  $\beta_1 < \beta_2$ , як у цьому випадку, фірма з коефіцієнтом корисної дії витрат  $\beta_2$  має більшу популярність на ринку.

Вирішення другої задачі показало, що АТП здобуває більшу популярність на обох ринках і відповідно отримує більші доходи та прибутки в середньому на 6,54% від їх прибутків за один крок, ніж ЗТФ, що в свою чергу супроводжується більшим продажем послуг на 28,73%. За математичними рівняннями видно, що не змінними залишаються всі показники, крім значень коефіцієнтів корисної дії витрат  $\beta_1$  і  $\beta_2$ , та ефективності використання витрат  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  відповідно для ЗТФ та АТП. За результатами розрахунків можна сказати, що при збільшенні початкових коефіцієнтів  $\beta_1$  і  $\beta_2$ ,  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  за квадратичною та кубічною ступеневими залежностями відбуваються зміни доходів, прибутків і, відповідно, обсягів реалізації транспортних послуг.

Третя задача дозволила прослідкувати зміни прибутків конкурентів. Встановлено, що АТП, як другий гравець, отримує більші прибутки в середньому за трьома змінами коефіцієнтів  $\beta_i$  на 8,01% і, відповідно, стає все більш визнаним на ринку, а прибутки ЗТФ зменшуються. Об'єм реалізації послуг АТП більший, ніж на ЗТФ на 1,17%. Витрати на маркетингові заходи зменшуються для обох конкурентів на 14,24% в середньому. Ці зміни стали можливими, бо змінюються значення коефіцієнтів  $\beta_1$  та  $\beta_2$  за квадратичною, кубічною ступеневими залежностями, тобто збільшуються, при чому першопочаткові значення  $\beta_1$  менші, ніж  $\beta_2$ , що і вплинуло на популярність транспортних фірм. Так, при вирішенні задач було зазначено, що АТП отримує більший прибуток в середньому на 7,15% за умов втілення такого стратегічного плану. ЗТФ, відповідно, має менші прибутки. Витрати на маркетингові заходи зменшилися в середньому на 13,98%. Збільшення чи зменшення прибутків, доходів, витрат на маркетингові заходи та обсягів реалізації прибутків залежить від коефіцієнтів корисної дії витрат. При їх змінюванні (збільшенні) за ступеневими залежностями більшу популярність має та фірма, у якій цей коефіцієнт більший. Такий висновок можна зробити з досліджень, бо інші показники в математичному апараті, за допомогою якого були описані умови впливу конкурентного середовища транспортного ринку на підприємства, під час дослідження залишаються не змінними. Для пошуку оптимуму функцій виграшів використовувалася класична процедура диференціювання функцій за витратами на маркетингові заходи (ця функція є неперервною і має часткову похідну по  $x$ ). Таким чином, ця стратегія є вигідною і економічно ефективною для автомобільного транспортного підприємства. Але є застереження, що існування такої стратегії можливо лише за умов, які були описані в даній роботі, в іншому випадку потрібно змінювати деякі складові математичних рівнянь, за допомогою яких було досліджено конкурентне середовище на транспортному ринку вантажних перевезень.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РОСПУСКА СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ С НЕМЕХАНИЗИРОВАННЫМИ ТОРМОЗНЫМИ ПОЗИЦИЯМИ**

**Козаченко Д. Н., Гревцов С. В., Болвановская Т. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Kozachenko D. Grevtsov S. Bolvanovska T. Optimization of trains' breaking up on sorting humps with unmechanized braking positions.

The methods of choosing of breaking up process on sorting humps with unmechanized braking positions are described.

Сортировочные горки с немеханизированными тормозными позициями получили

достаточно широкое распространение на сети железных дорог. Учитывая то, что на 87 % сортировочных горок Украины есть немеханизированные тормозные позиции, то задача организации их работы в условиях башмачного торможения является достаточно актуальной. Более того, в условиях износа и частичной неисправности замедлителей дополнительное башмачное торможение интенсивно применяется и на полностью механизированных сортировочных горках. Основным преимуществом использования тормозных башмаков для регулирования скорости скатывания отцепов являются относительно низкие капитальные затраты и эксплуатационные расходы на эксплуатацию сортировочных горок, а также возможность гибко регулировать последние в зависимости от объемов работы без ущерба для безопасности сортировочного процесса. Недостатки башмачного торможения связаны с нахождением людей в опасной зоне и возможностью повреждения вагонов при торможении. Поэтому задача совершенствования методов управления роспуском составов на сортировочных горках с немеханизированными тормозными позициями является актуальной для железнодорожного транспорта.

В данной работе рассматриваются сортировочные горки с механизированными тормозными позициями на спускной части и немеханизированными тормозными позициями на сортировочных путях. При этом, расформирование состава рассматривается как многошаговый процесс, где отдельным шагом является скатывание очередного отцепа. В качестве управляемых параметров приняты: число последовательных путей, которое обслуживается каждым регулировщиком скорости  $x_r \in \mathbf{X}$ ,  $r=1..R$  (здесь  $R$  – число регулировщиков скорости вагонов); число отцепов в группе, которое расформируется через горку без перерыва в роспуске  $g_s$ ; скорость роспуска группы отцепов  $v_{p,s}$ ,  $s=1..S$  (здесь  $S$  – число групп отцепов); скорости выхода отцепов из тормозных позиций  $\mathbf{v}_j \in \mathbf{V}$ ,  $j=1..n$ .

В качестве критерия оптимизации принято время на расформирование состава

$$T_p = \sum_{s=1}^S T_{p,s}(\mathbf{X}, v_s, \mathbf{V}) + \sum_{s=1}^{S-1} t_{\text{пер},s} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $T_{p,s}(\mathbf{X}, v_s, \mathbf{V})$  – продолжительность роспуска вагонов  $s$ -й группы отцепов в зависимости от установленного закрепления регулировщиков за сортировочными путями  $\mathbf{X}$ , скорости ее роспуска  $v_s$  и режимов торможения отцепов  $\mathbf{V}$ ;  $t_{\text{пер},s}$  – продолжительность перерыва в роспуске после расформирования  $s$ -й группы отцепов.

Указанная задача имеет следующие ограничения:

$$\begin{cases} \sum_{r=1}^R x_r = N, \quad 0 \leq x_r \leq x_{\max} \\ v_{\min} \leq v_{p,s} \leq v_{\max} \\ \delta t_{kjh}(\mathbf{X}, v_{p,s}, \mathbf{V}) \geq t_{\text{пе},h} \\ \mathbf{v}_j \in \Omega_{n,j}(v_{p,s}) \end{cases}$$

где  $x_{\max}$  – количество путей, которое может обслуживать один регулировщик скорости вагонов;  $N$  – последовательное количество путей, на которые выполняется роспуск;  $v_{\min}$ ,  $v_{\max}$  – допустимые минимальная и максимальная скорость роспуска;  $\delta t_{kjh}$  – разделительный интервал между  $k$ -м и  $j$ -м отцепами на  $h$ -м разделительном элементе;  $\Omega_{n,j}$  – область допустимых режимов торможения  $j$ -го отцепа.

Решение задачи (1) сводится к итерационной процедуре решения задач следующих типов: определение режимов торможения отцепов на тормозных позициях по условиям интервального и прицельного регулирования скорости их скатывания при фиксированной скорости роспуска и установленном распределении регулировщиков скорости вагонов по

сортировочным путям; деление состава на группы отцепов, формируемых с постоянной скоростью роспуска и выбор для группы допустимого значения этой скорости при установленном распределении регулировщиков скорости вагонов по сортировочным путям; оптимизация распределения регулировщиков скорости вагонов по сортировочным путям.

На первом этапе в процессе выбора режимов торможения отцепов на тормозных позициях устанавливается возможность расформирования группы отцепов через горку без перерыва в роспуске. Необходимо отметить, что для первого отцепа группы безусловно оптимальным управлением является реализация быстрого режима, при котором продолжительность занятия отцепом маршрута скатывания является минимальной. Реализация такого режима обеспечивает наибольший резерв времени для всех следующих за ним отцепов. Режимы торможения отцепов от 2-го по  $n$ -й зависят от режимов торможения предшествующих отцепов. Допустимыми с позиции интервального регулирования скорости скатывания отцепов считаются режимы, которые обеспечивают разделение отцепа со всеми предшествующими отцепами с заданной вероятностью. При такой формулировке задачи оценка возможности расформирования состава может выполняться на основании последовательного скатывания отцепов, начиная с 2-го по  $n$  в максимально возможном быстром режиме. Если для некоторого отцепа применение медленного режима торможения не обеспечивает его разделение с предыдущими отцепами, то в роспуске состава должен быть сделан перерыв.

На втором этапе выполняется поиск оптимальной скорости расформирования каждой из групп отцепов. Поиск начинается с минимально допустимой скорости роспуска и прекращается в том случае, если достигнута максимальная установленная скорость роспуска, либо создание перерыва в роспуске для обеспечения разделения отцепов не приводит к увеличению средней скорости роспуска.

На третьем этапе выполняется распределение регулировщиков скорости роспуска между сортировочными путями. Учитывая то, что количество путей и регулировщиков ограничено, то задача имеет конечное число возможных вариантов и может быть решена переборными методами. В рамках исследования разработан метод оптимального распределения регулировщиков на основании методов динамического программирования.

В целом результаты исследования могут использоваться для решения таких задач как оперативное управление немеханизированными сортировочными горками, определение их перерабатывающей способности, нормирование штата регулировщиков скорости движения вагонов.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ КОМБИНИРОВАННЫМ ТРАНСПОРТОМ**

**Бесараб Д.А., Титов С.С.**

Николаевский колледж транспортной инфраструктуры  
Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

D. A. Besarab, S. S. Titov. Improvement technology transport combined transport. The report discusses the urgency of improving both the technical support of transportations and the technology of organizing wagons for international cargo transportation.

Международные интеграционные процессы требуют адаптации и транспортных

систем и технологий, которые позволяет расширить и укрепить хозяйственные связи и международную кооперацию. Ведущая роль в этих процессах отводится железнодорожному транспорту. Благодаря выгодному географическому расположению Украина играет роль связующего звена между Западной Европой, странами СНГ, странами Ближнего Востока и Азии. Инфраструктура железных дорог Украины соответствует уровню разветвленности магистралей развитых европейских государств. От объемов транзитных потоков через территорию Украины, от уровня предоставляемых услуг при международных перевозках грузов и пассажиров в значительной степени зависят валютные поступления в бюджет страны.

Организация внешнеэкономических связей во многом определяет будущее Украины как суверенного государства. Поэтому проблема развития и совершенствования внешнеэкономической деятельности транспортного комплекса в целом, и железнодорожного транспорта в частности, имеет государственное значение.

Железные дороги Украины являются важнейшим элементом ее транспортной системы, они выполняют жизненно необходимые социально-экономические функции, их эффективная эксплуатация - залог развития национальной экономики и отношений со странами СНГ, Европы и Азии.

Сеть железных дорог Украины непосредственно граничит и взаимодействует с железными дорогами Польши, Словакии, Венгрии, Румынии, Болгарии (паромное сообщение), Молдовы, Беларуси и РФ. Через территорию Украины пролегают транспортные коридоры из Европы в Закавказье, Центральную Азию, Иран, Афганистан; из Польши, Скандинавии и Прибалтийских государств - в порты Черного моря, страны Ближнего Востока.

В ближайшем будущем приоритетным будет формирование транспортных коридоров между западноевропейскими и азиатско-тихоокеанскими промышленными центрами и транспортными узлами. Значительная протяженность транспортной инфраструктуры Украины с запада на восток способствует созданию оптимальных условий для перевозки грузов и пассажиров. Вместе с тем существует возможность обхода территории страны с севера или юга (через Турцию). Возможны следующие направления трансконтинентальных (Европа-Азия) транспортных маршрутов: только по территории РФ; по территории РФ и стран Балтии, Беларуси или Украины; через Турцию и Ближний Восток. Естественно, наше государство заинтересовано в привлечении транзитных грузопотоков, что позволит улучшить экономические показатели не только железнодорожной отрасли, но и смежных отраслей экономики.

Одним из ключевых вопросов транспортной политики, с которым связывают перспективы устойчивого развития транспортного сектора в Европе, является стимулирование комбинированных (интермодальных) перевозок как наиболее перспективной и эффективной технологии транспортировки контейнеров и штучных грузов. Главная цель развития комбинированного транспорта заключается в переводе части грузопотоков с автомагистралей на другие виды транспорта, в частности на железнодорожный транспорт, и в создании более сбалансированной транспортной системы, что снижает экологическую нагрузку и способствует развитию грузовых перевозок в международном сообщении.

Рассматривая перспективы развития комбинированного (интермодального) транспорта, следует отметить, что новые перевозочные технологии могут быть ориентированы на дополнительные объемы транзитных перевозок, а также на часть грузов во внутреннем и международном сообщениях. Эти технологии должны соответствовать современным требованиям, главными показателями которых являются: скорость прохождения маршрута, точность выполнения графика движения и обеспечение сохранности груза.

Для повышения эффективности и конкурентоспособности комбинированного транспорта необходим подвижной состав с улучшенными техническими характеристиками, обеспечивающий возможность повышения допустимых скоростей движения при обеспечении необходимых показателей безопасности движения. Кроме того, для перспективного развития комбинированных перевозок необходимы конструкторские разработки в области нетрадиционных автомобильно-железнодорожных транспортных средств.

Технические характеристики подвижного состава в значительной степени определяются конструктивным исполнением и параметрами ходовых частей. Поэтому научно-прикладная задача по совершенствованию ходовых частей специализированного подвижного состава комбинированного транспорта является актуальной и имеет существенное значение для перспективного развития транспортного комплекса Украины.

### **МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ОБ'ЄКТУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО**

**Романенко Є.М., Сохацький А.В.**  
Університет митної справи та фінансів  
Україна

E. Romamenko, A. Sokhatsky. Modeling of objects of transport and logistics infrastructure as a queuing system Monte – Carlo.

The study carried out modeling of transport infrastructure as a queuing system using Monte - Carlo. In the simulation used a new approach to the advanced input into the system.

Більшість об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури (далі-ТЛІ) представляють собою багатоканальні системи масового обслуговування (далі - СМО) з необмеженою чергою без відмов. Основною задачею функціонування таких систем є проблема мінімізації часу перебування заявки в черзі. Процеси, що протікають під час роботи таких систем мають імовірнісний характер. В зв'язку з чим виникає проблематика моделювання подібних систем, що полягає у формуванні необхідних вхідних характеристики, таких як: інтенсивність надходження потоку заявок у систему –  $\lambda$ , інтенсивність обслуговування заявок системою –  $\mu$ .

Недоліками більшості статистичних моделей, побудованих на основі теорії масового обслуговування, є використання в них певних спрощень: зображення потоку заявок як найпростішого, використання усередненої  $\lambda$  за часом інтенсивності потоку заявок  $\lambda$ . Такі спрощення, а іноді штучне пристосування аналітичних моделей для дослідження реальних процесів надають наближену інформацію, що не завжди відповідає роботі реальних систем.

В доповіді приводиться дослідження об'єкту ТЛІ як СМО на прикладі залізничного перевантажувального пункту (далі - ЗПП). Було проведено моделювання роботи ЗПП як СМО методом Монте-Карло удосконаленим підходом до формування вхідних параметрів роботи системи, з урахуванням того, що вони є імовірнісними та динамічними процесами.

На першому етапі формування вхідних даних було розроблено методику та програму генерації списку псевдовипадкових чисел. Розрахунки проводилися з використанням сучасної мови програмування «РНР 7.0». Розроблена програма використовувала вбудовану функцію генератора випадкових чисел цілого типу і була

модифікована під програму генерування будь-якої кількості випадкових чисел типу «float» в діапазоні від «0» до «1», причому різної розрядності.

Наступна проблема полягає у формуванні характеристики  $\lambda$  – інтенсивності надходження заявок (вантажів) (1/год.). Якщо брати стале усереднене значення  $\lambda$  то у кожний момент часу формується похибка  $\Delta\lambda$ . Величина похибки результатів обчислення може буде високою, оскільки даний параметр є динамічним і змінюється в кожний момент часу. В зв'язку з цим був запропонований наступний вираз для розрахунку  $\lambda$  в залежності від моменту часу.

$$\lambda_i = \lambda_{сер} + \Delta\lambda \quad (1)$$

де  $\lambda_{сер}$  (1/год.)- усереднене значення по ЗПП за умовний період (один рік), згідно статистичних даних зображених на рис.1а, яке за розрахунком становить 39,67 (1/год.).

$\Delta\lambda$  - величина на яку змінюється  $\lambda_{сер}$  в залежності від моменту часу ( в нашому випадку інтервал зміни часу дорівнює 30 хвилин) (див.рис.1б)

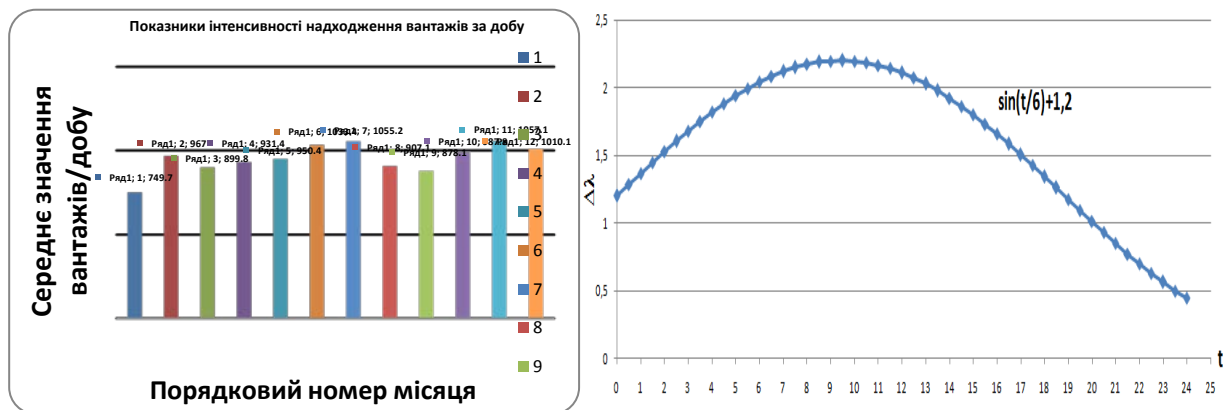


Рисунок 1

а – середнє значення інтенсивності надходження вантажів за добу по місяцям;

б – синусоїдальна залежність  $\Delta\lambda$  в момент часу  $t$

Останній вихідний параметр, що потребує детального розгляду – інтенсивність обслуговування заявок  $\mu$  (1/год.). Відомо, що показник  $\mu$  має обернено пропорційну залежність від часу обслуговування –  $1/t$ . Згідно вихідних даних за умовний період, середній час обслуговування вантажів по кожному з двох каналів становить : 1 канал ЗПП – 15хв., 12692 вантажів; 2 канал ЗПП – 24хв., 8956. Для того щоб отримати кінцевий показник середнього часу обслуговування, нами запропоновано використовувати не середньоарифметичний підхід, а підхід по принципу середньозваженої величини, тобто згідно формули:

$$\bar{t}_{сер} = \frac{\sum t_i \cdot w_i}{\sum w_i} \quad (2)$$

В такому випадку , за розрахунками  $\bar{t}_{сер} = 18,6$  хв.,  $\mu = 3,22$  (1/год.), на відміну від розрахунків за середньоарифметичним , де  $t_{сер} = 19,5$  хв., що суттєво могло б вплинути на погрішність часу обслуговування заявки в системі.

Таким чином в доповіді розглянуто алгоритм, методику, програму розв'язання задачі та програму формування ряду псевдовипадкових чисел на сучасній мові



програмування «РНР 7.0». Проведено розрахунки імовірнісних характеристик роботи об'єкта ТЛІ як СМО з чергою на прикладі ЗПП. Проаналізовано отримані результати та розроблено пропозиції, згідно поставленої проблематики, по удосконаленню роботи розглянутого об'єкту.

## **МИНИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА МАНЕВРОВУЮ И ВЫВОЗНУЮ РАБОТУ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЯГОВО-МАНЕВРОВОЙ МАШИНЫ ПАЛ 9П**

**Сербулов А.Ю.**

главный конструктор ООО «ГАЗГЕНЕРАТОРБАУ»

Украина

ООО «Газгенераторбау» проектно-производственная компания, специалисты которой интенсивно работают над увеличением экономической эффективности деятельности промышленных предприятий.

С целью снижения расходов на маневровую работу в станционных парках, а также других технологических процессах (тепловые электростанции, заводы химической промышленности, металлургические комбинаты, деревообрабатывающая промышленность и т.д.), предлагаем Вашему вниманию специальную тяговую маневровую машину (СТММ) ПАЛ 9П с усилием тяги 9т. Данная машина не нуждается в топливе, а использует технологический пар, получаемый от стационарных котлов предприятий. СТММ ПАЛ 9П заправляется свежим паром давлением не выше 20 атн в количестве 2,5т, после чего способен выполнять маневровую и вывозную работу в течение 8 – 12 часов с составом весом 600т и более (зависит от технологического процесса). После разрядки цикл повторяется. Это позволяет сэкономить дизельное топливо в количестве 0,75 – 1,0 т/сут на один тепловоз (для сравнения по ТЭМ2). По тяговым свойствам машина эквивалентна тепловозу ТГМ4. Только за счет экономии дизельного топлива срок окупаемости СТММ ПАЛ 9П составляет 12 – 15 мес. Срок эксплуатации машины составляет 50 – 60 лет. «Жизненный цикл» СТММ ПАЛ 9П в семь раз дешевле «жизненного цикла» тепловоза ТГМ4 и в двенадцать раз тепловоза ЧМЭЗ.

1. В результате применения СТММ ПАЛ 9П, достигаются следующие положительные результаты:

2. В сравнении с тепловозами, работающими на дизельном топливе, СТММ ПАЛ 9П позволяет сэкономить дизельное топливо в количестве 0,75 – 1,0 т/сут на одну машину;

3. Снижение затрат на ремонты на 90 % по сравнению с тепловозом;

4. Снижение затрат на обслуживающий персонал (машина обслуживается одним машинистом без помощника);

5. Возможность работы в запыленных и загрязненных условиях без снижения ресурса;

6. Возможность использования на предприятиях опасных по взрыву;

7. Абсолютная экологичность (выхлоп – только водяной пар).

Нашу компанию отличает высокий профессионализм и компетентность сотрудников, индивидуальный подход к пожеланию каждого заказчика, высокое качество и максимально сжатые сроки выполнения проекта. Специалисты компании готовы использовать все свои знания и опыт для того, чтобы сделать Ваше предприятие энергетически независимым и высокорентабельным.

Более детально ознакомиться с деятельностью компании ООО «ГАЗГЕНЕРАТОРБАУ» можно на сайте <http://www.gasgeneratorbau.com>.

## **АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АВТОТРАНСПОРТУ**

**Потапенко В.В.**

ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
Україна

Potapenko V.V., Adaptive management of technical operation of the system of technological motor transport system.

There were obtained the subsequent development of an algorithm and technique of correction of BELAZ open pit trucks technical operation system due to the synthesized control, which allows to prove dynamically parameters of maintenance and repair of technological motor transport of deep pits, adapting for the concrete enterprise according to criterion of a minimum of expenses.

На Україні експлуатуються дві тисячі кар'єрних автосамоскидів виробництва «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ», у Криворізькому залізничному басейні працюють понад 300 цих машин, з яких більше половини – моделі з електромеханічною трансмісією вантажопідйомністю 130-220т, які забезпечують основний обсяг транспортування гірничої маси. За минулий рік підприємства Кривбасу придбали 26 самоскидів БЕЛАЗ-7513.

Позиції відкритого способу розробки корисних копалин зміцнюються, питома вага технологічного автотранспорту, який є складовою транспортно-технологічного комплексу кар'єрів, збільшується. Поглиблення виробітків погіршує гірничотехнічні умови, підвищує експлуатаційні навантаження, знижує надійність техніки й ефективність транспортування.

Сучасний глибокий кар'єр, представляючи собою величезне енергоємне господарство, містить значний парк транспортних засобів, які здійснюють перевезення добутої гірничої маси. Переробка значних обсягів гірничої маси, що добувається у кар'єрах, спричиняє багато побічних труднощів, пов'язаних, зокрема, з її транспортуванням. У зв'язку зі значною глибиною (більше 300 метрів) і перспективою подальшого поглиблення кар'єрів, як на Україні, так і у світі, транспортувати гірничу масу стає все складніше. Тому з усією гостротою встають питання про створення надійних і економічно ефективних транспортних систем, що здійснюють перевезення гірничої маси.

Особливістю досліджуваної системи технологічного автотранспорту є те, що вона складається з парку кар'єрних автосамоскидів і функціонує по певних трактах, що задаються конфігурацією доріг для вивозу добутої гірничої маси. Виконаний аналітичний огляд основних робіт, спрямованих на вдосконалення системи ТОР технологічного автотранспорту, який виявив недостатній рівень її організації стосовно кар'єрних самоскидів особливо великої вантажопідйомності.

Незважаючи на наявність значної кількості теоретичних досліджень, відсутні комплексні математичні моделі, які б дозволяли описати процес експлуатації машин із урахуванням усіх технологічних та ресурсних станів техніки, переходів між ними, процесів втрати, підтримання та відновлення працездатного стану, одночасно досягнувши мінімальних витрат на технічну експлуатацію промислового автотранспорту.

Комплексне запровадження, системний принцип раціоналізації системи технічного обслуговування й ремонту кар'єрних самоскидів полягає в одночасному розвитку

діагностичних та моніторингових систем у рамках програми розвитку обслуговування за фактичним станом і використанні всіх переваг планово-попереджувальної системи.

Надійність системи технологічного автотранспорту (СТА) кар'єру є основним показником як для економічно ефективного управління функціонуванням кар'єрних самоскидів, так і для виробництва в цілому. Тривала й надійна робота автосамоскидів можлива за умови систематичного і якісного проведення технічного обслуговування й ремонту (ТОР), тому обґрунтування параметрів функціонування технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів, яке дозволить знизити витрати на технічну експлуатацію самоскидів є актуальним науковим завданням.

Метою досліджень є підвищення ефективності експлуатації технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів шляхом застосування обґрунтованих параметрів технічного обслуговування й ремонту. Завдання вдосконалення системи ТОР відноситься до планування й розробки методів управління технічним обслуговуванням і ремонтом рухомого складу, оптимізації за критерієм мінімізації наведених витрат на послугу «транспортування гірничої маси». Об'єктом досліджень є процеси технічної експлуатації промислового технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів, а предметом – взаємозв'язок параметрів технічного обслуговування й ремонту та техніко-економічних показників технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів.

У результаті досліджень уперше розроблена комплексна математична модель функціонування кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ, яка на основі діючої структури ТОР поєднує моделі ресурсних і технологічних станів, потоків подій, просторів впливів, переходів. Модель дозволяє визначати місце й стан машин у процесах роботи та технічної експлуатації, обчислювати ймовірності станів залежно від часу та у стаціонарних режимах для різних рівнів організації ТОР. Синтезована математична модель управління системою технологічного автотранспорту глибокого кар'єру на основі економічного критерію як екстремального завдання з урахуванням обмежень, пов'язаних з технологічними станами СТА. Розраховані оптимальні керуючі впливи у вигляді інтенсивності планових впливів ТОР на кар'єрні самоскиди та інтенсивностей переходів зі станів планових технічних обслуговувань, ремонтів і поточного ремонту машини у стан роботи.

Удосконалена техніко-економічна модель оптимізації систем технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів за рахунок додавання третього виміру у вигляді вісі ймовірностей безвідмовної роботи, яка об'єднала готовність машин, комплексний параметр ТОР і витрати та дозволила отримати поверхню впливу й траєкторію оптимальної технічної експлуатації автосамоскидів і СТА в цілому.

Отримали подальший розвиток алгоритм адаптивного управління процесом технічної експлуатації системи технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів і методика динамічного коригування системи ТОР БЕЛАЗ за рахунок синтезованого управління, яке дозволяє обґрунтовано налаштовувати параметри технічного обслуговування й ремонту технологічного автотранспорту глибоких кар'єрів, адаптуючись для конкретного підприємства за критерієм мінімуму витрат на технічну експлуатацію.

Розроблена комплексна математична модель функціонування кар'єрних автосамоскидів БЕЛАЗ відтворює процес експлуатації машин у просторах впливів, потоків подій, переходів під час зміни ресурсних та технологічних станів. Параметричне узгодження всіх елементів комплексу дало можливість отримувати уяву про місце й технічний стан кар'єрних самоскидів у часі й просторі перетворень, оцінювати рівень працездатності, прогнозувати залишковий ресурс, що дозволило коригувати параметри системи технічного обслуговування й ремонту, адаптуючись для конкретного підприємства за критерієм мінімуму витрат на технічну експлуатацію.

Отримані нові результати у вигляді сукупності комплексної математичної моделі

функціонування кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ, удосконаленої техніко-економічної моделі оптимізації СТА глибоких кар'єрів, алгоритму і методики динамічного коригування параметрів ТОР кожного автосамоскида є надійним інструментарієм для створення адаптивної системи технічної експлуатації, вносять істотний вклад у теорію і практику технічного менеджменту по організації та оптимізації структури й періодичності технічного обслуговування, діагностування й ремонту промислового транспорту.

## **ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНЫЙ ЭНЕРГОПАРК**

**Скосарь В.Ю., Ворошилов А.С.**

ИТСТ НАН Украины,  
Украина

Skosar V.Yu., Voroshilov A.S. Industrial and transportation energy park.

Industrial and transportation energy park with accumulator plant, battery recycling plant and regenerative deceleration on railroad transport are proposed. Integration of industrial and transport into a unified system is promising

Одним из главных направлений повышения энергоэффективности на железнодорожном (ж/д) транспорте и в промышленности является сокращение потребления топлива подвижным составом, локомотивом которого служит тепловоз, а также уменьшение потребления электроэнергии (э/э) на производстве. Данная разработка развивает технические решения, предложенные ранее специалистами нашего Института. Во-первых, ранее предлагался промышленный энергопарк, интегрирующий в единую систему аккумуляторные заводы, завод по переработке отработавших аккумуляторов и ветро-солнечные энергоустановки, что позволило снизить потребление э/э на производстве. Во-вторых, на XIV конференции «Проблемы механики железно-дорожного транспорта» (2016 г.) предлагался способ рекуперативного торможения состава, позволяющий возвращать железной дороге энергию, эквивалентную экономии дизельного топлива тепловозами на 18-23% за счет работы электродинамических тормозных устройств на каждом вагоне и накопления энергии в электрохимических аккумуляторах. Аккумуляторные батареи предлагалось соединить в единую электрическую сеть с одновременным использованием э/э для внутренних нужд подвижного состава и с выводом избытка накопленной э/э для внешних потребителей в периоды остановок на станциях. Батареи также предлагалось разместить на отдельных ж/д станциях в виде пунктов накопления, где подвижной состав может перебросить избыток рекуперируемой э/э на пункт накопления. С пункта накопления э/э может быть использована как для нужд железной дороги, так и реализована по «зеленому тарифу» различным потребителям.

В развитие описанных технических решений мы предлагаем интеграцию подвижного товарного состава, использующего тепловоз, с группой заводов в единую энергетическую систему – промышленно-транспортный энергопарк. При этом станция ж/д должна быть близко расположенной от заводов. Взаимоотношения промышленных заводов и ж/д транспорта могут быть оформлены договором: заводы используют часть рекуперируемой энергии транспорта; транспорт использует аккумуляторы, произведенные на заводах; услуги по монтажу-демонтажу аккумуляторных батарей на товарный состав и их погрузки-выгрузки осуществляют заводы. Сделаем численные оценки. Допустим, двигаясь по пути, перед ж/д станцией товарный состав массой 6000 тонн осуществляет торможение от средней скорости 50 км/ч в течение 1-2 ч и, за счет

рекуперативного торможения, заряжает разряженные (на 50%) аккумуляторные батареи. Кинетическая энергия подвижного состава, равная половине произведения его массы на квадрат скорости, преобразуется в химическую энергию накопителей. Таким способом можно запасти в батареях ок. 160 кВт·ч. Заряженные аккумуляторные батареи на станции заменяют на разряженные батареи, которые были использованы в качестве тяговых батарей на электропогрузчиках и электрокарах на заводской территории. Подвижный состав вновь сможет использовать разряженные батареи для рекуперации и накопления энергии, а заводы смогут использовать заряженные батареи для погрузочно-разгрузочных работ и перевозок. Особенно это актуально для производства свинцово-кислотных батарей и завода по переработке отработавших свинцово-кислотных батарей, поскольку свинец и свинцовые сплавы, используемые там, довольно массивны. Оценим, сколько тяговых батарей и электропогрузчиков может быть обеспечено э/э. Возьмем типичную свинцово-кислотную батарею напряжением 48 В и емкостью 440 А·ч (ENERGY 8PzB440-48V), которую устанавливают на погрузчики TOYOTA серии 7FB. Запас э/э у такой батареи составляет ок. 20 кВт·ч. Но, свинцово-кислотные батареи нежелательно подвергать полному разряду, поэтому примем в качестве рационального режима использование батарей на 50%. Так что запас э/э у такой батареи составит ок. 10 кВт·ч. Следовательно, в промышленно-транспортном энергопарке при обслуживании товарного состава обеспечивается зарядка 16 аккумуляторных батарей, которые могут быть установлены на 16 погрузчиках. Часть погрузчиков обеспечивают погрузку-выгрузку на ж/д станции, остальная часть обеспечивает нужды заводов. Если подвижный состав обслуживается ежедневно, то заводы ежедневно получают зарядку аккумуляторных батарей. Это означает, что заводы могут экономить указанное количество э/э. А подвижной состав, за счет накопления энергии и передачи ее для нужд ж/д и различных внешних потребителей, фактически будет экономить затраты энергоносителя тепловозом. К сожалению, до настоящего времени на подвижных составах с тепловозами не предусмотрена рекуперация энергии в значительных масштабах. Оборудование новых составов системой рекуперации, организация использования рекуперированной энергии на ж/д и для внешних потребителей может дать большой выигрыш.

По мере снижения стоимости литиевых батарей они могут успешно заменить более массивные свинцово-кислотные батареи, а это упростит монтаж-демонтаж и погрузку-выгрузку батарей. Для литиевых батарей, также как для свинцово-кислотных, нежелателен режим глубокого разряда, поэтому литиевые батареи также будут использованы на 50% емкости или запаса энергии.

Итак, промышленно-транспортный энергопарк включает аккумуляторные заводы (производства свинцово-кислотных и литиевых батарей), завод по переработке отработавших свинцово-кислотных батарей, тепловые насосы для утилизации низкопотенциальной тепловой энергии промышленных установок, электропогрузчики и электрокары, а также ж/д ветку и станцию вблизи территории заводов, и подвижной состав с тепловозом, оборудованный устройствами рекуперативного торможения и электрохимическими накопителями энергии. Сокращению энергетических потерь в энергопарке способствует не только использование энергии рекуперативного торможения подвижного состава, но и утилизация для внутренних нужд тепловой энергии промышленных установок: прежде всего, роторных печей для выплавки чернового свинца и котлов для рафинирования свинца.

В целом, интеграция производства и транспорта в единую систему с общим движением товаров и энергии представляется перспективным направлением. Тесное взаимодействие ж/д и аккумуляторных заводов будет способствовать быстрому техническому прогрессу в области рационального использования э/э, усовершенствования электрохимических накопителей энергии и систем рекуперативного торможения

подвижного состава.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ СВЕРХСКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТА**

**Скосарь В.Ю., Бурылов С.В., Дзензерский В.А.**

ИТСТ НАН Украины, Днепр  
Украина

Skosar V.Yu., Burylov S.V., Dzenzerskiy V.A. Prospects of application of batteries In super-speed transport systems

The possibilities of the use of batteries for «Hyperloop» transport systems are considered.

В 2012 г. американский инвестор Илон Маск заявил, что в будущем наилучшим решением транспортных перевозок станет сверхскоростной транспорт «Hyperloop», строительство которого будет дешевле прокладки новых железных дорог. В 2013 г. появился первый проект «Hyperloop», предполагающий движение капсул с пассажирами (или грузами) с интервалом в 30 секунд в трубах над поверхностью земли. Энергоснабжение транспорта будет осуществляться за счет применения фотоэлектрических (солнечных) панелей, расположенных на поверхности труб. Использование «зеленой» энергии считается одним из преимуществ нового проекта. Внутри транспортных труб будет создан вакуум в 0,001 атмосферы (форвакуум), а тягу будет создавать линейный электропривод, что позволит достичь скорости движения капсул до 1200 км/ч. Длина капсул предполагается 25-30 м. В отличие от «Маглева», использующего магнитную левитацию, капсулы должны поддерживаться в трубе за счет воздушной подушки, которую будут создавать специальные вентиляторы (с компрессором), расположенные в носовой части капсулы. Математическое моделирование, проведенное несколькими фирмами, показало, что проект «Hyperloop» реален, а скорость и экономические показатели такого транспорта будут лучше, чем у высокоскоростного транспорта на магнитной подушке. В период 2013-17 гг. проекты на основе технологии «Hyperloop» уже запланированы к реализации в Америке, Европе, ОАЭ, Китае и России. Предполагалось запустить первую ветку «Hyperloop» к 2020-21 гг., но в последние два года проект начал тормозиться, главным образом, из-за разногласий между основными разработчиками сверхскоростного транспорта.

У проекта «Hyperloop» есть и свои технические трудности. Главными из них являются следующие: неудачи при попытке реализации воздушной подушки (вместо чего предлагается перейти к магнитному подвешиванию, что приведет к снижению скорости движения); проблема высоких перегрузок при старте и торможении; сильное снижение максимальной скорости из-за невозможности провести идеально прямую трассу; опасность разгерметизации трубы или капсулы; аварийное отключение энергоснабжения. Рассмотрим подробнее две последние технические трудности, поскольку их решение связывают с накопителями энергии – электрохимическими аккумуляторами.

Опасность аварийного отключения энергоснабжения предлагается преодолевать за счет использования запаса энергии, накопленного в аккумуляторах. В хвостовой части капсулы планируется размещение достаточно большого количества аккумуляторных батарей (общей массой до 1,5 тонн). Эти батареи должны не только питать электродвигатели турбины при движении в штатном режиме, но и иметь достаточный запас энергии, позволяющий осуществить аварийное (без линейного электропривода) передвижение капсулы до ближайшей станции.

Гораздо более опасной представляется угроза разгерметизации. По нашему мнению, возможность разгерметизации транспортной трубы – это ахиллесова пята технологии «Hyperloop», и в этом случае катастрофы не избежать. Быстрое попадание воздуха из внешней среды в трубу приведет к резкому торможению капсул и сильной перегрузке для пассажиров. Технически легче решить вопрос с опасностью разгерметизации капсулы, когда воздух может покинуть пассажирский салон и выйти в трубу, где очень низкое давление (форвакуум). Для сохранения жизни и здоровья пассажиров необходимо предусмотреть систему защиты внутри капсулы, которая бы обеспечивалась энергией от аккумуляторных батарей капсулы. (Система защиты может быть аналогичной таковой для авиалайнеров, когда мощные компрессоры выравнивают падающее давление воздуха в салоне.) Очевидно, что это повышает требования к энергоемкости и надежности аккумуляторных батарей, находящихся в капсуле.

По нашему мнению, еще одна перспектива рационального применения аккумуляторов на сверхскоростном транспорте «Hyperloop» может быть связана с подключением блоков накопления, состоящих из аккумуляторных батарей, к электрогенераторам транспорта. В системе «Hyperloop» в качестве электрогенераторов используются солнечные панели, расположенные на поверхности транспортных труб. Но так как солнечные панели могут генерировать электроэнергию лишь в светлое время суток (и в зависимости от освещенности), то мы предлагаем дополнительно разместить ветроэнергетические установки (ВЭУ) по обеим сторонам от транспортной трубы на небольшом расстоянии от нее. Такие установки вместе с солнечными панелями требуют блоков накопления энергии. Сочетание солнечных панелей, ВЭУ и накопителей должно стать наилучшим вариантом обеспечения «зеленой» электроэнергией сверхскоростного транспорта. Блоки накопления, состоящие из аккумуляторных батарей, а также ВЭУ нужно будет разместить вдоль трубы с определенной периодичностью. В таком случае ветроэнергетические установки, за счет создания аэродинамически теневой зоны, будут снижать ветровую нагрузку на транспортную трубу, что явится дополнительным преимуществом (поскольку порядка 50% мощности ветрового потока, проходящего через ротор, отбирается ВЭУ).

Сделаем некоторые оценки. Допустим, мы запланировали провести трассы на опорах высотой 10-20 м по маршрутам Киев-Варшава и Киев-Минск. Считается, что подобные трассы сверхскоростного наземного транспорта длиной до 1500 км экономически целесообразны: их эксплуатация дешевле использования авиационного сообщения. В обоих случаях, учитывая освещенность и ветровой потенциал, целесообразно приблизительно половину генерируемой электроэнергии получать от солнечных панелей, а другую половину – от ВЭУ. Ранее специалистами нашего Института было подсчитано, что для каждого метра трассы высокоскоростного транспорта на магнитной подушке в условиях Украины достаточно для энергоснабжения площади солнечной панели  $\approx 3 \text{ м}^2$  (при КПД  $\approx 10\%$ ). Т.е., для каждых 100 км транспортной трубы в одну сторону достаточно  $\approx 30 \text{ МВт}$ . Мы предлагаем вдвое уменьшить площади панелей, а недостающую половину мощности получать за счет ветроэнергетических установок средней мощности (100 - 500 кВт), имеющих высоту башни 30-40 м. Получаем, что расположенные вдоль трассы ВЭУ, дающие  $\approx 15 \text{ МВт}$  на 100 км трассы, будут обеспечивать 50% электропитания транспортной трубы (в одну сторону) и снижать ветровую нагрузку на нее. Количество ветроэнергетических установок на 100 км трубы в зависимости от их мощности составит 30 – 150 единиц. На 100 км транспортной трубы (в одну сторону) нужно разместить блоки аккумуляторных батарей, способных накопить и надежно отдать суммарную энергию порядка 200 МВт·ч (работа системы от энергонакопителей в течение 6-7 часов). Если блоки батарей устанавливать возле каждой ВЭУ, то понадобится 30-150 блоков рассчитанных на 6,67–1,34 МВт·ч, соответственно,

каждый. Для этих целей рациональнее использовать энергоемкие литиевые батареи.

Итак, для новой технологии сверхскоростного транспорта «Hyperloop» перспективным выглядит применение электрохимических аккумуляторов высокой удельной энергии и повышенной надежности.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ США**

**Коробьева Р. Г.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна,  
Украина

Korobiova R. Organization of passenger transportation on the USA railroads

The basic directions of scientific researches in the field of the organization of passenger transportations on the USA railroads are established. The possibilities of applying their results to the railways of Ukraine are considered.

Негативными тенденциями в работе пассажирского комплекса железных дорог Украины являются падение объемов перевозок, прогрессирующее старение подвижного состава и общая убыточность этого вида деятельности для Укрзализныци. В этой связи актуальной задачей для отечественного железнодорожного транспорта является проведение реформ отрасли. Проблемы в организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте, аналогичные отечественным, возникали и на железных дорогах США, особенностью которых является крайне высокая степень конкуренции между видами транспорта.

Отличием в организации рынка железнодорожных перевозок Украины от США является то, что в Украине этот рынок находится в монопольном состоянии. Как грузовые, так и пассажирские перевозки на сети осуществляются государственной монополией – Укрзализныцей. Общими чертами железных США и Украины это то, что железнодорожный транспорт остается одним из основных перевозчиков грузов. При этом грузовые перевозки являются прибыльными и доходы от них обеспечивают содержание инфраструктуры, в тоже время пассажирские перевозки – убыточны.

Анализ истории железных дорог США показывает, что изначально они представляли собой частные компании, которые перевозили как грузы, так и пассажиров. Однако, после 1945 г. на железных дорогах США происходило устойчивое снижение объема пассажирских перевозок, которые стали убыточными для частных железнодорожных компаний, как в дальнем, так и в пригородном сообщении. Для уменьшения финансовых потерь от убыточных пассажирских перевозок железнодорожные компании США начали выделять подразделения, выполняющие пассажирские перевозки в отдельные предприятия, которые, впоследствии, прекращали свою деятельность. В ответ на быстрое падение объемов пассажирских перевозок в 1970 году был принят закон о железнодорожных пассажирских перевозках, которым была создана Национальная железнодорожная корпорация (Amtrak). Этим же законом было разрешено федеральному правительству использовать линии частных железнодорожных компаний для выполнения пассажирских перевозок. Обеспечение финансовой устойчивости Amtrak достигалось за счет государственных дотаций. Многие компании, выполняющие региональные и пригородные перевозки, перешли в собственность местных администраций, которые субсидируют перевозки из своих бюджетов.



В целом характерными особенностями пассажирских железнодорожных перевозок в США является их дотационность и использование пассажирскими компаниями для перевозок инфраструктуры грузовых компаний. Эти факторы и определяет основные направления научных исследований в данной сфере.

С дотационностью пассажирских перевозок связаны исследования направленные на:

- обоснование поддержки железнодорожного транспорта со стороны федерального и местных бюджетов;

- обоснование целесообразности развития железнодорожного транспорта.

Основными аргументами в ее поддержку являются следующие. Во-первых, несмотря на наличие значительных запасов нефти, основную ее часть США импортирует. В этой связи железнодорожный транспорт рассматривается как более энергоэффективный для экономики США по сравнению с автомобильным и авиационным. Во-вторых, функционирование автомобильного транспорта связано с высокой аварийностью. В этих условиях железнодорожный транспорт рассматривается как более безопасный. В-третьих, не все граждане США имеют возможность управлять автомобилями в связи с возрастом, особенно в условиях старения населения, а также в связи с состоянием здоровья. В этих условиях железнодорожный транспорт обеспечивает мобильность населения с ограниченными возможностями. В-четвертых, автомобильный и авиационный транспорт являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Поэтому поддержка железнодорожного транспорта обеспечивает меньшую нагрузку на экологию. И, наконец, высокая провозная способность железнодорожного транспорта позволяет уменьшить загрузку городских улиц и уменьшить число пробок на дорогах. Необходимо отметить, что в трудах украинских ученых рассматривались вопросы о необходимости оценки влияния железнодорожного транспорта на социальные и экологические проблемы общества, однако данная методика требует дальнейшего совершенствования.

Актуальность проблемы оценки влияния пассажирского движения на пропускную способность железнодорожных линий в США связана с повышением веса отправительских маршрутов, увеличением объемов перевозок интермодальными поездами, увеличением числа и повышением скоростей движения пассажирских поездов. Американским ученым известна методика определения пропускной способности в поездах (вагонах), традиционная для государств ЕС и СНГ, однако такой подход критикуется из-за сложности его применения для оценки изменения качественных показателей работы железных дорог и, соответственно, экономических потерь в условиях, когда поток поездов является неоднородным и часть поездов следует без соблюдения графика. В этой связи, на железных дорогах США в качестве критерия для оценки уровня заполнения пропускной способности элемента транспортной инфраструктуры используется время его проследования при движении поезда в потоке по сравнению с чистым временем проследования данного элемента. Проблемы совместного пропуска грузового и пассажирского поездопотоков, повышения пропускной способности также актуальны для железных дорог Украины. Особенно острыми они стали после организации ускоренного движения.

Другим важным вопросом смешанного использования железнодорожной инфраструктуры для грузового и пассажирского движения является специализация инфраструктуры для выполнения перевозок. Исследования в данной области связаны с формализацией взаимоотношений между грузовыми железнодорожными компаниями и пассажирскими перевозчиками при разных способах совместного использования инфраструктуры. Учитывая то, что как грузовые, так и пассажирские перевозки осуществляются Укрзализныцей, проблемы совместного использования инфраструктуры пока не являются критическим. В то же время, процессы реформирования железнодорожной отрасли уже привели к созданию Украинской железнодорожной

скоростной компании (УЗШК) и подразумевают создание других пассажирских компаний как в составе Укрзализныци, так и независимых от нее. В этих условиях актуальность проблемы специализации инфраструктуры для выполнения грузовых и пассажирских перевозок и разработке требований к взаимодействию грузовых и пассажирских перевозчиков будет повышаться.

Таким образом, общими условиями выполнения железнодорожных пассажирских перевозок для США и Украины является дотационность этого вида деятельности и совместное использование инфраструктуры для перевозки грузов и пассажиров. В этой связи, при разработке подходов к реформированию пассажирского хозяйства железных дорог Украины целесообразным является использование опыта США по оценке общественной эффективности железнодорожного транспорта, влияния пассажирских перевозок на условия пропуска грузовых поездов, совместного использования железнодорожной инфраструктуры грузовыми и пассажирскими компаниями.

### **ВИБІР ЗАХОДУ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПОТРАПЛЯННЯ ПИЛУ У КОРПУС ТЯГОВОГО ДВИГУНА КАР'ЄРНОГО САМОСКИДА**

**Веснін А. В., Сістук В. О., Богачевський А. О.**  
ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
Україна

Vesnin A.V., Sistuk V.O., Bogachevsky A. O. The Measure Selection for Dust Reducing in Open Pit Truck Traction Motor Body

Однією з особливостей транспортування гірничої маси на глибоких кар'єрах Криворіжжя є значне пиловидалення під час проведення таких технологічних операцій, як навантаження, розвантаження, транспортування даного типу вантажу за допомогою автомобільних самоскидів великої вантажопідйомності. Частинки пилу у своєму змісті мають залізовмісний компонент, який, змішуючись з повітрям навколишнього середовища, утворює повітряно-пилову суміш, яка представляє небезпеку для роботи електричних машин тягового приводу самоскидів. Потрапляючи з системою вентиляції у корпуси електричних агрегатів, така суміш здатна впливати на ізоляційні матеріали тягових електричних двигунів, призводячи до передчасного руйнування лакового покриття якірних обмоток двигуна, скорочуючи термін його служби. Для підтвердження цієї тези та розкриття особливостей старіння ізоляції, нами було проведено комплексний кінцево-елементний аналіз ділянки якірної обмотки тягового двигуна кар'єрного самоскида БелАЗ-75131 за допомогою спеціалізованих програм Solidworks Flow Simulation та Elcut. На основі результатів аналізу вдалось визначити криві термінів служби ізоляції обмотки якоря з урахуванням потрапляння часток пилу у тріщини її покриття за різних дорожньо-транспортних умов. Одним із підсумків проведених досліджень є підтвердження ствердження про те, що наявність залізорудних часток пилу в охолоджуючому повітрі залишається негативним фактором впливу на процеси старіння ізоляції тягових двигунів автотранспортної техніки кар'єра.

Для усунення причини потрапляння високодисперсної пилу в корпуси тягових

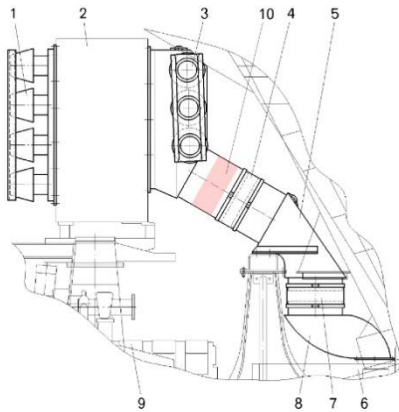


Рис. 1. Установка всмоктувальних повітропроводів охолодження тягових машин: 1, 3 – повітропроводи; 2 – силова шафа; 4, 7 – рукава; 5, 8 – патрубки; 6 – тяговий генератор; 9 – двигун; 10 – встановлення фільтра другого ступеня

електричних машин пропонується застосування другого ступеня очищення охолоджуючого повітря.

В якості технічного рішення розглянемо два типи фільтрів: тонкого очищення класу  $f_9$  і електростатичні. Останні не можуть бути використані на високих швидкостях охолодження, зменшують потужність тягових машин у зв'язку з високою напругою живлення, складні та дорогі в обслуговуванні, вимагають встановлення додаткової системи противаг для погашення вібрацій.

Фільтри тонкого очищення, навпаки, характеризуються легкістю в монтажі і дешевизною обслуговування, незначним опором потоку повітря, що безпосередньо впливає на процес охолодження, мають високий ступень

очищення (здатні затримувати частинки фракцією від 1 мкм). На основі зіставлення переваг і недоліків представлених фільтрів, вибір був зроблений на користь фільтрів тонкого очищення. Місце встановлення фільтра тонкого очищення у трубопроводі системи вентиляції представлено на рис.1.

## ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ СТАНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ДІАГРАМ ХАРЕЛА

**Горбова О.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна  
(Україна)

Gorbova O. V. Development of a railway station model with Harel diagrams. The method for development of a railway station simulation model as a system of hierarchically organized finite automata is proposed.

Запропоновано спосіб побудови моделі залізничної станції для вирішення задач оперативного планування та оптимізації параметрів технологічного процесу. Станція є складною системою, робота окремих частин якої може як допускати відносно простий опис (виконавці, що працюють за фіксованим технологічним процесом), так і ні (робота диспетчера, пов'язана з вибором та прийняттям рішень). Прийнятий спосіб побудови моделі має враховувати ці обставини, крім того, бажано, щоб структура моделі була подібною до структури системи, що моделюється.

Модель станції є сукупністю елементів, що відповідають окремим технологічним одиницям (колії, маневрові локомотиви, бригади робочих, місця розвантаження та ін.). Кожний такий елемент представлено скінченним автоматом, стани якого представляють виконувані операції. Правила переходів визначає технологічний процес. Окремо в модель введені підсистеми, робота яких задана довільно, без залучення скінченно-автоматного формалізму. В першу чергу, мова йде про моделювання роботи диспетчера. Для цього можуть бути застосовані різні евристичні або оптимізаційні алгоритми.

Особлива увага приділена наступним задачам:

- розробка правил взаємодії підсистем;
- надання структури автоматів компактної форми.

Протокол взаємодії підсистем включає обмін сигналами, що містять інформацію про вагон (вагони), над якими виконується операція, вид виконуваної операції, сигнал про її початок чи завершення. Сигнали поступають до загального пулу, який доступний для всіх підсистем-автоматів. Кожна підсистема виділяє сигнали, що призначені їй (відповідно до таблиці переходів автомату).

Скінченно-автоматний формалізм дозволяє представити системи будь-якої складності (з практичної точки зору), але якщо система не надто проста, скінченний автомат втрачає наочність, що суттєво ускладнює процес побудови моделі. Для вирішення цієї проблеми застосована діаграма станів мови UML, що є розширеним варіантом діаграм Харела, призначених для опису скінченного автомата. Для звичайних діаграм прийнято представлення скінченного автомата у вигляді графа з вершинами-станами і ребрами-переходами. Діаграми Харела відрізняє наявність засобів, що дозволяють описати ієрархічні відносини (підстани), паралельність робіт, синхронізацію. Таким чином, скінченні автомати, що відповідають окремим підсистемам, набувають ієрархічного виду, причому на кожному рівні структура автомата відносно проста. Крім того, з кожним станом може бути пов'язана дія, що дозволяє розширити виравні можливості моделі за рахунок звернення до довільних програм, які не обмежені скінченно-автоматним формалізмом.

Застосування діаграми станів мови UML уможливорює автоматний опис складної системи у вигляді ієрархічно організованої сукупності скінченних автоматів, причому на кожному рівні ієрархії модель залишається простою і доступною для огляду, а звернення до зовнішніх програм дозволить уникнути необхідності застосування скінченних автоматів в тих випадках, коли це стає незручним.

## **TAKE ADVANTAGE OF GLOBALIZATION FOR THE FREIGHT FORWARDER COMPANIES**

**Kharchenko A.V.**

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport  
named after academician V. Lazaryan  
Ukraine

Харченко А.В. Использование транспортно-экспедиционными компаниями преимуществ глобализации

Globalization is underway, and its defining characteristic is increased geographic reach. As the global market expands, so the value of transport increases. The amount of goods and services that customers now expect to be delivered to their doorsteps are always increasing. All these rely on connecting an entry point to a network, and through inter-related routes in that network, to a desired exit point. The transport network is therefore of increasing value. This global expansion combined with the need to outsource all non-core competency supply chain tasks, means that there will be increased dependence on FLPs to reach far-off markets. 3PL users who are under increased pressure to reduce costs and improve customer service will want to concentrate on what they know and do best, and leave everything else to FLPs. These companies source their

supplies based on cost and quality, not supplier location, and they constantly redesign their supply chains for greater efficiency and effectiveness. FLPs who cater to these companies must perform similar improvement initiatives on a regular basis in order to remain competitive.

As globalization leads to the “unification” of the world, multinational 3PL giant companies will soon have a presence on all six continents. But global reach is not limited to multinational 3PL giants. Small and medium-size FLPs can also attain global reach, but it will more often come about through networks of agents and formation of alliances. Networks of small FLPs are growing, with many specializing in a certain region or product. These networks are an effective way for smaller players to provide global services.

It is clearly today that FLP is no longer just a link in the supply chain, but has become a key player in the value chain. So the process of going global both by customers and the FLPs, will be carried out according to some basic criteria. A company will choose to operate in new countries only if these countries meet their standards in the following categories:

- Lack of prohibitive bureaucracy;
- Modern transport and communications infrastructure;
- Ease of currency remittance;
- Use of technology;
- Other trade logistics factors.

Therefor countries that do not upgrade their services in these areas will miss out on a global scale.

## **ВАРИАНТ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА**

**Новиков В.Ф.<sup>1</sup>, Зинченко А.В.<sup>2</sup>, Уманов М.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ИТСТ НАН Украины «Трансмаг»

<sup>2</sup>Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Novikov V.F., Zinchenko A.V., Umanov M.I. Variant of integrated development of transport and municipal infrastructure of the city.

An idea of complex development of transport and municipal infrastructure in Dnepropetrovsk city is suggested. Building semi-buried speed tram lines could solve the transport and municipal economy problems cost-effectively.

Общее состояние транспортной системы в городе оставляет желать лучшего. Несмотря на обилие маршрутных такси и существующую сеть городского электротранспорта, до сих пор остро стоит проблема перевозок пассажиров в часы пик в направлении спальных районов. При этом подавляющее число маршрутов минует центр города. Во время последней корректировки маршрутной сети города было принято решение о зачистке центрального проспекта от маршрутов с ж/м Победа и ж/м Красный камень-Покровский-Парус, мотивируя продлением до Центрального вокзала троллейбусного маршрута №10 с одной стороны и продлением линии метро, с другой стороны. Строительство метро, в связи с перебоями в финансировании, хоть и медленно, но продолжается. Чего не скажешь о противоположном направлении.

Разгрузка транспортных потоков в направлении густонаселённых жилых массивов Победа, Сокол и Тополь путём строительства подземного метрополитена осложнено тяжёлыми горно-геологическими условиями.

Ранее для объединения транспортной и коммунальной инфраструктуры было предложено строительство линии полузаглублённого метрополитена, но, в связи с недостатком финансирования, целесообразно использование скоростного трамвая, вагоны для которого можно выпускать у нас в городе. Такая линия может представлять собой объединённые железобетонные короба для пропуска поездов и размещения коммуникаций. Кроме того, поверхность данной линии можно использовать в качестве площадки для строительства торговых павильонов, развлекательных комплексов, автомобильных стоянок, пешеходных и велодорожек и т.п. Опыт решения транспортной проблемы в крупных городах Евросоюза демонстрирует высокую эффективность и экономическую целесообразность подобных решений.

В своё время Начальник Приднепровской ж.д. А. Момот предлагал создать на базе некоторых остановочных пунктов Придн. ж.д. сеть транспортных хабов, объединяющих маршруты пригородных поездов, строящегося метро, городского авто- и электротранспорта. В качестве тестового хаба предлагался остановочный пункт «Проспектная», расположенный в начале проспекта Яворницкого возле Памятника Славы. Посредством данного хаба линия скоростного трамвая свяжет существующие и строящиеся в настоящее время станции первой линии метрополитена с жилым массивом Победа и прилегающими районами с последующим выходом к Южному мосту и возможностью построения трамвайного парка на месте недостроенного городского крематория.

В дальнейшем данная линия может быть продолжена в сторону аэропорта, что автоматически снимет проблему перевозки гостей города в центр и обратно. В перспективе линия может пройти вдоль железнодорожной ветки мимо жилых массивов Тополь и Сокол до Подстанции с последующим выходом в Красноповстанческую балку и по ней в центр на соединение с метрополитеном. Таким образом, город получит почти кольцевую линию скоростного трамвая, которая соединит наиболее заселённые спальные районы южного правобережья с ВУЗовским районом и центром, а через радиальную линию с вокзалом, заводами и ж/м Красный камень-Покровский-Парус. В результате развития сети транспортных хабов данный транспортный кластер соединится с другими частями города и пригородов.

Строительство подобных линий скоростного трамвая позволит решить не только транспортную проблему, но и будет способствовать проведению реформы жилищно-коммунального хозяйства, освобождению центральной части города от избытка малых торговых точек при существенной экономии средств городского бюджета.

## **THE CULTURE OF QUALITY OF THE FREIGHT FORWARDER COMPANY**

**Kharchenko A.V., Lis Kateryna**

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport  
named after academician V. Lazaryan  
Ukraine

Харченко А.В. Культура качества транспортно-экспедиторской компании.

It is clear that today's freight logistics providers face daunting new challenges. If they are to be equipped to compete in the new global economy, they must be intentional about cultivating

unique cultures in their organizations - the culture of quality. As they evolve and take on new roles and responsibilities, national and international industry associations will play an important role in the long term process of cultivating this culture.

Freight forwarding has been an historically easy business to enter. In many countries, the barrier to entry has simply not been tough enough anyone with a little start-up capital can enter the profession. However, if we are to ensure the continuing integrity of the profession, we must raise this threshold. We must develop mechanisms to guarantee the competence of freight logistics providers (FLPs), to keep them accountable, and to provide a greater sense of security to their customers and supply chain partners. Developing these certification mechanisms and creating a culture of quality will require hand-in-hand cooperation with government.

First, no business community should be without a world-class arbitration body or consumer protection board to deal with the commercial disputes that will inevitably arise from freight transactions. This may seem like a very basic concept, however in many countries these institutions are still not common. Where they do exist, they are time-consuming, cumbersome, and not easily navigable. This creates an atmosphere where incompetent FLPs are free to operate according to ambiguous rules and regulations, endangering their customers' right to quality service provision.

Second, freight forwarders should be able to provide services only if they are trained and certified. National associations should create standardized training and certification requirements for forwarders, and the government should endorse them. In Switzerland and Austria, for example, young people who want to enter the freight forwarding profession usually complete a three-year apprenticeship and business administration program, followed by an examination. These training programs are not mandated by government, but they are encouraged. In Singapore, the government does not mandate training and certification but does help by subsidizing certain training programs. While training should eventually become a legal requirement, these examples from Switzerland and Singapore show us that there are some short-term steps that governments can take to facilitate and encourage the training of skilled freight logistics professionals.

Third, professional liability insurance should be mandatory so that FLPs are held accountable for their actions in case of professional errors and omissions. Professional liability coverage is not usually mandated by government, even in highly sophisticated freight logistics communities such as Singapore and Switzerland. However, these mature industries are self-regulating, in that forwarders understand the importance of holding insurance coverage and take the initiative to do so. Forwarders understand the importance of professional liability insurance because their countries have in place expedient judiciary systems, a solid legislative framework, and reliable consumer protection boards. If an FLP's negligence results in loss or damage to cargo, he is likely to be sued. However, in many parts of the developing world, there is no legislative framework to impose standards of customer protection and, therefore, to make insurance a must.

## **THE INTERNATIONAL REGULATION OF FREIGHT FORWARDER COMPANIES**

**Kharchenko A.V.**

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport  
named after academician V. Lazaryan  
Ukraine

Харченко А.В. Международное регулирование деятельности транспортно-экспедиционных компаний.

The classical Roman contract type of *mandatum* is broad enough to encompass all Freight Forwarders functions. But the different variants of this contract type would require further classifications. With respect to the transport itself one would have to distinguish between the Freight Forwarders functions:

- to act merely as an agent on behalf of the customer;
- to act as a contracting carrier assuming carrier liability without performing the carriage himself;
- to act as a performing carrier.

In the absence of mandatory law applicable to Freight Forwarders, the legal relationship between the Freight Forwarder and his customer would usual appear from general conditions applicable to the freight forwarding services. In most countries, such general conditions are offered through the individual Freight Forwarders associations. In the Scandinavian countries it is even a requirement for membership in the freight forwarding associations that the members apply the general conditions of the Nordic Association of Freight Forwarders in their business (these conditions are referred to as “NSAB 2000”). While the general conditions usually are elaborated unilaterally by Freight Forwarders and their associations without consulting organizations representing the customers, NSAB 2000 and the German ADSp 2002 resulted from a co-operation between organizations representing both sides in the contractual relationship. This, in turn, have made courts of law and arbitration tribunals prone to accept the conditions in some cases even though they have not been expressly referred to in connection with the contracting.

Owing to the widely different approaches to the law of freight forwarding the Rome Institute for the Unification of Private law (UNIDROIT) elaborated a draft international Convention (“the 1967 UNIDROIT draft”). The draft seeks to bridge the different approaches of particularly German and French law. The distinction between the Freight Forwarder as agent and as carrier is achieved by subjecting the Freight Forwarder to carrier liability in three instances, namely:

- when he has issued a document evidencing carrier liability (French: “*titre de commission*”);
- when he acts as cargo consolidator
- when he has offered a fixed price for the transport

Thus, it appears that the French notion of “*commissionnaire de transport*” is reflected in the particular document referred to, the so-called “*titre de commission*”, while the principles of German Law are reflected by the reference to cargo consolidation and fixed price. In view of the efforts to elaborate an international Convention applicable to international multimodal transport, the UNIDROIT 1967 draft was shelved pending further developments. The UNIDROIT Draft Convention met opposition by FIATA and did not advance to a diplomatic conference. Instead, efforts within FIATA were undertaken to create general conditions for world-wide acceptance. This resulted in the 1997 FIATA Model Rules for Freight Forwarding Services.

Thus, there is presently no international regime governing the law of freight forwarding.

## **THE ORIGIN OF FIATA BILL OF LADING**

**Kharchenko A.V.**

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan  
Ukraine

Харченко А.В. Происхождение коносамента ФИАТА.



Before the introduction of FBL no international Freight Forwarder document existed which could be used for cases when the Freight Forwarder was willing to adopt the function of a carrier and assume carrier liability. Nevertheless, he could still under the circumstances be subjected to a carrier liability irrespective of whether he wished to accept such an exposure. The German Commercial Code (HGB) contains specific provisions for cases when the Freight Forwarder has acted as a cargo consolidator or when he has quoted a fixed price to take the goods from one point to another. In these cases, the Freight Forwarder should according to HGB be regarded as a carrier. In French law, a Freight Forwarder having undertaken to arrange for carriage from one point to another would also be subjected to a carrier liability in his capacity as a so-called "commissionnaire de transport". The draft Convention elaborated under the auspices of UNIDROIT in the 1960s contained a compromise whereby, on the basis of these principles, the Freight Forwarder should respond as a carrier when he acted as cargo consolidator, charged a fixed price for the transport or issued a so-called "titre de commission". However, this draft Convention never materialized.

FIATA used already in the 1950s a document to evidence that the Freight Forwarder had taken the goods in charge for carriage and whereby the holder of the document, like a holder of a bill of lading, could obtain delivery of the goods at destination by surrendering the document to the Freight Forwarder. However, in this document carrier liability was and still is expressly denounced. Since it was hard to obtain the understanding of the customers that the Freight Forwarder – although accepting according to his own tariff the remuneration as a carrier – did not wish to respond as such in the event that something would go wrong, it was simply necessary for marketing purposes to introduce a document which could strengthen the public relations of the whole freight forwarding industry. Nevertheless, the FBL was not born without considerable pain. The opposition from some countries, mainly on the European continent, was fierce. It may seem strange that there was such an opposition to something which is not only perfectly natural and accepted by Freight Forwarders all over the world but also a powerful tool for the promotion of modern freight forwarding services. But it had to do with the particular risk distribution and insurance systems which still work satisfactorily on the European continent. It was thought that although the innovation was worthwhile, it could nevertheless work to the detriment of Freight Forwarders generally. Unfortunately there is no easy solution to this problem, since carrier liability once it has been accepted is subject to mandatory rules, which cannot be departed from by private agreement. But a choice had to be made whether the Freight Forwarder really should join the family of carriers in order to market the services more efficiently or whether he preferred to remain in the category of intermediaries. The choice has been made by the introduction and world-wide acceptance of FBL and nowadays no one would suggest that the choice was unwise.

Now FBL is intended to use for the case where contract for transportation would involve two different modes of transport, but there is nothing to prevent its use for a unimodal transport, since in any event the use of FBL rests upon a voluntary agreement between parties and not upon rules on applicability in national law. This facilitates the use of FBL whether the transport is in fact unimodal or it will appear the it is multimodal.

## **СЕКЦІЯ 8 «АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ»**

### **ВНЕДРЕНИЕ ОПТОВОЛОКОННЫХ ЛИНИЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ**

**Сердюк Т. Н., Жаринова О. А.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта имени академика В. Лазаряна  
Украина

Serdiuk T. N., Garinova O. A., Implementation of fiber-optic lines on the railways of Ukraine.

The purpose of study is an analysis of the existing types of fiber-optical lines, an evaluation of the advantages and disadvantages arising at the maintenance of its and determination of the direction in the modernization of Railway lines in Ukraine. The calculation of the parameters of single and multimode fiber-optic cables is carried out. Singlemode transmission cost is lower than multimode. The capacity of a single-mode cable is higher than multimode in many times. The normalized frequency should be less than 2,405 for single-mode fiber. The transmission of signals of single-mode cables organized on hybrid wave  $NE_{11}$ .

Пластиковые оптические волокна находят сейчас все большее применение. Сердечник в таком волокне изготавливают из полиметилметакрилата (ПММА), а оболочку из фторированных ПММА (фторполимеров). Стекланные оптические волокна делаются из кварцевого стекла, но для дальнего инфракрасного диапазона могут использоваться другие материалы, такие как фторцирконат, фторалюминат и халькогенидные стекла.

На современном рынке сетевого оборудования представлено множество видов оптоволоконных кабелей, однако сами волокна в них мало чем отличаются друг от друга. Кроме того, волокна, из которых собирают кабели, производит ограниченное число предприятий. Самые известные из них AT&T и Fujikura.

Целью работы являлось проведение анализа существующих видов оптоволоконных линий и кабелей, оценка достоинств и недостатков, возникающих при их обслуживании, и определение направления в модернизации линий связи железных дорог Украины.

Оптоволокно – высоконадежная система для передачи голоса и данных на большие расстояния. Преимуществами оптоволоконной системы являются: защищенность оптоволоконной системы от электрических помех; полное отсутствие излучения во вне; высокая скорость передачи данных через оптоволоконные системы составляет от 1 до 10 Гбит/с, передача информации на большие расстояния с низкими потерями; пожаро- и взрывобезопасность при изменении физических и химических параметров; малые габариты и масса; высокая надёжность оптической среды (оптические волокна не окисляются, не намокают).

Выполнен анализ существующих волоконно-оптических линий и кабелей, применяемых в качестве линий связи на железных дорогах Украины, в частности Региональном филиале «Приднепровская железная дорога». Опыт внедрения и эксплуатации волоконно-оптических линий показал, что главным достоинством данных типов кабелей является то, что в конструкции кабеля нет металлических элементов, на которые может быть наведено опасное или мешающее напряжение.

Рассчитаны параметры одно- и многомодового волоконно-оптических кабелей. Стоимость одномодовых линий меньше, чем многомодовых. Пропускная способность одномодового кабеля во много раз выше. Для одномодового световода нормированная частота должна быть менее 2,405. Полученная величина  $V = 2,17 < 2.405$ . Передача

сигналов по одномодовому кабелю организуется на гибридной волне  $HE_{11}$ . Показатели преломления сердечника и оболочки ( $n_1$  и  $n_2$ ) должны отличаться незначительно, что характеризует относительное значение показателя преломления  $\Delta$ . Для одномодового волокна  $\Delta = 0,0015...0,03$ . Полученная величина  $\Delta = 0,0021$  удовлетворяет условию. Длина волны  $\lambda = 1,254 \approx 1,3$  мкм.

К сожалению, на железных дорогах Украины оптоволоконные линии связи начали использовать относительно недавно. При этом применяют подвесной оптоволоконный кабель, который может иметь усиленный центральный трос или кевларовую оболочку, берущую на себя основную силовую нагрузку. Кевлар используется в целях облегчения кабеля с одновременным усилением сопротивления разрыву и во избежание электромагнитных наводок (мешающего или опасного воздействия системы тягового электроснабжения и железнодорожной автоматики).

Для ВОЛ, применяемых для подвеса на опорах высоковольтных линий электропередач, необходимо предусмотреть защиту от коротких замыканий проводов, ударов молний, так как высокая температура, возникающая в этом случае при разряде, попросту портит кабель. Грозозащитная армированная оболочка, состоящая из алюминированных стальных или алдреевых проволок, сохраняет температуру внутри оптоволокна на допустимом уровне.

Проведение подземных кабельных коммуникаций можно удешевить за счет использования кабельной канализации, которая уже построена. При прокладке в туннелях и коллекторах усиленная защита не требуется. Оптоволоконный кабель в этом случае идет с минимальной броней (металлической гофрированной лентой, защищающей кабель от повреждения грызунами).

На предприятиях Укрзализныци используются волоконно-оптические кабели, изготовленные на отечественных заводах: «Южкабель» и «Одескабель», и их зарубежные аналоги. Так, на участке станция Нижнеднепровск-Узел – МТС Херсонская используются ВОЛ протяженностью 24 км, марка кабеля: ОКТБг – 16 ОВ, диаметр 9,6 мм, производство: Одескабель, дата прокладки 2007 г. Кабель типа ОКТБг предназначен для прокладки непосредственно в грунтах всех категорий, в том числе в районах с высокой коррозионной агрессивностью и территориях, зараженных грызунами. Может прокладываться в кабельной канализации, трубах, блоках, по мостам, эстакадам, а также по наружным стенам зданий и сооружений. Стойкость к продольному проникновению воды у данного типа кабеля – F5, т. е. отсутствует влага на свободном конце кабеля.

Другой участок «Днепропетровск – Синельниково» протяженностью 51 км, оборудован ВОЛ с маркой кабеля: A-DF(ZN)2Y 4x12+1 x4E9/125 1,36F3,5+0,22 N18 1x4E10/125 0,25HG 3,72G производства Alcatel. Введен в эксплуатацию в 2007 г. Он является одномодовым с 4 стеклянными волокнами. Наличие композитного материала из стеклянных нитей и ваты вокруг центральной части кабеля компенсирует натяжение и обеспечивает водонепроницаемость в продольном направлении. Используется для прокладки под землей, в трубах, каналах, где нет угрозы повреждения грызунами.

Таким образом, к основным достоинствам ВОЛ, которые подтвердил опыт эксплуатации на Приднепровской железной дороге, следует отнести широкую полосу пропускания, малое затухание светового сигнала в волокне, низкий уровень шумов, высокая помехозащищенность, малый вес и объем, гальваническая развязка элементов сети, высокая защищенность от несанкционированного доступа, взрыво- и пожаробезопасность. Несмотря на сложность и высокую стоимость изготовления и обслуживания, соотношение цена / пропускная способность для волоконно-оптических линий лучше, чем у других систем. К недостаткам оптоволокна также следует отнести относительную хрупкость; сложную технологию изготовления, как самого волокна, так и

его компонентов; сложность преобразования сигнала (в интерфейсном оборудовании); относительную дороговизну оптического оборудования; замутнение волокна с течением времени вследствие старения.

## **АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ**

**Сердюк Т. Н., Лагута В. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта имени академика В. Лазаряна  
Украина

Serdiuk T. N., Laguta V. V., Failures analysis of elements of the railway automatics system. The purpose of the study are the preliminary processing of failures observations of railway automatics system elements, their comparison, determination of causal relationship in failures, structures, prediction of the reliability resource within the selected signaling and communication distance. This will contribute to improving the technology of servicing railway automatics, telemechanics and communication devices and, as a result, ensuring the safety of train traffic. The graph of the correlation dependence of the elements failures of the railway automatics system is constructed.

Железнодорожная статистика представляет собой область практической деятельности по сбору, обработке и анализу статистической информации о работе железных дорог. В этом разделе науки исследуются массовые явления на железнодорожном транспорте.

Вследствие схемно-конструктивных и производственных недостатков, недостатков в системе обслуживания, в устройствах системы железнодорожной автоматики (СЖА) могут возникать отказы, по-разному влияющие на работоспособность системы. В одних случаях отказ схемы, блока или элемента может привести к опасной ситуации – потере работоспособности, в других – система в силу своей избыточности в структуре, а также в связи с правилами организации движения поездов, может выполнять свои функции, но при этом эффективность функционирования будет снижена.

Основой каких-либо статистических исследований является наличие актуальных наблюдений об объекте. Математическое моделирование процесса отказов устройств железнодорожной автоматики рассматривается как один из инструментов научного исследования, который предусматривает разбиение сложной системы содержания на подсистемы для более эффективного планирования технического обслуживания элементов СЖА.

Обеспечение высокой эффективности функционирования СЖА является важной научно-исследовательской задачей, решение которой позволит организовать технологический процесс перевозок с максимальной эффективностью и обеспечить безопасность движения поездов. Научная работа соответствует приоритетному направлению развития транспорта, которое определено в «Стратегии развития транспорта на период до 2020 года» (постановление КМУ от 16.12.2009 № 1555-р).

Целью исследования является первичная обработка наблюдений об отказах элементов СЖА на Одесской железной дороге за период 2011–2015 гг., их сравнение; определение причинно-следственных связей в отказах, структуры, прогнозирование ресурса надежности в пределах выбранной дистанции сигнализации и связи, что будет способствовать улучшению технологии обслуживания устройств железнодорожной

автоматики, телемеханики и связи и, как следствие, обеспечению безопасности движения поездов.

Анализ статистических данных по отказам устройств железнодорожной автоматики за указанный выше период показал, что для Одесской железной дороги наибольший процент отказов приходится на рельсовые цепи (40,81 %). Следующими элементами, на содержание которых необходимо обратить особое внимание, является пульты, табло, аппаратура управления (25,81 %). Данные элементы требуют выполнения регулярных ремонтно-профилактических работ и внедрения современных средств дополнительной диагностики по обслуживанию устройств СЖА для создания возможности перехода от планово-предупредительной технологии к обслуживанию по состоянию объекта.

Построен граф корреляционной зависимости отказов элементов СЖА, который имеет две компоненты связности. Первая компонента – это пара факторов  $x_1$  ?  $x_9$  (отказ в работе рельсовых цепей, неисправность в стативах соответственно). Вторую компоненту связности образуют факторы  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_7$ ,  $x_8$ ,  $x_{10}$  (отказ в работе аппаратуры; электродвигателях, стрелочных переводах; неисправность кабельных линий; нарушение электропитания; отказ элементов защиты; неисправность аппаратуры релейного шкафа соответственно).

Показатели  $x_5$  (отказ или ложная передача сигналов) и  $x_6$  (отказ пультов, табло, аппаратуры управления) не коррелируют ни между собой, ни с другими факторами.

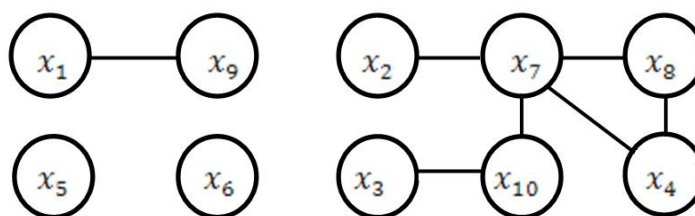


Рисунок – Граф корреляционной зависимости отказов элементов СЖА ( $\alpha = 0,1$ )

Вариантом структуры полученной математической модели определена система

$$\begin{cases} y_9 = x_9 = f_9(x_1), \\ y_3 = x_3 = f_3(x_2, x_4, x_8, x_{10}), \\ y_7 = x_7 = f_7(x_2, x_4, x_8, x_{10}). \end{cases}$$

Функции  $f_3$ ,  $f_7$ ,  $f_9$  могут быть как линейными, так и нелинейными уравнениями регрессии. Система не образует устойчивую форму, которая будет показывать процесс отказов СЖА в будущем в течение всего времени. Полученную модель можно использовать только для кратковременного прогнозирования. Фактические данные об отказах, в дальнейшем, необходимо учитывать при эксплуатации СЖА и периодически переопределять структуру модели, определяя ее параметры заново.

На основании представленного графа и построенной структуры (математической модели) можно сделать вывод, что для упрощения управления системой содержания СЖА можно разделить на следующие подсистемы:

- содержание стативов;
- содержание сигналов;
- содержание пультов, табло, аппаратуры управления;
- содержание электродвигателей, стрелок и гарнитуры;
- содержание системы электропитания.

Повысить функциональную надежность аппаратуры стативов возможно с помощью дополнительных ремонтных мероприятий (воздействий) по техническому обслуживанию

рельсовых цепей, электроприводов и гарнитуры стрелочных переводов, а также электропитания – за счет внедрения дополнительных ремонтно-профилактических работ по обслуживанию аппаратуры, кабельных линий, приборов релейных шкафов и элементов защиты.

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ**

**Івченко Ю.М.<sup>1</sup>, Івченко В.Г.<sup>2</sup>**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В. Лазаряна, ВП «Дніпропетровське відділення» філії ГГОЦ  
Дніпро, Україна

Останнім часом почастишали випадки несанкціонованого втручання в роботу корпоративної мережі ПАТ «Укрзалізниця» (УЗ) з метою дестабілізації її функціонування. Це приводить до значних матеріальних збитків та порушень оперативного керування роботою залізничної галузі і вимагає впровадження щодо підвищення надійності та керованості корпоративної мережі.

У зв'язку з цим у регіональних філіях ПАТ «Укрзалізниця» (УЗ) планується впровадження Служби каталогів Microsoft Active Directory домену, як заходу з реалізації Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки щодо розвитку та удосконалення автоматизованих систем керування, систем моніторингу ІТ-інфраструктури та захисту інформації.

Домен – це основна адміністративна одиниця в мережевій інфраструктурі підприємства, до складу якої входять всі мережеві об'єкти, такі як користувачі, комп'ютери, принтери, загальні ресурси та ін.

Служби Active Directory (служби активного каталогу) реалізовано як розподілену базу даних, що містить всі об'єкти домену. Доменне середовище Active Directory є єдиною точкою аутентифікації та авторизації користувачів та додатків в масштабах підприємства. Саме організація домену та розгортання служб Active Directory є основою побудови ІТ-інфраструктури підприємства.

Ієрархічна структура доменів створює можливість гнучкого масштабування ІТ-інфраструктури на всі філії та регіональні підрозділи корпорації.

Необхідність впровадження служби каталогів Microsoft Active Directory домену зумовлена великою кількістю функціонуючих у мережі інформаційних систем, що забезпечують керування технологічними процесами, комп'ютерів, серверів та їх користувачів. Крім цього, зростає комерційна цінність інформації, ускладнюється супровід та стають недопустимими простоті.

У забезпеченні надійного функціонування інформаційної мережі існують наступні проблеми: невиконання вимог безпеки; низька керованість великої кількості комп'ютерів, відсутність централізованого конфігурування комп'ютерів відповідно до вимог конкретної мережевої служби; відсутність централізованої бази користувачів ускладнює супровід інформаційних систем та надання доступу.

Впровадження служби каталогів Microsoft Active Directory надає можливості:

- створити загальну базу користувачів УЗ з єдиною точкою аутентифікації;
- підвищити рівень керування доступом до інформаційних систем через використання єдиної точки керування груповими політиками, що дозволяють задавати єдині параметри безпеки для групи комп'ютерів та користувачів;

- підвищити рівень інформаційної безпеки, використовуючи єдине захищене середовище зберігання облікових записів на окремих серверах (контролерах домену) та більш безпечний протокол автентифікації;
- впровадити платформу для інтеграції з системами віддаленого керування, інвентаризації засобів обчислювальної техніки та моніторингу;
- створити єдине сховище конфігурації додатків, які вимагають обов'язкового впровадження служби каталогів Active Directory, що сприяє підвищенню гнучкості адміністрування та надійності функціонування системи.

Значною перевагою служби каталогів Active Directory є відповідність стандарту LDAP, який підтримується іншими системами, навіть тими, що не є продуктами Microsoft.

## **RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF CODE TRANSFER CHANNEL**

**Romantsev I. O.**

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport  
named after Academician V. Lazaryan  
Ukraine

Romantsev I. O. Research of characteristics of code transfer channel. Proposed the sequences for studying the channel for transmitting a signal to a locomotive at different frequencies. Can be used to assembly and provide new features of automatic locomotive system.

To transfer control commands when organizing traffic in rail transport, several methods are used. Different types of signals – visual and sound – take into account the high reliability requirements for the systems of perception of these signals and the safe management of rolling stock. When transmitting information about the permissible speed of movement, is needed to duplicate the signal for the locomotive driver from the traffic light passing next.

As the main signal for the locomotive driver, the traffic lights installed on the way of the station or the haulage are traditionally used. An additional signal is a locomotive traffic light, which is installed to the driver's cab. In some railway automation systems the priority of using signals may vary. So, for example, there are traffic control systems for trains without traffic lights installed on the way. In this case, the basic information is the signal of the locomotive traffic light.

In a changing base of rolling stock, significant changes are presented in the surrounding electromagnetic environment, which directly affects the interference level. Despite this, the systems of railway automation, broadcasting a signal to the locomotive – automatic locomotive signalling – should work without failure.

Automatic locomotive signalling (ALS) is based on signal transmission to the locomotive, usually along a rail line. And the main electrical parameter is the current with the criterion of its frequency and amplitude matching. As frequency-protective measures, frequency, phase or amplitude modulation of the locomotive signal current is performed.

In Ukraine the most active is the amplitude modulation of the signal, called coding by numerical codes. Like other types of modulation, it has its limitations, including speed of rail rolling stock. The study of the current path for locomotive signalling takes into account the analysis of the possible distortion that arises from the rail line, as well as from the environment. Methods of practical analysis of the dependence of the track rolling stock speed at the same time with receiving the current of locomotive signalling are the most complex, but from this no less relevant in the conditions of increasing the existing speeds of railway traffic.

Thus, when studying the channel for transmitting a signal to a locomotive at different

frequencies, it is necessary to take into account not only the ALS frequencies used, but also those already involved in other systems - rail circuits, power supply system and others. It is advisable to carry out the most complete analysis of the efficiency of the existing ALS code system in general. To the transmission path, in this case it is possible to include not only the rail line, but also the receiving elements of the locomotive - receiving coils, a locomotive amplifier and a decoder. Investigation of the influence of the speed of motion on the distortion of the signal makes it possible not only to limit the maximum speed of ALS system use, but also to find out which boundary conditions are necessary when modulation of given type is performed at a maximum installed rolling stock speed.

As additional subject of research is the finding of electrical and other parameters border for automatic locomotive signalling at different type of power supply drive and railway automation system.

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРАХУНКУ РЕЙТИНГОВИХ ОЦІНОК СТИПЕНДІАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТУДЕНТІВ**

**Замедянська Н.А., Неголюк Ю.К., Чистяков К.В.**  
Дніпропетровський національний університет залізничного  
транспорту імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Zamedianska N., Neholiuk Y., Chistiakov K. Information technologies of calculating ratings for providing students with scholarships

The automation procedures of providing scholarships question became very relevant and timely. This is caused by changes in the principles of distribution of scholarships, which are based on the principles of competition represented by rating tools. For calculating the rating of the distribution of scholarships students need to develop software that automates the calculation of the student's rating for each course and specialty separately.

Питання автоматизації процедур стипендіального забезпечення студентів Вищих Навчальних Закладів (далі ВНЗ) у теперішньому часі стали досить актуальними та своєчасними. Це викликано змінами у принципах нарахування стипендій, які базуються на засадах конкуренції, представленої засобами рейтингів. Понад 90% рейтингу студента буде залежати від навчальної успішності, а 10% - від встановлених ВНЗ критеріїв.

З урахуванням особливостей ДНУЗТ ім. ак. В.Лазаряна, додаткові бали розподілятимуться за таким процентним співвідношенням: 50% - наукова діяльність, 20% - організаційна робота, 15% - спортивна діяльність та 15% - культурно-масова робота.

Для розрахунку рейтингових оцінок стипендіального забезпечення студентів доцільно розробити програмне забезпечення (далі ПЗ), яке автоматизує розрахунок рейтингу студента за кожним курсом, кожною спеціальністю окремо. Одним із головних, базових положень, яким необхідно керуватися при створенні такого ПЗ, є положення щодо використання методики рейтингового оцінювання у якості комплексної моделі системи розрахунку рейтингової оцінки студента. Після розрахунку рейтингової оцінки складається рейтинг, у якому враховуються терміни виконання навчального плану.

ПЗ передбачає механізм налаштувань для обліку значущості видів діяльності вказаних вище. Кожна сфера наповнюється регламентованим списком різновидів діяльності з фіксованим балом для кожного. Під час розподілу балів за сферами діяльності бали сумуються, але вони обмежені значущістю кожної сфери діяльності.

Система обліку діяльності студентів передбачає введення таких даних:



- вага академічних і неакадемічних результатів,
- список сфер та їх вага,
- список видів діяльності в кожній сфері з відповідним фіксованим балом.

Особливість розробки полягає у формуванні рейтингових оцінок на підставі нечітких даних, а також з урахування можливості комбінації детермінованих та нечітких величин. Розроблене ПЗ може бути використано стипендіальними комісіями факультетів для підготовки та аналізу даних, призначених для визначення рейтингу студентів.

Одною з вимог розробки програмного забезпечення є адаптивність, необхідно передбачити можливість зміни як законодавства, так і положень про стипендіальне забезпечення ВНЗ. У роботі запропонована процедура прогнозування показників функціонування складних систем на основі методу лінійної екстраполяції, яка дозволяє оцінювати ступінь достовірності результату прогнозування.

Відзначені завдання, реалізовані програмним забезпеченням на відповідній інформаційній базі, забезпечують можливість вирішення широкого спектру завдань управління розвитком стипендіального забезпечення ВНЗ.

## **СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ РЕЙКОВИХ КІЛ**

**Профатилов В. І.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Profatilov V. I. Remote diagnostic system of track circuits.

Author is offered a new diagnostic system for remote parametrical control of track circuits.

Рейкове коло (РК) є одним з найважливіших елементів систем залізничної автоматики, тому що його робота безпосередньо впливає на безпеку руху поїздів. Рейкові кола використовуються в якості датчиків зайнятості рухомим складом окремих ділянок у межах станції або перегону і відрізняються складністю в обслуговуванні та вимагають значних експлуатаційних витрат, тому підвищення їхньої надійної роботи вимагає постійної уваги виконавців і керівників всіх рівнів. У зв'язку з цим розробка автоматизованих методів і технічних засобів діагностики РК є актуальною задачею.

За основу побудови системи дистанційної діагностики рейкових кіл узят трьохрівнева структура, в якій на нижньому рівні знаходяться модулі вимірювання напруги та струму в рейкових колах (лінійні контролери), що розміщені в релейних шафах сигнальних установок на перегоні. Модулі вимірювання виконані на базі PIC-мікроконтролера з вбудованим аналого-цифровим перетворювачем. Їх завданням є збір первинної інформації про технічний стан сигнальних установок та стан рейкових кіл, первинна обробка цієї інформації та передача її по запиту центрального контролера на проміжні станції (середній рівень), які встановлюються в релейному приміщенні або у чергового по станції.

Центральний контролер виконаний на базі PIC-мікроконтролера PIC18F4455 з вбудованим USB-інтерфейсом, що використовується для організація обміну даними між АРМ і центральним контролером. Підтримка USB-інтерфейсу дозволяє підключити центральний контролер до будь якого сучасного персонального комп'ютера, тільки необхідно встановити на ньому необхідне програмне забезпечення. Друга функція центрального контролеру, це організація циклічного контролю технічного стану РК та апаратури сигнальних установок, шляхом опиту лінійних контролерів, а також управління

режимами роботи лінійних контролерів та зберігання поточної інформації про параметри РК та стан апаратури всіх сигнальних установок.

Для обміну даними між центральним та лінійними контролерами використовується CAN-стандарт та інтерфейс RS-485. CAN-стандарт використовується для побудови промислових мереж, так як забезпечує передачу даних в масштабі реального часу з високим ступенем надійності та стійкості від електромагнітних завад. CAN-протокол забезпечує надійний контроль помилок при передачі даних з загальною вірогідністю не виявлення помилки  $4,7 \times 10^{-11}$ . Для апаратної реалізації CAN-протоколу використовується CAN-контролер MCP2510 (компанії Microchip). У ньому на апаратному рівні реалізовані функції формування кадрів, перевірки каналу зв'язку, адресації інформації, усунення конфліктів з іншими передавачами. CAN-контролер MCP2510 може працювати в широкому діапазоні швидкостей передачі даних від 10 Кбіт/с до 1 Мбіт/с, а також має низьку ціну.

Для реалізації фізичного рівня з'єднання центрального та лінійних контролерів використовується інтерфейс RS-485, побудований на прийомо-передавачах ADM485. Інтерфейс RS-485 є найбільш широко розповсюдженим промисловим стандартом, так як використовує диференціальну передачу сигналу, що забезпечує надійну передачу даних у присутності шумів, а диференціальний вхід приймача, крім того, може значно послабляти синфазні напруги. Інтерфейс RS-485 підтримує багатоточкові з'єднання по топології «шина», забезпечуючи створення мережі з кількістю вузлів до 32 і передачу на відстань до 4–5 км (при наявності гальванічної розв'язки). Використання повторювачів RS-485 дозволяє збільшити відстань передачі ще на 4–5 км або додати ще 32 вузли. Стандарт RS-485 підтримує напівдуплексний зв'язок, а для реалізації каналу зв'язку достатньо однієї скрученої пари провідників.

CAN-контролер з'єднаний з трансівером ADM485 через оптрону розв'язку, що забезпечує захист основних елементів центрального та лінійних контролерів від можливих перенапруг і завад, які можуть виникати в каналі зв'язку. Також для захисту трансівера ADM485 від можливих перенапруг, завад та від грозових розрядів, які негативно впливають як, на саму лінію так і на апаратуру, використовується схема захисту, яка включає в себе розрядник, запобіжники та супресори.

На верхньому рівні системи дистанційної діагностики рейкових кіл знаходяться автоматизовані робочі місця (АРМ) на базі персонального комп'ютера типу IBM PC: АРМ-Д чергового по станції та АРМ-Е електромеханіка. Їх завданням є збір інформації про роботу систем автоматики на перегоні, її обробка і зберігання в базі даних. АРМ-Д призначено для відображення черговому по станції поїзної ситуації на перегоні та стан пристроїв сигнальних установок. АРМ-Е забезпечує електромеханіку можливість контролювати роботу рейкових кіл та апаратури сигнальних установок, проводити аналіз несправностей, використовуючи можливості технічного діагностування системи, виконувати планові перевірки технічного стану систем автоматики на перегоні.

Значення струму й напруги на релейному та живлячому кінці РК за допомогою апаратних засобів технічної системи діагностики передаються в комп'ютер для розрахунку параметрів чотириполюсника рейкової лінії. При дослідженнях РК змінного синусоїдального струму, рейкову лінію розглядають у вигляді двоколісної електричної лінії з розподіленими параметрами. Прийнята ідеалізація дозволяє одержувати результати аналізу, які добре узгоджуються з реальними. Алгоритм автоматизованого розрахунку параметрів та режимів РК складається з наступних етапів:

- розрахунок струмів та напруг на початку та в кінці РК;
- визначення коефіцієнтів чотириполюсника рейкової лінії та вторинних параметрів РК;
- розрахунок режимів роботи РК, аналіз та перевірка критеріїв надійності цих

режимів.

Впровадження системи дистанційної діагностики рейкових кіл дозволить:

- дистанційно контролювати параметри РК та проводити детальний аналіз режимів роботи РК;
- визначати передвідмовний стан РК та проводити своєчасний профілактичний ремонт, не допускаючи повної відмови роботи рейкового кола;
- вести електронний протокол всіх отриманих даних та збереження результатів діагностики в базі даних;
- зменшити час пошуку несправностей та проводити діагностичні вимірювання без виїзду персоналу на перегін, що зменшить затримки руху поїздів та підвищить рівень охорони праці.

## **DEVELOPMENT OF A SUPPORT SYSTEM FOR MANAGING THE CYBER SECURITY OF INFORMATION AND COMMUNICATION ENVIRONMENT OF TRANSPORT**

**Mazin Mohammad Al Hadidi<sup>1</sup>, Lakhno V<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Computer Engineering, AlBalqa' Applied University, Salt, Jordan

<sup>2</sup>Department of Managing Information Security, European University, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** The information object cyber security operational management system and the formation of the protection methods rational sets model which is based on a morphological approach is developed. This model allows us to generate different variants of protection sets that are compliant with a computer system taking into account morphological matrices for each security perimeter prepared with the intelligent decision support system (IDSS).

For the successful usage of modern information-communicative systems (ICS) it is necessary not only to know how to manage all the functional resources but to create an effective information security management system (ISMS). As management objects – ISMS are difficult organizational-technical structures, which function in conditions of uncertainty. Effective management of such systems has to be based on innovative information technologies aided by decision support which considers both IS and CS [1].

One of the variants of this solution is the usage of a decision support system (DSS) in CS on the basis of intelligent information technologies (IIT). Research into improving existing and the development of new methods, models, algorithms and software for operational management of information protection (IP) in ICS, particularly in conditions of uncertainty, inconsistency and lack of knowledge about ICS status becomes highly relevant.

Goal of the research – developing a cyber-threats counterwork model using DSS, choosing rational variants of reactions on the occurrences in CS, and taking into account current operational IO data [2].

We improved a model for the operational management of ICS CS and the formation of a balanced complex of means of protection. The model is based on the morphological approach. In contrast to the existing solutions, the model with regard to the morphological matrices for each of the perimeters of protection of ICS prepared by intelligent decision-making support systems allows us to generate variants of sets of means of protection, which take into account the compatibility of software and hardware tools.

A developed software suite was made for intelligent decision support circuits organizational, technical and operational management of information system protection facilities. It confirmed the adequacy of the proposed models and algorithms. By using the developed

system of intelligent decision support, networks of enterprises using "Decision Support System of Management protection of information – DMSSCIS» reduced the projected cost of the planned system of protection to 35%.

#### References

1. M. Al Hadidi, Y. Ibrahim, V. Lakhno, A. Korchenko, A. Tereshchuk, A. Pereverzev (2016). Intelligent Systems for Monitoring and Recognition of Cyber Attacks on Information and Communication Systems of Transport. International Review on Computers and Software, Vol. 11, Iss. 12, P. 1167-1177.
2. Lakhno V.A. Development of a support system for managing the cyber protection of an information object / V.A. Lakhno, P. U. Kravchuk, D.B. Mekhed, H.A. Mohylnyi, V.U. Donchenko // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2017. – Vol. 95. – No 6. – P. 1263-1272.

### **ВИКОРИСТАННЯ ОПЕРАТОРНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ОПОВІЩЕННЯ**

**Бойнік А. Б., Змії С. О., Мороз В. П., Кустов В. Ф., Каменєв О. Ю.**

Український державний університет залізничного транспорту  
Україна

Bojnik A., Zmii S., Moroz V., Kustov V., Kameniev A., Operator models for development of automatic warning system.

At present time, an increase in complexity as systems of railway automation and automatic warning system that leads to complication of the process of development. Using the operator model provides opportunities not only simplify the design process, but also to correct existing projects depending on the needs of customers.

Одним з пріоритетних напрямів підвищення рівня безпеки руху на станціях та зниження виробничого травматизму працюючих на коліях є розвиток систем, принципів та засобів автоматичного оповіщення при наближенні рухомих одиниць. Розроблення та дослідження зазначених систем вимагає певної формалізації принципів оповіщення, що має ґрунтуватися на раціональному математичному апараті.

Початковий етап проектування системи автоматичного оповіщення пов'язаний з аналізом технічного завдання, уточненням вихідних даних і визначенням відповідно до загальносистемним вимогам і призначенням системи ряду характеристик. Операторне подання системи є зручною формою для формування і перетворення наступних моделей системи, що направлено на підвищення ступеня однорідності структури, мінімізацію числа і зниження складності матеріально-енергетичних процесів і орієнтоване на максимальне використання типових технічних рішень при формуванні структури системи автоматичного оповіщення.

Операторна модель є основою для формування функціональної структури системи автоматичного оповіщення, у якій кожній сукупності виділених операторів відповідає адекватний функціональний модуль і встановлюється певна підпорядкованість зв'язків між модулями.

Одним з етапів синтезу систем автоматичного оповіщення є розроблення та аналіз операторних моделей. У доповіді показано, що використання таких моделей надає змогу виконати аналіз зовнішніх та внутрішніх зв'язків, оцінити якість декомпозиції базових функцій системи автоматичного оповіщення.

Прикладне застосування операторних моделей може стати основою формування

систем автоматизованого проектування (САПР) засобів автоматичного оповіщення, в програмну складову яких закладається відповідний математичний апарат. Використання розробленого САПР має суттєво підвищити ефективність та зменшити затрати на розроблення і проектування систем автоматичного оповіщення об'єктів транспортної інфраструктури різної конфігурації та призначення.

Наведені в доповіді розробки можуть стати основою обґрунтуванню вибору варіанту структурної схеми систем автоматичного оповіщення, що сприятиме зниженню виробничого травматизму, який пов'язано з наїздом рухомого складу, підвищенню ефективності робіт на коліях та безпеки руху поїздів.

## **РОЗВИТОК ОСНОВ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТІ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ І АВТОТРАНСПОРТУ ЧЕРЕЗ ЗАЛІЗНИЧНІ ПЕРЕЇЗДИ**

**Бойнік А. Б., Кустов В. Ф., Каменєв О. Ю., Змій С. О., Щєбליкіна О. В.**

Український державний університет залізничного транспорту  
Україна

Bojnik A., Kustov V., Kameniev A., Zmij S., Shcheblykina O., Development of the fundamentals of the interdependence of the parameters of the movement of trains and motor vehicles through railway crossings.

The problem associated with the imperfection of the existing approach to the construction and operation of automatic signaling alarm systems is considered. The main drawbacks of the existing technology for regulating the movement of trains and vehicles through railway crossings are indicated. The development of the fundamentals of the interdependence of the parameters of the movement of trains and vehicles using the information and analytical decision support system is proposed.

Залізничний та автомобільний транспорт є основними видами транспорту в Україні, які забезпечують масові перевезення господарських вантажів і пасажирів, а також встановлюють економічні та соціальні зв'язки між регіонами країни. У комплексі технічних засобів залізничного транспорту важливе місце займають пристрої автоматики та телемеханіки, які дозволяють автоматизувати процес інтервального регулювання руху поїздів, забезпечити безпеку на станціях та перегонах, а також на залізничних переїздах. На станціях та перегонах, при правильних діях локомотивних бригад щодо безумовного виконання наказів сигналів локомотивних і напільних світлофорів, сигнальних знаків, показників, а також ручних сигналів працівників залізничного транспорту, виключається можливість руху декількох поїздів по одній і тій же рейковій колії або стрілочному переводу.

У той же час тільки зазначеними вище факторами на залізничних переїздах неможливо повністю виключити в'їзд автотранспортних засобів у небезпечну зону переїзду при наближенні поїзда. Це обумовлюється зниженням витримки водіїв та збільшенням кількості одиниць автотранспорту на дорогах країни. Як свідчать статистичні дані, основна частина водіїв автотранспорту виконують вимоги правил дорожнього руху, однак деякі ігнорують інформацію, що подається пристроями переїздної сигналізації, в результаті чого на переїздах відбуваються дорожньо-транспортні пригоди (ДТП). Тому важливе місце при розробці та впровадженні більш перспективних пристроїв регулювання рухом поїздів та автотранспорту, як в нашій країні, так і за кордоном, займають дослідження питань удосконалення технічних можливостей систем керування небезпечними транспортними об'єктами, у тому числі залізничними переїздами.

Удосконалення систем керування засобами небезпечних транспортних об'єктів передбачає де яку зміну вимог до ефективності їх функціонування в області забезпечення безпеки руху транспорту, підвищення пропускної спроможності, а також оптимізації дистанційного керування та можливості автоматичного контролю найбільш небезпечних зон. Існуюче апаратне та програмне забезпечення об'єктів управління розроблено в 70–80-х роках минулого століття з орієнтуванням на наявну технічну оснащеність небезпечних транспортних об'єктів. Тому, в сучасних умовах, у зв'язку з ростом обсягів перевезень вантажів і пасажирів, ці системи вже не забезпечують достатнього рівня безпеки перевізного процесу.

У той же час, з огляду на значний рівень розвитку техніки, в першу чергу електронно-обчислювальної, і успіхи, досягнуті в розробці та використанні пристроїв дистанційного візуального спостереження за станом віддалених об'єктів, дозволяють зробити висновок, що контроль найбільш небезпечних зон найдоцільніше здійснювати за допомогою сучасних інформаційно-технічних засобів і систем промислового телебачення. У зв'язку з цим, стає явним, що підвищення ефективності функціонування систем керування є комплексним завданням, рішення якої може бути досягнуто в результаті спільного використання сучасних математичних методів, інформаційно-технічних засобів і систем промислового телебачення. При цьому в умовах інтенсифікації руху автотранспорту, підвищення рівня доступності автотранспортних засобів для населення й наявна культура дорожнього руху вимагають доповнення засобів регулювання руху автотранспорту при наближенні до переїздів додатковими пристроями, які б раціоналізували дорожній рух та підвищили б взаємну безпечність переміщення різних видів транспорту. Перспективним варіантом таких пристроїв є системи підтримки прийняття рішень, що зможуть надати змогу учасникам руху корегувати його параметри на підставі наявної транспортної ситуації на об'єкті експлуатації різних видів транспорту. Такий підхід дозволить у майбутньому найбільш ефективно використовувати можливості залізниць і автомобільних доріг з точки зору підвищення пропускної спроможності та швидкостей руху, а також суттєво поліпшити ситуацію із безпекою дорожнього руху.

## **ПРОБЛЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**Мойсєєнко В. І., Каменєв О. Ю., Гаєвський В. В.**

Український державний університет залізничного транспорту  
Україна

Moiseenko V., Kameniev A., Gajewski V., Problems of integration of Ukrainian and European information and control systems in railway transport.

The issues related to the obstruction of the introduction of European information management systems on the railway transport of Ukraine, and vice versa – of Ukrainian systems on the railways of Europe are considered. Particular attention is paid to mutual discrepancy of normative documents concerning functional safety. The main ways to overcome this problem are proposed.

Стратегія інформатизації залізничного транспорту на сучасному етапі передбачає створення єдиного інформаційного простору при забезпеченні інтеграції автоматизованих систем керування залізничною галуззю. Комплексна автоматизація підприємства має на увазі переведення в площину комп'ютерних технологій всіх основних процесів роботи галузі.

Автоматизована система управління передбачає утворення єдиної вертикально-інтегрованої інформаційної бази для всіх комплексів інформаційних технологій, формування єдиного інформаційного простору на всьому полігоні залізниць України.

Подальший розвиток галузі базується на механізмах взаємодії з відповідними європейськими технологіями та системами керування рухом поїздів. Проблеми інтегрування вказаних компонентів обумовлені існуючими нормативними, технічними і технологічними розбіжностями. Слід зазначити, що найбільший ступінь розбіжностей мають системи керування рухом, значну частину яких можна вважати оригінальними розробками.

Однак найбільш суттєвими є розбіжності в ідеології регулюючих та нормативних документів, що забезпечують підтримку процесів розроблення, технічного обслуговування та експлуатації систем критичного призначення.

Так, наприклад, Державний Стандарт України з функційної безпеки систем керування рухом поїздів (ДСТУ 4178-2003) визначає імовірність небезпечної події на рівні  $0,7 \times 10^{-10}$  для ділянок із пасажирським рухом і  $0,14 \times 10^{-10}$  для ділянок зі швидкісним рухом, у той час як відповідна європейська норма відрізняється на декілька порядків. Таким чином утворюється штучна перепона для запровадження на залізницях України новітніх систем провідних європейських і світових виробників. При цьому слід зазначити ряд проблем підтвердження вітчизняних інформаційно-керуючих систем доволі високим показникам з безпечності, зокрема: складність отримання вихідних даних для визначення реальних показників безпечності, недосконалість системи сертифікації, неврахування ряду експлуатаційних факторів тощо. Таким чином, стає доцільним розгляд питань, спрямованих на врахування взаємного досвіду нормування безпечності та напрацювання відкоригованих нормативних документів, які б її регламентували.

Також не менш важливими постають питання технологічного забезпечення інформаційно-керуючих систем на залізничному транспорті України і Європи, в тому числі уніфікації принципів сигналізації, регламентації поїзної та маневрової роботи, порядку взаємодії підрозділів тощо. Без їх уніфікації взаємна інтеграція зазначених систем стає практично неможливою.

У зв'язку з цим авторами запропоновано комплексний підхід до адаптації вітчизняної нормативно-регулюючої бази систем критичного призначення до вимог європейських документів на основі концепції прийнятного ризику. Такий підхід дозволяє більш конструктивно подолати існуючі розбіжності нормативно-технологічного характеру, результатом чого має стати спрощення впровадження інформаційно-керуючих систем виробників різних країн на залізницях України та Європейського Союзу.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТОЧКОВОГО КОЛІЙНОГО ДАТЧИКА ЗА РАХУНОК ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ВИСОКОЧАСТОТНОГО МОДУЛЯТОРА**

**Прилипко А. А., Мойсєєнко В. І., Каменєв О. Ю., Гаєвський В. В.**

Український державний університет залізничного транспорту  
Україна

Prilipko A., Moiseenko V., Kameniev A., Gajewsky V., Improving the efficiency of use dot railroad sensor by choice parameters high frequency modulators.

For the increase of discriminability and exactness of primary transformer positioning, the methodology of the choice of high-frequency modulator parameters has been offered. For this purpose the classic method of a special purpose function optimization with the use of Gesse

matrix and method of Monte Karlo has been used. The value of rail magnetizing by a hauling current and electromagnets at their load has been experimentally determined. The maximal value of magnetic induction on a railhead is 2 mTl. The models of devices which diminish the electromagnetic field in the area of setting the primary transformers of axes account have been developed.

При розробці деяких вузлів точкового колійного датчика (ТКД) необхідно оптимізувати їх параметри. Для цього була застосована безумовна оптимізація цільової функції первинного перетворювача, суть, якої полягає в наступному: знайти  $\min_{x \in P} f(x)$  або  $\max_{x \in P} f(x)$ , де  $x = [x_1 \dots x_n]$  – в  $n$ -мірний вектор незалежних змінних;  $f(x)$  – функція, яка мінімізується;  $P$  – допустима множина, що описується нерівностями виду

$$P = \{x \in E_n; a_i \leq x_i \leq b_i, i = 1 \dots n; G_{(x)} = 0; H_{(x)} \leq 0\},$$

де  $E_n$  –  $n$ -мірний простір;  $a$  і  $b$  – задані вектори з  $E_n$ ;  $G_{(x)}$ ,  $H_{(x)}$  – задані вектор-функції, що визначають обмеження типу рівності і нерівності.

Найбільш ефективним методом оптимізації для лінійних функцій є метод Монте-Карло, який в поєднанні з методом Коші для декількох змінних дозволяє не тільки швидко знайти максимум, але і вводити нові змінні для дослідження визначеної цільової функції.

Вирішення поставленої задачі оптимізації функціонування ТКД має підвищити достовірність фіксації фізичних рухомих одиниць, а також підвищити загальну експлуатаційну надійність чутливого елемента ТКД.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕРА СРЕДНЕГО РЕМОНТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Герасименко П. В.

Петербургский государственный университет путей сообщений  
Россия

Gerasimenko P. V., Mathematical modeling the of size medium repair of railway tracks.

A method of simulation according to statistics obtained functional dependence to study the effect on volume average repair major factors. Models represent a regression function.

Безопасность движения поездов – основное условие эксплуатации железной дороги, перевозок пассажиров и грузов. Поэтому все организационные и технические мероприятия на железнодорожном транспорте должны отвечать требованиям безопасного и бесперебойного движения поездов и, прежде всего, заданной скорости.

Вместе с тем, в современных условиях работы транспорта высокая скорость, обеспечивая своевременность доставки грузов и пассажиров, становится одним из основных источников доходов железных дорог. Однако на различных участках движения поездов существуют предупреждения об ограничении скоростей. Постоянное чередование таких участков с участками, где скорость не ограничена, приводит к снижению реализуемых скоростей, нарушениям графика движения поездов и увеличению расхода энергии на перевозки [1]. Значительная часть этих ограничений скорости связана с состоянием железнодорожного пути и проведением ремонтных работ.

Несмотря на то, что износ основных фондов железных дорог ОАО РЖД значителен по многим показателям, в настоящее время замена железнодорожного пути после выработки его нормативного тоннажа является первоочередной. Это обстоятельство



приводит к необходимости в современных условиях функционирования железнодорожного транспорта, при остром дефиците инвестиционных средств на обновление железнодорожного пути, проведение среднего ремонта, который в краткосрочной перспективе является единственно возможным вариантом поддержания необходимого уровня безопасности перевозки грузов и пассажиров.

Решение задачи эффективного использования, выделяемых на ремонт инвестиций, в первом приближении позволяет математическая модель, дающая возможность своевременно и относительно просто определять объем среднего ремонта железнодорожной дороги по ее длине и грузообороту.

Настоящая работа направлена на моделирование по статистическим данным функциональных зависимостей для исследования влияния на объем среднего ремонта пути основных факторов, определяющих выход из строя рельсового полотна. В качестве аналитических зависимостей использованы функции регрессии. Для построения математических моделей использованы статистические данные грузооборота и объема среднего ремонта по существующим железным дорогам (филиалов ОАО РЖД).

Для оценки коэффициентов линейной парной и множественной регрессий между результирующим показателем – объемом среднего ремонта, и факторами – длиной пути филиала (железнодорожной дороги) ОАО «РЖД» и грузооборотом каждого филиала, в работе используется классический метод наименьших квадратов [2].

В предположении принятых допущений, характерных для метода наименьших квадратов, на основании выполненных расчетов получены функции регрессии. Первая позволяет оценить объем среднего ремонта для заданного значения длины дороги.

Из нее следует, что 56 % вариации среднего ремонта пути объясняется изменением длины дороги, а 44 % изменения величины ремонта определяется другими факторами, не учтенными в регрессионной модели.

Анализ построенной модели позволил сделать вывод о статистической значимости полученной модели, поскольку фактическое значение  $F$ -статистики больше табличного значения ( $18,92 > 4,54$ ). Табличное значение  $F$ -статистики при уровне значимости 0,05 и числах степеней свободы 1 и 15 равно 4,54. Величина значимости  $F$ -статистики (0,00057) свидетельствует о том, что максимальный уровень надежности, при котором статистическая модель признается значимой [3]. Поскольку значение  $t$ -статистики коэффициента регрессии (4,35) выше критического с 15 степенями свободы (1,75), то признается его статистическая значимость.

Анализ отклонений опытных и статистических значений объема среднего ремонта позволил заключить, что, несмотря на большой разброс остатков, между ними и значениями фактора нет ярко выраженной зависимости. Остатки одинаково часто принимают как положительные, так и отрицательные значения. Это позволяет считать, что регрессионные остатки не имеют автокорреляции.

Исследование показало, что между средним ремонтом рельсового пути и длиной пути прослеживается удовлетворительная связь (коэффициент детерминации равен 0,56).

В работе для сравнительного анализа степени влияния на объем среднего ремонта пути грузооборота выполнено аналогичное исследование, а также проведен анализ совместного влияния грузооборота и длины пути (множественная регрессия).

#### Литература

1. Герасименко, П. В. Прогнозирование сроков доставки грузов железнодорожным транспортом / П. В. Герасименко, Г. Б. Титов // Известия ПГУПС, 2014. № 3 (40), С. 162–169.
2. Герасименко, П. В. Моделирование производственно-экономической деятельности филиала АО «федеральная пассажирская компания» / П. В. Герасименко, Г. Б. Стаशिшина // В сборнике: Государство и бизнес. Современные проблемы экономики.

Материалы VII Международной научно практической конференции. Северо-Западный институт управления РАНХиГС при Президенте РФ, Факультет экономики и финансов. 2015, С. 111–116.

3. Герасименко, П. В. Обобщение основных положений методологии оценивание риска // В книге: Инновационная экономика и промышленная политика региона (ЭКОПРОМ-2015). Труды международной научно-практической конференции, под ред. А. В. Бабкина, Санкт-Петербург, 2015, С. 665–671.

## **ФАЗОВИЙ ПОРТРЕТ ТА БІФУРКАЦІЙНА ДІАГРАМА ПАРАМЕТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ПГ 50:50**

**Ящук К. І., Кокулов Д. С.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка  
В. Лазаряна  
Україна

Yashchuk K. I., Kokulov D. S., Phase portrait and bifurcation diagram of parametric frequency generator.

The rationale of device selection, based on parametric frequency generator for mains voltage stability and protection against powerful impulse interferences, has been described in theses. Also the results of mathematical modeling as phase portrait and bifurcation diagram, which indicate generator's functioning, have been described.

На залізницях України широко розповсюджені станційні рейкові кола (РК) 25 Гц. Оскільки в нашій країні промисловою є частота 50 Гц, то для забезпечення живлення РК 25 Гц потрібен дільник частоти, в якості якого в Україні та на залізницях країн СНД успішно застосовується перетворювач частоти ПЧ 50:25, на базі якого було створено параметричний генератор частоти ПГ 50:50, що відрізняється від свого попередника відсутністю у струмі мережі постійної складової, яка негативно впливає на роботу силових трансформаторів посту централізації за рахунок підмагнічування та нагріву їх магнітопроводів. ПГ 50:50 використовується в якості стабілізованого вторинного джерела живлення. Також цей пристрій володіє цінною властивістю, що виділяє його з поміж інших – практично повне подавлення потужних імпульсних завад (ПІЗ). Оскільки на даний час, як показав проведений аналіз, існуючі засоби захисту (ЗЗ) не спроможні повністю захистити апаратуру систем залізничної автоматики та телемеханіки (ЗАТ) від дії ПІЗ, то проблема захисту апаратури є досить актуальною. Захисні властивості ПГ 50:50 забезпечуються за рахунок його конструкції, що базується на магнітопроводі з неколінеарними магнітними полями.

Метою роботи є отримання фазового портрету рівняння для уточнення параметрів ПГ 50:50, що дозволяють підвищити коефіцієнт стабілізації та вихідну потужність пристрою. Для досягнення мети було складено та досліджено математичну модель ПГ 50:50 у вигляді нелінійного диференційного рівняння другого порядку, що було вирішено методом амплітуд, які повільно змінюються (метод Ван-дер-Поля), внаслідок чого отримано скорочені рівняння Ван-дер-Поля, корені яких визначають радіуси окружностей, кожна точка яких є станом рівноваги скороченої системи рівнянь.

На фазовій площині отримані стійкі та нестійкі граничні цикли, які, як у подальшому підтвердили експерименти, відповідають специфіці роботи ПГ 50:50. Генератор знаходиться у нестійкому стані до моменту досягнення вхідною напругою точки

біфуркації, після чого перетворювач переходить у стійкий стан режиму генерації, реалізуючи властивості стабілізованого вторинного джерела живлення та ЗЗ від ПІЗ.

Отриманий фазовий портрет дозволяє відображати роботу ПГ 50:50 та корегувати його параметри, спостерігаючи за можливими змінами режимів роботи пристрою та порогу генерації. Також була отримана важлива характеристика роботи генератору – біфуркаційна діаграма, аналіз якої вказує на м'яке виникнення автоколивань шляхом зображення нестійких та стійких фокусів та переходів від нестійкого граничного циклу до стійкого при зміні певних параметрів.

Отже, отримана математична модель ПГ 50:50 у вигляді нелінійного диференційного рівняння другого порядку, а саме її фазовий портрет, допомагає дослідити роботу параметричного генератору частоти на неколінеарних магнітних полях, скорегувати його параметри з метою подальшого впровадження у промислове виробництво для забезпечення залізничного транспорту України високоефективним стабілізованим вторинним джерелом живлення та ЗЗ від ПІЗ.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ВЕБ-СИСТЕМ**

**Косолапов А.А., Дзюба В.В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. акад. В. Лазаряна (ДНУЖТ)  
Украина

Kosolapov A. A., Dzuba V.V. Features of development and exploitation of web-systems Abstract. In this paper we describe some problems of unsatisfactory work of modern WEB-systems in Ukraine, attendant remote clients in the interactive mode. The chart of development of such systems, basic principles of their construction and system design, is resulted, system requirements to WEB-systems on the example of the electronic declaration system (E-declaration).

В настоящее время в Украине наблюдается тенденция создания информационных систем с дистанционным доступом к централизованным базам данных. Это такие системы как ЗНО (заочное независимое тестирование), ЕДБО (единая база данных образования), системы дистанционного обучения и тестирования (в ДНУЖТ - это система MOODLE и ПРОМЕТЕЙ) и нашедшая своими проблемами система электронного декларирования (далее ЭД). Последняя система стала известна в силу общественного резонанса и, по нашему мнению, из-за своей сложности, что обострило наличие недостатков в системе. Как показывают последние сообщения в прессе и на ТВ её собираются в краткие сроки модернизировать, что, по нашему мнению, в поставленные сроки создать эффективную систему практически невозможно. По этой причине мы решили показать некоторые факторы, что, на наш взгляд, определяют эффективность (и проблемы) эксплуатации таких компьютерных систем (КС), которые будем называть "компьютерные системы с интерактивными приложениями" (далее -КСИП).

КСИП являются ВЕБ-системами, в которых доступ к приложениям и базам данных осуществляется с помощью браузеров посредством технических и программных средств ИНТЕРНЕТ. Любую ВЕБ-систему можно представить как часть сетевой инфраструктуры с надстройкой из интерактивных ВЕБ-приложений (см. рис. 1).

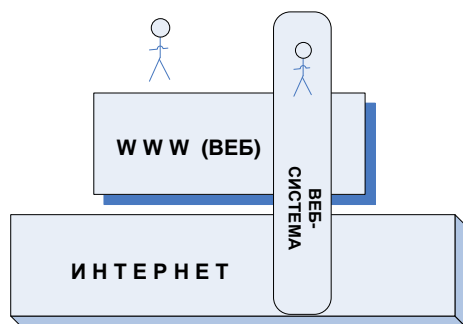


Рис. 1 - ВЕБ-система

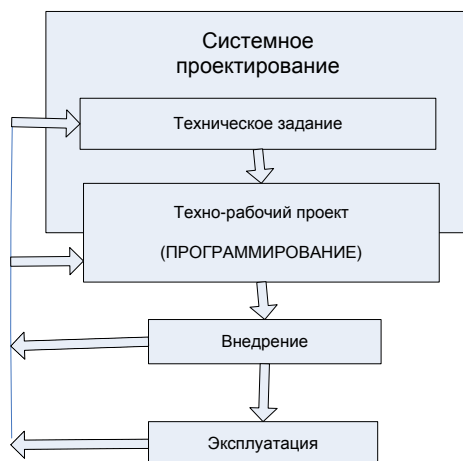


Рис. 2 - Основные этапы проектирования КСИП

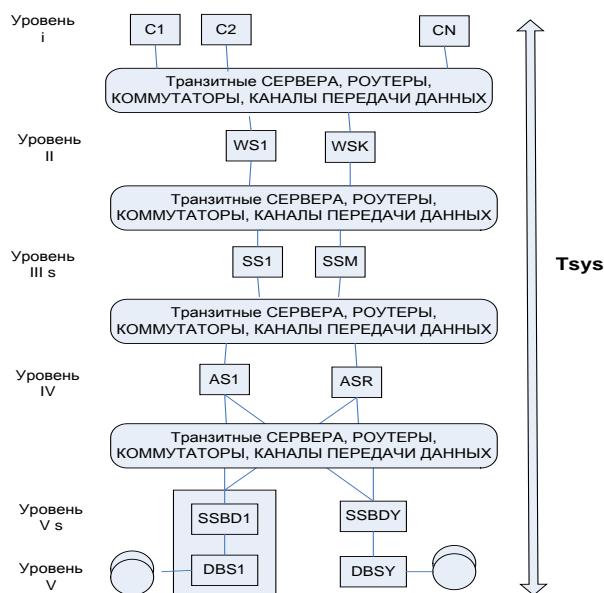
Как любая КС, она включает ряд важных архитектурных компонентов или видов обеспечения - техническое обеспечение (ТО), программное (ПО), математическое (МО), информационное (ИО), лингвистическое (ЛО), организационное (ОО), методическое обеспечение (МетО). Поэтому, нельзя сводить разработку КСИП только к написанию программ! Они требуют определённых ресурсов других видов обеспечения (пропускной способности каналов, ресурсов процессоров и памяти и др.).

Отсюда следует, что разработка систем должна включать минимальный набор стадий проектирования, показанный на рис. 2. Техно-рабочий проект объединяет технический проект, в котором разрабатываются ТО, МО, ИО, ЛО, ОО, и рабочий проект, в котором выполняется разработка ПО. Для экономии времени и денег в последнее время разрабатывается минимальное ТЗ и пишутся программы без исследований на этапах системного проектирования.

Такой **несистемный** подход приводит к появлению закрытых разработок, которые используют ограниченные ресурсы, что значительно усложняет их развитие, или модернизацию.

Проблема усугубляется тем, что системы класса ЭД являются сложными мультиструктурными КС и включают компьютеры клиентов (С), ВЕБ-серверы (WS), серверы приложений (AS), серверы баз данных (DBS), серверы безопасности (SS). Поведение таких систем требует согласования их характеристик, что без моделирования сделать практически невозможно.

Для создания таких систем предлагается использовать методику системного проектирования КС, включающую набор программ автоматизации проектных процедур. В докладе приведены результаты моделирования одного из вариантов архитектуры системы ЭД, которые показали наличие ряда проблем, связанных с работой системы и её планируемым развитием.



Отметим некоторые из результатов:

- при количестве обслуживаемых клиентов  $N=3,5$  млн. все процессоры серверов перегружены;
- загрузка процессоров на всех уровнях не должна превышать 0,6; нарушение этого условия приводит к значительному возрастанию интенсивности сбоев в системе;
- для не превышения указанного уровня загрузки при заданном  $N$  максимальное время выполнения программ не должно быть более  $T_s=0,171$  мкс;
- на время отклика системы  $T_{sys}$  влияют и характеристики транзитных серверов, роутеров, коммутаторов и каналов передачи данных.

Рис. 3 - Многоуровневая ВЕБ-система

Выводы и рекомендации. Модернизация существующей системы ЭД в ограниченные сроки практически невозможна. Рекомендуется выполнить новую разработку по полному циклу с разработкой для всех подобных систем ("Прозоро", ЭД, Интернет-правительство и других проектов) ГОСУДАРСТВЕННОГО ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ (ЦОД) с масштабируемой архитектурой и специальными средствами обеспечения информационной безопасности.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИЗУАЛЬНО НЕДОСТУПНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Манько Т.А.<sup>1</sup>, Козис К.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

<sup>2</sup> ГП «Конструкторское бюро «Южное» имени М.К. Янгеля

Manko T.A.<sup>1</sup>, Kozis K.V.<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Dnipro national university named after Oles Honchar,  
<sup>2</sup>Yuzhnoye State Design Office named after M.K. Yangel

Цифровые изображения поверхностей технических объектов содержат информацию об их состоянии и качестве. Исследование цифровых изображений начинается с понимания их как зрительных образов. Эти образы хотя и носят субъективный характер, но позволяют различать малую, среднюю и большую интенсивность яркости, очертить их границы и линии контуров. Таким образом, можно выделять из множества цифровых изображений похожие друг на друга, то есть их классифицировать, например, выделять «нормальные» и «аномальные» по тем или иным признакам. Субъективность такого разделения очевидна и требует своего подтверждения путем статистической обработки матриц измерений как случайных величин с неизвестными статистическими закономерностями.

В условиях недостатка априорных данных об информативности и статистических закономерностях экспериментальных матриц измерений яркости цифровых изображений разрабатываемых и недоступных для наблюдения технических объектов, контроль их

состояния и качества проводился комплексно и поэтапно. На первом этапе путем визуального анализа цифровых изображений проводилась их классификация с выделением класса «аномальных» цифровых изображений и класса изображений, контролируемые поверхности которых считаются в норме. На втором этапе путем статистической обработки матриц измерений формировались данные для визуально-аналитического анализа и проверки гипотез о состоянии контролируемых поверхностей технических объектов и подтверждения результатов их классификации путем визуального исследования цифровых изображений. По этим данным сравнивали также состояние и качество поверхностей технических объектов, технологии их изготовления.

## **ТОНАЛЬНІ РЕЙКОВІ КОЛА З КОДОВИМ РОЗДІЛЕННЯМ КОЛІЙНИХ ДІЛЯНОК**

**Гончаров К. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Honcharov K. V., Tonal track circuits with code separation of track sections.

One of reasons for failures in track circuits is the influence of interference from traction current, adjacent track circuits, automatic locomotive signaling and other sources. In this paper to improve the interference immunity of tonal track circuits is proposed to use non-periodical and coded modulation signals. This will increase number the selective features of signal current, and will allow realize additional code separation of adjacent track circuits. It is shown that to construct the code of track circuits need at least six working combinations. To produce such combinations the six-digit Hamming code has been selected that allows detecting the wrong two characters in the message. Carried simulations showed that the coded track circuits have better interference immunity compared with the traditional tonal track circuits that use only the frequency selective features.

Рейкові кола (РК) виконують відповідальні функції контролю вільності колійних ділянок та цілісності рейкових ліній. Передавальна апаратура РК формує сигнал контролю з певними селективними ознаками, який через рейкову лінію, а також пристрої захисту та узгодження надходить на вхід колійного приймача. При занятті поїздом контрольованої ділянки, а також при руйнуванні рейкової лінії рівень сигналу на вході колійного приймача істотно зменшується, що фіксується вирішуючим елементом приймача. Рейкові кола експлуатуються в умовах впливу різних завад, джерелами яких є тягова мережа, суміжні РК, сигнали автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) та ін. Крім цього, на роботу рейкових кіл істотно впливають флуктуації опору баласту, що призводить до зміни рівня сигналу контролю рейкової лінії (КРЛ). Таким чином, колійний приймач РК вирішує задачу виявлення на фоні завад квазідетермінованого сигналу КРЛ (форма сигналу відома, а амплітуда є випадковою величиною). При цьому можуть виникати помилки двох видів: невиявлення поїзного шунта або руйнування рейки в межах рейкової лінії і помилкове виявлення шунта або руйнування при їх відсутності.

Помилки першого роду є небезпечними, так як можуть призвести до зіткнення або сходження поїздів. Помилки другого роду є безпечними і призводять до затримки поїздів. Таким чином, від завадостійкості рейкових кіл багато в чому залежить їх функціональна безпека, а, отже, і безпека руху поїздів.

В даний час на мережі залізниць України достатньо широко застосовуються безстиківі тональні рейкові кола (ТРК), в яких для виключення взаємного впливу

суміжних РК використовуються модульовані сигнали КРЛ з різними несучими частотами та частотами модуляції. В існуючих ТРК застосовується найменш завадостійка амплітудна маніпуляція сигнального струму з періодичним модулюючим сигналом. Це обумовлено, перш за все, простотою реалізації такої модуляції при використанні аналогових технічних засобів. Застосування сучасних мікроелектронних цифрових засобів (сигнальних процесорів, мікроконтролерів, програмованих логічних матриць) для побудови передавальної та приймальної апаратури рейкових кіл дозволяє використовувати більш інформативні форми сигналів КРЛ і більш досконалі методи їх обробки.

Пропонуються наступні шляхи удосконалення ТРК: заміна амплітудної маніпуляції на більш завадостійку диференційну фазову; перехід від періодичних модулюючих сигналів до кодових модулюючих сигналів з використанням шестибітного коду Хеммінга; застосування кореляційної обробки сигналів КРЛ. Додавання до частотних селективних ознак ТРК додаткових кодових селективних ознак дозволяє підвищити інформаційну надлишковість сигналу КРЛ. Завдяки цьому, підвищується ймовірність правильного виявлення такого сигналу на фоні завад. Кодування сигналів КРЛ дозволяє також реалізувати додаткове кодове розділення суміжних РК, збільшує кількість різних незалежних РК.

Проведене імітаційне моделювання показало, що запропоновані кодові рейкові кола мають значно більшу завадостійкість в порівнянні з традиційними тональними рейковими колами. Розглядалися два варіанти кореляційного прийому сигналів КРЛ: посимвольний та прийом повідомлення в цілому. У першому випадку в приймачі визначаються взаємні кореляції між прийнятим сигналом і коливаннями-зразками (опорними сигналами), які відповідають двом можливим значенням переданих символів. Рішення про значення кожного символу приймається шляхом порівняння розрахованих взаємних кореляцій між собою. Після цього отримана кодова комбінація порівнюється з еталонною комбінацією для даного рейкового кола. У випадку прийому сигналу КРЛ в цілому обчислюється взаємна кореляція прийнятого коливання і еталонного сигналу, який відповідає всій кодовій комбінації даного РК. При цьому виявлення сигналу КРЛ виконується шляхом порівняння отриманої взаємної кореляції з деяким граничним рівнем. В результаті моделювання було встановлено, що посимвольний кореляційний прийом повідомлень забезпечує кращу захищеність від сигналів «сусідніх» РК та дозволяє отримати меншу кількість помилок при виявленні «свого» сигналу в порівнянні з кореляційним прийомом повідомлення в цілому. Підвищити захищеність посимвольного методу прийому від широкосмугових завад можна шляхом застосування додаткового граничного рівня. При цьому порівняння розрахованих взаємних кореляцій між собою повинно проводитися тільки в тому випадку, якщо абсолютне значення хоча б однієї з них перевищує заданий граничний рівень.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРАХУНКУ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ**

**Гончаров К. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Honcharov K. V., Application the methods of digital simulation for investigation and calculation the tonal track circuits.

In given work the feasibility of using digital simulation for investigation and calculation the

tonal track circuits has been shown. The magnitude responses of tonal track circuit at various values of primary rail line parameters have been obtained. The digital model of tonal track circuit, which allows finding a response to input signal with arbitrary form, has been synthesized.

Рейкові кола (РК) є одними з найбільш відповідальних елементів автоматизованих систем керування рухом поїздів. Вони виконують функції колійних датчиків, що забезпечують контроль вільності колійних ділянок та цілісності рейкових ниток, а також використовуються в якості телемеханічних каналів для передачі сигналів автоматичної локомотивної сигналізації. Останнім часом все частіше застосовуються тональні рейкові кола (ТРК), в яких несучі частоти сигналів контролю рейкової лінії знаходяться в діапазоні від 420 Гц до 5555 Гц.

Розрізняють три основні режими роботи рейкового кола: нормальний, шунтовий і контрольний. При виконанні розрахунків в кожному з режимів рейкова лінія та інші елементи РК замінюються чотириполюсниками. Після цього визначаються параметри кожного чотириполюсника, а потім – параметри загального чотириполюсника всього РК. При цьому використовуються нормативні значення первинних параметрів рейкової лінії, а також параметрів інших елементів рейкового кола (дроселів-трансформаторів, ізолюючих трансформаторів, кабельних ліній). Після визначення параметрів загального чотириполюсника встановлюється залежність між вхідними і вихідними сигналами рейкового кола. Така методика дозволяє виконати розрахунок РК в усталеному режимі на фіксованій частоті. Іншими словами, можна визначити реакцію рейкового кола на вхідний вплив у вигляді гармонійного коливання тільки на декількох частотах, для яких відомі нормативні значення параметрів її елементів. Таким чином, існуюча методика розрахунку РК не дозволяє знайти її частотні характеристики з бажаною точністю та не забезпечує можливості визначення реакції РК на вхідний сигнал довільної форми.

Комплексний коефіцієнт передачі рейкового кола залежить від первинних параметрів рейкової і кабельних ліній, а також від параметрів елементів захисту і узгодження. У свою чергу кілометричні параметри рейкової лінії також залежать від частоти сигнального струму. Для визначення даних залежностей була виконана інтерполяція кубічним сплайном нормативних значень первинних параметрів рейкової лінії.

Розрахунок частотних характеристик РК проводився в наступному порядку. Спочатку був сформований масив значень частоти в діапазоні від 0 до 2 кГц. Розмір масиву – 1025 елементів. Потім для кожного значення частоти визначалися значення первинних параметрів рейкової лінії і розраховувався комплексний коефіцієнт передачі РК. В результаті формувалася масив значень комплексної частотної характеристики. За модульними значеннями цього масиву будувалася амплітудно-частотна характеристика РК, а за значеннями аргументів – фазочастотна характеристика.

В якості цифрової моделі рейкового кола була обрана лінійна дискретна система з імпульсною характеристикою скінченної тривалості. Синтез такої моделі проводився в наступному порядку:

1) формувалася масив з 1025-ти значень комплексної частотної характеристики РК для діапазону частот від 0 до  $f_d / 2$ , де  $f_d = 4$  кГц – частота дискретизації;

2) над отриманим масивом виконувалося зворотне швидке перетворення Фур'є, в результаті якого був сформований масив з 2048-ми значень ідеальної імпульсної характеристики системи;

3) виконувалася циклічний зсув вправо масиву імпульсної характеристики на  $M/2$  значень, після чого масив обмежувався  $M + 1$  значеннями, де  $M$  – довжина ядра цифрової системи,  $M + 1$  – порядок системи;

4) масив з  $M + 1$  значень імпульсної характеристики множився на масив значень віконної функції Блекмана-Херріса, в результаті чого був отриманий масив значень



реальної імпульсної характеристики, які представляють собою коефіцієнти дискретної системи;

5) для визначення частотних характеристик синтезованої цифрової моделі та порівняння їх з характеристиками аналогового прототипу виконувалося швидке перетворення Фур'є над масивом значень імпульсної характеристики моделі.

У відповідність з описаною методикою був виконаний синтез цифрової моделі тонального рейкового кола в нормальному, шунтовому і контрольному режимах. При цьому для визначення комплексної частотної характеристики ТРК використовувались відповідні цим режимам структури чотириполюсника рейкової лінії.

Запропонована цифрова модель дозволяє знайти реакцію рейкового кола на довільну вхідну дію і може бути використана для дослідження та розрахунку ТРК, а також при розробці нових алгоритмів роботи колійних приймачів рейкових кіл, пошуку нових більш інформативним форм сигналу контролю рейкової лінії.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОКОМОТИВНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДА**

**Гончаров К. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Honcharov K. V., Improvement of the locomotive devices providing train safety.

In this paper the various ways of improvement the locomotive devices providing train safety are considered: the transition from Cab signalling system ALSN with three instructions to Cab signalling with many instructions, the use of digital radio channel and point channel between track and locomotive devices. The automatic Cab signalling system that allows transferring to locomotive 64 instructions has been proposed. Simulation the base station of radio communication system has been carried out. In result the limit values number of subscribers and intensity of requests have been defined. Also the mathematical model of point channel has been developed that allows determining the rational parameters of locomotive and track antennas.

Для забезпечення безпеки руху поїзда застосовуються різні локомотивні системи: автоматична локомотивна сигналізація (АЛС), пристрої контролю пильності машиніста та контролю швидкості поїзда, система автоматичного керування гальмуванням та інші. На сьогоднішній день в Україні головним локомотивним засобом забезпечення безпеки є автоматична локомотивна сигналізація безперервної дії з числовим кодуванням АЛСН. В такій системі для передачі на локомотив інформації про сигнали колійних світлофорів використовуються три кодових сигнали: код З, код Ж та код КЖ. Система АЛСН має цілий ряд недоліків: низьку інформативність, високу інерційність, низьку надійність, застосування застарілої елементної бази, обмежені функціональні можливості. На швидкісних та високошвидкісних магістралях система АЛСН не дозволяє машиністу отримати достатню інформацію про поточну поїзну ситуацію. Окрім показань колійних світлофорів необхідно передавати на локомотив інформацію про кількість вільних попереду блок-ділянок, постійні та тимчасові обмеження швидкості, профіль колії, поточну координату, маршрут руху по станції та інше.

В результаті аналізу закордонних систем керування рухом поїздів на швидкісних та високошвидкісних магістралях були виділені наступні напрями удосконалення локомотивних пристроїв забезпечення безпеки.

1. Перехід від чотирьохзначної системи АЛСН до багатозначної системи автоматичної локомотивної сигналізації, що дозволить передавати на локомотив більше інформації про поточну поїзну ситуацію, в тому числі кількість вільних попереду блокувань, маршрут руху по станції, обмеження швидкості при русі по бокових коліях станції.

2. Застосування засобів цифрового радіозв'язку для передачі інформації на локомотив про тимчасові обмеження швидкості, команд чергового по станції або поїзного диспетчера та інше. Канал радіозв'язку також може дублювати сигнали багатозначної АЛС.

3. Застосуванням додаткового точкового каналу зв'язку для передачі інформації з колії на локомотив про постійні обмеження швидкості, профіль колії, поточну координату та інше.

Пропонується система багатозначної автоматичної сигналізації, в якій команди АЛС будуть передаватися по рейковій лінії у вигляді шістнадцятибітних кодових сигналів. Кожен сигнал містить шість інформаційних елементів, що дозволяє передавати на локомотив 64 команди. Для забезпечення високої завадозахищеності використовується кодування з мінімальною кодовою відстанню, яка дорівнює п'яти. Для передачі сигналів АЛС пропонується використовувати диференційну фазову маніпуляцію з несучою частотою 175 Гц та швидкістю передачі 20 біт/с. При таких параметрах затримка на передачу однієї команди складатиме 0,8 с, що значно менше ніж в системі АЛСН. В рамках даної роботи були розроблені структурні та принципові електричні схеми, а також алгоритми роботи колійного передавача та локомотивного приймача запропонованої багатозначної системи АЛС. Для забезпечення високої надійності та функціональної безпеки в розроблених пристроях застосовуються апаратне резервування по схемі «два з чотирьох», інформаційне резервування та алгоритми самотестування апаратури.

Мережа цифрового радіозв'язку містить базові станції, які розміщуються вздовж залізничної колії. При проектуванні такої мережі необхідно вирішувати ряд задач, зокрема: визначення кількості базових станцій, а також відстані між ними, визначення імовірності блокування викликів різних пріоритетів. Базову станцію можна розглядати як систему масового обслуговування (СМО), на яку поступають потоки заявок з різним рівнем пріоритету. Випадковий характер потоку заявок і часу обслуговування призводить до того, що СМО виявляється завантаженою нерівномірно: в якісь періоди часу накопичується дуже велика кількість заявок (виклики блокуються), в інші ж періоди СМО працює з недовантаженням або простоює.

Розроблена в даній роботі модель базової станції, як пріоритетної системи масового обслуговування, дозволила отримати залежності коефіцієнтів блокування викликів від кількості абонентів та інтенсивності потоку заявок різних пріоритетів. Були встановлені граничні значення кількості абонентів та інтенсивності потоку заявок, при різному часі обслуговування абонентів, які задовольняють вимогам Організації співробітництва залізниць (ОСЗ) до систем залізничного радіозв'язку. Моделювання проводилось для трьохкластерної структури мережі мобільного радіозв'язку з повним резервуванням базових станцій та чотирма поїздами в зоні обслуговування кожної базової станції. Проте, в подальшому розроблену модель можна використовувати для будь-якого випадку при плануванні мережі радіозв'язку.

Точковий канал для передачі інформації з колії на локомотив утворюється між колійними прийомо-відповідачами (балізами) та локомотивним опромінювачем-приймачем. Балізи працюють без власного джерела живлення. При проїзді локомотива над балізою локомотивна антена випромінює високочастотне електромагнітне поле, завдяки чому у колійній антені наводиться змінна високочастотна напруга, яка після випрямлення та стабілізації використовується для живлення електронних пристроїв

балізи. Після цього формується зворотній модульований електромагнітний сигнал, за допомогою якого відбувається передача інформації від балізи на локомотив.

В рамках даної роботи була розроблена математична модель точкового каналу зв'язку з локомотивом. Дана модель дозволяє дослідити розподілення електромагнітного поля локомотивної антени, визначити взаємну індуктивність між локомотивною та колійною антенами, розрахувати рівень високочастотної напруги, яка наводиться в колійній антені, а також визначити рівень зворотного сигналу. В результаті досліджень були отримані значення геометричних параметрів та кількості витків локомотивної та колійної антен, при яких спостерігається найбільший взаємний зв'язок та передача максимальної енергії між антенами, була розрахована зона чутливості колійного прийомо-відповідача.

Представлені у даній роботі результати можуть бути використані при розробці нових та удосконаленні існуючих автоматизованих систем забезпечення безпеки руху поїзда. Обирати напрям удосконалення необхідно з урахуванням особливостей конкретної залізничної лінії.

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

**Мухигулашвили Н., Чаладзе М., Григорашвили М.**  
Грузинский технический университет

N. Mukhigulashvili, M. Chaladze, M. Grigorashvili. Improvement of quality of maintenance of railway automation and telemechanics devices.

Существуют несколько подходов к организации технического обслуживания (ТО). Для поддержания безотказной и надежной работы средств СЦБ необходимо заменить существующий, неэффективный планово-предупредительный метод обслуживания устройств СЦБ на их обслуживание «по состоянию». Для перехода от стратегии регламентного ТО к стратегии ТО «по состоянию» устройств необходимо обеспечить непрерывный контроль функциональных узлов за счет встроенных и надстраиваемых средств контроля и анализа результатов осмотров и статистики. Средства технической диагностики и мониторинга (СТДМ) надстраиваются над существующими системами обеспечения движения поездов, и дают возможность в автоматическом режиме контролировать состояние устройств, выдавать информационные сообщения в случае отклонения параметров от допустимых норм, создавая таким образом предпосылки к переходу на новый, более совершенный и прогрессивный метод ТО устройств по их фактическому состоянию - ТО «по состоянию», при котором необходимость выполнения тех или иных технологических операций определяется на основе оценки фактического состояния устройства, проведенной с помощью средств технической диагностики и мониторинга экспертным путем (например- при осмотрах, анализе статистики). На основе этой оценки, следует сделать прогноз, когда нужно выполнить ТО или ремонт, чтобы снизить риск отказа до приемлемого уровня.

Использование планово-предупредительного метода обслуживания в релейных системах было очевидной необходимостью. У микропроцессорных систем есть возможность резервирования отдельных узлов, поэтому они могут изменить и ТО СЖАТ. Использование средств технической диагностики и мониторинга (СТДМ), и полного или частичного резервирования с автоматическим переключением на резерв с помощью средств резервирования и реконфигурации, позволит автоматизировать технологические процессы, в частности – технического обслуживания, повысить надежность, безопасность

движения поездов и осуществить переход с планово-предупредительной системы обслуживания на систему обслуживания объекта «по состоянию». При обслуживании «по состоянию», резервирование отдельных элементов и устройств и средства автоматической реконфигурации позволяет переводить систему в работоспособное состояние (но не исправное) и сократить трудовые затраты. Использование автоматизированных рабочих мест электромеханика с автоматическими и автоматизированными функциями, также уменьшает объем работ эксплуатационного персонала. Позволяет быстрее диагностировать и определять неисправности технических и программных средств. Опыт замены релейных систем СЦБ на более совершенные микропроцессорные системы показывает на возможность значительного повышения производительности труда.

## СЕКЦІЯ 9 «ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ»

### INCREASE IN THE SPEED MOVEMENT OF PASSENGER TRAINS ON THE RAILWAYS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

**Djabbarov S.T.**

Tashkent Institute for Railway engineers  
Uzbekistan

Джаббаров С.Т. Повышение скорости движения пассажирских поездов на железных дорогах Республики Узбекистан

В статье рассматривается динамика развития и роста скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов на железных дорогах Республики Узбекистан. Проведен анализ работы по созданию единой сети высокоскоростных железных дорог, связывающей все регионы страны.

In order to improve the quality of transport links between the regions of the country, to attract additional passenger traffic from the air and road transport to the railway transport, to reduce the time spent on the way, to create more attractive conditions for passengers, in 2010, the President of the Republic of Uzbekistan adopted the Decree "On Accelerating the Development of Transport Infrastructure And communication construction in 2011-2015" [1] and promulgated the High-Speed Traffic Organization Passenger trains on the main railways of Uzbekistan, which provided for a gradual increase in the speed of passenger trains to 160-200 km / h on existing lines and up to 200-250 km / h on newly constructed lines, and in the future also integration of domestic railways into A single Eurasian high-speed transport network [3, 4, 5, 6]. If, at the time of the adoption of the Program, the maximum speed of passenger trains on the main railway lines of the country did not exceed 120 km / h, today at some parts of the "Afrosiyob" (Talgo-250) electric train, which are in constant operation, develop a speed of 200-250 km / h.

At present, Uzbekistan is one of the countries with a national network of high-speed (high-speed) railways.

The increase in the speed of train traffic on existing railways in Uzbekistan is complicated by a number of circumstances, the most important of which are the following:

- All previously constructed railways in the territory of modern Uzbekistan were designed based on the maximum train speed of no more than 120 km / h;
- for all main highways (main routes), the mixed movement of passenger and freight trains, with different levels of maximum speed, is characteristic;
- an increase in the maximum speed of trains to 140-160 km / h is associated with a significant amount of work on the reconstruction and modernization of the infrastructure of existing lines.

The increase in the speed of passenger trains on existing lines was hampered by a number of factors, the main ones being:

- the presence of numerous curves of small radius;
- no conformity of the construction and technical parameters of the infrastructure of existing railways to the increased requirements.

Since it is not possible to carry out a radical reconstruction of all infrastructure of existing lines that are part of the program for increasing the speed of trains in a relatively short time and with minimal costs, it was decided to use rolling stock with a tilted body of wagons, designed to move at high speed over the existing Path infrastructure. At the same time, it was planned to modernize and reconstruct the existing infrastructure in limited volumes. The main technical

solutions used in the modernization and reconstruction of the infrastructure of existing railways are presented in Table 1.

The first project of the organization of high-speed passenger train traffic was the Tashkent-Samarkand section. Work to increase the speed of passenger trains was concentrated in the largest regions of the cities of Uzbekistan-Tashkent and Samarkand. Throughout the stretch of the Tashkent-Samarkand railroad, on the main roads, the turnouts have been replaced by new, more gently sloping 1/11 grades; Laid unbroken path on reinforced concrete sleepers; Improved geometric parameters of curves of small radii; Reinforced construction of bridges and other artificial structures; For reliable current collection at high train speeds, the contact network is improved and traction substations are strengthened; To ensure the safety of train traffic, the lines are equipped with a four-digit auto-lock, modern automatic locomotive signaling equipment is mounted, most of the crossings are replaced by interchanges at different levels, Is established metal and reinforced concrete protective fences with a total length of more than 650 km are installed.

Table 1

Basic technical solutions, adopted in the modernization and reconstruction of the  
infrastructure of existing lines

№	Infrastructure object	Decision taken
1	Locomotive and wagon fleet	Rolling stock with inclined car bodies
2	Electricity supply facilities	Installation of the contact suspension with the use of modern technical solutions, including materials and technologies for the production of parts and fittings of the contact network to ensure reliable current collection at high train speed; strengthening traction power supply system
3	The upper structure of the way	Laying of a seamless track with rail lashes of a long length with rails of type P65, reinforced concrete sleepers with enlarged drawing, increasing the thickness of the ballast layer, laying off switches with a continuous rolling surface of grade 1/11 with rails of the type P65
4	Railroad track vinyl-ready	Tracing the route to a new position, increasing the radius of the curves, the length of the transition curve, the straight insert between adjacent curves, the elevation of the outer rail.
5	Alarm and communication devices	The use of a four-digit automatic locking system, floor and locomotive communication equipment based on the use of microprocessor technology.
6	Artificial constructions	Strengthening span structures and supporting parts of bridges, pipes; devices of two-level intersection with highways.

In the depot of Uzbekistan, an infrastructure has been created for servicing, routine inspection and repair of Talgo-250 electric trains. In the track economy, a system has been created for the current maintenance and repair of the road infrastructure, ensuring its maintenance in the proper condition. To receive Talgo-250 electric trains, Tashkent and Samarkand stations underwent a radical reconstruction.

After completion of all works in September 2011, the high-speed electric train Afrosiyob made the first commercial trip on the route Tashkent-Samarkand, having covered a distance of more than 330 km in 2 hours 15 minutes.

The pioneering project was so successful that it was decided [2] to organize the high-speed movement of passenger trains on the Samarkand-Navoi-Bukhara, Samarkand-Karshi lines.

Taking into account the experience of the organization of high-speed traffic, accumulated during the implementation of the project, a set of measures was implemented in the shortest possible time (Table 1) for the creation of an appropriate infrastructure. Within the framework of this project, a new 146 km section of Marokand-Navoi was built.

In August 2015, a high-speed train from Tashkent for the first time arrived at the station of Karshi, and exactly one year later at the station of the city of Bukhara. Now, instead of 7-8 hours, passengers need only 3 hours and 20 minutes to get from Tashkent to Bukhara.

Passengers had the opportunity to travel on the route Tashkent-Samarkand, Tashkent-Navoi-Bukhara, Tashkent-Karshi in the directions there and back within one day.

Thus, the total length of high-speed railways connecting seven regional centers with the capital of the country has reached more than 700 km. The work to expand the network of high-speed railways continues. In the long term, the introduction of high-speed passenger train traffic on the Bukhara-Miskin-Urgench lines, on separate sections of the Karshi-Termez line, Tashkent-Pap-Andijan. In 2016, construction of a new railway section of Bukhara-Miskin, a length of 396 km, was started. The construction of the Bukhara-Miskin line attracted investments of more than 283 million US dollars. The construction of a new railway is expected to be carried out in two stages: the first on diesel locomotives with the transition in the future to electric traction. At the same time, in February 2017, the construction of the Urgench-Khiva railway line was started. In 2018, after completion of construction and electrification, it is planned to organize high-speed passenger train traffic along the route Tashkent-Samarkand-Bukhara-Urgench. The time spent on the road will be reduced to 8 hours (Fig. 1).



Fig.1. The scheme of high-speed railways in Uzbekistan

For the further development of the network of high-speed railways on the existing Karshi-Termez line, a length of 329 km, work is currently under way to electrify it. The foreign investment of the Asian Development Bank and Japan International Cooperation Agency in the amount of 428 million US dollars was attracted for the implementation of this project. After the completion of electrification, the complex reconstruction and modernization of the infrastructure



in this area, the movement of high-speed passenger trains will also open.

Electrification, reconstruction and modernization of permanent facilities and infrastructure facilities are planned for 186 km of the existing section of the Pap-Kokand-Andijan railway line. After completion of electrification in the Pap-Kokand-Andijan section, it will be possible to organize high-speed traffic along the route Tashkent-Pap-Kokand-Andijan with the length of 423 km (Fig.2).

Thus, already in this decade of this century, the total length of the network of high-speed and high-speed railways is almost 1,866 km (Fig.2). Uzbekistan will be the first among the CIS countries to cover all regions of its country with high-speed ground communication (Fig. 1).

In the future, the organization of high-speed traffic to the tourist and historical sights of the republic along the route Tashkent-Chinar (Khodzhikent) and Tashguzar-Kitab (Shakhrisabz), respectively, the length of 86 and 122 km (Fig. 1). The dynamics of the network of high-speed and high-speed railways in Uzbekistan in recent years and in the future is shown in Fig.2.

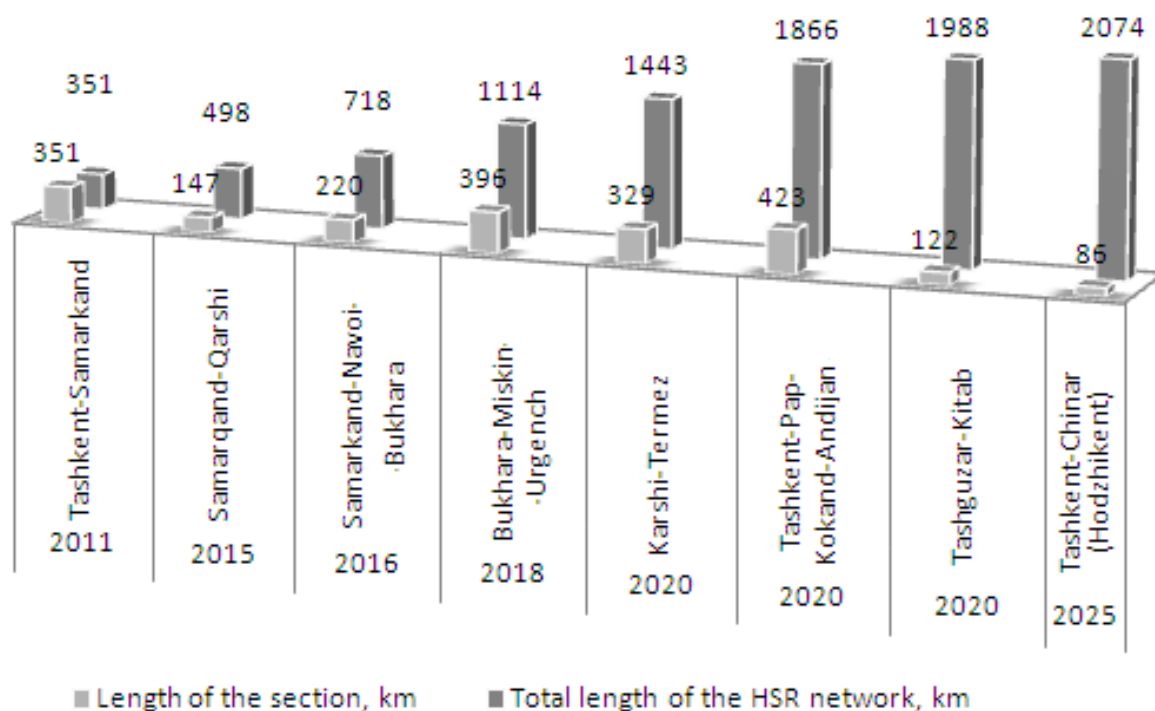


Figure 2. Increasing the length of high-speed railways in Uzbekistan.

Along with the implementation of a large-scale project to create a network of high-speed railways in Uzbekistan, the following has also been achieved:

- the legal and regulatory framework for the design, construction and operation of high-speed railways has been developed;
- a large-scale organizational, technical, engineering and construction work was carried out to create the entire complex of high-speed rail transport infrastructure;
- a safety system for the movement of trains on high-speed railways (railroad, infrastructure and rolling stock protection system) has been created to ensure trouble-free operation of this infrastructure;
- the country has imported the best scientific achievements, innovative technologies and equipment in the field of high-speed transport;
- put into operation dozens of large modern industrial enterprises with several thousand jobs.

#### REFERENCES:



1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan on accelerating the development of infrastructure, transport and communication construction in 2011-2015. December 21, 2010, No. PP-1446.
2. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan "On the Program for Development and Modernization of the Engineering, Communication and Road Infrastructure for 2015-2019". March 6, 2015 goda, No. PP-2313.
3. Djabbarov S.T., Mirakhmedov M. Features of the organization movements of high-speed passenger train on Tashkent-Andijan line. VIII Conference International "Transport Problems" 24-26 juin 2015. -Katowice: Silesian university of technology publication, 2013. P.355-360.
4. Karimova F., Djabbarov S.T., Mirakhmedov M. The organisation of high-speed movement of passenger trains on the international transport corridors of the Central Asia. 8<sup>th</sup> International symposium for Transportation Universities in Europe and Asia (Nanjing, China).
5. [High Speed lines in the World](#). UIC High Speed Department. 1 July 2013. Retrieved 21 July 2013.
6. Murray Hughes. High speed market is still growing. Railway Gazette International. July, 2015, 33-39.

## **РОЛЬ СТРУКТУРИ У ФОРМУВАННІ РОЗСІЯНИХ ПОШКОДЖЕНЬ В КОСТИЛЯХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ**

**Мещерякова Т.М.<sup>1</sup>, Кузін О.А.<sup>2</sup>, Кузін М.О.<sup>1</sup>**

1 – Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Україна, 2 – Національний університет  
«Львівська політехніка»  
Україна

Mesherjakova T.M., Kuzin O.A., Kuzin M.O., The role of structure in the formation of scattered damage crutches of railway track. The influence of the amount of perlite and the vidmanstat structure is shown, which are formed during the manufacture of railway crutches, on their damage during operation

Використання досягнень сучасної механіки і матеріалознавства для підвищення експлуатаційної надійності і довговічності металовиробів, які використовуються на залізничному транспорті, є актуальною проблемою.

Важливими деталями, що забезпечують жорсткість колії на дерев'яних шпалах, є костилі. Їх старіння та передчасний вихід з ладу підвищує витрати на технічне утримання колії, знижує безпеку руху поїздів, вимагає встановлення впливу мікроструктури, яка формується в процесі виготовлення деталей верхньої будови колії, на їх працездатність і залишковий ресурс.

Костилі залізничної колії отримують методом гарячого об'ємного штампування з використанням наступних операцій: нагрів вихідної заготовки до температур 1150...1250 °С, її подачу в зону штампування, формування виробу, його відрізання і прискорене охолодження.

З метою встановлення зв'язків між структурою і утворенням розсіяних пошкоджень проводили дослідження костилів, що експлуатувались на прямих і кривих дільницях колії малих радіусів.

Застосування відомих способів оцінки ступеню пошкодженості матеріалу в процесі напрацювання за результатами прямих (металографії, виважування) і побічних (акустичної емісії, визначення омичного опору) досліджень приводять до значних похибок. Тому аналіз

фізичної неоднорідності структури проводили за результатами визначення розсіювання характеристик твердості, яку оцінювали коефіцієнтом гомогенності Вейбулла ( $m$ ). Високим значенням коефіцієнта  $m$  відповідає низький рівень пошкоджуваності, меншим значенням, навпаки, вища пошкоджуваність.

Дослідженнями встановлено, що руйнування костилів відбувалось на кривих дільницях колії з найвищим рівнем навантажень. Тріщини утворювались на віддалі 50...70 мм від поверхні головки за рахунок відтискання гребенем коліс головки рейки та нахилу підшви під дією бокових сил. Такі сили виникають при переміщенні по колії візків рухомого складу, в яких гребені однієї або обох колісних пар весь час притиснуті до головки однієї рейкової нитки. Після проходження таких візків рейка повертається у вихідне положення, але внутрішні костилі знаходяться під дією знакозмінних навантажень, внаслідок чого в деталях відбувається накопичення розсіюваних пошкоджень.

Хімічний склад матеріалу досліджуваних костилів, що визначений аналітичним методом, показав їх відповідність сталям Ст4пс і Ст4кп. Мікроструктурними дослідженнями встановлено, що при виготовленні костилів залізничної колії формується структура із різною кількістю перліту, що змінюється від 30% до 43%. Це пов'язано з різним вмістом вуглецю, супутніх легуючих елементів і домішок у вихідних заготовках, які використовуються для виготовлення деталей.

В костелях, зруйнованих під час експлуатації, що містили найбільшу кількість перліту, виявляється відманштеттова структура. Розмір ділянок перліту, навколо яких розташовані феритні смужки, складає 120...150 мкм. Наявність такої структури свідчить про значний перегрів деталей при штампуванні і їх наступне прискорене охолодження. Дослідження поширення тріщин у таких костелях підтверджує негативний вплив відманштеттової структури на ці процеси. Тріщини в костелях з такою структурою утворюються на феритних стиках зерен, потім поширюються через перлітні ділянки. Їх ріст відбувається на границях розділу ферит-перлітних ділянок.

Аналіз механічних властивостей після випробовувань на розтягнення показав, що вихідна структура і умови експлуатації мають суттєвий вплив на міцнісні і пластичні характеристики досліджуваних деталей. У вихідному стані при наявності ферито-перлітної структури міцність є вищою ніж у виробках після експлуатації. В костелях з відманштаттової структурою зменшується різниця між границею міцності і границею текучості у порівнянні із матеріалами костилів з ферито-перлітною структурою.

Визначення коефіцієнта гомогенності Вейбулла проводили за результатами вимірювань твердості на приладі Роквелла ТР 5006 при навантаженні 588,4 Н та діаметрі кульки  $3,157 \cdot 10^{-6}$  м з використанням програми MathCad. На боковій поверхні костилів після фрезерування і виготовлення шліфів проводили тридцять замірів твердості на всій довжині костеля на кожній з п'яти ліній, які розміщені через два міліметри по ширині деталі. Така методика дозволила оцінювати пошкодженість різних зон розтягнення і стиснення, що формуються при експлуатації виробу.

Дослідження костилів, що не були в експлуатації, виявили формування технологічних розсіюваних пошкоджень в поверхневих шарах деталей під час їх виготовлення, яке пов'язане із нерівномірністю пластичної деформації в різних зонах заготовок при гарячому об'ємному штампуванні.

Дослідження костилів з ферито-перлітною структурою після експлуатації на ділянках колії малих радіусів показали, що значення коефіцієнта розсіювання твердості зменшується у порівнянні із костелями, що не були в експлуатації, майже в два рази. Також спостерігається неоднорідність розподілу коефіцієнта Вейбулла і по товщині деталей. Найбільша пошкодженість спостерігається в зоні розтягу, в центральних зонах костеля значення  $m$  є дещо вищим. В зоні стиску значення коефіцієнта Вейбулла ( $m$ ) вище, ніж в зоні розтягу, що вказує на менші пошкодження костеля в цій зоні.

Результати вимірювання твердості та визначення коефіцієнта Вейбулла в костиліях з ділянки колії малих радіусів, що мали відманштеттову структуру, показали присутність в них тріщин і менше накопичення пошкоджень під час експлуатації. Тобто під час експлуатації відбувається швидкий перехід від стадії створення мікроструктурно коротких тріщин до фізично коротких тріщин (перехід від тріщин зсуву до тріщин відриву). При подальшому розвитку в околі вістря тріщини формується стійка область пружно-пластичних деформацій і короткі тріщини трансформуються в довгі. Причому утворення локалізованих тріщин спостерігається як в зоні розтягу, так і в зоні стиску костилів після експлуатації.

Значний вплив на утворення розсіяних пошкоджень має кількість перліту в костиліях залізничної колії. Його зменшення від 43% до 30% призводить до зростання пошкодженості деталей при експлуатації. Підвищення працездатності та експлуатаційної надійності костилів забезпечується усуненням перегріву деталей при виготовленні, що сприяє утворенню відманштеттової структури, а також подрібненням зерна шляхом повторного нагріву деталей після штампування.

## **РОЛЬ УМОВ КРИСТАЛІЗАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДЕФЕКТІВ ВИЛИВКІВ**

**Кузін О.А.<sup>1</sup>, Мещерякова Т.М.<sup>2</sup>, Кузін М.О.<sup>2</sup>**

1 – Національний університет «Львівська політехніка», Україна, 2 – Львівська філія  
Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Mesherjakova T.M., Kuzin O.A., Kuzin M.O., The role of crystallization conditions in the formation of technological defects in castings

Based on the results of the analysis of the scattering of hardness characteristics, an estimation was made of the formation of technological defects in billets of aluminum alloy during casting into sand molds. The decisive role of the design of the mold in the formation of technological damage of various zones of cast billets with complex spatial geometry.

Значна кількість деталей рухомого складу і залізничної колії виготовляється методом лиття. В проблемі загального аналізу матеріалів, технологій і конструкцій значний інтерес представляє неоднорідність структури, яка формується під час кристалізації сплавів в залежності від умов тепловідведення. Елементами такої структури є первинні зерна, їх границі, пори, раковини, утворення і властивості яких залежать від ліквідації компонентів сплавів і особливостей їх кристалізації.

Відсутність методів перенесення даних, що характеризують властивості матеріалів, на їх поведінку в навантажених конструкціях в практиці їх розрахунків замінюються недостатньо обґрунтованими коефіцієнтами запасу міцності. Розвиток інформаційного забезпечення машинобудування на основі багатофункціональних комп'ютерних систем, що узгоджено виконують об'ємне конструювання виробу (CAD), розрахункове обґрунтування його надійності і працездатності (CAE), підготовку технологічних процесів виготовлення (CAM) і управління інженерним проектом (PDM), надає можливість отримання високотехнологічних виробів з використанням гнучких технологій при мінімальних затратах.

Програми комп'ютерного інженерного аналізу CAE дозволяють на основі розрахункового обґрунтування формулювати нові підходи до вибору матеріалів та

вдосконалення технологій їх обробки для забезпечення підвищення експлуатаційної довговічності виробів.

Слід відмітити, що використання цих програм обмежується відсутністю встановлених взаємозв'язків технологічної спадковості зі станами життєвого циклу деталей.

Неоднорідність фізико-хімічного і технологічного походження впливає на конструкційну міцність деталей і виробів, але її вплив є не до кінця не вивчений. Розрахункове обґрунтування надійності і працездатності деталей і виробів на основі комп'ютерних моделей і методів вимагає експериментального дослідження і теоретичного аналізу впливу неоднорідного розподілу структурних характеристик і властивостей локальних об'ємів конструкційних матеріалів на їх поведінку при технологічних обробках і експлуатації.

Ливарні дефекти при високих температурах утворюються під час кристалізації сплавів внаслідок стрибкоподібного зростання густини металу в умовах фазового переходу з рідкого в твердий стан. На заключному етапі затвердіння з наближенням до температури солідус при утворенні певної кількості твердої фази виникає жорсткий каркас із ізольованими об'ємами рідкої фази. Її розтяг в межах двофазної зони наростає по мірі збільшення твердої фази, що сприяє фільтрації розплаву в міждендритний простір. Коли доступ рідини припиняється, створюються умови для формування мікропор, виділення в них газів. З утворенням жорсткого каркасу починається ливарне усадження. Від початку усадження до температури солідус існує ефективний інтервал кристалізації, в якому формуються усадкові дефекти у вигляді раковин, мікропор і кристалізаційних тріщин. Такі дефекти є невід'ємною частиною неоднорідної структури ливарних сплавів. Вони мають значний вплив на термін експлуатації вилитих деталей, що повинно бути відображено в розрахунках надійності і працездатності виробів.

Для визначення впливу умов кристалізації на утворення технологічних пошкоджень проводили дослідження різних зон виливків з алюмінієвого сплаву (ВКЖЛС-2, ГОСТ 1853-93), отриманих литтям в піщані форми. Оцінку структурної неоднорідності матеріалу проводили за ступенем розсіювання характеристик механічних властивостей матеріалу в зв'язку з тим, що більш представницькими щодо кореляції будь-якої механічної характеристики та стану структури є не їх абсолютні значення, а деякі похідні цих значень, зокрема, розсіювання результатів вимірювань, виконаних однаковими приладами в ідентичних умовах. Даний метод найпростіше реалізувати, використовуючи як механічну характеристику твердість, значення якої застосовують для непрямої оцінки властивостей сплавів.

Параметром, що інтегрально характеризує стан матеріалу під час опрацювання результатів вимірювань, є гомогенність, яка оцінюється за коефіцієнтом Вейбулла ( $m$ ). Великим значенням коефіцієнта  $m$  відповідає низький рівень розсіювання характеристик твердості, низький ступінь пошкоджуваності, меншим значенням – вищий ступінь пошкоджуваності.

Аналіз результатів показав, що найбільша кількість технологічних пошкоджень у вилитих заготовках утворюється на глибині до 2 мм від поверхні, яка кристалізовувалась в останню чергу. Це пов'язано з наявністю домішок та неоднорідностей у поверхневому шарі і підтверджується малими значеннями коефіцієнта гомогенності Вейбулла. При подальшому переміщенні вглиб вилівка спостерігається зменшення пошкодженості. В середній частині вилівка, де внаслідок тепловідведення по всім напрямкам формується дезорієнтована мікроструктура первинних кристалітів, пошкоджуваність зростає. В зонах утворення направлених кристалітів пошкоджуваність є меншою.

Мікроструктурний аналіз показав, що технологічні дефекти присутні у всіх досліджуваних зонах матеріалу. Однак, якщо у нижній і центральній частині вилівка розмір пор складає 0.22...0.27 мм, то у верхній частині зустрічаються пори, розмір яких

складає 1.5 мм. Відносна дефектність структури верхньої частини виливка, яка визначена методом січних, є більшою майже в 10 разів порівняно з іншими зонами.

Спектральний аналіз показав підвищення вмісту кисню і зменшення алюмінію у верхній частині виливка. Розподіл кремнія, міді, хрому, цинку і заліза у всіх зонах в основному є рівномірним.

Виявлена значна різниця в пошкодженості об'ємів виливка в залежності від їх віддалі до живильника: об'єми, що розташовані ближче до живильника, мають меншу пошкоджуваність. Конструкція ливарної форми має вирішальний вплив на утворення технологічних пошкоджень. Прискорена кристалізація і направлене тепловідведення сприяє зменшенню технологічних пошкоджень об'ємів виливка при затвердінні.

Оцінку технологічної пошкодженості різних зон вилитих заготовок із складною просторовою геометрією, які містять масивні теплові вузли і тонкі стінки, доцільно проводити за ступенем розсіювання характеристик твердості. За результатами досліджень розроблені рекомендації по вибору режимів механічної обробки для зменшення пошкодженості вилитих деталей двигунів внутрішнього згорання.

## **ВПЛИВ ФОРМИ ПОВЕРХНІ КОНТАКТНОЇ ПАРИ КОЛЕСО-РЕЙКА НА РІВЕНЬ КОНТАКТНИХ НАПРУЖЕНЬ**

**Ковальчук В. В., Бамбура О. В., Рафальський О. Ю.**

Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Україна

Kovalchuk V., Bambura O., Rafalskiy O. Influence of the surface form of the wheel-rail contact pair on the contact stresses level. The model of wheel-rail interaction was created using the FEA software. All the components of stress and strain tensor were already received. Analysis showed that the optimal form of contact surface between considered cases is the wheel with the taper 1:20 and the rail with fillet radius 1:500.

Задачі механіки контактної взаємодії викликають багато складнощів при їх розв'язанні, що пов'язано, зокрема, із невизначеністю положення та геометричних параметрів площадки контакту. Однією із таких задач є контактна взаємодія пари колесо-рейка. Було побудовано декілька варіантів контакту з різною геометрією. Зокрема, було розглянуто різні типи рейок, а саме: Р50, Р65 та UIC60.

При розв'язанні контактної задачі, профіль поверхні кочення колеса відповідав ГОСТ 9036-88 із конусністю поверхні кочення 1:10 (далі колесо типу 1) та профілю, що був запропонований ЗАТ «МІНТЕК» (далі колесо типу 2). Вагонні колеса типу 2 наразі використовуються на вагонах Київського метрополітену. Діаметри коліс обох типів дорівнювали 780 мм.

Задача розв'язувалася в пружній постановці. Ухил рейок приймався рівним 1:20. Розглядалися умови руху поїзда в прямій ділянці колії. Навантаження на вісь приймалося рівним 75 кН. Як результат були отримані всі складові тензорів напружень і деформацій для обох контактуючих тіл.

Площадка контакту у всіх випадках має еліптичну форму, причому для рейок Р65 та Р50 при взаємодії із колесом типу 1 еліпс має більшу піввісь у поперечному напрямку, а в усіх інших варіантах контакту еліпс видовжений вздовж поздовжньої осі.

Порівняльний аналіз максимальних контактних тисків на поверхні контакту, розмір яких зменшується зі збільшенням контактної площадки, показує, що найгіршим є варіант контактної пари із використанням колеса типу 2. Для нього рівень контактних напружень

при взаємодії із рейками усіх трьох типів лежить в межах 1750-1761 МПа.

Найбільш оптимальною парою з точки зору мінімізації контактних тисків є варіант взаємодії колеса типу 1 із рейками типу Р50 та Р65.

Щодо максимальних еквівалентних напружень, то мінімальні значення відповідають взаємодії рейок Р50 та Р65 із колесом першого типу. Рівень еквівалентних напружень

$$\sigma_{eqv} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)} \quad \text{при цьому дорівнював}$$

586 МПа. Заміна профілю кочення колеса на другий тип приводить до зростання еквівалентних напружень майже вдвічі.

Проведені розрахунки показали, що використання профілю типу 2 приводить до зростання контактних напружень, що в свою чергу може стати причиною передчасного виходу з ладу як рейок, так і бандажів вагонних коліс.

Серед розглянутих варіантів найбільш оптимальним є використання рейок профілю Р50 та Р65 із колесом першого типу.

Слід зазначити, що зроблені висновки справедливі лише для умов, які були розглянуті авторами. Зміна параметрів рейкової колії, таких як кривина колії в плані, ухил рейок та ін., може приводити до інших результатів. Тому для остаточних висновків треба провести додаткові чисельні експерименти.

## **АНАЛІЗ ВИЯВЛЕНИХ ДЕФЕКТІВ В РЕЙКАХ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ**

**Даніленко Е.І., Карпов М.І., Косарчук В.В., Агарков О.В.**

Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Україна

Danilenko, Karpov, Kosarchuk, Agarkov. Analysis of the detected defects in the rails of Kyiv Metro. The analysis of statistical data of rail defect detection in Kyiv Metro are considered. As studies have shown the most defects which was detected on the rails is coded by number 11 and 17. All these defects have a contact-fatigue origin.

Утворення дефектів в рейках залізничної колії є однією із причин завчасної втрати рейками своїх експлуатаційних властивостей та підвищення рівня експлуатаційних витрат як на заміну виявлених гостродефектних рейок, так і на заходи для завчасного виявлення їх утворення в рейковій колії.

Авторами проаналізовано статистичні дані щодо дефектності рейок на коліях Київського метрополітену за період 2003-2013 рр.

Найбільшу кількість дефектних рейок за згаданий період виявлено на Святошино-Броварській лінії метрополітену. На інших двох гілках кількість дефектів набагато менше, що унеможливило якісне проведення статистичного аналізу.

Розподіл сумарного виходу дефектних рейок по роках носить досить нерівномірний характер. Так у період 2003-2006 рр. кількість відмов рейок за дефектами з року в рік носила досить сталий характер. Починаючи з 2006 р. відмічається зростання сумарної кількості дефектних рейок, причому у 2009 р. порівняно з 2005 р. кількість дефектних рейок зросла у 4 рази. Однак тренд зростання носить не постійний характер, і вже у 2012 р. кількість дефектних рейок зменшилася у 2 рази порівняно з 2011 р. У 2013 р. кількість дефектних рейок набула найбільшого значення за останні 11 років.

Більше за все виявлено дефектів за рисунками 11 та 17, причому їх сумарна кількість щорічно сягає 60-80% від загальної кількості.

Для цих дефектів було побудовано лінії трендів, що описують щорічну кількість їх виявлення. Однак достовірність їх невисока, що пояснюється високою нерівномірністю розподілу утворення цих дефектів по рокам.

Гостродефектних рейок більше всього виявлено за кодами 21.2 і 30Г.1+2.

Отже, як видно з проведеного дослідження, більшість дефектів мають контактно-втомне походження. Причиною їх утворення можуть бути як технологічні, так і експлуатаційні фактори.

На думку авторів найбільш раціональним шляхом зменшення кількості дефектів контактно-втомного походження є проведення математичного моделювання взаємодії рухомого складу і рейок залізничної колії, що дозволить дати кількісну оцінку впливу того чи іншого фактору на базову довговічність рейки залізничної колії. Отримані результати дозволять запропонувати найбільш ефективні заходи щодо зменшення дефектності рейок в колії метрополітену.

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕБУДОВИ КРИВИХ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ**

**Курган М. Б., Байдак С. Ю., Хмелевська Н. П.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Kurhan M. B., Baidak S. Yu, Khmelevska N. P. Estimation of the efficiency of the reconstruction of curves for the introduction of high-speed traffic of passenger trains

The technique of an establishment of rational parameters of radiuses and transitive curves which provide as much as possible admissible speed at the minimum expenses for plan reconstruction is resulted.

Пріоритетами Транспортної стратегії України на період до 2020 року є розвиток транспортної інфраструктури, її модернізація та приведення у відповідність із євростандартами, розбудова мережі міжнародних транспортних коридорів, поетапне впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів.

Реконструкція й технічне переоснащення залізничної колії передбачають виправлення кривих в плані з відновленням проектних радіусів, збільшення радіусів кривих до передбачених проектом з відповідним перевлаштуванням земляного полотна та штучних споруд.

При впровадженні швидкісного руху поїздів найбільш вагомим питанням є реконструкція плану лінії. Допустимий рівень швидкості визначають, як правило, параметри кривих в плані. Наприклад, на напрямку Київ-Львів максимальну швидкість 160 км/год обмежують 187 кривих. Проведений аналіз показав, що між кривизною колії і рівнем максимальної швидкості існує кореляційна залежність, що впливає з наступних показників: чисельник – частка реалізованої швидкості 140-160 км/год (%), знаменник – протяжність кривих (%). Київ-Здолбунів -32/21, Здолбунів-Львів -31/23, Київ-Гребінка – 71/11, Гребінка-Красноград – 27/32, Лозова-Донецьк – 28/42.

За участю авторів на напрямку третього міжнародного транспортного коридору були розроблені заходи для впровадження швидкісного руху поїздів за рахунок оптимізації параметрів кривих. Аналіз плану показав, що на ділянці часто застосовуються криві малих радіусів з недостатніми довжинами перехідних кривих, що значно обмежує допустимі швидкості руху поїздів.

Відомо, що збільшення радіусу призводить до зміщення осі колії. У меншій мірі спостерігається зміщення осі при подовженні перехідних кривих. Виникла потреба дослідити, яким чином все це відбивається на обсягах робіт, вартості перебудови кривих та на динамічних показниках взаємодії рухомого складу й колії.

Дослідження проводилось для кривих з різними кутами повороту. Були визначені зміщення осі колії, що складаються з частки зсуву за рахунок зміни радіусу і з частки за рахунок подовження перехідних кривих.

З використанням програми RWPlan була визначена вартість перебудови кривих при різних значеннях кута повороту. З результатів розрахунків випливає, що в кривих з кутом  $30^\circ$  вартість перебудови кривих збільшується у 2.3...3.3 рази у порівнянні з кутом повороту  $20^\circ$ . В кривих з кутом повороту  $40^\circ$  вартість збільшується відповідно у 4...5,9 рази. Отримані значення показали, що величина зміщення осі тим, чим менший кут повороту і більший параметр перехідної кривої.

Для прикладу застосування запропонованої методики розглядався перегін Максимівка-Бірки Великі Львівської залізниці, де максимальну швидкість 160 км/год обмежує крива з радіусом  $R_{\text{існ}} = 1050$  м та перехідними  $L_1 = L_2 = 90$  м. Виконані розрахунки показали, що для вирішення цього питання мінімальний радіус кривої може знаходитись в діапазоні 1700-1820 м при довжині перехідних кривих відповідно 100 і 80 метрів. При цьому зміщення осі існуючої колії складе 6,4-7,6 метрів. Для зменшення обсягів робіт, а отже й вартості реконструкції, можна запропонувати збільшити норматив непогашеного прискорення для пасажирських поїздів до 0,8-1,0 м/с<sup>2</sup> (ЦП-0269). В такому випадку мінімальний радіус кривої буде 1310-1400 м при довжині перехідних кривих відповідно 110-90 м та зміщенні колії 2,3-3,2 м.

Техніко-економічна оцінка варіантів, що включає в себе витрати на розширення земляного полотна, перекладку верхньої будови колії та інші супутні роботи, а також економію в експлуатаційних витратах, дозволяє прогнозувати термін окупності капітальних вкладень. При перебудові плану зі зміщенням осі колії до 2-3 метрів термін окупності складе близько 5-6 років, при зміщеннях траси до 6-8 метрів – 8-9 років.

Застосування запропонованої методики дозволяє визначати такі параметри кривих, що забезпечують максимально допустиму швидкість при мінімальних витратах на перебудову кривих і раціональних динамічних показниках взаємодії рухомого складу і колії.

## **ПОПЕРЕЧНИЙ ЗЛАМ РЕЙКИ ЧЕРЕЗ КОНТАКТНО-ВТОМЛЕНІ ТРІЩИНИ ПІДОШВИ**

**Арбузов М. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Arbuzov M. A., Fracture of the rail due to a transverse crack in the rail.

The reason for the rail fracture is the coincidence of unfavorable technical and operational factors. A transverse crack with a height of 3 mm is not the cause of the fracture of the rail. The dynamic impulse from the wheels of the rolling stock coincided with the zone of the transverse crack. This caused a fracture of the rail.

Поперечний злам рейки через дефект 69.2, який згідно «Класифікації та каталогу дефектів і пошкоджень рейок» ЦП-0285 класифікується як «Корозія, підгоряння або



місцевий знос підшви рейок і втомні тріщини від них», трапляється набагато частіше, ніж поперечний злам через поперечні тріщини голівки та шийки рейки.

Даний дефект рейки в порівнянні з іншими складний у виявленні. Сучасні дефектоскопи здатні виявляти поперечні тріщини підшви висотою більше 10 мм. Але практика показує, що злами рейок трапляються навіть при поперечних тріщинах в підшві висотою 3...5 мм. Дана проблема є актуальною і потребує відповіді на питання: які причини появи та розвитку поперечних тріщин підшви, та в чому причина зламу рейки при таких дефектах навіть при незначних їх розмірах.

Процес появи та розвитку поперечної тріщини в підшві наступний. З пропущеним тонажем підрейкові прокладки частково зношуються, зношуються рейки, стираються гострі ребра гранул баласту, утворюється пил, що здатен проводити електричний струм. Такий пил накопичується між підшвою рейки та підрейковою прокладкою, що сприяє затриманню вологи. Підшва рейки, перебуваючи тривалий час в перезволоженому стані, зазнає корозії та електрокорозії, що в результаті призводить до утворення каверн. Як показує аналіз слідів корозії підшви рейок в міжшпальному просторі каверни не утворюються, не утворюються каверни також і в місцях безпосереднього контакту підшви і прокладки. В результаті корозії утворюється оксид заліза  $Fe_2O_3$  та вивільняється водень  $H_2$ . Твердий метал, особливо сталь, має здатність абсорбувати молекули водню. Накопичений водень впливає на властивості сталі, викликаючи підвищену крихкість. В результаті дії розтягуючих напружень в підшві рейки виникають мікротріщини, що поступово розвиваються в макротріщини. В тріщини потрапляє волога і процес корозії відбувається вже в тілі рейки розвиваючи тріщину. За рахунок напрямку дії нормальних напружень, що діють в рейках, тріщини корозійного та контактновтомленого походження мають поперечну орієнтацію до поздовжньої осі рейки.

Конструктивно підшва рейки контактує з прокладкою по всій своїй ширині. Тому дефекти у вигляді поперечних тріщин виникають як в середній частині підшви, що контролюється дефектоскопом, так і в області кромки підшви, що не піддається контролю.

За статистичними даними дефект 69.2 частіше розвивається в середній частині підшви, що можна пояснити особливістю розподілення внутрішніх напружень. Під час виготовлення рейки при її остиганні шийка та кромки підшви остигають швидше за голівку та середню частину шийки. Тому в результаті виготовлення рейки отримують внутрішні напруження: стискання – в шийці та кромках підшви, розтягання – в голівці та середній частині підшви. Напруження розтягання сприяють збільшенню інтенсивності абсорбції молекул водню, тому саме в середній частині підшви рейки за умов перезволоження спостерігається збільшена інтенсивність розвитку мікро- та макротріщин.

Поперечний злам рейки при дефекті 69.2 найчастіше відбувається в наступних умовах: навіть при відмінному стані колії, на залізобетонних шпалах, в основному в рейкових плітях, після пропуску 300 млн. т бр, під вантажними поїздами, в середній частині підшви, розміри втомлених тріщин від 3x5 мм до 5x11 мм, злам над підрейковою прокладкою і тільки, наявність пилюки та окислів, місце зламу не залежить від розташування зварного шва, частіше взимку та особливо восени.

Аналіз поперечних зламів рейки показує, що розвиток зламу йде від поперечної тріщини. Але її площа складає всього 0,5% від площі поперечного претину. Відомі факти експлуатації рейок з поперечними тріщинами в десять разів більшими, при яких злами не траплялись.

Проаналізуємо напружений стан одного зі зламів рейки Р65 (Т) через дефект 69.2. Злам трапився при температурі  $-5^{\circ}C$ . Температура закріплення  $27^{\circ}C$ . Тому температурні напруження 80 МПа розтягання. Під час зламу утворився зазор 9 мм. Теоретично при погонному опорі 25 кН/м зазор повинен бути 9,8 мм, що вказує на практичну відсутність

сил уgonу. Втомлена тріщина висотою 3 мм знаходилась в середній частині підшви, де внутрішні напруження розтягання сягають 180 МПа. Злам трапився під колесами локомотива 2ТЭ-116, що викликає при згинанні рейки напруження розтягу 90 МПа. Сума вказаних напружень з врахуванням наявності концентратора напружень складає 875 МПа (коефіцієнт концентрації 2,5). А границя міцності термозміцненої рейки 1170 МПа. Тому «останньою краплею» в зламі рейки виступає нерівність колеса, наприклад «повзун», що спричиняє надмірний вплив. І «повзун» на колесі не є достатньою умовою зламу рейки. Вирішальним фактором є збіг координат поперечної тріщини та надмірного впливу колеса.

Таким чином, причиною зламу рейки при дефекті 69.2 є збіг несприятливих технічних та експлуатаційних факторів. Сама поперечна тріщина висотою 3 мм, технічно не могла бути виявлена ні дефектоскопом ні зовнішнім оглядом, існувала тривалий час (за зовнішнім оглядом), і не викликала зламу рейки, а під впливом супутніх факторів: власних напружень, температурних напружень, напружень прогину рейки, надмірний динамічний імпульс від коліс рухомого складу співпав із зоною незначної поперечної тріщини, що й викликало злам рейки.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ЯК ОБ'ЄКТА В МОДЕЛЯХ РУХУ ЕКІПАЖІВ**

**Курган Д. М.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Kurhan D. M., Determination characteristics of railway as an object for models rolling stock.

Combination models of rolling stock and permanent way is an intricate problem. Models rolling stock this is variations of system of equations drawn up on the basis of the Lagrange-d'Alembert. The permanent way can be used in different variants. It must support the general approach drafting system with individual objects - quite solid with a mass and connections between them. As a result of research by stiffness and dissipation of railway track. The coefficients got depending on the construction of the railway and the speed of trains.

Сьогодні не можна рекомендувати одну математичну модель і, навіть, один принцип моделювання для вирішення усього різноманіття задач взаємодії колії і рухомого складу. Навпаки, саме постановка задачі повинна визначати допустимі допущення, обов'язкові фактори, можливу точність вихідних даних й необхідну точність отриманих результатів та інші характеристики, що й визначають вибір моделі, адекватної для даного випадку.

Досить важко отримати потрібні результати у спробі поєднати моделювання рухомого складу і роботи залізничної колії. Тому найчастіше застосовуються не загальні моделі, а поетапне моделювання процесів в декількох різнозначних моделях. Так, в моделях рухомого складу з детальним врахуванням динамічних процесів в екіпажі і максимальним спрощенням залізничної колії отримують сили, що діють на колію. Далі, такі сили стають вихідним навантаженням (як правило спрощеним до засобів прикладання цих сил) у моделях з деталізацією роботи залізничної колії.

Моделі рухомого складу, як правило, представляють собою відповідні до поставленої задачі варіації системи рівнянь, складених за принципом Лагранжа-д'Аламбера. Щодо введення до них залізничної колії, то тут можуть бути деякі варіанти, але, в будь-якому

разі, вони повинні вкладатися в загальний підхід складання системи з окремих об'єктів – абсолютно твердих тіл з масою та зв'язками між собою.

Один з варіантів описує залізничну колію як нескінченну балку, яка лежить на пружній безінерційній основі – модель Вінклера. Така модель є основою багатьох статичних розрахункових схем і для багатьох задач є адекватною. Але така система буде мати нескінченну кількість ступенів вільності, тому не є вдалою для включення до моделей рухомого складу. Альтернативою є модель Власова, яка дозволяє виразити переміщення точок балки (рейки) і підрейкової основи через переміщення точок контакту коліс і рейок. В найпростішому вигляді це може бути жорсткий зв'язок колеса з залізничною колією. Такий варіант застосовується рідко, відсутність дисипативного зв'язку робить систему надто чутливою до розгойдування: навіть за рахунок накопичення мінімальних похибок розв'язок рівнянь «тривалий» розрахунок може привести до виникнення незатухаючих коливань. У більшості випадків застосовується варіант, коли кожне колесо має жорстко-дисипативний зв'язок з приведеною частиною залізничної колії.

На сьогодні поширюються тенденція врахування інертності залізничної колії, тобто колія (або її окремі елементи) повинна мати масу, що робить її цільним об'єктом системи коливання мас і дає змогу деталізувати на окремі складові. Під масою мається на увазі так звана приведена маса – тобто та, що приймає участь у взаємодії з колесом. Іноді під нею мають на увазі масу рейки, іноді – масу верхньої будови колії (знов таки приведеної до одного колеса). Зрозуміло, що в будь-якому разі ця маса є умовною, її значення повинно змінюватися в процесі взаємодії, але системи, складені за принципом Лагранжа-д'Аламбера унеможливають використання змінних мас. Крім того, залізнична колія все ж таки працює на пружні деформації, які не можуть бути повністю ототожені переміщенням центрів мас абсолютно твердих тіл.

Як показали розрахунки прогинів рейки під дією рухомого навантаження проведені автором за розробленою просторовою моделлю залізничної колії на основі динамічної задачі теорії пружності, параметри жорсткості залізничної колії залежать не тільки від характеристик шарів, з яких складається підрейкова основа, а й від швидкості руху поїзда. Отримані розрахунки динамічних прогинів рейки для різних варіантів вихідних даних дають змогу встановити відповідні характеристики залізничної колії для моделей, складених з системи рівнянь за принципом Лагранжа-д'Аламбера.

Для вирішення такої задачі робота колії, приведеної до одного колеса, розглядається як система, що складається з маси, яка має жорсткий і дисипативний зв'язок з основою. До системи прикладена зовнішня сила, змінна у часі. Приймається, що колесо проходить шлях від одної міжшпальної осі до іншої, а потім процес циклічно повторюється. Такий підхід відповідає як моделям, в яких рух екіпажа (колеса) по колії є умовним (положення колеса відносно колії не змінюється в локальній системі координат, а рух відносно колії враховується прикладанням відповідних зовнішніх сил (прискорень, обмежень), так і моделям, в яких рух по колії задається в явному вигляді з урахуванням зміни положення колеса по довжині колії.

В результаті проведенного дослідження визначені коефіцієнти жорсткості і дисипації залізничної колії для введення її в моделі, що побудовані на основі систем рівнянь, складених за принципом Лагранжа-Д'аламбера. Доведена недоцільність для більшості розрахункових випадків застосування в таких моделях приведеної маси колії. Значення коефіцієнтів отримані в залежності від конструкції залізничної колії і швидкості руху поїздів.

## **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ НАПРЯМКУ ДОЛИНСЬКА-МИКОЛАЇВ-КОЛОСІВКА**

**Фадєєв В.О. , Ковальов В.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Fadieiev V. O., Kovalov V. V. Technical and economic efficiency of electrification direction Dolynska-Mykolaiv-Kolosivka.

Research is dedicated to the electrification of railways with the aim of improving throughput, reducing operating costs and providing energy savings. The introduction of electric traction on the single-track sections are effectively not so much by increasing bandwidth, but rather due to the improving economic performance, reducing operating costs associated with the movement of trains, the saving of energy.

При реконструкції залізниць необхідно запроектувати такі технічні заходи, які б дозволили не тільки підвищити пропускну спроможність, а й досягти найменших витрат в експлуатації та забезпечити збереження енергоресурсів. Одним з таких заходів є електрифікація залізниць. Основною перевагою електричної тяги є різке підвищення коефіцієнта корисного використання енергоресурсів, що витрачаються на тягу поїздів. Перевагою електричної тяги є також використання низьких сортів палива та можливість рекуперації енергії. Швидкості та пропускну спроможність, що реалізуються при електричній тязі, в середніх умовах на 10-15 % вище, ніж при тепловозній. Найбільший ефект електричної тяги спостерігається на двоколіїних залізницях. Із аналізу мережі залізниць України випливає, що всі двоколіїні лінії практично електрифіковані.

Дослідження, що були проведені раніше, показали, що на одноколіїних ділянках введення електричної тяги ефективно не стільки за рахунок збільшення пропускну спроможності, скільки за рахунок покращення економічних показників, зниження експлуатаційних витрат, пов'язаних із рухом поїздів, економії енергоресурсів. Зниження експлуатаційних витрат при електричній тязі залежить від вартості 1 кВт-год електроенергії і 1 кг дизельного палива.

На сьогодні Укрзалізниця здійснює масштабні роботи щодо підсилення напрямку Знам'янка-Долинська-Миколаїв-Колосівка. Це пов'язано з розвитком в середньостроковій перспективі існуючих морських портів Миколаєва й Херсона та створення другого електрифікованого ходу до портів Одеси. В перспективі на даному напрямку буде збудована друга колія.

Довжина напрямку складає 253 км, лінія переважно одноколіїна. На ділянці Долинська-Миколаїв чотири перегони двоколіїні. Тяга тепловозна з локомотивом 2ТЕ10. Введення електричної тяги зменшить час ходу пари поїздів на 0,45 год. Капітальні витрати на введення електричної тяги прийняті за укрупненими показниками Укрзалізниці і складають близько 285 млн. євро, з робівкою по ділянкам Долинська-Миколаїв і Миколаїв-Колосівка.

Для кожної ділянки виконані тягові розрахунки й визначені основні тягово-енергетичні показники. Вартість 1 кВт-год електроенергії і 1 кг дизельного пального визначені за даними Придніпровської залізниці (відповідно 1,23 грн. і 19,94 грн.).

Розрахунки показали, що тільки за рахунок енергозбереження додаткові капітальні вкладення для введення електричної тяги окупляться на ділянці Долинська-Миколаїв за 5 років, а на ділянці Миколаїв-Колосівка – за 7 років. Електрифікація всього напрямку дозволить істотно покращити показники перевезень вантажів до портів Миколаєва і Одеси. З будівництвом другої головної колії ефективність електрифікації буде збільшуватися.

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗЙОМКИ Й ВИПРАВКИ КРИВИХ ПРИ МАШИНІЗАЦІЇ ПОТОЧНОГО УТРИМАННЯ КОЛІЇ**

**Гаврилов М. О., Лужицький О.Ф.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Havrylov M. A., Luzhytskyi O. F. Improve the accuracy of shooting and bearing curves in mechanization current maintenance of track.

Today in Ukraine use multiple automation systems installed on track straightening machines. Mechanical systems capture railroad straightening machine is based on the use of common methods and arrows fundamentally different from him. To assess the accuracy of the bearing curve plots the track was considered manual and automated system recording the curve. For automated surveys used railroad straightening machine with control system "Strila" and automated settlement system "RWPlan." After analysis of the results concluded that measurement by machine is more accurate due to the high repeatability of results.

Підвищення швидкостей руху поїздів є одним з основних показників технічного прогресу у сфері залізничного транспорту. Організація швидкісних пасажирських перевезень висуває перед транспортом України додаткові вимоги з надання послуг на якісно новому рівні. В Транспортній стратегії України на період до 2020 року одним з основних завдань є підвищення швидкості руху пасажирських поїздів до 160 (у перспективі до 200) і вантажних - до 100-120 км/год.

При впровадженні швидкісного руху поїздів найбільш вагомим питанням є реконструкція плану лінії. Стан і робота залізничної колії залежать від плану залізничної лінії. Криві ділянки складають майже 30% від загальної довжини залізниць, обмежують швидкість руху поїздів та призводять до підвищення експлуатаційних витрат. Контроль за станом плану залізничної лінії і його своєчасним виправленням є однією з найважливіших завдань колійного господарства.

Поки швидкості пасажирських і вантажних поїздів не сильно відрізнялись, комфортність поїздки взагалі не аналізувалась, а економіка носила «витратний» характер. До впровадження швидкісного руху такий стан був терпимим. Сьогодні, коли з одного боку підвищуються швидкості руху пасажирських поїздів, а з іншого – в умовах економічної кризи необхідно знижувати витратну частину на пробіг поїздів, такий підхід до плану залізничної колії є дуже витратним і, навіть, небезпечним.

З ростом вантажонапруженості та зменшенням часу «вікон», що надаються для ремонту й утримання колії, необхідно впровадження сучасної колійної техніки, що поєднує в собі високу продуктивність, якість та розумну вартість. На цьому шляху машинізації колійного господарства Укрзалізниці була суттєвого збільшена кількість важких машин для виправлення плану залізничної колії. Наявний парк таких машин складає майже 140 одиниць, а потреба в нових машинах на 2016 рік складає майже 70 одиниць.

За таких умов дуже важливою є оцінка точності знімання та виправлення залізничних кривих важкими машинами і в першу чергу обладнаними системами автоматики. Під системами автоматики розуміється програмно-апаратні комплекси для аналізу й контролю вимірювань стану колії, виконання розрахунків параметрів плану й профілю, корегування цих розрахунків та керування процесом рихтування колії.

На сьогодні в Україні використовують декілька систем автоматики встановлених на колієрихтувальних машинах. Механічна системи зйомки колієрихтувальної машини базується на використанні поширеного методу стріл та принципово від нього не відрізняється. Для оцінки точності виправки кривих ділянок колії було розглянуто ручну та автоматизовану систему зйомки кривої. Для автоматизованої зйомки використовувалась колієрихтувальна машина з системою керування "Стріла" та автоматизованою системою розрахунків "РВПлан".

Аналіз отриманих даних показав, що ручний спосіб зйомки дає велику кількість похибок пов'язаних з людським фактором, а автоматична система їх позбавлена.

Після аналізу отриманих результатів зроблені висновки, що вимірювання машинним способом є більш точними завдяки високій повторюваності результатів.

Як пропозиція, вже сьогодні необхідно якнайшвидше модернізувати механіку машин для впровадження координатної зйомки, яка дасть більш точні результати, як на стадії отримання вихідних даних, та і на стадії виправки колії. Є сподівання, що завдяки великому попиту на шляху машинізації колійного господарства на українських залізницях буде досягнуто швидкий розвиток таких систем.

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОМІЖНИХ РЕЙКОВИХ СКРІПЛЕНЬ НА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛАХ У КРИВИХ ДІЛЯНКАХ КОЛІЇ РАДІУСОМ 350÷200 М**

**Настечик М. П., Маркуль Р. В., Губар О. В., Савицький В. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Nastechik N. P., Markul R. V., Hubar O. V., Savitskyi V. V., Perspectives of intermediate rail fastenings usage on concrete sleepers in curved tracks with radius of 350 ÷ 200 m.

The paper focuses on the feasibility study of various intermediate rail fastenings usage in order to create a highly efficient railway track design in curved sections with a radius of 350 ÷ 200 m.

Стратегічним напрямком розвитку залізничного транспорту України є підвищення швидкості руху поїздів, що суттєво залежить від покращення якості ведення колійного господарства. Одночасно для колійного господарства стратегічним напрямком є впровадження ресурсозберігаючих інноваційних технологій утримання залізничної колії з метою досягнення найбільшого економічного ефекту від їх впровадження, та дотриманням норм безпеки руху поїздів. Частково це можливо за рахунок розширення полігону укладки залізобетонних шпал і у криві ділянки колії радіусом 350÷200 м, що важливо для Львівської залізниці. Причиною цього є дефіцит дерев'яних шпал, їх висока вартість та низький термін служби, який прямо залежить від великого відсотка кривих радіусом 350÷200 м. Особливо на Львівській залізниці відсоток кривих із такими радіусами складає близько 53 %. Колія з дерев'яними шпалами – це ланкова колія. У кривих ділянках така колія менш надійна, а ніж колія із залізобетонними шпалами. При збільшеному поїзному навантаженні 75÷130 кН, яке діє на колію у горизонтальній площині, що характерно для кривих ділянок  $R \leq 350$  м, часто відбуваються порушення геометрії колії у плані. Ширину колії утримувати дуже складно. У колії з дерев'яними шпалами основною роботою є перешивка, яка зменшує термін служби дерев'яних шпал майже вдвічі. Від механічних пошкоджень дерев'яні шпали у кривих не встигають

згинувати і вилучаються з колії приблизно через 5-7 років, а це у 5 раз менше строку служби залізобетонних шпал.

Із впровадженням скріплення типу СКД65-Б, яке по надійності та міцності не поступається скріпленню типу КБ65 появилась можливість використання залізобетонних шпал і у кривих ділянках колії радіусом  $R \leq 350$  м. Скріплення СКД65-Б може формувати геометрію колії у кривій ділянці, а саме плавно розширювати колію від 0 мм до 14 мм, і звужити від 0 мм до 28 мм. Це дозволяє регулювати ширину колії з точністю до 1 мм при зношенні рейок під час експлуатації. У 2016 р. ДНУЗТ провів комплексні дослідження, згідно яких встановлено, що частота регулювання ширини колії у кривій радіусом 350 м з використанням скріплення типу СКД65-Б на відміну від скріплення типу Д0 зменшується у два рази. Виконання регулювання ширини рейкової колії при скріпленні типу Д0 необхідно уже виконувати на 14-ий місяць а при скріпленні типу СКД65-Б на 28-ий місяць експлуатації залізничної колії.

Однак під час довготривалих експлуатаційних спостережень та виконаних досліджень над скріпленнями типу СКД65-Б було виявлено ряд факторів, таких, як:

- складність монтажу-демонтажу під час утримання у колії;
- присутність великої кількості різьбових з'єднань;
- багатодетальність (27 деталей – КБ, 30 деталей – СКД65-Б);
- висока металоємкість (13 кг/на вузол).

Тому із врахуванням вище перелічених факторів, що присутні у скріпленнях типу КБ та СКД65-Б, та з метою одночасного зменшення витрат на поточне утримання колії із залізобетонними шпалами було запропоновано впровадити на основі безпідкладочних безболтових скріплень типу SB-3 польського виробництва вітчизняні скріплення пружного типу КПП-1, а згодом і скріплення типу КПП-5. За останнє десятиліття скріплення типу КПП-5 широко впровадилось на залізницях України, всього вкрито близько 5-6 тис. км.

Було виявлено, що на початкових стадіях експлуатації проміжні рейкові скріплення типу КПП-5 на відміну від скріплення типу КБ-65, та СКД65-Б мають ряд переваг таких, як:

- простота монтажу-демонтажу утримання колії;
- відсутність різьбових з'єднань;
- малодетальність (всього 7 деталей і жодної з різьбою);
- низька металоємкість ( $\approx 5$  кг).

З урахуванням експлуатаційних особливостей вітчизняних залізниць, що мають більш високі ніж західноєвропейські вантажонапруженості, осьові навантаження та більшу масу поїздів у скріплення типу КПП-5 під час тривалої експлуатації виявлено ряд недоліків. Недоліки супроводжуються передчасним виходом проміжних його елементів з ладу. Причиною цього є інтенсивне зменшення силової роботи вузла скріплення типу КПП-5 під час експлуатації у колії.

За попередніми дослідженнями ДНУЗТу було встановлено, що на процес зменшення сили притискання рейки до підрейкової основи при скріпленні типу КПП-5 впливають такі фактори як: релаксація клеми - 26,2 %, зношення підрейкової прокладки – 50,4 %, дефекти центрування отворів анкерів – 29,8 %, виконання технологічного процесу – «монтаж-демонтаж» клеми – 6,6 %.

На сьогоднішній день особливість утримання скріплення типу КПП-5 полягає у заміні дефектних деталей у ході їх виявлення. Елементи скріплення ремонту не підлягають і замінюються на нові, які визначаються натурним оглядом їхніх геометричних розмірів. Існує проблема, що пов'язана з відсутністю методики, нормативної бази, та практичних засобів контролю за станом силової роботи вузла проміжного рейкового скріплення типу

КПП-5, а саме, контроль за роботою його елементів, оскільки вони визначають надійність роботи вузла скріплення вцілому.

Згідно із нормативно-технічною документацією скріплення типу КПП-5 дозволяється укладати у криві ділянки радіусом до 400 м. Але у гірських умовах Львівської залізниці, у кривих радіусом 200÷350 м характерна невелика вантажонапруженість, що практично не перевищує 30 млн.т.км.бр./км.рік. На думку авторів це відкриває можливості щодо розширення полігона укладки проміжного рейкового скріплення типу КПП-5 і у криві ділянки колії Львівської залізниці з радіусами 350÷200 м.

Реалізація цієї мети можлива за рахунок забезпечення надійної роботи вузла проміжного рейкового скріплення типу КПП-5 під час експлуатації, за рахунок розробки технології контролю, та утримання залізничної колії із цим рейковим скріпленням.

Приведені вище твердження вказують на актуальність даної тематики роботи, яка може покращити принципи ведення колійного господарства за рахунок подальшого обґрунтування та надання рекомендацій щодо надійного утримання залізничної колії із скріпленням типу КПП-5. У подальшому, вирішивши вище згадані проблеми роботи вузла скріплення типу КПП-5, дозволить покращити ефективність утримання залізничної колії із цим скріпленням у кривих ділянках колії малого радіуса з одночасним забезпеченням безпеки руху поїздів.

## **СТВОРЕННЯ БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ НА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛАХ ДЛЯ КРИВИХ ДІЛЯНОК РАДІУСОМ 350÷200 М ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СКРІПЛЕННЯ ТИПУ КПП-5**

**Настечик М. П., Маркуль Р. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Nastechik N. P., Markul R. V., Creation of continuous welded rails on concrete sleepers for curved track sections with radius  $350 \div 200$  m using fastening type КПП-5.

The paper highlights the problem of creating the continuous welded track design with concrete sleepers for curves tracks with radius less than 350 m up to radius of 200 m inclusive, which are in difficult operating conditions as well as with the purpose of increasing the service life of rails of the railway track.

Як відомо, кліматичні умови України дозволяють в головних коліях застосовувати конструкцію безстикової колії температурно-напруженого типу. Слід зауважити, що з точки зору надійності найбільш передбачуваною, за умови неможливості поперечного викиду рейко-шпальної решітки в літній період є безстикова колія, яка укладається в кривих ділянках радіусом більше 350 м. Для кривих такого радіусу складено чіткі конструктивні норми, технологія з поточного утримання безстикової колії, яка в даний час надається в інструкціях Укрзалізниці.

Проблемою якою повинна бути зацікавлена Укрзалізниця, це значна протяжність ділянок колії із дерев'яними шпалами, яка теж прямо залежить від великого відсотка кривих радіусом 350÷200 м. Особливо на Львівській залізниці відсоток кривих із такими радіусами складає близько 53 %. Колія з дерев'яними шпалами це ланкова колія. В кривих ділянках така колія менш надійна, а ніж колія із залізобетонними шпалами. В колії з дерев'яними шпалами основною роботою є перешивка, яка зменшує термін служби дерев'яних шпал майже вдвічі. Від механічних пошкоджень дерев'яні шпали в кривих не



встигають згнивати і вилучаються з колії приблизно через 5-7 років, а це у 5 раз менше строку служби залізобетонних шпал. Уже сьогодні дерев'яні шпали є дефіцитом і дуже дорогі по вартості, не говорячи уже і про безстикову колію на цих шпалах, при якій, по дослідженням ДНУЗТу, збільшуються затрати на поточне утримання у 25-30 %.

Шляхом до створення конструкції безстикової колії в кривих радіусом 350÷200 м є використання залізобетонних шпал, що на сьогоднішній день являється реальним, якщо використовувати скріплення типу СКД65-Б. По надійності та міцності воно не поступається скріпленню типу КБ65. Скріплення СКД65-Б може формувати геометрію колії в кривій ділянці, а саме плавно розширювати колію від 0 мм до 14 мм, і звужити від 0 мм до 28 мм. Це дозволяє регулювати ширину колії з точністю до 1 мм при зношенні рейок під час експлуатації. Але і це ще не являється основним фактором для впровадження конструкції безстикової колії в кривих з радіусом 350÷200 м, без одночасного вирішення проблеми її стійкості. Цього можна добитись за рахунок створення альтернативної конструкції підрейкової основи із збільшеним опором поперечному переміщенню в горизонтальній площині.

Створення нової підрейкової основи із збільшеним опором поперечному зміщенню рейко-шпальної решітки було виконано і ДНУЗТом. На основі лабораторних досліджень ДНУЗТом була створена конструкція анкеризованої шпали, яка може збільшувати опір поперечному зміщенню рейко-шпальної решітки у 4-5 раз. Перспективами використання такої конструкції анкеризованої шпали є:

- не змінюється існуюча форма бетонної частини шпали;
- практично не змінюється технологія: виготовлення шпали, складання рейко-шпальної решітки, укладки в колію, поточного утримання залізничної колії;
- доступність при використанні ручних засобів та механізмів, а також машин важкого типу.

По дослідженнях авторів було встановлено, що у випадку використання таких шпал в колії, стійкість збільшується так, що можна понизити температуру закріплення плітей безстикової колії на 10-15°C. А це в свою чергу продовжить термін служби рейки із одночасним зменшенням випадків появи дефектів, та вилучення гостродефектних рейок, як одного із найдорожчих елементів верхньої будови колії.

У гірських умовах Львівської залізниці, в кривих радіусом 200÷350 м характерна невелика вантажна напруженість, що практично не перевищує 30 млн.т.км.бр./км.рік. Це відкриває можливості щодо розширення полігона укладки проміжного рейкового скріплення типу КПП-5 і в криві ділянки колії малого радіуса Львівської залізниці. Реалізація цієї мети можлива за рахунок забезпечення надійної роботи вузла проміжного рейкового скріплення типу КПП-5 під час експлуатації, за рахунок розробки технології контролю роботи та утримання залізничної колії із цим рейковим скріпленням.

Тому на основі проведених досліджень та пропозицій, ДНУЗТом розроблені та обґрунтовані заходи, які в подальшому дозволять створити високоефективну конструкцію безстикової колії із залізобетонними шпалами, та скріпленням типу КПП-5 для кривих ділянок колії радіусом 350÷200 м, які знаходяться в гірських умовах експлуатації.

## **ІННОВАЦІЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ. КОМПОЗИТНІ ШПАЛИ**

**Баль О. М.<sup>1</sup>, Бонадаренко І. О.<sup>2</sup>, Ростислава Голтгаус<sup>3</sup>, Яковчук О.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Львівська філія ДНУЗТ, <sup>2</sup>Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, <sup>3</sup> Holthaus Consulting (Німеччина)

Associate Professor O.M. Bal, Associate Professor I.O.Bondarenko, Rostyslava Holthaus, O.V. Yakovchuk. Environmental design innovation permanent way. Composite sleepers.

The paper elaborated the main publications related to the environmental problems of rail transport and offered innovative environmental design of permanent way. Namely, it is proposed to introduce composite sleepers instead of wooden sleepers. In this work the most well-known company for the production of composite railroad ties, analyzes the main technical parameters and test results of ties, conclusions about the possibility of their use in Ukraine.

Екологічні питання в рамках імплементації Угоди про асоціацію та при формуванні національної транспортної стратегії в Україні є актуальними.

Одним із пріоритетних напрямків національної транспортної стратегії є надання якісних та ефективних послуг перевезень. Основними заходами при цьому є: підвищення якості та ефективності транспортних послуг у пасажирських і вантажних перевезеннях, включаючи транзит; *стимулювання інновацій в транспортному секторі*; врахування життєвого циклу інфраструктури в управлінні активами; усунення існуючих бар'єрів для мультимодальних перевезень; *імплементація інтегрованої екологічної політики*.

В даній роботі опрацьовано основні публікації пов'язані із екологічними проблемами залізничного транспорту і запропоновано інноваційні екологічні конструкції верхньої будови колії. А саме, запропоновано впроваджувати композитні шпали замість дерев'яних шпал.

В звіті про стратегічну екологічну оцінку (Dornier Consulting International in consortium with Egis International / Expertise Francais) відзначено необхідні заходи із запобігання, зменшення або нейтралізації негативного впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище. До таких екологічних заходів відноситься зниження рівня шуму і вібрації та зменшення кількості шкідливих відходів. Одним із пропонованих заходів для залізничного транспорту щодо зниження рівня відходів є: «за можливості уникати використання шпал, оброблених хромованим арсенатом міді, і розглянути можливість альтернативного застосування нітрату міді для обробки деревини або установку залізобетонних шпал. ... Дерев'яні шпали можуть бути подрібнені для повторного використання, спалені або видалені на сміттєзвалища. Звалища повинні мати відповідне обладнання для проведення операцій хімічного викупування. Видалення деревних шпал шляхом спалювання або переробки повинно зіставлятися із питанням про пов'язані з цим процесом викиди у атмосферу і вторинними залишками консервантів».

Особливості взаємодії залізничного транспорту з довкіллям, екологічні вимоги до його об'єктів висвітлено в статті Плахотніка В.М., та Лахнової Ю.В. Як зазначено в даній статті, «до відходів, що потребують уваги з точки зору їх токсичності, відносять відпрацьовані лампи денного освітлення та старогодні дерев'яні шпали».

Можна виділити дисертацію Рибіної О.І. «Організаційно-економічне забезпечення екологічно-сталого розвитку залізничного транспорту», в якій окреслено проблеми перспективи екологічно-сталого розвитку залізничного транспорту України та визначено стратегічні напрямки його реалізації. Згідно Стратегії екологічно-сталого розвитку залізничного транспорту одним із основних завдань у сфері охорони й раціонального використання земель, зниження негативного впливу на ґрунт є: застосування нових технологій просочення дерев'яних шпал із меншим негативним впливом на навколишнє природне середовище, застосування екологічно чистих залізобетонних шпал та використання ресурсозберігаючих технологій повторного перероблення й повторного використання продукції.

Окрім екологічних проблем, дерев'яні шпали мають порівняно з іншими шпалами малий термін служби і вимагають частої заміни. Для прикладу станом на 01.01.2016 року

на Регіональній філії «Львівська залізниця» в головних коліях експлуатується близько 3 млн. шт. дерев'яних шпал, з них 1,1 млн. шт. непридатних, середній термін служби становить 22 роки.

Для попередження розпаду, шпали обробляються креозотом, що робить їх небезпечними для екології. Зовнішня частина шпали складається з токсичних речовин, які потрапивши в атмосферу, викликають сильну інтоксикацію у людей. Непридатні шпали повинні утилізуватись. Найбільш поширеними методами є: спалювання, застосування відпрацьованих шпал, в якості будівельного матеріалу та переробка шпал в деревне вугілля. Однак тільки останній метод передбачає технологію нейтралізації з'єднання креозоту з допомогою хімічних реагентів. Він з одного боку дуже хороший, але з іншого боку, не кожне підприємство вирішить переробляти шпали саме цим методом, через те, що це зовсім не дешевий метод.

Тобто, потрібні нові екологічні перспективні ресурсозберігаючі технології виготовлення шпал.

З 1994 року Американські компанії, такі як Earth Care Products і Conrail and Norfolk Southern і університет Ратгерс розробляють технології використання утилізованих пластмас у залізничних шпалах. Композитні шпали вже широко використовуються в світі. Наприклад, в Японії використовують шпали з композитних матеріалів - пінополіуретану з скловолоком. Застосування скловолокна зменшує шум під час проїзду поїздів. Значних обертів набуває виробництво композитних шпал в Європі і Росії.

Використання шпал, із застосуванням утилізованого пластику не вирішить проблему утилізації дерев'яних шпал повністю, але зможе зменшити кількість відпрацьованих дерев'яних просочених шпал і допоможе заощадити на подальшій експлуатації і заміні дерев'яних шпал.

Композитні шпали на відміну від дерев'яних і залізобетонних шпал вологостійкі, не піддаються гниттю і електрокорозії, є довговічними, екологічними конструкціями. Композитні шпали в 1,5 рази міцніше дерев'яних і втричі легші від залізобетонних, витримують значні осьові навантаження до 30 т/вісь, термін їх служби в 3-5 раз більше дерев'яних. Композитні шпали виготовлені з вторинних матеріалів, не містять токсичних речовин і не викликають корозію.

Сьогодні в світі інтенсивно розвивається виробництво композитних шпал, тому застосування інноваційної екологічної технології в Україні є перспективно і актуально.

Дніпропетровським органом по сертифікації залізничного транспорту запропоновано варіанти виробництва полімерних шпал, які розглядались в статті Самойлова П.С. та Біленко А.В. «Настоящие и будущие железнодорожных шпал».

В Україні композитні шпали ще не виготовляються, проте пропозиції інвестувати в дану область вже були.

В даній роботі розглянуті найбільш відомі компанії по виробництву композитних шпал, проаналізовано основні технічні параметри та результати випробувань таких шпал в Європі, зроблено первинні висновки щодо можливості застосування їх в Україні.

Наступним кроком, який наблизить можливість застосування композитних шпал в Україні, є укладання дослідної партії композитних шпал на експериментальній ділянці, що дозволить експериментально підтвердити властивості і переваги композитних шпал.

## **ОСОБЛИВОСТІ СУМІСНОЇ РОБОТИ ПЛИТ БЕЗБАЛАСТОВОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА З ГОЛОВНИМИ БАЛКАМИ МЕТАЛЕВИХ ПРОГОНОВИХ СПОРУД**

**Талавіра Г.М.,**

Державний економіко-технологічний університет транспорту (ДЕТУТ)

## Україна

TALAVIRA G.M. Features of compatible work of flags of without baiiast of bridge linen are with main beams of metallic of proiet buildings.

Modern supervisions, which are confirmed calculations assert that flags (BMP) can slip on the overhead belts of beams, due to what all character of joint work of linen and beam changes notably. There is a necessity for development method of calculations which will allow to take into account the presence of nonlinear friction connections between flags and beams.

В процесі розробки і вдосконалення конструкції плити безбаластового мостового полотна (БМП) на залізобетонних плитах основні зусилля вчених були зосереджені на вирішенні проблем конструювання, технології укладання і на натурних спостереженнях за роботою БМП в різних умовах експлуатації. Проблемам теоретичного вивчення особливостей спільної роботи полотна і головних балок металевих прогонових будов або поздовжніх балок проїзної частини прогонових будов з наскрізними головними фермами приділялося значно менше уваги.

Досвід експлуатації та результати експериментальних досліджень показують, що при спільній роботі плити БМП з балками, що згинаються можуть виникати різноманітні ушкодження, які переважно локалізуються в зоні прикріплення плит до верхніх горизонтальних листів головних балок. До числа цих ушкоджень належать в першу чергу руйнування прокладного шару, розриви шпильок, які прикріплюють БМП до балок. Спостерігається також поява тріщин в залізобетонних плитах.

Включаючись в спільну роботу з балками, плити БМП суттєво впливають на напружено-деформований стан балок. Зокрема, це повинно приводити до зміни жорсткості прогонової споруди, а також до зміни його динамічних властивостей. Значущість зазначених змін істотно залежить від ступеня включення БМП в спільну роботу з балками. Поряд з експериментальними дослідженнями, математичне моделювання спільної роботи БМП і балки покликані уточнити уявлення про справжній характер роботи прогонових споруд з БМП і дозволить оцінити ефективність різних напрямів удосконалення конструкції. Ряд теоретичних досліджень по роботі БМП спільно з прогоновими спорудами був виконаний протягом 80-х років минулого століття. У цих дослідженнях враховувався вплив нерівномірності включення плит в роботу балок за рахунок геометричних змін поперечних перетинів, враховуючи наявність поперечних швів між плитами. Результати були отримані з використанням осереднення характеристик податливостей зв'язків між плитами і верхніми поясами балок на основі розрахунку лінійно-пружні моделі. Разом з тим, як показують сучасні спостереження і підтверджують розрахунки, плити (БМП) можуть прослизати по верхніх поясах балок, що помітно змінює увесь характер спільної роботи безбаластного полотна і прогонової споруди. З зв'язку з цим необхідно розробити методику розрахунків, що будуть дозволяти враховувати наявність нелінійних фрикційних зв'язків між плитами і балками.

Крім того, в попередніх дослідженнях не досліджувався з достатньою повнотою напружено-деформований стан прокладного шару і шпильки. За досвідом оглядів залізничних мостів, досить часто спостерігаються руйнування саме цих елементів конструкції БМП, також слід звернути увагу на особливості їх роботи, що дозволить зробити об'єктивні висновки щодо доцільності збереження зазначеного способу прикріплення плит до балок (можливо, при деякому його конструктивному вдосконаленні) або про необхідність переходу на принципово інші способи прикріплення.

Для уточнення уявлень про характер спільної роботи БМП та головних балок металевих прогонових споруд слід виконувати розрахунки для моделей, які в явному вигляді включають розрахункові схеми на всі основні елементів конструкції кріплення

БМП: плити, балки, прокладний шар і шпильки, а також рейки і охоронні пристосування. Чисельне дослідження таких моделей дозволяє оцінити взаємний вплив різних елементів і ступінь їх участі в роботі конструкції в цілому.

Зважаючи на складність розрахункової схеми, яка описує взаємодію окремих частин конструкції, доводиться укрупнювати кінцеві елементи, осереднюючи тим самим деталі конструкцій, що моделюються. У зв'язку з цим, в роботах, що виконуються на кафедрі виконаний варіант розрахунку, в якому детально розглянуто фрагменти конструкції. Це зроблено в першу чергу для того, щоб більш детально оцінити характер роботи прокладного шару і шпильок при експлуатаційних впливах, враховуючи такі фактори, як вплив скручувальної жорсткості верхнього пояса і стиснення його кручення в місцях встановлення вертикальних ребер жорсткості. Результати цього розрахунку використовуються сумісно з результатами напружено-деформованого стану прокладного шару при попередньому натягу високоміцних шпильок. Сумарні напруги дозволяють оцінити характер роботи прокладного шару і зокрема, виявити зони локального підвищення інтенсивності розподілу напружень.

Запропонована математична модель для розрахунку взаємодії колії, плити і балки прогонової споруди з БМП, в якій враховується можливість прослизання плит по поясах головних балок і рейок з охоронними пристосуваннями по плитах. Деякі спрощення, які використані при побудові моделі, не є абсолютно необхідними, що залишає можливість для її подальшого вдосконалення. Модель дозволила в цілому правильно відобразити вплив включення плити в роботу балок при згині прогонової будови в вертикальній площині.

## **АНАЛІЗ ВИЯВЛЕНИХ ДЕФЕКТІВ В РЕЙКАХ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ**

**Даніленко Е.І., Карпов М.І., Косарчук В.В., Агарков О.В.**  
Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Україна

Danilenko, Karpov, Kosarchuk, Agarkov. Analysis of the detected defects in the rails of Kyiv Metro. The analysis of statistical data of rail defect detection in Kyiv Metro are considered. As studies have shown the most defects which was detected on the rails is coded by number 11 and 17. All these defects have a contact-fatigue origin.

Утворення дефектів в рейках залізничної колії є однією із причин завчасної втрати рейками своїх експлуатаційних властивостей та підвищення рівня експлуатаційних витрат як на заміну виявлених гостродефектних рейок, так і на заходи для завчасного виявлення їх утворення в рейковій колії.

Авторами проаналізовано статистичні дані щодо дефектності рейок на коліях Київського метрополітену за період 2003-2013 рр.

Найбільшу кількість дефектних рейок за згаданий період виявлено на Святошино-Броварській лінії метрополітену. На інших двох гілках кількість дефектів набагато менше, що унеможливує якісне проведення статистичного аналізу.

Розподіл сумарного виходу дефектних рейок по роках носить досить нерівномірний характер. Так у період 2003-2006 рр. кількість відмов рейок за дефектами з року в рік носила досить сталий характер. Починаючи з 2006 р. відмічається зростання сумарної кількості дефектних рейок, причому у 2009 р. порівняно з 2005 р. кількість дефектних рейок зросла у 4 рази. Однак тренд зростання носить не постійний характер, і вже у 2012 р

кількість дефектних рейок зменшилася у 2 рази порівняно з 2011 р. У 2013 р. кількість дефектних рейок набула найбільшого значення за останні 11 років.

Більше за все виявлено дефектів за рисунками 11 та 17, причому їх сумарна кількість щорічно сягає 60-80% від загальної кількості.

Для цих дефектів було побудовано лінії трендів, що описують щорічну кількість їх виявлення. Однак достовірність їх невисока, що пояснюється високою нерівномірністю розподілу утворення цих дефектів по рокам.

Гостродефектних рейок більше всього виявлено за кодами 21.2 і 30Г.1+2.

Отже, як видно з проведеного дослідження, більшість дефектів мають контактно-втомне походження. Причиною їх утворення можуть бути як технологічні, так і експлуатаційні фактори.

На думку авторів найбільш раціональним шляхом зменшення кількості дефектів контактно-втомного походження є проведення математичного моделювання взаємодії рухомого складу і рейок залізничної колії, що дозволить дати кількісну оцінку впливу того чи іншого фактору на базову довговічність рейки залізничної колії. Отримані результати дозволять запропонувати найбільш ефективні заходи щодо зменшення дефектності рейок в колії метрополітену.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ**

**Патласов О. М., Бурцев М. О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Patlasov O. M., Burcev M.O., Improvement of condition monitoring railway track.

The ways of improving the monitoring system of railway track technical condition are considered.

Впровадження прискореного руху на залізницях України вимагає жорсткіших вимог до утримання та оцінки стану залізничної колії. Технічний стан залізничної колії відіграє чи не найважливішу роль у забезпеченні безпечного руху поїздів зі встановленими швидкостями і потребує більш детального аналізу та діагностики для запобігання виникненню несправностей.

Наразі значна частина діагностичних робіт проводиться на основі візуальних оглядів, і тому на даний час постало завдання автоматизації збору цієї інформації за допомогою технічних засобів.

Комплексний підхід до розв'язання завдань з оцінювання стану об'єктів інфраструктури дозволяє скоротити витрати на утримання і ремонт інфраструктури. Цей результат може бути досягнутий за рахунок скорочення контрольних поїздок діагностичних засобів і застосування технології оцінювання стану об'єктів інфраструктури на основі моніторингу, а також за короткострокового і середньострокового прогнозування стану об'єктів інфраструктури. Для реалізації даного проекту необхідне і створення нормативної бази, яка повинна забезпечувати можливість всебічного оцінювання стану об'єктів інфраструктури з автоматизованим визначенням необхідних термінів та обсягів робіт з поточного утримання й ремонтів, а також оцінювання наслідків зміни цих термінів.

Одними з головних технічних характеристик стану залізничної колії є її геометричні

характеристики під динамічним навантаженням рухомого складу. Для цього на залізницях України використовується десять сучасних вагонів-колієвимірювачів КВЛ-П, які вимірюють усі необхідні геометричні характеристики залізничної колії. Вагони обладнані бортовою автоматизованою системою (БАС), яка вже упродовж десяти років самостійно вимірює та оцінює відхилення від норм утримання залізничної колії, а вся ця інформація зберігається в центральному сервері Укрзалізниці, через який кожного дня центром діагностики зі всіх залізниць та мобільних діагностичних засобів ведеться збір і обробка інформації стану залізничної колії та передається Головному управлінню колійного господарства.

Окрім колієвимірювальних вагонів, на залізниці використовуються колієвимірювальні візки типу ПТ-7МК з автоматизованою розшифровкою результатів геометричних вимірювань стану колії за шириною та рівнем. Колієвимірювальні візки призначені для контролю й оцінки стану колії без динамічного навантаження.

Сьогодні на залізницях України застосовується балова система оцінки стану колії, яка базується на основі результатів вимірювання колієвимірювальними вагонами відступів від норм утримання рейкової колії за шириною, рівнем та напрямком у плані. В основу балової оцінки геометричного положення рейкової колії покладено вплив відступів на динамічні показники взаємодії колії й рухомого складу та черговість і строки усунення відступів. Кожний відступ має свій ступінь впливу на динамічну взаємодію колії та рухомого складу й інтенсивність накопичень залишкових деформацій колії. Однак балова система контролю технічного стану залізничної колії не надає об'єктивного уявлення про загальний стан колії. Тому, на даний час стоїть питання пошуку додаткових методів і критеріїв оцінки колії, які в подальшому здатні сформувати повноцінну автоматизовану систему.

Для цього розроблена програма та методика досліджень, які передбачають аналіз інтенсивності зміни фактичного стану залізничної колії на ділянках з різною вантажонапруженістю, осьовим навантаженням та в залежності від пропущеного тоннажу і видів виконаних ремонтно-колійних робіт.

У відповідності до програми здійснено підбір відповідних ділянок колії в межах регіональної філії «Одеська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця». Для оцінки стану залізничної колії використовується удосконалений метод середньоквадратичного відхилення (СКВ). СКВ визначається для ділянок колії з різними експлуатаційними характеристиками.

## СЕКЦІЯ 10 «ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО»

### ПРАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ КОНСТРУКЦІЙ

**Банніков Д.О., д.т.н., професор**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Застосування одного з поширених чисельних методів будівельної механіки – методу скінчених елементів – для рішення різноманітних задач механіки конструкцій в практиці все частіше наштовхується на низку обмежень та уточнень. При цьому на думку автора, є класи задач, які потребують спеціальних додаткових процедур для отримання коректних результатів. Також з іншої сторони самі програмні засоби нерідко стають джерелом помилок. Огляду основних таких ситуацій і присвячена дана публікація.

Bannikov D.O. Dr. of Scien., Professor, Practical features of the application of the finite element method for solving problems of structural mechanics, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan The practical usage of one of the common numerical methods of building mechanics – the Finite Element Method for solving various problems of structural mechanics often encounters a number of restrictions and clarifications. Thus according to the author, there are classes of problems that require special procedures to obtain correct results. Also on the other hand software tools themselves are often the source of errors. This publication presents the main of these situations.

В останні десятиріччя найбільш поширеним та популярним підходом до рішення різноманітних задач механіки конструкцій став один з чисельних методів будівельної механіки – метод скінчених елементів (МСЕ). Цьому сприяли як суттєві переваги самого методу – наочна простота, придатність для формалізації у вигляді комп'ютерних програм, можливість аналізу складних систем та рішення динамічних задач, так і все зростаюча потужність програмних продуктів і комп'ютерів, які дозволяють реалізувати цей метод на практиці.

Тим не менше, із відкриттям нових можливостей застосування МСЕ, поступово проявляються й межі його ефективного та коректного використання в різноманітних класах задач механіки будівельних та машинобудівних конструкцій. З цими обмеженнями безпосередньо неодноразово зіштовхнувся автор, аналізуючи та вирішуючи на протязі вже більше 20 років такі задачі.

По-перше, найголовнішою проблемою є забезпечення збіжності напружень в місцях зміни геометрії досліджуваної області. Причому необмежений ріст напружень унеможливає надання однозначної оцінки рівня статичної міцності конструкцій при використанні як пластинчастої, так і тривимірної геометрії скінчено-елементної моделі. Всі існуючі спроби «обходу» цієї проблеми (HSS-підхід, конструктивна пластичність, сітка з кутом розвороту до 5°, тощо) за даними результатів аналізу автора не суттєво покращують ситуацію.

По друге, використання в одній моделі скінчених елементів різної розмірності практично в 100 % випадків призводить до суттєвого спотворення розподілу жорсткісних характеристик об'єкту та викривлення результатів.

По-третє, досить обережного та зваженого підходу вимагають нелінійні задачі, як із моделюванням нелінійних властивостей матеріалів (фізична нелінійність), так і з



моделюванням нелінійного характеру роботи об'єкту під навантаженнями (геометрична нелінійність). При цьому принцип суперпозиції зовнішніх дій виявляється не придатним, що відразу ж практично повністю обмежує коло використання цих задач, адже як на будівельні, так і на машинобудівні конструкції в практиці діють не одна, а принаймні 3-4 різних видів навантажень та впливів.

По-четверте, задачі з великою розмірністю можуть призводити до отримання викривлених результатів за рахунок накопичення статичних помилок та округлення чисел при проведенні математичних операцій з великими масивами даних. В практиці це проявляється як, наприклад, порушення симетрії в результатах для симетричної розрахункової моделі, і суттєво залежить ввід програмного продукту, який використовується для розрахунків.

По-п'яте, багато сучасних програмних продуктів мають конструкторські блоки, які дозволяють виконувати автоматичний підбір перерізів несучих елементів відповідно до вимог певних норм, нерідко в тому числі й закордонних. При цьому окрім вітчизняних використовуються й закордонні сортаменти. Проте критерії підбору суттєво залежать від традицій та особливостей виробничої бази кожної країни. В результаті мають місце випадки, коли спроектований конструктивний елемент за одними нормами не перевіряється за деякими критеріями, необхідними для норм іншої країни. До того ж, сучасна нормативна база нерідко передбачає одночасне використання декількох нормативних документів, які можуть навіть суперечити один одному. В таких випадках програмні продукти або взагалі не звертають увагу на певні документи (наприклад, вітчизняний ДСТУ Б В.1.2-3:2006. «Прогини і переміщення») або враховують їх умовно.

По-шосте. Висока вартість ліцензійних програмних продуктів часто призводить до використання в практиці так званих «ломаних» продуктів. Проте в таких випадках разом із вскриттям доступу до самого продукту, хакери нерідко чіпляють й важливі елементи основних блоків. А іноді, навіть, самі розробники передбачають таку систему захисту, яка у випадку підозри на «злом» починає штучно видавати завідомо некоректні результати.

І насамкінець, сьоме. Це банальні помилки самих розробників програмних продуктів, які не спромоглися або не захотіли виконати детальні альфа-тестування і бета-тестування. Вони обумовлені прагненням зекономити на вартості самої розробки з однієї сторони, та якомога швидше розмістити на ринку свою продукцію, з іншої сторони. За власним досвідом автор може стверджувати, що в деяких програмних продуктах, які постійно оновлюються на протязі 10-15 останніх років, навіть тепер він продовжує знаходити помилки і недопрацювання.

Відкинувши людський фактор, постає закономірне питання - в яких же класах задач механіки конструкцій МСЕ безпосередньо є абсолютно вірогідним? Це всі задачі аналізу статичної міцності, пов'язані із стержневими моделями об'єктів, задачі лінійної стійкості та лінійної динаміки незалежно від розмірності скінчених елементів за відсутності комбінування елементів різної розмірності. Також сюди слід віднести ті задачі аналізу статичної міцності для плоских та тривимірних скінчених елементів, які мають точне аналітичне рішення в теорії.

Таким чином, на тепер слід досить обґрунтовано та зважено використовувати МСЕ для побудови та аналізу в першу чергу статичних задач із плоскими та об'ємними скінченими елементами, а також вести пошук більш ефективних підходів до підвищення вірогідності отримуваних результатів.

## АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛЬ З ТІЛОМ ЗСУВУ

Ігнатенко Д. Ю., Петренко В. Д.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Ihnatenko D. Yu., Petrenko V. D. Analysis of the interaction of soil-cement piles with the landslide body. Despite the widespread using of soil-cement piles as enclosing structures for the construction of foundation pits and reinforcement of foundations of emergency structures, special attention should be paid to the study of the expediency of using soil-cement retaining pile structures on landslide areas. Using of modern computer programs of finite element modeling makes it possible to calculate the efficiency of the use of soil-cement piles and to determine the parameters of the necessary retaining structure according to the given geological structure of the slope, and also, depending on its shape and the physical characteristics of the soils, to compare the performance of different protective landslide structures types. The obtained results of calculating the finite element model of the landslide slope, and the analysis of the stress-strain state of the construction with soil-cement piles has been carried out.

В тезах розглядається методика розрахунку та аналіз роботи ґрунтоцементних підпірних пальових конструкцій, що влаштовуються на зсувонебезпечних ділянках схилів.

За результатами дослідження сумісної роботи ґрунтового масиву схилу та ґрунтоцементних паль у якості підпірної конструкції був проведений аналіз отриманих напружень та переміщень під час зсуву. Характерною особливістю даної задачі є нелінійність роботи елементів системи, тобто, за великих деформацій відносно напружень закон Гука для розрахунку геологічних елементів не працює. Скінченно-елементна модель має 29389 об'ємних фізично нелінійних СЕ для моделювання односторонньої роботи ґрунту на стиск з урахуванням зсуву, а також стержньові елементи в тілі ґрунтового масиву, які моделюють ґрунтоцементну палю. Кількість невідомих у задачі 95254. Інженерно-геологічним елементам ґрунту було призначено тип скінченних елементів СЕ 271-276, розрахунок проводився у програмному комплексі «ЛИРА-САПР 2016».

Візуальний аналіз деформованої системи дає відповідь на питання стосовно шуканої форми кривої поверхні ковзання, відносно якої відбуваються основні переміщення ґрунтових мас під дією їх власної ваги у водонасиченому стані. Зовнішні навантаження на поверхню, як то навантаження від будівель чи корисне навантаження від автотранспорту чи будь-які динамічні чинники впливу в даній задачі не враховувались. Фізичні характеристики ґрунтових елементів моделі задані згідно отриманих лабораторних досліджень, що проводились Державним інститутом інженерно-технічних вишукувань у м. Дніпро. Інженерно-геологічні вишукування включали такі види робіт, як буріння свердловин, проходження шурфів-дудок, пресіометричні випробування ґрунтів, дослідно-фільтраційні роботи, лабораторні дослідження ґрунтів та підземних вод, а також буріння та облаштування режимних спостережних свердловин на схилах Красноповстанської балки.

В результаті розрахунку встановлений факт, що крива поверхні ковзання має досить складну форму та вигляд, математичний вираз якої наближений до функції ломаної прямої з чотирма характерними точками зміни напрямку. Така форма поверхні ковзання перш за все обумовлена різноманітністю геологічних шарів, які складають схил.

В рішенні даної задачі ключовим моментом дослідження є встановлення необхідних параметрів ґрунтоцементних паль для закріплення схилу та блокування ковзних мас ґрунту. Стабілізувати схил можливо шляхом влаштування ґрунтоцементних паль

довжиною 23 м та діаметром 1,5 м, при цьому оптимальна відстань між палями вздовж схилу складає 4,5 м у проміжку, тобто 3 діаметри палі. Також необхідно забезпечити вищезазначену довжину паль, які мають обов'язково перерізати поверхню ковзання за розрахунком і занурюватись у відносно стійкий шар ґрунту щонайменше на третину від їх власної довжини для протидії зсувним силам, що діють по поверхні ковзання. В результаті дії поперечних сил, які сприймає конструкція в зоні зміни напрямку головних напружень, виникає потреба встановлювати арматурні каркаси в тілі ґрунтоцементних паль по всій довжині. За розрахунком армування палі – 8 стержнів Ø 22 мм класу А500С. У даному випадку геологічний шар, у який необхідно закріпитися нижнім кінцем палі – суглинок червоно-бурий, твердий, з включеннями жовтків карбонатів. Питома вага 1,89 г/см<sup>3</sup>, коефіцієнт пористості 0,81, кут внутрішнього тертя 22°, питоме зчеплення при природній вологості 51 кПа та модуль деформації ґрунту по гілці первинного навантаження 11,4 МПа.

Важливим також є правильний вибір розташування паль відносно поперечного перерізу схилу, на що теж потрібно звертати увагу під час проектування інженерного захисту. Перш за все, виходячи з технологічних можливостей робочого обладнання, палі слід розташовувати в межах горизонтальної ділянки схилу, щоб забезпечити роботу техніки. Якщо такої ділянки немає, то виконання робіт з влаштування ґрунтоцементних паль є досить проблематичним, що є головним недоліком даного методу.

## **АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ШАХТНОГО СТОВБУРУ ДНІПРОВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ**

**Тютюкін О. Л., Худан О. О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Tiutkin O. L., Khudan O. O. Analysis of the stress-strain state of the mine shaft of the Dnipro metro.

The numerical analysis of shaft is conducted and the formation of stress-strain state support and layered massif is determined. The model of interaction barrel surrounding the array has developed.

Наданий чисельний аналіз шахтного стовбуру проводиться для того, щоб визначити вплив шаруватості оточуючого масиву і відзначити її роль у формуванні напружено-деформованого стану (НДС) оправи стовбура і масиву. Для цього була розроблена модель стовбура із взаємодією оточуючого масиву.

Особливістю методу скінченних елементів, у порівнянні із традиційною формою, є те, що координатні функції вибирають таким чином, що кожна з них не дорівнює нулю тільки в невеликій області досліджуваного тіла, називаної скінченним елементом (СЕ). Внаслідок цього, у будь-якій точці досліджуваного тіла рішення визначається тільки декількома функціями із усього безлічі координатних функцій, використовуваних у рішенні завдання (функціями форми СЕ). Друга особливість полягає в тому, що в якості множників, що варіюються, приймають значення координатних функцій (а й іноді і їхніх похідних) у вузлах скінченно-елементної сітки.

Модель стовбура побудована на основі реальних геометричних розмірів, результатів лабораторних досліджень та застосування розрахункового професійного комплексу Structure CAD for Windows, version 7.29 R.3 (SCAD). Модель основана на об'ємних

скінчених елементах (39054 вузлів, 34816 скінчених елементів), і більш повно відображає статичну роботу стовбура із оточуючим масивом. Після створення просторової моделі їй надавалися деформаційні характеристики (модуль пружності–деформації, коефіцієнт Пуассона), причому для ґрунтів та залізобетону вони задавалися окремо.

Після надання деформаційних характеристик на модель накладалися граничні умови: 1) по нижній границі моделі – заборона по осях X; Y; Z; 2) по боках моделі (вздовж боків, які паралельні осі тунелю) – заборона по осях X та Y. Після цього виконувався розрахунок на власну вагу моделі і його результати піддавалися ґрунтовному аналізу.

Аналіз результатів свідчить про те, що наявність шаруватого масиву значно змінює класичну картину розподілу напружень і переміщень в оправі стовбура та навколишньому масиві. Причому, слід відмітити, що прошарки слабого ґрунту значно вплинули на формування напружено-деформованого стану моделі. Велика деформативність цих шарів змінила картину переміщень, таким чином, що на межах шарів відбулися значні викривлення ізополів.

Для розрахунку на міцність застосовано презентаційні дані лише для конструкції оправи. Перевірку на міцність проведено в площині, в якій закінчується нижній прошарок слабого ґрунту, що можна визначити геометрично в моделі в місці із значним градієнтом напружень.

Із аналізу НДС стовбура при взаємодії із шаруватим оточуючим масивом можна зробити висновок, що наявність шарів, що значно деформуються, ускладнює його роботу внаслідок значного стрибка модуля пружності і розвитку деформацій, що призводить до неоднорідного перерозподілу напружень і переміщень в масиві і в конструкції стовбура.

## **ВИКОРИСТАННЯ ВИБУХОВИХ РОБІТ ПРИ ДЕМОНТАЖІ ЗРУЙНОВАНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ НА СХОДІ УКРАЇНИ**

**Петрівський І. В., Ярмолюк В. М., Горбатюк Ю. М., Москальов Г. Ю., Артем'єв Н. С.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Petrivskyj I. V., Jarmoljuk V. M., Gorbatiuk J. M., Moskaljov Gh. Ju., Artem'jev N. S.  
Use of explosive works at dismantling of the reinforced bridges destroyed on the East of Ukraine.

Dismantling of reinforced concrete bridges destroyed by explosive way considerably shortens the dismantling of structures destroyed bridge, reduce the cost of fuel and lubricants, as well as significantly reduce the cost of logistics (cargo-lifting equipment, special equipment for breaking concrete).

Демонтаж зруйнованих залізобетонних мостів вибуховим способом значно скорочує термін демонтажу конструкцій зруйнованого моста, скоротити затрати паливо-мастильних матеріалів, а також значно зменшити затрати на технічне забезпечення (вантажно-підйомна техніка, спеціальна техніка для руйнування залізобетону).

Для демонтажу зруйнованих прогонових споруд (поділ зруйнованих конструкцій на елементи придатні для транспортування та утилізації) рекомендовано робити двома основними способами:

Перший – використання накладних зарядів для вибивання бетону з подальшою автогенною різкою вивільненої арматури.

Другий – використання шпурових зарядів для руйнування бетону з частковим

перебиванням арматури.

Демонтаж зруйнованих опор рекомендується виконувати шпуровим способом, який є найбільш ефективним в таких умовах.

Для розрахунку накладних зарядів використовується формула з керівництва з вибухової та підривної справи в Міністерстві оборони та Збройних Силах України:

$$C=ABR^3, \text{ (кг)}.$$

Для розрахунку шпурових зарядів:

$$C=Kh^3, \text{ (кг)}.$$

(Шпури розташовуються в шаховому порядку).

### **ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ НА НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**Дубінчик О. І., Кільдєєв В. Р.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Dubinchik O. I., Kildeev V. R. The influence of defects reinforced concrete bridges on the reliability and the durability their operation.

The defects of bridge construction by means of technical diagnostics are revealed and the forecast of their further development is given. The residual life on the obtained is defined and maintenance terms are planned.

На залізничних та автомобільних шляхах України експлуатуються десятки тисяч мостів малих і середніх прогонів, побудованих за індивідуальними і типовими проектам на основі декількох поколінь нормативних документів. Вони мають різні технічні параметри і експлуатаційні показники. Більшість із них – залізобетонні з балковими або плитними прогоновими будовами. Пропускна здібність їх залежить від фізичного стану несучих конструкцій.

Мости відносяться до функціонально складних споруд. Вони піддаються багаточисловим комбінаціям впливів навантажень. Проблема їх експлуатації в цілому потребує взаємопов'язаного рішення теоретичних, технічних і організаційних задач, що можливо при умові наявності відповідної експлуатаційної служби, способів ремонту і відновлення мостів, а також вдосконалених методів розрахунків вантажопідйомності існуючих і посиленних залізобетонних елементів.

Багаторічний досвід експлуатації залізобетонних мостів показує, що в несучих конструкціях, розрахункові параметри, які закладені при проектуванні, змінюються і це приводить до появи різних ушкоджень – прогинів, корозії бетону, тріщин з неприпустимою шириною розкриття. В місцях появи тріщин розвивається корозія арматури.

Під дією сил і агентів навколишнього середовища в бетоні проходить інтенсивне накопичення ушкоджень, що змінює структуру бетону, веде до старіння конструкції і зниження її терміну експлуатації.

Ушкодження залізобетонних конструкцій мостів класифікують за наступними

ознаками: виду ушкоджень, швидкості розвитку до небезпечної стадії, ступені безпеки, наявності до конкретної частини мосту, частота прояву.

По виду ушкоджень розрізняють: стомлюючі ушкодження у вигляді тріщин, корозія бетону і арматури, механічні ушкодження, механічний знос, різні зміщення.

По швидкості розвитку до небезпечної стадії ушкодження діляться на : що розвиваються миттєво (тріщини при крихкому руйнуванні, втрата стійкості), що розвиваються швидко (втомні), що поступово розвиваються (корозія).

За ступенем небезпеки ушкодження бувають: вельми небезпечні, які з високою ймовірністю можуть швидко привести до припинення експлуатації споруди або аварії (значні тріщини, втрата стійкості окремих елементів прогонової будови); небезпечні, які приводять до серйозних порушень нормальної експлуатації (розвиток значної корозії); малонебезпечні – погіршують умови роботи конструкції, впливають на розвиток інших дефектів (перекіс катків опорних частин, усадочні тріщини в бетоні).

По наявності до конкретної частини мосту виділяють наступні ушкодження: в елементах проїзної частини; в головних балках і плитах прогонових будов, в опорних частинах.

За частотою прояву ушкодження можуть бути: масові, які мають широке розповсюдження, які часто зустрічаються, які рідко зустрічаються.

В залізобетонних прогонових будовах мостів при виготовленні і експлуатації виникають ушкодження в вигляді тріщин, відколів бетону, відшарування захисного шару, раковини, руйнування гідроізоляції. В залежності від виду, характеру розвитку і розміщення вони можуть значно впливати на надійність і довговічність конструкції.

Надійність є комплексною властивістю, яка включає безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість конструкції. Показник надійності – кількісна характеристика одного або декількох властивостей, які складають надійність об'єкта. До таких властивостей відносяться міцність при різних видах руйнування, стійкість, прогини, кути повороту, амплітуда коливань, виникнення і розкриття тріщин в залізобетоні, ступінь корозії бетону і арматури.

До основних показників надійності відносять ймовірність безвідмовної роботи і термін служби конструкції.

Довговічність це властивість об'єкта зберігати працездібний стан до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування або ремонту.

Ресурс – календарний термін експлуатації конструкції від початку експлуатації до переходу в граничний стан.

Залишковий ресурс – календарний термін експлуатації прогонової будови мосту від моменту контролю його технічного стану до переходу в граничний стан.

При технічній діагностиці виявляються дефекти мостової конструкції і дається прогноз їх подальшого розвитку. За отриманими даними визначається залишковий ресурс і плануються ремонтні терміни.

## **ДІЛЯНКИ З ПЕРЕХІДНОЮ ЖОРСТКІСТЮ НА ПІДХОДАХ ДО МОСТІВ**

**Марочка В. В., Бобошко С. Г., Адиров О. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Marochka V. V., Boboshko S. H., Adyrov O. V. Lots of transition rigidity on the approaches to the bridges.

As part of the research designs discussed arrangement stiffness transition areas, analyzed data on results of implementation of various design solutions, their effectiveness and simplicity of design.

В даний час на залізницях України експлуатуються близько 19,5 тис. штучних споруд, з них майже 7,5 тис. – залізничні мости. Досвід експлуатації залізничних мостів свідчить, що в зонах примикання насипу до мостів перед стоянами утворюються так звані «передмостові ями», тобто відбувається прогресуюче в часі накопичення залишкових деформацій в земляному полотні.

Термін «передмостова яма» може бути визначений як різниця просідань на границі між мостом та насипом. У відповідності до чинних норм чіткого обмеження величини передмостової ями у вітчизняних нормах не наводиться. Це є недопустимим, оскільки їх наявність може викликати небезпеку аварійної ситуації та руйнування як насипу, так і самого мосту.

Це явище обумовлене декількома причинами, перш за все, через різницю жорсткості насипу та стоянів, накопиченням осідань ущільненого баласту під рейко-шпальною решіткою близько 0,1...0,2 мм на 1 млн. тон бруutto пропущених по колії вантажів і осіданням верхнього шару насипу товщиною 2...3 м, а межах 0,04...0,1 мм на ту ж величину пропущених вантажів. Крім того, істотну роль відіграє обставина, що наявні за шафовими стінками стоянів дренажі, як правило, не очищаються з моменту спорудження, і вода за стоянами рясно змочує основний майданчик земляного полотна, що також сприяє появі осідань. По мірі накопичення залишкових деформацій в баласті і в насипу збільшується величина пружної просадки колії під динамічним навантаженням, що, в свою чергу, призводить до збільшення інтенсивності накопичення залишкових деформацій.

Практика будівництва та експлуатації перехідних конструкцій з насипу на міст показує актуальність даної проблеми з точки зору надійності і зниження витрат на поточне утримання колії. У країнах з розвиненою мережею залізниць активно йде розробка нових і вдосконалення старих технічних рішень для забезпечення високошвидкісного руху та збільшення осевих навантажень.

На сьогоднішній день ділянки з перехідною жорсткістю на автодорогах, категорія котрих нижче 3-ої, майже не влаштовуються. Як результат, з часом в даних зонах виникають суттєві місцеві деформації ґрунту насипу, що ускладнюють заїзд та з'їзд з мосту. Влаштування перехідних ділянок усунуло б цю проблему, проте їх влаштування на зазначених автошляхах вважається недоцільним через значні трудовитрати.

На тих автодорогах, де ділянки з перехідною жорсткістю все ж влаштовуються, застосовують 3 основних типи їх конструювання:

- перехідні плити, що вкладаються на щебеневу подушку: одним кінцем спираються на поглиблення в шкафній стінці стояна, іншими – на залізобетонний лежень;
- сильно ущільнений ґрунт в прогаліні між стояном та відкосом насипу, на який вкладається залізобетонні плита (заглиблена чи поверхнева);
- вкладання дерев'яного щита під кутом 4°, який засипається піском та на нього вкладається проїзна частина.

Ці інженерні рішення є найчастіше застосовуваними, але не найбільш ефективними. Більш прогресивним та дієвим є застосування набивних паль замість щебеневої подушки. Вони влаштовуються як вздовж мосту, поступово зменшуючись в довжину в напрямку від мостового переходу, так і впоперек, що дозволяє досягти плавний перехід від більшої до меншої жорсткості, тим самим зменшуючи або навіть цілком ліквідуючи проблему передмостової ями.

У рамках виконаних досліджень розглянуті конструктивні рішення улаштування

ділянок з перехідною жорсткістю, проаналізовано данні щодо результатів реалізації тих чи інших конструктивних рішень, їх ефективності та простоти конструкції.

## **ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ВИБУХУ ПРИ БУДІВНИЦТВІ БЕСКІДСЬКОГО ТУНЕЛЮ**

**Петренко В. Д., Герніч М. В., Рурич І. Б.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Petrenko V. D., Ghernich M. V., Rurych I. B. Use of a combined explosion during the construction of the Beskyd tunnel.

The authors developed and grounded the efficiency technology of the putting into practice drilling and blasting works with the separation of the tunnel cross-section on the calotte and stross during of the Beskyd tunnel construction. The results of technological experiment are presented.

В останні роки ПАТ «Інтербудтунель» споруджує у Львівській області двоколісний залізничний Бескідський тунель. Він розташований на електрифікованій ділянці Львів – Ужгород і споруджується на заміну старого одноколісного тунелю, побудованого у 1886 році. Існуючий тунель буде експлуатуватися протягом всього будівництва нового і далі використовуватиметься як аварійно-рятувальний. Тунель будується з метою покращення залізничного сполучення між Східною та Західною Європою через п'ятий Критський міжнародний транспортний коридор.

В геологічній будові на ділянці будівництва породи представлені ритмічними перешаруванням піщаників, алевролітів та аргілітів. Зона будівництва має високий рівень сейсмічності і по міжнародній шкалі MSK-64 (додаток Б до ДБН) сейсмічність території складає 8 балів.

Для проходки Бескідського тунелю була прийнята технологія робіт на основі Новоавстрійського методу. Її сутність полягає у поділенні забою загальною площею 115,39 м<sup>2</sup> на дві частини: верхню – калота (площею 72,5 м<sup>2</sup>) і нижню – штроса (площею 42,89 м<sup>2</sup>). При цьому спочатку в тунелі проходиться на всю довжину калота, після чого виконується розробка штроси.

Проходка тунелю здійснюється за допомогою буровибухових робіт (БВР). Бурові роботи при проходці як калоти, так і штроси виконуються з використанням самохідної двострілової електрогідролічної бурової установки Sandvik DT 820-C (Фінляндія). Буріння шпурів діаметром 45 мм передбачається з продувкою стисненим повітрям та промивкою водою.

При проходці калоти прийнятий один буровий станок, який забезпечує оббурювання всього забою калоти за цикл. Буровибухові роботи проводяться на основі паспорту, складеного на стадії виробництва робіт, і який уточнюється за результатами не менше трьох дослідницьких вибухів. Шпурові заряди по розташуванню, призначенню і послідовності підривання поділяються на врубіві, відбійні передконтурні, підшовні та підп'ятні.

Точність оконтурювання попереднього перерізу тунелю забезпечується правильним розміщенням контурних і підшовних шпурів, які рівномірно розташовуються по його контуру з інтервалом відстані між шпурами 0,4...0,6 м в залежності від міцності порід. Для заряджання шпурів вибуховими речовинами використовуються п'ять типів.



Підривання шпурових зарядів проводиться методом наступного оконтурювання.

При проведенні вибухових робіт при розробці калоти і штроби застосовуються неелектричні системи ініціювання «НОНЕЛЬ», що мають високий рівень безпеки. Підриг зарядів під час проведення буровибухових робіт здійснюється з інтервалами уповільнень, які змінюються від десятків мілісекунд до десяти секунд.

Неелектрична система ініціювання «НОНЕЛЬ» дозволяє створювати схеми, в яких поєднано унікальний комбінований спосіб миттєвого, короткоуповільненого та уповільненого підривання шпурових зарядів ВР з широким діапазоном інтервалів уповільнення, що має суттєве значення по умовах антисейсмічної дії при проведенні буровибухових робіт. При цьому загальна маса зарядів в заходці була розділена на три групи, в яких перша група підривається короткоуповільнено з інтервалами уповільнення 20...200 мс, друга – також короткоуповільнено з інтервалами 200...400 мс та третя – уповільнено з інтервалами 500...10000 мс ( 0,5...10 с).

Максимальна маса зарядів в групах була менше гранично допустима за умовами сейсмічної безпеки. В першій групі зарядів, які підриваються з інтервалами 20...200 мс, відбувається хвильова взаємодія з інтерференцією поздовжніх хвиль. Підриг зарядів другої з інтервалами 300...400 мс відбувається вже через 100 та 200 мс. За цей період поздовжня хвиля від підригу зарядів першої групи при її швидкості в гірських породах з коефіцієнтом міцності 4...8 за Протод'яконовим на рівні 2500...3500 м/с пройде відстань в 250...700 м від місця вибуху. Тобто взаємодія хвиль та їх інтерференція повністю виключаються.

Підриг третьої групи зарядів відбувається уповільнено з інтервалами 500...10000 мс і буде виконуватися з істотним проміжком від попередніх короткоуповільнених вибухів.

В результаті взаємодія поздовжніх хвиль при вибухах трьох груп зарядів повністю виключається, що і було підтверджено вимірами швидкостей коливань порід в існуючому тунелі, які дорівнювали 0,13...0,15 см/с.

Таким чином, комбінований підриг короткоуповільнених та уповільнених зарядів дозволяє істотно зменшити сейсмічний вплив при масових вибухах зарядів під час проходки двоколійного залізничного тунелю великого перерізу.

## КОМПЛЕКСНИЙ ОГЛЯД ТИМЧАСОВИХ МОСТОВИХ СПОРУД

**Горбатюк Ю. М., Лагоржевський І. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Gorbatiuk J. M., Lagorzhevskiy I. A. Complex overview of temporary bridge constructions.

The article considers the main types of temporary structures of bridge structures. The text provides an overview of the temporary support towers.

Утримання мостів та шляхопроводів повинно забезпечувати справний стан споруд для безперебійного руху транспорту із встановленими швидкостями в максимально тривалі терміни служби. Проте в результаті стихійних лих (повені, землетруси, техногенні катастрофи), військових або інших надзвичайних ситуацій може виникнути необхідність у екстремному відновленні мостових конструкцій. Пошкодження шляхів сполучення значно заважає швидкому наданню допомоги враженим територіям і потребує негайних рішень.

Тимчасові мостові конструкції повинні відповідати ряду вимог, які обумовлені сучасному рівню розвитку технології, а також потребами суспільства. Конструкції

повинні бути легкими, для можливості застосування легкого кранового обладнання, всі елементи мають бути модульними, кратними і взаємозмінними. Також конструкції мають забезпечувати багатократність використання, а час транспортування в будь-яку точку України не має перевищувати однієї доби.

Сьогодні в Україні найбільш поширеними тимчасовими мостовими конструкціями є легкі поплавкові мости, військово-понтонні і металеві.

Легкі поплавкові мости призначені для легких впливів і переправ через невеликі річки. Мають дерев'яну верхню будову у вигляді готових ланок. Плавучими опорами є наповнені поплавки. Такі пішохідні містки утримується на річці канатними відтяжками або якорями. Військово-понтонні мости обслуговуються спеціалізованими військовими частинами і призначені для подолання водних перешкод або ярів. Опори таких мостів поділяють на нерухомі і плаваючі. В якості нерухомих опор слугують опори різних систем, проте особливо поширеними є опори Біраго. Швидкість наведення таких конструкцій сягає 1 м за одну-три хвилини, в залежності від важкості конструкції.

Необхідно також звернути увагу на тимчасові опори. Раніше для спеціальних тимчасових споруд використовували в основному дерево і тільки для прогонів риштування – метал. Недоліки таких конструкцій – велика витрата лісоматеріалів (найчастіше одноразового використання); значна трудомісткість робіт по спорудженню. Тому в кінці 30-х років ХХ ст. були розроблені перші інвентарні металеві конструкції, що дозволило скоротити трудомісткість, витрати лісу і підвищити темпи будівництва.

Раніше в мостобудуванні широко використовувалися такі інвентарні конструкції, як рамні риштування Мостотрест, універсальні інвентарні конструкції УІКМ, інвентарне мостове майно ІМІ-60, а для спорудження аркових мостів – інвентарні арочні конструкції ІАК-60.

Зараз для риштування, тимчасових опор, а також надбудов використовують інвентарні конструкції МІК (МІК-С і МІК-П) зі сталі 15ХСНД. Як інвентар застосовують також понтони КС, металевий шпунт і елементи суцільних стосєчних риштувань.

## **ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УКРІПЛЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ҐРУНТОЦЕМЕНТНИМИ ПАЛЯМИ**

**Петренко В. Д., Тютькін О. Л., Святко І. О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Petrenko V. D., Tiutkin O. L., Sviatko I. O. Laboratory testing of subgrade strengthening using grouting piles.

The article describes the main aspects of carrying out soil strengthening tests in laboratory conditions and their results.

Під час розробки заходів щодо реконструкції і укріплення ґрунтових масивів виконується перевірка їх міцності за допомогою багатьох методів. В усіх випадках до уваги приймають фізико-механічні характеристики ґрунтів, отримані в результаті досліджень, а також діючі нормативні документи.

Експериментальні дослідження конструкції земляного полотна, яке посилене ґрунтоцементними палями, виконуються задля вирішення наступних питань: 1) аналіз результатів чисельного і натурного моделювання з метою отримання методики розрахунків на стадії проектування; 2) визначення залежностей властивостей ґрунтового

масиву від параметрів укріплення земляного полотна.

Методика експерименту відповідає сучасному науковому рівню, а також враховує отриманий раніше досвід. Запропонована методика включає обґрунтування задуму дослідження, інструментальне забезпечення тощо.

Основною метою проведення випробувань є дослідження і оцінка впливу різних варіантів укріплення на деформаційний стан земляного полотна.

Початковою стадією проведення експериментальних досліджень була побудова контрольної моделі. Для цього використовувався штатний лабораторний лоток, наповнений ґрунтом відповідно до поперечного профілю земляного полотна. Лабораторний лоток – це ємність з розмірами, що дозволяє виключити деформації основи, і, відповідно, їх вплив на результати дослідження. На кожній наступній стадії до контрольної моделі було додане відповідне укріплення, яке відрізнялось кількістю ґрунтоцементних елементів, їх довжиною, а також місцем розташування.

Слід зазначити, що характеристики ґрунту відповідають складним інженерно-геологічним умовам, а сам ґрунт (суглинок) для лабораторних дослідів було відібрано на проблемних ділянках залізниці.

При виконанні досліджень виконувався такий порядок робіт:

1. Улаштування конструктивного рішення укріплення ґрунтового масиву.
2. Встановлення навантажувальної і вимірювальної систем.
3. Випробування.
4. Демонтаж вимірювальної і навантажувальної систем.
5. Вилучення ґрунтового масиву і огляд ґрунтоцементних елементів.

При проведенні випробувань навантаження моделі здійснювалось поступово. Максимальне навантаження складало 16 кг. Величину максимального тиску було встановлено з розрахунку при рейках Р65 і навантаженні на вісь – 25 т.

Кожна ступінь навантаження витримувалась до умовної стабілізації деформації ґрунту. Зняття відліків з вимірювальних пристроїв на кожному ступені навантаження виконувалось після досягнення стабілізації деформацій ґрунтового масиву. Фіксування відліків з обладнання виконувалось в журнал випробувань. При досягненні максимального навантаження виконувалось розвантаження досліджуваної моделі з фіксацією відліків вимірювальних пристроїв.

Після виконання повного циклу досліджень були побудовані залежності деформацій від навантаження при заданих варіантах укріплення, а також для контрольної моделі. Отримані результати свідчать про можливість застосування ґрунтоцементних паль для укріплення в реальних умовах на небезпечних ділянках залізниць, а також про необхідність проведення додаткових натурних експериментів.

## **ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ В ПРОГОНОВІЙ БУДОВІ АВТОДОРОЖНЬОГО МОСТУ**

**Сидоренко А. В., Янковський А. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Sydorenko A. V., Jankovskij A. V. Features work joints in the span highway bridges.  
Classification of deformation seams of span structures of road bridges is carried out.

Деформаційні шви мостів (деформаційні зазори) – це вільний простір, який

передбачається для переміщень конструкцій споруди від дії різних факторів впливу і викликає як просторові зсуви і повороти конструкцій, так і деформації їх окремих елементів. Спочатку ці розриви передбачалися для запобігання появи значних напружень у конструкціях прогонових будов мостів від дії перепадів температури і називалися температурними зазорами. З плином часу поняття температурного зазору розширилося, оскільки було встановлено, що дія температури є не єдиним фактором, який змушує конструкції мостових споруд переміщатися.

В даний час відомо велика кількість різних деформаційних швів і їх окремих вузлів. Створилася необхідність їх систематизації за загальними ознаками, щоб проаналізувати не тільки властивості конструкцій того чи іншого типу, а й характер, а також умови взаємодії окремих елементів швів в процесі експлуатації. За зовнішнім виглядом конструкції деформаційних швів можуть бути розділені на відкритий, закритий, заповнений і перекритий типи. У відкритого типу шва є зазор між конструкціями, що не заповнюється. У швах закритого типу зазор між конструкціями зверху закритий покриттям проїжджої частини, покладеним без розриву, а в швах заповненого типу зазор має будь-який матеріал. У заповнених швах покриття виконано з розривом, тому з проїжджої частини видно як кромки зазору, так і саме заповнення. У швах перекритого типу зазор між сполучаються конструкціями перекритий в рівні верху проїжджої частини будь-яким елементом.

Досвід Німеччини та Австрії довів необхідність і доцільність такого підходу до застосування цих елементів мостових споруд. Причому була розроблена концепція, в рамках якої передбачено єдиний підхід і вимоги. Для деформаційних швів автодорожніх мостів ці вимоги формулюються в такий спосіб:

1. Водонепроникність деформаційного шва.
2. Довговічність і надійність (визначаються головним чином витривалістю конструкцій).
3. Мінімальні витрати на експлуатацію.
4. Мінімальні реактивні зусилля, що передаються на несучі конструкції.
5. Можливість в широкому температурному діапазоні рівномірно регулювати зазори між елементами швів, сприймати переміщення прогонових будов у всіх напрямках і площинах.
6. Можливість редукувати шумову емісію в різних напрямках при проїзді.
7. Простота і зручність монтажу.

Перераховані вище пункти, що визначають сучасну концепцію деформаційних швів, послужили передумовами для розробки технічних вимог до застосовуваних конструкцій. Дискусії фахівців закінчилися створенням і впровадженням в Німеччині та Австрії (ці країни багато в чому визначають європейський ринок) переліку технічних вимог до деформаційних швах всіх існуючих типів і методів їх лабораторних випробувань на відповідність цим вимогам.

## **ПРО НЕДІЄВІСТЬ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ПЕРЕВІРКИ ПРИ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧУВАНИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ СИЛ**

**Бринза А. О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Brynza A. O. About test of ineffectiveness check in on deformation of statically

undetectable systems by the method of forces.

In construction mechanics, when considering the calculation of statically indeterminate systems by force method, a deformation check is used. The author of the analytical analysis shows that the deformation check is ineffective. She checks the calculations at the stage from the initial diagrams (single and freight) to the construction of the final diagram of the bending moments. It does not find mistakes in the initial diagrams. To obtain reliable results required at all stages of calculation to perform verification of static equilibrium of individual parts of the system and the whole system.

В курсі будівельної механіки при розгляді розділу «Розрахунок статично невизначуваних систем методом сил» використовуються статична і деформаційна перевірки. Причому більш важливою вважається деформаційна, яка полягає в рівності нулю переміщень у напрямку відкинутих (зайвих) в'язів від узагальнених реактивних сил, що діють у напрямку цих в'язів, і заданого навантаження.

Автором наведено, що деформаційна перевірка є недієвою. Вона є проміжною і перевіряє правильність розрахунків на етапі від побудови одиничних і вантажної епюр (вихідних) до побудови остаточної епюри згинальних моментів. Перевірка ефективна тільки при громіздкому ручному обчисленню на цьому етапі, при виконанні якого можливі помилки. Однак при матричному розрахунку з використанням Mathcad, де помилок при обчисленнях немає, деформаційна перевірка є недієвою. При неправильних вихідних епюрах або матрицях, остаточна (теж неправильна) епюра згинальних моментів, що отримується за допомогою Mathcad, задовольняє деформаційній перевірці.

Допущені при складанні вихідних епюр і матриць помилки в перевірках при подальшому розрахунку зазвичай виявляються, однак не завжди. Старшим викладачем ДНУЗТ В. Н. Даценко був розглянутий випадок, в якому помилки зроблені у вихідних епюрах (матрицях) розрахункової системи в перевірках при подальшому обчисленню не виявляються. Остаточний результат розрахунку системи в цьому випадку був неправильний.

Автором наводиться аналітичне обґрунтування недієвості деформаційної перевірки при розрахунку статично невизначуваних систем методом сил.

В результаті проведених досліджень отримано наступний висновок. Для отримання достовірних результатів при розрахунку статично невизначуваних систем методом сил, необхідно на всіх етапах розрахунку виконувати перевірки умов статичної рівноваги як окремих частин системи, так і всієї системи.

## **РЕКОНСТРУКЦІЯ ПЛАНУ ЛІНІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ**

**Курган М. Б., Северин О. П., Новік Р. Б.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Kurhan N. B., Severin O. P., Novik R. B. Reconstruction of the railway plan for high-speed train traffic.

The task was set and solved to determine the scope of work and the cost of constructing the roadbed during the reconstruction of the curves limiting the speed of the trains. The technology of filling and compaction of embankments with displacement of the axis of the route is proposed.

Using the proposed methodology allowed to reduce the cost of work on the reconstruction of the railway plan.

При впровадженні швидкісного руху поїздів найбільш вагомим питанням є реконструкція плану лінії. Відповідно до Положення з проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України (ЦП-0287) під час реконструкції залізничної колії виконують виправлення кривих у плані з відновленням проектних радіусів, збільшення радіусів кривих до передбачених проектом із відповідною перебудовою земляного полотна й штучних споруд.

Реконструкція плану лінії припускає значні його зміни, що зумовлюються необхідністю збільшення радіусів кругових кривих, довжини перехідних кривих і прямих вставок між сполученими кривими. Загальний об'єм робіт з перебудови кривих включає в себе такі складові: об'єм земляних робіт, який залежить від конкретних умов місцевості й робочих відміток насипів і виїмок; об'єм робіт, пов'язаний з подовженням труб чи перебудовою мостів, якщо штучні споруди знаходяться в межах кривої; об'єм робіт з модернізації верхньої будови колії; об'єм робіт, пов'язаний з перебудовою контактної мережі, СЦБ та зв'язку (перестановка опор контактної мережі, світлофорів, перенос кабелю) та ін.

На величину об'ємів і вартість робіт впливають також характеристики плану лінії: одинокі чи сполучені криві (змінюється радіус однієї чи обох кривих, спрямовані криві в одну чи в різні сторони, яка довжина прямої вставки між кривими). Це питання виявилось мало вивченим. Пояснити можна тим, що не було гострої потреби в перебудові кривих при звичайних швидкостях руху поїздів. Така необхідність стала з'являтися тільки з впровадженням швидкісного руху поїздів.

В даній роботі поставлена і вирішена задача щодо визначення об'ємів робіт і вартості влаштування земляного полотна при перебудові кривих, що обмежують швидкість руху поїздів. Вартість земляного полотна представлена двома складовими – вартістю відсіпання насипу (чи розробки виїмки) і вартістю зайняття угідь при перебудові кривих.

Як показали розрахунки, при зміщеннях осі колії нова траса може вийти за межі існуючої смуги відводу, що потребує додаткового зайняття земель. Ширина смуги залежить від типу земляного полотна (насип, виїмка), їх робочих відміток, поперечного ухилу місцевості та інших факторів.

Встановлено, що досягти максимальної швидкості 160 км/год і відповідного скорочення часу (1...1,5 хв./км) можна при виконанні значних об'ємів робіт з перебудови кривих, що потребує розширення існуючого земляного полотна від декількох до десятків метрів.

При вирішенні завдання щодо підвищення швидкостей руху поїздів використана програма RWPlan, яка дозволила вести розрахунок відразу для всієї ділянки колії, врахувати обмеження на величину й напрямок зсувів та пікетажні положення окремих елементів плану лінії. В залежності від величини зміщення осі траси запропонована класифікація можливих випадків перебудови земляного полотна в кривих: розширення існуючого земляного полотна, присипання земляного полотна до існуючого і відсіпання земляного полотна на новій трасі. Для різних радіусів і кутів повороту побудовані графіки, за якими можна встановлювати технологію відсіпання земляного полотна відповідно наведеної вище класифікації.

Характерним для ділянок перебудови кривих є те, що після завершення будівельних робіт залізниця відразу здається в постійну експлуатацію під встановлені максимальні швидкості руху поїздів. У зв'язку з чим в ДБН В.2.3-19-2008 передбачені більш жорсткі вимоги до ущільнення земляного полотна. Так, для швидкісних ліній коефіцієнт

ущільнення призначається для верхнього півметрового шару під основною площадкою 1,03, для тих, що лежать нижче 0,98...1,0. Щоб довести коефіцієнт ущільнення ґрунту до нормативного потрібно застосування спеціальних ущільнюючих машин і технології виконання робіт (кількість проходок, швидкість руху, товщина шару, що ущільнюється, та ін.).

Ущільнення здійснюється, як правило, проходками ґрунтоущільнюючих машин уздовж насипу зі зсувом від брівки насипу до її середини. Кожен наступний прохід машини перекидає слід попередніх на 0,1...0,3 м. Із збільшенням кількості проходок підвищення щільності ґрунту спочатку відбувається більш інтенсивно, а після 10...12 проходок – майже припиняється. Питання щодо визначення раціональних способів ущільнення ґрунтів було і залишається актуальним. При розширенні земляного полотна на напрямках впровадження швидкісного руху поїздів рекомендується використовувати 13-тонний вібраційний каток ДУ-85, який є у розпорядженні Укрзалізниці. Він легко переборює підйоми, відрізняється високою маневреністю, а це дуже важлива якість під час виконання робіт з перебудови кривих ділянок. Інша, не менш важлива особливість ДУ-85, він добре справляється з поступовим ущільненням попередньо спланованих насипних ґрунтів. Істотним є також і те, що двигун і механізми катка в процесі експлуатації мають низький рівень шуму.

При плануванні заходів з перебудови кривих зі збільшенням їх радіусів важливим елементом всього комплексу робіт є посилення стійкості земляного полотна. У сучасній практиці для підвищення стійкості укосів застосовуються різні інженерні способи, серед яких уположення укосів, улаштування контрбанкетів, поліпшення властивостей ґрунтів різними фізико-хімічними методами.

У зв'язку з тим, що при динамічному навантаженні від рухомого складу область втрати стійкості розташовується у верхній зоні земляного полотна, посилення насипу контрбанкетами або уположення укосів нерідко вимагають істотних фінансових коштів і не завжди забезпечують стабілізацію деформацій верхньої частини насипу. Як показала практика, найбільший ефект підвищення міцності ґрунтів укосних частин насипу в таких випадках дають фізико-хімічні методи, що дозволяють значно підвищити характеристики міцності ґрунтів, з яких складається насип.

Застосування при оптимізації перебудови плану у якості критерію грошових витрат, надало можливість оцінити й знизити витрати на виконання робіт з реконструкції плану залізничної колії.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОГО БУДІВНИЦТВА**

**Берега І.В.,**

Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень  
НАН України, м. Одеса

Діяльність транспортного будівництва спрямована на реалізацію процесів простого й розширеного відтворення основних засобів транспорту, що прямо впливає, як на функціонування галузі, так і формування позитивних тенденцій у національній економіці України.

Процес розширеного відтворення основних засобів у транспортному будівництві спрямований на збільшення потужності організацій, що займаються будівельно-монтажними й ремонтно-будівельними роботами. Ціль всіх цих видів діяльності - максимальне скорочення живої праці й збільшення машинізації й механізації робіт.

Економічна суть процесу розширення основних фондів залишається незмінною при будь-якому механізмі керування матеріальним виробництвом. Міняються лише важелі в стимулюванні відтворення в розширеному масштабі.

З переорієнтацією економічної системи нашої країни на економічні методи керування відбуваються корінні зміни на ринку будівельної продукції. Період переходу до ринкових відносин характеризується загальним економічним спадом і нестабільністю, що для капітального будівництва обернулося недоліком інвестиційних ресурсів при різкому подорожчанні вартості будівельно-монтажних робіт та матеріалів.

Багаторазове подорожчання вартості будівництва в умовах монополії на ринках транспортної будівельної продукції й фактичній відсутності конкуренції, діючого правового й економічного регулювання цінової політики підрядників привело до значного скорочення фізичних обсягів робіт. Як наслідок, виробничі потужності все більшої частини будівельно-монтажних організацій виявилися незатребуваними. Таким чином, об'єктивні передумови для реалізації процесів розширеного відтворення основних засобів транспортного будівництва в даний момент відсутні. Також, у сучасних умовах міняються економічні орієнтири розвитку будівельної організації. Головною метою діяльності будівельної організації стає не виконання плану робіт, а збільшення прибутковості. Оскільки самофінансування організацією всіх своїх витрат робить прибуток основним джерелом засобів для підприємницьких інвестицій. У період спаду виробництва критерій обов'язкової максимізації прибутку зникає, і перед будівельною організацією на перший план висувається завдання збереження стабільного положення на будівельному ринку. У цих умовах, з метою підвищення своєї конкурентоспроможності, підприємству доцільно обмежитися малим прибутком при висновку договорів підряду. При цьому розмір виторгу по договорах, що становлять річну виробничу програму будівельної організації, повинен бути достатній для збереження виробничого потенціалу підприємства для того, щоб мати можливість одержувати більший розмір прибутку в майбутньому. Тому в період економічної нестабільності для підрядної організації, у якій обсяги робіт не тільки не ростуть, але й скорочуються, розгляд питання розширення виробництва стає недоцільним.

У міру стабілізації економічного становища галузі в цілому й окремих будівельних організаціях зокрема, останні, за умови сприятливих прогнозів на рівень споживчого попиту на будівельну продукцію, будуть мати засоби й вирішувати питання, пов'язані з розширенням основних фондів. При цьому відповідно до законів ринкової економіки найбільшою здатністю до розширеного відтворення володіє підприємство, що забезпечує одержання найбільшої величини прибутку на додатково вкладений капітал.

З огляду на, як ми вже відзначали вище, що основним джерелом інвестицій є прибуток, те перед будівельною організацією виникає проблема оптимального розподілу прибутку між фондом нагромадження й фондом споживання. В умовах повної господарської самостійності підрядна організація сама розподіляє прибуток, виходячи із займаного його положення на ринку підрядних робіт, що тече й перспективного прогнозування ринкової кон'юнктури й перспектив соціально-економічного розвитку.

При аналізі варіантів співвідношення фонду нагромадження й фонду споживання треба виходити, по-перше, з обмеженості фінансових засобів будівельної організації, за рахунок яких вона повинна вирішувати питання соціального й виробничого розвитку. По-друге, з того, що вибір співвідношення в даний момент часу служить детермінантою виробничих можливостей підрядної організації в майбутньому. Так, якщо перевага віддається нагромадженню, то робляться вкладення в майбутнє процвітання виробництва, що, у свою чергу, приведе до відповідного збільшення фонду споживання. Якщо ж основна маса прибутку використовується на особисте споживання, то таке економічне рішення приведе до скорочення виробничих можливостей відносин підрядників у майбутньому.



У кожному разі, рішучим фактором є плановий обсяг будівельно-монтажної організації. Обсяг БМР може бути визначений з використанням державних кошторисних норм і цін або по вільним (договірним) цінам. У другому випадку важливим фактором є виконання умови порівнянності ціни базисний і планований роки.

## **ВИКОРИСТАННЯ БАЛОК ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТІВ**

**Корольов Р. В., Овчинников П. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Korolyov R. V., Pavlo Ovchynnykov,

The using of railroad beams of long-term storage to reconstruct highway bridges was considered. Different span designs and beams combinations into continuous systems were analyzed.

Висока інтенсивність зростання транспортного сполучення у всіх регіонах України, а також руйнування штучних споруд у великій кількості на сході, вимагає відповідними темпами будувати нові сучасні транспортні споруди, та відновлювати існуючі з метою забезпечення безперервного і безперешкодного руху транспорту. Зростання цін на будівельні матеріали, обмеженість в використанні коштів сприяє широкому розповсюдженню сталезалізобетонних прогонових будов середніх та малих прогонів.

В таких умовах важливим резервом металу для будівництва стають балки тривалого зберігання – мостові балки мобілізаційного резерву. Довжина балки 18530 мм, з метою полегшення транспортування, вона складається з двох частин – 12350 мм і 6180 мм, що скріплюються між собою за допомогою накладки на болтовому з'єднанні. Крім того, можливе використовувати для з'єднання частин балки метод зварювання. Балки мають двотавровий переріз. Склад перерізу: два горизонтальних листа 450x30 мм, вертикальний лист 980x12 мм.

Львівським регіональним науково-технічним центром Держдор НДІ було проведено дослідження цих балок з метою виявлення дефектів котрі б ставили під загрозу використання балок в будівництві. Згідно з дослідженнями Львівського регіонального науково-технічного центру Держдор НДІ, при макро- і мікроструктурному аналізі виявлено, що структура зразків відповідає чинним нормам. В структурі металу не виявлено змін, які б мали ознаки старіння металу.

Оскільки конструкцію балок було розроблено для відновлення залізничних мостів з використанням пакетів по одній чи дві двотаврові балки, два пакети на прогонову будову, використання таких балок для автодорожніх мостів потребує модифікації конструкції балки (використання декількох балок для однієї прогонової будови, наварювання упорів на верхній пояс для улаштування залізобетонної плити), а також перерахунку прогонової будови під автодорожнє навантаження.

Так при відновленні одного з мостів, що були зруйновані під час бойових дій на сході України, згідно одного з варіантів передбачалось відновлення мосту такими прогоновими будовами за первинною схемою 4x12, а також за схемою з використанням таких балок довжиною 18 м. Розрахунок таких прогонових будов під автомобільне навантаження показав, що прогонові будови мають значний запас міцності – до 250%, тому доцільно використовувати ці балки з більшою довжиною прогону. Було

запропоновано використовувати нерозрізну конструкцію з довжиною прогону 24 метри, як більш оптимальну.

## **ЗАСТОСУВАННЯ НАПЛАВНОГО МОСТУ НЖМ-56 ПРИ ТИМЧАСОВОМУ ВІДНОВЛЕННІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ.**

**Ярмолюк В.М., Лісняк М.О., Лихоп'юк П.А., Петрівський І.В.,  
Артем'єв М.С., Горбатюк Ю.М., Москальов Г.Ю.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Military department training specialists of Derjspectransslujba in 2014 a study was conducted to ensure the Armed Forces of Ukraine bridge subdivisions of Derjspectransslujba using guidance rail floating bridges and improvement ferry from property НЖМ-56 through a broad and deep water obstacles in the event of the destruction of bridges as a result of natural disasters, man-made disasters, military.

Військовою кафедрою підготовки спеціалістів Держспецтрансслужби в 2014 році було проведено дослідження забезпечення діяльності Збройних Сил України мостовими підрозділами Держспецтрансслужби за допомогою наведення залізничних наплавних мостів і облаштування паромних переправ із майна НЖМ-56 через широкі та глибокі водні перешкоди в разі руйнування мостових переходів, як наслідок стихійного лиха, техногенних катастроф, військових дій.

За результатами дослідження в основу, яких було покладено матеріали військових навчань «Десна - 98» і «Перспектива - 2012» підтверджено тактико-технічні характеристики наплавного моста НЖМ-56 та обґрунтовано доцільність використання наплавного мосту НЖМ-56 не лише в інтересах оборони, а і в мирний час в інтересах національної економіки, особливо при будівництві позакласних та великих мостів, а також під час капітального їх ремонту та в умовах ліквідації наслідків техногенних та природних катастроф.

В 2014 році за розпорядженням ГШ ЗС України виготовлено два проекти обходів зруйнованих підірванням вибухівки автодорожніх мости, один - на трасі поблизу с. Семенівка через річку Казенний Торець на трасі Київ-Харків-Довжанський у Слов'янському районі та другий - через р.Сіверський Донець на автомобільній дорозі Красний Лиман – Артемівськ – Горлівка біля с. Закітне.

Для проектування обходів цих мостів спеціалісти Держспецтрансслужби використали майно НЖМ-56, що дало змогу в стислі терміни навести наплавні мости довжиною до 100м та забезпечити рух автомобільного транспорту.

За технічними характеристиками наплавний міст НЖМ-56 призначений для короткотермінового застосування в період відсутності льодоставу. На р.Сіверський Донець наплавний міст по понтонах, якого було прокладено два дерев'яних настили шириною по 4м кожний, забезпечив рух транспорту в двох напрямках одночасно зі швидкістю до 30км/год, як в літній так і зимовий періоди, що є підтвердженням практичного використання моста НЖМ-56 не тільки короткотермінову, а і в тимчасовому автодорожньому варіанті на річках шириною до 100м для забезпечення дій ЗС України.



тимчасового терміну експлуатації.

Проведені спостереження в 2014 – 2016 р.р. за наплавним мостом НЖМ-56 спорудженого під два автодорожні проїзди на р. Сіверський Донець впродовж терміну його експлуатації підтвердили його живучість в воєнних умовах та доказали доцільність використання майна НЖМ-56 при складанні проектів відновлення автодорожніх мостів на ближньому обході для

## **СЕКЦІЯ 11 «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА»**

### **ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧИХ ЗОН ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ УГЛЯ**

**Оладипо Мутиу Олатойе**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна

New numerical models were developed to compute air pollution near railway during coal transportation. The models are based on equations of potential flow and coal dust dispersion. To solve the equations difference schemes were used. Results of numerical experiments are presented.

В Нигерии происходит транспортировка угля в полувагонах. При этом нередко уголь загружается с «шапкой». В этом случае происходит интенсивный вынос угольной пыли из железнодорожных вагонов. Это приводит к масштабному загрязнению примагистральной территории и к потере груза. В связи с этим возникает важная задача по уменьшению выноса угольной пыли из полувагонов. Кроме этого, необходимы методы прогноза уровня загрязнения рабочих зон возле магистрали при выносе угольной пыли.

Для минимизации процесса выноса угольной пыли из полувагона удобно применять увлажнение груза. Но данный метод не подходит для условий Нигерии, где имеет место существенный дефицит воды. В данной работе рассматривается способ уменьшения выноса угольной пыли из полувагонов за счет установки специальных бортов и дефлекторов. Применение такого подхода позволяет уменьшить концентрацию угольной пыли в рабочих зонах, расположенных возле железнодорожной магистрали. Для научного обоснования применения дополнительных бортов на полувагонах были разработаны две численные модели. Первая модель предназначена для решения аэродинамической задачи по обтеканию вагона, на котором установлены дополнительные борта и дефлекторы в двухмерной постановке. Вторая модель позволяет рассчитать процесс загрязнения рабочих зон возле железнодорожной магистрали в трехмерной постановке.

С помощью маркеров задается, положение железнодорожного вагона, его форма, форма «насыпи» сыпучего груза в полувагоне. Интенсивность выделения пыли от насыпи в полувагоне рассчитывается на базе эмпирических зависимостей.

Для численного интегрирования моделирующих уравнений используются неявные разностные схемы.

В работе представлены результаты вычислительных экспериментов, которые позволяют оценить влияние различных физических факторов на формирование зон загрязнения при транспортировке угля и оценить эффективность применяемых на вагонах способов защиты.

В работе представляются результаты лабораторных исследований по оценке влияния дополнительно установленных бортов на минимизацию выноса угольной пыли из полувагона. Эксперименты проводились на моделях полувагонов. Эксперименты подтвердили, что установка дополнительных бортов позволяет уменьшить интенсивность выноса угольной пыли. Также показано, что использование воздушной завесы на бортах полувагона позволяет уменьшить вынос угольной пыли и снизить степень загрязнения рабочих зон возле железнодорожной магистрали.

## МОДЕЛЮВАННЯ ОСІДАНЬ ЗАКРИТИХ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Ремез Н.С., Осіпова Т.А.,  
ІЕЕ НТУУ «КПІ»

Remez N. S., Osipova T. A. The simulation of the closed landfill settlement considering dynamic loads. As the closed landfills occupy 7 % of the territory of Ukraine, there is a question about the possibility of their use in future as a foundation for different constructions. The goal is to establish a dependencies of the settlement of a closed landfill on the properties of the underlying soil and on the dynamic loads. This will allow forecasting the possibility of using a landfill as a foundation for a variety of purposes.

Проблеми стану довкілля в Україні та світі набувають все більшої актуальності, зважаючи на підвищення рівня антропогенного впливу на об'єкти природи. Серйозною проблемою світового масштабу виступає збільшення обсягів накопичення відходів. Україна займає одне з перших місць в світі за кількістю сміття на одиницю населення. Лише 5 % відходів переробляють, інші 95 % вивозять на звалища та полігони твердих побутових відходів (ТПВ). Тому постає проблема використання закритих полігонів в якості основи споруд і конструкцій.

Моделювання осідання полігону з врахуванням динамічного навантаження дозволить прогнозувати придатність конкретного закритого звалища, до використання в якості ділянки дороги, транспортної магістралі, швидкісної траси, залізничного полотна тощо. Покриваючий і підстилаючий шари ґрунту описувалися моделлю Кулона–Мора. При цьому тіло полігону моделювалося слабким ґрунтом з урахуванням повзучості, використовувалася модель Soft Soil Creep (SSC) [1]. На даний час ця модель найбільш повно описує такі властивості слабого ґрунту, як залежну від напружень жорсткість, а також вторинну компресію з урахуванням повзучості. Для чисельного розв'язку задачі використовувався метод скінченних елементів. Розрахункова область розбивалася на 265 трикутних елементів. Розрахунок проводився для величин при навантаженні 5-200 кПа.

У результаті чисельного розрахунку встановлено, що якщо величина вертикального навантаження 50 кПа то можна спостерігати, що досягаються деформації, рівні 4,19 м для глини (рис.1) і 5,06 для піску (рис.2).

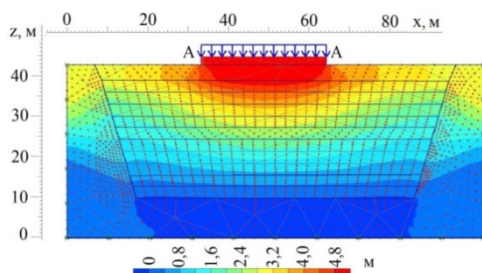


Рис. 15. Вертикальні деформації полігону з вертикальним розподілом динамічним навантаженням 50 кПа (глина в основі).

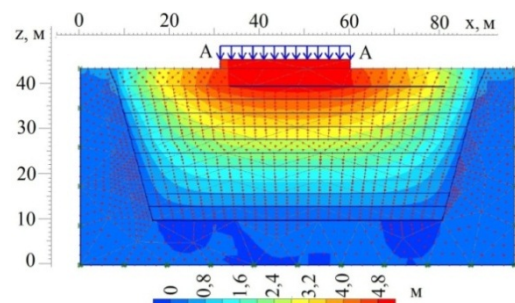


Рис. 16. Вертикальні деформації полігону з вертикальним розподілом динамічним навантаженням 50 кПа (пісок в основі).

Зі збільшенням привантаження до 100 кПа осадка полігону з піщаною основою зростає на 4,2% (5,27 м), з глинистою – на 4,8% (4,39 м).

На рис.3 представлена залежність осадки полігону ТПВ від величини статичного та

динамічного вертикального привантаження для двох типів ґрунтової основи, для яких було побудовано аналітичні залежності: для піску -  $y = 0,035x^2 - 0,0516x + 4,928$ ; для глини -  $y = 0,0096x^2 + 0,1491x + 3,672$ .

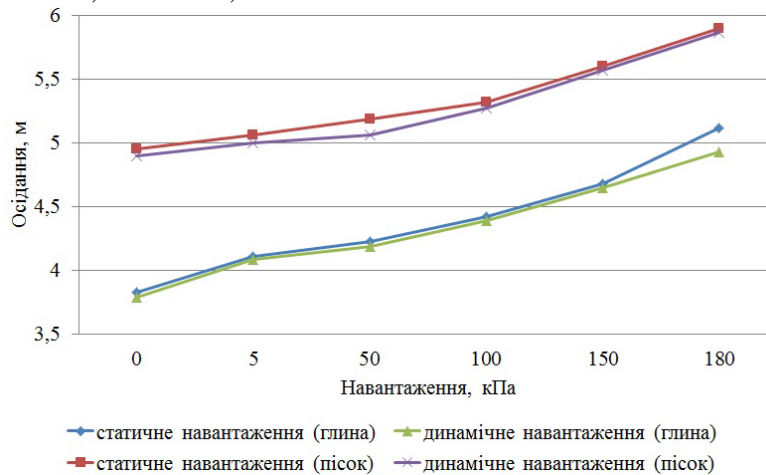


Рис. 3. Залежність осідання полігону з глинистим та піщаним ґрунтом основи від вертикального розподіленого статичного та динамічного навантажень

### Висновки

На основі математичного моделювання досліджено вплив динамічного привантаження на величину осадки полігону ТПВ. Встановлено, що найбільших вертикальних деформацій зазнає полігон з піщаною ґрунтовою основою.

При збільшенні навантаження з 5 до 180 кПа, осідання зростає на з 4,95 м до 5,9 м для піску та з 3,83 м до 5,1 м для глини. Встановлено, що при навантаженні 180 кПа і більше відбувається руйнування полігону, тому при подальшому будівництві необхідно враховувати обмеження по навантаженню. Отримані аналітичні залежності осідання полігону ТПВ з різними підстилаючими ґрунтами від величини статичного і динамічного привантаження. Це дає можливість здійснювати прогнозування осідання полігонів з метою оцінки їх стійкості при динамічних навантаженнях різної природи: дороги, транспортні магістралі тощо.

### Література

1. Vermeer P.A., Neher H.P. (1999): A Soft Soil Model that Accounts for Creep. Proc. Int. Symp. "Beyond 2000 in Computational Geotechnics", Amsterdam, pp. 249-261, Balkema, Rotterdam.
2. Ремез Н.С., Осипова Т.А. Прогнозирование использования полигонов ТБО в качестве основания сооружения // ISJ Theoretical & Applied Science 7 (27) 2015, pp. 34 – 39.

## ЗАСТОСУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В СИСТЕМАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

**Астахов Д.В., Яришкіна Л.О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна,  
Україна

Astahod DV, Yaryshkina LA, Natural minerals for water treatment of heavy metals in water supply systems railways.

The estimation process and potential deposits of glauconite, mordenit in Ukraine, for their use in water treatment technology from heavy metals.

В ХХІ сторіччі проблема очищення питної води стає, однією із стратегічних завдань держави. Водні ресурси визначають розвиток окремих регіонів, розміщення промислових об'єктів і населених пунктів, відіграють важливу роль у формуванні природно-технічних комплексів.

Забруднення гідросфери скидами підприємств як залізничного транспорту так і інших галузей, шкідливих відходів виробництв, незадовільний стан трубопроводів і каналізаційних мереж, недостатня кількість матеріальних ресурсів на будівництво і ремонт очисних споруд, спричиняють забруднення питної води сполуками хрому, марганцю, нікелю, кобальту, міді, цинку, кадмію, свинцю та інших металів.

Загострення проблеми очищення питної води потребує пошуку та впровадження нових ефективних рішень. Доцільним способом підвищення якісних показників питної води є використання адсорбційно-захисної властивості природних дисперсних мінералів українських родовищ. Вітчизняні природні сорбенти, відомих родовищ мінеральної сировини, мають низьку собівартість, високі адсорбційні властивості, легко піддаються регенерації, модифікації, утилізації.

Питна вода не повинна вміщувати деякі компоненти, зокрема важкі метали, спроможні змінювати її органолептичні показники та погіршувати фізико-хімічні властивості.

У цілому загальна токсична дія важких металів визначається механізмом їх взаємодії з різними біологічними структурами на рівні людського організму. Тому відповідні державні структури уважно стежать аби вміст важких металів у воді не перевищував допустимі рівні, встановлені санітарними правилами і нормами (СанПіН), медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості питної води, а також державними стандартами України,

Для підтвердження гіпотези про адсорбційну спроможність природних мінералів щодо вилучення важких металів із питної води були проведені дослідження і отримані результати дали можливість зробити наступні висновки: природні дисперсні мінерали палигорськіт, глауконіт, що відносяться до глин, морденіт, що входить у групу цеолітів, вибірково адсорбують важкі метали; поглинальна спроможність цеоліту - модерніту щодо вилучення важких металів з питної води вища, ніж палигорськіта і глауконіта; природні адсорбенти, адсорбуючи важкі метали, покращують органолептичні показники та безпеку питної води; отримані оптимальні технологічні параметри сприятимуть удосконаленню технології очищення питної води від важких металів.

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА РОБОЧИХ ЗОН ТОРГОВЕЛЬНИХ ЦЕНТРІВ З ВРАХУВАННЯМ ЗОВНІШНІХ ТА ВНУТРІШНІХ ФАКТОРІВ**

**Біляев М. М., Худенко В. Ф., Леоненко О. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Belayev N.N., Khudenko V.F., Leonenko O.V. Parameter optimization of working area's air environment in shopping centers taking into account external and internal factors.

Increasing the number of road transport and the impact of its emissions on human health,

the location of large shopping centers, civil and residential buildings along major highways necessitates research spreading of harmful emissions from vehicles inside of the buildings and their impact on the parameters of the working area. Integrated consideration of external and internal factors influencing the parameters of the working area will help design the shopping center with working areas, which parameters will accord regulatory requirements.

Однією з головних і найбільш розповсюджених проблем процесу урбанізації та технічного прогресу є техногенний вплив на атмосферне повітря, що постійно зростає. До основних джерел, що забруднюють навколишнє середовище відносять промислові комплекси, паливно-енергетичні підприємства, а також транспорт. У великих містах частка шкідливих викидів автотранспорту в загальному обсязі забруднень може досягати 90%. При цьому, на відміну від промисловості, вплив на населення більш значний: основна кількість автотранспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення, а шкідливі викиди, в своїй масі, зосереджені в нижніх шарах атмосфери, де протікає основна життєдіяльність людей. Враховуючи щільну забудову і ускладнене розсіювання токсичних газів, що містять в собі відпрацьовані гази двигунів, отримуємо найбільш відчутний та довготривалий вплив на людину.

Питанням вивчення впливу забруднення повітря урбосистем на здоров'я населення присвячені праці Л. Бей., О. Ігнатової, М. Семенко та інші.

На сьогоднішній день діє Закон України «Про охорону атмосферного повітря», що вимагає розробки комплексу заходів зі зниження небезпечного впливу автомобільних викидів на повітряний басейн міста. Для цього необхідно спрогнозувати рівень забруднення повітря шкідливими викидами від автотранспорту на вулицях та їх розповсюдження. Вже існують моделі розповсюдження викидів автотранспорту та моделі для оцінки якості атмосферного повітря викидами автотранспорту в умовах міської забудови. Цим питанням присвячені праці М. Біляєва, М. Берлянд, Т. Русакової, Л. Пляцук, S. Vardoulakis та інші. Однак, питанню вивчення процесів розповсюдження та впливу зовнішніх шкідливих викидів від автотранспорту на робочі зони, що розташовані всередині будівлі, присвячено мало уваги, а моделі для врахування цих впливів на параметри робочої зони всередині громадських будівель взагалі відсутні.

Серед громадських будівель, що розташовані поблизу крупних автомагістралей із робочими зонами біля входів/виходів, особливо слід виділити великі торговельні центри. Також слід відзначити, що синхронізація зростання кількості автотранспорту, що автоматично підвищує шкідливі викиди до атмосферного повітря, та зростання кількості людей, що відвідують торговельні центри у «час-пік», призводить до збільшення терміну «відчинених дверей». В наслідок цього значно зростає кількість викидів, що потрапляють в робочу зону працівників торговельних центрів.

Для моделювання забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту на вулицях міст поблизу крупних торговельних центрів та їх переносу у внутрішнє середовище будівель і забруднення ними повітря робочої зони, проведено класифікацію факторів і визначено необхідні фізичні параметри.

Задача прогнозування рівня забруднення повітря всередині будівлі (в робочій зоні) від зовнішнього автомобільного транспорту апіорі повинна вирішуватись з врахуванням зовнішніх та внутрішніх факторів в їх взаємозв'язку. Так як розробити модель, яка враховує всі ці фактори дуже складно, тому необхідно призначити декілька сценаріїв з різноманітних комбінацій вихідних даних: форма та розмір будівлі, розташування будівель відносно одна одної та відносно автомагістралі, інтенсивність та режим шкідливих викидів, швидкість та напрямок вітру, коефіцієнт атмосферної дифузії, схему приточно-витяжної вентиляції тощо. Всі ці фактори впливу необхідно враховувати ще під час проектування торговельних центрів, використовуючи раціональні інженерно-технічні



та архітектурно-планувальні рішення.

Збільшення кількості автомобільного транспорту та вплив його викидів на здоров'я людини, розташування великих торговельних центрів, громадських і житлових будівель вздовж крупних автомагістралей обумовлює необхідність дослідження розподілу шкідливих речовин від викидів автотранспорту в середині будівель, а також їх вплив на параметри робочої зони працівників. Комплексне врахування зовнішніх та внутрішніх факторів впливу на параметри робочої зони дасть змогу проектувати торговельні центри з робочими зонами, параметри яких будуть відповідати нормативним вимогам.

## **РЕГЕНЕРАЦІЯ КОАГУЛЯНТУ, ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ВОДООЧИСНИХ СТАНЦІЙ**

**Васильєва С. В., Яришкіна Л.О.**

Дніпропетровській національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна,  
Україна

Vasilyeva S.V., Yaryshkina L.A. Regeneration coagulant as a means to optimize the work wastewater treatment plants.

The possibility of regenerating a crude dewatered sludge of a water treatment station containing aluminum oxides with inorganic acids was examined, threshold values of the pH of the reaction mixture, optimal concentrations of sulfuric and hydrochloric acids, as well as the efficiency of coagulant regeneration were established.

Ефективним напрямком використання осадів станцій очищення природних вод, особливо в разі очищення вод, з малою каломутністю, коли вміст оксиду алюмінію в них може досягати 40% і більше (на суху масу), є регенерація коагулянту. Регенерацію коагулянтів доцільно здійснювати на станціях великої і середньої потужності, де споживаються великі кількості коагулянтів і утворюються великі обсяги осадів. Коагулянти можна регенерувати шляхом розчинення продуктів гідролізу в кислотах або лугах, аналогічно отриманню сульфату алюмінію з його гідроксиду, а також екстракцією органічними реагентами. Зазвичай використовують свіжоосаджений зневоднений осад, який вилучено з очисних споруд не пізніше ніж через 1-1,5 год.

Кислоту дозують з розрахунку отримання сульфату алюмінію, і розчинення закінчують при pH 3-3,2. Доза кислоти збільшується при наявності в осадах гідроксидів і карбонатів кальцію і магнію. Оскільки регенерацію здійснюють на очисних станціях, то коагулянт отримують у вигляді розчинів, які відокремлюють від нерозчинного залишку відстоюванням або фільтруванням, часто із застосуванням флокулянтів. З метою отримання концентрованих розчинів коагулянту і видалення органічних домішок нами запропоновано зневоднення осаду висушуванням і обробка його концентрованої сірчаної кислотою. Наявність у вихідному осаді підвищеної кількості органічних домішок, сполук заліза та марганцю ускладнює процес регенерації. Знебарвлення здійснюють хлоруванням або ультрафільтрацією крізь полімерні мембрани. Пропускаючи розчини коагулянту крізь сильноосновні катіоніти, можна здійснити їх концентрування. Регенерацію коагулянту можна проводити також 30% -ним розчином сульфату алюмінію при pH 3,3-3,4 з утворенням основної солі  $Al(SO_4)(OH)$ .

Нами встановлено, що розчинення гідроксиду алюмінію, що знаходиться в складі опадів, відбувається при певних порогових значеннях pH реакційної суміші, які коливаються в залежності від стану гідроксиду для сірчаної кислоти від 4,5 - 4,2 до 3,2-2,5

і для соляної кислоти від 4,2-3,8 до 2,5-2.

Мінімальний обсяг вторинного осаду відповідає  $pH = 2,5-3,2$  при використанні сірчаної кислоти і  $pH = 1,5-2$  при використанні соляної кислоти. Залежно від виду і концентрації вихідного осаду обсяг вторинного осаду становить при використанні сірчаної кислоти 8-18%, а при використанні соляної кислоти 12-25% обсягу вихідного осаду. Збільшення обсягу вторинного осаду призводить до зниження ефективності процесу регенерації внаслідок зростаючих втрат розчину регенованого коагулянту. Максимальна ефективність регенерації коагулянту сірчаною кислотою досягає 65-85% при  $pH = 2,5-3,2$ , а соляною кислотою - 40-75% при  $pH \sim 2$ .

## **ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ НА ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ**

**Тур Ю.В., Яришкіна Л. О.**

Дніпропетровській національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна, м. Дніпро  
Україна

Tur Ju. V., Yaryshkina LA, Methods for improving water on iron removal filter railway stations Ukraine.

A critical analysis of the technology of iron removal from water used in railroad water supply systems has been carried out, and the technology has been optimized using filtration through zeolite loading.

В Україні використання підземних вод для водопостачання населення істотно відрізняється від більшості розвинених країн і складає лише 32% загального обсягу водоспоживання (для систем залізничного водопостачання приблизно 70%). В експлуатації знаходиться менше половини з розвіданих родовищ.

Залізовмісні підземні води, в яких майже завжди міститься марганець і сірководень, поширені по всій території країни. Концентрація заліза і марганцю в них відповідно складає 0,5-20 мг / л і більше і 0,2-4 мг / л, сірководню -0,5-8 мг / л. Це переважно Полтавська та Львівська області, а також прилеглі до них райони - водозабори Південної та Львівської залізниць. У південних районах України: Херсонська, Миколаївська та Одеській областях перевищення нормативного значення за вмістом заліза становить більш ніж 50 разів .

Тому, однією з головних складових загальної проблеми отримання високоякісної питної води для потреб населення і залізничних підприємств є вибір надійних технологічних схем очищення підземних вод від сполук заліза.

На діючих водоочисних станціях залізниць України спеціальних споруд для знезалізнення води майже не передбачено. У деяких технологічних схемах очищення підземних вод (наприклад, ст. Сарни Львівської дороги) видалення заліза відбувається при проясненні води.

Таким чином, з метою поліпшення якості питної води, що одержують в системах залізничного водопостачання з підземних джерел до вимог ДСТУ 7525:2014 і ДержСанПіН 2.2.4-171.10, а також стандартів ЄС - технологічні схеми та обладнання станцій очищення води потребують вдосконалення та оптимізації діючих процесів, а також впровадження сучасних технологій видалення сполук заліза з води.

В ході виконання роботи нами визначено основні технологічні схеми для здійснення процесів знезалізнення води.

Для підземних вод з невеликим вмістом заліза (1-5 мг/л) нами рекомендовано застосовувати спрощену аерацію з подальшим фільтруванням крізь пеолітову завантаження. Визначено основні технологічні параметри: фракційний склад і висота завантаження фільтрів: пеолітовий пісок -  $d = 1-3$  мм,  $h = 1,5-1,7$  м; шебінь -  $d = 20-25$  мм,  $h = 0,8-0,9$  м. Робоча швидкість фільтрування - 7,0-8,0 м/год. Максимальна швидкість фільтрування у форсованому режимі - 10 м / год.

При очищенні підземних вод, що характеризуються вмістом заліза на рівні 3-8 мг/л, наявністю сірководневого запаху (2-5 мг/л сірководню) і цвілі рекомендується використовувати аераційно-фільтрувальний і озонофільтрувальний режими. В обох випадках залишковий вміст заліза відповідно - 0,2 і 0,04 мг / л, а сірководень - відсутній. Доза озону при цьому 0,8 - 2,5 мг / л

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ФЛОТАЦІЙНИХ УСТАНОВОК З МЕТОЮ УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДУ, ЩО УТВОРЮЄТЬСЯ**

**Глєбова В.В., Яришкіна Л.О.**

Дніпропетровській національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна,  
Україна

Glebova V.V., Yaryshkina L.A. Optimization of work installations to flotation sludge formed.

An engineering parameters of flotation units, when used as a coagulant waste. As waste is proposed to use a mixture hydroxides precipitates formed, when using flotation plant.

В Україні в результаті утворення великої кількості токсичних (небезпечних) відходів проблема екологічної безпеки набула особливої гостроти. Розрив між прогресуючим накопиченням токсичних відходів і заходами щодо їх утилізації та ліквідації загрожуює поглибленням економічної кризи і загостренням соціально-економічної ситуації на Україні.

До розряду токсичних відходів відносять осади флотаторів, відстійників після реагентного або електрокоагуляційного очищення води, а також відходи, які містять алюміній і його сполуки (код небезпечної складової - C01). Таким чином, осади, які утворюються в процесі очищення природних і стічних вод на залізничному транспорті, відносяться до відходів П-Ш класу небезпеки, поводження з якими регламентується положеннями законів України.

Встановлено, що багато неорганічних сполук алюмінію, що зберігаються в розчиненому стані тривалий час можуть мати шкідливий вплив на людину і теплокровних тварин, зокрема, до ознак отруєння алюмінієм, фахівці відносять анемію, енцефалопатію, розм'якшення кісток, серцеву інтоксикацію.

Кількість осадів, що вміщують алюміній, в залежності від якості води, що оброблюється, виду застосовуваних коагулянтів, конструктивних особливостей флотаторів, в яких вони осаджуються, змінюється зазвичай від 0,1 до 1%, а в окремих випадках досягає 5% обсягу води, що очищається. Це призводить до погіршення екологічного стану на підприємствах залізничного транспорту.

Представлена робота виконана з метою розробки технології утилізації алюмінійвміщуючих осадів, що утворюються при роботі флотаційного обладнання і визначення оптимальних параметрів реалізації окремих стадій технологічного процесу.

У роботі проаналізовано роботу флотаційних установок та визначено кількість та

склад осадів, що утворюються.

Нами запропоновано використання осаду для отримання регенованого коагулянту або використання в якості коагулянту реакційної суміші гідроксидних осадів флотаторів з сірчаною кислотою. Досліджено можливість використання реакційної суміші для очищення стічних вод залізничних підприємств. Реакційна суміш додається в стічну воду з розрахунку 40-60 мг/л по  $Al_2O_3$ . Для поліпшення процесу утворення пластівців в стічну воду крім реакційної суміші доцільно додавати поліакриламід (ПАА) в кількості 1-1,5 мг/л.

## **ENVIRONMENTAL EFFECTS OF MILITARY ACTION AT THE EAST OF UKRAINE**

**Бублейник В. А., Никифорова О. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна,  
Україна

Bubleynik V. A., Nikiforova O. A, Environmental effects of military action at the east of Ukraine.

Besides the most obvious consequences of the war in the eastern regions of Ukraine, including loss of life, destruction of homes, destruction and general poverty, war leads to poor economic condition of the country, threatening the environment, impairs social circumstances. Russian military aggression in eastern Ukraine causes serious environmental consequences (Donetsk and Luhansk) - is groundwater contamination, water, air pollution, disabling of vast arable land, destruction and damage of natural reserve fund, forest fires and others. In war the Government's attention focused on such urgent issues as financing the army, placing refugees and assist the wounded. But at the same time, Ukrainian's government needs to pay attention to other possible consequences of the war, and study them comprehensively, because the problems environmental conditions can easily turn into a social threat.

Крім найочевидніших наслідків війни у східних регіонах України, таких як загибель людей, знищення домівок, загальної руйнації та злиднів, війна призводить до погіршення економічного стану країни, загрожує оточуючому середовищу, погіршує соціальні умови життя. Російська збройна агресія на сході України призводить до серйозних екологічних наслідків (Донецька і Луганська області) — це забруднення підземних вод, водойм, забруднення атмосферного повітря, виведення з ладу значних масивів ріллі, знищення і псування об'єктів природно-заповідного фонду, лісові пожежі та інш.

Серед безлічі промислових підприємств, пошкоджених у результаті бойових дій, виявилися найбільш екологічно небезпечні виробництва — Ясиноватський, Авдіївський і Єнакіївський коксохімічні заводи, Єнакіївський металургійний завод, Лисичанський нафтопереробний завод, Донецький казенний завод хімічних виробів, Слов'янська, Луганська і Курахівська теплові електростанції, північно-донецький «Азот» і горлівський «Стирол».

Так, в результаті артилерійського обстрілу на Авдіївському коксохімічному заводі сталася пожежа і витік коксового газу з великим вмістом бензолу, толуолу, нафталіну, сірководню, меркаптану, синільної кислоти і аміаку. Тільки у Луганській області забрудненими водами затоплені близько 20 шахт, що веде до подальшого забруднення підземних вод. У районі боїв відбувається масове забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами, металевими осколками від снарядів і мін, а також збідненим ураном, який використовується для підвищення броньової здатності деяких

боєприпасів. При подаванні води на окупованих бойовиками територіях нерідко не відбувається її дезінфекція активним хлором, що може стати причиною виникнення інфекцій. Потенційними джерелами забруднення річок є скид токсичних речовин в результаті аварії якогось підприємства, потрапляння у воду трупів людей чи тварин, пошкодження міських очисних установок, забруднення вірусами чи мікроорганізмами в результаті терористичних актів тощо. Будь яка з цих подій може призвести до того, що вода буде становити небезпеку для здоров'я людей і тварин, а оскільки річка є основним джерелом прісної води, санітарно-гігієнічна ситуація в містах може досягти критичного стану.

З проведенням екологічного моніторингу на окупованих територіях склалася катастрофічна ситуація. Не працюють пости контролю якості поверхневих вод, пости контролю якості атмосферного повітря в Донецьку, Макіївці, Горловці, Єнакієвому, Луганську і Алчевську, паралізовано роботу Державних екологічних інспекцій, не контролюється радіаційний фон. Для прикладу, з 39 постів Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів в Донецькій області і 24 — в Луганській зараз працює 20 і 6 відповідно. Схожа ситуація склалася і з постами контролю якості атмосферного повітря обласних гідрометеоцентрів. У Донецькій області працює 11 з 25, а в Луганській — 4 з 11 постів. В умовах війни увага влади зосереджується на таких нагальних питаннях як фінансування армії, влаштування біженців та надання допомоги пораненим. Але в той же час, потрібно приділяти увагу й іншим можливим наслідкам війни, та вивчати їх комплексно, оскільки проблеми стану оточуючого середовища можуть легко перетворитися на загрози соціального характеру. Наприклад сильне забруднення питної води чи пошкодження потужного промислового об'єкту неминуче призведуть до хвороб і загибелі людей, що в свою чергу викличе проблеми економічного характеру. Саме тому необхідний всеосяжний підхід до визначення наслідків війни на Донбасі та шляхів їхнього вирішення.

## **ЗБЕРЕЖЕННЯ РІЗНОМАНІТТЯ ШЛЯХОМ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**Шкода Є.Є., Самарська А.В., Зеленько Ю.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Shkoda Ye., Samarska A., Zelenko Yu., The biodiversity conservation via increasing the level of the transport infrastructure environmental safety.

The consequences for wildlife of constructing transport infrastructure include traffic mortality, habitat loss and degradation, pollution, altered microclimate and hydrological conditions and increased human activity in adjacent areas. All these cause considerable loss and disturbance of natural habitats. In addition, roads, railways and waterways impose movement barriers on many animals, barriers that can isolate populations and lead to long-term population decline. To obtain an ecologically sustainable transport infrastructure, mitigation of these adverse effects on wildlife needs a holistic approach.

У зв'язку з інтеграцією України до Євросоюзу, переходом до стратегії сталого розвитку та відповідно до директиви Ради Європи 92/43/ЕЕС про збереження природних типів оселищ та природних видів фауни й флори (Council Directive 92/43/ЕЕС on the Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora) підвищуються вимоги до рівня

екологічної безпеки територій транспортної інфраструктури.

Відомо, що з 1998 року на території 16 країн Європейського Союзу діє програма «COST 341 Action to address the issues associated with Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure», метою якої є розробка новітніх інструментів для оцінки, запобігання та зниження впливу транспортної інфраструктури на природну флору та фауну. Отриманий досвід та інформація можуть бути цінними для України при плануванні розвитку нової транспортної інфраструктури та покращення екологічного функціонування вже існуючої.

Розвиток транспортної інфраструктури є причиною втрати, фрагментації та деградації природного середовища проживання живих організмів, забруднення довкілля, змін гідрологічного режиму, природного стоку та мікроклімату, смертності та довго тривалого скорочення чисельності популяцій та їх різноманіття. Також, транспортна інфраструктура створює бар'єрні перешкоди для міграції та розмноження популяції різних видів. Відбувається подрібнення екосистем на менші та більш ізольовані ділянки. Дана ситуація у всьому світі визнана однією з основних загроз збереженню біологічного різноманіття.

Крім того, чужорідні види рослин (насіння яких переноситься транспортними засобами з різних місцевостей) можуть поширюватися уздовж транспортних коридорів, тим самим витіснити аутентичні види та руйнувати усталені зв'язки у біогеоценозах. В якості прикладу, рододендрон у Великобританії та вузьколиста амброзія (є надзвичайно токсичною для великої рогатої худоби) в Іспанії. Ці факти свідчать про те, що чужорідні види рослин можуть швидко поширюватися на великі географічні площі завдяки транспортній інфраструктурі.

Якщо боротьба з чужорідними інвазивними видами може призвести до знищення аутентичних видів та забруднення навколишнього середовища, то зниження бар'єрного ефекту та рівня смертності популяцій через нещасні випадки на дорозі можливо без погіршення якості навколишнього середовища.

Отже, для підвищення рівня екобезпеки транспортної інфраструктури та збереження різноманіття необхідно провести наступні дослідження. По-перше, провести детальну оцінку впливу транспортної інфраструктури, врахувати як первинний, так і вторинний ефекти. По-друге, визначити цільові види тварин для кожного з квадратів інфраструктури, їх чисельність, щільність та динаміку смертності від зіткнень з транспортом. По-третє, обрати необхідні заходи для зменшення фрагментації середовища проживання та зниження смертності популяцій. Ці заходи можна класифікувати на дві групи:

- Заходи, які безпосередньо спрямовані на зменшення фрагментації середовища. Це заходи, що забезпечують зв'язок між середовищем проживання та інфраструктурою. Наприклад, надземні біосферні мости для тварин, модифіковані мости - багатофункціональні переходи, підвісні мости, що з'єднують верхівки дерев, віадуки, річкові переходи, підземні переходи для великих і середніх тварин, окремо для дрібних тварин, модифіковані і багатофункціональні підземні переходи, кульверти, переправи для риб, тунелі для амфібій;

- Заходи, спрямовані на підвищення дорожньої безпеки та зниження смертності популяції тварин. Наприклад, паркани, використання репелентів, світла та шуму, що в свою чергу стримує і відлякує тварин та птахів, попереджувальні знаки і системи з сенсорами, усунення рослинності (покіс високої трави), висадка відповідних аутентичних видів рослин, створення виходів до водойм.

Безумовно, дана класифікація є умовною, оскільки на практиці необхідне застосування обох груп заходів. Наприклад, паркани є хорошим способом знизити кількість аварій за участю великих тварин і машин, але в той же час вони збільшують фрагментацію середовища. Отже, паркани слід використовувати тільки в комбінації з

біосферними переходами, які будуть компенсувати їх негативну роль в якості бар'єрів для пересування тварин.

Вибір тих чи інших заходів буде залежати від розмірів цільових видів та статусу території на якій проводиться дослідження.

Завершальний етап досліджень – проведення моніторингу ефективності впроваджених заходів, постійний контроль та оцінка функціонування біосферних переходів.

## **ВИКОРИСТАННЯ КАВОВОГО СОРБЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ**

**Калимбет М. В., Сорока М. Л.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

M. V. Kalymbet, M. L. Soroka. Coffee sorbents use to clean-up of industrial emissions.

In the Thesis we presented the results of experimental study properties of carbon-based sorbent from waste coffee consumption. Our research show that this sorbent can be effectively used for clean-up of industrial emission from organic compounds.

В Україні за останні роки з'явилась проблема із маленькими магазинчиками з продажу гарячої випічки(піци, шаурми тощо). Згідно із законом державні контролюючі органи не можуть перевіряти такі заклади, бо вони начебто не завдають великої шкоди довкіллю. Так я згоден, коли на 1 вулиці стоїть 1 такий магазин гарячої випічки, то він дійсно завдає мінімальної шкоди довкіллю. Але коли на 1 вулиці стоїть декілька таких магазинчиків гарячої випічки, то це є вже реальною проблемою, яку на мою думку потрібно якось вирішувати. Інакше із-за цього диму, що є наслідком роботи цих магазинів, людям ні чим буде дихати

Вуглецеві сорбенти широко використовуються у багатьох процесах очищення повітря від домішок та забруднюючих речовин. Він добре адсорбує органічні, в тому числі неполярні речовини (вуглеводні, їх галогенпохідні, прості і складні ефіри, барвники, масла тощо). Ці матеріали є найбільш перспективними, та дешевими для очищення об'єктів довкілля від забруднень техногенного походження. На мою думку розробка й використання вуглецевого сорбенту, а саме ,на основі продуктів карбонізації відходів кавової продукції, могло б значно допомогти у вирішенні проблеми із магазинчиками гарячої випічки.

Мета дослідження – пошук способів вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря магазинами гарячої випічки шляхом оцінки можливості та розробки технології виготовлення вуглецевих сорбентів на основі продуктів карбонізації відходів кавової продукції, а також аналізу їх експлуатаційних властивостей використання для очищення повітря від забруднених речовин

У роботі за об'єкт дослідження взяті розмоли кавових зерен, які залишаються після приготування кавових напоїв. Наш вибір базується на декількох факторах: ці відходи широко поширені та досі не утилізують в Україні, а великий вміст целюлози робить їх перспективною сировиною для виготовлення вуглецевих сорбентів.

Для досягнення поставленої у роботі мети нами було виконано ряд завдань, серед яких: синтез та дослідження параметрів термічної карбонізації відходів з отриманням сорбенту, оцінка якісних параметрів отриманого вуглецевого сорбенту та кількісна оцінка

ефективності його застосування у технологіях очищення повітря від забруднених речовин, що надходять з магазинів гарячої випічки

Результати експериментальних досліджень доводять можливість використання продуктів карбонізації відходів споживання кавової продукції в якості сорбційно-фільтрувального матеріалу для очищення повітря у широкому діапазоні початкових концентрацій забруднюючих речовин. Результати апроксимацій свідчать, що оптимальними режимами карбонізації в умовах дослідів складає 15 хвилин при температурі від 250 °С до 350 °С. Цей діапазон забезпечує вихід продукту до 40 % від маси відходу. Експлуатаційні властивості сорбенту наведені у таблиці:

Параметр	СІ	ГОСТ 8703-74	ГОСТ 23988-80	Кавовий сорбент
1. Міцність гранул на стирання,	%	>68	>73	78..82
2. Насипна щільність,	г/дм <sup>3</sup>	>550	-	640...670
3. Масова доля води	%	<10	<5	2...4
4. Сумарний об'єм пор по воді	см <sup>3</sup> /г	-	>0,6	0,5...0,7
5. РК по бензолу,	г/дм <sup>3</sup>	>145	-	198...225
6. ДА по бензолу	г/дм <sup>3</sup>	-	>45	76...91

Отриманий вуглецевий сорбент відповідає вимогам до вугілля активованого, для очищення повітря від забруднених речовин, що надходять з магазинів гарячої випічки (ГОСТ 4453-74, ГОСТ 6217-74), визначення захисної дії за бензолом (ГОСТ 17218-71), визначення рівноважної активності за толуолом та кількісного порівняння відповідно до (ГОСТ 8703-74 та ГОСТ 17218-71). Отриманий вуглецевий сорбент характеризується показниками адсорбційної активності на нормованому рівні. Діапазон значень показнику рівноважної активності за толуолом: від 145 до 150. Діапазон значень показнику часу захисної дії за бензолом: від 45 до 55. Таким чином, сорбент на основі відходів споживання кавової продукції можна рекомендувати для використання у технологічних схемах очищення повітря від забруднюючих речовин.

Критичний аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про значний потенціал цього виду відходів, як сировини для виготовлення активованого вугілля. Подальші дослідження за цієї тематики вирішено зосередити на дослідженні впливу умов карбонізації відходів на якісні та кількісні показники отриманого сорбенту.

## **ВИКОРИСТАННЯ НЕВУГЛЕЦЕВИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЛЬВАНІЧНИХ СТИЧНИХ ВОД**

**Астахов Д. В., Яришкіна Л.О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

D. V. Astahov, L. O. Yaryshkina. The non-carbon sorbents use to galvanik wastewater treatment.

Thesis present the results of experimental determination the sorbtion capacity of natural zeolites. In this work paper we have studied the efficiently the sorbtion cleaning of residual concentrations of heavy metals from industrial galvanic wastewater.

Гальванічне виробництво є невід'ємною частиною машинобудівних і



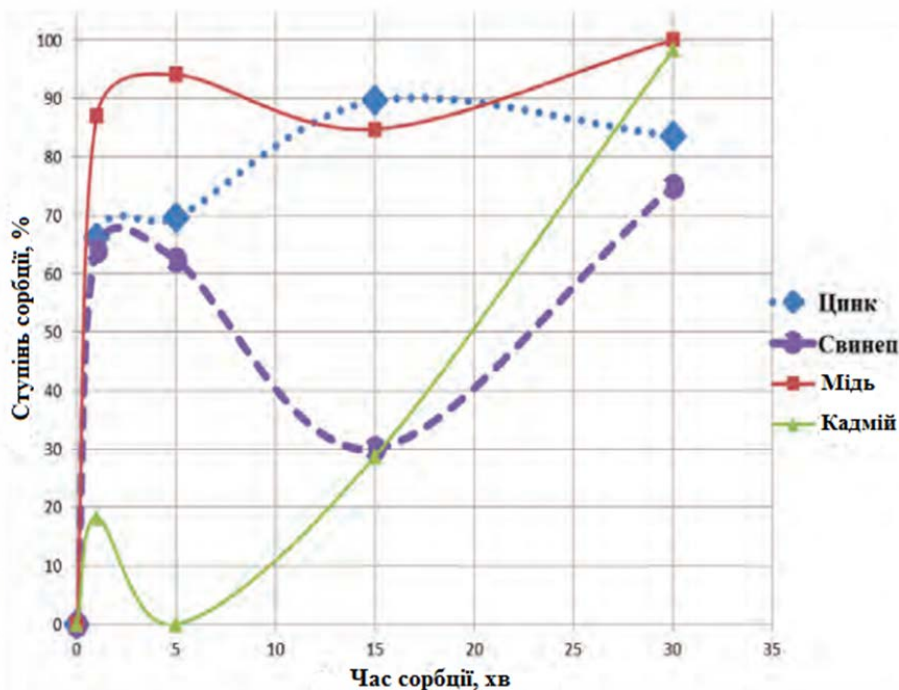
металургічних підприємств. Гальванічні стічні води містять сполуки важких металів, тому особливо важливий грамотний підхід до вибору методів очищення таких вод.

Для очищення гальванічних стоків все більшого застосування знаходять неуглецеві сорбенти природного і штучного походження (глинисті породи, цеоліти). Використання таких сорбентів обумовлено досить високою ємністю, їх вибірковістю, катіонообмінними властивостями, порівняно низькою вартістю і доступністю (іноді як місцевого матеріалу).

Після обробки стоків на станціях нейтралізації, вміст в воді сполук важких металів помітно перевищує рівні гранично допустимих концентрацій по цілому ряду металів. Тому була розглянута можливість практичного використання природного цеоліту для доочищення стоків гальваніки.

Поширена схема очищення, яку використовують на більшості підприємств, являє собою багатоступінчатий процес: перекачування забруднених вод, реагентне відновлення шестивалентного хрому до тривалентного, реагентної коагуляції і флокуляції, відстоювання, зневоднення гальванічного осаду (станція нейтралізації). Ступінь очищення, при роботі даної схеми, становить близько 80 - 90%. При цьому коефіцієнти очищення склад стічних вод на випуску відповідає нормативним показникам загальних властивостей стічних вод і допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, допущених до скидання в централізовану систему водовідведення. Однак якщо розглядати відповідність концентрацій за основними показниками з ГДК для рибогосподарських водойм і водойм культурно-побутового призначення, то вони значно їх перевищують. В результаті цього, є актуальною задача пошуку методу доочищення гальванічних стічних вод з метою досягнення значень ГДК для рибогосподарських водойм і водойм культурно-побутового призначення.

Була визначена сорбційна ефективність досліджуваного зразка природного мінералу цеоліту, при вилученні іонів  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  з стічної води гальванічного виробництва. На малюнку представлені сорбційні властивості розглянутого зразка при проведенні процесу статичної сорбції.



Як видно з графіка, найкраще вилучення із стічних вод відбувається за іонів  $Cu^{2+}$ , як при малому, так і при великому часовому контакті. Менш ефективний зразок цеоліту при вилученні іонів  $Zn^{2+}$ . Найнижчі сорбційні властивості у досліджуваного зразка цеоліту при

вілученні іонів  $\text{Cd}^{2+}$ . Тільки при 30 хвилинах контакту іони  $\text{Cd}^{2+}$  + поглинаються на 98%. Підводячи підсумки, треба сказати, що для доочистки гальванічних стоків є ефективним використання природних цеолітів.

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ТУРИСТИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ЗАКАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ**

**Білан Д. С., Зеленько Ю. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

D. S. Bilan, prof. Yu. V. Zelenko. Environmental problems of railway tourism in the Transcarpathian region

In this work presentations the results of comparative analysis of ecological risk from the development of railway tourism in the Transcarpathian region.

Сучасні тенденції прагнення до сталого розвитку вимагають застосування новітніх підходів щодо виведення комплексу «суспільство-природа-господарська діяльність» на новий рівень гармонійних відносин. Як приклад може бути розглянутий розвиток «зеленого» (екологічного) туризму із застосуванням новітніх ресурсозберігаючих технологій при організації туристичних маршрутів та перевезенні пасажирів.

При цьому, однією з важливих екологічних проблем, яка потребує вирішення, є зменшення негативного впливу транспорту на навколишнє природне середовище. Розвиток залізничної галузі потребує вдосконалення, розробки та впровадження новітніх підходів, побудованих на принципах збереження природних ресурсів та покращення умов експлуатації рухомого складу з використанням сучасних засобів стратегічного управління екологічною безпекою на залізниці.

Розвиток залізничного туризму в Україні, тільки набуває оборотів, тому як один з напрямків розширення сфери послуг залізничної галузі, збільшить обсяги пасажирських перевезень шляхом організації різноманітних за географічною складовою, формою і змістом туристичних маршрутів та забезпечить найбільш високий рівень екологічності туристичних перевезень на фоні економічної рентабельності.

За даними Міністерства екології та природних ресурсів в Україні функціонує 4 біосферних заповідника, 48 національних природних парків та 77 регіональних ландшафтних парків, загальна протяжність екологічних маршрутів близько 1300 км, на території діють 36 музеїв природи. Закарпаття – це унікальний куточок України, який поєднав в собі історико-культурний та рекреаційний потенціал. Все це створює сприятливі умови для розвитку туристичного бізнесу, в контексті залізничного туризму вузькоколійними залізницями саме в цьому регіоні.

Основні проблеми, які постають перед науковцями – утримання в належному стані існуючих та формування нових «малих» залізничних колій, розробка, випробування та впровадження спеціального гірського рухомого складу, розробка вимог до утримання інфраструктури туристичних перевезень, прозорий та відкритий доступ до ринку послуг незалежних туристичних операторів.

Однією з важливих стадій впровадження нового проекту є його екологічна підтримка (супроводження) на протязі всього його життєвого циклу, яка дозволяє аналізувати отримані дані та надавати рекомендації щодо підтримки управлінських рішень екологізації експлуатаційного процесу.

Особливу увагу необхідно приділяти хімічному впливу залізничних магістралей на навколишнє природне середовище, а саме аналізу та розробці заходів щодо попередження накопиченню токсичних компонентів в ґрунті, наприклад важких металів.

Хімічний вплив транспортної магістралі на навколишнє середовище складається з впливу хімічного складу баластового шару і земляного полотна, літолого-хімічного складу щебеню. До складу частково використовуваного асфальтно-бітумного покриття часто входять цинк, нікель, мідь, ванадій. В даний час широке застосування отримало застосування залізобетонних шпал, у складі яких визначені такі важкі метали, як цинк, свинець, хром.

Незадовільний технічний стан рухомого складу і залізничних шляхів не сприяє енергозбереженню на транспорті та підвищенню екологічної безпеки галузі. Збільшення ступеня зносу рухомого складу призводить до збільшення витрат енергоносіїв, що збільшує шкідливі викиди у навколишнє середовище. Деякі дослідники вказують, що залізниці сприяють накопиченню Pb, Zn, Cu, Ni, інші Fe, Co, Cr в ґрунтах.

При експлуатації рухомого складу утворюється металевий пил за рахунок стирання рейок і рейкових переводів, а також коліс і гальмівних колодок. Цей пил теж містить важкі метали.

Регіон відбору проб	Середній вміст важких металів, мг/кг ґрунту						
	Pb	Zn	Mn	Cu	Sr	Cr	Cd
Передкарпаття	67	88	1554	54	-	109	1,32
Карпати	115	107	2067	46	141	115	1,52
Закарпаття	87	89	1416	20	-	89	1,38

Для опалення вагонів найчастіше використовується вугілля, при згорянні якого в атмосферу викидаються різні забруднюючі речовини, в тому числі і важкі метали. Характер розподілу даних речовин по поверхні ґрунту, визначається не тільки впливом метеорологічних, топографічних і геохімічних чинників даного місця, де стався викид, але і специфічними особливостями, наприклад, конструкцією вагона.

Залишається актуальною проблема утилізації побутових відходів з пасажирських вагонів поїздів. В даний час на кожен кілометр шляху безконтрольно викидається до 12 т сухого сміття, частина з якого містить важкі метали. Одні дослідники враховують ці відходи в забрудненні від залізничного транспорту, інші вважають ці відходи продуктами діяльності людини і не відносять їх до транспортної системи. Таким чином, дане питання залишається дискусійним.

Проекти нових туристичних залізничних маршрутів потребують екологічної підтримки на стадії від проектування до стадії утримання та технічної експлуатації, адже досить великий перелік екологічних проблем які можуть негативно вплинути на навколишнє природне середовище.

## ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Беляев Н.Н.<sup>1</sup>, Стрельцова Ю.М.<sup>1</sup>, Мартыненко И.А.<sup>1</sup>, Кириченко П.С.

<sup>1</sup>Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна

<sup>2</sup>Криворожский национальный университет  
Украина

Biliaiev M.M., Kirichenko P.S., Streltsova Yu.M., Martynenko I.O. Protection of

atmosphere from dust pollution

New numerical models to forecast the level of atmosphere pollution in the case of explosions in quarries is presented. These models are based on the numerical solving of Marchuk equation of pollutant transfer in air. The model of potential flow is used to compute wind pattern. This equation takes into account such important parameters, as wind velocity and direction, atmosphere diffusion, regime of toxic substances emission.

Функционирование горнопромышленного комплекса сопровождается эмиссией большого количества загрязняющих веществ в атмосферу, особенно пыли. Например, интенсивное загрязнение атмосферы происходит при взрывах в карьерах. В настоящее время для прогноза влияния залповых выбросов в карьерах используются упрощенные инженерные методики, разработанные несколько десятилетий назад. Эти методики позволяют получить достаточно «грубую» информацию относительно уровня загрязнения атмосферы, что связано с тем, что многофакторный процесс рассеивания выбросов не может быть описан на основе простых эмпирических зависимостей. С учетом современных требований к уровню экологической, промышленной безопасности, возникла острая необходимость разработки новых, более совершенных методов прогноза.

В работе представляются новые численные модели для прогноза уровня загрязнения атмосферы в случае взрывов в карьерах. Построенные модели также позволяют оценивать эффективности применения подачи воды для уменьшения пылевого загрязнения атмосферы. Предлагается использовать воду, которая откачивается из шахт, карьеров.

Основой расчета является численное моделирование на базе уравнения Г.И. Марчука. Данное уравнение учитывает скорость и направление ветра, атмосферную диффузию, вымывание примеси осадками, режим эмиссии загрязняющих веществ. Для расчета поля скорости ветрового потока используется уравнение для потенциала скорости. Разработанные численные модели дополняются подмоделями, позволяющими рассчитывать количество загрязняющего вещества, осевшего на конкретный участок территории, прилегающей к карьере, также затекание загрязненного воздуха внутрь зданий. На базе разработанных моделей можно решать такие задачи:

1. Оценить динамику загрязнения воздушной среды внутри помещений зданий, которые располагаются в зоне влияния выброса.
2. Оценить эффективность пылеподавления в карьерах.

Использование разработанных моделей дает возможность получить оценку экологической и промышленной безопасности для районов, прилегающих к карьерам в течении 5-10 сек компьютерного времени. Зоны загрязнения атмосферного воздуха представляются в виде изолиний или матриц распределения концентрации примеси. При использовании моделей получают данные о динамике загрязнения атмосферного воздуха в любой точке района.

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Беляев Н.Н.<sup>1</sup>, Мотузко Д.А.<sup>1</sup>, Горбович А.С.<sup>1</sup>, Калашников И.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

<sup>2</sup>Государственное предприятие «Проектно-изыскательный институт железнодорожного транспорта «Укрзалізницяпроект»

Biliaiev M.M., Kalashnikov I.V., Motuzko D.O., Gorbovych O.S. Forecast of

environmental pollution level in the case of extreme situations. Computer modeling.

New computer system to forecast aftereffect of accidents or terror acts on transport, which is based on numerical models, is presented. The system allows to model atmosphere pollution in the case of emission of toxic substances; heat pollution during burning of cargo; interaction of shock waves with near roadway objects.

Представлена новая компьютерная система для экспертного анализа последствий экстремальных ситуаций на транспорте. Система основывается на численном моделировании процессов тепломассообмена и аэродинамики. Система ориентирована на оценку последствий таких ситуаций:

1. Загрязнение атмосферы при эмиссии химически опасных веществ.
2. Тепловое загрязнение окружающей среды при горении груза.
3. Взаимодействие ударных волн с примагистральными объектами (вагоны, здания и т.п.).

Для решения перечисленных задач разработаны численные модели. Эти модели включают в себя дифференциальные уравнения аэродинамики (уравнения Эйлера, уравнение потенциального течения), уравнение массопереноса (для моделирования процесса загрязнения окружающей среды), уравнение теплопереноса.

Разработанная система позволяет выполнить оценку экологического ущерба и травматизма при экстремальных ситуациях. С помощью разработанной системы возможно решение таких задач:

1. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха.
2. Оценка риска токсичного поражения людей на открытой местности.
3. Оценка безопасности маршрутов эвакуации на открытой местности.
4. Оценка риска разрушения объектов при ударном или термическом воздействии.
5. Оценка риска поражения людей при ударном воздействии.
6. Оценка риска поражения людей при термическом воздействии.

Представлены результаты решения комплекса задач по формированию зон токсичного и теплового загрязнения при аварийной эмиссии химически опасных веществ на транспорте.

Рассматриваются задачи по затеканию химически-опасных веществ в здания, расположенные возле транспортных магистралей. Оценивается безопасность маршрутов эвакуации внутри этих зданий.

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПОРУД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Степова О.В., Ганошенко О.М.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка  
Україна

Stepova O., Ganoshenko O. Environmental safety of railway operating facilities.

The factors that affect the safety of railway transport facilities. The problem of modeling electrochemical corrosion of reinforcement in the normal split beam construction of concrete

structures of railway transport under the action of electrolytic medium aggressive towards metal fittings, which leads to a steady determination elektropolya that occurs when makrohalvanopary from the anode to the reinforcement of crack and cathode on fittings under concrete coating.

В Україні на залізничних магістралях експлуатується більше 20 тисяч штучних споруд, виконаних з бетону та залізобетону. Моніторинг свідчить, що близько 50 % бетонних та залізобетонних споруд потребують капітального чи поточного ремонту. Підтримання працездатного стану інженерних споруд – одна з найважливіших проблем забезпечення безпеки транспорту. Ремонт залізобетонних конструкцій транспортних споруд здійснюють як на стадії їх зведення, так і при їх експлуатації. На стадії експлуатації здійснюють різні види ремонтів, в т. ч. ремонти, спрямовані на відновлення і збільшення несучої здатності окремих конструкцій або споруди в цілому [1].

Експлуатація залізобетонних конструкцій може відбуватися в умовах досить агресивного середовища. Запроектовані й виготовлені відповідно до вимог нормативних документів, вони повинні бути стійкими до агресивної дії середовища. Але дефекти при виготовленні, ураження, особливо тріщини, сприяють початку і розвитку корозійних процесів у бетоні, арматурі. Надзвичайно небезпечною в залізобетонних конструкціях є корозія арматури в тріщинах. Корозійні враження конструкцій споруд залізничного транспорту, які виникають під впливом агресивних середовищ, призводять до значних негативних екологічних наслідків, катастроф.

Зважаючи на те, що робота залізобетонної конструкції з тріщинами пов'язана з корозією сталі, основна увага при обстеженнях повинна приділятися визначенню корозійних втрат на металу в тріщинах. Тому поряд із загальними показниками, що обов'язкові при визначенні технічного стану споруд, необхідно виконувати також спеціальні обстеження, пов'язані із вивченням корозії у тріщинах. Відомі методи корозійних обстежень не завжди дають точні результати, а більш точні методи малодоступні для використання на діючих спорудах. Із врахуванням стану питання сформульовані основні завдання даних досліджень, а саме розробити фізичну та математичну модель електрохімічної корозії балкової залізобетонної конструкції в тріщинах при дії агресивних електролітичних розчинів, яка б базувалася на реальних параметрах, отриманих неруйнівним методом при обстеженні конструкцій.

Бетон, як капілярно-пористий матеріал, є провідником 2-го роду, тому процес корозії арматури в ньому можливо розглядати з позицій звичайної електрохімічної корозії металів в електролітах.

Механізм швидкості корозії визначається рядом параметрів, які характеризують електрохімічну гетерогенність системи: потенціалами і поляризацією анодних і катодних ділянок, питомою електропровідністю системи, геометричними розмірами ділянок.

В даній постановці задача з електрохімічної корозії арматури в бетоні зводиться до визначення стаціонарного електричного поля, що виникає при роботі гальванопари на гетерогенному електроді, тобто запису рівнянь і формул граничних умов, яким задовольняє потенціал цього поля.

Основною характеристикою електрополя є потенціал, за яким можливо знайти щільність корозійного струму за відомим законом Ома в диференціальній формі

$$i = \gamma \frac{\partial \varphi}{\partial N}, \quad (1)$$

де  $\gamma$  – електропровідність електролітичного середовища;

$N$  – нормаль до поверхні металу, що кородує.

У нашому випадку локальний корозійний елемент представлений ділянкою з арматурою під бетонним покриттям (катод) і ділянкою з арматурою в тріщині під електролітом (анод).

Завдяки симетричності моделі неоднорідної поверхні достатньо розглянути не всю поверхню, а тільки її частину, між позначками  $x = 0$  та  $x = c$ , які відповідають серединам різнорідних ділянок, а точка  $x = a$  – межа між ними. Ця частина поверхні арматури і в подальшому вважається локальним корозійним елементом.

Визначення розподілу потенціалу електричного поля у даному випадку може бути зведено до вирішення двохмірного рівняння Лапласа [3]

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0. \quad (2)$$

Рішення рівняння (2) при заданих граничних умовах може бути отримано методом Ейлера-Фур'є.

Враховуючи, що  $i = -\gamma \left( \frac{d\varphi}{dy} \right)_{y=0}$  отримаємо вираз для визначення розподілу щільності струму на поверхні одного локального елемента.

$$i(x) = \frac{2(E_a - E_k)\gamma}{c} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi k a}{c} \cos \frac{\pi k x}{c}}{k(1 + \frac{\pi k L}{c})}. \quad (3)$$

Таким чином, розв'язана задача моделювання електрохімічної корозії арматури у нормальній тріщині балкових залізобетонних конструкцій при дії електролітичного середовища, агресивного по відношенню до металу арматури, яка зводиться до визначення стаціонарного електрополя, що виникає при роботі макрогальванопари з анодом на арматурі у тріщині й катодом на арматурі під бетонним покриттям. Перевагою даної моделі є можливість прогнозування розвитку корозії за часом незалежно від хімічного складу агресивного електроліту, можливості отримання необхідних розрахункових параметрів на конструкціях, що експлуатуються, неруйнівним способом

Література:

1. Вибір матеріалів для ремонту та відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій транспортних споруд з урахуванням критерію сумісності [Текст]: монографія / О. М. Пшінько, А. В. Краснюк, О. В. Громова; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2015. – 195 с.
2. Бондар Л.В. До питання корозії арматури залізобетонних конструкцій із тріщинами/Л.В. Бондар, О.В. Степова// Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – Вип. 17. – С.78 – 82.

## АНАЛІЗ НЕГАТИВНИХ ФАКТОРІВ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ АВАРІЙ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ АМІАКУ

Бойченко А.М., Зеленько Ю.В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна  
Україна

Boychenko A., Zelenko Yu., Analysis of negative factors of anthropogenic impact accidents during transportation of ammonia.

The main factors of technogenic impact of accidents with dangerous cargoes on the environment are determined in the work. An ecologically safe technological approach to isolating ammonia vapors from the surface of the spill zone was proposed. The obtained data showed the possibility of further use of the products obtained as a result of the reaction in

production and agriculture.

Забруднення природного середовища, які зумовлені аваріями та терористичними актами, відрізняються від багатьох інших техногенних негативних впливів тим, що дають не поступове, а, як правило, залпове навантаження на довкілля, викликаючи швидку відповідну реакцію. Найбільш розповсюдженими небезпечними вантажами, що перевозяться залізничним транспортом є продукти переробки нафти, концентровані мінеральні кислоти, аміак та хлор. Нафта та нафтопродукти складають майже 88% всіх вантажів, тому аварії, при яких порушується цілісність цистерн та відбувається вилив речовини на ґрунт, призводить не тільки до руйнування ґрунтового покриву, але й до забруднення атмосфери, водойм і, врешті решт, до обширної токсичної дії на живі організми.

При ліквідаціях проливів аміаку і кислот переважно застосовують застарілий метод, що полягає у засипанні забрудненого місця піском з наступною нейтралізацією, відповідно, кислотами або лугами. Однак, як показав аналіз дій після аварії з викидами фосфору (Україна, 2007 р.), масштабування лабораторних методів на великі аварії не завжди ефективне. Розробка нових високоефективних реагентів є актуальною та важливою задачею сьогодення.

Численні спостереження за впливом наслідків транспортних аварій на навколишнє середовище свідчать про те, що техногенне навантаження на різні компоненти природних екосистем розподіляються не рівномірно. Одна частина потрапляє у навколишнє середовище у вигляді газів та пари та переноситься на значні відстані. Інша частина, разом з гідрохімічними стоками, потрапляє у водні об'єкти, де накопичується у донних відкладеннях. Найчастіше основна маса витоків акумулюється ґрунтами та викликає локальне забруднення територій або потрапляє, разом з ґрунтовими водами, у надра та забруднює підземні води.

При аваріях з рідким аміаком та аміакопродуктами утворюються виливи, з поверхні яких аміак випаровується особливо бурхливо в перші моменти (період початкового випаровування). На випаровування витрачається тепло верхнього шару ґрунту й навколишнього повітря. Слід зазначити, що швидкість випаровування в перший період, дуже сильно залежить від природи поверхні, що підстилає. Нами були визначені питомі швидкості початкового і стаціонарного режимів випаровування аміаку в залежності від типу ґрунту.

У результаті охолодження ґрунту його теплопровідність знижується, і верхній шар виконує роль теплоізолюючого прошарку, що перешкоджає підведенню тепла від глибинних шарів ґрунту. Визначальним фактором стає тепло атмосферного повітря. Температура рідкого аміаку в результаті випаровування зменшується (до  $-55^{\circ}\text{C}$  і нижче), процес випаровування уповільнюється й поступово настає режим стаціонарного випаровування. При цьому кількість тепла, що підводиться ззовні, дорівнює кількості тепла, що поглинається при випаровуванні аміаку, що розлився.

Значну роль має характер огороження простору, здатного вмістити рідину, що розлилася, оскільки таким чином можна істотно зменшити загальну поверхню витоків.

Характер викиду аміаку значно впливає на густину хмари й наступну атмосферну дисперсію. При атмосферному тиску й температурі кипіння щільність пари аміаку  $0,9 \text{ кг/м}^3$ , а повітря при атмосферному тиску й  $20^{\circ}\text{C}$  – приблизно  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .

Однак дослідні дані й спостереження за викидами при аваріях свідчать про те, що аміак і повітря можуть іноді утворювати суміші, які більш щільні за навколишню атмосферу.

Розрахункові й дослідні дані показали, що при витоках рідкого аміаку найнебезпечнішою є зона радіусом до декількох сотень метрів.



Існуючі методи ізоляції випарів кислот та аміаку від природного середовища мають суттєвий недолік: через деякий час необхідно ліквідувати засоби ізоляції. Тому нами рекомендовано екологічно безпечний підхід для вирішення цієї проблеми, суть якого полягає в наступному: у випадку проливів аміаку запропоновано зупиняти шкідливі випари розпиленням над місцем аварії модифікованого пірогенного кремнезему, який містить кислі фосфатні групи, або розбризкуванням над місцем аварії водного розчину фосфату кремнію.

Аналіз літературних даних, а також наші оцінки та спостереження дозволяють висунути в якості домінуючих наступні фактори, що впливають на швидкість проникнення (міграцію) токсикантів через ґрунти при масштабних витоках:

- тип ґрунту;
- ступінь ущільнення ґрунту;
- фізико-хімічні властивості токсиканта, у першу чергу в'язкість;
- температура процесу;
- вологість ґрунту.

Слід зазначити, що в реальній практиці можливі всілякі варіанти сполучення цих факторів. Крім того, по ходу руху токсиканта на різній глибині окремі фактори можуть виявитися непостійними. Це вимагає виконання систематичних досліджень впливу перерахованих факторів з метою встановлення ряду особистих закономірностей поведінки системи ґрунт - токсикант як першого кроку на шляху до прогнозу виникаючих ситуацій через різні проміжки часу.

Принципово важливим є те, що згідно з нормативними документами тривалість перебування підрозділів ДСНС у засобах індивідуального захисту на місцях аварійних проливів аміаку регламентована в залежності від температури навколишнього середовища, а саме: 40÷50 хвилин – при температурах від +24°C до +20°C, 2 години – при температурах від +19°C до +15 °C, 3 години і більше – при температурі нижче +15°C. Використання запропонованих сорбційних матеріалів із збільшеною поглинальною здатністю, дозволить у 2 – 2,5 рази швидше локалізувати місце події, відповідно, зменшити розповсюдження шкідливих випарів, а також зменшити кількість людино-годин, необхідних для ліквідації аварії.

## **СЕКЦІЯ 12 «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РУХОМОГО СКЛАДУ»**

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ НА ВАНТАЖНОМУ ЗАЛІЗНИЧНОМУ РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Донченко А. Т., Журавель І. Л., Журавель В. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка Лазаряна  
Україна

Donchenko A. T., Zhuravel I. L., Zhuravel V. V. The relevance of the introduction of innovative rolling stock on freight railway transportation market.

Characterized by the actuality and experience of railways, the introduction of innovative freight cars.

Інноваційна активність в залізничному секторі світу передусім є характерною для розвитку ринку високошвидкісного руху як одного з конкурентоспроможних способів перевезень. Тенденції зростання попиту на інноваційну продукцію та послуги залізничних машинобудівників з боку перевізників відмічені не лише в пасажирському секторі, а й в вантажному. Це обумовлюється, в т. ч., і значним зношенням вантажного рухомого складу.

Основними критеріями інноваційності для вагонів є зростання їх продуктивності за рахунок збільшення вантажопідйомності (місткості) та зменшення коефіцієнту тари вагону, розширення функціональності та універсальності вагонів, збільшення навантаження на вісь (на теперішній час 25...27 тс, а в перспективі – 30 тс), конструкційної швидкості, строків міжремонтних пробігів тощо.

Структура вантажопотоків, яка склалась на ринку вантажних перевезень, обумовлює передусім розвиток піввагонів, платформ (для перевезення контейнерів, лісу, колісної та гусеничної техніки), хопер-вагонів і цистерн.

Наприклад, розроблений КВСЗ вагон-хопер для зерна моделі 19-7053 має об'єм кузова 116 м<sup>3</sup>, вантажопідйомність 76 т і візки вдосконаленої конструкції, які забезпечують навантаження на вісь 25 тс. Вказаний вагон відповідає критеріям інноваційності, встановленим на залізницях країни.

На залізницях Співдружності найбільший розвиток знайшло використання піввагонів і спеціалізованих цистерн підвищеної вантажопідйомності. Наприклад, двосекційна восьмивісна цистерна для бензину та світлих нафтопродуктів вантажопідйомністю 145,5 т із сумарним об'ємом двох котлів кузова 192 м<sup>3</sup>. Інноваційні піввагони моделей 12-9828 і 12-9893 мають навантаження на вісь 27 тс, збільшений об'єм кузова відповідно 98 та 100,5 т і вантажопідйомність відповідно 83 та 84 т. Інноваційний вагон-хопер для мінеральних добрив зі знімною стелею розширює можливість застосування для виконання вантажних операцій більш різноманітних технічних засобів.

В той же час, застосування критих вагонів для перевезення вантажів широкої номенклатури залишається актуальним питанням, що дозволяє знизити порожній пробіг вагонів і підвищити дохідність вагона. Наприклад, на VIII Міжнародному залізничному бізнес-форумі «Стратегічне партнерство-1520» було представлено критий вагон принципово нової конструкції вантажопідйомністю не менше за 72 т і об'ємом кузова 158 м<sup>3</sup>, для якого передбачено конструкційну швидкість руху 120 км/год. Особливістю конструкції даного критого вагону є стеля, яка відкривається, наявність закладного бруса для кріплення вантажу та фітингових упорів.

На більшості залізниць спостерігається подальше збільшення контейнерних

перевезень замість критих вагонів. Найбільше при цьому розвиваються перевезення 40- і 45-футових великотоннажних контейнерів (ВТК). На універсальних платформах під час перевезення 40-футових ВТК довжина використовується на 60 %, а вантажопідйомність лише на 50 %. Саме тому, особлива увага приділяється розробці довгобазних вагонів, наприклад зчленованих платформ. Зокрема, платформа моделі 15-9895 вантажопідйомності 72 т дозволяє перевозити з конструкційною швидкістю 140 км/год три 40-футових ВТК, пакетовані, насипні та довгомірні вантажі, лісоматеріали, колісну та гусеничну техніку. Швидкісна зчленована платформа моделі 15-9894 вантажопідйомністю 90 т дозволяє перевозити з конструкційною швидкістю 140 км/год два 40-футових ВТК або два 45-футових ВТК. Досвід аналогічних розробок є й у українських вагонобудівників.

Збільшення використання 40- і 45-футових ВТК має недолік, який пов'язаний з необхідністю оснащення пунктів перевантаження більш потужними кранами (на теперішній час кількість станцій, оснащених відповідними кранами підвищеної вантажопідйомності, на мережі залізниць є обмеженою). Крім цього, враховуючи стан автошляхів, підвезення таких ВТК на станції ускладнюється. Саме тому, особливу увагу на ринку інновацій на транспорті викликає пропозиція підприємства «Глорія» щодо застосування модульних вантажних одиниць. При цьому, в якості транспортного модулю застосовується фітінгова платформа, в якості контейнерного – розроблена контейнер-платформа масою брутто 30,48 т, а в якості вантажного модулю – різні спеціалізовані багаторазові засоби розміщення та кріплення вантажів (наприклад, для лісових вантажів – з бічними стійками, для рулонів листової сталі – у вигляді тумб для рулонів, для мінеральних добрив – у вигляді бункера тощо).

Серйозну конкуренцію вагонам-цистернам (в більшості – з вичерпаним терміном служби) на ринку вантажних перевезень на теперішній час становлять танк-контейнери. Це пояснюється безумовними перевагами контейнерних перевезень і можливістю забезпечення організації мультимодальних перевезень. Крім цього, за деякими параметрами танк-контейнери мають перевагу над спеціалізованими цистернами.

На сьогодні необхідною є підтримка держави щодо подальшого впровадження інноваційних вантажних вагонів. В умовах жорсткої конкуренції з автотранспортом зростання продуктивності вантажних вагонів є питанням актуальним для залізничного транспорту, завдяки чому він може суттєво посилити свої позиції на ринку вантажних перевезень.

## **ЗАСАДИ РОЗРОБКИ ІНОВАЦІЙНОЇ ЕНЕРГООЩАДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОГО САМОХІДНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Баль О.М., Болжеларський Я.В., Яковчук О.В.**

Львівська філія ДНУЗТу, dipl. ing. Rostyslava Holthaus, Holthaus Consulting

PhD, assoc. prof. Bolzhelarskyi Y.V., PhD, assoc. prof. Bal O.M., dipl. ing. Yakovchuk O.V. Lviv branch DNURT, dipl. ing. Rostyslava Holthaus, Holthaus Consulting. Principles of development of innovative energy saving technology of a special self-propelled rolling stock operation

Principles of development of innovative technology for the special self-propelled rolling stock that will improve its energy efficiency, is considered at the article.

Цілеспрямований рух у європейському напрямку за новими правилами і нормами відкриває перспективи розвитку залізничного транспорту України. Інтеграція Українських

залізниць у міжнародну систему транспортних перевезень призводить до необхідності розвитку і впровадження на магістральних лініях нових інноваційних технологій та сучасних досягнень технічного прогресу.

Колійне господарство є однією із найважливіших складових частин залізничного транспорту, тому питання вдосконалення та розвитку технологій у колійному господарстві є пріоритетним у розвитку залізничного транспорту держави.

Технологія виконання колійних робіт, що прийнята на українських залізницях у теперішній час, орієнтована на використання морально та фізично застарілих типів спеціального самохідного рухомого складу (далі – ССРС), і не відповідає вимогам сьогодення щодо економічності, екологічності, безпеки та ефективності.

Кількість одиниць ССРС, які експлуатуються на залізничному транспорті України, співрозмірна кількості тепловозів. Під час своєї роботи ССРС споживає значну кількість палива, а питанню підвищення тягово-теплотехнічної ефективності ССРС приділяється недостатня увага. Так, у правилах тягових розрахунків, не міститься відомостей щодо основних параметрів ССРС. Відсутні тягові характеристики, формули визначення опору руху, нормативні дані для розрахунку витрат палива. Усе це не дає можливостей встановити енергоефективні режими руху даних транспортних засобів, режими роботи їх енергетичної установки під час руху та виконання основних завдань за призначенням. Методика нормування витрат енергоресурсів ССРС є спрощеною, такою, що базується на статистичних методах, не враховує фактичні енергетичні затрати при експлуатації ССРС.

Таким чином, враховуючи все зростаючу роль інноваційного ССРС у модернізації інфраструктури українських залізниць та підтримки її у заданому технічному стані, розробка інноваційної енергоощадної технології експлуатації ССРС для галузі залізничного транспорту є актуальною проблемою.

У Німеччині існують певні напрацювання у розробці модульної колійної техніки (МКТ). МКТ – це інновація у ремонті залізничної колії, яка має наступні переваги: гнучкість у плануванні робіт з можливістю застосування необхідних модулів для виконання робіт; ефективне використання часу при проведенні оперативних колійних робіт; економія витрат, наприклад, на усунення дефектів основної площадки земляного полотна з допомогою системи модулів фрезерування (FFT); розширена сфера транспортування модульної колійної техніки; можливість використання у складних ділянках (криві малого радіусу, платформи, штучні споруди, та ін.).

Дана технологія дозволяє вибірково, швидко та економно усувати нерівності несучого шару колії (баласту та земляного полотна). Таким чином технічний стан ділянок колії відновлюється протягом короткого часу виконання ремонтних робіт при мінімальних затримках руху поїздів.

Розробка іноваційної енергоощадної технології виконання колійних робіт буде проводитись у три етапи. На 1-му етапі буде проведено аналіз енергетичної ефективності існуючих технологій колійних робіт. Досліджуватимуться енергетичні показники існуючих видів ССРС у транспортному та робочому режимах, буде виконано аналіз різних типів енергетичних установок та тягового приводу з точки зору енергетичної ефективності та відшукано резерви підвищення енергетичної ефективності технології колійних робіт.

При виконанні етапу будуть досліджені новітні досягнення вітчизняних та закордонних науковців у даній сфері, зібрані статистичні дані по витратах енергоресурсів ССРС, проаналізовані існуючі та перспективні розробки у галузі удосконалення тягових та робочих приводів ССРС з точки зору енергетичної ефективності.

На другому етапі досліджень будуть визначені раціональні режими роботи енергетичної установки ССРС з точки зору енергетичної ефективності. Буде створена математична модель енергетичного блоку модульної колійної машини, розроблено методи

тягових розрахунків ССРС та наукові підходи до визначення питомих витрат енергоносіїв.

На основі вирішення диференційного рівняння руху поїзда, адаптованого для ССРС буде запропонована математична модель ССРС у тяговому та робочому режимі, розроблятиметься методика визначення потенційних та фактичних витрат палива на виконання роботи за призначенням та на рух до місця проведення робіт.

На третьому етапі буде розроблені наукові підходи енергоощадної технології виконання колійних робіт машинами модульного типу. Розроблятиметься технологія роботи колійної машини у транспортному та робочому режимах, запропоновані засоби автоматизованого обліку режимів роботи та енерговитрат на її виконання. Буде надана оцінка техногенних та екологічних ризиків, розроблена методика визначення параметрів руху ССРС у аварійних режимах.

В результаті реалізації запропонованих засад будуть надані практичні рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності технології експлуатації інноваційного та існуючого ССРС. Це забезпечить значне скорочення енерговитрат даним видом транспортних засобів, зменшить кількість викидів шкідливих речовин за рахунок роботи енергетичної установки на раціональних режимах.

Результатами розрахунків будуть:

- раціональна потужність енергетичної установки у транспортному та робочому режимах;

- величини опору руху ССРС;

- величини гальмівних сил при різних видах гальмування;

- значення годинної витрати палива;

- норми витрати палива для виконання різних видів робіт.

На основі розроблених практичних рекомендацій будуть створені і запропоновані до використання на залізничному транспорті України наступні нормативні документи:

- Інструктивні вказівки з нормування витрати енергетичних ресурсів ССРС на залізницях України;

- Методика проведення тягових та теплотехнічних випробувань ССРС;

- типовий технологічний процес виконання робіт колійними машинами модульного типу.

## **РОЗРОБКА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СТАЛІ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ВИКОНАННЯ ВИМОГ СТАНДАРТУ ААР М-107/М-208 ДО КОЛІС КЛАСУ D**

**Бабаченко О.І., Рослік О.В., Кононенко Г.А., Хулін А.М.**

Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова Національної академії наук України

Babachenko O.I., Roslik O.V., Kononenko G.A., Hulin A.M., Development of chemical composition of steel for railway wheels that fulfill the requirements of the standard AAR M-107/M-208 to the wheels class D.

In ISI NASU made four experimental batches for railway wheel class «D» with different content of alloying elements and obtained ingots weighing 8-10 kg for research. It was established that the structure of ingots research has mainly pearlitic structure with few (2-4%) hypoeutectoid ferrite, which fully meets the requirements of AAR M-107 / M-208 wheels to class D. Mechanical properties of heat-treated samples taken hot deformed from ingots of alloy steel, significantly exceeding the requirements of AAR M-107 / M-208 to wheels class D ( $\delta > 14\%$ ;  $\sigma_B > 1082 \text{ N/mm}^2$ ). The research results of the structure and properties of alloy steel research in the laboratory ICHM NAS allowed to develop optimal chemical composition of the steel wheel

production class D.

Рівень фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик залізничних коліс докорінно залежить від хімічного складу сталі. Сьогодні суцільнокатані залізничні колеса у всіх країнах виготовляють з вуглецевої сталі високої якості. Основним способом підвищення пластичності і в'язкості обода залізничного колеса є легування колісних сталей елементами, які в комплексі з ефективною термічною обробкою забезпечують формування в ободі колеса дрібнозернистої структури з максимальною дисперсністю перліту. Залежно від умов експлуатації рухомого складу за кордоном для виготовлення коліс використовується сталь з різним хімічним складом. При цьому відповідно до вимог стандарту AAR M-107/M-208 «Колеса з вуглецевої сталі» хімічний склад коліс класу D повинен відповідати всім вимогам до хімічного складу коліс класу C. Допускається відхилення за змістом нікелю, хрому, молібдену і ванадію у разі виконання наступної умови:

$$930 - [570 \times \%C] - [80 \times \%Mn] - [20 \times \%Si] - [50 \times \%Cr] - [30 \times \%Ni] - [20 \times \%Mo + \%V] > 390.$$

Крім вимог до хімічного складу сталі класу D стандарт AAR M-107/M-208 включає вимоги до властивостей коліс, які наведені в табл.1.

Таблиця 1. Механічні властивості коліс класу D (AAR M-107/M-208)

Механічні властивості	При 65-80 °F (18,3-26,6°C)	При 1000°F (538°C)
Твердість по Брінеллю на поверхні	341-415 HB	-
Твердість по Брінеллю градієнт за перетином	321-415 HB ( 32-44 HRC)	-
В'язкість руйнування K1c	$\sqrt{35}$ ksi, дюйм (38,5 МПа*м <sup>1/2</sup> )	
Границя міцності	>157 psi (1082 Н/мм <sup>2</sup> )	> 70 psi (482 Н/мм <sup>2</sup> )
Границя плинності	> 110 psi (758 Н/мм <sup>2</sup> )	> 50 psi (345 Н/мм <sup>2</sup> )
Відносне подовження	>14 %	> 20%
Відносне звуження	> 15%	> 40%

Додаткові вимоги AAR M-107/M-208 до коліс класу D:

- Відсутність кільцевого напруження (збіжність після радіального розрізу).
- Мікроструктура без мартенситу (зразки включають поверхню катання).
- У порівнянні з колесами марки C повинні бути вище стійкість до зношування поверхні катання і відшаровування.
- Контроль в експлуатації 5 000 коліс (50000-мильний пробіг за рік).

В умовах Інституту чорної металургії була виконана виплавка дослідних плавів з різним вмістом легуючих елементів, та отримані злитки масою 8-10 кг для досліджень. За результатами аналітичних досліджень впливу хімічних елементів на механічні властивості конструкційних сталей, були розроблені три варіанти дослідних сталей - варіант 2, 3 і 4 (табл. 2). Сталь варіанту 1 є порівняльною (базовою) і відповідає хімічному складу марки C.

Таблиця 2. Хімічний склад дослідних сталей, розроблений за результатами аналітичних досліджень

Дослідні плавки	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	Mo
-----------------	---	----	----	----	----	---	----

Варіант 1	0,72	0,77	0,29	0,10	0,10	0,00	0,00
Варіант 2	0,70	0,75	0,50	0,80	0,40	0,10	0,10
Варіант 3	0,70	0,75	0,50	0,10	0,80	0,10	0,10
Варіант 4	0,70	0,75	0,50	0,80	0,10	0,10	0,10

Проби зі сталі дослідного складу підлягали гарячій пластичній деформації в лабораторних умовах за схемою осажування. Ступінь деформації складав приблизно 50%, що відповідає ступеню деформації колеса в поверхневих шарах ободу при його виготовленні в промислових умовах. Термічне зміцнення зразків проводили за режимами, близькими до режимів термічної обробки залізничних коліс на підприємстві. Механічні властивості термічно оброблених зразків представлені на рис. 1.

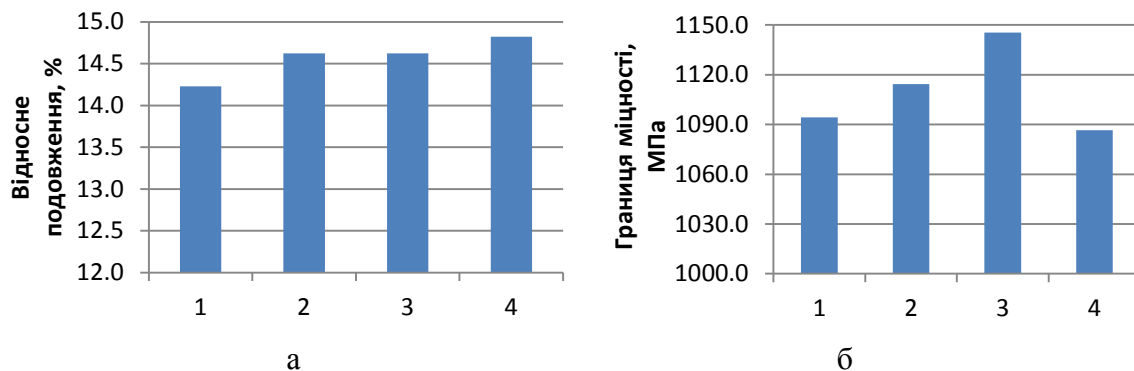


Рис. 1. Відносне подовження (а) і границя міцності (б) термічно оброблених зразків із дослідних сталей

Як видно з рис. 1, механічні властивості термічно оброблених зразків, відібраних від гарячедеформованих злитків із легованих сталей (табл. 2), значно перевищують вимоги стандарту ААР М-107/М-208 до коліс класу D: відносне подовження > 14%; границя міцності > 1082 Н/мм<sup>2</sup> (табл. 1).

Дослідження структурного стану дослідних сталей показало, що вони мають в основному перлітну структуру та незначну кількість (2-4%) доєвтектоїдного фериту, що цілком задовольняє вимоги стандарту ААР М-107/М-208 до коліс класу D.

Таким чином, дослідження структури та властивостей дослідних легованих сталей дозволило розробити оптимальний хімічний склад сталі для виробництва коліс класу D за стандартом ААР М-107/М-208 в умовах ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ».

## ТЕХНОЛОГІЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПРОФІЛІВ КОЛІС РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РЕСУРСУ

Ушкалов В.Ф., Мокрій Т.Ф., Малишева І.Ю., Безрукавий Н.В.

Інститут технічної механіки Національної академії наук України і  
Державного космічного агентства України  
Україна

Ushkalov V.F., Mokriy T.F., Malysheva I.YU., Bezrukavyy N.V. Technology of rational using wear-resistant wheel profiles of the rolling stock for wheelset life extension

Questions of rational using of the wear-resistant wheel profiles for the wheelset life extension are considered.

Для сучасного вантажного залізничного рухомого складу України актуальними задачами є оновлення парку, підвищення швидкостей руху та навантаження на вісь, збільшення міжремонтних пробігів. Всі ці заходи мають на меті поліпшення техніко-економічних показників роботи галузі, але в свою чергу їх реалізація потребує посилення вимог, що пред'являються до рухомого складу і колії. Однією з таких вимог є поліпшення взаємодії пари «колесо - рейка».

Як відомо, на строки служби колісних пар і рейок, ходові якості рухомого складу безпосередньо впливає форма профілю коліс. Внаслідок зносу стандартних коліс зменшується критична швидкість вагона, погіршується його динаміка. Найбільш простим в реалізації та ефективним шляхом зменшення інтенсивності зносу колісних пар є удосконалення форми профілів поверхонь кочення коліс. З цією метою на мережі залізниць України застосовуються розроблені в ІТМ НАНУ і ДКАУ два зносостійкі профілі коліс ІТМ-73 та ІТМ-73-01. Вони використовуються для обточування колісних пар комплексно модернізованих візків вантажних вагонів за проектом С03.04 або вагонів нової будови із перспективними моделями візків, що обладнані сковзунами постійного контакту. Запропоновано також новий удосконалений зносостійкий профіль коліс для вантажних вагонів ІТМ-73-02, ефективність застосування якого доведено теоретичними розрахунками, але ще не підтверджено експлуатаційними випробуваннями. Як показали експлуатаційні випробування вантажних вагонів з комплексно модернізованими візками, використання для незношених коліс профілю ІТМ-73, а потім, при обточуваннях, профілю ІТМ-73-01 дозволяє зменшити (в порівнянні зі стандартними колесами) інтенсивність природного зносу більш ніж у чотири рази.

За наявності декількох зносостійких профілів коліс постає задача вибору найбільш доцільного варіанту для обточки колісних пар на різних етапах їх експлуатації. Для цього виконано порівняльну оцінку варіантів переточки ободів коліс з використанням зносостійких профілів з позиції збільшення ресурсу колісної пари за технологічним зносом. Отримано ряд залежностей можливої кількості обточок коліс при застосуванні кожного із вказаних зносостійких профілів від геометричних параметрів обода зношеного залізничного колеса. Показано раціональні варіанти переточки ободів в залежності від виду несправності коліс та етапу їх експлуатації, які дозволяють збільшити кількість можливих переточок колісної пари з точки зору зменшення технологічного зносу металу при обточці обода коліс.

Використання запропонованої технології раціонального застосування зносостійких профілів поверхонь кочення коліс рухомого складу забезпечить значне підвищення їх ресурсу за рахунок зменшення як природного зносу коліс в процесі експлуатації, так і технологічного зносу при їх переточках.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИТЫХ КОЛЕС НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ**

**Мурадян Л.А., Шапошник В.Ю.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна

Muradian L., Shaposhnyk V. Prospects of operation the cast wheels on railways of Ukraine.

This article describes the results of performance tests of cast and solid-rolled wheel. Also, the prospects of application cast wheels on Ukrainian railways. The comparative characteristics different wheels on the types and frequency occurrence of defects.



От железнодорожных колес напрямую зависит безопасность движения, поэтому к ним предъявляются повышенные требования, как при изготовлении, так и при эксплуатации.

Железнодорожные колеса производятся двумя различными способами: методом обработки деталей давлением (штамповка, штамповка и прокатка) и литьем. Наибольшее распространение получила технология производства цельнокатаных железнодорожных колес методом штамповки и прокатки в колесопрокатном стане. Цельнокатаные колеса производят штамповкой исходной заготовки на прессах, где формируется ступица и прилегающая части диска; раскатка обода и диска колеса в колесопрокатном стане, где формируется обод и диск колеса; выгибка диска и калибровка обода колеса.

Сложность оборудования, необходимого для изготовления цельнокатаных колес ведет к увеличению их стоимости, что приводит к необходимости поиска более дешёвых способов производства, например, литых колес. Литые колеса производятся выплавкой колесной стали в электродуговых печах и ее разливкой в графитовые формы. Полученная заготовка подвергается термической и механической обработке.

Существует мнение, что литые колеса при более низкой себестоимости обладают более низкими техническими характеристиками и эксплуатационной надежностью, меньшей ресурсоемкостью, то есть сроком службы колеса. Следует отметить, что вероятность появления дефектов, связанных с технологией изготовления несколько выше у литых колес. При исследовании структуры металла литого колеса был выявлен внутренний дефект в виде раковины, рис.1.

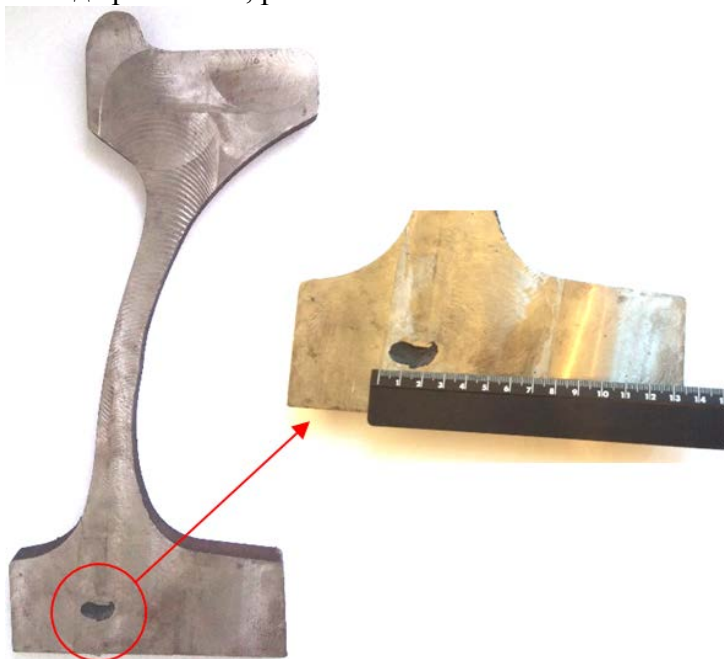


Рис.1 – Раковина на срезе литого колеса

Срок службы колеса во многом зависит от вида дефектов и их размеров на поверхности катания, что требует снятия разной толщины металла при переточке.

Для определения эффективности эксплуатации литых железнодорожных колес на железных дорогах колеи 1520 мм была проведена подконтрольная эксплуатация литых колес производства компании “Griffin Wheel Company”. Для проведения испытаний были выбраны опытные маршруты ДИИТа которые зарекомендовали себя в качестве основного полигона эксплуатационных испытаний железнодорожной техники.

В процессе исследований были проанализированные данные о параметрах литых

колес после капитального ремонта, а также при первом и втором депокских ремонтах. Наиболее часто образуются такие дефекты как: тонкие гребни (55,6%), ползуны (18,5%), выщербины (11,1%).

Кроме того, были проведены сравнения характера повреждений литых и цельнокатаных колес, рис.2. Данные о дефектах цельнокатаных колес также получены при эксплуатации в опытных маршрутах ДИИТа.

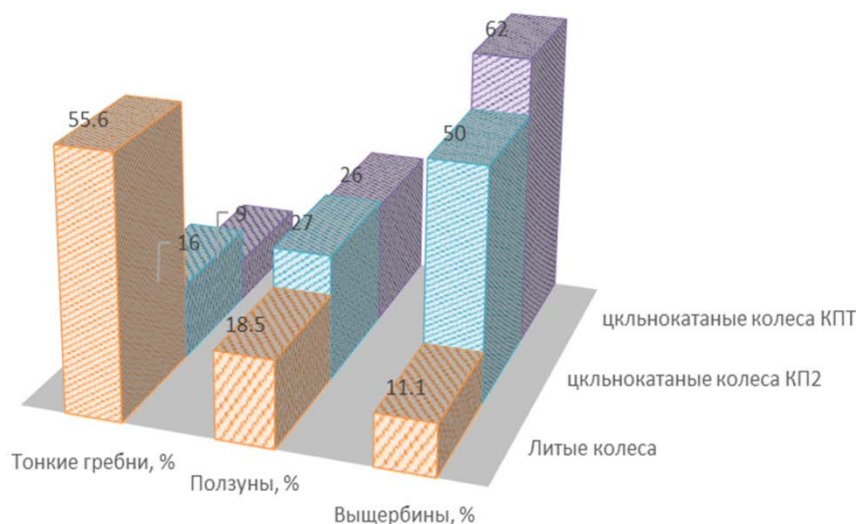


Рис.2 – Повреждаемость цельнокатаных и литых колес в опытной эксплуатации

Цельнокатанные колеса чаще бракуются по выщербинам, а литые по тонкому гребню. По ползунам на поверхности катания литые и цельнокатанные колеса имеют похожую статистику распределения повреждений.

## ВИКОРИСТАННЯ СОЛЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

**Колесников С.Р.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Kolesnykov S.R. Solar energy in railway vehicles. Using methods of energy converters in railway vehicles. The alternative solution to reduce costs for the use of solar panels.

В останнє десятиріччя проблема розвитку нетрадиційної енергетики є однією з пріоритетних задач як в Україні, так і в цілому світі. Енергія сонячних променів вже давно міцно закріпила за собою місце одного з лідерів цього напрямку. Численні гранти за кращі винаходи у цій сфері є яскравим тому підтвердженням.

За оцінками ООО «Вінд Пауер», всього на ринку ВДЕ України працюють близько 230 компаній. Більшу частину (79,7%) зеленої електроенергії виробляють підприємства сонячної і вітроенергетики. Важливим фактором стрімкого розвитку сумарної потужності сонячних станцій, які вводяться в експлуатацію щорічно, є стійке здешевлення технологій в світі.

За словами О. Константинова, директора Ekotechnik Ukraine Group, капітальні

витрати на будівництво сонячних електростанцій (СЕС) помітно знизилися, так як зменшилися розцінки на обладнання. При цьому, підкреслює О. Оржель, голова УАВЕ, зараз інвестиції в 1 МВт потужності в Україні коливаються на рівні 0,75-1,05 млн євро. Терміни окупності проекту, за його словами, складуть 6-7 років. Найшвидший повернення інвестицій у станції на півдні країни, а також у Вінницькій та Чернівецькій областях.

Найімовірніше, обладнання для сонячних станцій буде падати в ціні з кожним роком, так як на сонячні станції великі плани у Китаю – країни з найбільшою світовою економікою. Піднебесна має намір вводити в експлуатацію по 15-20 ГВт сонячних потужностей щорічно. До 2020 року їх загальна кількість має потроїтися. Такий план передбачає величезний обсяг інвестицій в енергетику – \$ 368 млрд. Динаміка популяризації сонячних панелей у світі представлена на рисунку 1.



Рисунок 1 Динаміка популяризації сонячних панелей у світі

Повсюдне впровадження технологій сонячної енергетики знаходить свою нішу і в рухомому складі, адже більшу частину свого «життєвого циклу» одиниці рухомого складу проводять під променями сонця. І це стосується всіх традиційних засобів транспортування пасажирів і вантажів (водний, автомобільний, повітряний, залізничний). Але для прикладу реального впровадження таких технологій нами досліджується залізничний транспорт.

Так, наприклад, сонячний потенціал Індії становить близько 750 гігават. Уряд країни заохочує виробників сонячних панелей з усього світу інвестувати \$ 100 млрд, щоб досягти своєї сонячної мети – потужності 100000 мегават до 2022 р. (це приблизно в п'ять разів більше поточних сонячних потужностей в країні).

На дахах індійських вагонів з 2017 року стоятимуть сонячні панелі, які забезпечать близько 15% енергії для поїздів. Звичайно, ще рано говорити про повноцінну заміну дизельних двигунів, але ми говоримо про скорочення викидів CO<sub>2</sub> приблизно на 200 тонн на рік. На додаток до панелей на дахах поїздів планується встановити сонячні панелі на 200 залізничних станціях. Коли потяги не використовуються, сонячні панелі будуть генерувати поновлювану енергію, яка буде використовуватися в якості екологічно чистої енергії в комерційній електромережі.

Перший прототип такого поїзда вже курсує по Індії; якщо випробування пройдуть успішно всі поїзди будуть поступово оснащені фотоелектричними панелями.

В усьому світі однією з негативних рис сонячних панелей є їх висока собівартість. Ідея щодо встановлення панелей на даху вагона є найбільш простою, але потребує значних захисних мір: по-перше, від впливу осаджень (пилу, часток бруду) на відкритих поверхнях; по-друге, від проявів вандалізму, яке все ще є поширеним явищем. Доведено, що закриття панелей, навіть часткове, одразу знижує їх ефективність. В останні роки впроваджено різні успішні методи очищення сонячних панелей: електричні, механічні, хімічні та електростатичні.

Одним із альтернативних шляхів вирішень питання зниження затрат на використання сонячних панелей є застосування вагонних вікон в якості приймачів

сонячних променів. Так, вченими Мічиганського державного університету створено прозорі сонячні батареї – плівку, яку можна буде клеїти безпосередньо на вікна (у проміжному шарі склопакетів вагонів). Ці сонячні батареї пропускають видиме людині світло, а коефіцієнт світлопропускання такої плівки складає понад 70 %. Інфрачервоне ж випромінювання перетвориться в електричну енергію.

Але більш перспективним, на наш погляд, є використання сонячних панелей в якості жалюзі у пасажирському рухомому складі. Наприклад, енергогенеруючі сонячні жалюзі (розробка українського послідовника) були представлені на конференції iForum у Києві в 2016 р. Пристрій SolarGaps – це фотоелектричні елементи, які монтуються на віконні жалюзі з внутрішньої або зовнішньої частини віконного отвору. Такі жалюзі (завдяки наявності датчиків руху) зможуть відкриватися лише при присутності у вагоні людини, а після висадки пасажирів через 15 хвилин вони будуть повертатися в режим максимальної генерації. Ці модулі перетворюють сонячне випромінювання в теплову та електричну енергію, роблячи приміщення незалежним від зовнішніх електричних мереж. Крім того, такі жалюзі будуть органічно вписуватися в інтер'єр вагону, покращуючи одночасно кліматичні умови у період яскравого сонячного освітлення та підвищуючи додатково комфортність .

### СЕКЦІЯ 13 «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО І ТЕХНОЛОГІЯ МАТЕРІАЛІВ»

#### О ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ОТПУСКА ЗАКАЛЕННЫХ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Чайковский О.А.<sup>1</sup>, Вакуленко И.А.<sup>2</sup>, Чайковская А.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г.Днепр,

<sup>2</sup> Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. ак. В.Лазаряна, г.Днепр  
Украина

Tchaikovsky O.A., Vakulenko I.A. and Tchaikovskaya A.O. On phase transformations under conditions of isothermal tempering of hardened high-carbon steels.

*The structural studies of high-carbon alloyed steels after quenching on martensite indicate quite complex carbide transformations, depending on the duration of isothermal tempering at a temperature of 650 ° C. As a result of the analysis of the results obtained, an explanation of the structural transformations in the steels under study during the isothermal period is suggested.*

Карбидное превращение, происходящее при отпуске закаленных хромистых сталей с высоким содержанием углерода, сопровождается существенным изменением внутреннего строения металла, вызывая соответствующее изменение уровня внутренних напряжений. Использование структурно чувствительных характеристик, таких как коэрцитивная сила и электрическое сопротивление позволяет объяснить особенности структурных изменений в процессе отпуска в широком диапазоне температур.

Целью исследования являлась оценка развития процессов структурных изменений в закаленных хромистых сталях с высоким содержанием углерода при температуре изотермического отпуска 650°C.

В качестве материала для исследований были использованы две марки стали 7Х8 и 7Х18 с содержанием химических элементов в пределах марочного состава. Температура нагрева под закалку составляла 1200°C с выдержкой достаточной для выравнивания температуры, завершения процессов структурных превращений и минимальной ликвации химических элементов по сечению образца. Для предотвращения выделения промежуточных фаз, средой для закалки был выбран жидкий азот. В результате закалки в структуре исследуемых сталей при минимальном количестве остаточного аустенита, карбидные частицы не были обнаружены. Отпуск закаленных сталей осуществляли в изотермических условиях при температуре 650°C.

В процессе отпуска исследуемых закаленных сталей непрерывное обеднение твердого раствора сопровождается снижением степени тетрагональности кристаллической решетки и вполне ожидаемым разупрочнением. Одновременно с этим, выделение мелкодисперсных карбидных частиц приводит, за счет развития процессов дисперсионного упрочнения, к противоположному по направленности эффекту – приросту прочностных характеристик металла. Соотношение между двумя, с противоположной направленностью процессами, будет изменяться в течение изотермических выдержек, определяя природу структурных изменений в металле. Учитывая, что при отпуске закаленных сталей выделяются специальные карбиды типов  $M_7C_3$  и  $M_{23}C_6$ , их формирование с одновременным обеднением твердого раствора, должно по-разному влиять на суммарный эффект разупрочнения металла. Одновременно с этим развитие процесса коалесценции карбидных частиц должно дополнительно увеличивать темп снижения прочностных характеристик. Рассматривая причины развития процессов

разупрочнення при отпуску, в залежності від тривалості витримки було виявлено зменшення лідируючого фактора структурних змін. Так, в час коротких витримок до 10 хв при температурі отпуску 650°C, спостережуване зниження внутрішніх напружень обумовлено зменшенням ступеня пересичення твердого розчину за рахунок виділення атомів вуглецю і хрому, про що свідчать дані про зниження електричного опору. Одночасно з цим, зростання коерцитивної сили або затримка в її зменшенні вказують на виділення частинок другої фази, скоріш за все карбидних частинок з низькою концентрацією вуглецю. Далі збільшення витримки при отпуску супроводжується більш складними структурними змінами. Насправді, в час отпуску до 15 хв, в доповнення до частинок карбіда  $M_{23}C_6$  почало формування частинок  $M_7C_3$  призводить до незначительної затримки зниження коерцитивної сили, на фоні неперервного зниження ступеня пересичення твердого розчину. Вказана немонотонність, при неперервному зниженні електричного опору, може бути обумовлена тільки зростанням рівня внутрішніх напружень від виділення частинок карбіда типу  $M_7C_3$ . Більш тривалі витримки при температурі отпуску не привели до несподіваних відхилень в час процесів структурних змін і пов'язаних з ними разупрочнення. Неперервне розвиток процесів коалесценції частинок карбидної фази з практично відсутнім впливом пересичення твердого розчину, супроводжується постійним разупрочненням в час ізотермічної витримки при отпуску досліджуваних загартованих сталей.

### ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОЛІСНИХ СТАЛЕЙ З НІТРИДНИМ ЗМІЦНЕННЯМ

**Кулик В.В.<sup>1</sup>, Шипицин С.Я.<sup>2</sup>, Віра В.В.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів,

<sup>2</sup>Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ,

<sup>3</sup>Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів  
Україна

Kulyk V.V., Vira V.V. and Shypytsyn S.Ya. Ways to optimize wheel steel with nitride strengthening.

It is established that the increase of the content of vanadium and nitrogen with the growing parameter [VN] and decreasing of carbon content the steel after normalization and tempering has yield strength, cyclic fracture toughness, impact strength at room and low temperatures at almost constant for ultimate tensile strength. Steel with optimal parameter [VN] provides high resistance to the damage of rolling surface of model wheel, but somewhat low wear resistance.

Нове покоління залізничних коліс, окрім підвищеної твердості обода, повинно володіти високим опором утворенню тріщин на поверхні кочення. Вказані властивості забезпечує створення в структурі дрібних часточок нітридів і карбонітридів, що гальмують процес рекристалізації. Для отримання таких дисперсних часточок необхідно забезпечити їх виділення з пересиченого твердого розчину при зменшенні температури процесу гарячої прокатки і наступного охолодження. При цьому вказані фази повинні повністю розчинитися при нагріві заготовки перед катанням.

Мета даної роботи – на підставі комплексу механічних характеристик оцінити роботоздатність колісних сталей з нітридним зміцненням.

Досліджено зразки різних плавок сталей з вмістом вуглецю (0,56...0,63%),

мікролегованих ванадієм і азотом, що дозволило забезпечити границю міцності на рівні 810...849 МПа після нормалізації та відпуску.

Показано, що дисперсійне нітридне зміцнення забезпечує диспергування структури, яке позитивно впливає на рівень механічних та функціональних властивостей сталей. Встановлено, що підвищуючи вміст ванадію і азоту із зростанням параметра  $[V\cdot N]\cdot 10^4$  з 8,1 до 22,1 і зниженням вмісту вуглецю з 0,63 до 0,57% в сталі після нормалізації (950°C) і відпуску (600°C) спостерігається зростання: циклічної в'язкості руйнування  $\Delta K_{fc}$  на 19% (з 73 до 87 МПа $\sqrt{м}$ ) та границі текучості  $\sigma_T$  на 17% (з 486 до 566 МПа); ударної в'язкості за кімнатної KCV<sup>+20</sup> в 1,6 рази (з 1,9 до 3,0 кгс/см<sup>2</sup>) та низької температур KCV<sup>-40</sup> (-40°C) в 3,5 рази (з 0,8 до 2,8 кгс/см<sup>2</sup>), при практично незмінній границі міцності  $\sigma_B$  (з 843 до 849 МПа). Подальше зростання параметра  $[V\cdot N]\cdot 10^4$  до величини 41,9 призводить вже до деякого зниження: циклічної в'язкості руйнування  $\Delta K_{fc}$  на 4% (з 87 до 83 МПа $\sqrt{м}$ ), границі текучості  $\sigma_T$  на 8% (з 566 до 520 МПа) та границі міцності  $\sigma_B$  на 5% (з 849 до 810 МПа), а особливо ударної в'язкості за кімнатної KCV<sup>+20</sup> в 1,3 рази (з 3,0 до 2,3 кгс/см<sup>2</sup>) та низької температур KCV<sup>-40</sup> (-40°C) в 3,5 рази (з 2,8 до 0,8 кгс/см<sup>2</sup>) відповідно.

Досліджуючи ресурс модельних коліс під час кочення колеса рейкою констатовано, що сталь з оптимальним параметром  $[V\cdot N]\cdot 10^4 = 22,1$  забезпечує високий опір пошкодженості поверхні кочення такого колеса, але дещо низький опір його зношуванню.

Підсумовуючи результати вищенаведених досліджень сталей з підвищеним вмістом азоту та ванадію, показано, що оцінювання роботоздатності таких колісних сталей необхідно проводити використовуючи запропоновану комплексну діаграму експлуатаційної надійності, яка поєднує опір зношуванню і тріщиноутворенню (вищерблюванню) на поверхні кочення залізничних коліс.

## **ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА И ТЕРМООБРАБОТКИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХРОМА В ОСНОВЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ ЧУГУНОВ**

**Нетребко В.В.**

Запорізький національний технічний університет (ЗНТУ)  
Україна

Netrebko V. The influence of manganese and heat treatment on the distribution of chromium in based of the corrosion resistant cast irons

The influence of manganese and heat treatment on the content and distribution of chromium in the base of cast irons in the system Fe-C-Cr-Ni-Mn was investigated. The dependences of the chromium concentration (Cr<sub>0</sub>, Cr<sub>690</sub>) and the inhomogeneity of its distribution ( $\Delta Cr$  and  $\Delta Cr_{690}$ ) in the base of the cast irons were obtained. The increase in Mn content significantly reduces the concentration of chromium in the base near the carbides and increases the inhomogeneity of its distribution. The annealing at 690 °C homogenizes of the base of the cast iron containing 4.8% of Mn. The obtained dependencies allow predicting the chromium content in the metallic base and may be used during the elaboration of the new compositions of wear resistant the cast irons.

Легирование марганцем применяют для повышения износостойкости высокохромистых чугунов. Для материалов, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред содержание хрома в основе должно быть более 12 %. Влияние марганца на содержание хрома в основе проявляется противоречиво. С одной стороны Mn повышет

содержание Cr в карбидах и снижает его концентрацию в основе, а с другой стороны, увеличивая растворимость углерода в аустените, уменьшает долю активного углерода и повышает содержание хрома в основе. Особенно сильные изменения состава металлической основы наблюдаются в зонах возле карбидов, что может активизировать коррозионные процессы в период эксплуатации.

Цель работы – изучение влияния марганца и термообработки на содержание и распределение хрома в металлической основе чугунов системы Fe-C-Cr-Mn-Ni.

Оценка влияния марганца производилась путем определения концентрации хрома в зонах возле карбидов и разности концентраций хрома в центре зерна (максимальная) и зонах возле карбидов (минимальная). Исследовали чугуны, содержащие 1,09...3,91 % C, 11,43...25,57% Cr, 0,6...5,4 % Mn и 0,19...3,01% Ni в литом состоянии и после отжига при 690 °C с выдержкой в течение 9 часов.

Увеличение Mn с 1,21 % до 4,82 % в чугуне, содержащем 2,3...2,5 % C, 23,2...24,5 % Cr и 0,2...0,25 % Ni снизило содержание хрома в зонах возле карбидов с 13,43 до 11,77 %, при этом разность концентраций хрома в основе составила 3,1 и 4,36 % соответственно. После отжига минимальная концентрация хрома в чугуне с 1,21 % Mn снизилась до 9,47 % Cr, а в чугуне с 4,82 % Mn повысилась до 12,23 % Cr. Неравномерность распределения хрома снизилась до 2,76 и 1,42 соответственно. Таким образом, отжиг при 690 °C ухудшает коррозионную стойкость чугунов, содержащих 1,21 % Mn, а чугунов с 4,82 % Mn повышает.

Применение методов математической статистики позволило получить регрессионные зависимости содержания хрома в основе без термообработки (Cro) и после отжига при 690 °C (Cro690), а так же химической неоднородности хрома в основе  $\Delta Cr$  и  $\Delta Cr_{690}$  от содержания в чугуне C, Cr, Mn и Ni. Полученные зависимости позволяют прогнозировать концентрацию хрома в зонах возле карбидов и неоднородность его распределения в металлической основе в литом состоянии без термообработки и после отжига при 690 °C. Полученные данные могут быть использованы при разработке новых составов чугунов.

## **КОМПОЗИЦІЙНІ НІКЕЛІВІ ПОКРИТТЯ, ОТРИМАНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМОВАНОГО ІМПУЛЬСНОГО СТРУМУ ПРИ ЗОВНІШНЬОМУ ЛАЗЕРНОМУ ОПРОМІНЮВАННІ**

**Титаренко В.В., Заблудовський В.О., Штапенко Е.П.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна, м. Дніпро

V.V. Tytarenko, V.A. Zabudovsky, E. Ph. Shtapenko Composite nickel coatings obtained by pulse current programmable with external laser radiation. A method has been developed for layer-by-layer coating of nickel with a thickness of 15-20  $\mu m$  by means of a programmable pulsed current with external laser radiation, from the nickel coating layer with the smallest concentration of nanodiamond particles in the following layers with an increasing concentration of nanodiamond particles, which allows. This allows, first, to reduce the concentration of nanodiamond particles in the first layers of the coating and increase it in the following layers, improves the adhesion properties and increases the wear resistance of the coating, and secondly, with to lower the costs of nanodiamonds and thirdly to locally increase the concentration of nanodiamond particles in the coating.



Отримання композиційних електролітичних покриттів (КЕП) є надзвичайно важливим напрямом гальванотехніки. В процесі нанесення КЕП можна отримати покриття, що за своїми експлуатаційними характеристиками істотно відрізняються від класичних гальванічних покриттів. Дисперсні частинки, що включаються в КЕП, покращують фізико-хімічні властивості, що перевершують властивості вихідних компонентів.

Широке використання КЕП на основі нікелю пояснюється як фізико-хімічними властивостями електролітичного нікелю - високою твердістю і зносостійкістю, здатністю захищати основний метал від корозії і забезпечувати йому високе декоративне оздоблення, так і легкістю співсаджень з більшістю дисперсних частинок різної природи.

Дослідження в області фізики конденсованого стану спрямовані як на дослідження способів інтенсифікації процесів співсаджень металів і диспергованих частинок, так і на стабілізацію процесів з метою отримання покриттів із заданими властивостями. До них відносяться дослідження впливу реверсного і асиметричного струмів, накладення імпульсного струму, ультразвуку, магнітного поля та використання лазерного випромінювання.

Комплексним рішенням проблеми покращення функціональних властивостей поверхні в даній роботі є модифікація металевої матриці частинками ультрадисперсного алмазу (УДА) з отриманням КЕП на основі нікелю за допомогою нестационарних режимів електролізу та використання лазерного випромінювання у процесі електроосадження.

Осадження композиційних покриттів при зовнішньому впливі лазерним випромінюванням довжиною хвилі 1,06 мкм проводили з водного розчину електроліту нікелювання з добавкою частинок УДА концентрацією 2 г/л програмованим імпульсним струмом з рівною тривалістю пачок імпульсів уніполярного струму (36 хв), частотою 50 Гц, середньою густиною струму  $100 \text{ А/м}^2$  і послідовною від пачки до пачки зміною шпаруватості імпульсів від 2 до 50. Мікротвердість покриття вимірювали на Мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні на индентор 0,196 Н. Випробування на знос проводили на машині тертя з зворотно-поступальним рухом зразків в умовах сухого тертя. Мікрорентгеноспектральний аналіз проводили за допомогою растрового електронного мікроскопа JSM-64901LV (Японія).

Результати мікрорентгеноспектрального аналізу елементного складу поверхні покриттів і металографічних досліджень структури в поперечному перерізі показали, що за час слідування пачок I-II імпульсів струму тривалістю 10-1,7 мс і амплітудою густини струму  $200-1200 \text{ А/м}^2$  осаджуються мікрочастилки композиційного нікелевого покриття з найменшим вмістом частинок УДА в металевій матриці (0,10-0,13 ат.%), що підвищує міцність зчеплення металу з основою. Морфологія поверхні КЕП, осаджених при таких режимах, відрізняється відсутністю мікротріщин, властивих чистому електролітичному нікелевому покриттю. У поперечному перерізі перших шарів покриття формується стовбчаста структура росту.

Переривчастий характер імпульсного струму, збільшення шпаруватості імпульсів і дія лазерного випромінювання сприяють тому, що за час слідування пачок III-V імпульсів тривалістю 0,8-0,4 мс і амплітудою густини струму  $2500-5000 \text{ А/м}^2$  осаджуються мікрочастилки композиційного нікелевого покриття з найбільшим вмістом частинок УДА (0,26-0,32 ат.%). Більш інтенсивне проникнення частинок дисперсної фази в покриття, що формується, обумовлене: високими миттєвими густинами струму в імпульсах ( $j_{\text{max}}=5000 \text{ А/м}^2$ ), а, отже, і відновлення іонів нікелю при більш високих значеннях катодної перенапруги ( $\sim 1,00 \text{ В}$ ); збільшенням в напрямку променю лазерного випромінювання швидкості руху іонів металу, що адсорбуються на поверхнях частинок УДА, в наслідок

чого частинки дисперсної фази набувають додатний заряд, що сприяє електрофоретичному співосадуванню.

Слід зазначити, що включення частинок УДА до складу покриття ускладнює поверхневу дифузію атомів металу і перешкоджає росту зародків кристалічної фази, що є причиною формування нанокристалічної структури покриттів. Результати дослідження торцевих шліфів показали, що поряд із стовбчастою структурою росту спостерігаються мікрощари із чітко вираженою шаруватою структурою росту в поперечному перерізі, що викликано пасивуючою дією частинок УДА на поверхню покриття, що формується.

Підвищенням вмісту у покритті частинок УДА в зоні опромінювання, призводить до підвищення твердості і зносостійкості композиційних нікелевих покриттів. Результати вимірювань показали, що мікротвердість покриттів, осаджених за допомогою програмованого імпульсного струму збільшується від 2000÷2500 до 3500÷4200 МПа, а знос зменшується до 2,5%. Використання лазерного випромінювання в процесі електроосадження композиційних нікелевих покриттів програмованим імпульсним струмом дозволяє локально підвищити концентрацію частинок УДА в покритті від 0,19 до 0,32 ат.%, що призводить до збільшення мікротвердості до 6400÷6500 МПа і зменшення зносостійкості покриттів до 1,5% у порівнянні з КЕП, отриманим без лазерного опромінювання.

Отже використання програмованого імпульсного струму із застосуванням лазерного опромінювання у процесі електроосадження дозволяє пошарове нанесення покриття товщиною 15-20 мкм, від шару покриття нікелю з найменшою концентрацією частинок УДА до наступних шарів із зростаючою концентрацією частинок УДА, що дозволяє, по-перше, зменшити концентрацію частинок УДА у перших шарах покриття і збільшити її у наступних шарах, що покращує адгезійні властивості і підвищує зносостійкість покриттів, по-друге, знизити витрати УДА і втретє локально підвищити концентрацію частинок УДА у покритті.

Таким чином, використання розробленого способу дозволяє отримувати нікелеві покриття з підвищеним вмістом частинок УДА в зоні опромінювання, що призводить до підвищення твердості і зносостійкості композиційних нікелевих покриттів, і знизити витрати на їх виготовлення.

## **СТРУКТУРА ТА ОСОБЛИВОСТІ ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ ЗАЕВТЕКТОЇДНИХ ГРАФІТИЗОВАНИХ СТАЛЕЙ**

**Андрейко І.М., Віра В.В., Кулик В.В.<sup>1</sup>**

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів,  
1-Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів  
Україна

Andreiko I.M., Vira V.V., Kulyk V.V. The structure and fatigue fractures features of hypereutectoid graphitic steels (GS). The influence of the content carbon (1.21...1.95%), silicon (0.66...2.29%), manganese (0.33...0.78%), copper (0.26...4.05%) by doping with aluminum, chromium, vanadium and molybdenum on the matrix structure and a graphite phase of the GS is investigated. The dependence of the microstructure GS on the volume fraction of the structural components of the metal base and a graphite phase is estimated. The fatigue fracture micromechanism of graphite inclusions, obtained in the crystallization process of GS is established.

Графітизовані сталі (ГС) за хімічним складом, фізико-механічними властивостями

і собівартістю займають проміжне місце між вуглецевими сталями та чавуни і поєднують переваги кожного з них. Проте, їх відсоток у загальному балансі виливок є незначним через відсутність нормативної бази, що регламентує їх склад та структуру, а також умов, що передбачають отримання включень вільного графіту уже під час кристалізації ГС.

Досліджено вплив легування кремнієм (0,66...2,29%) і марганцем (0,33...0,78%), алюмінієм (0,8%) і міддю (0,26...4,05%), а також хромом (0,08...1,77%), ванадієм (0,42...0,49%) і молібденом (0,53...0,70%) на структуроутворення у заевтектоїдних ГС (1,21...1,95% С) для досягнення високого опору втомному руйнуванню. Сталі піддавалися гартуванню (нагрів до 860°C, витрим. 1 год., охол. у маслі) з відпуском (400°C, 2 год.).

Металографічним аналізом встановлено, що у литих сталях з підвищенням вмісту вуглецю об'ємна частка графіту зростає від 2...4 об'єм. % (1,21...1,27% С) і 5 об'єм. % (1,54% С) до 8 об'єм. % (1,95% С). За середнього вмісту вуглецю (1,54%) формуються графітові включення кулястої форми, а його високий вміст (1,95%) спричинює до появи пластинчастих виділень графіту у металевій основі литих ГС. У структурі матриці переважає перліт, зокрема крупнопластинчастий, появі дрібнопластинчастого перліту сприяє мідь, проте, коли її понад 3%, графітові включення, вибудовуються у ланцюжки. Формуванню рівномірно розподілених глобулярних графітових включень у феритно-перлітній структурі металевої основи сприяє кремній (1,6...2,29%), за його низького вмісту (0,66...0,74%) границями зерен, частково, виділяється вторинний цементит.

На відміну від литих, у термооброблених ГС кількість графітових включень і їх форма практично не змінюються, дещо зростає їх об'ємна частка (до 9...11%), структура металевої основи зазнає змін: замість перліту формується високодисперсна феритно-цементитна суміш, переважно сорбіт відпуску. Мікрофрактографічний аналіз показує, що в термооброблених ГС графітові включення сприяють підвищенню порогової циклічної тріщиностійкості (ЦТ) та в'язкості руйнування ГС. Так, енергоємний секторально-радіальний механізм їх руйнування в повній мірі проявляється для ГС з вмістом вуглецю 1,54% та міді 1,74% і підтверджує її найвищу тріщиностійкість. При цьому, деформаційні гребені локалізуються на міжфазній границі металевої основи і графітових включень, коли фронт тріщини проходить також і через графітові включення. Як наслідок, не спостерігається випадків відшарувань графітових включень від основи матриці як у чавунах. Таким чином, для ГС з графітовою фазою, отриманою в процесі їх кристалізації, встановлено особливості мікромеханізму руйнування графітових включень, що відрізняє ці сталі від високоміцних чавунів і сприяє підвищенню їх ЦТ.

## МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЕВТЕКТОЇДНИХ ГРАФІТИЗОВАНИХ СТАЛЕЙ

Андрейко І.М., Віра В.В., Кулик В.В.<sup>1</sup>

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів,  
І-Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів  
Україна

Andreiko I.M., Vira V.V., Kulyk V.V.<sup>1</sup> The mechanical properties of hypereutectoid graphitic steels.

The influence of the content carbon (1.21...1.95%), silicon (0.66...1.73%), manganese (0.20...0.78%), copper (1.35...4.05%) by doping with aluminum, chromium, vanadium and molybdenum on the matrix structure and a graphite phase, as well as mechanical properties of the hypereutectoid graphitic steels (GS) is investigated. It was found that while increasing the strength, hardness of the GS, cyclic fracture toughness and plasticity is changing non-monotonically.

Графітізовані сталі (ГС) – перспективний матеріал, що володіє позитивними властивостями сталей і чавунів. Наявність у них графітових включень сприяє високій демпфуючій здатності, рідкотекучості, термостійкості, теплопровідності, зносостійкості проти конструкційних сталей, а низький вміст вуглецю – вищий, порівняно з високоміцними чавунами, границі міцності, пластичності, в'язкості руйнування. Проте, вони не набули широкого використання через відсутність нормативної бази, що регламентує їх склад, структуру і механічні характеристики, а також умов, що передбачають отримання включень вільного графіту уже під час кристалізації ГС.

Досліджено вплив легування кремнієм (0,66...2,29%) і марганцем (0,33...0,78%), алюмінієм (0,8%) і міддю (0,26...4,05%), а також хромом (0,08...1,77%), ванадієм (0,42...0,49%) і молібденом (0,53...0,70%) на структуроутворення у заевтектійних графітізованих сталях (1,21...1,95% C) з метою досягнення високих механічних властивостей. ГС піддавались гартуванню (нагрів до 860°C, витримування 1 год., охолодження у маслі) та середньому відпуску (400°C, 2 год.).

За результатами механічних випробувань встановлено, що для термооброблених ГС характерне поєднання високої міцності і твердості з однієї сторони та в'язкості руйнування і відносного видовження з іншої. Залежність характеристик циклічної тріщиностійкості від міцності (діаграма конструкційної міцності) для досліджених ГС умовно можна розділити на дві області. У першій одночасно зростає міцність та циклічна в'язкість руйнування, що пов'язано, в основному, із зниженням вмісту міді (з 3,77 до 1,74 %). Так, за рівня міцності 722 МПа (1,21%С, 1,69%Si) в'язкість руйнування ГС становить  $40 \text{ МПа}\sqrt{\text{м}}$ . Зростання міцності до 760 МПа (1,54%С, 1,06 Si) підвищує циклічну в'язкість руйнування на 10%, а твердість на 74%. У другій області зі зростанням міцності циклічна в'язкість руйнування залишається незмінною з підвищенням вмісту міді (з 0,26 до 2,39%). Зокрема, зростання міцності з 746 МПа (1,23%С, 1,61%Si) до 875 МПа (1,23%С, 0,66%Si) не змінює циклічну в'язкість руйнування ( $31 \text{ МПа}\sqrt{\text{м}}$ ), при цьому твердість ГС зростає вдвічі (до 55 HRC). Залежності порогової циклічної тріщиностійкості від міцності для сталей є неоднозначні: у першій області – порогова тріщиностійкість зростає, у другій – знижується з підвищенням міцності. Залежність відносного видовження від міцності ГС аналогічна такій як для порогової тріщиностійкості. У першій області з підвищенням міцності до 875 МПа (1,23%С, 0,66%Si, 2,39%Cu) зростає відносне видовження до 15%, що є протилежним до ширококовжених у промисловості сталей, у другій – з подальшим зростанням міцності до 990 МПа (1,78%С, 2,25%Si, 4,05%Cu) воно знижується до 6%.

## **СКАЧКООБРАЗНОЕ УМЕНЬШЕНИЕ ВЯЗКОСТИ МЕТАЛЛОВ ПРИ СВЕРХГЛУБОКОМ ПРОНИКАНИИ МИКРОЧАСТИЦ**

**Баскевич А.С.<sup>1</sup>, Соболев В.В.<sup>2</sup>.**

Государственное высшее учебное заведение “Украинский государственный химико-технологический университет”<sup>1</sup>, Государственное высшее учебное заведение “Национальный горный университет”<sup>2</sup>

Украина

A.S.Baskevich, V.V.Sobolev. The abruptly decrease in viscosity of metals under superdeep penetration of microparticles. Study of basic regularities of superdeep penetration of microparticles into a metal target and proposed model abruptly reduce the viscosity of the target within 10-4-10-5 seconds.

Высокоэнергетические методы обработки материалов в течение многих лет остаются в числе приоритетных научных направлений. Лидирующие позиции обеспечиваются применением, в частности, ударноволновых воздействий с применением макро- и микроударников, лазерного излучения, ионной, плазменно-импульсной и других обработок.

Исследования фазовых и структурных превращений в твердом теле с применением различных физических способов воздействия на микроструктуру свидетельствуют о том, что простые воздействия, например: удар, нагрев, сжатие, прохождение электрического тока и другие, не приводят к принципиально новым результатам. Особенность совместных (или последовательных) физических воздействий обусловлена как минимум двумя факторами, которые могут быть совмещены во времени либо действовать последовательно. Перспективы применения двух и более видов физических воздействий связаны главным образом с решением таких актуальных задач как получение новых фундаментальных знаний, создание новых неэнергоёмких технологий, получение новых материалов и материалов с новым комплексом свойств. Основная идея комплексных обработок состоит в физических воздействиях на предварительно дестабилизированную микроструктуру материалов. Следует отметить, что с применением стандартных экспериментальных методик и способов обработки подобные результаты ни в одном эксперименте не получены.

Исследования соударения потока микрочастиц с металлической преградой и процессов проникания их на аномально большие глубины направлены на решение фундаментальных задач в области устойчивости вещества. В процессе проникания микрочастиц формируется наномодифицированный композиционный металлический материал насыщенный параллельно ориентированными шнурообразными включениями новой фазы плотностью около  $(800...1500) \times 10^6 \text{ м}^{-2}$  (рис. 1).

В результате соударения с массивной металлической преградой микрочастицы, разогнанные в кумулятивном ускорителе до скорости  $500...3000 \text{ м/с}$ , проникают в преграду на глубину до  $0,2 \text{ м}$ . Схема проникания отдельной микрочастицы представлена на рис.2. Проведенные расчеты по движению твердых микрочастиц в металлической преграде показали, что наибольшей проникающей способностью обладают микрочастицы с размерами  $40-80 \text{ мкм}$  (рис.3).

Для объяснения сверхглубокого проникания вещества (СГП) была предложена модель скачкообразного уменьшения вязкости мишени. Эта модель продиктована тем, что энергия частицы после кумулятивного взрыва по классическим законам должна проникать на глубину 5-6 калибров, и недостаточна для СГП на большую глубину до  $0,2 \text{ м}$ . Была предложена модель скачкообразного уменьшения вязкости мишени, которая предполагает несколько последовательных стадий физических взаимодействий, основанных на принципах квантовой механики и модели запаздывания тепловых волн. Последняя модель базируется на принципе того, что температура нагревания атомных ядер на несколько порядков ниже от температуры нагревания электронов проводимости и электронов, образующих химические связи:

1. Частица, которая вылетает при кумулятивном взрыве представляет собой плазменную частицу, содержащую как положительные, так и отрицательные ионы, а при взаимодействии с молекулами воздуха происходит дополнительное увеличение числа элементарных зарядов на  $10^4-10^5$ ;

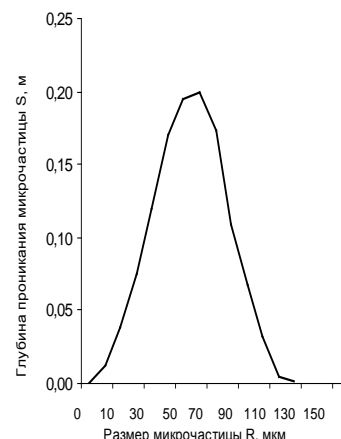
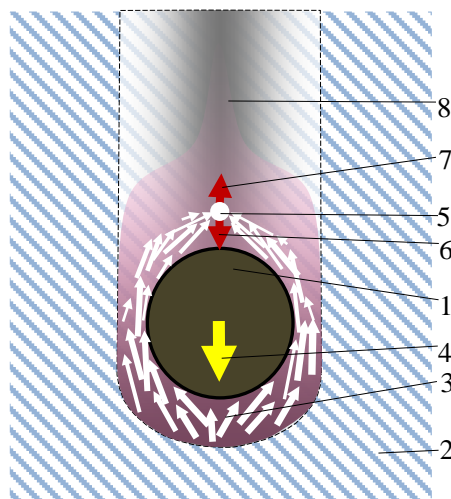
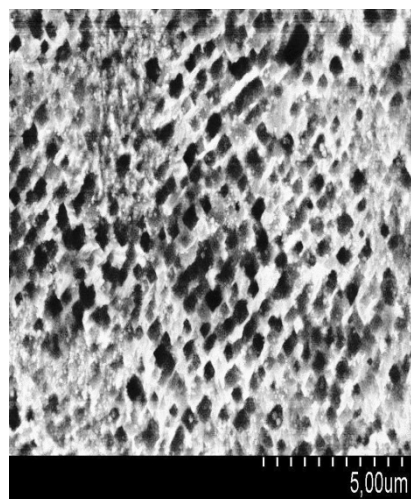


Рис. 1. Поперечный срез железной преграды вблизи поверхности. На фотографии видны кратеры после соударения потока микрочастиц карбида кремния

Рис. 2. Схема формирования системы «преграда–микрочастица»: 1 – микрочастица; 2 – металлическая преграда; 3 – плазма; 4 – движение микрочастицы; 5 – «плазменный фокус»; 6, 7 – новообразованные плазменные струи; 8 – зона кристаллизации новой фазы

Рис. 3. Зависимость глубины проникновения микрочастиц размерами 5-120 мкм в стали R6M5, которые движутся со скоростью 1000 м/с, от размера микрочастиц

- Во время столкновения с мишенью частица резко тормозит и электронное облако устремляется вглубь преграды. Идущая впереди частицы движется звуковая волна (фононы) взаимодействует с химическими связями и свободными электронами внутри металла. Это приводит к возбуждению химических связей или их разрушению;
- Налетающие на эти свободные электроны и химические связи электроны микрочастицы рвут химические связи, благодаря высокой энергии  $T=10000\text{K}$ ,  $P=50\text{ГПа}$ ;
- П.ск. химические связи разрушены, то ионы находятся некоторое время в ионном состоянии (плазма твердого тела) или квазиплазме, подобной жидкому состоянию. П.ск. при этом сопротивление незначительное, то микрочастица движется как в жидкости;
- По истечении времени  $10^{-4}-10^{-5}$  с происходит релаксация химических связей;
- Частица оставляет после себя турбулентный след, подобный движению в жидкости. Турбулентный след начинает кристаллизоваться, а поскольку скорость кристаллизации большая, то полностью цилиндр не заполняется и остается узкий цилиндр (рис.2). Структура закристаллизовавшегося турбулентного следа резко отличается от структуры самой мишени.

Проведенные расчеты с использованием данных предположений показали, что вязкость металлической мишени в области движения микрочастиц размерами 40–80 мкм имеет значение  $\eta = 0,05 - 0,068 \text{ н/м}$  в течении  $10^{-4}-10^{-5}$  с, а это позволяет двигаться микрочастице в объеме мишени на глубинах до 0,2 м.

## **ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ РЕЛАКСАЦИИ СПЛАВА Cr<sub>90</sub>C<sub>10</sub>, ПОЛУЧЕННОГО ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ.**

**Гуливец А.Н.<sup>1</sup>, Баскевич А.С.<sup>2</sup>, Филоненко Н.Ю.<sup>3</sup>**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В.Лазаряна<sup>1</sup>,

Государственное высшее учебное заведение “Украинский государственный химико-  
технологический университет”<sup>2</sup>,

Государственное учреждение Государственное учреждение “Днепропетровская  
медицинская академия МОЗ Украины”<sup>3</sup>  
Украина

A.N.Gulivetz, A.S.Baskevich, N.Ju.Filonenko. Study of structural relaxation of the alloys Cr<sub>90</sub>C<sub>10</sub>, obtained by pulse electrodeposition. The study of structural relaxation of amorphous alloy Cr<sub>90</sub>C<sub>10</sub> by X-rays diffraction, electron microscope and differential thermal analysis. The influence of temperature on the change of short-range order of the alloy.

Аморфные и нанокристаллические сплавы ввиду особенности своего строения, обладают уникальными физико-химическими свойствами. Интерес к исследованиям аморфных пленок Cr-C связан с их широким использованием в машиностроении в виде антикоррозионных покрытий. Исследования структурных превращений в сплавах Cr-C, находящихся в неравновесном состоянии, имеет большое значение для понимания процессов образования аморфного состояния вещества. В настоящей работе выполнен анализ структурной релаксации при нагреве в электроосажденных импульсным током пленках Cr-C. Сплавы Cr-C получали из электролита следующего состава: KCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·10H<sub>2</sub>O-0,5М, K<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>-0,5М, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-2М, HCOOH-0,75М, pH=3,0, T=298К. Осаждение проводили однополярным импульсным током ( $i=15-25\text{А/дм}^2$ ) с частотой следования ( $f=2-10\text{Гц}$ ) и скважностью импульсов ( $Q=2-4$ ). В качестве объекта исследования выбран аморфный сплав Cr<sub>90</sub>C<sub>10</sub> толщиной 40 мкм. Для изучения структурной релаксации проведены термогравиметрические исследования и выбраны точки изотермических отжигов при 473К, 523К, 573К.

С целью изучения поверхностных изменений получены дифрактограммы и электронномикроскопические изображения поверхности исходных сплавов (рис. 1-3). Можно утверждать, что в исходном состоянии образцы имеют аморфную структуру (рис. 1-2). Для установления структурной релаксации и ближнего порядка сплава использовали одновременное моделирование профиля основного пика структурного фактора и функции радиального распределения атомов. Исследование морфологии поверхности с помощью электронного микроскопа показало, что на поверхности образца, отожженного при T=473К наблюдаются плотноструктурированные сфероиды фрактального типа с размерами 20-100 мкм (рис.4). При повышении температур изотермических отжигов фрактальные сфероиды начинают распадаться на сфероидальные частицы меньших размеров, а при T=573К размеры частиц стабилизируются с размерами 20-50 мкм (рис.6).

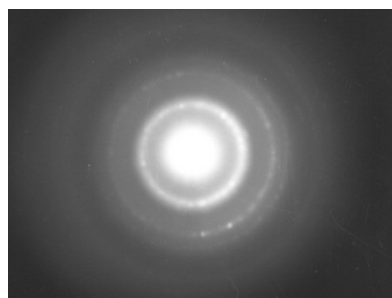


Рис.1. Электронограмма сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$ .

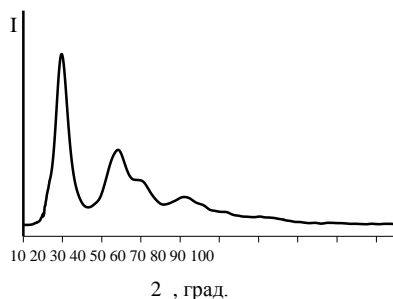


Рис. 2. Дифрактограмма сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$ .

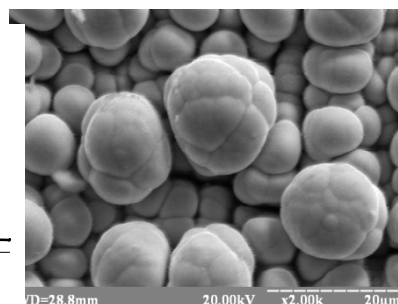


Рис.3. Морфология поверхности сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$ .

С началом нагрева кривая дифференциально-термического анализа сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$  ведет себя без изменений вплоть до 473К, что свидетельствует о стабильности аморфной матрицы. С повышением температуры начинается структурная релаксация аморфных сплавов, которая заключается в том, что в аморфной матрице начинаются изменения в ближнем порядке: сначала плотная упаковка сфероидов распадается, а с повышением температуры и сами сфероиды распадаются по фрактальному типу – на каждом сфероиде образуются новые сфероиды значительно меньшего размера (рис.4-6).

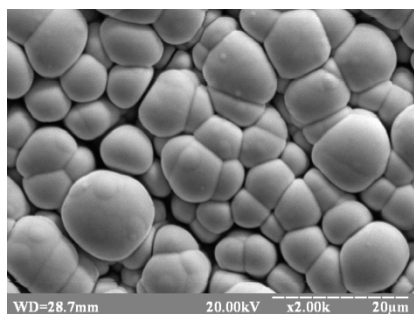


Рис.4. Морфология поверхности сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$ , отожженного при  $T=473\text{K}$  в течении 1 часа.

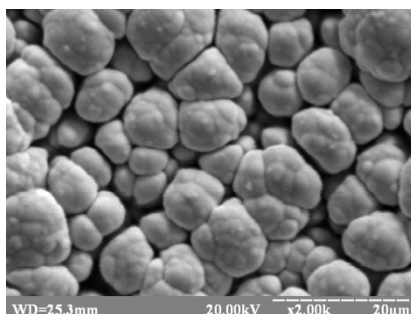


Рис.5. Морфология поверхности сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$ , отожженного при  $T=523\text{K}$  в течении 1 часа.

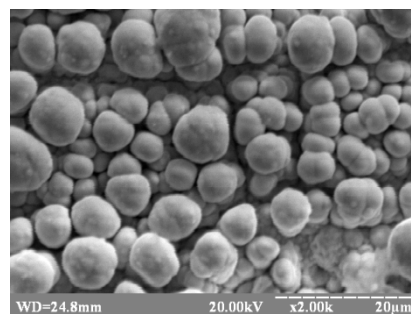


Рис.6. Морфология поверхности сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$ , отожженного при  $T=573\text{K}$  в течении 1 часа.

В тоже время моделирование ближнего порядка показало, рост областей упорядоченного расположения атомов (ОУРА) растет с увеличением температуры отжига, а параметры решетки растут незначительно, приближаясь к параметру решетки кристаллического хрома. Результаты моделирования релаксации ближнего порядка показала, что ближний порядок сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$ , близок структуре кубооктаэдров, а зазоры между ОУРА уменьшаются и увеличивается количество упорядоченной структуры объемная доля ОУРА (таблица 1).

Таблица 1. Параметры ОУРА сплава .

Сплав	Температура отжига	Форма ОУРА	$a, \text{нм}$	$\bar{u}^2, \text{нм}$	$\bar{L}, \text{нм}$	$M, \text{нм}$	$V_d, \%$
$\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$	293К	кубооктаэдр	0,2905	0,0115	3,954	0,185	52
$\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$	473К	кубооктаэдр	0,2906	0,0118	4,872	0,108	59
$\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$	523К	кубооктаэдр	0,2908	0,0110	6,343	0,143	74
$\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$	573К	кубооктаэдр	0,2851	0,0101	5,637	0,105	78



$a$  – параметры решетки ОУРА,  $\bar{u}^2$  – среднеквадратичные относительные смещения атомов из положения равновесия,  $\bar{L}$  – средний размер ОУРА,  $M$  – размеры зазоров между ОУРА,  $V_\partial$  – объемная доля ОУРА в сплаве.

Таким образом, в процессе изотермических отжигов аморфного сплава  $\text{Cr}_{90}\text{C}_{10}$  установлено, что процессы структурной релаксации начинаются при температурах выше 473К и сопровождаются уменьшением и распадом сфероидов по фрактальному типу, а ОУРА с повышением температуры отжига растут и увеличиваются их объемная доля в сплаве.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА ФОРМЫ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК НА ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЦЕЛЬНОКАТАНЫХ КОЛЁС Ø 957 ММ**

**Бабаченко А. И., Дёмина Е. Г., Кононенко А. А., Хулин А. Н.**  
Институт чёрной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины,  
г. Днепр, Украина

Babachenko A. I., Domina K. G., Kononenko G. A., Khulin A. N. The study of influence of the cast billets form factor on the features of hot deformation process of all-rolled wheels Ø 957 mm.

It has been determined that the optimal incoming billet for the railway wheels Ø 957 mm with the cone-and-plate disk manufacturing is a billet Ø 450 mm ( $H/D = 0,84$ ). Its use will provide good workability of central layers of the wheel rim (the value of cumulative deformation degree is about 85 %) and the disk (the value of cumulative deformation degree is about 92 %) and will exclude of ingress of some macrostructure defects in the elements of the wheels. The deformation degree increase will promote to the uniform distribution of areas in the microstructure of the wheels elements. In the future, it will have positively effect on brittle fracture resistance of the carbon steel and will increase the service characteristics of the all-rolled wheels Ø 957 mm with the cone-and-plate disk.

В настоящее время для достижения всё ужесточающихся требований к уровню эксплуатационных свойств железнодорожных колёс необходима оптимизация технологии их производства не только на стадии выплавки стали и термической обработки, но и в процессе горячей пластической деформации колёсной заготовки. Специфика горячей пластической деформации в технологическом процессе производства железнодорожных колёс такова, что именно на данном этапе происходит наиболее интенсивное воздействие как на форму, так и на структуру металла колёсных заготовок.

В связи с этим цель работы заключалась в том, чтобы определить оптимальные геометрические параметры литой заготовки для производства цельнокатанных колёс Ø 957 мм с плоскоконическим диском.

С помощью компьютерного моделирования процесса горячей пластической деформации колёсных заготовок Ø 360 – 520 мм с фактором формы (отношением высоты заготовки к её диаметру)  $H/D = 0,5 – 1,6$  выполнена оценка степени накопленной деформации металла в объёме изделий. Показано, что уменьшение диаметра заготовки (от 520 до 360 мм) для производства железнодорожных колёс приводит к повышению степени прорабатываемости металла всех элементов колеса.

Определено, что некачественная осевая зона в макроструктуре литых заготовок с

фактором формы  $0,5 < H/D < 1,0$  полностью концентрируется в выдавке и удаляется при прошивке технологического отверстия в ступице, а с фактором формы  $H/D \geq 1,0$  даже при минимальном ( $0,1 D_{исх.}$ ) диаметре этой зоны её следы попадают в тело ступицы.

Установлено, что оптимальной исходной заготовкой для производства железнодорожных колёс  $\varnothing 957$  мм является заготовка  $\varnothing 450$  мм ( $H/D = 0,84$ ), применение которой обеспечит хорошую проработку металла обода (величина накопленной деформации порядка 85 %) и диска (величина накопленной деформации порядка 92 %) и исключит попадание отдельных дефектов макроструктуры центральной зоны слитков в элементы колёс.

Степень деформационной проработки (накопленной деформации) элементов цельнокатаных колёс  $\varnothing 957$  мм с плоскоконическим диском, изготовленных из слитка сифонной разливки  $\varnothing 485$  мм и непрерывнолитой заготовки  $\varnothing 450$  мм, была определена также с помощью металлографического анализа по изменению плотности «следов» дендритной структуры.

Установлено, что относительное изменение плотности «следов» дендритной структуры в цельнокатаных колёсах изменяется следующим образом: в образцах ободьев (до места начала перехода обода в диск) величина данного параметра достигает максимальных значений, хорошо согласуясь с величиной накопленной деформации, полученной с помощью компьютерного моделирования. В образцах дисков и ступиц колёс относительное изменение плотности дендритной структуры снижается до 70 и 35 % соответственно. Результатами определения плотности дендритной структуры в элементах колёс подтверждён сделанный ранее вывод о наличии нейтрального слоя в колёсных заготовках.

Определено, что основное влияние на химическую неоднородность, обусловленную дендритной ликвацией таких элементов, как кремний и марганец, в микроструктуре исследованных образцов колёс после деформации оказывает условия затвердевания исходной литой заготовки.

Показано, что колёса, изготовленные из непрерывнолитой заготовки, характеризуются бо́льшей плотностью «следов» дендритной структуры и, как следствие, более равномерным распределением сегрегационных участков (рис.). Так в образцах ступиц плотность «следов» дендритной структуры больше в 2,5 раза, в образцах дисков – в 4,2 раза. В ободьях это отличие проявляется вблизи места перехода обода в диск. Здесь плотность «следов» дендритной структуры плотнее в 1,3 раза в образцах колеса, изготовленного из непрерывнолитой заготовки, по сравнению с образцами колеса, изготовленного из слитка.



а



б

Рисунок. Распределение сегрегационных участков в микроструктуре ступиц колёс  $\varnothing 957$  мм,  $\times 25$ : а – исходная заготовка – слиток сифонной разливки  $\varnothing 485$  мм, б – непрерывнолитая заготовка  $\varnothing 450$  мм

Таким образом, повышение степени деформационной проработки способствует более равномерному распределению сегрегационных участков в микроструктуре элементов колёс. Это в дальнейшем положительно повлияет на сопротивление углеродистой стали хрупкому разрушению и повышение служебных характеристик цельнокатаных колёс  $\varnothing 957$  мм с плоскоконическим диском.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ МЕТОДОМ КИРЛИАНОГРАФИИ

Пройдак С.В.<sup>1</sup>, Песоцкая Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, <sup>2</sup>Днепропетровская медицинская академия  
Украина

Proidak S.V., Pesockaya L.A.. Study of wheel steel bu kirlianography method. By the method of kirlianography, the samples of wheel steel, various in shape, degree of surface treatment and heat treatment, were investigated, an unconditional manifestation of the Kirlian effect on all samples was made, an attempt was made to explain the features for each of them.

Метод газоразрядной визуализации (так называемый "эффект Кирлиана") в настоящее время применяется в медицинской практике и является одним из немногих методов, позволяющих быстро, достоверно и безопасно исследовать физическое, психоэмоциональное и энергетическое состояние человека, выявить болезнь задолго до ее клинического проявления и найти ее первопричину, а также подобрать индивидуальные методики лечения и оздоровления, проконтролировать в динамике их эффективность. Кроме того, его используют для изучения биоэнергетических свойств воды.

Эффектом Кирлиана или Кирлиановой аурой называется плазменное свечение электрического разряда на поверхности предметов и тел, коронный барьерный разряд в газе вокруг объектов, находящихся в переменном электрическом поле высокой частоты 10-100 кГц, при котором возникает разность потенциалов между электродом и исследуемым объектом от 5 до 30 кВ. Эффект Кирлиана наблюдается, подобно молниям или статическому разряду, на любых биологических, органических объектах, а также на неорганических образцах различного характера. Если объект представляет собой предмет неживой природы, то его необходимо заземлить. Электрод и объект разделены между собой изолятором - тонким слоем воздуха, молекулы которого подвергаются диссоциации под действием возникающего между ними сильного магнитного поля. В этом слое воздуха происходит три процесса: 1) ионизация и образование атомарного азота; 2) коронный разряд между объектом и электродом; форма короны свечения, её плотность и т.п. определяются собственным электромагнитным излучением объекта; 3) переход электронов с низших на высшие энергетические уровни и обратно. При этом переходе электронов происходит излучение кванта света. Величина перехода электрона зависит от собственного электромагнитного поля исследуемого объекта. Поэтому в различных точках поля, окружающего объект, электроны получают разные импульсы, т.е. перескакивают на разные энергетические уровни, что приводит к испусканию квантов света разной длины и энергии. Последний факт регистрируется рентгеновской пленкой (в черно-белом изображении) или цветной фотобумагой (в цветном изображении), при этом, в зависимости от объекта, «корона» свечения может быть окрашена в различные цвета.

Метод был открыт в 1939 г. (запатентован в 1949 г.) краснодарским физиотерапевтом армянского происхождения С.Д.Кирлианом (совместно с супругой

В.Х.Кирлиан), в честь которых получил название. Они разработали новый способ фотографирования объектов, хотя подобные опыты проводились раньше (Я.О.Наркевич-Йодко, Никола Тесла). С.Д.Кирлиан получил авторское свидетельство на метод «высокочастотной фотографии» с помощью усовершенствованного им резонанс-трансформатора Тесла. В результате многолетних экспериментов был накоплен большой научный материал и создан целый ряд устройств для "высокочастотной" фотографии. Кирлиановая фотография дает информацию о распределении электрического поля в воздушном промежутке между объектом и регистрирующей средой в момент разряда. Проводимость объекта не отражается на электроизображении. Формирование последнего зависит от распределения диэлектрической проницаемости.

Эффект Кирлиана используется для нахождения скрытых дефектов в металлах. По заявлению Кирлиана, в сельском хозяйстве с помощью эффекта можно проверять всхожесть семян, отличать пораженные болезнями растения от здоровых. Есть научные достижения в исследовании растений эффектом Кирлиана. Известно также использование этого эффекта для экспресс-анализа образцов руд в геологии.

В данной работе исследовали 3 образца колесной стали различной формы ( 2 шт, - в форме колец, 1 шт. – в форме куба), степени обработки поверхности, термообработки на предмет проявления эффекта Кирлиана. Для методики кирлианографии использовали прибор "РЭК-1" (производства Украинского НИИ технологий машиностроения, г.Днепропетровск). Фотографирование производили в темной комнате с использованием фонаря красного света, на рентгеновскую пленку, которую обрабатывали стандартными реактивами для проявления и закрепления изображения на ней (обычные для рентген-кабинета медицинских учреждений). Фотографирование производили при 1-ом, 2-х и 3-х импульсах.

Установили, что на всех образцах, независимо от количества импульсов и состояния самого образца, проявляется эффект Кирлиана – выявлены характерные «короны» свечения. При этом степень воздействия (количество импульсов) влияет на внешний вид и "плотность" светящихся оболочек – при 1-ом импульсе "корона" показательнее, разветвленное, чем при 3-х импульсах. Места глубоких царапин (или следов реза) выделяются на поверхности кубика особым видом светящейся "оболочки". Вокруг отшлифованных поверхностей образцов "корона" равномернее и меньше, чем вокруг необработанных поверхностей. Кроме того, в местах резких изменений формы (углы в кубике) светящаяся оболочка заметно плотнее, на отдельных участках имеет вид выделяющихся "отростков", что может быть следствием внутренних дефектов.

Для получения достоверных результатов и их оценки проводятся дальнейшие исследования.

## **ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ТОКА НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗНО-НИКЕЛЕВЫХ ПЛЁНОК**

**Ганич Р.Ф., Артемчук В.В., Заблудовский В.А.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В. Лазаряна  
Украина

Ganich R.F., Artemchuk V.V., Zabudovsky V.A. Impact of a pulsed current on the structure and mechanical properties of iron-nickel membranes. The conducted studies of iron-nickel membranes obtained with the help of a pulsed current showed that their structure, phase composition and properties depend on the current parameters: density, frequency and duty cycle. Changing which it is possible to achieve the formation of alloys with given sets of properties

from the same electrolyte.

Высокие темпы развития промышленности, интенсификация производственных процессов, повышение основных технологических параметров (температура, давление, концентрация реагирующих средств и др.) предъявляют высокие требования к надежной эксплуатации технологического оборудования и строительных конструкций. Особое место в комплексе мероприятий по обеспечению бесперебойной эксплуатации оборудования отводится его износостойкости надежной защите от коррозии и применению в связи с этим высококачественных материалов.

Способ импульсного электроосаждения металлических пленок на проводящие подложки из-за возможности получения изнoso- и коррозионностойких защитных покрытий имеет большую перспективу. При электроосаждении металлических покрытий на постоянном токе возможности управления микроструктурой очень ограничены. Использование импульсных режимов электроосаждения позволяет в значительно больших пределах управлять структурой, а следовательно и свойствами металлических пленок.

При импульсном электроосаждении металлические покрытия имеют преимущественно слоистую структуру роста, что препятствует, в отличие от столбчатой структуры роста, возникновению очаговой коррозии в местах с более неоднородной поверхностью.

Покрyтия Fe-Ni осаждали из раствора, основными компонентами которого были:  $\text{Fe}_2\text{SO}_4$  – 90-110 г/л,  $\text{Ni}_2\text{SO}_4$  – 100-120 г/л,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 25 г/л. В качестве подложек использовались пластины полированной меди. Осаждение проводили со средней плотностью тока равной 1-1,5 А/дм<sup>2</sup> при комнатной температуре прямоугольными импульсами с частотой следования (30-1000 Гц) и скважностью (2 - 32). Рентгеноструктурные исследования тонкой структуры и фазового состава проводили на дифрактометре ДРОН-2.0 в Со-излучении, содержание элементов в сплаве определяли с помощью растрового электронного микроскопа РЕММА-102-02. Исследование поверхности и торцевых шлифов плёнок осуществлялись с помощью металлографического микроскопа ММ-8.

Исследования показали, с увеличением поляризации катода от 0,2 до 0,5 вольт, за счёт роста скважности импульсов (до 16-32) и уменьшения частоты их следования до 30-100 Гц происходит обогащение сплавов железом, от 35 до 69-72 ат.%. При этом структура сплавов изменяется от ГЦК на основе никеля до ОЦК на основе железа.

Рост поляризации катода приводит также к уменьшению размеров критических зародышей на поверхности катода, что вызывает формирование мелкокристаллической структуры в сплавах. Размер областей когерентного рассеяния (ОКР) в сплаве при этом изменяется от 340-420 мкм до 180-210 мкм, что вызывает рост плотностей дислокаций до 1011 см<sup>-2</sup>. Так как дислокации являются эффективным препятствием пластическому сдвигу, то их рост вызвал увеличение микротвёрдости в сплавах от 4300 МПа до 7800 МПа, а соответственно и их износостойкости.

Металлографические исследования торцевых шлифов показали, что структура роста плёнок, с увеличением поляризации, меняется со столбчатой на слоистую, при этом толщина слоев уменьшается от 1-2 мкм до 0,1-0,3 мкм. За счёт того, что вновь образующиеся слои на поверхности катода структурно не связаны с ранее сформированными, может происходить перекрытие пор, которые могут возникать в плёнке в результате её роста, что в свою очередь позволит увеличить коррозионную стойкость покрытия. При одинаковой толщине плёнки (20 мкм) концентрация пор на квадратный сантиметр с уменьшением толщины слоёв снизилась от 25-28 до 1-2.

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИ ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК

**Бабаченко О.І., Узлов О.В., Пучіков О.В., Хулін А.М., Кононенко Г.А.**  
Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова Національної академії наук України  
Україна

Babachenko O.I., Uzlov O.V., Puchikov O.V., Hulin A.M., Kononenko G.A., Determining the optimal rate of cooling during heat treatment railway rails.

As a result of laboratory tests found dependence of the hardness of the distance to the end of the sample that was subject to quenching by the method according to GOST 5657 - hardenability test for steel grade K76F used for the production of rails according to GOST 4344: 2004. Determined distance from the end in which the hardness meets international standards for the metal rails section. Experimentally obtained cooling rate in certain spots. The results will be used to develop rational modes of cooling racks at strengthening heat treatment to achieve mechanical properties to the world analogues.

Безпека руху поїздів, безпека громадян і вантажів в значній мірі залежать від справності утримання, якості, стійкості залізничного полотна, зокрема, головного його елемента - рейок. Проблема підвищення працездатності рейок сьогодні стає ще більш актуальною. В сучасних умовах експлуатації залізничних доріг існує тенденція до збільшення навантаження на вісь при русі важкого транспорту і швидкості руху пасажирських поїздів.

Експлуатаційна стійкість залізничних рейок багато в чому визначається структурою і механічними властивостями металу, з якого їх виготовляють. У зв'язку з цим зростає роль досліджень в області металознавства і термічної обробки сталей, застосування результатів яких здатне забезпечити тривалу міцність виробів при експлуатації.

Основним дефектом при нормальній роботі залізничних рейок є їх знос. Для забезпечення високого опору зношуванню, твердість рейки має бути високою, при чому не лише на поверхні, а й у центральних об'ємах її головки. Кращі світові виробники досягають твердості на глибині 10 мм від поверхні кочення головки – не менше 360 НВ (EN 13674-1:2011 для марки R370CrHT) та не менше 390 НВ (EN 13674-1:2011 для марки R400HT). Українським стандартом ДСТУ 4344:2004 вимагається твердість на глибині 11 мм – не менше 321 НВ. При цьому закордонні стандарти нормують також твердість на глибині 20 мм: не менше 340 НВ (EN 13674-1:2011 для марки R370CrHT) та не менше 370 НВ (EN 13674-1:2011 для марки R400HT); на глибині 22 мм: не менше 352 НВ (ГОСТ Р 51685-2013). Такий рівень твердості українськими виробниками не досягається. При цьому однією з вимог ДСТУ 4344:2004 є відсутність структури мартенситу в головці рейки.

Одним з напрямків вирішення даного питання є удосконалення режимів термічної обробки райок, виготовлених зі сталі, хімічний склад якої відповідає вимогам чинного ДСТУ 4344:2004.

Матеріалом для досліджень була сталь марки К76Ф виробництва ПАТ «МК «Азовсталь». Зразки були виготовлені з металу головки рейки типу Р65. Хімічний склад наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджуваної сталі, мас. %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Ti	Mo	V
0,80	0,25	0,97	0,011	0,007	0,04	0,03	0,03	0,006	0,005	≤0,01	0,055

Мета досліджень – експериментальне визначення гранично допустимих швидкостей охолодження поверхні кочення і мінімально необхідних швидкостей охолодження

осьових ділянок головки залізничної рейки для досягнення високого рівня твердості без утворення мартенситу.

В досягнення поставленої мети, в роботі було розроблено методику для визначення необхідних швидкостей охолодження, що полягає в наступному. Зразок досліджуваної сталі підлягав випробуванню на прогартовуваність (ГОСТ 5657) методом торцевого гартування (за методом Джомені). Було встановлено закономірність зміни твердості від відстані до торцю, з якого проводилося охолодження, та визначено місця, в яких твердість відповідала вимогам світових виробників (рис. 1, а).

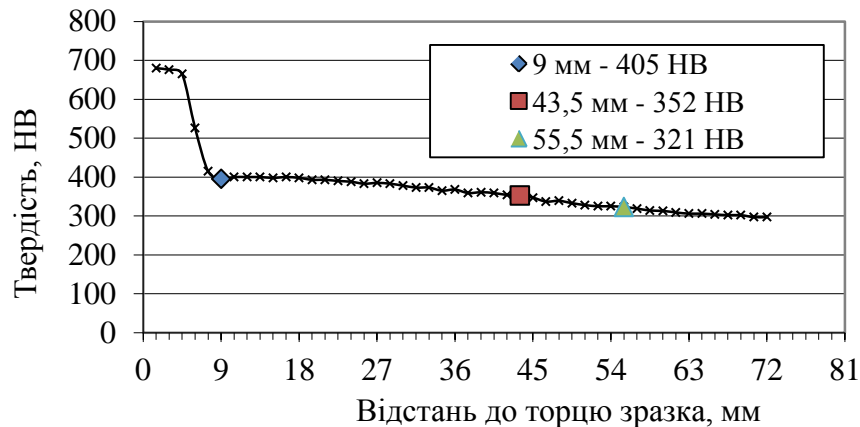


Рис. 1. Результати досліджень: а - зміна твердості в залежності від відстані до торця зразка після випробувань на прогартовуваність методом Джомені

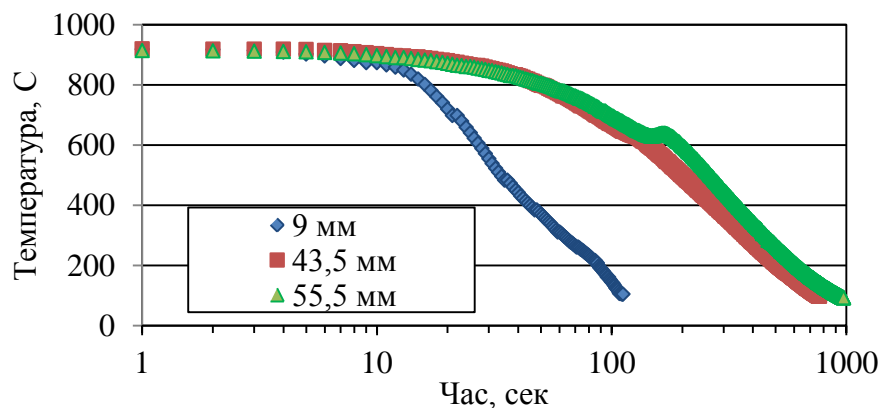


Рис. 2. Криві охолодження в точках, що мали рівень твердості: 9 мм – 405 HV, 43,5 мм – 352 HV, 55,5 – 321 HV

На наступному етапі досліджень було зачеканено термопари у визначених точках та записано криві охолодження, що дозволило визначити швидкості охолодження (рис. 2): максимально припустиму для поверхні кочення головки рейки, при якій не відбувається утворення мартенситу (9 мм: середня  $V_{охол.}$  в інтервалі 900...500 °C  $\sim 12,5^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ , в інтервалі 900...20 °C  $\sim 8^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ ); мінімально необхідну для осьових ділянок на глибині  $\geq 20$  мм для досягнення твердості на рівні світових аналогів (43,5 мм: середня  $V_{охол.}$  в інтервалі 900...500 °C  $\sim 2^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ , в інтервалі 900...20 °C  $\sim 1,5^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ ); мінімально необхідну для осьових ділянок на глибині 11 мм для досягнення твердості на рівні вимог українського стандарту (55,5 мм: середня  $V_{охол.}$  в інтервалі 900...500 °C  $\sim 1,5^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ , в інтервалі 900...20 °C  $\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{сек}$ ).

Результати досліджень будуть використані як початкові умови для математичного моделювання процесу диференційованої термічної обробки головки рейки при різних схемах

подачі охолоджувача (тепловідведення), розробки методики розрахунку технологічних параметрів їх диференційованого охолодження при зміцнюючій термічній обробці.

## **СТРУКТУРА ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОКРЫТИЯ, НАНЕСЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОРОДНЫХ КАТОДОВ**

**Чабак Ю.Г.<sup>1</sup>, Ефременко В.Г.<sup>1</sup>, Вакуленко И.А.<sup>2</sup>, Пастухова Т.В.<sup>1</sup>, Трохман В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

<sup>2</sup>Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени академика В.Лазаряна  
Украина

Chabak Yu.G., Efremenko V.G., Vakulenko I.A., Pastukhova T.V., Trokhman V. The structure of a pulse-plasma coating deposited using heterogeneous cathodes. The possibility of the formation of composite layered pulsed-plasma coating with variable chemical composition and micro-hardness in cross-section by means of varying the cathode material and by use of post-plasma heat treatment is shown.

Получение защитных покрытий на поверхностях обеспечивается различными технологиями, среди которых выделяется импульсно-плазменная обработка. При такой обработке свойства покрытия во многом определяются химическим составом и теплофизическими свойствами материала электродов. В настоящее время практически не исследована возможность получения композиционных многослойных плазменных покрытий за счет попеременного использования разнородных катодов. Такие покрытия представляются перспективными с учетом возможности повышения уровня свойств за счет взаимодействия легирующих компонентов слоев между собой и с обрабатываемой основой.

Работа преследовала цель исследовать микроструктуру композиционного покрытия, полученного импульсно-плазменной обработкой с применением катодов из высокоуглеродистых сплавов с повышенным содержанием карбидообразующих элементов. Покрытие наносили с применением электротермического аксиального плазменного ускорителя при следующих рабочих параметрах: напряжение, подаваемое на электроды - 4,0 кВ; амплитуда тока – 18 кА; расстояние между электродами ~50 мм. Обработку проводили по схеме: пять импульсов с электродом из стали P18 + пять импульсов с электродом из чугуна 230X28Г3. После импульсно-плазменной обработки следовала термообработка напыленных образцов: выдержка при 950 °С в течение 2 ч с последующим охлаждением в масле. При исследовании структуры покрытия использованы оптическая (Nikon Eclipse L150) и электронная (JEOL JSM-6510) микроскопия, энергодисперсионная спектроскопия (X-Act, Oxford Instruments), измерение микротвердости (FM-300 Future-Tech Corp.). Было установлено, что в результате импульсно-плазменной обработки с применением различных электродов формируется слоистое покрытие «сталь P18/чугун 230X28Г3» толщиной 110-130 мкм. Анализ микротвердости покрытия до и после пост-плазменной термической обработки показал, что в результате закалки твердость покрытия повышается с 4900-7300 МПа до 10500-13500 МПа (слой «P18») и до 12000-16500 МПа (слой «230X28Г3»). При анализе распределения легирующих элементов в пределах покрытия между слоями «P18» и «230X28Г3» выявлено наличие переходного диффузионного слоя пониженной твердости с переменным содержанием вольфрама и хрома. Установлено, что после нанесения в покрытие формируется пересыщенный твердый раствор, который при пост-плазменной



термической обработке распадается с образованием 45-70 % карбидов различной формы; это приводит к резкому повышению микротвердости покрытия после закалки. Количество карбидов в слоях пропорционально концентрации углерода и карбидообразующих элементов в катоде, использованном для нанесения конкретного слоя. Таким образом, показана возможность формирования композиционного слоистого покрытия с переменным по сечению химическим составом и микротвердостью за счет варьирования материалом катода и применения пост-плазменной термообработки.

## **ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ХРОМО-НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ В МЕСТАХ ПЕРЕКРЫТИЯ ВАЛИКОВ ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ**

**Белик А.Г., Ефременко Б.В., Макуров С.Л.**

ГБУЗ «Приазовский государственный технический университет

Belik A.G., Efremenko B.V., Makurov S.L. Microstructure formation in chromium-nickel coatings in the overlapped rollers at electric arc-deposition. It is shown that the rollers overlapping results in a coarsening of the structure with the formation of a hypereutectic structure comprising large primary chromium carbides with lower microhardness.

Порошковая лента ПЛ АН-111 представляет собой материал для нанесения гетерофазного хромо-никелевого покрытия, предназначенного для использования в условиях интенсивного абразивного и газоабразивного изнашивания при повышенных температурах. Наплавка порошковой лентой может производиться с нанесением валиков в один слой и в несколько слоев – с перекрытием и без перекрытия. При наплавке с перекрытием происходит частичное расплавление ранее нанесенного валика с перемешиванием металла в переходной диффузионной зоне. Структура последующих валиков и переходных зон может существенно отличаться от структуры валика, наплавленного при первом проходе, приводя к неоднородности свойств покрытия и к избирательному износу наплавленного металла.

Целью работы являлось исследование особенностей микроструктуры покрытия, наплавленного электродуговым способом на пластину из стали 09Г2С порошковой лентой ПЛ АН-111 с 50%-м перекрытием валиков. Номинальный состав ленты: 5,0 % С; 40,0 % Cr; 1,0 % Mn; 2,0 % Si; 40,0 % Ni; Fe - ост. Наплавка проводилась при следующих параметрах режима: сварочный ток – 650-750 А; напряжение на дуге – 30-34 В; скорость наплавки 32 м/ч. Микроструктуру исследовали с применением оптических микроскопов «Neophot-21» и «Nikon Eclipse M200», а также с использованием электронного сканирующего микроскопа JEOL JSM-6510 LV. Микротвердость структурных составляющих измеряли с помощью микротвердомера FM-300 (Future-Tech) при нагрузке 10-50 г.

Было установлено, что наплавка с перекрытием валиков приводит к формированию неоднородной по сечению микроструктуры, которая изменяется по зонам от аустенитной, свободной от карбидов, до заэвтектической, содержащей первичные карбиды хрома. Выполнен анализ микротвердости структурных компонентов в различных зонах покрытия. Показано, что твердость аустенита, карбидной эвтектики и карбидов  $M_7C_3$  варьируется в покрытии в пределах 3100-3850 МПа, 4100-6800 МПа, 12100-15100 МПа, соответственно. Установлено, что формируемое при наплавке хромо-никелевое покрытие содержит в основном аустенитно-карбидную эвтектику с различной плотностью расположения и толщиной карбидных волокон в эвтектических колониях. Вдоль границы с основой залегает однофазный аустенитный слой, переходящий в слой с доэвтектической

структурой. В зоні термічного впливу від сплавлення валиків зафіксований розпад аустеніта з формуванням зернистих карбідів, що призводить до зниженню корозійної стійкості матриці в місцях обеднення по хрому. Над зоною сплавлення валиків покриття має заевтектичну структуру з наявністю великих первинних карбідів хрому. Показано, що наплавка порошкової лентою ПЛ АН-111 з 50%-м перекриттям валиків призводить до огрубленню структури за рахунок формування різко вираженої заевтектичної структури при наявності великих первинних карбідів хрому, які мають знижену мікротвердість. Це може негативно відобразитися на зносостійкості покриття.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Плітченко С.О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. академіка В. Лазаряна  
Україна

Plitchenko S.O. Improvement of technology manufacture of welded constructions of rolling stock.

Major trends in global freight and passenger rolling stock over the years is the use of aluminum-based alloys in its design. The main advantages of these alloys are light and strength and its corrosion resistance, ease of recycling. Alloys based on aluminum are constantly improved, upgraded mechanical and physical properties are upgraded, also simultaneously develop innovative ways of processing. With using of traditional technology thermal welding class significantly affects the quality of the weld, which in turn limits the use of alloys. The best results when welding aluminum-based alloys obtained by using mechanical types of welding classes, which take place without melting the metal. One such method is an innovative Friction Stir Welding.

Світовою тенденцією виготовлення конструкцій вантажного та пасажирського рухомого складу є застосування сплавів на основі алюмінію. Головними перевагами таких сплавів є мала вага і міцність при високій корозійній стійкості, нескладна вторинна переробка. Наприкінці ХХ-го сторіччя в Європі сплави на основі алюмінію почали широко використовуватися при будівництві вагонів метрополітену, трамвайних, міжміських і швидкісних потягів, що забезпечило зниження експлуатаційних витрат і підвищення швидкості. Свого часу в експлуатацію був введений двоповерховий потяг TGV Duplex, що перевозить на 40% більше пасажирів і при цьому важить на 12% менше, ніж попередня одноповерхова версія TGV Réseau, саме завдяки алюмінієвим конструкціям. Сьогодні не тільки вагони метро і трамваї, що виготовляються зі сплавів на основі алюмінію, працюють у багатьох європейських столицях, але широкого застосування отримали пасажирські поїзди по всьому Світу.

Сплави на основі алюмінію постійно вдосконалюються, покращуються механічні та фізичні властивості, також одночасно розробляються інноваційні способи їх обробки. Однією з основних технологічних властивостей будь-яких сплавів є зварюваність, яка у сплавів на основі алюмінію ускладнюється через утворення тугоплавкої плівки, високої теплопровідності й рідкотекучості, схильності до утворення гарячих тріщин та пористості та ін. Цей ряд недоліків зазвичай виникає при використанні традиційних технологій термічного класу зварювання і суттєво погіршує якість зварного з'єднання, що в свою чергу обмежує використання сплавів.

Практично всі ці недоліки можливо усунути або суттєво зменшити при використанні видів зварювання механічного класу, які протікають без розплавлення металу. Більшість з цих способів є різновидностями зварювання тиском, яким є і зварювання тертям. Головними особливостями цього способу зварювання є суворо локалізоване, раціональне тепловиділення в приповерхневих шарах зварюваних деталей. При цьому механічна енергія (сили тертя) перетворюється в теплову. Одним таким інноваційним способом є зварювання тертям з перемішуванням (Friction Stir Welding), що розроблений Британським інститутом зварювання (Кембридж, TWI) у 1991 році.

Зварювання тертям з перемішуванням відрізняється високою продуктивністю, високими енергетичними показниками процесу, високою якістю зварного з'єднання, стабільною якістю зварних з'єднань, незалежністю якості зварювальних з'єднань від чистоти їх поверхні, можливістю зварювання різnorodних металів і сплавів, в тому числі і тих, які погано зварюються, а також гігієнічністю процесу. До недоліків зварювання тертям з перемішуванням можна віднести необхідність жорсткого закріплення деталей, що зварюються, виникнення отвора у кінці шва, необхідність проектування і виготовлення спеціальних інструментів, неможливість формування швів з підсиленням, неможливість зварювання матеріалів які мають низьку пластичність навіть при високих температурах або втрачають необхідні механічні властивості в результаті термопластичної деформації. Деякі з цих обмежень можуть бути усунені використанням спеціальних заходів при зварюванні, наприклад, отвори що утворюються в кінці зварювального шва можливо вивести за межі шва використанням спеціальної технологічної планки, яка потім видаляється.

## **РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ БЕТОНУ МАСИВНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**Громова О.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В. Лазаряна  
Україна

Gromova E. Development of an integrated management system of the structural-mechanical properties of concrete in massive structures. Studies of concrete for the construction of a massive underwater structures lies in the need for regulation in the first place, heat dissipation at the stage of concrete setting as a major aspect of reducing the risk of thermal cracking, along with the need to comply with the complex operational properties of concrete, which ensure their durability in difficult operating conditions.

Важливим фактором, що має значний вплив на склад бетону та нормування його окремих характеристик є тепловиділення при твердінні. Врахування та коригування цієї властивості бетону дозволяє забезпечити вимоги до температурного режиму та термонапруженого стану бетону конструкції, які встановлюються СНиП 3.03.01-87 та ВСН 31-83. Однією з основних таких вимог є забезпечення різниці температури між ядром та зовнішніми поверхнями масиву 14...20 °С. Найбільша допустима температура розігріву масиву повинна встановлюватись розрахунком і не перевищувати 80...90 °С, аналогічна характеристика в обмежується 60...70 °С.

Допустима швидкість охолодження масивної конструкції повинна встановлюватись розрахунком та забезпечуватись відповідними технологічними рішеннями.

Також, проектом до бетону конструкцій може встановлюватись цілий ряд додаткових вимог, таких як деформативність, зносостійкість, кавітаційна стійкість та інші.

Передумовою ефективної роботи бетону конструкції під час експлуатації є отримання необхідних показників якості на стадії виготовлення, формування та твердіння. Тобто, для того

щоб бетон володів достатньою міцністю, непроникністю, стійкістю в середовищі експлуатації необхідно забезпечити його цілісність та певні характеристики структури – відсутність макродефектів та тріщин.

З усього комплексу вимог до бетонів в залежності від періоду впливу на якість та експлуатаційну придатність конструкції можна виділити дві групи властивостей.

I. Властивості, які забезпечують передумови отримання бетону з необхідними експлуатаційними показниками (отримання бездефектного бетону):

- технологічні характеристики (легкоукладальність, седиментаційна стійкість);
- тепловиділення бетону (забезпечення задовільного температурного режиму твердіння бетону конструкції);
- усадковість бетону.

II. Експлуатаційні показники бетону (забезпечують експлуатаційну придатність конструкції):

- показники міцності;
- проникність бетону (марка за водонепроникністю);
- стійкість в середовищі експлуатації (морозостійкість, зносостійкість і т.п.).

Управління властивостями бетону. Задача отримання якісного бетону масивної конструкції вирішується застосуванням наступних груп заходів:

1. Рецептурні: обмеження вмісту цементу; обмеження екзотермії цементу; використання наповнювача; підбір ефективної гранулометрії заповнювачів.

2. Технологічні: зменшення різниці температури поверхневого шару та ядра масиву (утеплення, прогрівання); охолодження вкладеного бетону конструкції (циркуляція холодної води трубопроводами системи охолодження); попереднє охолодження компонентів бетону.

3. Конструктивні: виконання температурно-деформаційних швів; розміщення армування.

При розробці алгоритму основними факторами впливу приймаються рецептурні рішення (вміст компонентів в складі бетону та їх характеристики).

Технологічні та конструктивні рішення розглядаються як компенсуючі заходи, при неможливості (недоцільності) досягнення необхідного результату тільки за рахунок рецептурних рішень. Зміна технологічних рішень в більшості випадків приведе до ускладнення технологічного процесу та збільшення його вартості. Крім того, значно зростає вплив людського фактору на кінцеву якість бетону конструкції.

З іншої сторони, при оптимізації розглянутих рішень за показником вартості рецептурні, технологічні та конструктивні рішення будуть конкурентними.

Основними загальноприйнятими рецептурними рішеннями, які застосовуються для зниження тепловиділення при твердінні бетону є, як вказувалось вище, обмеження вмісту цементу; обмеження екзотермії цементу; використання наповнювача; підбір ефективної гранулометрії заповнювачів.

Оскільки задача управління властивостями бетону є багатопараметричною, то зміна окремого фактору може мати неоднозначний вплив.

Так, низька витрата цементу в бетоні може вплинути на технологічні характеристики суміші – легкоукладальність, водовідділення та понижена зв'язність суміші, зниження щільності та водонепроникності бетону.

Зниження вмісту цементу в бетоні можливе при використанні дрібнодисперсних наповнювачів (наприклад, золи-виношення ТЕС). Проте, при незначних витратах цементу гранична розтяжність бетону може виявитись настільки низькою, що, не дивлячись на низьке тепловиділення, температурна тріщиностійкість бетону не буде забезпечуватись.

Крім того, при зниженні витрати цементу значно зростає роль заповнювачів в формуванні властивостей бетону. Забезпечення оптимальних значень поверхні зерен та об'єму порожнеч суміші заповнювачів (щебню та піску) дозволяє зменшити потребу цементного тіста, а отже і цементу, схильність до розшарування і, в той же час, забезпечити необхідну легкоукладальність суміші.

Зміна певного фактору (характеристики матеріалів, умов середовища і таке інше) приводить до необхідності коригування складу бетону або параметрів технології, що відображається на більшості властивостей.

Необхідно отримати залежності, за якими можна оцінювати цей вплив і контролювати виконання групи вимог (нормативних та проектних показників), або, при необхідності, використовувати компенсуючі заходи.

Таким чином управління властивостями бетону для масивних конструкцій може здійснюватися для забезпечення, в першу чергу, допустимого тепловиділення і виконуватись в наступному порядку:

- виділення групи факторів, що впливають на тепловиділення бетону;
- аналіз впливу цих факторів на інші контрольовані властивості бетону;
- обмеження поля допустимих значень факторів;
- пошук компенсуючих заходів при необхідності порушення поля допустимих значень факторів.

### **ВПЛИВ КАРБОНУ НА ФІЗИЧНІ ТА СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ФАЗ $\text{Fe}_2\text{B}$ ТА $\text{FeB}$**

**Філоненко Н. Ю.<sup>1</sup>, Баскевич О.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

<sup>2</sup>ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»  
Україна

Filonenko N. Yu., Baskevich A. S., Effect of carbon on the physical and structural properties of the phases  $\text{Fe}_2\text{B}$  and  $\text{FeB}$ .

For Fe-B and Fe-B-C system alloys one of the structure constituent is iron boride  $\text{Fe}_2\text{B}$  and  $\text{FeB}$  iron monoboride but in the literature there is no information on carbon solubility limit in iron borides. The object of this paper is to reveal the effect of carbon on the physical and structural properties of borides.

Investigation was performed for the specimens with carbon content of 0,05-0,80% (wt.) and boron content of 9,0-15,0% (wt.), the rest is iron. To determine the physical properties of alloys we use microstructure analysis, X-ray microanalysis and X-ray structural analysis.

It is found that carbon doping of boride phases  $\text{Fe}_2\text{B}$  and  $\text{FeB}$  leads to a feeble lattice strain and effects on the physical characteristics of boride. Using the quasi-chemical method we estimate the temperature dependence of the borides free energy and carbon solubility limit in phases  $\text{Fe}_2\text{B}$  and  $\text{FeB}$ . We estimate the free energy of borides and carbon content in  $\text{Fe}_2\text{B}$  and  $\text{FeB}$  phases. Carbon can substitute up to 3-8% of boron atoms in  $\text{Fe}_2\text{B}$  phase and to 4% of boron atoms in  $\text{FeB}$  phase depending on the temperature which is verified by experimental data.

В сплавах систем Fe-B та Fe-B-C одним із складових структура є моноборид  $\text{FeB}$  та борид заліза  $\text{Fe}_2\text{B}$ . У сплавах системи Fe-B при температурі 1923 К з рідини утворюється моноборид заліза  $\text{FeB}$  з масовим вмістом бору 16,25 % (мас.), а утворення бориду заліза  $\text{Fe}_2\text{B}$  із вмістом 8,825% (мас.) бору відбувається при температурі 1673 К в результаті перитектичного перетворення  $L + \text{FeB} \leftrightarrow \text{Fe}_2\text{B}$ .

Відомо, що карбон впливає на фазові перетворення в сплавах системи Fe-B та має незначну розчинність в боридах заліза, але межа його розчинності в фазах  $\text{Fe}_2\text{B}$  та  $\text{FeB}$  не визначена.

Мета даної роботи полягала у встановленні впливу карбону на фізичні та структурні властивості боридів  $\text{Fe}_2\text{B}$  та  $\text{FeB}$ , та визначенні границь їх розчинності.

Дослідження проводили на зразках заліза із вмістом карбону 0,05-0,90 % (мас.) і бору 9,0-12,0 % (мас.). Для отримання сплавів систем Fe-B використовували шихту наступного складу: залізо карбонільне (з вмістом заліза 99,95 % (мас.)), аморфний бор (з вмістом бору 97,5,0 % (мас.)), графіт електродний ЕУО (з вмістом вуглецю 99,96 % (мас.)). Виплавку зразків проводили в печі Тамана з графітовим нагрівачем в алундових тиглях в атмосфері аргону. Швидкість охолодження сплавів становила 10 К/с. Для визначення хімічного складу сплаву використовували хімічний та спектральний аналіз. Морфологію поверхні визначали за допомогою мікроскопа JSM-6490 зі скануючою приставкою ASID-4D та оптичного мікроскопу «Неофот-21». Рентгеноструктурний аналіз здійснювали на дифрактометрі ДРОН-3 у монохроматизованому Fe-K $\alpha$ . Теоретичний розрахунок дифрактограм фаз було виконано з використанням програми «CaRIne v. 3.1».

У сплавах системи Fe-B з вмістом бору в інтервалі 9,0-15% (мас.) спостерігається двофазна структура, яка має первинні дендрити FeB, що містяться у матриці фази Fe<sub>2</sub>B. Легування сплавів системи Fe-B карбоном до 0,2% (мас.) практично не призводить до зміни структури сплаву. При вмісті карбону у інтервалі 0,2-0,7 % (мас.) у сплаві на основі заліза, що містить бор понад 9,0 % (мас.) спостерігали евтектику із стержневою морфологією. Збільшення вмісту карбону більше ніж 0,9 % (мас.) призводить до утворення евтектики, яка складається з графіту та бориду Fe<sub>2</sub>B. Збільшення вмісту карбону в сплаві Fe-B супроводжується незначним змінням параметру решітки монобориду FeB та бориду Fe<sub>2</sub>B.

Присутність карбону в сплаві на основі заліза з вмістом бору 10,0 % (мас.) призводить до незначного збільшення числового значення розміру кристалітів та густини дислокацій для бориду Fe<sub>2</sub>B, та зменшення для монобориду FeB. Отримані результати можна пояснити більшою дефектністю фази Fe<sub>2</sub>B в порівнянні з дефектністю монобориду FeB. Дослідження вмісту бору та карбону в фазах з застосуванням мікрорентгеноспектрального методу показали, що в бориді Fe<sub>2</sub>B масовий вміст бору становить 8,8-8,45 %, а карбону до 0,3 % (мас.), інше – залізо, а в бориді FeB масовий вміст бору становить 16,25-15,65 %, а карбону до 0,2 % (мас.), інше – залізо.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити припущення, що можливе заміщення атомів бору атомами карбону в кристалічній решітці фаз Fe<sub>2</sub>B та FeB.

Структура Fe<sub>2</sub>B має об'ємноцентровану тетрагональну елементарну комірку та відноситься до структурного типу CuAl<sub>2</sub>  $D_{4h}^{18} - I4/mcm$  з 12 атомами в елементарній комірці.

Структура монобориду FeB має ромбічну елементарну комірку та має просторову групу з 4 атомами в елементарній комірці.

Для отримання розрахункових результатів межі розчинності атомів карбону в решітці бориду Fe<sub>2</sub>B та монобориду FeB застосували квазіхімічний метод.

Аналіз отриманих результатів показав, що атомний вміст карбону в бориді Fe<sub>2</sub>B більший, ніж в монобориді FeB. Так, в бориді заліза Fe<sub>2</sub>B карбон може заміщати до 8% (ат.) атомів бору, а в монобориді тільки до 4 % (ат.). При збільшенні температури вміст карбону в обох фазах збільшується. Це можна пояснити структурними властивостями боридів. А саме, решітка фази FeB більш щільна, ніж бориду Fe<sub>2</sub>B. В бориді Fe<sub>2</sub>B обидва атоми заліза мають ds<sup>8</sup>-конфігурацію електронів, а при взаємодії з бором один набуває d<sup>5</sup>-конфігурацію, а інший d<sup>6</sup>, що призводить до розрихлення електронної структури сполуки, а отже зниження її енергостабільності.

У монобориді FeB між атомами бору існують ковалентні зв'язки B-B, які сприяють посиленню металічного зв'язку Fe-Fe, в якій залізо набуває енергостабільну d<sup>5</sup>-конфігурацію, а бор – енергостабільну конфігурацію інертного газу. Крім того, атоми бору в бориді Fe<sub>2</sub>B розташовуються у вершинах тетрагональної призми та існують

площини без атомів бору, наприклад (110). Наявність площин з різною густиною упакування сприятиме різкій анізотропії росту бориду. Анізотропія та сили міжатомної взаємодії приводять до того, що кристали бориду мають форму прямих призм з правильним квадратом в основі та ростуть з найбільшою швидкістю в напрямку (011), що призводить до збагачення їх домішками і дефектами, і сприяє утворенню неоднорідностей, а саме пор, тріщин та інше. Ймовірно, наявність вакансій в структурі  $\text{Fe}_2\text{B}$  внаслідок видалення атомів бору з решітки представляє дуже сприятливі умови для впровадження атомів карбону, так як атоми карбону з вакансіями утворюють стабільні комплекси, в наслідок чого збільшується ковалентний зв'язок.

При високих температурах розчинність карбону в бориді  $\text{Fe}_2\text{B}$  та монобориді  $\text{FeB}$  зростає. Отримані в роботі розрахункові дані добре узгоджуються з результатами експериментів.

## **ВПЛИВ СКЛАДУ ШИХТИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ДОЕВТЕКТИЧНОГО СПЛАВУ АК7**

**Фролов Р.О.<sup>1</sup>, Мітяєв О.А.<sup>1</sup>, Сахно О.С.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Запорізький національний технічний університет,

<sup>2</sup>АТ «Мотор Січ»

Україна

Frolov R. O., Mityayev O. A., Sakhno O.S. Influence of the consist of charge on the structure and properties of hypoeutectic alloy AK7

The possibility of increasing the mechanical properties of secondary silumin AK7 by processing the charge into fine-dispersed remelt are discussed in this article.

Сплав АК7 один із найбільш широко розповсюджених ливарних алюмінієвих сплавів, оскільки має високі показники механічних властивостей та задовільну рідкоплинність. При виготовленні литих деталей на виробництві накопичується велика кількість відходів у вигляді литників та стружки, які потребують переробки або утилізації. Використання вторинної сировини дозволяє у декілька разів знизити виробничі затрати за рахунок скорочення енерговитрат та шкідливих викидів в атмосферу. Оскільки вторинна шихта містить підвищену концентрацію домішок, які знижують механічні властивості, її використання обмежено. Тому актуальною проблемою є розробка методів підвищення якості виливків із вторинних алюмінієвих сплавів з мінімальними витратами ресурсів та забезпеченням необхідного рівня властивостей виробів. Один із перспективних, але недостатньо вивчених способів обробки розплаву є спадкове модифікування, яке полягає у використанні дрібнокристалічних лігатур та переплавів, що отримані при достатньо високих швидкостях охолодження  $V_{ох.} \geq 500 \text{ }^\circ\text{C/с}$ .

Відходи виробництва АК7 у вигляді литників, попередньо були перероблені у дрібнокристалічний переплав (ДКП), який отримали шляхом розливання рідкого металу при температурі  $720^\circ\text{C}$  у воду. Було проведено 3 дослідні плавки з різним складом шихти. Плавка №1 повністю складалась із литників, а у плавках №2 та №3 відповідно 40% і 80% маси шихти складав ДКП. Шихту плавили під покривним флюсом  $50\%\text{NaCl} + 50\%\text{KCl}$  у кількості 2 мас.% в електричній печі опору. При температурі  $720^\circ\text{C}$  розплав був оброблений комплексним модифікатором МК-1[1] в кількості 0,1 мас.%, а потім розливався у кокіль. Після термообробки за режимом Т6, із нижньої частини виливка виготовляли шліфи для вивчення структури і зразки для контролю механічних

властивостей ( $\sigma_b$ ,  $\delta$ , HRB).

Металографічний аналіз виявив, що структура сплаву №1 мала грубу кристалічну будову. Розмір евтектичного кремнію становив 15...20 мкм, а інтерметалідної фази  $Al_3FeSi$ , витягнутої голкоподібної форми – 25...30 мкм. Для сплаву №2 розмір включень кремнію та інтерметалідів складав 10...15 та 15...20 мкм відповідно. У сплаві №3 середній розмір кремнію не перевищував 5...10 мкм, а інтерметалідної фази – 10...15 мкм. Слід зауважити, що зі збільшенням кількості ДКП у шихті підвищувалась мікропористість, що, на нашу думку, пояснюється підвищеною кількістю оксидних плівок внаслідок розвинутої поверхні ДКП. Найбільш високі результати механічних випробувань показав

сплав №2:  $\sigma_b = 302$  МПа,  $\delta = 6,2$  %, 50 HRB, а найгірші показники сплав №3:  $\sigma_b = 225$  МПа,

$\delta = 2,4$  %, 23 HRB. Сплав №1, шихта якого повністю складалась із литників, мав границю міцності  $\sigma_b = 275$  МПа, пластичність  $\delta = 3,1$  % та твердість 47 HRB. Отримані результати дозволяють стверджувати, що наявність у шихті ДКП дозволяє отримувати виливки з більш сприятливою структурою та високими механічними властивостями, але для виявлення більш чіткої залежності необхідно проведення додаткових досліджень із застосуванням методів математичної статистики. Використання ДКП у великій кількості не ефективне, оскільки приводить до підвищення мікропористості, а також збільшує виробничі затрати на переробку шихти.

Література.

1. Пат. 46094 Україна, МПК (2009) C22C1/00. Модифікувальний комплекс для алюмінієвих сплавів / Лоза К. М., Мітяєв О. А., Волчок І. П. (Україна); заявник та патентовласник Запорізький національний технічний університет. – № u200905914; заявл. 09.06.2009; опубл. 10.12.2009, Бюл. № 23. – 4 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНФІГУРАЦІЇ СКЛАДНОЇ ТРАСИ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРУ НА ЙОГО ПОТУЖНІСТЬ**

**Храмцов А. М., Богомаз В. М., Щека І. М., Боренко М.В., Пацановський С.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В Лазаряна  
Україна

For conveyor belts with difficult road built analytical power over depending on the configuration of the road when transporting cargo from a specified point to a fixed destination.

Сьогодні галузь транспортного будівництва важко представити без застосування транспортуючих машин. Найбільш поширеним типом машин безперервного транспорту є стрічкові конвеєри. Стрічковими конвеєрами є машини безперервної дії, основним елементом яких є вертикально замкнена стрічка, що огинає кінцеві барабани, один з яких є привідним, інший – натяжним. Стрічкові конвеєри широко застосовуються на підприємствах хімічної, металургійної, машинобудівної промисловості, у виробництві будівельних матеріалів, транспортному будівництві, на вуглезбагачувальних фабриках. Перевагами стрічкових конвеєрів є: простота конструкції, висока продуктивність при великих швидкостях стрічки, складні траси переміщення, велика протяжність траси, висока надійність.

За конструкцією і призначенням стрічкові конвеєри виконуються загального



призначення і спеціальні (для різних галузей промисловості). За типом стрічки вони поділяються: з прогумованою стрічкою; із сталевую суцільнопрокатною стрічкою; з дротяною стрічкою, з полімерною стрічкою. За розташуванням на місцевості стрічкові конвеєри виконуються стаціонарними і рухомими; пересувними і переносними; переставними (для відкритих розробок); надводними, плаваючими на понтонах. За профілем траси стрічкові конвеєри поділяються на: горизонтальні; похилі; комбіновані: похило-горизонтальні і горизонтально-похилі з одним або декількома перегинами і з складною трасою.

Для забезпечення стійкого положення вантажу на стрічці кут нахилу конвеєра повинен бути на  $10\text{--}15^\circ$  менше кута тертя вантажу об стрічку у спокої, оскільки під час руху стрічка на роликкоопорах струшується і вантаж сповзає вниз.

Поступальний рух конвеєр одержує від фрикційного приводу. Привід конвеєру традиційно складається з електродвигуна, муфти, редуктору, барабану, гальмового устрою. Потужність приводу стрічкових конвеєрів залежить від багатьох факторів. Основними параметрами, які впливають на її величину є: тип вантажу, необхідна продуктивність, висота підйому та довжина транспортування вантажу, необхідна конфігурація траси транспортування вантажу, умови роботи конвеєру.

Метою роботи є побудова залежності потужності приводу стрічкового конвеєру від конфігурації траси. Траса стрічкового конвеєру в залежності від умов та місця його роботи при транспортуванні вантажу від одного пункту до іншого може мати декілька ділянок різних типів: горизонтальні, похилі і навіть вертикальні (для Z-подібних конвеєрів). Складність траси характеризується послідовністю розташування таких типів ділянок та їх нахилами.

Для стрічкових конвеєрів зі складною трасою побудовано аналітичні залежності потужності приводу від конфігурації траси при транспортуванні вантажу з заданого пункту до фіксованого пункту призначення. Слід зазначити, що отримані залежності враховують тип вантажу, продуктивність, геометричні розміри ділянок конвеєру та параметри застосованих стрічок, роликкоопор та барабанів.

## **АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЕЛИЧИНИ ПОТУЖНОСТІ ПРИВОДУ ПОХИЛОГО ЛАНЦЮГОВОГО ЕЛЕВАТОРУ ВІД ЙОГО ВИХІДНИХ ДАНИХ**

**Храмцов А. М., Богомаз В. М., Щека І. М., Боренко М.В., Пацановський С.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В.Лазаряна  
Україна

For high-speed and low-speed inclined chain hoists with different types of buckets built analytical dependence of its power over the height of recovery, performance angle to the horizontal route, on which constructed corresponding graphic dependences.

Якість та швидкість будівництва транспортних об'єктів та мереж залежить в певній мірі від типу та характеристик застосованих транспортувальних машин. Сьогодні широкого використання в цій галузі набули саме машини безперервного транспорту, які характеризуються неперервним переміщенням насипних та штучних вантажів по заданій траєкторії без зупинок на завантаження та розвантаження. Окремим типом машин такого класу є ковшові елеватори із тяговим елементом у вигляді ланцюгів. Взагалі, елеватори є підйомниками вертикальної дії, які використовуються для вертикального та похилого

транспортування вантажів. Елеватори широко застосовуються на підприємствах хімічної, металургійної, машинобудівної промисловості при виробництві будівельних матеріалів, на вуглезбагачувальних фабриках, на харчових комбінатах, в зерносховищах.

Ковшові елеватори класифікують за типом тягового елементу - на стрічкові і ланцюгові; за напрямом переміщення ковшів – на вертикальні і похилі з вільно звисаючою або підтримуючою зворотною гілкою. На елеваторах застосовуються чотири типи ковшів: глибокі, дрібні з закругленим (циліндровим) днищем та ковші з бортовими напрямними гострокутним і закругленим днищем. Глибокі і дрібні ковші застосовують тільки на елеваторах з розставленими ковшами для переміщення сухих, легко сипучих, пилоподібних, зернистих та дрібно кускових вантажів (зерно, пісок, земля, дрібне вугілля). Дрібні ковші переміщують вологі, пилоподібні, зернисті і дрібно кускові вантажі (вугільний пил, крейда, мокра зола). Ковші з бортовими напрямними та гострокутним днищем застосовують на тихохідних ланцюгових елеваторах для переміщення пилоподібних, зернистих і дрібно кускових вантажів. Ланцюгові ковшові елеватори мають вертикально замкнутий тяговий елемент у вигляді одного або двох ланцюгів з жорстко прикріпленими до нього ковшами, тяговий елемент огинає верхні привідні та нижні натяжні зубчаті колеса.

Одним з основних елементів ковшових елеваторів є їх привід. Конструктивно він складається з електродвигуна, муфти, редуктора, привідних та натяжних зубчатих коліс гальмового устрою. Аналіз сучасних публікацій показав, що для визначення величини потужності приводу елеватору потрібно провести детальні розрахунки його основних елементів. Метою роботи є дослідження впливу вихідних даних для проектування ковшових ланцюгових елеваторів з похилою трасою (висоти підйому, продуктивності, кута нахилу траси до горизонту) на потужність його приводу при певних типах вантажу, для транспортування яких призначений елеватор, що проектується.

Для похилих швидкохідних та тихохідних ківшевих ланцюгових елеваторів з різними типами ковшів (мільких, глибоких, з бортовим напрямним) побудовано аналітичні залежності величини потужності його приводу від вище перелічених проектних даних, де враховуються стандартні розміри та параметри ковшів, кількість та тип ланцюгів. На основі цього побудовано відповідні графічні залежності, які показують характер загальної закономірності потужності приводу від типу вантажу, кута нахилу, продуктивності та висоти підйому. Розглянуто приклад застосування отриманих залежностей для визначення потужності приводу елеватору, який призначений для транспортування кам'яного вугілля.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ШИРИНИ СТРІЧКИ ВІД ПРОЕКТНИХ ДАНИХ СТРІЧКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА**

**Храмцов А. М., Богомаз В. М., Щека І. М., Боренко М.В., Пацановський С.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В.Лазаряна  
Україна

For conveyor belts built a condition which must satisfy the belt width to provide the necessary performance. To speed tape width selection for typical cargo conveyor belts built dependence tape width ranges from changes in the value that takes into account productivity and value angle conveyor section and related graphics built dependence.

Для інтенсифікації та збільшення ефективності багатьох виробничих процесів в промисловості та сільському господарстві використовуються транспортуючі машини, які

в свою чергу поділяються на машини періодичної та безперервної дії. Саме друга група таких машин характеризується високою продуктивністю, яка досягається тим, що вантаж транспортується з одного пункту до кінцевого без зупинок на завантаження та розвантаження. При цьому робочий та зворотній рух несучого елемента здійснюється одночасно.

Конвеєри на сучасних підприємствах застосовуються в якості: високопродуктивних транспортних машин, що передають вантажі з одного пункту в інший на ділянках внутрізаводського та, у ряді випадків, зовнішнього транспорту; транспортних агрегатів потужних перевантажувальних пристроїв і навантажувально-розвантажувальних машин; машин для переміщення вантажів-виробів по технологічному процесу потокового виробництва, які встановлюють, організують і регулюють темп виробництва та суміщають, у ряді випадків, функції накопичувачів (рухомих складів) і розподільників вантажів-виробів за окремими технологічними лініями; машин і передавальних пристроїв в технологічних автоматичних лініях виготовлення і обробки деталей і складальних одиниць виробів. Найбільш розповсюдженими з машин безперервного транспорту сьогодні є стрічкові конвеєри.

Ширина стрічки є одним з основних конструктивних параметрів стрічкового конвеєру, від якого залежить фактична продуктивність, його габарити та надійність. Від ширини стрічки залежить вибір таких елементів конвеєру, як роликоопори, натяжні та привідні барабани, натяжні пристрої, які в свою чергу визначають габарити машини. До напрямів розвитку та модернізації стрічкових конвеєрів відноситься зниження матеріаломісткості і зменшення габаритних розмірів машин при підвищенні або збереженні надійності та продуктивності машини. Отже, раціональний вибір ширини стрічки конвеєру за проектними даними, яка задовольнятиме умові міцності та в той же час забезпечуватиме необхідну фактичну продуктивність, є дуже важливим при проектуванні стрічкових транспортерів.

В роботі побудовано умову яка має задовольняти ширину стрічки для забезпечення необхідної продуктивності. Вона являє собою співвідношення між типом та фізико-механічними характеристиками переміщуваного вантажу, кутом нахилу похилої ділянки траскторії, швидкістю руху стрічки, продуктивністю та шириною стрічки. Використовуючи таке співвідношення для прискорення вибору ширини стрічки для типових вантажів стрічкових конвеєрів побудовано залежність ширини стрічки від діапазонів зміни значення величини, яка враховує значення продуктивності та кута нахилу ділянки конвеєру. На основі отриманих даних побудовано графічні залежності необхідної для забезпечення проектних параметрів конвеєру ширини стрічки від величини продуктивності при інших фіксованих проектних даних.

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ ОПОРНО-ОБЕРТАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ БУДІВЕЛЬНИХ КРАНІВ**

**Храмцов А. М., Богомаз В. М., Щека І. М., Крамар І.Є.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені акад. В.Лазаряна  
Україна

In the mechanisms of building cranes during operation, intensive wear and tear undergo assembly units and parts that take significant loads. Most assembly units have a residual resource and can be reused after carrying out small recovery volume robots. To such assembly units is a support-pivoting device, the worn parts of which are restored mechanically or mechanically or

by surfacing.

У механізмах будівельних кранів в процесі експлуатації інтенсивного зносу піддаються складальні одиниці і деталі, що сприймають значні навантаження. Більшість складальних одиниць мають залишковий ресурс і можуть бути використані повторно після проведення відновлювальних робіт невеликого обсягу. До таких складальних одиниць відноситься опорно-обертальний пристрій, зношені деталі якого відновлюються слюсарно-механічним способом або наплавленням. Конкретний вибір способу відновлення опорно-обертального пристрою залежить від ступеня зносу деталей, технологічних можливостей ремонтної бази і економічної доцільності його виконання.

Механічний спосіб відновлення опорно-поворотного пристрою полягає в токарній обробці до заздалегідь заданого ремонтного розміру зношених поверхонь напівобойм, а саме проточування профілю доріжок кочення з подальшим обточуванням торцевих поверхонь роз'єму зношених деталей. Однак токарна обробка за рахунок зменшення початкових розмірів деталей призводить до зниження міцності властивостей напівобойм опорно-обертального пристрою, а також надійності і безпеки експлуатації вантажопідіймального крана. Додаткові ремонтні деталі забезпечують відновлення зношених поверхонь до розмірів нових деталей зі збереженням вантажопідйомності крана. Для цього використовують кільцеві елементи прямокутного перерізу з прокатних кільцевих заготовок, які встановлюють в попередньо оброблені окружні пази напівобойм з циліндричними стінками з подальшим з'єднанням силовим швом. Наведений спосіб відновлення має суттєві недоліки, які полягають в зниженні жорсткості опорно-обертального пристрою і погіршенні умов його роботи, порушення принципу взаємозамінності деталей при ремонті.

Найпоширенішим і основним способом відновлення деталей опорно-обертального пристрою є електродугове наплавлення, що дозволяє повернути їм властивості нових, а в ряді випадків навіть поліпшити їх при відносно низьких витратах на ці роботи. Відомо кілька способів відновлення деталей опорно-обертального пристрою наплавленням.

Спосіб відновлення доріжок кочення ручного і напівавтоматичного наплавленням нанесенням металу тільки на ділянки, що мають максимальний знос, не знайшов широкого застосування через низьку якість наплавлення і трудомісткості. Сутність процесу наплавлення деталей опорно-обертального пристрою з застосуванням ультразвукового поля полягає у введенні інтенсивних ультразвукових коливань в наплавлений під флюсом метал при його формуванні поблизу температури затвердіння. Одним з прогресивних і перспективних способів відновлення деталей опорно-обертального пристрою є відновлення доріжок кочення автоматичним електродуговим наплавленням низьковуглецевої дротом діаметром 2 мм під композицією плавлено-керамічного флюсу.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕДУКТОРОВ**

**Храмцов А. Н., Богомаз В. Н., Щека И. Н., Шаптала А. И.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
имени акад. В Лазаряна  
Украина

In the process of exploitation of reducing gears there is a wear of gear-wheels and landings opening of bearing and bronze hobs, cracks in steel pulleys, drums and corps of reducing gears. The wear of gear-wheels of reducing gears must not exceed the 10% primary thicknesses of

tooth. Threadbare steel points can be recovered by наплавкой by metallic electrodes or carboloies with subsequent treatment on a template.

В процессе эксплуатации редукторов происходит износ зубчатых колес и посадочных отверстий подшипников и бронзовых втулок, образуются трещины в стальных шкивах, барабанах и корпусах редукторов. Подшипники с трещинами или следами выкрашивания металла на кольцах и телах качения, глубокой коррозией, отслоением металла, раковинами, глубокими рисками и забоинами на беговых дорожках колец и телах качения, надломами, сквозными трещинами и вмятинами на сепараторе заменяют новыми. Изношенные до 0,2 мм посадочные отверстия рекомендуется восстанавливать электроискровым способом (микронаплавкой), применяя в качестве электрода вращающийся диск из медных проволочек. Можно также использовать клеевые составы или металлизацию.

Для нормальной работы редукторов необходимо, чтобы зубья зубчатых колес касались один другого не менее чем на 0,6 своей длины. При сборке должны быть соблюдены правильные расстояния и параллельность между валами. Уменьшение межцентрового расстояния зубчатых колес приводит к глубокому зацеплению, колеса работают со скрипом, может произойти их заклинивание и поломка вала. При увеличенном межцентровом расстоянии между зубьями образуется большой радиальный зазор, вследствие чего зацепление будет неполным и зубья будут работать своей верхней частью.

Износ зубчатых колес редукторов не должен превышать 10% первоначальной толщины зуба. Изношенные стальные зубья могут быть восстановлены наплавкой металлическими электродами или твердыми сплавами с последующей обработкой по шаблону. Восстановление зубчатых передач производится наплавкой на зубья, но не подряд, а через 5...10 зубьев, с обязательным их нагревом во избежание коробления.

Перед наплавкой колеса промывают в растворе кальцинированной и каустической содой и очищают до металлического блеска. После наплавки колесо медленно охлаждают. Наплавленные зубья обрабатывают на зубофрезерных станках, а в отдельных случаях и вручную.

Незначительно разработанные (до 1% от первоначального диаметра) бронзовые втулки восстанавливают осадкой за счет уменьшения длины втулки. При осадке уменьшается внутренний и одновременно увеличивается наружный диаметр втулки, что позволяет посадить ее на место более плотно. Осадку осуществляют прессом с последующей разверткой или проточкой на токарном станке до номинального размера.

Трещины в стальных шкивах, барабанах и корпусах редукторов заваривают электросваркой с предварительной разделкой кромок. При наличии в материале шкива, барабана или корпуса редуктора содержания более 0,25% углерода сварку следует производить с подогревом до 200...300°C. После сварки деталь нужно отжечь с нагревом выше 700°C. Трещины в шкивах и барабанах и изготовленных из чугуна, заваривают газовой сваркой. Это наиболее распространенный способ ремонта чугунных деталей. В качестве присадочного материала можно использовать латунные прутки, стальную сварочную проволоку или стержни из чугуна марки А.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СКЛАДУ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

**Щека І. М., Храмцов А. М., Богомаз В. М., Боренко М.В.,  
Пацановський С.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

імені акад. В Лазаряна  
Україна

It is proposed to use the methodology of calculation of parts and accessories of complex technical means to determine the quantity of repair kits for motor vehicles.

Аналіз досліджень в сфері оцінки складу комплектів запасних інструментів і приладів (ЗІП) автомобільної техніки показав, що він не відображає об'єктивно процес відновлення працездатності автомобільної техніки. Це призводить до появи в одних випадках дефіциту запасних частин, а в інших випадках спостерігається утворення надлишкових запасів. Перший випадок призводить до зриву виконання завдань за призначенням, а другий - до зниження економічної ефективності використання автомобільної техніки. Розрахунок резерву запасних частин "по середній витраті" або "інтуїтивно" можуть дати результат, що відрізняється від математично розрахованого приблизно на 15-30 %, але в основному по регулярно затребуваних запасних частинах. Проте покладатися на інтуїцію під час виконання завдань за призначенням, наприклад, в зоні проведення АТО злочинно. Вивчення використаних джерел з досліджуваної теми, досвіду експлуатації автомобільної техніки показало, що для організації закупок запасних частин необхідно використовувати відповідний методичний апарат. Пропонується методика розрахунку показників надійності (ПН) комплексу технічних засобів (КТЗ). Вплив ремонтного комплекту (РК) на величину ПН визначається з використанням показників достатності (ПД) ремонтного комплекту. Визначення оптимального складу ремонтного комплекту здійснюється за допомогою покрокової процедури, в якій на кожному кроці в ремонтний комплект додається елемент, вибраний по критерію «надійність/вартість». Процедура формування ремонтного комплекту завершується при досягненні величинами показників надійності необхідного значення. Розрахунки показників достатності проводяться при таких способах поповнення РК: періодичне поповнення; поповнення з екстремими доставками; безперервне поповнення.

Автомобіль представлено складною технічною системою, тривала експлуатація якої неможлива без використання запасних виробів і приладдя (ЗІП), необхідних при проведенні ремонтів і технічного обслуговування. За результатами досліджень експлуатації автомобілів КраЗ, УАЗ встановлено, що основні відмови автомобільної техніки на об'єктах відновлення та будівництва національної транспортної системи розподіляються таким чином: двигун - 40%, трансмісія - 24%, механізми керування (гальмова система та рульове керування) - 9%, електрообладнання -10%, ходова частина - 12% , інші системи - 5%. Причиною виходу з ладу автотранспортного засобу є відмова змінних деталей. Кількісний склад запасних частин ремонтного комплекту визначався згідно запропонованої методики з урахуванням вірогідності відмови (напрацювання на відмову) при експлуатації в несприятливих умовах. Визначена залежність коефіцієнта готовності (Кг) двигуна від кількості елементів гумотехнічних виробів (прокладок двигуна, пасових передач). Визначено кількісний склад ремонтного комплекта для електрообладнання.

Отримані дані відповідають фізичним уявленням про процеси витрачання і поповнення ЗІП. Аналіз результатів розрахунків РК, показує, що дана методика є зручним інструментом аналізу можливої потреби в РК в різних умовах експлуатації КТЗ. Остаточне рішення про необхідну комплектацію РК може прийняти користувач з врахуванням реальних вимог до надійності КТЗ і обмежень вартості. Рівень обмежень за сумарними витратами на ЗЧ визначають з технічних або техніко-економічних міркувань (наприклад, фінансових можливостей замовника).

## ВПЛИВ ІМПУЛЬСУ УДАРНОЇ ХВИЛІ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

Болотова Д.М.

Дніпропетровський професіональний залізничний ліцей,  
Україна

Bolotova D.M.. Influence of impulse of shock wave is on structure and properties of carbon steel.

*Found on the surface fracture after treatment with shock wave pulses increased the number of dislocations that are located in different crystallographic slip systems should be seen as evidence of the development of very complex dislocation reactions that provide increase endurance metal during cyclic loading thermally hardened carbon steel.*

При відносній простоті здійснення, отримала достатньо широкого розповсюдження технологія обробки металевих матеріалів з використанням ударної хвилі. Зазначена технологія дозволяє вирішити досить складні завдання, такі як, наприклад формозміна при виготовленні виробів великих розмірів, їх зміцнення або навіть зварювання окремих елементів конструкцій. В залежності від рівня енергії, що підводиться, або величини та кількості імпульсів виникаючого напруження ефект, що досягається має чітко виражену залежність від умов проходження ударної хвилі в металевих матеріалах. Аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить, що використання обробки ударною хвилею дозволяє суттєво перебільшити ефект зміцнення в порівнянні з еквівалентною пластичною деформацією. Технологію формування ударної хвилі розділяють за якісно різними напрямками. Використання вибухових речовин передбачає виникнення одноразового імпульсу напруження достатнього для вирішення визначеного технічного рішення. У більшості випадків за наведеною технологією достатньо складно керувати процесом формування імпульсу напруження необхідного значення. Протилежно цьому, виникнення імпульсу напруження від електричного розряду в рідині дозволяє керувати не тільки потужністю окремого імпульсу але і здійснювати ефект накопичування від їх послідовної дії. На підставі цього, стає можливим замінити дію одного імпульсу напруження ударної хвилі на декілька за умов незмінності сумарної енергії.

В якості матеріалу для досліджень була використана вуглецева сталь з вмістом хімічних елементів в межах марочного складу сталі 45. Обробку металу імпульсами ударної хвилі проводили на промисловому устаткуванні. Імпульси ударної хвилі (УХ) формувалися від електричного розряду у воді, на установці ванного типу «Іскра-23». При напрузі електричного струму на електродах 15-18кV, виникав імпульс з енергією 10-12кДж і амплітудою напруження 1-2ГПа. В процесі обробки зразки піддавалися дії до 15тис. імпульсів, з частотою 2-3Гц. Аналіз характеру впливу обробки УХ на розвиток процесів втоми проводили в умовах симетричного згину на випробувальній машині «Сатурн-10».

Для однакових амплітуд циклічного навантаження дія імпульсів ударної хвилі супроводжується однозначним підвищенням витривалості при втомі. Більше цього, ефективність впливу від дії УХ зростає в міру зниження ступеня циклічного перевантаження, про що свідчить більш пологий хід кривої втоми в порівнянні з кривою похідного стану (після покращення). Наведені результати досліджень свідчать, що розвиток процесів структурних перетворень в вуглецевій сталі підчас дії імпульсів ударної хвилі, повинен відбуватися за іншою схемою в порівнянні з ефектом зміцнення від холодної пластичної деформації або при термічному зміцненні. З метою визначення природи впливу дії імпульсів ударної хвилі на циклічну витривалість була проведена

оцінка ступеня накопичення дислокацій, в об'ємах металу поблизу з поверхнею руйнування.

Експериментальні результати свідчать, що в процесі виникнення гідравлічного удару від електричного розряду в рідині досягається ефект для більшості металевих матеріалів адекватний зміцненню. За таких умов, цілком закономірним слід очікувати приросту кількості дефектів кристалічної будови в металевому матеріалі. З іншого боку, характер впливу ударної хвилі від електричного розряду в рідині (воді) на метал може бути змінений в залежності від параметрів імпульсного навантаження. Так, за відомими результатами досліджень, зростання амплітуди виникаючої хвилі тиску в значній мірі супроводжується збільшенням густини дислокацій. Завдяки такої обробки в металевому матеріалі повинні підвищуватися властивості міцності. Другим параметром технології є тривалість дії імпульсу. За умов постійної амплітуди напруження підвищення тривалості імпульсу впливає на процес переміщення дефектів кристалічної будови. Контроль за процесом переміщення дефектів дозволить визначати ступінь розвитку процесів пом'якшення в металі після зміцнення. Таким чином, керування процесами зміцнення і пом'якшення дозволяє в достатньо широкому діапазоні змінювати комплекс властивостей металу. Разом з цим, окрім відомих обмежень по використанню технології обробки ударною хвилею при виготовленні певних виробів, суттєво обмежені результати досліджень щодо впливу малої енергії імпульсу при послідовній дії багатой їх кількості, на розвиток структурних перетворень при втомі, за різних ступенів циклічного перевантаження.



## СЕКЦИЯ №14. «ГУМАНІТАРНА СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ КАДРІВ»

### ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕКЛАДУ ТЕХНІЧНИХ ТЕКСТІВ

Левицька С.І., Стехна П.М., Сонник Н.С.  
ДВНЗ «ПДАБА»  
Україна

S. I. Levytska, P. M. Stekhna, N. S. Sonnyk. HSEI «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture».

The abstract deals with the problem of translation of technical texts. A translator should improve his/her vocabulary and not only be aware of translation skills and approaches but good command of terminology. To translate a text properly from the language point of view is not enough, it is important to understand that the country in which texts and documents will be used has its own technical regulations, legislative requirements and standards.

Дотепер проблема перекладу технічних текстів є нагальною у зв'язку зі зростаючими обсягами перекладів та труднощами, які виникають при перекладі. Щоб отримати адекватний переклад, для перекладача конче необхідне вивчення специфіки первинного тексту. Якість перекладу буде визначатися особливостями первинного тексту, звідси взаємозв'язок тексту і перекладу є однією з основних проблем.

Перекладачам науково-технічної літератури слід постійно удосконалювати свій лексичний запас, розумітися на термінах, чітко знати їх значення, тому що загальною характеристикою технічних текстів вважається наявність спеціальних термінів.

Технічний переклад – це переклад текстів на певну технічну тематику; складність перекладу полягає у тому, що він повинен бути якнайбільше точним, тому що найдрібніші похибки можуть змінити смислову значущість тексту. Якщо мова йде про переклад науково-технічного тексту, то крім знання прийомів перекладу потрібно володіння термінологією.

Серед головних особливостей перекладу технічного тексту належна увага приділяється мовним характеристикам, які суттєво впливають не тільки на хід перекладу, а й на його результат.

Вузькоспеціальна термінологія та специфічна лексика відіграють велику роль. Терміни мають логічно визначати точні та чіткі поняття. Хотілося б відзначити той факт, що переклад технічних текстів неможливий без використання джерел лінгвістичної та технічної інформації (науково-технічна, довідкова література, спеціалізовані профільні та лінгвістичні словники).

Переклад технічних текстів з різних мов на українську і навпаки має свої особливості та правила. Отже, необхідно звернути увагу на деякі ключові моменти. В науково-технічних текстах відзначається широкий вжиток таких дієслів як *effect*, *affect*, *impact*, *influence*, *assure*, *perform*, *obtain*, *provide*, *give*, *involve*, *entail*, *imply* тощо, значення і переклад яких залежить від іменників, які несуть основне смислове навантаження в реченні. При перекладі технічних текстів слід звернути увагу на підвищене вживання сполучників та логічних зв'язок типу *since*, *therefore*, *thus*, *hence*, *hereafter*, *following*, *as follows*, *mentioned above*, *involves*, *leads to*, *results*.

Також слід відзначити, що деякі терміни передаються за допомогою транслітерації: *composite* - композит, *antenna* - антена, *radius* – радіус, *oxygen* - кисень, *hafnium* - гафній, *diffusion* - дифузія, *merchandising* - мерчандайзинг, *portfolio* - портфоліо, *franchising* – франчайзинг тощо. У випадку, коли неможливо знайти у словнику прямий відповідник терміну, досвідчений перекладач повинен використовувати описовий метод: *carbon-*

*fibre-reinforced plastic* – пластик, армований склотканиною.

В деяких технічних текстах при перекладі з англійської на українську можна зустріти різні скорочення невживані в українській мові, а також спеціальні знаки: *a.c.* – alternating current – змінний струм, *d.c.* – direct current – постійний струм, *in.* – inch – дюйм, *oz.* – ounce – унція, *lb.* – фунт, *lbs./in<sup>2</sup>* – pounds over square inch – фунти на квадратний дюйм, *12"* – 12 inches – 12 дюймів. Такі скорочення при перекладі розшифровуються і подаються у повному обсязі поясненням.

Серед різних видів перекладів одним з найскладніших є технічний переклад. Труднощі, які виникають при виконанні технічного перекладу, полягають не тільки в тому, що перекладач повинен досконало володіти початковою мовою та мовою перекладу. Чим вужча спеціалізація тексту, тим більше технічних знань і навичок потребується від перекладача, хоча б для того, щоб він зміг усвідомити зміст тексту своєю рідною мовою.

У будь-якому випадку, вирішальним є те, що просто перекласти текст коректно з точки зору мови не є достатньо, важливо і необхідно розуміти, що в країні, де даний документ буде використовуватись, існують інші технічні норми, законодавчі вимоги, правила стандартизації, які необхідно внести до готової документації.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЗЮДО НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ЗАНЯТИЮ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ**

**Козак А. В., Бондаревский А. Г., Дорош В. А., Николайчук К. В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна  
Украина

Kozak A. V., Bondarevsky A. G., Dorosh V. A., Nikolaychuk K. V

Дзюдо — японское боевое искусство, философия и спортивное единоборство без оружия, созданное в конце XIX века на основе дзюдзюцу японским мастером боевых искусств Дзигоро Кано, который также сформулировал основные правила и принципы тренировок и проведения состязаний.

Анализ источников информации показал, что для занимающихся дзюдо разработан определенный набор упражнений развивающий все мышцы тела, тем самым достигается укрепление и прогрессивное развитие опорно-двигательной системы организма. Дзюдо включает разнообразные технические приемы, требующие большой ловкости и координации движений.

В процессе занятий студенты овладевает определенными знаниями, умениями, навыками. Дзюдо учит терпению, настойчивости, уверенности, корректности в отношениях. Теория о дзюдо формирует человека, как личность, а это основная цель воспитания в целом.

Дзюдо еще открыто не используется в физическом воспитании студентов, но, безусловно, что прогрессивные молодые кадры подходят к тому, чтобы отразить эффективность использования данного вида борьбы в программах ведения физической культуры в образовательных учреждениях.

Для изучения отношения студенческой молодежи к использованию элементов на занятиях физической культурой было проведено исследование на базе Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. В анкетировании принимали участие студенты 2-3 курсов

механического факультета и факультет управление энергетическими процессами (80 человек, из них 10 – девушки и 70 – юноши). Согласно разработанной нами анкете определялись следующие показатели:

1. Вы получаете удовольствие от занятий физической культурой?
2. На Ваш взгляд, необходимо ли формировать мотивацию у студентов к самостоятельным занятиям физической культурой?
3. Знаете ли Вы о таком виде спорта, как дзюдо?
4. Вы хотели бы использовать элементы дзюдо на занятиях физической культурой?
5. По Вашему мнению, это способствует заинтересованности студентов к занятиям физической культурой?

Исходя из полученных данных, можно сказать, что 80% юношей и 59% девушек получают удовольствие от занятий физической культурой, а 36% юношей и 67% девушек считают, что необходимо формировать мотивацию к самостоятельным занятиям физической культурой. Результаты анкетирования показали высокую осведомлённость как юношей (100%), так и девушек (83%) о виде спорта – дзюдо. Стоит отметить, что 52% юношей и 43% девушек хотели бы использовать элементы дзюдо на занятиях физической культурой, что способствовало бы заинтересованности студентов к занятиям.

Анализ анкет студентов позволил выявить отношение к использованию элементов дзюдо на занятиях физической культурой. Большинство респондентов предпочитают видеть элементы дзюдо на занятиях.

## **РОЗВИТОК ГНУЧКОСТІ У ДІВЧАТ 17 – 18 РОКІВ НА ЗАНЯТТЯХ СПОРТИВНИМ ФІТНЕСОМ**

**Тиличко О.В.<sup>1</sup>, Федоряка А.В.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, <sup>2</sup> Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту  
Україна

Tylychko A.V., Fedoryaka A.V. Development of flexibility in the girls 17 - 18 years in the classroom sports fitness. Annotation. In sex presented research work on the development of flexibility in class sports fitness girls 17 - 18 years. The study confirmed the positive impact of the use of Exercise flexibility while performing strength training exercises in sports fitness girls 17 - 18 years.

**Постановка проблеми.** У програму проведення змагань із спортивного фітнесу входить довільна програма, де спортсмени демонструють акробатичні елементи, силові вправи, гнучкість, хореографію. Слід відзначити, що більшість спортсменів на заняттях спортивним фітнесом поділяють увагу силовим і акробатичним вправам, забуваючи про велике значення розвитку гнучкості при виконанні довільної програми. Рівень розвитку гнучкості є одним з основних чинників, що забезпечують рівень спортивної майстерності. Слабкий рівень розвитку гнучкості є причиною зниження результативності тренування, направлено на розвиток інших рухових здібностей і технічної майстерності [1, 6].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Спортивний фітнес, як сфера спортивної діяльності, сприяє вирішенню цілого ряду проблем у формуванні, зміцненні здоров'я, фізичному розвитку, фізичної підготовленості молоді. А також бере участь у виконанні функцій: освітньої, розвиваючої, пізнавальної, духовно-моральної, соціально-біологічної адаптації, оздоровчої, профілактичної та інших [6].

В даний час однією з найбільш актуальних проблем в галузі спорту є проблема вдосконалення системи підготовки спортсменів і спортивного резерву в різних видах спортивної діяльності, в тому числі і в спортивному фітнесі. Незважаючи на досить високу ефективність підходів до вдосконалення фізичної та функціональної підготовленості актуальним представляється пошук найбільш простих і доступних засобів їх оптимізації. У зв'язку з цим, досить перспективним напрямком удосконалення фізичної підготовленості на різних етапах спортивної підготовки може бути впровадження в тренувальний процес засобів розвитку гнучкості основним змістом якої є використання вправ на розвиток гнучкості [2, 5].

В сучасний час в багатьох фітнес центрах займаються спортсмени, які приймають участь у змаганнях із бодібілдингу, фітнес бікіні і спортивного фітнесу, працюють клуби, гуртки в вищих навчальних закладах і тому актуальною є проблема забезпечення їх необхідною навчально-методичною літературою. Проблема організації навчально-тренувального процесу у спортивному фітнесі займалися фахівці: К.М. Степін, О.А. Зайцева, В.Г. Олешко, Є.В. Токар, І.А. Шипіліна, І.В. Самохін, Д.Е. Вейдер. Але необхідне вдосконалення методики підготовки спортсменів, що займаються спортивним фітнесом. Аналіз літературних даних дозволив констатувати обмежену кількість досліджень щодо можливості використання вправ на розвиток гнучкості для вдосконалення фізичної та функціональної підготовленості спортсменів, що займаються спортивним фітнесом. Тому ми вважаємо, що дана проблема є актуальною та потребує детальнішого вивчення [3, 4, 6].

**Мета роботи:** експериментально обґрунтувати та дати характеристику системі тренувальних занять, що сприяють розвитку гнучкості у дівчат 17 – 18 років, які займаються спортивним фітнесом.

**Завдання роботи:**

1. Визначити рівень розвитку гнучкості у дівчат 17 – 18 років, які займаються спортивним фітнесом.
2. Експериментально обґрунтувати та визначити ефективність використання вправ на розвиток гнучкості у дівчат 17 – 18 років, які займаються спортивним фітнесом.

**Методи дослідження:** аналіз літературних джерел, педагогічне спостереження, педагогічне тестування, методи математичної статистики.

Для визначення вихідного рівня розвитку гнучкості ми прийняли у досліджуваних контрольні нормативи. В педагогічному тестуванні ми використовували наступні тести: шпагати (лівою, правою) визначається середня оцінка, нахил на підвищеній опорі, міст із положення лежачи, викрут із гімнастичною палицею.

**Аналіз та обговорення результатів дослідження.** За результатами попередніх досліджень визначення рівня розвитку гнучкості можна зробити висновок, що у дівчат рівень розвитку гнучкості знаходиться на низькому і нижче середнього рівні. Тести шпагат і викрут з палицею показали рівень нижче середнього, а міст і нахил тулуба – низький. Наступним етапом досліджень було визначення підсумкового рівня розвитку гнучкості у дівчат 17 – 18 років, що займаються спортивним фітнесом.

Порівняльний аналіз результатів педагогічного тестування показав, що у групі дівчат 17 – 18 років, які займаються спортивним фітнесом в тестах по визначенню рівня гнучкості спостерігається достовірний приріст показників ( $p < 0,05$ ) у всіх тестах. Порівнюючи показники результатів розвитку гнучкості попереднього та заключного досліджень ми виявили, що: в тесті № 1 результат покращився із низького рівня до середнього; в тесті № 2 результат покращився із нижче середнього рівня до вище середнього; в тесті № 3 рівень зріс із низького до середнього; в тесті № 4 показники зросли з нижче середнього до середнього.

**Висновки.** Виходячи із результатів педагогічного тестування дівчат 17 – 18 років, що займаються спортивним фітнесом, ми робимо висновок, що в групі показники рівня

розвитку гнучкості зросли. Порівнюючи результати тестування розвитку гнучкості після експерименту нами доведена достовірність різниці між результатами в тестах, що підтверджується порівнянням значень  $t$  критерію Ст'юдента ( $t > T_{гр}$ ,  $p < 0,05$ ). Це можна пояснити тим, що на заняттях із силової підготовки, під час відпочинку після кожної серії силових вправ, виконувались вправи на розвиток гнучкості.

#### **Список використаної літератури:**

1. Артющенко О.Ф. Основи спортивної підготовки: навчальний посібник для тренерів, викладачів і студентів факультетів фізичної культури / О.Ф. Артющенко. – Черкаси : Брама-Україна, 2008. – 415 с.
2. Волков Л. В. Теория и методика детского и юношеского спорта / Волков Л. В. - К.: Олимпийська література, 2002. – 393 с.
3. Ингерлейб М. Б. Анатомия физических упражнений / М. Б. Ингерлейб. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 187 [1] с.: ил. – (Феникс-Фитнес).
4. Круцевич Т.Ю. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей: Навч. посібник для студентів ВНЗ фізичного виховання і спорту / Т.Ю. Круцевич, М. И. Воробьев. – К.: 2005. – 195 с.
5. Роджер В. Эрл Основы персональной тренерской / В. Эрл Роджер, Р. Бехль Томас: Книга для фитнес-тренера. – К: Олимпийская литература, 2012. – 723 с.
6. Шипилина И.А., Фитнес-спорт: учебник для студентов / И. А. Шипилина, И. В.Самохин. – М.: «Советский спорт», 2010. – 136 с.

### **ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВЛЕНІСТЬ СТУДЕНТІВ З ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ**

**Пічурін В.В., Лутаєва Н.В., Доценко О.М.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім.  
академіка В.Лазаряна  
Україна

Pichurin V.V., Lutayeva N. V., Dotsenko O.M. Theoretical training students of physical education. The article presents the results of research theoretical training of students in physical education.

Переважає більшість досліджень у сфері фізичного виховання студентів зазвичай присвячуються вивченню проблеми покращення фізичної підготовленості. Це виправдано і не є випадковим. В той же час ряд фахівців (Т.Ю.Круцевич, Н.В.Москаленко, М.М.Булатова, О.А.Томенко, Н.Г.Долбишева, Т.Г.Кожедуб та ін.) звертають увагу на необхідність покращення теоретичної підготовки у фізичному вихованні. Вони зазначають, що специфіка фізичного виховання полягає в тому, що усвідомлена інформація стає мотивом до занять фізичними вправами.

При розробці педагогічних технологій спрямованих на покращення рівня теоретичної підготовки студентів у фізичному вихованні необхідно мати чітке уявлення щодо існуючих реалій у цій сфері. Мета роботи – з'ясувати тенденції щодо рівня теоретичної підготовленості сучасних студентів з фізичного виховання.

У дослідженні взяли участь 374 студенти Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В.Лазаряна, які відвідували навчальні заняття з фізичного виховання у навчальній секції фізичної реабілітації. Вік учасників дослідження складав 17 – 22 роки. Організаційно, контроль теоретичної підготовленості студентів здійснювався як оцінка письмової відповіді студента за білетом, який містив два

запитання з тематики передбаченої навчальною програмою з фізичного виховання для вищих навчальних закладів. Критерії для оцінки представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Критерії оцінки теоретичної підготовленості студентів

Бали Критерії оцінки

5 Якщо відповідь на поставлені питання повна і правильна

4 Якщо відповідь на поставлені питання по суті правильна, але не повна

3 Якщо відповідь на поставлені питання викладена неповно і з суттєвими помилками

2 Якщо відповідь на поставлені питання не розкриває суті питань або не зроблено спроби відповісти на них

Оцінка з розділу «Теоретична підготовка» входила як складова до загальної оцінки з навчальної дисципліни «Фізичне виховання». Результати дослідження представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Показники рівня теоретичної підготовленості студентів, n=374

Студенти

Бали

2	3	4	5		
Кількість		57	184	108	25
%	15	49	29	7	

Статистичні показники вибірки наступні. Середнє арифметичне – 3,28 бали. Медіана – 3 бали. Мода – 3 бали. Стандартне відхилення – 0,79 бала.

Наведені дані дають підстави для наступних висновків:

1. Теоретичну підготовленість студентів з дисципліни «Фізичне виховання» загалом слід оцінити як таку, що знаходиться на рівні «задовільно».

2. Найбільш чисельна група студентів (49 %) має задовільний рівень теоретичної підготовленості з фізичного виховання. Необхідна цілеспрямована робота щодо покращення знань у цих студентів.

3. Тільки 36 % студентів досягли рівня теоретичної підготовленості, який знаходиться на рівні «добре» та «відмінно» і відповідає сучасним вимогам.

4. Досить значна частина студентів (15 %) показала незадовільний рівень теоретичної підготовленості. Такі студенти насамперед потребують допомоги з боку викладачів.

## ПРО ДВА ОСМИСЛЕННЯ ДЕМОКРАТІЇ

**Хміль В.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

ім. акад. В. А. Лазаряна

Україна

Khmil V.V. About two understanding of democracy. These are the two meanings of political democracy, which aims at political-instrumentalist transformation mechanisms, which is not considered a wide spectra cultural and spiritual phenomena of life. On the contrary, the philosophical meaning contains an integral human existence and provides objective and means to

implement democratic reforms.

Коли ми говоримо про смисли, то ми відходимо від модного менстріму сучасної лінгвістичної парадигми, яка обмежує онтологічний та гносеологічний простір співвідношень між людиною та світом, виходячи на інший рівень мислення, що охоплює глобалізацію, демократичні принципи існування суспільств з їх певним змістом духовного відчуження людини.

На протязі останніх десятиліть підсилюється увага дослідників до проблеми майбутнього європейської цивілізації, що набула значного місця ще в працях О.Шпенглера та Дж. Боханана тощо.

Звернення до аналізу результатів демократичних перетворень та їх перспектив в контексті соціально-культурної ситуації сучасної Західної Європи надає можливість поставити проблему: Демократія – це засіб чи мета існування сучасних держав? В чому таємничий смисл демократії, чи завжди ми усвідомлюємо кінцевий результат її дії в соціально-культурному та гуманітарному аспектах?

Для осмислення зазначеної проблеми доцільно звернутися до філософського розуміння поняття “демократія”, де вона, на відміну від політико-інструменталістського аспекту демократії, розглядається як складова цілісного буття людини та передбачає відповіді на питання про мету й засоби здійснення демократичних процесів, визначення умов, спрямування та критеріїв їх доцільності. Такий аналіз вимагає відходу від суто політологічного тлумачення демократії як народовладдя в презентативній та ліберальній формах, оскільки воно не враховує широкий спектр культурних та духовних феноменів суспільства.

Сьогодні в соціально-культурних та політичних дослідженнях панує політологічний розум над філософськими тлумаченнями складних демократичних процесів, що стає причиною затьмарення більш глибоких основ соціального буття людини.

В дослідницькій літературі ХХ ст. актуалізувалися пошуки в таких напрямках дослідження як загальна теорія систем, синергетичні принципи самоорганізації систем з вузловими поняттями “ентропія-негентропія». В таких дослідженнях на перший план виходять елементи невпорядкованості, нелінійного розвитку соціальних систем, котрі важко передбачити, зробити соціально-економічні прогнози та прийняти вдалі управлінські рішення.

Звернення до поняття ентропії та його функціональної ролі необхідно для виявлення того евристичного, аналітичного, методологічного потенціалу вкрай важливого для розуміння розпаду та трансформації розвинених соціальних систем з демократичними основами управління.

Ентропійні процеси в суспільних явищах реалізують себе в формоутвореннях громадянського суспільства, через соціальні рухи, професійні об’єднання, різноманітні спільноти, у тому числі віртуальні. Інформаційна, політична культурна відкритість суспільства активізує життя громадян, забезпечує реалізацію свобод.

Зазначені процеси свідчать про наростання хаосу та безладдя в суспільстві, послаблення моралі, непередбаченості подій та неможливості регуляції їх звичними засобами, що приводить до дисгармонії суспільних відносин, стає причиною соціального напруження. З такої невпорядкованості в розумінні суспільної мети поглиблюються процеси руйнації сімейних, релігійних, правових, моральних та інших соціокультурних структур. В цьому плані гендерна рівність веде до поглиблення ентропійного стану соціальної системи,

В сучасних розвинених європейських державах причиною активізації ентропійних процесів стає міграційний мультикультуралізм, коли етнічні осередки, або анклависти стають самодостатніми культурними утвореннями.

Ентропія проявляється там, де йде процес деперсоніфікації людини через масову культуру, примусову комунікацію, віртуалізацію буття (особистого та суспільного), економічну глобалізацію, гендерну демократію тощо. Усе це свідчить про розмитість базових цінностей людства та оціночних критеріїв по відношенню до Істини Добра, Краси.

З іншого боку, вкрай недоречно говорити про пошук базових цінностей людства на підґрунті тоталітарних ідеологій, котрі змогли б об'єднати різноманітні народи та етноси з їх релігійним та культурним розмаїттям.

Відтак, при усіх позитивах демократії як обмеження свавілля влади, збереження та реалізація прав людини, вона одночасно стає механізмом невинного руйнування соціального цілого, як роздрібнення суспільства на автономні осередки, угруповання, сегменти з притаманними для них локальними цінностями, оцінками та ідеалами.

Не буде перебільшенням сказати, що раціоналізовані принципи демократії в змозі виконувати тільки часткові, а не загальні функції, що спрямовані на підтримання життєдіяльності цілого, тобто європейської цивілізації. Принципи демократії як певний тип раціоналізації суспільного життя стає вище соціальної та природної доцільності людей. Істинний смисл демократії прикритий від нас своїми непередбачуваними наслідками.

Варто погодитися з думкою Б.Спінози, що природа не призначає для себе ніяких цілей, у неї не існує понять добра та зла, проте усі кінцеві причини буття складаються тільки завдяки людським смислам. Соціальна ентропія негативно впливає на етичну складову діяльності людей, а також на цілі, що ставить перед собою сучасні західні суспільства

Переважно більша частина неєвропейських народів світу мають в підґрунті свого світогляду глибоку релігійно-метафізичну картину світу і здатні передбачити ентропійні процеси шляхом акумуляції тисячолітніх культурних надбань необхідних для свого виживання.

Завданням культури та філософії є формування простору людських смислів щодо цілеспрямованості людського буття, формування ідеального образу майбутнього, як стратегічного напрямку становлення людства. Мова йде про формування нового метафізичного метанаративу образ якого дуже погано проглядається в європейській й та вітчизняній філософській думці.

### *Література*

1. Бердяев Н. А. Воля к жизни и воля к культуре // Бердяев Н. А. Смысл истории. М., 1990. - с. 161-173.
2. Buchanan J. The death of the West. –St.Martin`s Press, LLc.- 2002. – 408 с.

## **ДО ПИТАННЯ ЩОДО АНГЛІЙСЬКИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ТЕРМІНОЛОГІЇ**

**Бочарова О. О., Васильченко П. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Bocharova O. O., Vasilchenko P. A. To the question about English borrowings in computer terminology. The thesis is devoted to the peculiarities of the use of English borrowings in computer terminology.



Одним із джерел запозичення термінів є міжнародні контакти – комерційні, технічні, наукові та ін. Особливості розвитку словникового складу української мови на сучасному етапі пов'язані зі стрімким поступом науки та інтенсивним поширенням інформації завдяки розповсюдженню комп'ютерних технологій. Сьогодні внаслідок процесу комп'ютеризації усіх сфер життя суспільства з'явилась необхідність засвоєння мовцями комп'ютерної англійської термінології (англіцизмів).

Домінування англіцизмів зумовлене: по-перше, пануванням в усьому світі англійської термінології, котра пов'язана із поширенням на світовому ринку американських фірм, які виготовляють комп'ютери та програмне забезпечення до них; по-друге, модою на англійську мову в молодіжному середовищі та в суспільстві загалом; по-третє, високим рівнем освіти людей, які зайняті у цій сфері діяльності.

Для активного функціонування нових термінів у процесі комунікації необхідно точно зрозуміти семантику кожного нового терміна, щоб носії мови не відчували труднощів при його сприйманні і застосуванні на практиці.

Англійська комп'ютерна термінологія, як і будь-який інший чужомовний елемент, на певному етапі засвоєння починає наближатись до словотвірних і фонетичних моделей, характерних для української мови. Наприклад, набуває здатності виступати джерелом вторинної номінації, починає функціонувати у різних стилях, може відбуватись переосмислення загальноживаних слів, а у випадку комп'ютерної термінології з'являється комп'ютерний сленг. Так, поряд зі словом *комп'ютер* вживається сленгове – *комп*, замість *користувач ПК* – мовці вживають *хакер*, *Інтернет* називають *інетом*, *нетом*, *USB* – *флеш* – *накопичувач* – *флешка* тощо. Це зближує нове слово зі словами рідної для мовця мови.

Ефективне розуміння, запам'ятовування та використання запозиченого слова у мовленні передбачає також опанування його звучання, вимови та написання. Багато комп'ютерних термінів в українській мові транслітеровані: англ. bit – укр. *біт*, англ. monitor – укр. *монітор*, англ. server – укр. *сервер*, англ. spam – укр. *спам*, англ. virus – укр. *вірус*, англ. hacker – укр. *хакер* тощо або транскрибовані: англ. gigabyte – укр. *гігабайт*, англ. chat – укр. *чат*, англ. on-line – укр. *он-лайн* тощо. Критерієм засвоєння терміна є не лише відповідність оригіналу, але й природність використання у рідній мові, тому у таких випадках застосовується побуквенна вимова, яка дозволяє зберегти зв'язок між фонетичною формою і графічною, що є важливим для тих, хто навчається.

Звичайно, що словниковий запас комп'ютерної лексики осіб, які працюють у сфері інформаційних технологій, значно вищий, ніж пересічного користувача ПК. Завдяки програмістам-професіоналам поняття з галузі комп'ютерних технологій стають відомими широкому загалу. Програмісти працюють над створенням нових програм, інформаційних сайтів, комп'ютерних ігор тощо. Вони перші «пропускають» через себе нову термінологію. Незважаючи на те, що загалом новітні запозичення створюють значні труднощі у сприйманні їх мовцями, нова англійська комп'ютерна термінологія за порівняно короткий час входить у лексичну систему і свідомість носіїв української мови.

Характерною прикметою комп'ютерної лексики є її одночасне засвоєння з предметами та поняттями з комп'ютерної галузі, які вона позначає. Процес розуміння, запам'ятовування та використання у спілкуванні термінології з комп'ютерної сфери значно спрощений завдяки тому, що слово приходить у мову разом із предметом (реалією), і його значення стає порівняно швидко зрозумілим.

Загалом поява запозичень зі сфери інформаційних технологій свідчить про об'єднавчий характер цивілізаційного поступу, стрімке зближення з іншими народами через глобалізаційні процеси у науці і техніці.

## **ФІЛОСОФІЯ ІСТОРІЇ ТА СОЦІАЛЬНІ НАУКИ**

**Айтов С.Ш.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Aytov S. Sh., Philosophy of history and social sciences. This article analyses the intellectual influence of the philosophy of history on social sciences.

Філософія історії є сферою філософської думки, яка досліджує причини, сутність й можливі наслідки історичних процесів. Вона також осмислює шляхи когнітивного розвитку історичного пізнання. Вивчення різноманітної історичної та історіологічної проблематики зазначеним напрямом філософії цілком природно орієнтує її на широкий міждисциплінарний діалог із спектром історичних наук. Серед останніх слід виокремити, зокрема, загальну історію, глобальну історію, історію окремих країн, соціальну історію, історичну антропологію, історіографію, теорії історії та ін..

Вплив філософії історії на дані дисципліни об'єктивно має наслідком інтелектуальну інтенсифікацію, концептуалізацію та розумове поглиблення їх досліджень.

Він сприяє підвищенню рівня системності студій, пошуку надзвичайно різноманітних й розгалужених та заглиблених, імпліцитних причин, чинників та альтернатив розвитку як історії – процесу так і історії науки. Осмисленню історичною наукою системної та багатовимірної проблематики джерел, сутності й перспектив історичної динаміки на різних її рівнях.

Відомо, що історична наука виступає інтелектуальним фундаментом, когнітивними підвалинами багатьох суспільствознавчих дисциплін, зокрема, соціології, політології, соціальної та етнічної психології, глобалістики тощо. Отже через вплив на історичне пізнання, філософія теорії здійснює когнітивну дію і на пов'язані з нею соціальні науки.

Зміст цього впливу полягає, зокрема, у осмисленні багатоаспектних й глибинних зв'язків історичних процесів та сучасної соціально – політичної динаміки, стимулюванні досліджень останніми каузальності та змісту суспільних процесів. Інтелектуальний досвід осмислення теоретичних основ й алгоритмів історичного пізнання які також здійснює філософія історії, є актуальним і для дослідження розвитку наук про суспільство.

Вельми важливим чинником впливу філософії історії на соціальне пізнання є і актуалізація її потужного прогностичного потенціалу. Осмислення причин, чинників й алгоритмів історичної динаміки й наук про останню дозволяє інтегрувати ці когнітивні елементи у інтелектуальних інструментарій соціально – гуманітарних дисциплін для удосконалення створення сценаріїв суспільного розвитку на різних рівнях та їх наукового аналізу, і для інтенсифікації футурологічних концепцій у суспільствознавстві.

Таким чином, слід відокремити наступні напрями інтелектуального впливу філософії історії на соціальні науки: сприяння підвищенню теоретичного рівня досліджень та їх концептуалізації; розширення пробного поля та орієнтація на аналіз глибинних основ суспільно – політичної динаміки; актуалізація осмислення перспектив та наслідків соціальної динаміки.

## **ФЕНОМЕН ІНТЕРНЕТУ ЯК ЗАСІБ ВПЛИВУ НА СВІДОМІСТЬ**

**Коваль Т.Ю.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Koval T. Y. Phenomenon of Internet as the method of influence on consciousness. This article analyses the role of the Internet as a tool of influence on consciousness.

Інтернет як засіб маніпуляції свідомістю сьогодні посідає актуальне місце, в якому формуються нові форми соціального спілкування. Саме Інтернет є засобом маніпуляції (в даному випадку, контролю та управління) свідомістю, коли оформлення повідомлень реалізується шляхом модифікації інформації про події чи факти з використанням таких прийомів, як фабрикація фактів, пропаганда, створення паніки чи масового психозу.

Сьогодні Інтернет стрімко ввійшов у життя сучасного суспільства і так само стрімко почав змінювати реальність людини. Саме ця стрімкість та масштабність змін, що внесли в наше суспільство сучасні інформаційні технології, є предметом занепокоєння багатьох філософів. Пружинін Б. І. зазначає, що Інтернет – це потужний засіб спілкування, а з іншого боку – це сфера спілкування, що не контролюється суспільством, оскільки вона є анонімною та віртуальною. Тут філософ зазначає, що нові інформаційні технології знищують соціокультурні положення, на основі яких вони були побудовані.

Інтернет виник у зв'язку із певними особливостями європейської культури, а саме, орієнтація на розумні принципи організації життя, в основі яких лежать повнота та доступність інформації про світ, так само як орієнтація на демократичні та ліберальні цінності. Але нові інформаційні технології породжують певні явища, які часто знищують зміст цих самих принципів, – від маніпуляції свідомістю до постмодерністської дискредитації самої ідеї раціональної організації життя. Розширення системи масового інформування, зростання кількості комунікативних потоків, прискорення інформативного обміну призвело до зміни уявлень суспільства про саму реальність.

Мас-медіа значною мірою використовують нові інформаційні технології для розповсюдження новин. Головним феноменом нашої доби стали не велетенські електронні банки даних і штучний інтелект, а Інтернет в освітянській сфері, який орієнтується на зростання можливості здійснення комунікації. Інтернет є медіумом, тобто водночас засобом і середовищем віртуалізації суспільства, перетворення системи соціальних інститутів у своєрідну віртуальну реальність.

Інтенсифікація інформаційного потоку передбачає контроль над складними високотехнологічними засобами обробки інформації, але оскільки такі засоби доступні не всім, це виливається в неминуче створення окремих соціально-культурних груп для відбору інформації. Ця ситуація може призвести до припинення вільного обороту інформації в суспільстві. Творцям мережі Інтернет відкриваються нові можливості маніпулювання свідомістю, оскільки вони мають змогу створювати необхідні соціально-культурні орієнтири.

Оскільки інформаційний потік в Інтернеті підлягає контролю певної вузької групи суспільства, то інформація, що представлена у всесвітній мережі, як правило, має переконуючий характер. А це означає, що переконання людини відбувається шляхом підбору доказів, психологічного тиску, чергування емоційної та логічної аргументації, використання відповідних прикладів та аналогій.

Особливу роль у маніпуляції свідомістю відіграють аудіовізуальні ефекти, оскільки сукупність візуального образу з текстом та звуком значно впливає на свідомість.

Інтернет-комунікація являє собою найважливіший інструмент маніпуляції свідомістю. У сучасному суспільстві одним із інструментів влади виступає інформація. Маніпуляція свідомістю за допомогою інформації поступово замінила собою насильство,

що тривалий час вважалося єдиним знаряддям правління. Однак, слід відмітити, що сам по собі Інтернет не є тільки інструментом маніпулювання свідомістю, оскільки маніпуляторами виступають ті сили, що контролюють всесвітню мережу.

Таким чином, Інтернет може бут розглянутий як особливе явище соціальної реальності і індивідуального життя людини і в цьому ракурсі спроможне виступати як явище суперечне, що здатне з одного боку, розвитку особистості, а з іншого боку, призводить до певного відчуження від соціальної реальності.

## **ПСИХОЛОГІЧНІ НАУКИ ТА ПОЛІТОЛОГІЯ**

**Айтов С.Ш., Чорна О.Г.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.А. Лазаряна  
Україна

Aytov S. Sh., Chorna O. G. Psychological scenes and political science. This article investigates the cognitive influence psychology on political science.

Політичні процеси знаходяться під впливом цілої низки чинників, які визначають їх хід, зміст, особливості та можливі перспективи. До їх складу належать, зокрема, фактори економічні, соціальні, етнічні, культурні, релігійні, демографічні та інші. Значний вплив на політичну динаміку здійснюють також психологічні чинники. Вони базуються на політичній психології соціуму, його уявленнях про політику, рівень знань та інформованості про політичні явища, який пов'язаний із обізнаністю у суспільних науках, рівні розвитку критичного мислення та розповсюдженості цього феномену серед різних соціальних груп суспільства.

Зазначені вище психологічні чинники засвоєння суспільством політики належать до сфери раціональних психічних процесів й можуть бути описані та визначені поняттям «політична свідомість». Однак відношення соціуму до політики залежить не тільки від розумових компонентів, але й від сфери емоцій та безсвідомого, які також складають психіку соціуму (зокрема політичну його компоненту). Ці психологічні сфери знаходять своє втілення відповідно у генеруванні переживань жахів й надій суспільства по відношенню до політичних сьогодення й майбутнього; у формуванні та функціонуванні стереотипів сприйняття політичних подій та явищ.

Емоційний та безсвідомий сегменти політично ї психіки досить слабо та неповно контролюються сферою мислення, політичною свідомістю. Наукові дослідження у галузі соціальної психології і історичної антропології переконливо довели, що стереотипи сприймання світу, емоції та фантазії суспільства, часто зовсім необґрунтовані, логічно та фактологічно впливають на наявні процеси політичної свідомості.

Оригінальна політична психіка кожного суспільства, котра впливає на увесь комплекс соціально-економічних відносин, в свою чергу, є частиною більш широкого та складного фрагменту, ментальності. Остання включає у себе весь спектр уявлень про світ, морально-етичні норми й цінності, норми соціально значущої поведінки, які моделюють засвоєння соціумом різних аспектів реальності, у тому числі і політичного її аспекту.

Цілком очевидно, що дослідження як внутрішньої, так і зовнішньої політики будь-якої держави не можуть бути повними, об'єктивними та науково адекватними, якщо вони не враховують та не аналізують вплив на політичні процеси психологічних й політично-психологічних особливостей, властивих даній країні та її суспільству. Зокрема, осмислення таких проблем, як причини встановлення певного типу політичного режиму,

вибір суспільством економічної моделі, створення політично-правової системи, вибір моделей політичної культури та найбільш розповсюдженої і популярної у суспільстві політичної ідеології та інше.

Саме ментальні та політико-психологічні риси суспільства впливають, а можливо і встановлюють суть зазначених політичних явищ. Так у США політичний режим (демократичний), переважна економічна модель (неоліберальна), політико-правова система (надзвичайно впливових юридичних інститутів), політична культура (орієнтування на компроміс), політична ідеологія (різні варіанти лібералізму) стали результатом формування у ментальності та політичній психіці цього соціуму уявлень про пріоритет прав і свобод особистості, індивідуалізм.

Отже, зважаючи на численні психічні підвалини соціально-політичних процесів політологія має інтегрувати у свої дослідження кореляції знання із відповідних наукових дисциплін, зокрема з соціальної, політичної та етнічної психології.

## **РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ**

**Айтов С.Ш., Дьоміна Т.А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Aytov S. Sh., Dyomina T.A. Social – political contradictions of the information society.  
This article resaves the social and political contradiction of the modern information society

Сучасне суспільство характеризується надзвичайно швидким розвитком інформаційних технологій та їх впливом на всі сфери життєдіяльності соціуму та політичних відносин. Позитивні аспекти такої взаємодії досить повно розглянуті дослідниками. До складу суттєвих досягнень інформаційного суспільства часто відносять такі соціальні та економічні явища, як науково-технічний прогрес, виникнення нових технологій, зокрема кібернетичних, телекомунікаційних та комп'ютерних; формування глобальної фінансової системи, яка об'єднує світову економіку у глобальну структуру; виникнення широкого спектру можливостей покращення освіти та самореалізації особистостей, всебічному розвитку здібностей.

Однак у цих безумовно позитивних аспектів розвитку сучасного суспільства є і негативні аспекти цього процесу, зокрема його суспільна та політична динаміка.

Так, науково-технічний поступ є досить вузько-орієнтованим. Він спирається, головним чином, на розвиток цифрових та телекомунікаційних технологій. У той же час значно менш інтенсивно розвиваються технології, пов'язані з космічними дослідженнями та вивченням світового океану. Останні є вельми актуальними для людства, оскільки вони можуть бути застосовані для засвоєння океанічних ресурсів, продовольчих та мінеральних, що може дозволити розв'язати глобальні проблеми нестатку продовольства та корисних копалин.

Становлення і розвиток глобальної фінансової системи та економіки має своїми наслідками такі негативні соціально-економічні процеси, як збільшення безробіття, зниження рівня життя суспільних груп, послідовне зменшення «середнього класу», масштабне розповсюдження різноманітних суспільних вад, таких, як злочинність, глобальна наркоторгівля тощо.

Виникнення багатьох нових можливостей у сферах освіти та самореалізації супроводжується масовим формуванням такого типу особистості, який не зацікавлений у

самореалізації та розкритті власного творчого потенціалу. Цей соціально-психологічний феномен має декілька причин та джерел. Одно з них засновано на значній інтенсифікації у масовій свідомості ідеалів безмежного споживання матеріальних благ у глобальному соціумі. Цьому сприяє надзвичайно широке розповсюдження мережі Інтернет, як у технологічному, так і у психологічному вимірах. Перший проявляється у системі електронної торгівлі, другий – у тотальному розповсюдженні інтернет та телевізійної реклами.

Крім того, радикально збільшується інформатизація та пов'язаний з нею об'єм інформації із найрізноманітніших галузей знання. Це явище сприяє, з різних причин, зменшенню рівня освіти суспільства та його політичної свідомості.

Таким чином, соціально-політичні протиріччя інформаційного суспільства є органічним продовженням його здобутків. Широке застосування інформаційних технологій у соціально-політичному розвитку без розвитку гуманітарних та освітніх компонентів сприятиме подальшому загостренню суспільних протиріч сучасного соціуму.

## **ПОИСК ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ИНОСТРАНЦЕВ РУССКОМУ ЯЗЫКУ**

**Бобыль С.В.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного  
транспорта имени академика В Лазаряна  
Украина

Bobyl S.V. The search for innovative methodological approaches in the practice of teaching foreign students Russian language. The thesis deals with the problems of usage of modern educational theories in the instruction process.

Научные знания и практические навыки кросскультурных коммуникаций при установлении диалога между различными культурами являются неотъемлемой составляющей профессиональной культуры специалиста. В ходе обучения происходит корректировка и усиление профессиональной компетенции и мотивации его деятельности.

Работа, направленная на развитие интеллектуальных возможностей студентов-иностранцев, поиск новых приёмов работы с речевыми и культурологическими единицами, их внедрение в учебный процесс предполагают выполнение следующих задач:

- a. сопоставление особенностей различных национальных культур на основе их базовых характеристик и применение результатов исследований в практике обучения;
- b. внедрение в обучение современных теорий, дающих рекомендации по сопоставлению и изучению межкультурных отличий обучающихся.

Проанализируем сложности, которые возникают при обучении РКИ в группах, где представлены китайские и арабскоговорящие студенты.

В работе с китайскими студентами почти невозможно инициировать дух соревнования, тогда как множество методик обучения предполагает использование естественной конкуренции между студентами для повышения мотивации обучения и улучшения общих результатов. С китайцами такие приёмы не срабатывают, так как все межличностные проблемы и соперничество в группе вторичны по отношению к необходимости объединения и сплочённости в условиях чуждой культурной действительности.

Китайцы почтительны к вышестоящим, при их обучении это выражается в демонстрируемом уважении к преподавателю, готовности подчиняться его требованиям, поэтому здесь очень важным является регламентация требований преподавателя. В таких группах не бывает проблем с дисциплиной: они не перечат преподавателю, соглашаются на все предложения администрации, даже не поняв материал, стараются не задавать лишних вопросов, чтобы не создать для других возможной ситуации «потери лица». Если точно не определены поставленные задачи обучения и сроки их достижения, китайцы, скорее всего, вообще не сочтут необходимым стремиться к их достижению. Чрезмерная демократичность преподавателя в любых проявлениях может быть воспринята ими как слабость и приведёт к потере контроля над учебным процессом.

Иначе проявляют себя в учебном процессе арабские студенты. Они не любят монотонной, однообразной работы, зубрёжки, и отдают предпочтение общению. Контакты с окружающими для них - стимуляторы мозговой деятельности.

Арабскоговорящие студенты воспринимают преподавателя как человека, который вступает с ними в коммуникацию и интересен как носитель новой информации.

И в той, и в другой аудитории отмечаются следующие закономерности при выработке графических навыков: использование на письме печатных букв; начало предложения с маленькой буквы; разная высота букв в слове; отсутствие соединения между ними; обратное написание букв, замена русских букв латинскими, пропуск в словах гласных, перестановка букв в слове и т.п., что, бесспорно, связано с традициями китайского и арабского письма.

При отработке звуковых и ритмико-интонационных навыков сопоставление фонетических единиц китайского, арабского и русского языков основывается на выявлении совпадений и расхождений в образовании звуков. Именно такие расхождения и являются причиной акцента носителей рассматриваемых языков при говорении по-русски. Исследование имеющихся произносительных отклонений от норм речи языка и пути преодоления иноязычного акцента показывают, что формирование фонематических и грамматических навыков должно проводиться поэтапно, с учётом родного языка обучаемых по специально разработанной системе тренировочных упражнений разных типов и видов

Если говорить о логико-математическом интеллекте, то именно в этой области и возникает наибольшее число взаимонепониманий и недоразумений. Проблема состоит в зеркальном отличии логики и способа мышления китайцев: они мыслят индуктивно (от частного к общему, от фактов к гипотезе), тогда как западные цивилизации базируются на дедуктивном мышлении (от общего к частному). В результате, при изучении русского языка китайцам чрезвычайно трудно понять и воспринять его грамматическую структуру.

Очевидно, необходимо создание методики преподавания, обеспечивающей обучение способности восприятия причинно-следственных связей, роль которых в китайском образе мышления играют аналогии.

Материал, представленный в статье, позволяет преподавателю спрогнозировать ошибки студентов-иностранцев, возникающие у них при изучении русского языка, объяснить их, а также выбрать и организовать языковой материал, предназначенный для обучения.

## ТЕЗИ ПРО ТЕЗИ

**Кривчик Г.Г.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна

## Украина

G.G. Krivchik. Theses about theses This essay contains a description of abstracts (messages) as a scientific work showing their types and basic requirements for their writing.

Як відомо, одним з найбільш поширених видів наукових творів є тези (тези доповідей або повідомлень на наукових конференціях). Їх наявність відображається в наукових звітах, списках публікацій науковця, авторефератах дисертацій. Однак ми мусимо знати, що публікація тез не завжди береться до уваги при оцінці ефективності наукової роботи вченого, оскільки вони вважаються не цілком самостійним, завершеним видом наукової роботи.

Згідно із загальноприйнятим визначенням теза – це положення, в якому стисло викладена певна ідея, а також одна з основних думок лекції, доповіді, твору [4, с. 703]. Або, якщо вживати цей термін у множині й науковому значенні, – це короткий запис змісту наукового дослідження у вигляді основних, стисло сформульованих наукових положень.

Залежно від завдань і форми подання тез їх можна розділити на два основних види: 1) тези-звіт про основні результати наукового дослідження; 2) тези-проект нового наукового дослідження. Тож обидва види тез не можна вважати самодостатніми науковими працями. Вони мають значення лише тоді, коли підсумовують проведене наукове дослідження або започатковують нову наукову роботу. Відтак, до речі, не може вважатися вченим працівник, перелік наукових праць якого обмежується тезами доповідей на наукових конференціях.

Обидва види мають право на життя. І перші, й другі публікуються в матеріалах наукових конференцій. Якщо тези мають більш розлогий характер, містять додаткові елементи, наприклад, короткий вступ із висвітленням актуальності дослідження, ступінь вивченості даного питання, перелік використаної літератури й посилання на неї, висновки, анотацію та інші елементи, що притаманні статтям, то такі тези іноді помилково іменують невеликими статтями, а збірник – збірником статей конференції, хоча, по суті, тези не є ними, їх написання має на меті інше.

У тезах-звіті в стислій формі йдеться про актуальність дослідження, формулюється об'єкт і предмет, завдання й наукова новизна дослідження, містяться основні висновки, які зробив дослідник, у результаті виконання поставлених завдань і розв'язання наукової проблеми. До речі, за такою схемою пишеться й автореферат дисертації, який фактично є звітом про дисертаційне дослідження. Певна річ, насамперед головна увага в тезах приділяється найбільш принциповим, дискусійним питанням теми та висновкам, до яких самостійно прийшов автор. Доповідь має успіх, а тези досягають своєї мети, якщо вони викликали у колег бажання звернутися до тих більш розлогих праць автора, зокрема тих, на основі яких були зроблені його тези й доповідь.

Тези-проект мають іншу мету і мають іншу форму. Вони обов'язково містять гіпотезу, з якої, як відомо, починається кожне наукове дослідження. У них формулюються основні наукові положення, які вимагають розвитку й більш серйозної аргументації. Як приклад тез указанного виду можна навести «Тези про Фейєрбаха» К. Маркса, де головною, очевидно, є 11-та, остання теза, що викладена у формі афоризму: «Філософи лише у різний спосіб пояснювали світ, але суть полягає в тому, щоб змінити його» [5, с. 59]. Одна з основних ідей «Тез» К. Маркса – ідея про провідне значення в житті революційної практики – отримала подальший розвиток у першому розділі («Фейєрбах») книги «Німецька ідеологія» [3], інших творах К. Маркса і Ф. Енгельса.

У наш час зазвичай тези пишуться з метою публічного виступу з доповіддю або повідомленням на науковій конференції й водночас готуються для публікації в



матеріалах (збірнику) конференції. Організаційний комітет конференції як правило висуває певні формальні вимоги до їх оформлення й не приймає до друку ті, що оформлені неправильно. Виступаючи з повідомленням (7-10 хв.) або доповіддю (15-20 хв.), доповідач прагне протягом відведеного йому часу не тільки ознайомити колег зі своєю науковою гіпотезою, але отримати від них підтримку, перевірити їхню реакцію, яку слід врахувати в подальшій роботі.

Основні вимоги до тез. По-перше, вони мають бути максимально лаконічними, конкретними, чітко структурованими, не містити двозначних тлумачень. Позиція автора повинна бути зрозумілою. По-друге, обов'язкова вимога до тез – наявність власних суджень, а не тільки певної інформації. Не рекомендується зловживати наведенням якихось прикладів і фактажу. Важливою позитивною рисою тез є їх самостійний характер. Природно, в них не має бути якихось ознак плагіату. Тезам більшою мірою, ніж іншим видам наукових творів, притаманний відбиток творчої особистості дослідника. По-третє, тези мають бути цікавими для тих, на кого вони розраховані, тобто вони мають бути націлені на конкретну аудиторію.

Проте два різновиди тез мають свої особливості. Якщо у тезах-звіті необхідно передусім якомога точніше відобразити сутність проведеного наукового дослідження, то важливою якістю тез-проекту є їх провокативність. Без цього тези виглядають «сухими», штучними, більше нагадують якийсь протез, а не живий орган.

Адже для того, щоб започаткувати дискусію, необхідно загострити проблему, викликати заперечення опонентів. При цьому, однак, слід пам'ятати про неприпустимість агресивності, войовничості, занадто категоричних суджень. Тут важливо дотримуватися певного такту, вміння знайти «золоту середину». Чудовим прикладом такого підходу можуть слугувати «Начерки з варязького питання» В.О. Ключевського. Видатний російський історик починає дискусію з «варязького питання» з так званими норманістами та антинорманістами («фроксоланістами») такими словами: «Новые теории о происхождении Руси выступают с таким шумом и такими мужественными физиономиями, как будто они вверх дном ставят все основные факты, которые открывала наша история» [1, с. 115]. Згодом ця полеміка була продовжена вже в більш спокійній, академічній і докладній формі в «Курсі руської історії» [2].

Важливим результатом доповіді (повідомлення), які побудовані на основі тез-проекту, є уточнення вузлових моментів проблеми, щоб у подальшій науковій праці детально і всебічно зупинитися на них і довести свою позицію. До речі, якщо ініційована тезами й доповіддю на їх основі полеміка буде продовжена, наприклад, у статті, вона надасть останній внутрішню динаміку, зробить її текст більш живим, цікавим і змістовним.

#### Література

1. Ключевский В.О. Неопубликованные произведения. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
2. Ключевский В.О. Курс русской истории // Сочинения: В 9-ти т. – М.: Мысль, 1989. – Т. 1. – 423 с.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Немецкая идеология. – М.: Госполитиздат, 1956. – 616 с.
4. Ожегов С.И. Словарь русского языка. – М.: Русский язык, 1983 – 816 с.
5. Энгельс Ф. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии. С прил.: К. Маркс. Тезисы о Фейербахе. – М.: Политиздат, 1977. – 71 с.

## ИНТЕНСИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ РКИ

**Бондаренко Л.І.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Bondarenko L.I. Intensive methods of teaching Russian as a foreign language

Статья посвящена интенсивным методам обучения русскому языку как иностранному и их характерным особенностям. Автор акцентирует внимание на преимуществах и недостатках интенсивного метода обучения. Под методом обучения мы понимаем весь целостный процесс обучения иностранным языкам (совокупность принципов или приёмов обучения).

Значение слова интенсивный – сопряжённый с высоким напряжением, проявляющийся с большой силой предопределяет характер и принципы обучения.

Интенсивные методы направлены на усвоение максимального объёма материала в минимальный срок. Отличительными особенностями всех интенсивных методов являются:

1. максимальная активизация учащихся в ходе занятий (с этой целью предлагаются специальные задания в форме этюдов, ролевые игры, аудиовизуальные средства обучения);
2. мобилизация скрытых психологических резервов личности учащегося (это, в частности, способствует значительному увеличению объёма усваиваемого материала);
3. использование всех средств воздействия на личность учащегося (опора не только на зрительное и слуховое восприятие, что характерно для традиционных методов, но и на подсознательную сферу).

В настоящее время накоплен достаточный экспериментальный и практический материал, свидетельствующий об эффективности интенсивных методов. С их помощью удастся за сравнительно короткий отрезок учебного времени сформировать и активизировать навыки и умения практического владения языком в пределах ограниченного набора тем и ситуаций, представляющих повышенный интерес для учащихся. Тем самым максимально учитывается мотивационная сторона обучения. Благоприятно сказывается на результатах обучения и форма организации занятий: распределение учащихся по ролям, обучение в процессе общения, проблемный характер тем и ситуаций, отобранных для занятий, использование музыкального фона и т.д. Всё это, несмотря на напряжённый ход занятий значительный объём прорабатываемого материала, не вызывает у учащихся дискомфорта; напротив, они испытывают удовлетворение от учебного процесса.

В то же время при использовании интенсивных методов наблюдаются определённые трудности и нерешённые проблемы. В отличие от некоторых других методов, в работе по интенсивным методам основное внимание сосредоточено на речевой деятельности и недостаточно внимания уделяется работе над языковыми средствами общения. Вследствие этого в речи учащихся сохраняются устойчивые ошибки, которые с трудом поддаются коррекции. Данный недостаток стремятся преодолеть путём включения в систему занятий тренировочных упражнений и грамматических пояснений. Тем самым в работу по интенсивным методам входят элементы, присущие методам традиционным.

Опыт занятий свидетельствует, что применение интенсивных методов наиболее результативно в небольших учебных группах. Успех в работе во многом зависит также от

квалификации преподавателя, получившего специальную подготовку, комплектования учебной группы в результате предварительного тестирования, а также наличия учебных пособий, рассчитанных на применение именно интенсивного метода.

Можно говорить о формах обучения, которые наиболее успешно реализуются при использовании именно интенсивных методов. Это – различные краткосрочные языковые курсы. Краткосрочный курс может быть только интенсивным: сжатые сроки, сосредоточенность большого количества занятий на коротком временном отрезке предполагают насыщенность учебной программы. Интенсивность, таким образом, непосредственно вытекает из краткосрочности. Что касается практики обучения в высшей и средней школе, то здесь интенсивные методы чаще всего выступают как дополнение к традиционным в рамках различных вводных и сопроводительных курсов к основному курсу обучения.

## **ОБМІН СТУДЕНТІВ МІЖ ЧТУ І ДНУЗТ**

**Мямлин С.В., Калівода Я.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Чеський технічний університет  
Україна

Myamlin S., Kalivoda J. Student exchanges between CTU and DNURT

Both CTU and DNURT are universities with a rich history and a long experience in the education of railway experts. The closer relations between the two universities were established within last years and resulted in the signing of an agreement in the end of 2016. This agreement defines various forms of future cooperation between the two institutions. One form of the cooperation between the two universities is also the exchange of students. Every semester the agreement gives the opportunity for one or two students from each institution to take a short-term internship of 3 to 10 months at a partner university. As part of the internship, Ukrainian students will have the opportunity to attend any of the courses in the study program of the Faculty of Mechanical Engineering of the CTU, to participate in student projects, to cooperate on scientific research projects of the CTU and to gain practical experience with the development of rolling stock in the practice of one of the world's leading railway vehicles manufacturers - Škoda Transportation. DNURT trainees will have at CTU the same conditions as regular Czech students for example eating in a student canteen, living at a dormitory, student ticket for public transport, etc. Although studies and internships itself are free of charge, there is a number of additional costs are associated with the internship and stay in the Czech Republic. Most of the costs of transportation, accommodation and food must be covered by a trainee student from his own sources. We plan to remove this obstacle in the future. At the end of 2017 CTU is going to apply for financial support for the exchange of students with DNURT under the Erasmus+ program. Within this European program it is possible to obtain funds for mobility of students and academic staff. Not only within the European Union countries, but also for mobility with partner countries, including Ukraine. There is still a lot of work to be done and a lot of administrative issues to be solved in order to start first student exchanges. Ideally, if everything goes well, the first DNURT students could start an internship at the CTU at the beginning of the winter semester, ie in October 2017.

## РЕВОЛЮЦІЯ ГІДНОСТІ: СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНИЙ ЗМІСТ

**Ковтун В. В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. ак. В. Лазаряна  
Україна

Kovtun V. Revolution of dignity: socio-political content. The author studies the events of winter 2013-14 years on the Square, the fight for legal citizens Ukrainian state and its civilizational choice.

Навколо змісту та значення драматичних подій зими 2013-14 рр. продовжують точитися широкі дискусії. З одного боку, ці події згуртували громадян у боротьбі за правову українську державу, її цивілізаційний вибір, а з іншого, стали причиною появи нових ліній розколу в українському суспільстві. То ж аналіз цих подій є актуальним і потребує серйозної аналітичної роботи.

Як відомо, поштовхом до протесту стала відмова В. Януковича підписати Угоду про асоціацію з Європейським Союзом. Після підступного розгону студентського Євромайдану, протестувальники виступали вже не проти зміни зовнішньополітичного курсу, а проти антинародної влади, нівелювання нею прав і свобод особистості.

Перш за все зупинимось на кваліфікації цих подій. Багато хто висловлює сумнів, чи була це справді революція. Адже, на їх думку, не відбулося зміни системи державного управління, форм власності, і, фактично, політичних еліт. Інші науковці стверджують, що це дійсно революція: вона закріпила європейський напрям зовнішньої політики, дала поштовх політичним і економічним реформам, започаткувала децентралізацію, змінила політичні еліти. Майже одностайні науковці у тому, що у масовій свідомості, морально-етичних засадах української спільноти, дієвості громадянського суспільства відбулися справді революційні зміни.

Основний зміст акцій протесту склала боротьба за національну та особистісну гідність, що дало назву цим подіям – Революція гідності. Гідність – це усвідомлення особистістю своєї значимості, самоповага і повага до іншої особистості; це право людини на повагу, і, водночас, усвідомлення своєї відповідальності перед суспільством. У шести статтях Конституції України говориться про право людини на гідність. «Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю» – підкреслюється у Статті 3.

Події на Майдані змінювалися досить динамічно, розширювався їх контекст, вони наповнювалися новим змістом. «Крім гідності та європейських цінностей, – підкреслює учасник подій, поет Андрій Бондар, – тут була воля і справедливість, солідарність і хоробрість, війна проти системи і національно-визвольна боротьба, протистояння громадянина з державою і велика геополітична провокація, всенародний фестиваль креативу і вибух нової естетики спротиву». Це була найбільш тривала революція за всі роки незалежності України – понад 90 днів. За оцінками соціологів 5 % дорослого населення України були задіяні на Майдані. На мітинги у всіх куточках держави виходили тисячі українців, міста і села вкривалися синьо-жовтими кольорами. Майдан виявив потужний людський потенціал.

На відміну від Помаранчевого майдану, який був наївним, романтичним, де люди впивалися своєю добротою та взаємодопомогою, Майдан 2013 був тривожним і напруженим. І хоча громадським активістам та опозиційним політикам на певний час вдалося утримати протестувальників від насильницьких дій, напруга наростала. Найбільш масовий виступ 2013 року відбувся у Києві 8 грудня, його назвали Марш

мільйонів. У цей же день у Києві було знесено пам'ятник Леніну і країною поширився «ленінопад» – демонтаж пам'ятників Леніну як символу диктатури. Влада почала переслідувати протестувальників. У репресивних заходах брали участь як представники силових структур, так і «тітушки» – наймані погромники, названі так за прізвиськом одного з нападників на журналістів. Було побито сотні громадян.

З другої половини січня 2014 розпочалася ескалація зіткнень, протести переросли у силові протистояння із застосуванням запалювальних сумішей, постійних штурмів барикад, захоплення адміністративних приміщень та поступовим залученням у конфлікт вогнепальної зброї. Революція гідності стала першим масовим виступом в Україні, проти учасників якого була застосована зброя. Усі попередні соціальні протести: Революція на граніті, проголошення незалежності, «Україна без Кучми», Помаранчева революція – не супроводжувались масовими людськими втратами.

22 січня 2014 року назвали «Кривавим Днем Соборності». Близько восьмої години ранку «Беркут» несподівано перейшов у наступ, з'явилися перші вбиті і поранені. Ще до штурму було вбито Сергія Нігояна, потім Михайла Жизневського. Цього ж дня у лісі зі слідами звірячих катувань було знайдено тіло Юрій Вербицького, викраденого із лікарні напередодні. Пізніше померли від ран, отриманих у цей день Роман Сенік та Олександр Бадера.

Трагічною кульмінацією Революції Гідності стали події 18–20 лютого 2014 р. На Майдані було вбито близько ста протестувальників, що показало злочинне обличчя влади і пов'язало її зі злочинами проти людяності. В. Янукович самоусунувся з посади Президента та покинув територію України. Вищим легітимним органом влади в державі стала Верховна рада.

Чи стала революція переможною? Це питання залишається відкритим. За оцінками експертів, вибори Президента та парламенту України 2014 року стали важливим кроком у історії держави та парламентаризму. Відбулося перезавантаження влади: вперше обрання відбувалось на основі політичних програм, а не брудних технологій, вперше Комуністична партія не потрапила до парламенту, втратила ведучу роль Партія регіонів, з'явилися нові політичні сили та обличчя. П'ять із шести партій, обраних до парламенту, сформували проєвропейську коаліцію. Україна здобула шанс розвивати рівноправні стосунки з Європою та вийти з-під впливу Росії. У перший пореволюційний рік нова команда продемонструвала єдність і порозуміння. Децентралізація, антикорупційні закони, оновлення законодавства про прокуратуру, закон про люстрацію, реформування поліції, новий закон про державні закупівлі – усе це породжувало великі сподівання на позитивні зміни. Та олігархат продемонстрував свою незнищенність. Відсутність економічної конкуренції, монополізація медіа, корупція, хабарництво, тиск на демократію, які відбувалися при «злочинній владі», стали характерними ознаками і нової влади. Віра в нову «команду реформаторів» змінилась глибоким розчаруванням багатьох громадян. Докорінної перебудови політичного і економічного устрою країни не відбулося, значно знизився рівень життя населення. До того ж Україна втратила значні території, понесла і продовжує нести значні людські і матеріальні втрати.

Найціннішим здобутком Революції гідності є самоідентичність та єдність української нації, сила громадянського суспільства. Українці продемонстрували свою спроможність у боротьбі зі злочинним режимом, але вкотре в історії не змогли повною мірою скористатися цією перемогою. Революційні завоювання мали продовжитися в еволюційних перетвореннях. Та цього, на жаль, не відбулося. Люди проливали кров на Майдані і проливають її тепер у війні на сході країни для того, щоб змінити нелюдську державну систему. Ми маємо усвідомити, що влада не зміниться без тиску суспільства, вона не зміниться без зміни суспільства, адже є його дзеркальним відображенням. То ж

революція має відбутися у свідомості кожного громадянина. І це наш єдиний шанс побудувати краще життя.

## СОЦІАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ЇХ ЖИТТЄУСПІШНОСТІ

**Бондаренко З.П.**

Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара  
Україна

Bondarenko Z.P., Social students' lifestyle as determiner of their prosperity

Annotation. Formation of responsible attitude to the own health and the health of the surrounding people as a necessity is determined. The main factors are encouraging students to follow healthy lifestyle ideas as an integrated system of educational values of higher education are stated in the article. Basic concepts of healthy lifestyle wellness paradigm in higher school and methods of student teams recreation via complex participation in extracurricular activities (such as volunteer work) are focused in the work. Conceptual basis for the students' healthy lifestyle cognition is stated.

Кожен із нас є учасником складного і безперервного процесу соціального відтворення поколінь. Зрозуміло, що біологічна сутність людей залишається в усі часи принципово незмінною, у тому числі й функція біологічного репродукування, а соціальна – змінюється в міру розвитку цивілізацій, спадково сприймається і передається від покоління до покоління. *Соціальність* особистості може бути представлена інтеграцією (єдністю та взаємодоповненням) таких аспектів як: усвідомлення себе членом суспільства, суб'єктом взаємодії з ним, з іншими людьми, з колективами; свідомого виконання норм соціального буття, прийнятих цим суспільством; здатності докласти особистих зусиль для приєднання до соціальних цінностей як для засвоєння, так і для створення; реалізація пізнавальної, трудової, сімейної, дозвілєвої функцій на засадах гуманізму й духовності. А ще можна сказати стосовно нашого предмета дослідження, що соціальність – це культура мислення і культура почуттів, культура духовного життя і культура поведінки людини. Саме ця характеристика робить людину Людиною. Освіта Людини є результатом її соціального відтворення – і є творенням і самотворенням її соціальності [1, с. 5-6].

Зрозуміло, що *соціальність* – явище соціально-історично зумовлене, якому притаманні найгостріші протиріччя, але ніщо не може ні перервати, ні зупинити вічні процеси соціального відтворення поколінь і освіти Людини. Потрібно і можливо їх адекватно лише стимулювати. З цією метою й утворилася педагогіка, завжди соціально орієнтована і звернена до кожного із нас, і яка виходить з того, що соціальність вміщує в собі культуру, вихованість і освіченість людини. Поглянемо на те, що у кожного із нас їх рівень і поєднанням різні: будь-яка людина індивідуально поєднує загальне і особливе в фізичній будові (чоловічій чи жіночій), у психічних властивостях і процесах, у духовному вигляді. Неповторність не виключає, а передбачає схожість з іншими за різними ознаками: соціальною, національною, фізичною, моральною, віковою, професійною тощо. У цьому – витоки своєрідності, що характерне для певної групи індивідуально різних людей.

*Валеологія* як сучасна наука – це цілісна система знань про формування, збереження, зміцнення, відновлення і передачу здоров'я іншим поколінням. Можна стверджувати, що і *соціальна валеологія* як і профілактика і переборювання соціальних хвороб суспільства і людини – цільова установка для педагогічної науки і практики.

У якості можливої інтегративної характеристики усіх значень соціальності може

бути представлений *спосіб життя*. На думку Б.З. Вульфова [1, с. 6-7], спосіб життя – це єдність цілей, цінностей, матеріальних умов, міжособистісних відносин, видів діяльності, сфер спілкування як окремої людини, родини, так виробничих, навчальних, громадських організацій і об'єднань людей. Він формується як результат взаємодії людей і оточуючого природного і соціального мікро-й макро середовища: воно – через державний устрій, ЗМІ, форми суспільної свідомості (науку, релігію, мистецтво), через побутові традиції та умови – впливає на людину, але і вона, реалізуючи власну активність, впливає на середовище, створюючи свій спосіб життя. Сповна знати людину, – тож, знати її спосіб життя. Допомогти людині, розв'язати будь-яке педагогічне завдання, розраховувати на результативність запиту, ми можемо, лише враховуючи усю ієрархію, тобто більш широке коло параметрів способу життя. Досягнення кожною людиною особистого щастя – це і є повнота самовираження в соціальності, тобто в культурі, вихованості, освіченості, духовному багатстві, гармонії із середовищем. Ось саме так цінності стають обопільно адекватними цілями загального, особливого і одиничного. Це мають враховувати у виховній у роботі зі студентською молоддю викладачі, куратори та психологи служби.

Отже, категорія соціального здоров'я набула особливої актуальності в наш час, трансформувавшись у глобальну проблему існування людства в окресленому періоді часу. Розуміємо, що майбутнє кожної країни залежить від усвідомлення ролі цієї цінності, від конкретних зусиль, спрямованих на піклування про багатогранність здоров'я підростаючого покоління, створення сприятливих умов для його повноцінного розвитку і успішного становлення. Звернімося до трактування дефініції здоров'я згідно із концептуальними положеннями. Виділення у структурі здоров'я різних складових характерно для комплексного підходу до трактування поняття здоров'я (В. Ананьєв, І. Брехман, О. Васильєва, Н. Зимівець, В. Петрович, Б. Райн, Ф. Філатов). Білл Райн, професор школи соціальної роботи Мак-Гілл університету (Канада), виділяє такі складові здоров'я: *духовну, інтелектуальну, емоційну, фізичну, професійну, екологічну, психологічну й соціальну*. Остання ж визначається здатністю людини встановлювати та підтримувати позитивні стосунки з іншими людьми, рівнем комфортності її самопочуття серед інших, кількістю близьких людей, на допомогу яких вона може розраховувати в складних ситуаціях, прагненням формувати відчуття належності до всього людства. Нам імпонує точка зору Н. Зимівець, яка трактує здоров'я як *позитивну концепцію*, що висуває на перший план соціальні й особистісні можливості. Позитивна концепція здоров'я (А. Антоновські, О. Васильєва, Л. Куликов, Г. Нікіфоров, М. Селігман) базується на положенні: кожна людина має величезну кількість здібностей і великий потенціал, які потрібно розвивати, підтримувати та зміцнювати. Нездоров'я розглядається як стійка форма життєдіяльності людини, що є результатом її нездатності до позитивного саморозвитку в конкретних життєвих обставинах (Ю. Науменко). Особлива увага в позитивній концепції приділяється пошуку чинників, які сприяли б благополучному існуванню й розквіту індивідів і співтовариств. Дослідниця виділяє три основні групи *факторів, що сприяють здоров'ю*, а саме: *суб'єктивне почуття щастя* (позитивні емоції, конструктивні думки про себе і своє майбутнє: оптимізм, упевненість у собі, задоволення життям); *вищі індивідуально-психологічні людські якості* (мудрість, духовність, чесність, сміливість, доброта, творчість, пошуки сенсу життя, прощення і співчуття, гумор, щедрість, емпатія); *позитивні соціальні інститути* (демократія, здорова сім'я, вільні засоби масової інформації, здорове середовище на робочому місці, здорові соціальні співтовариства) [2, с. 48-51]. Цих поглядів дотримуємося у навчанні студентів як у позанавчальний час, так і під час вивчення окремих тем у навчальному курсі «Соціально-педагогічні засади волонтерської діяльності». Ставлення студентів до соціуму є важливим.

Література:

1. Вульф В.З., Иванов В.Д. Основы педагогики в лекциях, ситуациях, первоисточниках: учебн. пособ. / В.З. Вульф, В.Д. Иванов. – М. : Изд-во УРАО, 1997. – 228 с.
2. Енциклопедія для фахівців соціальної сфери / За заг. ред. проф. І.Д. Звереві. – Київ, Сімферополь: Універсум, 2012. – 536 с.

## **ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОВІДНОСИН МІЖ НАЧАЛЬНИКАМИ ТА ПІДЛЕГЛИМИ У ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛАХ У ВІДПОВІДНОСТІ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ ЦІННОСТЯМИ**

**Сокол О.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна.  
Україна

Sokol, The problematic aspects of the relationship between superiors and subordinates in the military departments in accordance with European values.

The military doctrine of Ukraine determines that Ukraine will integrate into the European political, economic, legal space with the aim of gaining membership in the EU and to deepen cooperation with NATO in order to reach criteria necessary for acquiring membership in this organization.

Першим кроком на шляху до створення нової могутньої армії стала Воєнна доктрина України. Україна буде інтегруватися до європейського політичного, економічного, правового простору, а також поглиблювати співпрацю з НАТО для досягнення критеріїв, необхідних для набуття членства у цій організації.

Ставиться завдання запровадити в органах військового управління нового стилю керівництва і управління на основі західної культури взаємовідносин між керівниками та підлеглими. Уже є перші спроби узагальнити якості та стандарти поведінки українських керівників нового часу, проте етичний бік їхньої роботи, психологічні механізми взаємин з підлеглими поки що опрацьовані недостатньо. Під виглядом дотримання суворих правил субординації і безумовного виконання наказів начальники дозволяють собі невинуватити перебільшувати свої повноваження. Консервативні взаємовідносини у ланці «начальник-підлеглий» перешкоджають якісно реалізовувати заходи реформування всіх військових формувань, незалежно від їх практичного застосування. Аналіз останніх досліджень показує, що запровадження нового стилю керівництва у військах ще не набуло чіткого, системного характеру.

Всі військовослужбовці є частиною системи субординації, в якій інтереси індивідів підпорядковані вимогам військового обов'язку. Однак вони залишаються громадянами, одягненими у військову форму, і повинні користуватися тими ж правами, що і цивільні особи, без шкоди військовій дисципліні. Імплементация загальнолюдських цінностей у військову сферу, особливо в область взаємовідносин «начальник-підлеглий» залежить від стилю управління, культури керівника, ментальності особового складу. Військове керівництво, яке засноване на взаємній довірі і взаємоповазі, на відміну від заснованого на погрозах і страху, є фундаментом боєздатної армії і поваги до прав людини. Морально-психологічний портрет військового керівника в Україні потребує подальшого удосконалення. Нагальною потребою є гармонізувати українське законодавство до європейських стандартів прав і свобод людини.

Для проведення занять з офіцерським складом в рамках підвищення кваліфікації доцільно ввести ряд навчальних, освітньо-виховних програм для офіцерів. Не слід



допускати сліпого механічного копіювання без врахування національних, історичних, економічних та інших особливостей і традицій, що склалися у військовому колективі.

Вивчення ситуації в області дотримання прав людини у військовій сфері потребує комплексних досліджень та ліквідації розриву між правовими нормами і діючий практики у військах, особливо у взаємовідносинах «начальник-підлеглий».

## **ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ І ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ КУРСАНТІВ.**

**Сокол О.В.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.Лазаряна.

Україна

Sokol, Problems of physical development and physical preparedness of cadets.

The anti-terrorist operation in the East of Ukraine showed certain shortcomings in the training process of cadets of military educational institutions, namely, their psychological stability needed for management of a division in combat.

Антитерористична операція на Сході України показала певні недоліки в процесі навчання курсантів військових навчальних закладів, а саме їх психологічну стійкість, яка так необхідна при керування підрозділом в бойових умовах.

Рівень фізичної підготовки повинен знаходити відображення в системі перевірки і оцінки. Характеристика вимог до фізичної підготовленості військовослужбовців має визначати рухові навички, спеціальні фізичні і психічні якості, що необхідні військовослужбовцям конкретної військової професії, та рівень їх розвитку. Важливим є визначення здоров'я військовослужбовців, від якого значною мірою залежить подальше вдосконалення їх фізичного стану.

Так, наприклад, окрім документів контролю фізичної готовності особового складу в кожному виді збройних сил провідних країн світу щорічно розробляються інструкції з допустимого значення показника маси тіла. При невідповідності маси встановленим показникам військовослужбовець підлягає звільненню із лав збройних сил держави.

Загальновизнаним показником для визначення надлишкової ваги є Індекс маси тіла (ІМТ) – саме він використовується ВООЗ Людина вважається ожирілою, якщо її рівень ІМТ перевищує 30 одиниць. ІМТ є найбільш ефективним методом вимірювання надлишкової ваги та ожиріння, бо він може застосовуватися для всіх вікових груп і для обох статей.

При дослідженні зросто-вагових показників курсантів найбільша кількість курсантів (а відповідно призовної молоді) має діапазон зросту 178-182 см (30,5%) і 175-178 см (26%). Понад 86% молодих військовослужбовців розташовані у ростовому діапазоні 170 см – 190 см.

Не другорядним показником фізичного розвитку людини є показник маси тіла. Показник жирової маси тіла військовослужбовців не повинен перевищувати 18% у чоловіків і 26% у військово-службовців-жінок.

Динаміка показників зросту і маси тіла у курсантів впродовж навчання у ВВНЗ має тенденцію до зростання. Більшою мірою це стосується маси тіла – близько 10%, у той час як зріст збільшується всього на 1-1,5%. Але індекс маси тіла весь час знаходиться у межах показника норми – 22,46 (від 21,36 до 22,9).

Таким чином, у військовослужбовців віком 19-23 роки проблем з надлишковою масою тіла практично немає. Ця проблема виникає у більш старшому віці (30 років і старше) і більше пов'язана з професійними і малорухливими посадами (штабні робітники, викладачі тощо), тому керівництву всіх військових формувань необхідно приділяти більше уваги подальшому фізичному розвитку військовослужбовців більш старшого віку.

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНО СВІДОМОЇ МОВНОЇ ОСОБИСТОСТІ СУЧАСНОГО СТУДЕНТА**

**Лagdан С. П., Замедянська Н. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Lagdan S. P., Zamedianska N. A. Features of formation of national conscious linguistic personality of a modern student

This work identified levels of language personality, characterized by their specificity, also attention focused on the ways that promote conscious attitude to the Ukrainian language and the formation of national conscious linguistic personality of a modern student.

Актуальною проблемою українського суспільства на сучасному етапі є екологія української мови як універсального засобу відродження й розвитку національної самосвідомості. Тому основним завданням державної мовної політики постає пробудити суспільне мовомислення в напрямі подолання байдужості до використання мови в суспільно-виробничих та громадсько-побутових відносинах, відродження української масової культури у сферах кінематографа, книговидавання, створення українського Інтернет-простору. Відповідальність за це покладається на всі соціальні інститути, і чи не насамперед – на освітні заклади.

Сучасні мовознавці виділяють три рівні мовної особистості: вербально-семантичний, лінгво-когнітивний і мотиваційно-прагматичний. Перший рівень, вербально-семантичний, виступає нульовим. Він є тією базою, на якій відбувається формування мовної особистості, і представлений у мовній свідомості у вигляді знань про мікросистеми мови (лексико-семантичні групи, граматичні засоби, словосполучення і речення); це рівень повсякденного володіння природною мовою на основі знань системи мови. Такими базовими знаннями людина оволодіває здебільшого у процесі вивчення шкільного курсу української мови, але і в подальшій життєдіяльності, дбаючи про культуру мовлення, повинна їх поглиблювати й вдосконалювати, зокрема й під час вивчення у вищій школі курсу української мови (за професійним спрямуванням) та професійно орієнтованих навчальних дисциплін державною мовою. Проте базові знання не забезпечують повноцінного виявлення особистості через мовлення у різноманітних аспектах життєдіяльності.

Лінгво-когнітивний рівень репрезентує індивідуальну мовну картину світу. Він є портретом особистості, а його одиницями виступають поняття, слова-символи, образи, фрази, які складають у кожної людини індивідуальний стиль, відображають власну впорядковану й систематизовану мовну манеру. Цей рівень передбачає вироблення певних лексико-граматичних уподобань, надання переваги певним засобам, наприклад, простим чи складним реченням, розгорнутому чи, навпаки, лаконічному викладу, акцентування на деталях чи змалювання узагальненої картини тощо.

Мотиваційно-прагматичний рівень забезпечує вільне володіння мовою у будь-якій

комунікативній ситуації. Він визначається пізнавальною діяльністю особистості, сферою її зайнятості, власними інтересами, мотивами, способом життя й мислення. Саме на цьому рівні розвивається креативна, творча функція мовної особистості. Формування мотиваційно-прагматичного рівня, розвиток інтелекту, творчих здібностей, свободи мислення відбувається впродовж усього життя, залежить від рівня розвитку пам'яті, уваги, спостережливості, внутрішньої потреби, умінь аналізувати, синтезувати й порівнювати мовні явища та процеси і виступає наслідком суспільних змін.

На формування й розвиток національно свідомої мовної особистості впливають соціальні фактори, позитивні й негативні. Так, суспільно-політичні зміни, демократизація суспільства сприяють збагаченню словника, розвитку комунікативних умінь. Проте недостатня увага до володіння мовою, а також мовні протиріччя між україно- й російськомовними громадянами призводять до погіршення мовної культури і навіть мовної агресивності. Позитивними ж чинниками авторитету мови є формування національно свідомої еліти: політиків, чиновників, публіцистів, науковців, керівників, для яких українська мова стала ознакою іміджу й природної необхідності.

Оскільки соціальна роль освіти помітно підвищується, від її спрямованості й ефективності сьогодні багато в чому залежать перспективи розвитку людства. Фундаментальна підготовка майбутнього спеціаліста може досягатися лише за умови широкої гуманітаризації освіти, системного й органічного формування мовної культурної компетентності для професійного становлення особистості. Адже професійні якості майбутнього спеціаліста базуються не тільки на загальному обсязі знань, а й передбачають розвиток здібностей самостійно вирішувати нестандартні професійні завдання, застосовуючи альтернативне мислення, володіти мистецтвом комунікації, тобто мати відповідну комунікативну компетентність. Українське суспільство має бути зацікавлене в тому, щоб інтегрувати в соціальні структури своєї держави національно свідоме молоде покоління, без якого неможливе успішне здійснення реформ.

Використання у вищих навчальних закладах державної мови, зокрема викладання курсу «Українська мова (за професійним спрямуванням)», залучення студентів до різноманітних мовознавчих заходів передбачають підвищення мовної й культурної освіченості. Відповідно до суспільних запитів мовна освіта сприяє розвитку креативно-інтелектуальних здібностей студентів, пробудженню їх усвідомленого ставлення до української мови як національної цінності, формуванню мовнокомунікативних компетенцій, тобто системних знань про мову та практичних навичок володіння нею, вироблення мовленнєвої вправності й мовного смаку, що суттєво впливає на формування національно свідомої мовної особистості сучасного студента.

## **ІСТОРІЯ ПРОФЕСІЙНОГО СВЯТА ПРАЦІВНИКІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ**

**Лagдан С. П., Ямбург К. О.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Lagdan S. P., Yamburg K. O. History of the professional holiday of railway workers of Ukraine.

The work traced the main stages of development of the professional holiday of railway workers from it's foundation to the present day , state the reasons for the choice of specific dates, and revealed functional characteristics and the social role of professional holidays in general.

Результатом вшанування людської праці, актуалізації суспільного значення тієї чи іншої професійної діяльності, показників її успішного функціонування, привернення уваги до проблем розвитку галузі є відзначення професійних свят. Адже будь-яка професія по-своєму унікальна, у кожній є своя специфіка, свої цінності і свої герої.

Професійне свято існує як історично складене явище, яке має безпосередній зв'язок із трудовим потенціалом суспільства. Це нагода зібратися разом, відчувати значимість і важливість виконаної роботи, підвести підсумки, обмінятися досвідом, вшанувати кращих у своїй справі, стимулювати ділову активність, розширити соціальний простір. Важливість професійних свят полягає також у тому, що вони допомагають формувати професійне співтовариство, виступають каталізатором позитивних процесів у розвитку суспільства, стимулюють ініціативу й відповідальність, об'єднують інтереси учасників процесу. Частина професійних свят відзначається на території конкретної країни, проте багато з них мають міжнародний статус.

Упродовж усієї історії людства свято забезпечувало спадковість трудових традицій, їх адаптацію до сучасності, результати сільськогосподарського чи іншого виробничого циклу, відображало цінності культури, її творчий потенціал. Основоположним джерелом свята і формування святкового календаря є трудова діяльність селянина, мисливця, ремісника. Наприклад, у селянській культурі прикладом сезонного свята є влаштування ярмарків, які яскраво репрезентують підсумки трудового періоду.

Сучасні професійні свята допомагають людині адаптуватися до нових економічних умов, формують ціннісні настанови й інтерес до нових форм зайнятості, демонструють інноваційні технології, сприяють усвідомленню професійних можливостей особистості з урахуванням вимог часу. Під час свята відбувається осмислення людської діяльності, розвиток професійної самосвідомості, підвищення престижу професії.

Професійне свято працівників залізничного транспорту має довгу історію. Було засноване в Російській імперії ще в 1896 році за наказом князя Михайла Хілкова, міністра шляхів сполучення. Наказ, виданий 28 червня 1896 року, передбачав ушанування праці залізничників 25 червня (6 липня за новим стилем). Приурочили нове свято до особливої для країни дати – дня народження імператора Миколи I, який розпочав будівництво залізниць у Росії. За час його царювання була побудована перша залізниця, яка вела в Царське село і використовувалася в прогулянкових цілях. До цього ж часу належить і поява першої магістралі, яка простяглася від Санкт-Петербурга до Москви.

Своє професійне свято усі працівники залізниці відзначали щорічно 25 червня аж до 1917 року. Після революційних подій 1917 року свято було скасоване майже на двадцять років. Традиція вшановувати залізничників відродилася в СРСР лише в 1936 році. Із 25 по 30 липня 1935 року в Москві відбулася нарада працівників залізничного транспорту, на якій була висунена пропозиція відродити забуте свято. Оскільки в країні йшов період індустріалізації, залізничний транспорт мав досить важливе значення для її економічного розвитку. Постановою уряду від 28 липня 1936 року День залізничного транспорту СРСР було вирішено щороку проводити 30 серпня. Спеціальний випуск газети «Гудок», який вийшов 29 липня 1936 року, повідомив громадськості про те, що це свято оголошувалося всенародним. По всій країні пройшло перше святкування. Пізніше за постановою уряду СРСР від 9 липня 1940 року його святкування перенесли на найближчий вихідний день – першу неділю серпня (святкується досі в Росії, а також у Білорусі, Казахстані, Киргизії та Болгарії). Лише у 80-і роки XX століття свято перейменували в День залізничника.

Після здобуття Україною незалежності майно, яке було на той момент у межах кордону держави, стало її власністю. 14 грудня 1991 Кабінет Міністрів прийняв Постанову «Про створення Державної адміністрації залізничного транспорту України», що сприяло погодженню роботи всіх структурних підрозділів, причетних до перевізного

процесу, й дозволило організувати чітку, безперебійну роботу залізничного транспорту. Тодішня адміністрація закріпила царсько-радянську традицію і внесла відповідні пропозиції Президенту. Професійне свято було встановлене в Україні згідно з Указом Президента України № 257/93-рп від 15 липня 1993 р. «Про День залізничника» і відзначалося в першу неділю серпня.

Сучасна дата святкування була встановлена Указом Президента України Леоніда Кучми № 1140/2002 від 11 грудня 2002 р. Днем залізничника 4 листопада стало з ініціативи Львівської залізниці, зокрема після призначення у 2000 році генеральним директором Укрзалізниці Георгія Кірпи, який вніс Президенту України цю пропозицію на честь події 4 листопада 1861 року. Саме в цей день у Львові було відкрито перший вокзал, а о 14 год 30 хв на його перон прибув міжнародний потяг «Ярослав». Він проїхав по новій ділянці залізниці, прокладеній згідно з програмою будівництва шляхів залізничного сполучення в Австро-Угорській імперії. У 1861 році була відкрита ділянка від Перемишля до Львова завдовжки майже 100 км. У листопаді того ж року поїзди зі Львова почали курсувати до Відня і Кракова. Цей день вважається початком історії залізниць в Україні. До незалежності України офіційна історіографія називала першою залізничною лінією ділянку Одеса – Балта, яка була побудована на 5 років пізніше від лінії Перемишль – Львів. Комуністичний режим замовчував усі досягнення на тій території сучасної України, яка належала не до царської Росії, а до Австро-Угорщини.

Підводячи підсумки, хочеться сказати, що сучасне професійне свято покликане підкреслити високу роль професіоналізму в системі трудової культури, сприяти підвищенню уваги до потреб галузі, офіційному визнанню заслуг на державному рівні.

## МОВНА ГРА У ПОЕЗІЇ Ю. ІЗДРИКА

**Накашидзе І. С., Татарчук А. С.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна  
Україна

Nakashydzze I., Tatarchuk A. Language game in Yu. Izdryk's poetry

The aim of the article is to analyze peculiarities of language game in poetic texts, written by famous Ukrainian postmodernist Yu. Izdryk.

Ю. Іздрік – сучасний письменник та поет, творчість якого пов'язана із так званим «станіславським феноменом» – мистецьким угрупованням літераторів Івано-Франківщини, які чи не найповніше втілили український варіант постмодернізму.

Тексти Ю. Іздрика сповнені смислами, що легко вкладаються у дискурс літературного постмодерну. Версифікація його творів складна, адже в них зазвичай діють не правила рим, тропів, строф, а саме емоційна насиченість. Для досягнення останньої поет часто звертається до прийомів мовної гри, що є однією із ключових ознак постмодерної поетики. Найбільше мовна гра простежується у збірках Ю. Іздрика «Після прози», «Ю», «AB OUT».

За М. Ф. Шацькою, мовна гра – це усвідомлений процес використання людиною можливостей мови з певною метою, пов'язаною зі створенням насамперед комічного, задоволенням естетичних потреб або впливом на реципієнта.

Одним із проявів мовної гри Ю. Іздрика є графічна гра зі словом, яка помітна переважно у назвах текстів, де наявні й цифрові значення, і залучення діакритичних знаків, написання українською та англійською мовами, однак трапляються лексеми інших

мов або ж просто вигуки: «ко(с)мічне», «три-5-надцять», «купалапапороть», «r.e.f.rain», «ти ж день!», «@скорбінка», «ім'я», «рим-у-рим», «про/це/сор».

У ряді поезій Ю. Іздрик використовує гру на графічному рівні не лише в заголовках, а й у самому «тілі» текстів, що дає змогу читачеві побачити і прочитати рядок по-різному. Наприклад, «*вер тай мо я ми лавер та й м*». З одного боку, це може бути звернення до милої з проханням повертатися, а з іншого – транслітерація кирилицею фрази іноземною мовою.

Поширеним прийомом у поезії Ю. Іздрика є варіації з діакритичними знаками. Наприклад, у вірші «ти ж день!» автор вставляє тире між словами, перетворюючи текст на великий уривок ритмізованої прози, що фактично містить одне слово: «*усі-злітались-на-бенкет-розуміючи-що-такий-день-(та- / ка-ніч)-трапляються-лише-раз-і-кожна-з-цих-любо- / вей-(пристрастей-бажань)-хапала-за-рукав-відводила- / вбік-гаряче-шепотіла-непристойності-хоча-про-які-не- / пристойності-могло-йтися-в-цій-ситуації...*».

Мовна гра у поетичному тексті проявляється насамперед на фонетичному і лексичному рівнях. Ю. Іздрик часто «грається» у метафорах у слова і звуки, щоб підсилити звукове значення, або ж, навпаки, підсилити лексичне значення з допомогою повторення звуків у словах. Наприклад, «*клеюсь до тебе і сніг наші склеюю*», «*у мережу що межує з мереживом*», «*листя ласкаве –/ віяло літепла / витекла кава / і літо витекло*», «*вересневих вермеєрів веремія*», «*патові патіо матові мати*». Зустрічається у текстах поета гра слів, що досягається використанням слів зі схожим звуковим складом, наприклад, «*це – кара кайра / і радість кайра /... і крила ікара / ікра мандрагори*», «*м'ята прим'ята*», «*і засурмили сурми і загорланили горни*».

Поезія Ю. Іздрика насичена анафорами («*ці гранітні грудневі груди / ці гарячі грудневі нерви*», «*це не хвилі – це просто люди / це не хвилі – це просто нерви*») й епіфорами («*гон-гей-гон, гон-гей-гон*», «*говори зі мною / говори зі мною*»), тобто повторами на початку чи кінці строфи однакових рядків, що також є елементами мовної гри, за допомогою яких акцентується увага на основній думці.

Мовна гра у текстах Ю. Іздрика часто носить інтертекстуальний характер, тобто автор використовує звороти, в основі яких лежать відомі вислови чи цитати, чатом із частковою зміною форми слова. Наприклад, «*кличе маму миє раму*» (з російської скоромовки «мама мила раму»), «*дух, що тіло рве і пре*» (з «Вічного революціонера» І. Франка: «дух, що тіло рве до бою»).

У текстах Ю. Іздрика із «високою» поетичною лексикою часто поєднуються жаргонізми, вульгаризми, варваризми, старослов'янізми, завдяки чому утворюється художньо-іронічне тло, наприклад, «...а сам я вмовкаю, беручись за пурпурове / причастя (важко розмовляючи, жуєючи), сказано бо: / не Enter оскверняє уста людини, а Esc...». Такі приклади зниженої лексики є цілеспрямованим інтертекстуальним елементом зі своїм функціональним навантаженням, що розкривається через контекст, що є своєрідною грою.

Варто зазначити, що Ю. Іздрик є прихильником не лише мовної гри. Так, на своїй Фейсбук-сторінці він проводив експеримент, у рамках якого зобов'язувався щодня публікувати новий вірш. Своєрідний марафон протривав більше року і завершився увінчався виданням збірки, до якої увійшли 365 найкращих поезій, розподілених на 4 частини (або 4 сезони).

Зважаючи на інтенсивність написання віршів, може виникнути цілком слушне занепокоєння з приводу смислової якості наповнення поезії. Але з цим у автора немає жодних проблем, адже у значній частині віршів він зачіпає складні і одвічні філософські питання людини – питання віри, покинутості Богом, пошуку смислів, правди та істини, пошуку логіки та причинності.

Таким чином, Ю. Іздрик своєю творчістю підтверджує тезу про те, що в епоху постмодернізму мовна гра сприймається і як умисне, спеціальне використання різних

форм мовних одиниць з метою створення певних стилістичних засобів, і як єдиний спосіб нової інтерпретації та переосмислення мовної одиниці різних рівнів, починаючи від текстового.

## **СУТНІСТЬ І ДЖЕРЕЛА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ, РОЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИРІШЕННІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОБЛЕМ**

**Чередник К. О., Трофімов О. В.,**  
Університет митної справи та фінансів  
Україна

Cherednik Kirilo Olexiyovich, Trofimov Oleksandr Volodymirovich. The essence and sources of intelligent transport systems, the role of intelligent infocommunication technologies in solving transport problems.

One of the main general tendencies of modern society globalization process, including the creation and integration of global technologies. The main provisions of the international project CITESET are applicable to all modes of transport. However, in some of the problems of ITS are discussed in this paper. ITS are considered in as a powerful tool for solving the most pressing problems transport industry.

До головних негативних наслідків впливу транспорту відносять неприпустимий рівень людських втрат, зростання споживання невідновлюваних джерел енергії та негативного впливу на навколишнє середовище, що постійно зростають затримки людей і вантажу на всіх видах транспорту. Останнє пов'язано з об'єктивною недостатчею потужностей транспортної інфраструктури, а також з недостатнім рівнем керування транспортними потоками.

Світовим транспортним спільнотою рішення цих проблем знайдено в формі створення нової категорії транспортних систем. У них засоби зв'язку, управління і контролю рухом спочатку вбудовані і в транспортні засоби, і об'єкти інфраструктури. При цьому можливості прийняття рішення, управління на основі отриманої в реальному часі інформації, доступні не тільки транспортним операторам, але і всім користувачам транспорту.

Технічно зазначена завдання вирішується шляхом побудови інтегрованої системи: люди - транспортні засоби, з максимальним використанням новітніх інформаційно-керуючих технологій.

Внесок телематичних послуг в стійкість транспортної системи полягає в тому, що, як правило, типовий профіль концепції телематики спрямований на наступне:

- 1) розвиток економіки;
- 2) безпеки, в меншій мірі;
- 3) навколишнього середовища.

Основоположним значенням для успішного впровадження телематичних систем для зменшення негативних наслідків мобільності, є розробка інформаційних систем на всіх видах транспорту (автомобільного, залізничного, повітряного і річкового). Оптимізація цієї транспортної мега-системи йде за рахунок використання нових комунікаційних та інформаційних технологій. Крім того, аналіз потреб численних сторін-учасників показує, що багато хто з них зацікавлені в однакових інформаційних структурах. Визначаючи телематику даних структур потрібно брати до уваги схожість інформаційних потреб.

Підкреслюється важливість (готовність, безпека, довговічність, ремонтпридатність)

різних ланок в інформаційному ланцюзі (від вимірювальних систем до працюючих людей), що описують рівні еволюції різних матеріалів. З точки зору технічних систем, в даний час дуже помітно збільшилася обладнання з використанням GPS. З огляду на велике поширення GPS на автотранспортних засобах, на поїздах (GSM-R), на комп'ютерній техніці і в мобільному зв'язку, потрібно оцінювати можливості використання цієї технології для отримання детальної інформації в плані пасажирських перевезень і перевезень вантажів. Ці тенденції отримують все більший розвиток. Експлуатація в цивільних цілях глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) GPS і GLONASS відкрила нову еру в використанні ІТС: з'явилася можливість отримувати інформацію про місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів в будь-якому місці і в будь-який час. Ще більші перспективи тут відкриваються з завершенням введення в експлуатацію європейської супутникової навігаційної системи Galileo.

Інтегровані технології - майбутнє інтелектуальних транспортних систем. Прикладами таких інтелектуальних технологій є «Технології інтелектуального вантажу» (визначено в європейських стандартах телематичних систем), який в процесах перевезень «автоматично повідомляє про свої властивості», які використовуються для моніторингу та управління перевезеннями. Таким же є і «Автоматичне управління рухомими одиницями» (інформування транспортних рухомих систем про раціональні маршрути просування, завантаженості доріг і т.п.). Інтелектуальними вважаються технології з елементами автоматичного збору даних про умови перевезень, моделювання процесів або порівняння з шаблонами, нормативами, розпізнавання позаштатних ситуацій або можливостей їх появи, планування перевезень і подібне інше.

Важливим напрямком розвитку ІС є формування центрів управління перевезеннями і створення ситуаційних центрів. Рішення такого завдання вимагає розвитку інформаційних систем з урахуванням їх залежності від кількості постановочних завдань, розробки нових систем ідентифікації рухомого складу і зростання використовуваної інформації практично в геометричній прогресії. Ситуаційний центр - це організаційна структура, яка допомагає проводити аналіз ситуацій, приймати рішення і керувати інженерної та інформаційною інфраструктурою для підвищення ефективності як технологічних, так і бізнес-процесів. Це дозволить гнучко реагувати на динаміку транспортного ринку, здійснювати контроль стану транспортної інфраструктури, застосовувати обґрунтовані управлінські рішення в оперативній обстановці.

Супутникові технології застосовуються для позиціонування рухомих об'єктів і моніторингу параметрів систем. Ці технології використовуються спільно із засобами радіозв'язку і радіолокації зондуванням об'єктів залізничного транспорту з супутників для визначенням їх координат, повноскладності поїзда та ін. Важливим напрямком розробок є створення технології інтеграції супутникового зондування в єдиній системі координатного управління. У перспективі координатне управління має стати базою єдиного транспортного комплексу для всіх транспортних галузей, для всіх експедиторів. Це забезпечить виконання оперативного моніторингу і прогнозування ситуацій для всіх рухомих одиниць, кожного зайнятого в технологічному процесі ланки, їх пономерного позиціонування.

Для поліпшення існуючих інтелектуальних інфраструктур повинні створюватися комунікаційні можливості, які були б не тільки від інфраструктури до водіїв (наприклад, VMS - знаки до мінливих повідомленнями), але і від водіїв до інших водіїв і до оператора інфраструктури. Це буде сприяти підвищенню вкладу ІТС в безпеку руху, завдяки безперебійної зв'язку між транспортними засобами та дорожніми операторами.



## **ЯЗЫКОВОЙ КЛУБ И ЕГО РОЛЬ В ИЗУЧЕНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО**

**Заваруева И.И.**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. академика В. Лазаряна

Zavaruiyeva Inna. The language club and its role in studying Russian language as foreign. The report talks about the role of language clubs in foreign languages in the context of a mixture of languages and cultures.

Key words: language club, speech activity, active learning method, principle of personal communication, principle of conditional, game organization of the educational process, principle of the limited and concentrated teaching language material.

Основной мотивацией при изучении любого иностранного языка выступает межкультурная мотивация. Именно она лежит в основе преподавания русского языка иностранцам, приехавшим получить образование в Украину. Преподавание русского языка в условиях смешения языков и культур, требует особого метода построения занятий, направленного на постоянную активизацию и стимулирование речевой деятельности обучаемых. Создание такого метода обусловлено и тем, что целью обучения является достижение продвинутого уровня владения языком за ограниченное количество времени.

Значительным стимулом изучения русского языка для этой категории студентов является желание быстрее прийти к пониманию местных реалий и таким образом избежать межкультурного конфликта. Решение этой проблемы заключается в работе языковых клубов (кружков).

К примеру, в работе нашего языкового клуба «Мир языка и языки мира» мы используем «активный метод обучения». Это такая система обучения языку, при котором идет обращение к личностным резервам обучаемого, постоянная активизация его памяти, положительное воздействие на его эмоциональное состояние: снятие утомления, создание эффекта «отдыха» и ряд других психотерапевтических эффектов. Выбор метода работы на встречах в клубе обусловлен тем, что языковые знания и полноценная коммуникация могут быть достигнуты только при условии направленности всего учебного процесса на достижение и поддержание активности преподавателя и студента. Для получения подобного результата 1–1,5 часовое занятие организуется как управляемое иноязычное общение.

На занятиях активно используется ситуация взаимодействия, когда образы-модели реальной жизни представляются как основные единицы организации учебного процесса и учебного материала.

Следует также обозначить, что результативное использование метода активного обучения требует от ведущего, дополнительных знаний и умений. А именно, следование таким основным принципам:

- принцип личностного общения;
- принцип условной, игровой организации учебного процесса и его содержания;
- принцип постоянного взаимодействия преподавателя и обучаемого;
- принцип ограниченности и концентрированности учебного языкового материала.

Использование активного метода отражает сферу культуры, особенностей образа жизни в Украине, разграничение сфер функционирования русского и родного языка студента, а также нахождения общих черт родной и местной культур.

Языковой клуб — это место, где создается речевая среда, максимально приближенная к реальной. Здесь активизируется накопленная лексика, которая систематически обогащается за счет общности определенных понятий и слов. Это требует специальных видов деятельности, позволяющих стимулировать речевые навыки и поддерживать интерес к языку.

Таким образом, работа языкового клуба это методически продуманное занятие, которое следует организовывать с учетом занимательности и развлекательности, ориентацией на разный уровень владения языком студентов и поиском общности культур представителей разных стран.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ В ЦЕНТРИ РОЗВИТКУ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ**

**Патласов О. М., Григоренко Л. О., Султанова О. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)  
Україна

Patlasov O. M., Grigorenko L. O., Sultanova O. A., Improvement of training at the center of vocational education.

The questions of improvement of professional development in the center of vocational education.

Інтеграція України до мережі європейських залізниць вимагає жорсткіших вимог до системи підготовки та підвищення кваліфікації працівників залізничної галузі.

Організація підвищення кваліфікації в ДНУЗТ покладена на Навчально-науковий центр розвитку професійної освіти (ННЦРПО).

Головними завданнями ННЦРПО є: задоволення потреб підприємств залізничного транспорту та інших галузей і сфер економіки України а також інших країн, незалежно від форм власності, у підвищенні кваліфікації та стажуванні керівників та фахівців; організація постійно діючих та короткотермінових семінарів для фахівців залізничного транспорту й інших галузей економіки; підвищення кваліфікації та стажування викладачів навчальних закладів; навчання посадових осіб та фахівців з питань охорони праці; навчання посадових осіб та фахівців з питань організації перевезення небезпечних вантажів; організація та проведення досліджень у галузі перспективних напрямків розвитку залізничного транспорту та кадрової політики з метою розробки перспективних планів діяльності Університету та ННЦРПО; узагальнення та впровадження в навчальний процес передового досвіду в науці, техніці та технології, забезпечення інтеграції освіти, науки та виробництва; розробка та впровадження новітніх технологій навчання; підготовка до друку навчально-методичної літератури; надання інших платних послуг з усіх видів розвитку освіти відповідно до діючого законодавства; проведення наукових та методичних конференцій з актуальних питань розвитку залізничного транспорту та інш.

Щорічно в ННЦРПО проходить тільки підвищення кваліфікації біля півтори тисячі працівників залізниць. В залежності від додатково отриманих знань та вмінь залежить як ефективність так і безпека роботи залізниць. Виходячи з цього в ННЦРПО постійно працюють над поліпшенням рівня послуг, що надаються з підвищення кваліфікації.

Основними напрямками поліпшення якості є аналіз впливу на підвищення кваліфікації таких факторів як кваліфікація викладацького складу, форми та методи навчання, застосування сучасних технічних засобів навчання, наявність сучасного методичного

забезпечення та інш.

Для оцінки впливу зазначених вище факторів в ННЦРПО розроблена та постійно вдосконалюється анкета опросу слухачів. Цю анкету кожен слухач заповнює анонімно наприкінці терміну навчання, зазначаючи позитивні та негативні моменти, що впливають на якість підвищення кваліфікації.

Оцінка кожного фактору здійснюється за допомогою факторного дисперсійного аналізу, який дозволяє з відповідною ймовірністю визначити вплив того або іншого фактору на якість підвищення кваліфікації.

Результати аналізу розглядаються на засіданнях науково-методичної ради ННЦРПО, надаються завідуючим кафедр та використовуються кеорівництвом для прийняття рішень, щодо залучення тих або інших науково-педагогічних працівників до навчального процесу.

## **ІСТОРІЯ ПОВСЯКДЕННОСТІ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ІСТОРИЧНОГО ПІЗНАННЯ**

**Паращевіна О.С.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
ім. акад. В.А. Лазаряна  
Україна

Paraschevina O. S. History of everyday life as a method of historical cognition.

Abstract. This article discusses aspects of the methodology for the study of the history of everyday life.

Прикметною ознакою сучасного розвитку української історичної науки є відчутна гуманізація та демократизація її історіографічного дискурсу, що є, передусім, віддзеркаленням закріплення демократичних основ суспільного життя й утвердження інтелектуальної свободи особистості. Водночас історіографічний поступ є також відповіддю на інтеграційні виклики світового наукового співтовариства. Закономірно, що поглиблена антропологізація історичних студій виразилась не тільки у зверненні до замовчуваних, непопулярних тем, а й у предметній об'єктивізації тих рівнів і сегментів суспільного минулого, що раніше не визнавалися за конструктивно-чинні в ході історії. Це підтверджує поява таких новітніх дослідницьких напрямів як історія ментальностей, інтелектуальна історія, усна історія, історія суб'єктивності, гендерна історія, історія приватного життя, тощо.

Сучасні світові історичні дослідження вказують на значні зміни в окресленні кола методологічних та теоретичних підходів історичного пізнання. Зокрема, започатковані французькими істориками історіографічної школи «Анналів» Ф. Броделем, М. Блоком, Л. Февром, дослідження «мікроісторії» пересічного громадянина, дали поштовх для появи перших праць нового напрямку історичних досліджень - історії повсякденності. На початку 1980-х рр. в Західній Німеччині співробітник Інституту історії імені Макса Планка в Геттінгені Альф Людтке публікує свої дослідження в галузі "історії повсякденності". До кінця 1980-го року подібними дослідженням зацікавились вчені Австрії, Швейцарії, Англії та Росії. Серед російських дослідників виділяються А.Л. Ястребицький, Ю.М.Лотман, Ю.Л.Бессмертний, А.Б. Каменский, Н.Лебіна, І.Б. Орлов та багато інших. Сьогодні в Росії діють декілька центрів вивчення історії повсякденності, захищені дисертації, написані монографії, проводяться наукові конференції з публікацією збірників матеріалів, тощо.

До числа найбільш активно розроблюваних у сучасній українській історичній науці

належить і тематика повсякдення, оскільки становлення історії повсякденності в Україні має ґрунтовне опертя в класичній історіографії дорадянського періоду.

З набуттям незалежності в 1990-х рр. поширюються дослідження історії повсякденності і в Україні. Зараз українська історіографічна школа з означеного питання має широке методологічне, теоретичне та практичне репрезентування не тільки в Україні, але й далеко за її межами. Наукові розвідки вчених Інституту історії України НАН України, історичних шкіл Дніпропетровського національного, Кам'янець-Подільського національного, Харківського національного, Київського національного, Переяслав-Хмельницького та ще багатьох університетів присвячені якраз проблемам та аспектам історії повсякденності. Серед фахівців означеного питання виділяються українські вчені: С. В. Кульчицький, О.А.Удод, В.Марочко, В.Лях, О.Мовчан, П.М.Кравченко, В.В.Іваненко, М. Герасимова, О. Ісайкіна, О. Лукашевич, Н. Хоменко, О. Прохоренко, О. Коляструк, О.С.Паращевіна, С.П. Шаталіна, І.І.Діптан, А.Г.Зінченко, В.Є. Виноградова-Бондаренко, І.В. Іщенко та інші. Як результат довготривалих історичних досліджень в 2009 році була видана колективна монографія «Нариси повсякденного життя радянської України в добу непу (1921–1928 рр.)» (К.: Інститут історії України НАН України, 2009.- 445 с.), 14–15 травня 2010 року - проведена Всеукраїнська наукова конференції «Історія повсякденності: теорія та практика» (м. Переяслав-Хмельницький,). Крім того, жодна з наукових робіт і конференцій не оминає розкриття аспекту повсякденного життя людини в історичних процесах.

Історія суспільства по своїй суті є повсякденним життям людини в її історичному вимірі, яке відображає незмінні властивості і якості у відповідності до закріплених норм житла, харчування, переміщення, роботи і дозвілля. На наш погляд, тільки в аналізі повсякденного життя лежать відповіді на питання: як виживали люди в певних суспільно-історичних умовах, які мали особисті та соціальні цінності і пріоритети, як могли зберегти людську гідність та честь в екстремальних умовах війни, терору, голоду і руїни, як виражали свої думки, почуття всупереч офіційним вимогам.

Отже, означений напрям історичних досліджень є досить актуальним в сучасній історіографії, бо відкриває можливості дізнатися про умови життя, традиції, побут різних прошарків українського етносу в різні епохи не з позиції офіційних настанов, а з визначення самої реальності пересічного громадянина, не заангажованого політичною ситуацією, не обтяженого офіційною ідеологією. З пізнання повсякденності можна зрозуміти історичні процеси через споглядання людьми світу, в якому їм довелося жити.

## **ЕФЕКТИВНА ОРГАНІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ**

**Заніздра О. А.**

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В.А. Лазаряна  
Україна

### **Zanizdra O.A. EFFECTIVE ORGANIZATION OF STUDENTS' INDIVIDUAL WORK WHILE LEARNING FOREIGN LANGUAGE OF PROFESSIONAL DIRECTION**

Due to introduction of information technologies learning process gets access to large amounts of information and individuality of training. At present distance courses are being created for efficient organization of independent work of students. Course resources make it possible to achieve the intensification of educational process.

Сучасне суспільство потребує висококваліфікованих спеціалістів здатних швидко адаптуватися до розвитку та впровадження новітніх технологій. Вивчення іноземної мови набуває важливості у професійній підготовці студентів. При вивченні іноземної мови професійного спрямування головним завданням є формування у студентів професійної мовної компетенції і оволодіння усіма видами мовної діяльності.

Під час підготовки компетентного спеціаліста необхідно зацікавити студентів до самостійного пошуку та опрацювання додаткових матеріалів і організувати навчальне середовище де можливо створити умови для систематичного опрацювання навчального матеріалу та розробити ефективні контрольні заходи. З метою покращення підготовки студентів при вивченні іноземної мови слід застосовувати нові методи організації роботи студентів. В умовах технічного розвитку суспільства впровадження інформаційних технологій в навчальний процес є пріоритетним завданням. Інформаційні технології можуть застосовуватися для вдосконалення усіх видів діяльності. Завдяки їх впровадженню учбовий процес отримує доступ до великих об'ємів інформації представленої різними формами, індивідуальність навчання, розвиток пошукової діяльності.

Головним напрямком роботи при вивченні іноземної мови є робота з фаховими текстами. Слід вчити студента самостійно читати фахову літературу, що є необхідною складовою професійної підготовки студентів. Робота з іншомовними фаховими джерелами дозволяє студентам реалізувати їх потенціал.

Для ефективної організації самостійної роботи студентів створюються дистанційні курси. Головним принципом цієї форми навчання є самостійна робота, яка потребує контролю та оцінки навчальної діяльності студентів. Ресурси та елементи курсу надають можливість урізноманітнити подачу матеріалу з метою інтенсифікації навчального процесу, поглиблення знання студентів, вдосконалення усіх видів діяльності. Студенти мають можливість не лише засвоювати матеріал, а й самостійно контролювати знання, негайно отримувати результати своєї діяльності та виправляти свої помилки. Викладач має змогу оновлювати навчальний матеріал тим самим стимулюючи пізнавальну діяльність студентів. Можливість впровадження інтерактивних форм навчання є однією з переваг дистанційних курсів.

Таким чином, дистанційні курси дозволяють організувати самостійну роботу студентів для опрацювання розділу або курсу, раціонально використовувати навчальний час для читання та опрацювання професійно-орієнтованих текстів, швидше засвоювати термінологію, активізувати пізнавальну діяльність студентів.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Djabbarov S.T.....	206	Боднар Е.Б.....	4
Kharchenko A.V.....	173, 175, 176, 177	Бойнік А. Б.....	189, 190
Lakhno V.....	188	Бойченко А.М.....	273
Lis Kateryna.....	175	Болвановская Т. В.....	156
Mazin Mohammad Al Hadidi.....	188	Болжеларський Я.В.....	23, 276
Romantsev I. O.....	184	Болотова Д.М.....	320
Агарков О.В.....	215, 230	Бонадаренко І. О.....	227
Адиров О. В.....	239	Бондар О. І.....	126
Айтов С.Ш.....	331, 333, 334	Бондаревский А. Г.....	323
Акишин А. А.....	106, 108	Бондаренко З.П.....	343
Андрейко І.М.....	291, 292	Бондаренко Л.І.....	339
Антонович А. О.....	29	Бондарев О.М.....	92, 115
Арбузов М. А.....	82, 217	Боренко М.В.....	313, 314, 316, 319
Арпуль С.В.....	137, 140, 141	Бородай О.С.....	94
Артем'ев М.С.....	237, 251	Бочарова О. О.....	329
Артемчук В.В.....	301	Бринза А. О.....	246
Астахов Д. В.....	255, 265	Бублейник В. А.....	261
Астахов Д.С.....	98	Бубнов В.М.....	41, 69
Афанасов А.М.....	137, 139	Будний В. Н.....	88
Баб'як М. О.....	120, 143	Бурда М.В.....	17
Бабаев А.М.....	40, 64	Бурцев М. О.....	231
Бабаченко А.И.....	298, 303	Бурчак Г. П.....	106
Бабаченко О.І.....	278	Бурылов С.В.....	167
Бабий Е.В.....	64	Вайчунас Г.....	4
Байдак С. Ю.....	216	Вакуленко И.А.....	286, 305
Балійчук О.Ю.....	87, 123	Валігура М. Я.....	102
Баль О. М.....	227	Васильева С. В.....	258
Баль О.М.....	276	Васильченко П. А.....	329
Бамбура О. В.....	214	Вернигора Р.В.....	148
Банніков Д.О.....	233	Веснін А. В.....	171
Баскевич А.С.....	293, 296	Вислогузов В. Т.....	76
Баскевич О. С.....	310	Віра В.В.....	287, 291, 292
Батіг А.В.....	102	Войтенко А.В.....	137
Безрукавий Н.В.....	280	Войтенко М.В.....	139
Белик А.Г.....	306	Волошин Д. І.....	50
Белошицкий Э.В.....	36, 43, 45, 49, 55, 58	Ворошилов А.С.....	165
Беляев Н.Н.....	268, 270	Гаврилов М. О.....	222
Береза І.В.....	248	Гаєвський В. В.....	191, 193
Бесараб Д.А.....	69, 73, 158	Гайваненко Н.С.....	139
Білан В. С.....	13	Галустян Р. Р.....	140
Білан Д. С.....	267	Ганич Р.Ф.....	301
Біляев М. М.....	256	Ганошенко О.М.....	271
Бобир Д. В.....	3	Гатченко В.О.....	124
Бобошко С. Г.....	239	Герасименко П. В.....	193
Бобыль С.В.....	335	Герніч М. В.....	241
Богачевський А. О.....	171	Глебова В.В.....	260
Богомаз В. М.....	313, 314, 315, 317, 318, 319	Глуховский В.Ю.....	94
Боднар Б.Є.....	3, 12, 14, 16	Глухой М.В.....	20

Гненний О.М. ....	55	Замедянська Н.А. ....	185, 347
Гончаров К. В. ....	199, 200, 202	Заніздра О. А. ....	357
Горбатюк В. О. ....	151	Заяць Ю.Л. ....	100
Горбатюк Ю. М. ....	237, 242, 251	Зеленько Ю. В. ....	262, 267
Горбова О.В. ....	37, 172	Зеленько Ю.В. ....	273
Горбович А.С. ....	270	Зинченко А.В. ....	174
Горобец Д. В. ....	118	Змій С. О. ....	189, 190
Горобець В.Л. ....	92, 115	Івченко В.Г. ....	183
Горобець В.Л. ....	100	Івченко Ю.М. ....	183
Горобченко А. Н. ....	29	Ігнатенко Д. Ю. ....	235
Горовых А. К. ....	140	Ільман В. М. ....	110
Грановська Н.Й. ....	115	Казакевич В.М. ....	99
Гревцов С. В. ....	156	Казакевич М.Л. ....	99
Григорашвили М. ....	204	Калашник В. А. ....	39, 66, 84
Григоренко Л. О. ....	355	Калашников И.В. ....	270
Громова О.В. ....	308	Калимбет М. В. ....	264
Губар О. В. ....	223	Калівода Я. ....	34, 340
Гулеватий В.В., ....	154	Каменев О. Ю. ....	189, 190, 191, 193
Гуливец А.Н. ....	296	Капіца М.І. ....	3, 10, 12, 13, 19, 83
Гусарова И.А. ....	93, 97	Карабут Ю.О. ....	128
Данилевський В.І., ....	27	Карашук С.В. ....	124
Даніленко Е.І. ....	215, 230	Карпов М.І. ....	215, 230
Даценко В.М. ....	104	Кебал И. Ю. ....	45, 55, 62, 73, 135
Дёмина Е. Г. ....	298	Кебал Ю.В. ....	49
Десяк А. Є. ....	19, 83	Кедря М.М. ....	128
Децюра О.Я. ....	14	Кирильчук О.А. ....	74, 75, 76
Джус В.С. ....	23	Кириченко П.С. ....	268
Дзензерский В.А. ....	167	Кислий Д.М. ....	12
Дзюба В.В. ....	196	Кільдеев В. Р. ....	238
Довганюк С.С. ....	66, 84	Клен О.М., ....	149
Донев О.А. ....	66, 84, 89, 91	Клименко И. ....	113
Донченко А. Т. ....	275	Клюшник І. А. ....	16
Дорош В. А. ....	323	Коваленко В.В. ....	100
Доценко О.М. ....	326	Коваль Т.Ю. ....	332
Друбецкий А.Е. ....	137, 139	Ковальов В.В. ....	221
Дубинець Л.В. ....	127	Ковальчук В. В. ....	214
Дубінчик О. І. ....	238	Ковтун В. В. ....	341
Дузик В.Н. ....	71	Козак А. В. ....	323
Дущенко В.В. ....	51	Козаченко Д. Н. ....	148, 156
Дьоміна Т.А. ....	334	Козис К.В. ....	198
Ефременко Б.В. ....	306	Кокулов Д. С. ....	195
Ефременко В.Г. ....	305	Колесников С.Р. ....	283
Єпов В. П. ....	76	Кононенко А. А. ....	298
Жаринова О. А. ....	179	Кононенко Г.А. ....	278, 303
Жижко В.В. ....	73	Коренюк Р.О. ....	16
Журавель В. В. ....	275	Коробьева Р. Г. ....	148, 169
Журавель І. Л. ....	275	Корольов Р. В. ....	250
Забарило Д. О. ....	145, 146	Кортогуз А.С. ....	127
Заблудовский В.А. ....	289, 301	Косарчук В.В. ....	215, 230
Заваруева И.И. ....	354	Косолапов А.А. ....	196

Костін М. О. ....	131
Костриця С.А. ....	119
Крамар І.Є. ....	317
Крамаренко М.В. ....	71
Красильников В.М. ....	13, 17, 20
Красулін А.С. ....	6
Кривчик Г.Г. ....	337
Кудреватих А.Т. ....	93, 97
Кузишин А.Я. ....	102
Кузін М.О. ....	210, 212
Кузін О.А. ....	210, 212
Кузьменко А.І. ....	154
Куинн Н.А. ....	93, 97
Кулик В.В. ....	287, 291, 292
Курган Д. М. ....	219
Курган М. Б. ....	246
Курган М. Б. ....	216
Куриленко О. Я. ....	129
Куриленко О.Я. ....	123
Кустов В. Ф. ....	189, 190
Лагдан С. П. ....	347, 348
Лагоржевський І. А. ....	242
Лагута В. В. ....	181
Лапина Л. Г. ....	105
Лапшин В.Г. ....	99
Левинець В.П. ....	154
Левицька С.І. ....	322
Легкая О. В. ....	141
Леоненко О. В. ....	256
Лесничий А.Ю. ....	57
Лисенко О.О. ....	127
Лихоп'юк П.А. ....	251
Лісняк М.О. ....	251
Ловська А. О. ....	54
Лужицький О.Ф. ....	222
Лунис О. ....	74, 113
Лутаєва Н.В. ....	326
Лямзин А.А. ....	153
Макуров С.Л. ....	306
Малайчук В.П. ....	93, 97
Маленко Є.В. ....	8
Малишева І.Ю. ....	280
Манашкін Л.А. ....	115
Манкевич Н.Б. ....	69
Манько Т.А. ....	198
Маркуль Р. В. ....	223, 225
Марочка В. В. ....	239
Мартишевський М.І. ....	10
Мартыненко И.А. ....	268
Маслак А.В. ....	6

Маслієв А.О. ....	51
Маслієв В.Г. ....	51
Мацюк В. І. ....	151
Мешерякова Т.М. ....	210, 212
Михайленко Ю.В. ....	142
Михаліченко П. Є. ....	130
Михалків С.В. ....	25
Мілянйч А.Р. ....	59
Мірошніченко С.В. ....	149
Міт'яєв О.А. ....	312
Міщенко А.А. ....	41
Мойсеєнко В. І. ....	191, 193
Мокрій Т.Ф. ....	280
Молчанов С.Ю. ....	119
Мороз В. П. ....	189
Москальов Г. Ю. ....	237, 251
Мотузко Д.А. ....	270
Мукан К.В. ....	128
Мурадян Л.А. ....	41, 46, 281
Мурашова Н.Г. ....	49
Муха А.М. ....	87, 123
Мухигулашвили Н. ....	204
Мямлін В. В. ....	60, 77, 79
Мямлін С. С. ....	40, 55, 58, 62, 63, 135
Мямлін С.В. ....	34, 69, 71, 73, 340
Мямлін С. В. ....	74
Назаренко А. В. ....	131
Накашидзе І. С. ....	350
Настечик М. П. ....	223, 225
Науменко Н. Е. ....	116
Неголюк Ю.К. ....	185
Недужа Л.О. ....	113, 120
Нестеров О.О. ....	123
Нетребко В.В. ....	288
Никифорова О. А. ....	261
Николайчук К. В. ....	323
Новиков В.Ф. ....	136, 174
Новік Р. Б. ....	246
Овсов В. Ю. ....	141
Овчинников П.А. ....	250
Ожигов Л.С. ....	95
Оладипо Мутиу Олатойе. ....	253
Осіпова Т.А. ....	254
Очкасов А.Б. ....	4, 14, 16, 21
Паращевіна О.С. ....	356
Пасічник А. М. ....	149
Пасічник В. А. ....	149
Пастухова Т.В. ....	305
Патласов О. М. ....	231, 355
Пацановський С.В. ....	313, 314, 316, 319



Песоцька Л.А. ....	300	Сорока М. Л. ....	264
Петренко В. ....	4	Сохацький А.В. ....	8, 160
Петренко В. Д. ....	235, 241, 243	Старовойтов С. В. ....	132
Петрівський І. В. ....	237, 251	Степова О.В. ....	271
Пічурін В.В. ....	326	Стехна П.М. ....	322
Плітченко С.О. ....	307	Стецько А. А. ....	32
Подосьонов Д.О. ....	46	Стрельцова Ю.М. ....	268
Поляков В. А. ....	111	Султанова О. А. ....	355
Пономаренко Л.В. ....	89	Талавіра Г.М. ....	229
Потапенко В.В. ....	163	Татарчук А. С. ....	350
Прилипка А. А. ....	193	Терещак Ю. В. ....	31, 91
Пройдак С.В. ....	300	Тиличко О.В. ....	324
Профатилів В. І. ....	186	Титаренко В.В. ....	289
Пуларія А. Л. ....	57, 87, 88, 89, 91	Титов С.С. ....	158
Пуларія А.Л. ....	66	Троїцький В.А. ....	94
Пучіков О.В. ....	303	Трофімов О. В. ....	352
Пшинько А.Н. ....	71	Трохман В. ....	305
Равлюк В. Г. ....	48	Тур Ю.В. ....	259
Рафальський О. Ю. ....	214	Тусіков Є. К. ....	41
Ревякін В. В. ....	41	Тютюкін О. Л. ....	236, 243
Рейдемейстер А. Г. ....	37, 38, 39, 66, 84	Узлов О.В. ....	303
Ремез Н.С. ....	254	Уманов М.И. ....	174
Рогаль С.А. ....	20	Урсуляк Л. В. ....	112
Романенко Є.М. ....	160	Уршуляк О.С. ....	23
Романюк Я. М. ....	112	Устименко Д.В. ....	87, 123, 133
Ромен Ю. С. ....	108	Ушкалов В.Ф. ....	280
Рослік О.В. ....	278	Фадєєв В.О. ....	221
Ростислава Голтгаус ....	227	Федоряка А.В. ....	324
Рурич І. Б. ....	241	Філоненко Н.Ю. ....	296
Рустамов Р. Ш. ....	148	Філоненко Н. Ю. ....	310
Рыжов С.В. ....	57	Фомін О. В. ....	32
Савицький В. В. ....	223	Фролов Р.О. ....	312
Савоськін А. Н. ....	106, 108	Хара М.В. ....	153
Самарська А.В. ....	262	Хачапурідзе Н. М. ....	111
Самойлов С. П. ....	110	Хижа І. Ю. ....	116
Сахно О.С. ....	312	Хмелевська Н. П. ....	216
Святко І. О. ....	243	Хміль В.В. ....	327
Северин О. П. ....	246	Ходаківський А. М. ....	25
Сербулов А.Ю. ....	10, 162	Хоменко І.Ю. ....	89, 91
Сердюк В.Н. ....	17	Храмцов А. М. ....	313, 314, 315, 317
Сердюк Т. Н. ....	179, 181	Храмцов А. Н. ....	318, 319
Сидоренко А. В. ....	244	Худан О. О. ....	236
Сістук В. О. ....	171	Худенко В. Ф. ....	256
Скосарь В.Ю. ....	165, 167	Хулін А. Н. ....	298
Сливовська Л.В. ....	27	Хулін А.М. ....	278, 303
Смирнов А.С. ....	60, 64	Чабак Ю.Г. ....	305
Соболев В.В. ....	293	Чайковська А.О. ....	286
Соболевская М. Б. ....	116, 118	Чайковский О.А. ....	286
Сокол О.В. ....	345, 346	Чаладзе М. ....	204
Сонник Н.С. ....	322	Чередник К. О. ....	352

Черних Ю.М.....	122
Черняев Д.В. ....	14, 83
Черняк Ю.В. ....	124
Чистяков К.В. ....	185
Чорна О.Г.....	333
Шаповалов Д. Ю. ....	145, 146
Шапошник В.Ю. ....	38, 40, 41, 87, 281
Шаптала А. И. ....	318
Шатов В.А., ....	49, 55
Шатунов О. В. ....	75
Шейкіна О. Г. ....	132
Шепотенко А.П. ....	21
Шидловський Р. М.....	120
Шикунов А.А. ....	39, 66, 84

Шипицин С.Я. ....	287
Шкода Є.Є. ....	262
Штапенко Е.П. ....	289
Щебликіна О. В. ....	190
Щека И. Н. ....	318
Щека І. М. ....	313, 314, 316, 317, 319
Яковлев С.А.....	49
Яковчук О.В. ....	227, 276
Ялова І. В. ....	54
Ямбург К. О. ....	348
Янковський А. В. ....	244
Яришкіна Л.О.....	255, 258, 259, 260, 265
Ярмолук В.М. ....	237, 251
Ящук К. І.....	195

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦІЯ 1 «ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ ЛОКОМОТИВІВ» .....	3
ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ВЕДЕННЯ ПОЇЗДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ БОДНАР Б. Є., КАПІЩА М. І., БОБИР Д. В. (ДІПТ) .....	3
ОБОСНОВАНИЕ МЕЖРЕМОНТНЫХ ПЕРИОДОВ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ ТЕПЛОВОЗОВ ЛИТОВСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ВАЙЧУНАС Г. <sup>1</sup> , ОЧКАСОВ А. <sup>2</sup> , ПЕТРЕНКО В. <sup>1</sup> , БОДНАРЬ Е. <sup>2</sup> .....	4
ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗНОГО ПАРКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ОСНОВНЫМ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ИХ РАБОТЫ МАСЛАК А.В., КРАСУЛИН А.С. ....	6
ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ MAGLEV ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ СОХАЦЬКИЙ А.В., МАЛЕНКО Є.В. ....	8
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАМІНИ МАНЕВРОВОГО ПАРКУ ПАРО-АКУМУЛЯТОРНИМ ТЯГОВИМ РУХОМИМ СКЛАДОМ КАПІЩА М.І. <sup>1</sup> , МАРТИШЕВСЬКИЙ М.І. <sup>1</sup> , СЕРБУЛОВ А.Ю. <sup>2</sup> .....	10
СПРЯМЛЕННЯ ПРОФІЛЮ КОЛІЇ З УРАХУВАННЯМ ДОВЖИНИ ПОЇЗДА ТА РОЗПОДІЛУ МАСИ СКЛАДУ БОДНАР Б.Є., КАПІЩА М.І., КИСЛИЙ Д.М. ....	12
НАПІВПРОВІДНИКОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ СУЧАСНИХ ТЕПЛОВОЗІВ КАПІЩА М. І., КРАСИЛЬНИКОВ В.М., БІЛАН В. С. ....	13
АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ПНВТ НА МИТТЄВУ КУТОВУ ШВИДКІСТЬ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ БОДНАР Б.Є., ОЧКАСОВ О.Б., ЧЕРНЯЄВ. Д.В., ДЕЦЮРА О.Я. ....	14
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВІЛЬНОГО ВИБІГУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ В ГІДРАВЛІЧНИХ ПЕРЕДАЧАХ ПРИ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАННЯХ БОДНАР Б.Є., ОЧКАСОВ О.Б., КОРЕНЮК Р.О., КЛЮШНИК І. А. ....	16
УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДУ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ СИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ КРАСИЛЬНИКОВ В.М., СЕРДЮК В.Н., БУРДА М.В. ....	17
ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ НА ТЕПЛОВОЗАХ КАПІЩА М. І., ДЕСЯК А. Є. ....	18
УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДІВ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ТА ДОПОМІЖНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ТЕПЛОВОЗІВ КРАСИЛЬНИКОВ В.М., ГЛУХОЙ М.В., РОГАЛЬ С.А. ....	20
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ ОЧКАСОВ О.Б., ШЕПОТЕНКО А.П. ....	21
НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБКИ КОНЦЕПЦІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ВИПРОБУВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ БОЛЖЕЛАРСЬКИЙ Я.В. <sup>1</sup> , ДЖУС В.С. <sup>1</sup> УРШУЛЯК О.С. <sup>2</sup> .....	23
ОСОБЛИВОСТІ РІЗНОВИДУ ПРОЦЕДУР РОЗКЛАДАННЯ З МІНІМАЛЬНОЮ ЕНТРОПІЄЮ ДЛЯ ВІБРОДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ МИХАЛКІВ С.В., ХОДАКІВСЬКИЙ А. М. ....	25
КОМПЛЕКСНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ З	

ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ. ДАНИЛЕВСЬКИЙ В.І. <sup>1</sup> , СЛИВОВСЬКА Л.В. <sup>2</sup> .....	27
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЛОКОМОТИВОМ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАЗА ПОЕЗДНОЙ СИТУАЦИИ ГОРОБЧЕНКО А. Н., АНТОНОВИЧ А. О.....	29
СЕКЦІЯ 2 “УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ВАГОНІВ” .....	31
АНАЛІЗ ПОШКОДЖЕНЬ ТА НЕСПРАВНОСТЕЙ ПІВВАГОНІВ ПРИ ЇХ РОЗВАНТАЖЕННІ В КРАЇНАХ ЄС ТЕРЕЩАК Ю. В.....	31
ЗМІЦНЕННЯ ВАГОННИХ ПОРОЖНИСТИХ СКЛАДОВИХ МЕТОДОМ ПОВЕРХНЕВОГО НАВИВАННЯ ФОМІН О. В., СТЕЦЬКО А. А. ....	32
УДОСКОНАЛЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНИХ СТЕНДІВ ДЛЯ ВІЗКІВ РЕЙКОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ МЯМЛІН С.В., КАЛІВОДА Я., НЕДУЖА Л.О.....	34
ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ БЕЛОШИЦКИЙ Э. В. ....	36
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ МЕТОДОМ РОЯ ЧАСТИЦ РЕЙДЕМЕЙСТЕР А. Г., ГОРБОВА А.В.....	37
ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЙДЕМЕЙСТЕР А. Г., ШАПОШНИК В. Ю.....	38
МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ С ОСЕВОЙ НАГРУЗКОЙ 25 ТС ШИКУНОВ А. А., КАЛАШНИК В. А., РЕЙДЕМЕЙСТЕР А. Г. ....	39
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ ПАР ТРЕХЭЛЕМЕНТНЫХ ТЕЛЕЖЕК В РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕЕ БАБАЕВ А.М., ШАПОШНИК В.Ю., МЯМЛИН С. С.....	40
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ПІВВАГОНІВ МОДЕЛІ 12-1905 НА ВІЗКАХ 18-1711 В ЕКСПЛУАТАЦІЇ МУРАДЯН Л.А. <sup>1</sup> , МІЩЕНКО А.А. <sup>1</sup> , ШАПОШНИК В.Ю. <sup>1</sup> БУБНОВ В.М. <sup>2</sup> , ТУСІКОВ Є. К. <sup>2</sup> , РЕВЯКІН В. В. <sup>2</sup> .....	41
СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЕРТНОСТЬЮ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ БЕЛОШИЦКИЙ Э. В. ....	43
КАЧЕСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ БЕЛОШИЦКИЙ Э. В., КЕБАЛ И. Ю. ....	45
ПІДВИЩЕННЯ МІЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ МУРАДЯН Л.А. <sup>1</sup> , ПОДОСЬОНОВ Д.О. <sup>2</sup> .....	46
ІННОВАЦІЙНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ РАВЛЮК В. Г. ....	47
ІНОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТИЛОВОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ СИЛОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ КЕБАЛ Ю.В., ШАТОВ В.А., БЕЛОШИЦКИЙ Е.В., МУРАШОВА Н.Г., ЯКОВЛЕВ С.А. ....	49
ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ВАГОНІВ З УРАХУВАННЯМ СТОХАСТИЧНОСТІ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА ВОЛОШИН Д. І. ....	50
ПОЛІПШЕННЯ КОМФОРТУ ДЛЯ ПАСАЖИРІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ	

УДОСКОНАЛЕНОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ ВАГОНІВ МАСЛІЄВ В.Г., ДУЩЕНКО В.В., МАСЛІЄВ А.О. ....	51
ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, ЯКІ ДІЮТЬ НА ВАГОН- ПЛАТФОРМУ З КОНТЕЙНЕРАМИ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОРОМІ ЛОВСЬКА А. О., ЯЛОВА І. В. ....	53
ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГАЙОК ШЕСТИГРАННИХ СУЦІЛЬНОМЕТАЛЕВИХ САМОСТОПОРНИХ ВИРОБНИЦТВА FLAIG+HOMMEL GMBH НА ВАНТАЖНИХ ВАГОНАХ КЕБАЛ І.Ю., ГНЕННИЙ О.М., ШАТОВ В.А., МЯМЛІН С. С., БІЛОШИЦЬКИЙ Е.В. ....	55
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАНЕВРОВЫХ ТЕПЛОВОЗОВ ПУЛАРИЯ А.Л., ЛЕСНИЧИЙ А.Ю., РЫЖОВ С.В. ....	56
ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА УЗКОКОЛЕЙНЫХ ВАГОНОВ БЕЛОШИЦКИЙ Э. В., МЯМЛИН С. С. ....	57
МЕТОД АНАЛІЗУ ДОПУСКІВ СКЛАДАЛЬНИХ РОЗМІРІВ У ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ МІЛЯНИЧ А.Р. ....	59
ВАГОНОСТРОЕНИЕ В СНГ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ МЯМЛИН В.В., СМИРНОВ А.С. ....	60
РАЗРАБОТКА АНТИВАНДАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ МЯМЛИН С.С., КЕБАЛ И.Ю. ....	61
СОЗДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЗЕРНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ МЯМЛИН С. С. ....	63
КОЭФФИЦИЕНТЫ ТРЕНИЯ БАШМАКОВ МАГНИТОРЕЛЬСОВЫХ ТОРМОЗОВ БАБАЕВ А.М., СМІРНОВ А.С., БАБІЙ Е.В. ....	64
ПОРЯДОК СЕРТИФІКАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ, ЯКІ БУДУТЬ ОБЕРТАТИСЯ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ТА ВІДРЕМОНТОВАНИХ КВР З ПОДОВЖЕННЯМ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ, В УМОВАХ ВАГОННИХ ДЕПО ДОВГАНЮК С.С., ДОНЄВ О.А., КАЛАШНИК В.О., ПУЛАРИЯ А. Л., РЕЙДЕМЕЙСТЕР О.Г., ШИКУНОВ О.А. ....	66
ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ....	69
С УВЕЛИЧЕННОЙ ОСЕВОЙ НАГРУЗКОЙ БУБНОВ В.М. <sup>1</sup> , МЯМЛИН С.В. <sup>2</sup> , МАНКЕВИЧ Н.Б. <sup>1</sup> , БЕСАРАБ Д.А. <sup>2</sup> ....	69
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВУХСИСТЕМНЫХ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ ПШИНЬКО А.Н. <sup>1</sup> , МЯМЛИН С.В. <sup>1</sup> , ДУЗИК В.Н. <sup>2</sup> , КРАМАРЕНКО М.В. <sup>2</sup> ....	70
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТЕНДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЯМЛИН С.В., ЖИЖКО В.В., БЕСАРАБ Д.А., КЕБАЛ И.Ю. ....	72
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА РОЛИКИ КАСЕТНОГО ПІДШИПНИКА У БУКСОВОМУ ВУЗЛІ ВІЗКА ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ МЯМЛІН С. В., ЛУНІС О., КИРИЛЬЧУК О.А. ....	74
ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА УКРИТТЯ НА ПІВВАГОН ДЛЯ ЗАХИСТУ ВАНТАЖІВ, ЩО ТРАНСПОРТУЮТЬСЯ ШАТУНОВ О. В., КИРИЛЬЧУК О.А. ....	75
ЩОДО ДЕФІЦИТУ ХОЛОДОАГЕНТУ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРЗАЛІЗНИЦІ ВИСЛОГУЗОВ	

В. Т.ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА., КИРИЛЬЧУК О.А., ЄПОВ В. П.....	76
КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ГРУЗОВОГО ВАГОННОГО ДЕПО НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ МЯМЛИН В. В.....	77
ГИБКАЯ ПОТОЧНАЯ СЕТЬ КАК НАИБОЛЕЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНАЯ .....	79
ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ВАГОНОВ МЯМЛИН В. В.....	79
СЕКЦІЯ 3 “НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ” .....	82
ПРИЧИНЫ ПОЯВИ ДЕФЕКТУ РЕЙКИ 69.2 ТА ПРОБЛЕМИ ЙОГО ВИЯВЛЕННЯ АРБУЗОВ М. А. ....	82
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕПЛОВИЗНОГО ДИЗЕЛЯ КАПІЩА М. І., ЧЕРНЯЄВ Д. В., ДЕСЯК А. Є.....	83
ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ ВІДКРИТОГО ТИПУ ТА ПРОДОВЖЕННЯ ЇХ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ДОВГАНІЮК С.С., ДОНЄВ О.А., КАЛАШНИК В.О., РЕЙДЕМЕЙСТЕР О.Г., ШИКУНОВ О.А.....	84
ТЕПЛОВИЙ КОНТРОЛЬ КОВЗНОГО КОНТАКТУ «КОНТАКТНИЙ ПРОВІД – НАКЛАДКА» В УМОВАХ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ МУХА А.М., УСТИМЕНКО Д.В., ПУЛАРИЯ А.Л., БАЛІЙЧУК О.Ю., ШАПОШНИК В.Ю.....	87
ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЛУВАГОНА МОДЕЛИ 12-757 ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ПУЛАРИЯ А. Л., БУДНИЙ В. Н. ....	88
КОРРОЗИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ОТКРЫТОГО ТИПА ПУЛАРИЯ А.Л., ДОНЕВ А.А., ХОМЕНКО И.Ю., ПОНОМАРЕНКО Л.В. ....	89
ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ТЕПЛОВИТРАТ ПАСАЖИРСЬКОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ШЛЯХОМ ТЕПЛОВОГО СКАНУВАННЯ ПУЛАРИЯ А.Л., ДОНЄВ О.А., ТЕРЕЩАК Ю. В., ХОМЕНКО І.Ю.....	91
ПРО РЕЗУЛЬТАТИ РОБІТ ВИКОНАНИХ У ДНУЗТІ З ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ОДИНИЦЬ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ. ГОРОБЕЦЬ В.Л., БОНДАРЄВ О.М. ....	92
ЗАДАЧИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НЕДОСТУПНЫХ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МАЛАЙЧУК В.П. <sup>1</sup> , ГУСАРОВА И.А. <sup>2</sup> , КУДРЕВАТЫХ А.Т. <sup>1</sup> , КУИНН Н.А. <sup>1</sup> .....	93
ПОСЛЕДНИЕ РАЗРАБОТКИ ИЭС ИМ. Е.О.ПАТОНА В ОБЛАСТИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ГЛУХОВСКИЙ В.Ю., ТРОИЦКИЙ В.А., БОРОДАЙ О.С.....	94
ОПЫТ ННЦ ХФТИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НА ЭНЕРГООБЛОКАХ АТОМНЫХ И ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ. ОЖИГОВ Л.С.....	95
ЗАДАЧИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НЕДОСТУПНЫХ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МАЛАЙЧУК В.П. <sup>1</sup> , ГУСАРОВА И.А. <sup>2</sup> , КУДРЕВАТЫХ А.Т. <sup>1</sup> , КУИНН Н.А. <sup>1</sup> .....	97
РАНГОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗМЕРЕНИЙ В ЗАДАЧАХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ АСТАХОВ Д.С.....	98
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И РЕМОНТА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРОИЗВОДСТВА ГП	

«КОЛОРАН» КАЗАКЕВИЧ М.Л., ЛАПШИН В.Г., КАЗАКЕВИЧ В.М. ....	99
НЕРУЙНІВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЇХ ПЕРЕДЧАСНОГО РУЙНУВАННЯ КОВАЛЕНКО В.В., ГОРОБЕЦЬ В.Л., ЗАЯЦЬ Ю.Л. .....	100
СЕКЦІЯ 4 «ДИНАМІКА РУХОМОГО СКЛАДУ ТА БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ» .....	102
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНИКІВ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВАЛІГУРА М. Я. ....	102
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ РУХУ НА СХІД ВАГОНІВ ЗА НАЯВНОСТІ ПЕРЕКОСУ РЕЙКОВИХ НИТОК КУЗИШИН А.Я. <sup>1</sup> , БАТІГ А.В. <sup>2</sup> .....	102
ЗАСТОСУВАННЯ ПРУЖНО-РУХОМОЇ МОДЕЛІ НАСИПНОГО ВАНТАЖУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЙОГО ТИСКУ НА СТІНКИ ВАГОНУ ДАЦЕНКО В.М. ....	104
ПОСТРОЕНИЕ ПОЛИГАРМОНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СО СТОРОНЫ ПУТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ЛАПИНА Л. Г. ....	105
ОСОБЕННОСТИ КОЛЕБАНИЙ РЕЛЬСОВЫХ ЭКИПАЖЕЙ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ БУРЧАК Г. П., САВОСЬКИН А. Н., АКИШИН А. А. ....	106
ГЕНЕРИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНОГО МНОГОМЕРНОГО ПРОЦЕССА ВОЗМУЩЕНИЯ, ВЫЗЫВАЮЩЕГО КОЛЕБАНИЯ СИСТЕМЫ ЭКИПАЖ – ПУТЬ САВОСЬКИН А. Н. <sup>1</sup> , АКИШИН А. А. <sup>1</sup> , РОМЕН Ю. С. <sup>2</sup> .....	108
ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕДІНКИ КОЛІСНОЇ ПАРИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З ЗАЛІЗНИЧНИМИ РЕЙКАМИ ІЛЬМАН В. М., САМОЙЛОВ С. П. ....	110
МОДЕЛЬ ПОДВЕШИВАНИЯ МАГНИТОЛЕВИТИРУЮЩЕГО ПОЕЗДА ПОЛЯКОВ В. А., ХАЧАПУРИДЗЕ Н. М. ....	111
ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ УМЕНЬШЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ ДЛИННОСОСТАВНЫХ СОЕДИНЕННЫХ НАЛИВНЫХ ПОЕЗДОВ УРСУЛЯК Л. В. , РОМАНЮК Я. М. ....	112
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖЕСТКОСТИ СВЯЗИ НАКЛОННОЙ ТЯГИ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА МАГИСТРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА КЛИМЕНКО И. <sup>1</sup> , ЛУНИС О. <sup>2</sup> , НЕДУЖАЯ Л. <sup>1</sup> .....	113
ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЛА ВАГОНІВ ПРИКРИТТЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ МАНАШКІН Л.А., ГРАНОВСЬКА Н.Й. ....	115
ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ТЕПЛОВОЗІВ 2М62 В КРИВИХ МАЛИХ РАДІУСІВ ПРИ МАКСИМАЛЬНО ПРИПУСТИМИХ ЗНОСАХ ГОЛОВОК РЕЙОК ТА БАНДАЖІВ КОЛІС КОЛІСНИХ ПАР БОНДАРЄВ О.М., ГОРОБЕЦЬ В.Л. ....	115
ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ЭКИПАЖЕЙ СКОРОСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ С СИСТЕМОЙ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ АВАРИЙНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ НАУМЕНКО Н. Е., СОБОЛЕВСКАЯ М. Б., ХИЖА И. Ю. ....	116
РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПАССИВНОЙ ЗАЩИТЫ ЭКИПАЖЕЙ СКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КОЛЕИ 1520 ММ СОБОЛЕВСКАЯ М. Б., ГОРОБЕЦ Д. В. ....	118

ОЦІНКА ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЛОКОМОТИВІВ І МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ КОСТРИЦЯ С.А., МОЛЧАНОВ С.Ю.,...	119
СУЧАСНЕ І МАЙБУТНЄ МЕХАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ РЕЙКОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ БАБ'ЯК М. О., ШИДЛОВСЬКИЙ Р. М., НЕДУЖА Л. О. ....	120
СЕКЦІЯ 5 «ЕЛЕКТРОПРИВОД ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ».....	122
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТУРБОКОМПРЕСОРА ДЛЯ НАДДУВАННЯ ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА ЧЕРНИХ Ю.М.....	122
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ НАКЛАДОК ПОЛОЗІВ СТРУМОПРИЙМАЧІВ З МАТЕРІАЛУ "РОМАНІТ-УВЛШ" НА ДІЛЯНКАХ ЗМІННОГО СТРУМУ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ МУХА А.М., БАЛІЙЧУК О.Ю., УСТИМЕНКО Д.В., КУРИЛЕНКО О.Я., НЕСТЕРОВ О.О. ....	123
МЕТОДИ АПРОКСИМАЦІЇ МАГНІТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЯГОВОГО ДВИГУНА КАРАЩУК С.В., ГАТЧЕНКО В.О., ЧЕРНЯК Ю.В.....	124
МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКУ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ БОНДАР О. І. ....	126
ЗНИЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВТРАТ В ДВИГУНАХ МАСОВОГО НЕРЕГУЛЬОВАНОГО ПРИВОДА НА ПІДПРИЄМСТАВХ ЗАЛІЗНИЦЬ ДУБИНЕЦЬ Л.В., КОРТОГУЗ А.С., ЛИСЕНКО О.О. ....	127
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ КЕДРЯ М.М., КАРАБУТ Ю.О..	128
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ ВАНТАЖНОГО ПОЇЗДА. КЕДРЯ М.М., МУКАН К.В. ....	128
ПЕРСПЕКТИВИ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БОРТОВИХ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ РЕКУПЕРАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОВОЗАХ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ КУРИЛЕНКО О. Я.....	129
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ АВАРІЙНИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ МИХАЛІЧЕНКО П. Є. ....	130
ГЛУХЕ КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ ДВИГУНА ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАЗАРЕНКО А. В., КОСТІН М. О.....	131
ДОДАТКОВІ ВТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ – ОСНОВНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОКАЗНИК СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ШЕЙКІНА О. Г., СТАРОВОЙТОВ С. В..	132
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ В КОВЗНОМУ ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОНТАКТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ УСТИМЕНКО Д.В.....	133
СЕКЦІЯ 6 «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ».....	135
РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В МИРОВОМ ТРАНСПОРТНОМ СЕГМЕНТЕ МЯМЛИН С. С., КЕБАЛ И. Ю.....	135
ОПИРАНИЕ ЭКИПАЖЕЙ MAGLEV С ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ ЛЕВИТАЦИЕЙ НА НИЗКИХ СКОРОСТЯХ НОВИКОВ В.Ф.....	136
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОТЕРЬ В ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ ПОСТОЯННОГО И ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ТОКА АФАНАСОВ А. М., ДРУБЕЦКИЙ А.Е., АРПУЛЬ С.В., ВОЙТЕНКО А.В.....	137
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ	



ИСПЫТАНИЙ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОМАШИН АФАНАСОВ А.М., ДРУБЕЦКИЙ А.Е., ГАЙВАНЕНКО Н.С., ВОЙТЕНКО М.В. ....	139
ВЫБОР ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ АРПУЛЬ С. В., ГАЛУСТЯН Р. Р., ГОРОВЫХ А. К. ....	140
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИЙ СКОРОСТНЫХ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ АРПУЛЬ С. В., ОВСОВ В. Ю., ЛЕГКАЯ О. В. ....	141
ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СУЧАСНОГО ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ В ГАРАНТІЙНИЙ І ПІСЛЯГАРАНТІЙНИЙ ПЕРІОДИ МИХАЙЛЕНКО Ю.В. ....	142
ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ДОСЛІДНИХ КОНТАКТНИХ ПЛАСТИН СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ БАБ'ЯК М. О. ....	143
ЕЛЕКТРОРУХОМИЙ СКЛАД ПІДВИЩЕНОЇ НАПРУГИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ЗАБАРИЛО Д. О., ШАПОВАЛОВ Д. Ю. ....	145
СИЛОВА СХЕМА ЕЛЕКТРОВОЗА З АСИНХРОННИМ ТЯГОВИМ ПРИВОДОМ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ТЯГОВОЇ МЕРЕЖІ 6 КВ ЗАБАРИЛО Д. О., ШАПОВАЛОВ Д. Ю. ....	146
СЕКЦІЯ 7 «ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ» ....	147
УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИКИ ЕКСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ КОЗАЧЕНКО Д. М. <sup>1</sup> , ВЕРНИГОРА Р.В. <sup>1</sup> , РУСТАМОВ Р. Ш. <sup>2</sup> , КОРОБІЙОВА Р.Г. <sup>1</sup> ....	147
ПРОБЛЕМИ ЛОГІСТИКИ ТА МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В УКРАЇНІ ПАСІЧНИК А. М., КЛЕН О.М, ПАСІЧНИК В. А., МІРОШНИЧЕНКО С.В. ....	148
ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МАЦЮК В. І., ГОРБАТЮК В. О. ....	150
ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛОПОТОКОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ ХАРА М.В., ЛЯМЗИН А.А. ....	152
МОДЕЛІ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОГО РИНКУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КУЗЬМЕНКО А.І., ГУЛЕВАТИЙ В.В., ЛЕВИНЕЦЬ В.П. ....	153
ОПТИМИЗАЦИЯ РОСПУСКА СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ С НЕМЕХАНИЗИРОВАННЫМИ ТОРМОЗНЫМИ ПОЗИЦИЯМИ КОЗАЧЕНКО Д. Н., ГРЕВЦОВ С. В., БОЛВАНОВСКАЯ Т. В. ....	155
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ КОМБИНИРОВАННЫМ ТРАНСПОРТОМ БЕСАРАБ Д.А., ТИТОВ С.С. ....	157
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ОБ'ЄКТУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО РОМАНЕНКО Є.М., СОХАЦЬКИЙ А.В. ....	159
МИНИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА МАНЕВРОВУЮ И ВЫВОЗНУЮ РАБОТУ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЯГОВО-МАНЕВРОВОЙ МАШИНЫ ПАЛ 9П СЕРБУЛОВ А.Ю. ....	161
АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЄЮ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АВТОТРАНСПОРТУ ПОТАПЕНКО В.В. ....	162
ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНЫЙ ЭНЕРГОПАРК СКОСАРЬ В.Ю., ВОРОШИЛОВ	

A.C.....	164
ПЕРСПЕКТИВИ ПРИМЕНЕННЯ АККУМУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ СВЕРХСКОРОСТНОГО ТРАНСПОРТА СКОСАРЬ В.Ю., БУРЫЛОВ С.В., ДЗЕНЗЕРСКИЙ В.А. ....	166
ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНИХ ДОРОГАХ США КОРОБЬЕВА Р. Г. ....	168
ВИБІР ЗАХОДУ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПОТРАПЛЯННЯ ПИЛУ У КОРПУС ТЯГОВОГО ДВИГУНА КАР'ЄРНОГО САМОСКИДА ВЕСНІН А. В., СІСТУК В. О., БОГАЧЕВСЬКИЙ А. О. ....	170
ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ РОБОТИ СТАНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ДІАГРАМ ХАРЕЛА ГОРБОВА О.В. ....	171
TAKE ADVANTAGE OF GLOBALIZATION FOR THE FREIGHT FORWARDER COMPANIES KHARCHENKO A.V. ....	172
ВАРИАНТ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И КОММУНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА НОВИКОВ В.Ф. <sup>1</sup> , ЗИНЧЕНКО А.В. <sup>2</sup> , УМАНОВ М.И. <sup>1</sup> .....	173
THE CULTURE OF QUALITY OF THE FREIGHT FORWARDER COMPANY KHARCHENKO A.V., LIS KATERYNA ....	174
THE INTERNATIONAL REGULATION OF FREIGHT FORWARDER COMPANIES KHARCHENKO A.V. ....	175
THE ORIGIN OF FIATA BILL OF LADING KHARCHENKO A.V. ....	176
СЕКЦІЯ 8 «АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ».....	178
ВНЕДРЕНИЕ ОПТОВОЛОКОННЫХ ЛИНИЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ СЕРДЮК Т. Н., ЖАРИНОВА О. А. ....	178
АНАЛІЗ ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ СЕРДЮК Т. Н., ЛАГУТА В. В.....	180
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ ІВЧЕНКО Ю.М. <sup>1</sup> , ІВЧЕНКО В.Г. <sup>2</sup> .....	182
RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF CODE TRANSFER CHANNEL ROMANTSEV I. О. ....	183
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРАХУНКУ РЕЙТИНГОВИХ ОЦІНОК.....	184
СТИПЕНДІАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТУДЕНТІВ ЗАМЕДЯНСЬКА Н.А., НЕГОЛЮК Ю.К., ЧИСТЯКОВ К.В.....	184
СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ РЕЙКОВИХ КІЛ ПРОФАТИЛОВ В. І.	185
DEVELOPMENT OF A SUPPORT SYSTEM FOR MANAGING THE CYBER SECURITY OF INFORMATION AND COMMUNICATION ENVIRONMENT OF TRANSPORT MAZIN MOHAMMAD AL HADIDI <sup>1</sup> , LAKHNO V <sup>2</sup> .....	187
ВИКОРИСТАННЯ ОПЕРАТОРНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО ОПОВІЩЕННЯ БОЙНИК А. Б., ЗМІЙ С. О., МОРОЗ В. П., КУСТОВ В. Ф., КАМЕНЄВ О. Ю. ....	188
РОЗВИТОК ОСНОВ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТІ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ І АВТОТРАНСПОРТУ ЧЕРЕЗ ЗАЛІЗНИЧНІ ПЕРЕЇЗДИ БОЙНИК А. Б., КУСТОВ В. Ф., КАМЕНЄВ О. Ю., ЗМІЙ С. О., ЩЕБЛИКІНА О. В. ....	189

ПРОБЛЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ ТА ЄВРОПЕЙСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ МОЙСЄНКО В. І., КАМЕНЄВ О. Ю., ГАСВСЬКИЙ В. В. ....	190
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТОЧКОВОГО КОЛІЙНОГО ДАТЧИКА ЗА РАХУНОК ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ВИСОКОЧАСТОТНОГО МОДУЛЯТОРА ПРИЛИПКО А. А., МОЙСЄНКО В. І., КАМЕНЄВ О. Ю., ГАСВСЬКИЙ В. В. ....	191
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕРА СРЕДНЕГО РЕМОНТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ГЕРАСИМЕНКО П. В. ....	192
ФАЗОВИЙ ПОРТРЕТ ТА БІФУРКАЦІЙНА ДІАГРАМА ПАРАМЕТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ПГ 50:50 ЯЩУК К. І., КОКУЛОВ Д. С. ....	194
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ВЕБ-СИСТЕМ КОСОЛАПОВ А.А., ДЗЮБА В.В. ....	195
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИЗУАЛЬНО НЕДОСТУПНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МАНЬКО Т.А. <sup>1</sup> , КОЗИС К.В. <sup>2</sup> .....	197
ТОНАЛЬНІ РЕЙКОВІ КОЛА З КОДОВИМ РОЗДІЛЕННЯМ КОЛІЙНИХ ДІЛЯНОК ГОНЧАРОВ К. В. ....	198
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРАХУНКУ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ГОНЧАРОВ К. В. ....	199
УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОКОМОТИВНИХ ПРИСТРОЇВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДА ГОНЧАРОВ К. В. ....	201
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ МУХИГУЛАШВИЛИ Н., ЧАЛАДЗЕ М., ГРИГОРАШВИЛИ М. ....	203
СЕКЦІЯ 9 «ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ» .....	205
INCREASE IN THE SPEED MOVEMENT OF PASSENGER TRAINS ON THE RAILWAYS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN DJABBAROV S.T. ....	205
РОЛЬ СТРУКТУРИ У ФОРМУВАННІ РОЗСІЯНИХ ПОШКОДЖЕНЬ В КОСТИЛЯХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ МЕЩЕРЯКОВА Т.М. <sup>1</sup> , КУЗІН О.А. <sup>2</sup> , КУЗІН М.О. <sup>1</sup> .....	209
РОЛЬ УМОВ КРИСТАЛІЗАЦІЇ У ФОРМУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДЕФЕКТІВ ВИЛИВКІВ КУЗІН О.А. <sup>1</sup> , МЕЩЕРЯКОВА Т.М. <sup>2</sup> , КУЗІН М.О. <sup>2</sup> .....	211
ВПЛИВ ФОРМИ ПОВЕРХНІ КОНТАКТНОЇ ПАРИ КОЛЕСО-РЕЙКА.....	213
НА РІВЕНЬ КОНТАКТНИХ НАПРУЖЕНЬ КОВАЛЬЧУК В. В., БАМБУРА О. В., РАФАЛЬСЬКИЙ О. Ю. ....	213
АНАЛІЗ ВИЯВЛЕНИХ ДЕФЕКТІВ В РЕЙКАХ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ ДАНІЛЕНКО Е.І., КАРПОВ М.І., КОСАРЧУК В.В., АГАРКОВ О.В. ....	214
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕБУДОВИ КРИВИХ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ КУРГАН М. Б., БАЙДАК С. Ю., ХМЕЛЕВСЬКА Н. П. ....	215
ПОПЕРЕЧНИЙ ЗЛАМ РЕЙКИ ЧЕРЕЗ КОНТАКТНО-ВТОМЛЕНІ ТРІЩИНИ ПІДОШВИ АРБУЗОВ М. А. ....	216
ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ЯК ОБ'ЄКТА В МОДЕЛЯХ РУХУ ЕКІПАЖІВ КУРГАН Д. М. ....	218

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ НАПРЯМКУ ДОЛИНСЬКА-МИКОЛАЇВ-КОЛОСІВКА ФАДСЄВ В.О., КОВАЛЬОВ В.В. ....	219
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗЙОМКИ Й ВИПРАВКИ КРИВИХ ПРИ МАШИНІЗАЦІЇ ПОТОЧНОГО УТРИМАННЯ КОЛІЇ ГАВРИЛОВ М. О., ЛУЖИЦЬКИЙ О.Ф. ....	221
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОМІЖНИХ РЕЙКОВИХ СКРІПЛЕНЬ НА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛАХ У КРИВИХ ДІЛЯНКАХ КОЛІЇ РАДІУСОМ 350÷200 М НАСТЕЧИК М. П., МАРКУЛЬ Р. В., ГУБАР О. В., САВИЦЬКИЙ В. В. ....	222
СТВОРЕННЯ БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ НА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ШПАЛАХ ДЛЯ КРИВИХ ДІЛЯНОК РАДІУСОМ 350÷200 М ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СКРІПЛЕННЯ ТИПУ КПП-5 НАСТЕЧИК М. П., МАРКУЛЬ Р. В. ....	224
ІННОВАЦІЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ. КОМПОЗИТНІ ШПАЛИ БАЛЬ О. М. <sup>1</sup> , БОНАДАРЕНКО І. О. <sup>2</sup> , РОСТИСЛАВА ГОЛТГАУС <sup>3</sup> , ЯКОВЧУК О.В. <sup>1</sup> ....	225
ОСОБЛИВОСТІ СУМІСНОЇ РОБОТИ ПЛИТ БЕЗБАЛАСТОВОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА З ГОЛОВНИМИ БАЛКАМИ МЕТАЛЕВИХ ПРОГОНОВИХ СПОРУД ТАЛАВІРА Г.М., ....	227
АНАЛІЗ ВИЯВЛЕНИХ ДЕФЕКТІВ В РЕЙКАХ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ ДАНІЛЕНКО Е.І., КАРПОВ М.І., КОСАРЧУК В.В., АГАРКОВ О.В. ....	229
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ПАТЛАСОВ О. М., БУРЦЕВ М. О. ....	230
СЕКЦІЯ 10 «ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО» ....	232
ПРАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ КОНСТРУКЦІЙ БАННІКОВ Д.О., Д.Т.Н., ПРОФЕСОР ....	232
АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ҐРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛЬ З ТІЛОМ ЗСУВУ ІГНАТЕНКО Д. Ю., ПЕТРЕНКО В. Д. ....	234
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ШАХТНОГО СТОВБУРУ ДНІПРОВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ ТЮТЬКІН О. Л., ХУДАН О. О. ....	235
ВИКОРИСТАННЯ ВИБУХОВИХ РОБІТ ПРИ ДЕМОНТАЖІ ЗРУЙНОВАНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ НА СХОДІ УКРАЇНИ ПЕТРІВСЬКИЙ І. В., ЯРМОЛЮК В. М., ГОРБАТЮК Ю. М., МОСКАЛЬОВ Г. Ю., АРТЕМ'ЄВ Н. С. ....	236
ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ НА НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДУБІНЧИК О. І., КІЛЬДЄСВ В. Р. ....	237
ДІЛЯНКИ З ПЕРЕХІДНОЮ ЖОРСТКІСТЮ НА ПІДХОДАХ ДО МОСТІВ МАРОЧКА В. В., БОБОШКО С. Г., АДІРОВ О. В. ....	238
ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ВИБУХУ ПРИ БУДІВНИЦТВІ БЕСКІДСЬКОГО ТУНЕЛЮ ПЕТРЕНКО В. Д., ГЕРНІЧ М. В., РУРИЧ І. Б. ....	240
КОМПЛЕКСНИЙ ОГЛЯД ТИМЧАСОВИХ МОСТОВИХ СПОРУД ГОРБАТЮК Ю. М., ЛАГОРЖЕВСЬКИЙ І. А. ....	241
ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УКРІПЛЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ҐРУНТОЦЕМЕНТНИМИ ПАЛЯМИ ПЕТРЕНКО В. Д., ТЮТЬКІН О. Л., СВЯТКО І. О. ....	242
ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ В ПРОГОНОВІЙ БУДОВІ	

АВТОДОРОЖНОГО МОСТУ СИДОРЕНКО А. В., ЯНКОВСЬКИЙ А. В. ....	243
ПРО НЕДІЄВІСТЬ ДЕФОРМАЦІЙНОЇ ПЕРЕВІРКИ ПРИ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧУВАНИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ СИЛ БРИНЗА А. О. ....	244
РЕКОНСТРУКЦІЯ ПЛАНУ ЛІНІЇ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ КУРГАН М. Б., СЕВЕРИН О. П., НОВІК Р. Б. ....	245
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОГО БУДІВНИЦТВА БЕРЕЗА І.В., ....	247
ВИКОРИСТАННЯ БАЛОК ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТІВ КОРОЛЬОВ Р. В., ОВЧИННИКОВ П.А. ....	249
ЗАСТОСУВАННЯ НАПЛАВНОГО МОСТУ НЖМ-56 ПРИ ТИМЧАСОВОМУ ВІДНОВЛЕННІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ. ЯРМОЛЮК В.М., ЛІСНЯК М.О., ЛИХОПЬОК П.А., ПЕТРІВСЬКИЙ І.В., АРТЕМ'ЄВ М.С., ГОРБАТЮК Ю.М., МОСКАЛЬОВ Г.Ю. ....	250
СЕКЦІЯ 11 «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА» ....	252
ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАБОЧИХ ЗОН ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ УГЛЯ ОЛАДИПО МУТИУ ОЛАТОЙЕ. ....	252
МОДЕЛЮВАННЯ ОСІДАНЬ ЗАКРИТИХ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ З УРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РЕМЕЗ Н.С., ОСІПОВА Т.А., ....	253
ЗАСТОСУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В СИСТЕМАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ АСТАХОВ Д.В., ЯРИШКІНА Л.О. ....	254
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА РОБОЧИХ ЗОН ТОРГОВЕЛЬНИХ ЦЕНТРІВ З ВРАХУВАННЯМ ЗОВНІШНІХ ТА ВНУТРІШНІХ ФАКТОРІВ БІЛЯЕВ М. М., ХУДЕНКО В. Ф., ЛЕОНЕНКО О. В. ....	255
РЕГЕНЕРАЦІЯ КОАГУЛЯНТУ, ЯК ЗАСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ВОДООЧИСНИХ СТАНЦІЙ ВАСИЛЬЄВА С. В., ЯРИШКІНА Л.О. ....	257
ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ НА ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ ТУР Ю.В., ЯРИШКІНА Л. О. ....	258
ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ФЛОТАЦІЙНИХ УСТАНОВОК З МЕТОЮ УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДУ, ЩО УТВОРЮЄТЬСЯ ГЛІБОВА В.В., ЯРИШКІНА Л.О. ....	259
ENVIRONMENTAL EFFECTS OF MILITARY ACTION AT THE EAST OF UKRAINE БУБЛЕЙНИК В. А., НИКИФОРОВА О. А. ....	260
ЗБЕРЕЖЕННЯ РІЗНОМАНІТТЯ ШЛЯХОМ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРІТОРІЙ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ШКОДА Є.Є., САМАРСЬКА А.В., ЗЕЛЕНЬКО Ю.В. ....	261
ВИКОРИСТАННЯ КАВОВОГО СОРБЕНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ КАЛИМБЕТ М. В., СОРОКА М. Л. ....	263
ВИКОРИСТАННЯ НЕВУГЛЕЦЕВИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЛЬВАНІЧНИХ СТІЧНИХ ВОД АСТАХОВ Д. В., ЯРИШКІНА Л.О. ....	264
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ТУРИСТИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ЗАКАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ БІЛАН Д. С., ЗЕЛЕНЬКО Ю. В. ....	266
ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЕЛЯЕВ Н.Н. <sup>1</sup> ,	

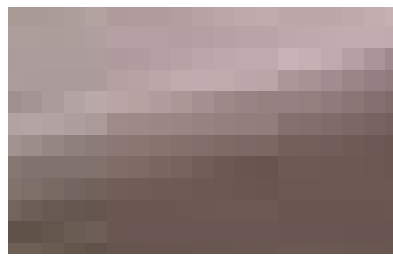
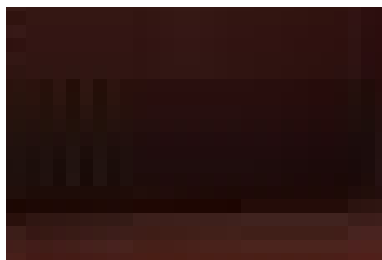
СТРЕЛЬЦОВА Ю.М. <sup>1</sup> , МАРТЫНЕНКО І.А. <sup>1</sup> , КИРИЧЕНКО П.С. ....	267
ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЛЯЕВ Н.Н. <sup>1</sup> , МОТУЗКО Д.А. <sup>1</sup> , ГОРБОВИЧ А.С. <sup>1</sup> , КАЛАШНИКОВ И.В. <sup>2</sup> .....	268
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПОРУД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ СТЕПОВА О.В., ГАНОШЕНКО О.М. ....	269
АНАЛІЗ НЕГАТИВНИХ ФАКТОРІВ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ АВАРІЙ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ АМІАКУ БОЙЧЕНКО А.М., ЗЕЛЕНЬКО Ю.В. ....	271
СЕКЦІЯ 12 «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РУХОМОГО СКЛАДУ» .....	274
АКТУАЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ НА ВАНТАЖНОМУ ЗАЛІЗНИЧНОМУ РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДОНЧЕНКО А. Т., ЖУРАВЕЛЬ І. Л., ЖУРАВЕЛЬ В. В. ....	274
ЗАСАДИ РОЗРОБКИ ІНОВАЦІЙНОЇ ЕНЕРГООЩАДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОГО САМОХІДНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ БАЛЬ О.М., БОЛЖЕЛАРСЬКИЙ Я.В., ЯКОВЧУК О.В. ....	275
РОЗРОБКА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СТАЛІ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ВИКОНАННЯ ВИМОГ СТАНДАРТУ ААР М-107/М-208 ДО КОЛІС КЛАСУ D БАБАЧЕНКО О.І., РОСЛІК О.В., КОНОНЕНКО Г.А., ХУЛІН А.М. ....	277
ТЕХНОЛОГІЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПРОФІЛІВ КОЛІС РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РЕСУРСУ УШКАЛОВ В.Ф., МОКРІЙ Т.Ф., МАЛИШЕВА І.Ю., БЕЗРУКАВИЙ Н.В. ....	279
ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИТЫХ КОЛЕС НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ МУРАДЯН Л.А., ШАПОШНИК В.Ю. ....	280
ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ КОЛЕСНИКОВ С.Р. ....	282
СЕКЦІЯ 13 «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО І ТЕХНОЛОГІЯ МАТЕРІАЛІВ» .....	285
О ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ОТПУСКА ЗАКАЛЕННЫХ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ЧАЙКОВСКИЙ О.А. <sup>1</sup> , ВАКУЛЕНКО И.А. <sup>2</sup> , ЧАЙКОВСКАЯ А.О. <sup>1</sup> .....	285
ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОЛІСНИХ СТАЛЕЙ З НІТРИДНИМ ЗМІЦНЕННЯМ КУЛИК В.В. <sup>1</sup> , ШИПИЦІН С.Я. <sup>2</sup> , ВІРА В.В. <sup>1,3</sup> .....	286
ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА И ТЕРМООБРАБОТКИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХРОМА В ОСНОВЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ ЧУГУНОВ НЕТРЕБКО В.В. ....	287
КОМПОЗИЦІЙНІ НІКЕЛЕВІ ПОКРИТТЯ, ОТРИМАНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМОВАНОГО ІМПУЛЬСНОГО СТРУМУ ПРИ ЗОВНІШНЬОМУ ЛАЗЕРНОМУ ОПРОМІНЮВАННІ ТИТАРЕНКО В.В., ЗАБЛУДОВСЬКИЙ В.О., ШТАПЕНКО Е.П. ....	288
СТРУКТУРА ТА ОСОБЛИВОСТІ ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ ЗАЕВТЕКТОЇДНИХ ГРАФІТИЗОВАНИХ СТАЛЕЙ АНДРЕЙКО І.М., ВІРА В.В., КУЛИК В.В. <sup>1</sup> .....	290
МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЕВТЕКТОЇДНИХ ГРАФІТИЗОВАНИХ СТАЛЕЙ АНДРЕЙКО І.М., ВІРА В.В., КУЛИК В.В. <sup>1</sup> .....	291
СКАЧКООБРАЗНОЕ УМЕНЬШЕНИЕ ВЯЗКОСТИ МЕТАЛЛОВ ПРИ .....	292
СВЕРХГЛУБОКОМ ПРОНИКАНИИ МИКРОЧАСТИЦ БАСКЕВИЧ А.С. <sup>1</sup> , СОБОЛЕВ В.В. <sup>2</sup> .....	292

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ РЕЛАКСАЦИИ СПЛАВА CR90C10, ПОЛУЧЕННОГО ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ. ГУЛИВЕЦ А.Н. <sup>1</sup> , БАСКЕВИЧ А.С. <sup>2</sup> , ФИЛОНЕНКО Н.Ю. <sup>3</sup> .....	295
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА ФОРМЫ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК НА ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЦЕЛЬНОКАТАНЫХ КОЛЁС Ø 957 ММ БАБАЧЕНКО А. И., ДЁМИНА Е. Г., КОНОНЕНКО А. А., ХУЛИН А. Н. ....	297
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ МЕТОДОМ КИРЛИАНОГРАФИИ ПРОЙДАК С.В. <sup>1</sup> , ПЕСОЦКАЯ Л.А. <sup>2</sup> .....	299
ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ТОКА НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗНО-НИКЕЛЕВЫХ ПЛЁНОК ГАНИЧ Р.Ф., АРТЕМЧУК В.В., ЗАБЛУДОВСКИЙ В.А. ....	300
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИ ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК БАБАЧЕНКО О.І., УЗЛОВ О.В., ПУЧІКОВ О.В., ХУЛІН А.М., КОНОНЕНКО Г.А. ....	302
СТРУКТУРА ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОКРЫТИЯ, НАНЕСЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНОРОДНЫХ КАТОДОВ ЧАБАК Ю.Г. <sup>1</sup> , ЕФРЕМЕНКО В.Г. <sup>1</sup> , ВАКУЛЕНКО И.А. <sup>2</sup> , ПАСТУХОВА Т.В. <sup>1</sup> , ТРОХМАН В. <sup>1</sup> .....	304
ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ХРОМО-НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ В МЕСТАХ ПЕРЕКРЫТИЯ ВАЛИКОВ ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ БЕЛИК А.Г., ЕФРЕМЕНКО Б.В., МАКУРОВ С.Л. ....	305
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ РУХОМОГО СКЛАДУ ПЛІТЧЕНКО С.О. ....	306
РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ БЕТОНУ МАСИВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ГРОМОВА О.В. ....	307
ВПЛИВ КАРБОНУ НА ФІЗИЧНІ ТА СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ ФАЗ Fe <sub>2</sub> V ТА FeV ФІЛОНЕНКО Н. Ю. <sup>1</sup> , БАСКЕВИЧ О.С. <sup>2</sup> .....	309
ВПЛИВ СКЛАДУ ШИХТИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ДООБТЕКТИЧНОГО СПЛАВУ АК7 ФРОЛОВ Р.О. <sup>1</sup> , МІТЯЄВ О.А. <sup>1</sup> , САХНО О.С. <sup>2</sup> .....	311
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНФІГУРАЦІЇ СКЛАДНОЇ ТРАСИ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРУ НА ЙОГО ПОТУЖНІСТЬ ХРАМЦОВ А. М., БОГОМАЗ В. М., ЩЕКА І. М., БОРЕНКО М.В., ПАЦАНОВСЬКИЙ С.В. ....	312
АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЕЛИЧИНИ ПОТУЖНОСТІ ПРИВОДУ ПОХИЛОГО ЛАНЦЮГОВОГО ЕЛЕВАТОРУ ВІД ЙОГО ВИХІДНИХ ДАНИХ ХРАМЦОВ А. М., БОГОМАЗ В. М., ЩЕКА І. М., БОРЕНКО М.В., ПАЦАНОВСЬКИЙ С.В. ....	313
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ШИРИНИ СТРІЧКИ ВІД ПРОЕКТНИХ ДАНИХ СТРІЧКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА ХРАМЦОВ А. М., БОГОМАЗ В. М., ЩЕКА І. М., БОРЕНКО М.В., ПАЦАНОВСЬКИЙ С.В. ....	314
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ ОПОРНО-ОБЕРТАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ БУДІВЕЛЬНИХ КРАНІВ ХРАМЦОВ А. М., БОГОМАЗ В. М., ЩЕКА І. М., КРАМАР І.Є. ....	315
ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕДУКТОРОВ ХРАМЦОВ А. Н., БОГОМАЗ В. Н., ЩЕКА И. Н., ШАПТАЛА А. И. ....	316

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СКЛАДУ РЕМОНТНИХ КОМПЛЕКТІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЩЕКА І. М., ХРАМЦОВ А. М., БОГОМАЗ В. М., БОРЕНКО М.В., ПАЦАНОВСЬКИЙ С.В. ....	317
ВПЛИВ ІМПУЛЬСУ УДАРНОЇ ХВИЛІ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ БОЛОТОВА Д.М. ....	319
СЕКЦІЯ №14. «ГУМАНІТАРНА СКЛАДОВА ПІДГОТОВКИ КАДРІВ».....	321
ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕКЛАДУ ТЕХНІЧНИХ ТЕКСТІВ ЛЕВИЦЬКА С.І., СТЕХНА П.М., СОННИК Н.С. ....	321
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЗЮДО НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ЗАНЯТИЮ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ КОЗАК А. В., БОНДАРЕВСКИЙ А. Г., ДОРОШ В. А., НИКОЛАЙЧУК К. В. ....	322
РОЗВИТОК ГНУЧКОСТІ У ДІВЧАТ 17 – 18 РОКІВ НА ЗАНЯТТЯХ СПОРТИВНИМ ФІТНЕСОМ ТИЛИЧКО О.В. <sup>1</sup> , ФЕДОРЯКА А.В. <sup>2</sup> ....	323
ТЕОРЕТИЧНА ПІДГОТОВЛЕНІСТЬ СТУДЕНТІВ З ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ПІЧУРІН В.В., ЛУТАЄВА Н.В., ДОЦЕНКО О.М. ....	325
ПРО ДВА ОСМИСЛЕННЯ ДЕМОКРАТІЇ ХМІЛЬ В.В. ....	326
ДО ПИТАННЯ ЩОДО АНГЛІЙСЬКИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ТЕРМІНОЛОГІЇ БОЧАРОВА О. О., ВАСИЛЬЧЕНКО П. А. ....	328
ФІЛОСОФІЯ ІСТОРІЇ ТА СОЦІАЛЬНІ НАУКИ АЙТОВ С.Ш. ....	330
ФЕНОМЕН ІНТЕРНЕТУ ЯК ЗАСІБ ВПЛИВУ НА СВІДОМІСТЬ КОВАЛЬ Т.Ю. ....	330
ПСИХОЛОГІЧНІ НАУКИ ТА ПОЛІТОЛОГІЯ АЙТОВ С.Ш., ЧОРНА О.Г. ....	332
РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ АЙТОВ С.Ш., ДЬОМІНА Т.А. ....	333
ПОИСК ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ИНОСТРАНЦЕВ РУССКОМУ ЯЗЫКУ БОБЫЛЬ С.В. ....	334
ТЕЗИ ПРО ТЕЗИ КРИВЧИК Г.Г. ....	335
ИНТЕНСИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ РКИ БОНДАРЕНКО Л.І. ....	338
ОБМІН СТУДЕНТІВ МІЖ ЧТУ І ДНУЗТ МЯМЛИН С.В., КАЛІВОДА Я. ....	339
РЕВОЛЮЦІЯ ГІДНОСТІ: СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНИЙ ЗМІСТ КОВТУН В. В. ....	340
СОЦІАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ЇХ ЖИТТЄУСПІШНОСТІ БОНДАРЕНКО З.П. ....	342
ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОВІДНОСИН МІЖ НАЧАЛЬНИКАМИ ТА ПІДЛЕГЛИМИ У ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛАХ У ВІДПОВІДНОСТІ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ ЦІННОСТЯМИ СОКОЛ О.В. ....	344
ПРОБЛЕМИ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ І ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ КУРСАНТІВ. СОКОЛ О.В. ....	345
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНО СВІДОМОЇ МОВНОЇ ОСОБИСТОСТІ СУЧАСНОГО СТУДЕНТА ЛАГДАН С. П., ЗАМЕДЯНСЬКА Н. А. ....	346
ІСТОРІЯ ПРОФЕСІЙОГО СВЯТА ПРАЦІВНИКІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ ЛАГДАН С. П., ЯМБУРГ К. О. ....	347
МОВНА ГРА У ПОЕЗІЇ Ю. ІЗДРИКА НАКАШИДЗЕ І. С., ТАТАРЧУК А. С. ....	349



СУТНІСТЬ І ДЖЕРЕЛА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ, РОЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИРІШЕННІ ТРАНСПОРТНИХ ПРОБЛЕМ ЧЕРЕДНИК К. О., ТРОФІМОВ О. В., .....	351
ЯЗЫКОВОЙ КЛУБ И ЕГО РОЛЬ В ИЗУЧЕНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО ЗАВАРУЕВА И.И. ....	353
ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ В ЦЕНТРІ РОВИТКУ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ ПАТЛАСОВ О. М., ГРИГОРЕНКО Л. О., СУЛТАНОВА О. А. ....	354
ІСТОРІЯ ПОВСЯКДЕННОСТІ ЯК ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ІСТОРИЧНОГО ПІЗНАННЯ ПАРАЩЕВІНА О.С.....	355
ЕФЕКТИВНА ОРГАНІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ ЗАНІЗДРА О. А. ....	356
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ .....	358
ОГЛАВЛЕНИЕ .....	363
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ УНИВЕРСИТЕТА .....	378
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ В ЄВРОПЕЙСКУ ТРАНСПОРТНУ ІНФРАСТРУКТУРУ» .....	379



## **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ УНИВЕРСИТЕТА**

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДИИТ) является одним из лидеров транспортной науки и инженерного образования на территории СНГ и Восточной Европы. В последнее десятилетие университет активно развивает направление инновационной деятельности, ориентированной на коммерциализацию результатов научно-исследовательских работ путем вывода на рынок наукоемкой конкурентоспособной продукции и услуг.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:**

1. Проведение фундаментальных и поисковых исследований по проблемам естественных, общественных, гуманитарных и технических наук;
2. Разработка учебно-тестирующих программных комплексов для повышения квалификации, тестирования и для проверки знаний работников предприятий железнодорожного и промышленного транспорта;
3. Обследование, испытания железнодорожных, автодорожных и пешеходных мостов различных систем;
4. Проведение всех видов натурных испытаний железнодорожного подвижного состава;
5. Разработка конструкторской, проектной, нормативно технической, технологической документации для железнодорожного подвижного состава, его элементов, по безопасности движения, эксплуатации и ремонта и элементов инфраструктуры;
6. Теоретические и экспериментальные исследования динамики и прочности подвижного состава железных дорог;
7. Совершенствование логистики транспортных потоков на промышленных предприятиях и в портах. Структурное моделирование технологических процессов;
8. Проектирование объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта и промышленных предприятий;
9. Математическое моделирование в инженерных и экономических задачах на железнодорожном транспорте;
10. Предоставление научных, консультационных, экспертных и других видов услуг.

## «ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ В ЄВРОПЕЙСКУ ТРАНСПОРТНУ ІНФРАСТРУКТУРУ»

**Автори:** Романцев І. О. к.т.н., доц.; Рибалка Р. В. к.т.н., доц.; Щека В. І. к.т.н.; Яшук К. І. к.т.н.

**Висунута** Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на здобуття Премії Верховної Ради України найталановитішим молодим у 2017 р.

В роботі наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень з підвищення ефективності систем залізничної автоматики та запропоновано нові підходи до забезпечення безпеки руху на залізницях України в умовах інтеграції в європейську транспортну інфраструктуру. Запропоновано комплекс технічних рішень, засобів та методів, спрямованих на створення сприятливих умов для розвитку залізничної галузі та зростання економіки України в цілому.

**Авторами отримано** нові рішення актуальних науково-прикладних задач підвищення ефективності систем залізничної автоматики для забезпечення безпеки руху в умовах інтеграції в європейську транспортну інфраструктуру: розробка науково-технічних рішень комплексної науково-прикладної проблеми з підвищення ефективності систем залізничної автоматики для забезпечення безпеки руху з урахуванням сучасних вимог інтеграції в європейську транспортну інфраструктуру; забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах в умовах підвищення інтенсивності залізничного та автомобільного руху; розробка методів та пристроїв захисту апаратури систем залізничної автоматики від впливу високих рівнів тягових струмів та потужних імпульсних завад для забезпечення безпеки руху.

**За темою досліджень опубліковано** 149 наукових праць, з яких: 1 монографія, 51 стаття у наукових фахових журналах та збірниках наукових праць; 64 тези доповідей на міжнародних наукових конференціях; 33 патенти на винахід та корисну модель. У авторів роботи є спільні наукові праці. За результатами роботи у 2011-2015 р.р. захищено 4 кандидатські дисертації. Авторами виконано 9 науково-дослідних робіт на загальну суму 2 млн. 400 тис. грн. Впровадження результатів досліджень підтверджено відповідними актами та довідками. Очікуваний економічний ефект від впровадження запропонованих в роботі технічних засобів і технологій автоматизації систем управління рухом поїздів на залізничному транспорті України становить близько 30 млн. грн.

