

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»

ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

81 Всеукраїнської науково-технічної конференції

молодих учених, магістрантів та студентів

**«НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК
ТРАНСПОРТУ»**

28 жовтня 2021 року

INTELLIGENT POWER SUPPLY SYSTEMS

CONFERENCE PROCEEDINGS

81th all Ukrainian Scientific and Technical Conference

of young scientists, masters and students

**“SCIENCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF TRANSPORT”**

October 28, 2021

УДК 536.7:536.2

Енергетика та електромеханіка [електронний ресурс]: збірник тез доповідей секції 81 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту» 28 жовтня 2021 р. – Дніпро: Дніпровський нац. ун-т залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2021. – 42 с. – URL: http://ndch.diit.edu.ua/upload/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8/2021/81_All-UA-ST_Conference_of_YSMS_SS_D_of_Transport/Energetics_and_Electromechanics_2021.pdf

У збірнику тез доповідей подано результати досліджень здобувачів вищої освіти і молодих учених, які присвячено проблемам, пов'язаним з енергозбереженням, впровадженням нового обладнання і технологій в енергетичному господарстві залізниць, а також суміжних галузей. Тези доповідей подано в рамках 81 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту», яку проведено 28 жовтня 2021 року у Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Збірник тез доповідей призначено для здобувачів вищої освіти і молодих учених.

Текст тез доповідей учасників конференції подано в авторській редакції.

Офіційна наукова конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених:

– Лист Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти» від 19.01.2021 р. № 22.1/10-83 «Про Перелік міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених».

ЗМІСТ

Дослідження системи утилізації теплоти продуктів згоряння палива в процесі виробництва залізничних коліс	5
Дослідження теплообміну та плазмодинаміки струмини плазми при течії в каналі	6
Дослідження оптимальних параметрів біореактора для отримання метану з відходів сільськогосподарства.....	7
Підвищення ефективності роботи термомасляного котла на твердому паливі шляхом вдосконалення його конструкції.....	8
Перспективна оцінка модернізації системи теплопостачання студмістечка університету з використанням сонячної енергії.....	9
Аналіз застосування статичних компенсаторів.....	10
Дослідження доцільності електропостачання контактної мережі з живленням підвищеною напругою через перетворювач на ділянці Дніпро-П'ятихатки.....	11
Розробка алгоритмів прогнозування генерації фотовольтаїчних електростанцій.....	12
Діагностування стану ізоляції обмоток трансформаторів методом зворотної напруги.....	13
Перспективи сонячної генерації електроенергії для живлення нетягових споживачів залізниці.....	14
Дослідження ефективності застосування накопичувачів електроенергії в системах тягового електропостачання постійного струму.....	15
Оптимізація параметрів фільтрокомпенсуючих пристроїв на ділянці Буча-Тетерів Південно-Західної залізниці.....	16
Оптимізація підходів прогнозування генерації фотовольтаїчних електростанцій.....	17
Специфіка вимірювання напруги фідера контактної мережі постійного струму мікропроцесорними захистами.....	18
Вплив фільтр-пристрою на перехідні процеси в тяговій мережі постійного струму.....	20
Підвищення якості електричної енергії в розподільчих пристроях 35 кВ.....	21
Оптимізація сонячних систем та компенсація реактивної потужності в системах тягового електропостачання.....	22
Аналіз принципів побудови вимірювальних НВЧ-перетворювачів в системі моніторингу параметрів руху високошвидкісного екіпажу на магнітному підвісі.....	23
Удосконалення методики контролю стану ізоляції високовольтних кабелів.....	25
Обладнання для обслуговування й ремонту електромобілів.....	26
Інтеграція зарядних станцій електромобілів до електричних мереж з джерелами розподіленого живлення.....	27
Рекомендації щодо удосконалення методу стендових випробувань ковзного сильнострумовевого контакту електротранспорту.....	29
Створення апаратно-програмного комплексу діагностування режимів зарядження тягового акумулятора електромобіля.....	30
Аналіз перспектив використання колекторного тягового електропривода незалежного збудження.....	31
Плавне регулювання послаблення поля тягових двигунів електрорухомого складу.....	32
Пристрої оптоелектроніки локомотива на основі світлодіодів.....	33
Комп'ютерні технології в системах керування рухомого складу.....	34
Зменшення мінімального кута управління багатозонного випрямляча.....	35
Комп'ютерні технології в навчальному процесі.....	36
Система діагностування теплового стану тягових двигунів.....	37

Використання ігрових технологій у підготовці фахівців з електротранспорту.....	38
Вибір концепції електрорухомого складу для високошвидкісного руху на залізницях України.....	39
Визначення абсолютного ковзання асинхронного тягового двигуна за величиною необхідного моменту.....	40

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС

Автор: Білостоцька К. В., студентка групи ТЕ 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Перцевий В.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Промисловий теплотехнічний комплекс є одним з основних споживачів паливно-енергетичних ресурсів країни.

Лише одні високотемпературні системи з основною технологічною ланкою промислових печей по рівню споживання органічного палива конкурують з виробництвом електроенергії на теплових електричних станціях.

Серед найбільш енерговитратних виробництв виділяється прокатне виробництво, що споживає значну кількість паливно-енергетичних ресурсів.

Тут витрачається більше 10% палива і 15% електроенергії, що споживаються галуззю.

При цьому на нагрів металу витрачається всього біля 30% підведеної теплоти, все інше – втрати.

Найбільші втрати з фізичною теплотою газів, що відходять.

Використання теплоти газів, що відходять може бути направлене на зниження витрати палива при збільшенні температури підігрівання повітря, на попередній нагрів металу, а також на отримання нових енергоносіїв (гарячої води, пари) для їх використання поза піччю.

Метою роботи є реконструкція системи утилізації теплоти відхідних газів методичної нагрівальної печі з метою підігріву води гарячого водопостачання, що зменшує витрати палива.

В печі відбувається нагрівання бандажів та залізничних коліс з вуглецевих та легованих марок сталі діаметром до 700мм.

В даній роботі для збільшення ступеня використання теплоти газів, що відходять, кільцевої нагрівальної печі пропонується установка водопідігрівача в борові кільцевої нагрівальної печі за рекуператором.

Реконструкція виконується з метою підігрівання води на потреби гарячого водопостачання підприємства.

З метою уточнення техніко-економічних показників роботи печі виконаний перевірочний розрахунок печі і рекуператора.

Виконано аналіз теплового балансу печі.

Витрата природного газу на піч складає 1173 м³/год. Коефіцієнт використання палива дорівнює 0,730.

Виконано розрахунок водопідігрівача і визначена площа поверхні нагріву, яка дорівнює 52,66 м².

Рекуператор виготовляється з жаростійкої сталі Х25Т.

Аналіз роботи водопідігрівача дозволяє зробити наступні висновки:

- температура газів, що відходять знизилась на 155°С і дорівнює 300°С.
- витрата води на гаряче водопостачання дорівнює 5,25 кг/с.
- потужність водопідігрівача дорівнює 1,101МВт.

Одержані результати можуть бути використані при проектуванні систем утилізації теплоти відхідних газів методичних печей інших підприємств.

Надано економічну оцінку проекту реконструкції, що реалізується.

Виконано розрахунок потреб в інвестиціях для реалізації реконструкції печі.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІНУ ТА ПЛАЗМОДИНАМІКИ СТРУМИНИ ПЛАЗМИ ПРИ ТЕЧІЇ В КАНАЛІ

Автор: Дерій О. В., студент групи ТЕ 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Перцевий В.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Сучасні способи термічного розширення свердловин не відповідають вимогам виробництва. Особливо низькою є продуктивність процесів розширення свердловин в міцних породах.

Найбільш ефективними в процесах розширення свердловин є термічні способи, зокрема, із застосуванням газоструминного нагрівання породи та використання для її нагрівання дугового електричного розряду, оскільки ефективність цих процесів майже не залежить від фізико-механічних властивостей гірських порід.

Плазмові пальники у порівнянні з пальниками, що працюють на викопному паливі мають наступні переваги:

- більша питома продуктивність.
- ширший діапазон регулювання теплових параметрів та концентрації потужності струмини;
- зменшений об'єм викидів шкідливих газів;
- спрощену систему автоматизації.

Метою роботи є дослідження механічних та теплофізичних аспектів термічного розширення свердловин при застосуванні звукових та надзвукових струмин плазми.

Визначено переваги застосування струмин плазми в процесі термічного руйнування гірських порід.

В порівнянні з іншими способами термічного руйнування гірських порід руйнування породи за допомогою струмини низькотемпературної плазми відрізняється: розповсюдженням тріщин в породі на значну глибину; високими значеннями коефіцієнта тепловіддачі та питомого теплового потоку; спрощеною системою автоматизації та дистанційного управління процесом руйнування; компактністю термоінструмента.

Виконано аналіз існуючих розв'язків інженерного моделювання термічного руйнування гірських порід за результатами якого визначено, що відомі експериментальні дослідження, які стосуються газодинаміки та теплообміну теплоносія з поверхнею гірської породи не задовольняють вирішенню задач, сформульованих в даній роботі.

Специфіка відомих експериментальних досліджень дозволяє визначити швидкість теплоносія на поверхні свердловини та, відповідно, значення коефіцієнта тепловіддачі тільки для вказаних в цих публікаціях умов.

Здійснено фізичне імітаційне моделювання газодинамічних аспектів процесу взаємодії потоку плазми з поверхнею свердловини та виконано аналіз результатів експериментальних досліджень, який засвідчив, що збільшення тиску перед соплом призводить до збільшення тиску, а, відповідно, й швидкості на поверхні гірської породи.

При зменшенні відносного діаметру тупикового каналу, тобто зменшенні діаметру вихідного отвору сопла або збільшенні внутрішнього діаметру наскрізного каналу, підвищується тиск, а, відповідно, й швидкість руху повітря вздовж бічної поверхні каналу.

Виконано інженерне моделювання газодинамічних аспектів процесу взаємодії потоку плазми з поверхнею свердловини.

Запропоновано інженерну модель, за допомогою якої визначається швидкість руху теплоносія вздовж внутрішньої бічної поверхні свердловини та, відповідно, коефіцієнт тепловіддачі від теплоносія до внутрішньої бічної поверхні свердловини.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОРЕАКТОРА ДЛЯ ОТРИМАННЯ МЕТАНУ З ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Автор: Кривенко І. О., студент групи ТЕ 2021

Науковий керівник: д.т.н., професор Габрінець В.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

У цей час усе гостріше стає питання про вишукування надійних, альтернативних, екологічно чистих, постійно поновлювальних джерел енергії й створення енергозберігаючих технологій. Із проблемами сучасної енергетики тісно змикається рішення завдань по проблемі охорони навколишнього середовища. Необхідно розробити наукові методи й технології одержання енергії при одночасному рішенні питань, пов'язаних із захистом навколишнього середовища від забруднень, які безупинно поступають у біосферу.

Метою даної роботи є проектування екологічно чистої системи електро та тепlopостачання прилеглого житлового масиву або промислового чи аграрного комплексу, яка буде переробляти відходи тваринницької діяльності.

Показники енергетичного потенціалу біомаси відрізняються від потенціалу інших відновлюваних джерел енергії тим, що, окрім кліматометеорологічних умов, енергетичний потенціал біомаси в країні в значній мірі залежить від багатьох інших факторів, в першу чергу від рівня господарської діяльності.

Енергетичний потенціал біомаси представлено такими її складовими - енергетичним потенціалом тваринницької сільськогосподарської і рослинної сільськогосподарської біомаси та енергетичним потенціалом відходів лісу.

Приведені середньорічні показники енергетичного потенціалу основних видів біомаси для енергетичних потреб можуть бути використані для встановлення потенціалу при врахуванні відповідних коефіцієнтів по збільшенню або зменшенню обсягів отриманої біомаси в розрахунковому році. Тому дані про наявність кожного з видів біомаси для енергетичних потреб в областях України потребують щорічного обліку, дані про розподіл її енергетичного потенціалу відповідно потребують щорічного перерахунку.

Основними технологіями переробки біомаси, які можна рекомендувати до широкого впровадження в даний час є: пряме спалювання, піроліз, газифікація, анаеробна ферментація з утворенням біогазу, виробництво спиртів та масел для одержання моторного палива.

При обґрунтуванні впровадження біоенергетичних технологій забезпечення охорони оточуючого середовища знезараженням відходів біомаси часто посідає перше місце; в процесі переробки тваринницьких відходів та міських стічних вод, окрім знешкодження небезпечної мікрофлори, гельмінтів та насіння бур'янів, які попадають в ґрунт, в поверхневі та підземні води, усувається забруднення повітря в зонах їх накопичення.

Вирішення агротехнічних проблем є не менш важливим фактором на користь біоенергетики; причому в даному випадку слід враховувати не тільки підвищення врожайності за рахунок високоякісних добрив, але й зменшення на полях шкідливої мікрофлори та небажаної рослинності.

Економічна ефективність біоенергетичного обладнання в більшості випадків забезпечується правильним вибором технології переробки біомаси та розташуванням обладнання в місцях постійного її накопичення; важливим є також ефективне і, по можливості, комплексне використання всіх отриманих в процесі переробки продуктів.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЕРМОМАСЛЯНОГО КОТЛА НА ТВЕРДОМУ ПАЛИВІ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЙОГО КОНСТРУКЦІЇ

Автор: Крокосенко Д. С., студент групи ТЕ 2021

Науковий керівник: д.т.н., професор Габрінець В.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Котли з високим експлуатаційним температурою теплоносія (термомасляні котли) це нова високоефективна техніка, переваги якої особливо яскраво проявляються при використанні поновлюваних видів палива. Термомасляні котли знайшли своє застосування на промислових об'єктах, де для виробництва потрібен температурний режим в широкому діапазоні 100...450 °С. В діапазоні 100...300 °С застосовується високотемпературний органічний теплоносій, а в діапазоні 350...450 °С використовується синтетичне термальне масло.

В таких температурних діапазонах системи з застосуванням води і пара невігідні із-за того, що вони є занадто складними й матеріально затратними. Термомасляні котли забезпечать гранично високі температури нагріву теплоносія при низькому робочому тиску. Це забезпечено тим, що на відміну від парових котлів з високим робочим тиском, масляний котел отримує натиск тільки від циркуляційних насосів. Загальний ККД їх значно вище, ніж у парових котлів - це сприяє економії палива, трудових ресурсів і, як наслідок, матеріальних витрат. В якості теплоносія в них застосовується термомасло. Термомасло - це високотемпературний органічний теплоносій, який є дистильованим продуктом глибокої переробки нафти. Завдяки високому вмісту циклічних насичених вуглеводнів термомасло має низьку температуру замерзання і високу термічну стабільність. Високотемпературні органічні теплоносії в опалювальній техніці використовуються переважно в рідкому агрегатному стані. Вони потребують мінімум догляду, не вимагають очищення та попередньої підготовки. Додатковою перевагою цих котлів є можливість плавної зміни температур з високою точністю.

В цій роботі пропонується пристрій, котрий дозволяє котлу бути обладнаним змінним пальником будь-якого типу: пелетним, дизельним, масляним, газовим. Це дозволить в якості палива використовувати широкий діапазон видів палива. Тобто масляний котел в якості джерела енергії буде споживати дрова, брикети, тирса, пелети, тріску, вугілля, лузгу соняшника та інші відходи сільського господарства, а також вугілля та газ. В результаті досліджень також пропонується також встановити спірально-кручений теплообмінник. Завдяки йому нагрів буде доступний при широкому діапазоні температур і тиску, в режимі 1- та 2-х фазних потоків. Його конструкція буде здатна витримувати різкі перепади температур і критичні для парових систем умови роботи.

В результаті цих змін коефіцієнт корисної дії термомасляного котла в стандартній конфігурації буде перевищувати 85%. Подальше його підвищення може бути здійснено при оснащенні котла повітряним економайзером Високий ККД і можливість роботи на недорогих видах палива будуть забезпечують низькі витрати на технологічні процеси, пов'язані з нагріванням теплоносія до високих температур при низькому тиску. Високий ККД і можливість роботи на недорогих видах палива забезпечують низькі витрати на технологічні процеси, які пов'язані з нагріванням теплоносія до високих температур при низькому тиску.

Собівартість одиниці отриманого тепла при застосуванні модифікованих термомасляних котлів на поновлюваних видах палива може бути знижена на 20...30% в порівнянні з традиційними котлами.

ПЕРСПЕКТИВНА ОЦІНКА МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ СТУДМІСТЕЧКА УНІВЕРСИТЕТУ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Автор: Могилевець В. А., студент групи ТЕ 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Горячкін В.М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Дефіцит енергетичних ресурсів, їх висока вартість енергоносіїв, та викликана цим необхідність зниження енерговитрат при виробництві, транспортуванні та споживанні теплової енергії, питання оптимізації теплопостачання населених пунктів є одним з головних державних завдань. Енергоефективність, як один із найбільш економічно доцільних методів зменшення енергоспоживання та викидів парникових газів, дедалі більше стає ключовим пріоритетом для економіки України. На сьогодні в сфері теплопостачання існують невирішені проблеми, що характерні для більшості населених пунктів України. Так, дуже часто не виконуються вимоги чинних в Україні норм і правил щодо регулювання та обліку теплової енергії при її виробництві, транспортуванні та споживанні. В багатьох випадках основне та допоміжне обладнання котельень, як на промислових підприємствах, так і в житлово-комунальному секторі, практично вичерпало всі допустимі терміни експлуатації (термін експлуатації близько 60...65% котельень перевищує 20 років). Низька надійність теплових мереж, вичерпаний природний ресурс та незадовільна теплоізоляція, що обумовлює великі втрати тепла (до 30%), суттєві економічні збитки внаслідок частих аварій та значних обсягів ремонтних робіт стали звичним явищем. У великій кількості населених пунктів централізоване гаряче водопостачання здійснюється за графіком, в окремих містах воно взагалі відсутнє, а трубопроводи систем гарячого водопостачання не підлягають відновленню. Експлуатація теплових мереж супроводжується неминучими тепловими втратами від зовнішнього охолодження у розмірі 12...50 % теплової потужності (нормоване значення 5 %), і з витоками теплоносія 5...20 % витрати в мережі (при нормованому значенні втрат 2 % від витрати мережевої води). Експлуатаційні витрати електроенергії на перекачування теплоносія складають 6...10 %, а витрати на хімводопідготовку 15...25 % у вартості теплової енергії, що відпускається. Значне перевищення нормативних втрат пов'язане з високою мірою зносу устаткування централізованих систем теплопостачання і, особливо, теплових мереж, до 70 % і більше. В цих умовах економічно доцільним стає впровадження технологій отримання теплової енергії, що використовуватиметься, в тому числі, і для гарячого водопостачання, від альтернативних джерел енергії. Сонячна енергія є одним з найдоступніших альтернативних джерел енергії. В роботі розглядається можливість використання сонячної енергії для децентралізованого гарячого водопостачання окремих будівель, що розташовані на території студмістечка університету. За кліматичними умовами Україна належить до регіонів із середньою інтенсивністю сонячної радіації. Кількість сонячної енергії, що припадає на одиницю площі земної поверхні впродовж року, за даними ДСТУ-Н Б В.2.5-43.2010 становить приблизно 1000...1350 кВт•год/м². Реалізовані впродовж останніх років проекти засвідчили, що річне виробництво теплової енергії із сонячної енергії в умовах України становить 500...600 кВт•год/м². Це дозволяє при відомому тепловому навантаженні системи гарячого водопостачання визначити необхідну площу геліоколекторів та оцінити їх економічну ефективність. Проведена оцінка застосування сонячної енергії для гарячого водопостачання окремих споживачів теплоти на території студмістечка університету показала, що геліоколектори можуть повністю забезпечити теплове навантаження гарячого водопостачання для більшості об'єктів, що знаходяться на території студмістечка університету, в період з квітня по жовтень. В зимовий період їх потужність зменшується, досягаючи в грудні найменшого значення із забезпеченням тільки 20...30 % потужності теплового навантаження гарячого водопостачання, тому в цей період необхідно додатково застосовувати інше джерело енергії або використовувати теплоту з теплової мережі.

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИЧНИХ КОМПЕНСАТОРІВ

Автор: Бумбар А. П., студент групи ЕС 2021
Науковий керівник: к.т.н., доцент Ляшук В.М.
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

При наявності швидких та швидкозмінних навантажень стає перспективним застосування статичних компенсаторів реактивної потужності, що забезпечують можливість без інерційного регулювання реактивної потужності. При цьому поліпшуються умови статичної стійкості енергосистеми в цілому, що забезпечує додаткову економію коштів та енергоресурсів, за рахунок підвищення техніко-економічних показників роботи електроустановок.

Компенсуючі пристрої, як відомо, складаються з конденсаторних установок (конденсаторної батареї) та реакторів що згладжують. На залізниці України застосування синхронних компенсаторів не використовують, адже 1квар реактивної енергії таких пристроїв на напрузі вище 1кВ коштує набагато дорожче, за 1 квар енергії конденсаторних установок. Загалом використовуються неавтоматизовані системи компенсації, тобто установки в яких включення або ж відключення віток з конденсаторами відбувається вручну. Застосування останніх, в системах тяги з перемінним навантаження не є доцільним, адже це викликає випадки недокомпенсації чи перекомпенсації.

Компенсація реактивної потужності, як будь-який важливий технічний захід, може застосовуватися для кількох різних цілей. По-перше, компенсація реактивної потужності необхідна за умовою балансу реактивної потужності. По-друге, установка компенсуючих пристроїв застосовується для зниження втрат електричної енергії в мережі. І, нарешті, по-третє, компенсуючі пристрої застосовуються для регулювання напруги.

Статичні компенсатори реактивної потужності є перспективним засобом раціональної компенсації реактивної потужності в силу притаманних їм позитивних властивостей, таких, як швидкодіюче регулювання, придушення коливань напруги, симетрування навантажень, відсутність обертових частин, плавність регулювання реактивної потужності, що видається в мережу.

Статичні компенсуючі пристрої володіють наступними перевагами:

- 1) висока швидкодія зміни реактивної потужності;
- 2) достатній діапазон регулювання реактивної потужності;
- 3) можливість регулювання та споживання реактивної потужності;
- 4) мінімальні спотворення напруги живлення;
- 5) можливість виконання пофазного регулювання реактивної потужності;
- 6) можливість здійснення плавного та оптимального розподілення напруги.

Основними елементами статичних компенсуючих пристроїв є конденсатор і дросель - накопичувачі електромагнітної енергії, транзистори, що забезпечують її швидке перетворення. Саме тому я вбачаю їх доречність для електротяги.

В даній роботі пропонується використовувати такий пристрій компенсації який не буде включати до своєї схеми реактора. Враховуючи розміри реактора та тип тягової підстанції я пропоную використати в якості компенсаторів тільки косинусні конденсатори.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ З ЖИВЛЕННЯМ ПІДВИЩЕНОЮ НАПРУГОЮ ЧЕРЕЗ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НА ДІЛЯНЦІ ДНІПРО-П'ЯТИХАТКИ

Автор: Махортов Є. Ю., студент групи ЕС 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ляшук В.М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Від якості напруги в контактній мережі, як відомо, залежить забезпечення надійної та економічної експлуатаційної роботи електрорухомого складу і в цілому системи електропостачання. Напруга на струмоприймачі електровозів за умови забезпечення проєктованих розмірів руху при заданих швидкостях і масах поїздів на практиці значно відрізняється від оптимального (номінального) значення за рахунок втрат напруги в контактній мережі від шин тягової підстанції до струмоприймача електровозів.

Тому для підвищення напруги в контактній мережі в тяговому режимі роботи електровозів і для забезпечення ефективності електричного гальмування в режимі рекуперації необхідна зміна напруги безпосередньо в контактній мережі, за допомогою пристроїв регулювання напруги тягових підстанцій. Для цього розроблено «Зонне» регулювання напруги в контактній мережі.

«Зонне» регулювання забезпечує на одній або на декількох фідерних зонах безперервне і одночасне для всіх фідерних зон регулювання напруги.

Розроблена на основі «зонного» регулювання система автоматичного регулювання напруги в контактній мережі «Сирена» включає систему АСНТп, апаратуру передачі і прийому інформації про напругу на фідерних зонах і блок цифрового регулятора. Основним завданням системи «Сирена» є поліпшення якості напруги в контактній мережі в тяговому режимі роботи електровозів із забезпеченням ефективного електричного гальмування в режимі рекуперації.

Враховуючи, що на зоні живлення може знаходитися не один електровоз і підтримання постійної напруги на струмоприймачах всіх електровозів практично і теоретично неможливо, система «Сирена» забезпечує регулювання напруги в контактній мережі в зоні максимального зниження напруги, наприклад біля поста секціонування, за рахунок зміни рівня напруги на шинах тягових підстанцій.

Аналізуючи різні методи стабілізації напруги в тяговій мережі, їх недоліки і переваги, для зменшення втрат електроенергії та спрощення пристроїв стабілізації напруги в тяговій мережі постійного струму пропонується система електропостачання, коли на підстанції встановлюються чотири агрегати (Т1-Т4), обмеженої потужності, які використовуються як вольтододаткові, замість стандартної компоновки проміжної тягової підстанції з двох агрегатів (ТА).

Пропонована схема тягової підстанції постійного струму дає можливість усунути деякі недоліки існуючих схем тягових підстанцій і створення можливості модернізувати існуючі тягові підстанції без заміни найбільш дорогих пристроїв, таких як тягові трансформатори і випрямлячі. В якості основного перетворювача ТА на рисунку 3 можливо використовувати дванадцяти пульсовий випрямляч послідовного типу ТПЕД-3150 (а)

Пропонована спрощена схема доцільна для практики побудови енергоефективних регульованих перетворювальних агрегатів тягового електропостачання постійного струму напруги 3,3 кВ є схема бездросельного регульованого перетворювального агрегату в якій поєднано широтно-регульований реверсивний вольт додатковий перетворювач з вузлом короткочасного струмообмеження та напівкерований 12-пульсний випрямляч.

Пропонується структурна схема тягового агрегату для підстанцій з вольтододатковими перетворювачами на кожен фідер, які використовують широтно-імпульсну модуляцію з частотою 5 кГц на IGBT, і можливістю регулювання рівня напруги, незалежно, по кожному фідеру.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ФОТОВОЛЬТАІЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Автор: Нікішин Ю. О., студент групи ЕС 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Антонов А.В.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

При декарбонізації енергетики все більшого розповсюдження набувають фотовольтаїчні електростанції (ФЕС) прямого перетворення енергії. Їх використання, окрім отримання прибутку від реалізації електроенергії, дозволяє розвантажувати електромережі та покращувати якість електроенергії на місцевих рівнях.

Але для забезпечення адекватного функціонування енергоринку України, встановлюються ліміти на будівництво потужних ФЕС, а зі змінами від 2020 року до закону «Про ринок електричної енергії України», для виробників електричної енергії на об'єктах електроенергетики, що використовують енергію вітру і сонячного випромінювання, для яких встановлено "зелений тариф", встановлюється плата за небаланси з початку 2021 року. Таким чином, з промислових виробників електричної енергії за "зеленим тарифом" почала стягуватись вартість небалансів, які розраховуються як різниця між власним прогнозом на добу наперед і фактичними згенерованими обсягами електричної енергії.

Суть вказаних змін до закону полягає в стимуляції виробників електричної енергії до якісного прогнозування виробітку на добу вперед, для мінімізації небалансів і забезпечення адекватного функціонування балансуєчих потужностей енергосистеми України.

Виходячи з вказаного вище, безпосередньої актуальності набуває розробка алгоритмів прогнозування генерації фотовольтаїчних електростанцій, сумарна встановлена потужність яких, на сьогодні, становить близько 7 ГВт.

Наразі, існує декілька методів прогнозування електричного навантаження енергосистем - статистичні (ймовірнісні), детерміновані, комбіновані (ймовірнісно-детерміновані).

Статистичні методи набули найбільшої розповсюдженості завдяки можливості отримати точкову оцінку і прогноз генерації що допомагає при короткостроковому прогнозуванні.

Детермінований метод дає можливість отримати більш точні данні генерації, але сам по собі метод значно складніший, оскільки потребує значно більшу кількість вхідних даних.

Загальним недоліком цих двох методів є те, що вони не можуть враховувати будь-які зміни в навколишньому середовищі які напряму впливають на кількість виробленої електроенергії ФЕС.

В останній час поширення набувають математичні прогнозні моделі (комбінація статистичних та детермінованих моделей).

Одним з найбільш точних і ефективних засобів прогнозування є нейромережеве моделювання. Його особливістю є те, що він дозволяє відтворювати дуже складні залежності між сукупністю впливаючих параметрів. Головна особливість нейронних мереж - використання процесу навчання, при якому задаються масиви вхідних даних, цільові функції і запускається процес навчання, який автоматично налаштовує параметри мережі.

На базі нейромережевої моделі пропонується розробити відкритий засіб прогнозування генерації фотовольтаїчних електростанцій на основі наявних у відкритому доступі даних про погодні умови.

В перспективі це дозволить досягти високої точності прогнозування генерації ФЕС, що підвищить стійкість енергосистеми України, забезпечить високу точність прогнозу генерації, а також мінімізує штрафи за небаланси електроенергії.

ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРІВ МЕТОДОМ ЗВОРотної НАПРУГИ

Автор: Палюга Р. В., студент групи ЕС 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ляшук В. М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Наявні в даний час в розпорядженні експлуатаційного персоналу технічні засоби діагностики не задовольняють сучасним вимогам. Придатність ізоляції до подальшої експлуатації визначаються за допомогою мегомметра за величиною опору ізоляції. Однак вимірювання опору ізоляції впливають багато факторів, в тому числі зволоження, забруднення і тому подібне.

Ефективність діагностики забезпечується тільки комплексним характером результатів контролю з метою виявлення найбільш можливих видів і причин існуючих і прогнозованих несправностей електрообладнання.

Доцільність вказаного випробування диктується, з одного боку, тим що перевірка ізоляції трансформатора номінальною напругою недостатня, оскільки для нормальної довготривалої роботи необхідно забезпечити деякий запас його електричної міцності, а з іншого боку під час експлуатації можливі короткочасні підвищення напруги, що викликаються перенапруженнями.

Кінцевим результатом контролю ізоляції є визначення придатності об'єкту до подальшої експлуатації. Рішення про те, придатний або непридатний об'єкт для роботи, приймається на підставі порівняння результатів вимірювань контрольованих параметрів із встановленими граничними значеннями — нормами.

Методи контролю, які застосовуються на цей час, не забезпечують достовірної оцінки надійності ізоляції. Результат вимірювання окрім значення контрольованого параметра містить і похибку, викликану похибками вимірювального комплексу та зовнішніми перешкодами.

Як показали дослідження вчених, об'єктивні критерії оцінки стану ізоляції можна отримати використовуючи явище абсорбції, тобто явище поглинання заряду всередині ізоляції при її поляризації. Поляризація являє собою зсув пов'язаних зарядів або сповільнену орієнтацію дипольних молекул. Ці заряди зміщуються таким чином, що прагнуть зменшити напруженість електричного поля всередині діелектрика. У зв'язку з цим зменшуються і ймовірність електричного пробою.

Про процеси поляризації можна судити по напрузі самозарядна і зворотній напрузі. Досвід, в якому спостерігається зворотня напруга полягає в наступному. Ізоляція заряджається протягом однієї хвилини при постійній напрузі, щоб в ній накопичився заряд абсорбції. Потім ізоляція відключається від джерела постійної напруги, і її електроди замикаються між собою на дуже малий проміжок часу Δt , після чого знову розмикаються. За час Δt геометрична ємність повністю розряджається, а заряд абсорбції накопичений усередині ізоляції залишається практично незмінним. За рахунок цього заряду на ізоляції повільно починає зростати напруга, яку і називають зворотною напругою. Зворотня напруга спочатку зростає, досягаючи максимуму, а потім поступово зменшується. За розміром і формою зворотної напруги можна судити про стан ізоляції.

ПЕРСПЕКТИВИ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ НЕТЯГОВИХ СПОЖИВАЧІВ ЗАЛІЗНИЦІ

Автор: асистент Земський Д. Р.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Сьогодення сучасної енергетики обумовлюється зростаючим обсягом електроенергії отриманої від відновлюваних джерел. В основі цього процесу є необхідність вирішення екологічних проблем, охорони довкілля і складності енергетичної політики у світі, обумовленої, серед іншого, і зростаючим попитом на електроенергію.

Наприклад, у період 1998 – 2018 рр. світове споживання енергії збільшилось на 4 500 млн. т нафтового еквіваленту (н.е.), та у 2018 році становить близько 13 500 млн. т н.е. Найбільший стрибок у попиті на енергію відбувся у державах азійського регіону, з 2 700 до 5 700 млн. т н.е.. У порівнянні країни Європи та Північної Америки у продовж 2018 р витратили 4 346 млн. т н.е., а приріст споживання за аналогічний період складає 139 млн. т н.е. У зв'язку із розвитком науки та техніки значення електроенергії у світі зросло, що проявилось у збільшенні її виробництва на 97 % за останні 20 років. Прогнозується, що попит на електроенергію досягне відмітки у 35,5 тисяч ТВт на годину в 2040 році, що на 60 % більше показників 2017 року; у зростанні попиту на енергію серед кінцевих споживачів частка електроенергії складатиме 40 %.

Нині альтернативні джерела електроенергії нестримно розвиваються, збільшується кількість постачальників і змінюються умови надання послуг з електропостачання. Україна за останні декілька років добилася значного прогресу в розвитку джерел альтернативної електричної енергії, зокрема, сонячних (СЕС) і вітрових (ВЕС) електростанцій. За рік об'єктами відновлюваної енергетики, яким видано «зелений» тариф, вироблено близько 5000 млн кВт·год електроенергії. З них близько 50 % електроенергії виробляється сонячними електростанціями. Загалом у структурі виробництва електроенергії на у залежності від сезону та часу доби частка відновлювальних джерел коливається від 1 до 9 %.

Сферами застосування джерел розподіленої генерації на залізничному транспорті, як слідує з аналізу наукових публікацій, можуть бути наступні напрями: об'єкти залізничного транспорту в регіонах з нестійким електропостачанням, створення транспортно-енергетичних коридорів, що поєднують траси залізниць і автомобільних доріг, високовольтні лінії електропередачі і лінії зв'язку; підвищення якості електроенергії; живлення автономних об'єктів інфраструктури залізничного транспорту з використанням нетрадиційних поновлюваних джерел енергії.

Українські залізниці постачають електроенергію не тільки своїм структурним підрозділам, але й іншим споживачам. Приватні будинки, індивідуальні підприємці та невеликі виробничі потужності, розташовані біля залізниць, живляться від її мереж. До реформи ринку електроенергії Укрзалізниця виконувала функції із постачання і розподілу електроенергії, а після реформи створило компанію ТОВ «Енерго Збут Транс», яка поставляє електроенергію Укрзалізниці та більше ніж 400 підприємствам по всій території України.

У зв'язку з цим для Укрзалізниці є перспективним використання сонячної генерації. На нашу думку верхня частина будівель, вокзалів, депо, тощо може бути використана для встановлення відповідного обладнання та задіяна як для покриття власних потреб УЗ та і для продажу до ТОВ «Енерго Збут Транс» та інших постачальників електроенергії з відповідною реалізацією електроенергії.

Відповідно перспектива реалізації цього проекту потребує ретельного наукового вивчення та інженерного вишукування.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Автор: Міненко К. А., студентка групи ЕС 2021

Науковий керівник: д.т.н., доцент Босий Д.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На сьогоднішній день технології досить швидко розвиваються і це спричинило стрімкий розвиток в сфері накопичення енергії. До основних типів розповсюджених накопичувачів електроенергії можна віднести такі:

- свинцево – кислотні (Pb);
- нікель – кадмієві (Ni-Cd);
- нікель – метало гідридні (Ni-Mh);
- літій – іоні (Li-Ion);
- літій – полімерні (Li-Pol);
- іоністорні (суперконденсатори);
- надпровідні індукційні.

На даний час накопичувачі в системах електричного транспорту в основному застосовуються лише для живлення оперативних кіл управління вимикачами та роз'єднувачами. Тому з огляду на підвищення енергоефективності систем електричної тяги актуальною задачею є дослідження сучасних типів накопичувачів та вибір їх варіанту застосування.

У роботі проводиться дослідження і порівняння використання різних накопичувачів електроенергії для різних систем електричної тяги. Головним завданням аналітичного моделювання є виявлення ефективності і економічну вигоду застосування накопичувачів, а також проводилось їх порівняння.

У роботі аналізується застосування накопичувачів електроенергії в системах тягового електропостачання постійного струму. Запропоновано критерії вибору накопичувачів електроенергії для різних середовищ експлуатації. Отримано коефіцієнт ефективності використання накопичувачів електроенергії в різних системах електричної тяги.

В магістерській роботі розглядається питання доцільного використання накопичувачів електроенергії на залізницях, міському транспорті .

Найбільш перспективним є система накопичення, що базується на основі літій-іонних акумуляторів. Результати дослідження показують, що застосування накопичувачів позитивно впливає на систему електропостачання, це в першу чергу зумовлено тим, що зменшується струмове навантаження, а це призводить до зменшення втрат потужності в тяговій мережі.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФІЛЬТРОКОМПЕНСУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ НА ДІЛЯНЦІ БУЧА-ТЕТЕРІВ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Автор: Левченко Д. С., студент групи ЕС 2026

Науковий керівник: д.т.н., доцент Босий Д.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Найбільш поширеним технічним засобом зменшення рівнів вищих гармонік (ВГ) напруги в сучасних системах електропостачання є фільтрокомпенсуючий пристрій (ФКП), який являє собою багатофункціональний пристрій для зменшення несинусоїдальності та для компенсації реактивної потужності. ФКП складається із послідовно з'єднаних індуктивного та ємнісного елементів, параметри яких підбираються таким чином, щоб на частоті налаштування спостерігалася явище резонансу.

Вибір параметрів ФКП для таких мереж має деякі особливості, які обумовлені наявністю значних активних опорів мережі, низькою добротністю його ланцюгів, неможливістю у більшості випадків на практиці виконати точне налаштування на резонансну частоту. Внаслідок незначної добротності ланцюгів ФКП, обумовлених значними активними опорами пристроїв, які використовуються в якості реакторів, а також опорами кабелів, шин та контакторів, ФКП в мережах 27,5 кВ можуть відчувати зміни частоти напруги живлення, а також відхилення параметрів індуктивних та ємнісних елементів від номінальних значень.

У роботі розрахунки ґрунтуються на використанні комплекту ФКП, налаштованих на частоти ВГ, які переважають в амплітудному спектрі струмів нелінійних навантажень, такий підхід визначається головним чином намаганням знизити рівень ВГ в мережі до мінімально можливого значення (теоретично до нуля). Але дослідження збитків, обумовлених ВГ, доводить, що збитки максимальні при значних напругах ВГ та зменшуються зі зниженням напруг, в залежності, близькій до квадратичної. Тому необхідність повного зниження рівнів ВГ практично відсутня; достатньо знизити їх до межі, яка визначається технічними вимогами. Очевидно, що при такому підході немає необхідності встановлювати значну кількість ФКП.

У роботі аналізується застосування пристроїв компенсації реактивної потужності в системах тягового електропостачання змінного струму. Запропоновано критерії керування пристроями компенсації реактивної потужності з плавним та ступінчастим регулюванням. Отримано простори станів для визначення оптимальних законів керування пристроями компенсації реактивної потужності.

В магістерській роботі розглядається питання обґрунтування встановлення фільтрокомпенсуючого пристрою для підвищення якості електроенергії на ділянці Буча-Тетерів Південно-Західної залізниці..

Найбільш перспективним є застосування силових фільтрів у складі фільтрокомпенсуючих пристроїв (ФКП). При підключенні до мережі силових фільтрів частково або повністю вирішується завдання компенсації реактивної потужності, та підвищення якості електроенергії.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПІДХОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ ФОТОВОЛЬТАЇЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Автор: Оберемок О. С., студентка групи ЕС 2026

Науковий керівник: к.т.н., доцент Антонов А.В.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна

Найвні сонячні електростанції України ще не вносять помітного впливу на стан енергосистеми та економіки, але незважаючи на це їх загальна потужність швидко зростає, при тому що надійний спосіб прогнозування відсутній (досяжна похибка прогнозу достатньо висока).

Виробники недосконало планують свої обсяги виробництва, постачання та продажу електричної енергії, що призводять до виникнення небалансів, які розраховуються як різниця між власним прогнозом на добу наперед і фактичними згенерованими обсягами електричної енергії, через не якісні розрахунки. За не дотримання балансів, згідно Закону України «Про ринок електричної енергії України», з 2021 року запроваджується відшкодування для сонячних електростанцій потужністю до 1 МВт становить 10%, а для сонячних електростанцій понад 1 МВт – 50%, а небаланс має перебувати в межах 5%. Відсоток відшкодування з кожним роком буде поступово збільшуватися.

Цей закон повинен спонукати виробників електричної енергії до якісного прогнозування вироблення енергії наперед для відповідного функціонування енергосистеми.

Точні прогнози генерації дозволяють виробникам СЕС керувати продуктивністю станцій та не допускати виникненню небалансів. Для отримання даних прогнозування генерації використовують поєднання різних методів прогнозування: статистичне, детерміноване та комбіновані ймовірно-детерміновані.

Статистичне прогнозування використовуються для короткострокового прогнозування, що охоплює часові інтервали до декількох хвилин і годин; воно потрібне для частотного регулювання та балансування навантаження.

Детерміноване прогнозування, в порівнянні з статистичним, надає більш точні дані для прогнозування генерації сонячної енергії, але є складнішим у своєму виконанні, бо необхідна більша кількість вихідних даних для розрахунку.

Наведені вище методи прогнозування не завжди забезпечують точність прогнозування через неможливість враховувати метеорологічні зміни у середовищі та втрати: в кабельних лініях, при трансформації та інсоляції, для подальшого відповідного прогнозування генерації фотовольтаїчних електростанцій

В загальному є проблема, яку нам треба вирішити: визначити оптимальні параметри прогнозування/ генерації при яких буде досягатися найбільш економічний ефект і мінімальні штрафи за небаланси.

Точність прогнозування генерації фотовольтаїчних електростанцій приведе до зміцнення «зеленої» енергетичної системи України через зростання якості електричної енергії та зменшенню втрат у мережах.

СПЕЦИФІКА ВИМІРЮВАННЯ НАПРУГИ ФІДЕРА КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ МІКРОПРОЦЕСОРНИМИ ЗАХИСТАМИ

Автор: Ісмагілов Є. В., студент групи ЕС 2021

Науковий керівник: старший викладач Данилов О.А.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Швидкодіючий автоматичний вимикач є основним захисним пристроєм тягової мережі постійного струму. Автоматичні вимикачі почали доповнювати мікропроцесорними захистами для поліпшення захисних характеристик: чутливості, швидкості спрацьовування, точності настройки. Мікропроцесорні захисти фідера контактної мережі постійного струму виробляють кілька фірм. Вони мають схожий склад захистів для виявлення аварійного режиму.

Мікропроцесорні захисти фідерів контактної мережі постійного струму мають в своєму складі: максимальний струмовий захист, захист мінімальної напруги, захист за швидкістю зростання струму, захист по зменшенню опору, захист по збільшенню струму за проміжок часу.

Мікропроцесорний захист вимірює тільки струм і напругу. Всі інші параметри (опір, швидкість зміни струму) мікропроцесорний захист розраховує. Струм вимірюється безпосередньо через шунт або струмовий датчик. Виміряний таким чином струм буде відповідати дійсному струму, які протікає через швидкодіючий вимикач. Напругу вимірюють через дільник. Дільник підключають між фідером +3,3 кВ і внутрішнім контуром заземлення. Це пов'язано з тим, що шина -3,3 кВ знаходиться на відносно великій відстані від швидкодіючого вимикача або взагалі не проходить через комірку фідера. Дільник напруги підключити до заземлення простіше, ніж до шини -3,3 кВ.

Напруга фідера контактної мережі між +3,3 і внутрішнім контуром заземлення вимірювали ще до появи мікропроцесорних захистів. Тому, коли з'явилися цифрові пристрої, напругу почали вимірювати так, як раніше. Виробники мікропроцесорних захистів або реєстраторів для отримання інформації про напругу вимірюють її між +3,3 кВ і внутрішнім контуром заземлення.

Шина -3,3 кВ в тягової мережі постійного струму не з'єднана з контуром заземлення тягової підстанції постійного струму. Контур заземлення тягової підстанції складається з внутрішнього і зовнішнього контуру. Струм, який протікає по вимірювальному дільнику, буде проходити по додатковому опору. Цей опір складається з послідовно включених елементів:

- внутрішнього контуру заземлення;
- котушки реле земляного захисту;
- зовнішнього контуру заземлення ;
- перехідного опору між рейками і зовнішнім контуром заземлення;
- опору реактора.

При сталому режимі сумарний додатковий опір між шиною -3,3 кВ і точкою приєднання дільника зазвичай не перевищує 1 Ом. При різких змінах струму в реакторі буде виникати значна проти е.р.с. При короткому замиканні струм зростає з великою швидкістю і з'явиться індуктивна складова загального опору реактора, яка значно перевищує активну складову. Таким чином, струм через дільник значно зменшиться, і вимірювальні органи мікропроцесорних захистів зафіксують значний провал напруги. При цьому реальне зменшення напруги безпосередньо між «+» фідером і шиною «-» перетворювального агрегату буде незначним. Воно буде визначатися падінням напруги на внутрішньому опорі підстанції.

Напруга, яка вимірюється між «+» фідера і внутрішнім контуром заземлення змінюється по більш складному закону, ніж напруга на шинах підстанції. Вимірювана таким чином напруга в значній мірі залежить від швидкості зміни струму в реакторі.

Існуючі інструкції по розрахунку параметрів короткого замикання використовують усталені значення. Облік перехідних процесів дозволить швидше визначати початок виникнення аварії. Швидке відключення зменшить кількість перепалу контактного проводу. Тому при розрахунках параметрів захистів, які використовують напругу, необхідно врахувати специфіку цього виміру.

ВПЛИВ ФІЛЬТР-ПРИСТРОЮ НА ПЕРЕХІДНІ ПРОЦЕСИ В ТЯГОВІЙ МЕРЕЖІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Автор: Сіксяєв В. О., студент групи ЕС 2021

Науковий керівник: старший викладач Данилов О.А.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Будь-яка зміна умов в роботі тягової мережі призводить до виникнення перехідних процесів, що в свою чергу призводять до зміни режиму роботи. В тяговій мережі постійного струму перехідні процеси викликані експлуатаційними умовами або в наслідок аварійної ситуації, тобто комутаційними перемиканнями або короткими замиканнями.

Підстанція і контактна мережа мають активно-індуктивний характер (RL). При чому з різними постійними часу (T). Постійна часу підстанції, за рахунок реактора, більша постійної часу контактної мережі. Чим далі від підстанції джерело збудження (коротке замикання, переключення позицій електровоза, відрив струмоприймача та інше), тим буде менша результуюча постійна часу. Тобто характер перехідного процесу залежить від відстані до тягової підстанції.

Складність розрахунків перехідного процесу додає наявність фільтр-пристрою, який представляє собою LC контури. Наявність ємності фільтр-пристрою переводить перехідний процес першого порядку у другий порядок, що значно ускладнює розрахунки зміни струму і напруги при коротких замиканнях. При цьому буде виникати коливальний процес.

Перехідні процеси в тяговій мережі постійного струму залежать від співвідношення активного опору, індуктивності та ємності контуру, в якому протікає цей процес. Активний опір в більшій своїй частині залежить від типу контактної підвіски, питомих фідерів, рейок і відстані від підстанції до джерела збудження. Індуктивність контуру складається з індуктивності підстанції і індуктивності контактної підвіски. Індуктивність підстанції в першу чергу обумовлена індуктивністю реактора. Індуктивність контактної підвіски залежить від конструктивних особливостей контактної мережі (відстань між проводами і землею, кількістю паралельних шляхів). Ємність залежить від типу фільтр-пристрою, кількості паралельних контурів.

Все вище зазначене вказує на те, що кожна окрема ділянка міжпідстанційної зони буде мати свої параметри перехідних процесів в результаті аварій або комутаційних перемикань. Характер зміни струму і напруги в перші проміжки часу від початку перехідного процесу дуже важливо знати для налаштування мікропроцесорних захистів, які в останні часи почали встановлювати додатково до швидкодіючих вимикачів на фідерах контактної мережі.

Для розрахунку параметрів струму і напруги при перехідному процесі було використано моделювання в середовищі MatLab. При моделюванні використовувався пакет Simulink з бібліотекою SimPowerSystem. Це дозволило швидко отримувати необхідні дані при змінних первинних параметрах: різних типів фільтр-пристрою, реактору, контактної підвіски, відстані до точки к.з. Адекватність моделі була перевірена по осцилограмам різних коротких замикань, які свого часу були проведені кафедрою «Інтелектуальні системи енергопостачання».

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЯХ 35 кВ

Автор: Безверхий Д. В., студент групи ЕС 2021

Науковий керівник: д.т.н., доцент Босий Д.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На сьогоднішній день суттєвою проблемою енергетики в Україні є якість електроенергії. Якість електричної енергії – це сукупність властивостей електричної енергії відповідно до встановлених стандартів, які визначають ступінь її придатності для використання за призначенням. Через зниження якості передачі електроенергії виникають різноманітні збитки.

Збитки при зниженні якості електричної енергії поділяють на електромагнітний і технологічний.

До електромагнітного збитку відносять:

1. Неefективність генеруючих процесів, великі втрати при передачі і використанні енергії.

2. Зниження часу експлуатації обладнання, передчасний його вихід з ладу, через порушення режимів роботи і зносу ізоляції.

До технологічних збитків відносять:

1. Вихід із ладу обладнання

2. Зупинка технологічних процесів, підприємств, лікарень, тощо.

Відповідно до діючих нормативних документів нормуються наступні значення:

1. Відхилення напруги на затискачах споживачів електричної енергії: нормально допустиме $\pm 5\%$, максимально допустиме $\pm 10\%$ – в точках загального приєднання споживачів електричної енергії до електричних мереж напругою 0,38 кВ і більше повинні бути встановлені в договорах на використання електричної енергії між енергопостачальною організацією і споживачем з урахуванням необхідності виконання норм стандарту на затискачах споживачів електричної енергії;

2. Коливання напруги:

- залежності dU_t % від частоти змін напруги що повторюються за хвилину;

- значення суми $dU_y + dU_t$ в точках приєднання до мереж 0,38 кВ до $\pm 10\%$ - граничне допустиме значення для короткочасної дози флікери Pt 1.38, а для тривалої дози флікери (форма коливань відрізняється від меандру).

3. Несинусоїдність напруги – коефіцієнт спотворення синусоїдності кривої напруги KU % - коефіцієнт n-ї гармонічної складової напруги $KU(n)$ %

4. Несиметрія напруги: $K2U$ в точках загального приєднання до електричних мереж 2 % і 4 %; $K0U$ в точках загального приєднання до чотирипровідних електричних мереж 0,38 кВ – 2 % і 4%.

В роботі детально розглянута проблематика якості електроенергії та класифікація джерел її спотворення, а також запропоновані ряд заходів для поліпшення якості електроенергії на прикладі розподільчих пристроїв 35 кВ.

ОПТИМІЗАЦІЯ СОНЯЧНИХ СИСТЕМ ТА КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Автор: Цимбрила М. Б., студент групи ЕС 2026

Науковий керівник: д.т.н., доцент Босий Д.О.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Виникнення реактивної потужності, пов'язане з рівнем сучасного розвитку промисловості, а саме з величезною кількістю електричних машин в сучасних мережах. Проблема компенсації реактивної потужності займає важливе місце в загальному комплексі питань підвищення ефективності передачі, розподілу та споживання електричної енергії. Компенсації реактивної потужності завжди приділялась увага, але з кожним роком питання компенсації реактивної потужності стає ще більш актуальним. Це пов'язано зі зростанням споживання електроенергії та необхідності постійного підвищення ефективності роботи енергосистеми в цілому.

Повна потужність має дві складові – активну потужність, яка безпосередньо виконує роботу та реактивну – яка потрібна для активації магнітних полів електричних машин. Реактивна потужність відбирається споживачем з мережі і знижує коефіцієнт потужності і ККД електроустановки. Чим нижче коефіцієнт потужності, тим вище буде індуктивний реактивний компонент по відношенню до активного компоненту і навпаки.

Важливу роль у способах компенсації реактивної потужності відіграють сучасні перетворювачі фотоелектричних станцій (ФЕС). Коли ФЕС починає генерувати більшу енергію в мережу споживання реактивної потужності збільшується, оскільки при проходженні більшого струму через трансформатор, зростає реактивна енергія спожита трансформатором.

Для вирішення завдання по компенсації реактивної потужності впроваджують сучасні інвертори. Сучасні інвертори мають коефіцієнт потужності 1. Тобто, вони генерують тільки активну складову потужності. Але, при роботі ФЕС споживання реактивної складової завжди присутнє. Це пов'язано з тим, що інвертори вмикаються в високовольтну мережу через трансформатори. Сучасний Інвертор KSTAR GSL 500 має в собі запас регулювання реактивної потужності. Також додатково інвертор може регулювати реактивну потужність за допомогою свого коефіцієнта потужності.

При використанні другого режиму інвертор зменшує свою активну потужність. Тому на ФЕС регулювання відбувається за допомогою вбудованого запасу. Інвертори отримують команду щодо значення реактивної складової в точці приєднання до мережі і компенсують її значення. Частота обробки даного процесу 1 с. За рахунок цього алгоритму відбувається мінімізація споживання станцією реактивної потужності.

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ НВЧ-ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ЕКІПАЖУ НА МАГНІТНОМУ ПІДВІСІ

Автор: Чуприна Є. М., студент групи ЕП 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Устименко Д.В.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Транспортна інфраструктура відіграє важливу роль в розвитку економіки будь-якої держави. Найбільш значимі перспективи в розвитку її наземної складової пов'язані з високошвидкісним наземним транспортом. В розробці таких транспортних систем з магнітною левітацією (МАГЛЕВ) активну участь приймають вчені передових країн, в тому числі і України.

Керування рухом магнітолевітаційних поїздів реалізується за допомогою радіохвильової інформаційно-керуючої системи подачею у відповідні моменти часу напруги живлення на тягові секції активної шляхової структури.

Навігаційні задачі високошвидкісного наземного транспорту на магнітному підвісі потребують високої точності і надійності поряд з високою швидкістю отримання даних про місце перебування транспортного засобу, що рухається.

Існуюча уява про системи керування транспортними засобами традиційних типів базується на використанні в якості датчиків швидкості та прискорення вимірювальних перетворювачів різного типу (реостатних, ємнісних, теплових, оптичних, тензорезистивних). Для вимірювання вібропереміщень, віброшвидкості, прискорень, середньої та миттєвої швидкості руху, горизонтальних та вертикальних зазорів розроблено різні по конструкції, принципу дії і характеру вихідних сигналів найрізноманітніші перетворювачі.

Однак вони не відповідають в повній мірі вимогам задачі, що вирішується, ні по швидкодії, ні по точності. Тому потрібен принципово інший підхід, сутність якого в побудові вимірювальних перетворювачів для систем керування магнітолевітаційними транспортними системами з використанням електромагнітних коливань НВЧ-діапазону, ліній передач складних форм, малогабаритних напівпровідникових джерел електромагнітних хвиль, трактових підсилювачів електромагнітних сигналів, фазових коректорів, високочутливих пристроїв приймання сигналів.

Особливістю лінійного синхронного електродвигуна є необхідність регулювання напруги живлення обмоток шляхової структури в строгій відповідності до місця знаходження екіпажу на лінії і швидкості його руху. Оскільки на борту розміщуються лише некерувані магніти збудження, швидкість можливо регулювати лише через систему енергопостачання, яка таким чином, стає елементом системи керування рухом. Це складна технічна задача, для її вирішення в Японії проведені ескізні розробки систем керування роботою лінійного синхронного двигуна, побудованих на принципах локації. Наведемо їх:

1. Електромагнітна хвиля, що генерується стаціонарним передавачем, приймається на рухомому об'єкті, де перетворюється в хвилю другої частоти і посиляється назад; прискорення і швидкість руху об'єкту визначають на станції, що передає сигнал, по різниці фаз випроміненої і прийнятої хвиль і швидкості зміни цієї різниці; при цьому в якості носія електромагнітних хвиль використовується відкрита коаксіальна лінія.

2. Індуктивний метод, в якому положення екіпажу визначається дискретно підрахунком кількості перехрещень проводів спеціальної двохпровідної лінії, що прокладається уздовж шляху; при цьому лінія живиться напругою високої частоти, і момент проходження перехрещення визначається по зникненню індукованого сигналу в антені, що кріпиться на рухомому складі.

3. Локація за допомогою оптичних сигналів, що модулюються при русі магнітолевітаційного транспортного засобу з використанням нерухомих перфорованих або світловідбиваючих екранів.

4. Індуктивна система локації, в якій в якості робочого сигналу використовується різниця ЕРС, що наводяться в антені двома шляховими високочастотними лініями з симетрично рознесеними перехрещеннями проводів; при цьому для зменшення дискрету систему виконують багатофазною.

Так як жодний з указаних методів не являється абсолютно надійним для високошвидкісних перевезень, японські розробники припускають використовувати в якості основної системи типу 4 з дублюючою системою типу 3.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЮ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ВИСОКОВОЛЬТНИХ КАБЕЛІВ

Автор: Михайлов В. О. студент групи ЕС 2026

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ляшук В.М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Одним з параметрів, що роблять значний вплив на експлуатаційні характеристики кабельного виробу, є стан ізоляції (цілісність, зовнішня і внутрішня геометрія, хімічний склад). При виробництві кабельних виробів існує необхідність безперервного контролю даного параметра для своєчасного коригування технологічного режиму і зниження випадків масового браку продукції.

В даний час при виробництві кабельних виробів використовують два методи контролю: контроль погонної електричної ємності і електроіскровий метод контролю.

При контролі погонної електричної ємності кабельний виріб проходить через циліндричний електрод, за допомогою якого подається низьковольтна напруга і вимірюється електрична ємність ділянки ізоляції. Для забезпечення електричного контакту між поверхнею ізоляції і електродом використовують воду охолоджуючої ванни. При проходженні дефекту через зону контролю значення погонної електричної ємності змінюється.

При електроіскровому методі контролю за допомогою електрода (ланцюгового, пружинного або щіткового) висока випробувальна напруга прикладається до поверхні ізоляції. При проходженні дефекту через зону контролю відбувається електричний пробій, який реєструється автоматикою.

Для підвищення достовірності було запропоновано об'єднати два існуючі методи контролю в один комплексний метод.

Запропонований комплексний метод контролю полягає у вимірюванні погонної електричної ємності при електроіскрових випробуваннях.

Для достовірного вимірювання електричної ємності необхідно, щоб випробувальна напруга була введена по всій поверхні зони контролю, а не тільки в місцях контакту ланцюжків електрода і поверхні ізоляції. В даному методі це можливо здійснити за рахунок високої випробувальної напруги.

Так як конструкція електрода являє собою набір ланцюжків, то поле в зоні контролю є неоднорідним. При аналізі картини електричного поля в початковий момент часу (до виникнення іонізаційних процесів) було виявлено, що нормальна складова переважає над тангенціальною складовою електричного поля. Переважання нормальної складової електричного поля призводить до термічної іонізації, яка полегшує процес виникнення розряду.

При аналізі отриманих залежностей для випробувальної напруги величиною 3, 10 і 15 кВ можна відзначити, що помітний розподіл потенціалу по поверхні присутній тільки при змінній напрузі. Це виникає за рахунок питомої поверхневої ємності ізоляційного матеріалу, що підтверджує формула теплоізоляції. На поширення розряду при постійній випробувальній напрузі питома поверхнева ємність не робить значного впливу і розряд, що виникає в даному випадку, є схожим з розрядом в повітряному проміжку.

На основі отриманих залежностей розподілу напруги теоретично була знайдена залежність подовження електрода, за допомогою якого подавалася випробувальна напруга, від типу і величини напруги.

Аналіз наведених результатів дослідження показує, що за рахунок виникнення ковзних розрядів можливе забезпечення електричного контакту між електродом і поверхнею ізоляції не тільки в місцях торкання ланцюжків електрода, а по всій довжині зони контролю при використанні змінної напруги.

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ Й РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Автор: Трушина Т. Ю., студентка групи ЕП 2121

Науковий керівник: к.т.н., доцент Маренич О.Л.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Збільшення в Україні кількості авто на електричній тязі вимагає вирішення задачі організації послуг по їх обслуговуванню та ремонту. При цьому важливо приділити достатню увагу підбору обладнання для СТО (станція технічного обслуговування) та інших підприємств по ремонту електромобілів, особливо при організації послуг на одному підприємстві для декількох видів електромобілів (легкові електромобілі, багатоцільові електровантажівки, тощо). Перспектива використання електромобілів в Україні підтверджується наступним. Під патронатом Міністерства інфраструктури України та Представництва Європейського Союзу в Україні 26 травня 2021р., в Одесі відбулася конференція «Україна електромобільна». На цій конференції зазначено, наприклад, що луцький «Автоскладальний завод №1» розглядає як перспективний проект міського електробуса, роботи над створенням якого розпочато минулого року. Крім того, завод має у своєму портфелі і вже реалізований проект багатоцільової електровантажівки.

Діагностика для електромобілів це в першу чергу робота інженерів – електронників і програмістів, а також застосування достатньо вдосконаленого і сучасного спеціалізованого електронного обладнання. Але при використанні послуг по обслуговуванню та ремонту електромобілів потрібне й «традиційне» технологічне обладнання. Наприклад, конвеєри, приймально – транспортні пристрої, піднімальні механізми, підйомники, фарбувально – сушильні камери та ін.

Доцільно вказане обладнання обирати таким чином, щоб по можливості кожен пристрій був уніфікованим, тобто міг застосовуватись для всіх видів авто, які обслуговуються та ремонтуються на даному підприємстві. При цьому зменшиться кількість одиниць обладнання, але виникає проблема енергозбереження, оскільки двигуни електроприводів обладнання при певних технологічних процесах будуть працювати у недовантаженому режимі, що приводить до погіршення енергетичних показників асинхронних двигунів цих електроприводів. На думку автора у даному випадку найбільш раціональним способом покращення енергетичних показників нерегульованих асинхронних двигунів електроприводів технологічного універсального обладнання є перемикання обмоток статора з «трикутника» на «зірку», якщо коефіцієнт навантаження двигунів електроприводів суттєво зменшується.

Цей засіб простий по виконанню, не потребує встановлення додаткового компенсуючого обладнання. Перемикання здійснюється технологічно просто. Важливо й те, що здійснюється й зворотне перемикання обмотки статора із «зірки» на «трикутник». Зниження фазної напруги живлення трифазного асинхронного двигуна при перемиканні обмоток статора зі схеми «трикутник» на схему «зірка» призводить до зменшення реактивної потужності (за рахунок зниження струму намагнічування) та сумарних втрат у двигуні та системі електропостачання.

Вказане перемикання з метою зниження напруги можливе при рівності номінальної фазної напруги обмотки статора (при схемі « трикутник») і лінійної напруги мережі живлення.

ІНТЕГРАЦІЯ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ ДО ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗПОДІЛЕНОГО ЖИВЛЕННЯ

Автор: Самарський Ю. О., студент групи ЕП 2121

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бондар О.І.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Сучасний етап розвитку систем електропостачання відбувається в умовах появи нових конкурентноспроможних технологій з виробництва електроенергії. Наслідком цього стала світова тенденція збільшення генеруючих потужностей на основі використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії та поступовий перехід до мереж з розподіленою генерацією. Впровадження зазначених технологій має призвести до підвищення надійності електропостачання, зниження навантаження на існуючі повітряні та кабельні лінії а також зменшення витрат органічного палива та рівня емісії CO₂.

Одночасно виникає задача покращення здатності мережі пристосовуватися до максимальних навантажень та коливань потужності як генераторів так і споживачів. Актуальною відповіддю на ці виклики є концепція розумних електромереж – Smart Grid. Її ключовою особливістю є відведення особливої ролі електричній мережі, як ядру енергосистеми, з наголосом на можливостях адаптації та самонастроювання.

Зауважимо, що ідея запровадження Smart Grid є не новою. Наприклад, ще у 2003 США проголосили згадану концепцію національною стратегією розвитку енергетики країни у XXI столітті, аналогічні наміри має і Європейський союз.

В результаті втілення у життя сукупності технологічних рішень Smart Grid електрична мережа має набути таких рис: гнучкість у відгуку на зміни у режимі роботи споживачів, доступність електроенергії від високоефективної локальної генерації, надійність електропостачання при забезпеченні додержання критеріїв якості електричної енергії.

У майбутньому невід'ємною складовою частиною інтелектуальних електромереж має стати мережа зарядних станцій електромобілів. Вже на теперішній час Єврокомісія запропонувала з 2035 року повністю перейти на електромобілі та заборонити випуск на території Євросоюзу автомобілів на традиційному паливі. Це має стати важливим кроком у плані дій щодо досягнення кліматично нейтральної економіки у Євросоюзі до 2050 року. Цього ж року президент Сполучених Штатів Д. Байден підписав указ спрямований на збільшення частки продажу електромобілів та гібридів на ринку США до 50 % у 2030 році.

Високі ціни на імпортоване паливо зумовлюють тенденцію постійного збільшення кількості зареєстрованих електромобілів також і в Україні. Так, у першому півріччі 2021 року, зафіксовано зростання на 5% по відношенню до шести попередніх місяців минулого року, що в абсолютних цифрах відповідає значенню у 3550 одиниць.

Відповідно у багатьох країнах світу виникає нагальна потреба у створенні розгалуженої мережі публічних та приватних зарядних станцій для електромобілів. Така мережа в цілому характеризуватиметься динамічною зміною навантажень в її вузлах а також значною потужністю кожної окремої станції. Так, наприклад, оновлені зарядні станції Tesla supercharger забезпечуватимуть потужність 300 кВт. Вочевидь зазначене зростання потреб у додатковій генерованій потужності не може покриватись електростанціями, які працюють традиційних видах палива оскільки при цьому, по-перше, ефект зменшення шкідливих викидів, за рахунок впровадження електромобілів буде нівельовано збільшенням емісії CO₂ на теплових електростанціях (ТЕС). До того ж сумарний коефіцієнт корисної дії системи «ТЕС – традиційна електрична мережа – електромобіль» з урахуванням всіх втрат енергії може виявитись нижчим, ніж коефіцієнт корисної дії сучасного дизельного автомобіля, що повністю протирічить задачам підвищення енергоефективності. Зазначені об-

ставини мають стати одним з ключових факторів у переході до мереж розподіленого живлення з відновлюваними джерелами електроенергії (ВДЕ). На нашу думку, ВДЕ, електромобілі та мережі Smart Grid слід розглядати як невід’ємні складові частини єдиного електротехнічного комплексу, який має допомогти вивести економіку найрозвиненіших країн світу на нові, більш високі показники екологічності та енергоефективності.

Серед проблемних моментів у функціонуванні зазначеного комплексу слід виділити задачу забезпечення стійкості електричної мережі у разі динамічної зміни електричних навантажень. Перспективним шляхом вирішення цієї проблеми можуть стати сховища електричної енергії на базі використаних модулів батарей електромобілів.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ КОВЗНОГО СИЛЬНОСТРУМОВОГО КОНТАКТУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Автор: Саїд Ахмад Мохаммад Діаб, аспірант
Науковий керівник: д.т.н., професор Муха А.М.
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На залізничному транспорті основний обсяг робіт по перевозці вантажів та пасажирів здійснюють електровози та електропоїзди, які отримують енергію від зовнішньої енергосистеми за допомогою ковзного сильнострумового контакту. Цей ковзний контакт є складною системою та складається з контактної мережі та локомотивного рухомого струмоприймача, який обладнано накладкою, що має «знімати» струм з контактного проводу та передавати його до локомотивної схеми.

Ці накладки мають проходити декілька типів випробувань, серед яких є стендові випробування, метою яких визначення величини зносу контактного проводу. Методика цих випробувань є стандартною та представлена в ГОСТ 32680-2014 «Токоъемные элементы контактные токоприемников электроподвижного состава. Общие технические условия». Здобувачем разом з науковим керівником було проведено ряд наукових досліджень, які дозволяють надати наступні рекомендації щодо удосконалення стандартного методу стендових випробувань.

Представимо їх у наступному порядку.

По-перше, пропонується здійснювати моніторинг значення температури у місці контакту за допомогою неруйнівних методів. Зокрема використовувати тепловізори, або пірометри.

По-друге, встановити максимальне допустиме значення температури на рівні 95 °С, що обумовлено властивостями контактної проводу. У разі перевищення нормативного значення температури, створюються умови по зміні фізико-механічних властивостей контактної проводу, а тому результати випробувань будуть сумнівними, з точки зору значення його зносу.

По-третє, випробування доцільно проводити в два основних етапи. Перший – попередні випробування, другий – основні випробування. Під час попередніх випробувань здійснювати постійний моніторинг температури у зоні контакту, через рівні проміжки часу, в якості рекомендації пропонується встановити такий проміжок – одну хвилини. За даними моніторингу температури визначити сталу часу нагрівання, та порівняти її з аналогічним показником еталонного зразка накладки. Крім того, у випадку перевищення температури у зоні контакту 95 °С подальші випробувані зразків проводити недоцільно, тобто зразок не допускається до другого етапу випробувань. Зразки, під час випробувань яких, перевищення температури не фіксувалось допускаються до другого етапу випробувань, що дозволить скоротити витрати часу, енергетичних та інших ресурсів.

Четверте, тривалість першого етапу випробувань рекомендується встановити 10 тис. обертів, а другого – від 10 тис. до нормативних 500 тис. обертів диску стенду.

П'яте, за результатами обробки статистичних даних при замірах зносу контактної проводу рекомендується встановити кількість замірів не менше трьох, в кожній з експериментальних точок де здійснюються виміри, з подальшим визначенням середнього значення, яке і слід порівнювати з нормативним. Доцільність такого підходу обґрунтована відповідністю процесу зносу контактної проводу нормальному закону, що було доведено під час наших експериментальних досліджень.

СТВОРЕННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗАРЯДЖЕННЯ ТЯГОВОГО АКУМУЛЯТОРА ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Автори: Ковальов Я. І., студент групи ЕП 1811; Васильковський В. А., студент групи ЕП 19120; Василенко О. О. студент групи ЕП 2121

Науковий керівник: д.т.н., професор Муха А.М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Електрообілі отримують стрімке розповсюдження у світовому просторі. Це обумовлено двома основними факторами, перший – екологічний аспект, другий – економічний. Щодо першого, будь які пояснення зайві, а другий пов'язано з можливістю використовувати такий популярний та технологічний енергоресурс як електроенергія, вартість якого відносна мала, доступ до нього не вимагає складних технологій зберігання та утилізації, електроенергія це основа нашого сучасного побуту.

На шляху різкого впровадження електрообілів стоїть лише один складний технічний фактор – відносно малий пробіг, внаслідок невеликої ємності тягових акумуляторів. Але і цей фактор різко знижує свою вагу, оскільки за останні 10 років доступна ємність тягових акумуляторів зросла майже в п'ять разів, при зниженні вартості в два рази.

Ресурс тягового акумулятора залежить в першу чергу від ефективного режиму його зарядження, тому і постає проблема створення систем зарядження які мають можливість контролювати та керувати цим процесом, враховуючі можливості існуючої енергосистеми країни.

Перед науковим колективом студентів керівником була поставлена наступна мета – розробити систему зарядження електрообіля від електричної мережі промислової частоти 50 Гц, напругою 220 В з можливістю контролю параметрів зарядження та передачі їх на зовнішній пристрій який працює з використання ОС Андроїд. таким чином буде створено апаратно-програмний комплекс діагностування режимів зарядження тягового акумулятора електрообіля

Базовою платформою цього комплексу пропонується взяти однопалатний мікрокомп'ютер типу Ардуїно. Для збору інформації о режимах зарядження та стану комплексу в цілому необхідно застосовувати:

- датчики струму з гальванічним розв'язанням;
- датчики напруги з гальванічним розв'язанням;
- система контролю сигналу «пілот» від електрообілю;
- система контролю силового ключа зарядного комплексу;
- система контролю температури елементів зарядного комплексу;
- система контролю параметрів електробезпеки користувачів.

Для відображення режимів роботи комплексу пропонується застосовувати два канали:

- перший - це дисплей, або індикаторна панель, для відображення основних параметрів та режимів роботи зарядного комплексу;
- другий – це вивід інформації на Андроїд системи, з можливістю дистанційного контролю та керування.

Для створення другого каналу передачі інформації пропонується використовувати однопалатну комп'ютерну систему на базі процесора ESP32 з каналом передачі технологією WiFi, з максимальною адаптацією програмних кодів до системи збору інформації на базі Ардуїно. Це дозволить отриману інформацію з датчиків та систем контролю передавати бездротовим каналом до мобільного пристрою користувача. Керувати процесом зарядження електрообілем буде користувач за допомогою пристрою типу смартфон або планшет.

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ КОЛЕКТОРНОГО ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НЕЗАЛЕЖНОГО ЗБУДЖЕННЯ

Автори: Войтенко М. В., Василенко Д. Г., студенти групи ЕТ 2021

Науковий керівник: д.т.н., професор Афанасов А.М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Однією з найбільш актуальних проблем магістрального і промислового залізничного транспорту залишається проблема підвищення тягово-зчіпних якостей локомотивів, від яких залежать вагові норми, інтенсивність використання піску, інтенсивність зношування пари «колесо-рейка» і, в кінцевому рахунку, собівартість залізничних перевезень. Одним з найбільш ефективних способів вирішення завдання підвищення протибуксувальної стійкості локомотивів є використання незалежного збудження колекторних тягових двигунів постійного або пульсуючого струму, що забезпечує високу динамічну жорсткість залежності сили тяги від швидкості ковзання колісної пари при буксуванні.

Аналіз інвентарного парку тягового рухомого складу залізниць та промислових підприємств України показує, що найбільша його частина припадає на тягові засоби, в яких використовуються колекторні тягові двигуни постійного або пульсуючого струму. Електропривод тягового рухомого складу промислових підприємств практично весь колекторний. Така тенденція, обумовлена, перш за все, відносною дешевизною колекторного тягового електроприводу, буде зберігатися, мабуть, і в подальшому.

Дослідна експлуатація електровозів з системами незалежного збудження на залізницях колишнього СРСР показала досить високі тягово-експлуатаційні якості таких локомотивів. Однак широкого поширення тяговий привод незалежного збудження не отримав через складність вирівнювання струмів навантажень паралельно включених електродвигунів, проблем, пов'язаних з великими кидками струмів при коливаннях напруги в контактній мережі та поганого використання потужності тягових двигунів. В даний час у зв'язку з інтенсивним розвитком силової електронної перетворювальної техніки і мікропроцесорних систем управління вирішення зазначених вище проблем не становить істотних труднощів.

Вирівнювання струмів навантажень паралельно включених тягових двигунів і зниження кидків тягових струмів в перехідних режимах може бути забезпечено використанням багатоканальної системи автоматичного управління струмами якорів і збудження багатомоторного приводу. Підвищення ступеня використання потужності тягових двигунів при високих швидкостях може бути досягнуто за рахунок використання алгоритму автоматичного управління із завданням струму збудження в залежності від струму якоря.

Система автоматичного управління має забезпечувати автоматичний пуск і рекупераційне гальмування зі стабілізацією тягового і гальмівного зусиль (або прискорень), а також стабілізацію швидкості з автоматичним переходом з режиму тяги в режим рекупераційного гальмування. У таку систему автоматичного управління може бути інтегровано протибуксувальний і противоюзовий захист.

ПЛАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОСЛАБЛЕННЯ ПОЛЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ

Автори: Легка О. В., Бака Б. О., студенти групи ЕТ 2021

Науковий керівник: д.т.н., професор Афанасов А.М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Одним з важливих показників ефективності тягових засобів магістрального і промислового залізничного транспорту є ступінь використання потужності тягових двигунів. Режимми тяги електрорухомого складу обмежуються граничною тяговою характеристикою, яка представляє собою сукупність кривих обмежень сили тяги від швидкості. Однією з таких кривих є обмеження сили тяги за максимально допустимим струмом тягового двигуна, у даній зоні граничної тягової характеристики сила тяги обернено пропорційна швидкості руху, а потужність, що реалізується тяговим електродвигуном, практично постійна.

Управління потужністю тягових засобів за граничною тяговою характеристикою є найбільш оптимальним з точки зору забезпечення максимальної пропускної спроможності залізниць і зниження питомої витрати електроенергії на тягу поїздів. На новому тяговому і моторвагонному рухомому складі з асинхронним приводом формування тягової характеристики постійної потужності при номінальній напрузі на тяговому двигуні (друга зона) здійснюється системою автоматичного управління за рахунок регулювання величини ковзання. На електрорухомому складі з колекторним електроприводом постійного і пульсуючого струму сталість потужності при номінальній напрузі на тягових двигунах може бути забезпечено шляхом плавного регулювання ослаблення поля.

Практично на всьому електрорухомому складі постійного і змінного струму з колекторним приводом, що експлуатується на залізницях України, застосовується ступінчасте регулювання ступеню ослаблення поля з використанням контакторних систем управління. Таке регулювання, по-перше, вимагає застосування силових контакторів і індуктивних шунтів, тобто, додаткового обладнання, а по-друге, не дає можливості повної реалізації граничної тягової характеристики. Модернізація існуючого електрорухомого складу змінного і постійного струму шляхом обладнання системою плавного регулювання послаблення поля дозволить підвищити ступінь використання потужності тягових двигунів, відмовитися від частини контакторних елементів та індуктивних шунтів, підвищити магнітну стійкість тягових двигунів та знизити ймовірність виникнення кругових вогнів в тягових двигунах при перехідних режимах.

Формування тягової характеристики постійної потужності можливо в зоні зміни швидкостей від розрахункового значення до швидкості, відповідної точці перетину характеристики постійної потужності з кривою обмеження сили тяги за умовами комутації тягового двигуна. Таке формування може бути забезпечено системою автоматичного керування, що реалізує алгоритм стабілізації струму якоря тягового двигуна шляхом широтно-імпульсного регулювання ступеня ослаблення поля при постійній напрузі на тяговому електродвигуні.

ПРИСТРОЇ ОПТОЕЛЕКТРОНІКИ ЛОКОМОТИВА НА ОСНОВІ СВІТЛОДІОДІВ

Автор: Деменков Б. Ю., студент групи ЕТ 2021

Науковий керівник: старший викладач Васильєв В.Є.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В даний час на мережі залізниць України відбувається широке впровадження пристроїв оптоелектроніки і, зокрема, світлодіодної техніки. Очевидно, що це торкнулося і рухомого складу. Сучасний стан і підхід до розробки оптоелектроніки локомотивів має ряд недоліків. Стандартні системи загального освітлення локомотива мають значні габарити, що негативно позначається на якості освітлення робочого місця машиніста і приводить до наявності паразитних віддзеркалень в лобових вікнах кабіни. Для вирішення порушених питань виникає необхідність збільшення розмірів кабіни машиніста і проектування складних конструкцій скління.

Для досягнення необхідного рівня освітленості колії перед локомотивом нормами безпеки залізничного транспорту нормується осьова сила світла прожектора. При цьому, нормується наявність двох режимів роботи прожектора «яскраво» і «тьмяно», останній включається при русі поїздів назустріч один одному на двопутних і багатоколійних ділянках і при маневруванні на не приймально-відправних коліях.

Необхідно підвищення безпеки руху за рахунок застосування пристроїв оптоелектроніки локомотива на основі світлодіодів за рахунок вирішення наступних задач:

- розробка системи світильників загального освітлення, що забезпечують безпеку руху локомотива.

- аналіз напрямків розробки модульного вузькоградусного прожектора для локомотива з точки зору мінімізації втрат у вторинній оптиці.

- розробка оптичної система модульного широкоградусного прожектора на основі світлодіодів і спосіб зміни його кривої сили світла, що забезпечують підвищення безпеки руху в кривих і виключає осліплення зустрічній локомотивної бригади.

Запропонований прожектор рухомого складу дозволяє знизити споживання енергії від системи електропостачання локомотива в 4 рази в порівнянні зі стандартним прожектором на основі ламп розжарювання. Модульний принцип побудови дозволяє системі залишатися працездатною і дозволяє безпечно продовжити руху при відмові окремих модулів.

Стандартний ламповий прожектор не забезпечує безпеки руху локомотива на кривих ділянках і засліплює зустрічну локомотивну бригаду.

Для підвищення безпеки руху локомотива на кривих ділянках необхідно використовувати прожектор зі складною формою лінзи. Для запобігання засліплення зустрічній бригади необхідно динамічно змінювати кривизну лінзи прожектора, відключаючи окремі елементи вузькоградусної оптики, залишаючи максимально можливу освітленість простору попереду локомотива.

При реалізації системи необхідно забезпечити охолодження з урахуванням максимальної споживаної потужності. Для ефективного управління прожектором необхідно використовувати інформацію, отриману від різних систем, встановлених на рухомому складі. Використання автоматичного регулювання освітлення на станції стає принципово можливим при використанні технології прожектора з широким пучком світла.

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

Автор: Діденко М. А., студент групи ЕТ 19120

Науковий керівник: старший викладач Васильєв В.Є.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В сучасному світі великого поширення набуває навчання із залученням інтерактивних засобів, що за останній рік набуває актуальності в умовах дистанційного навчання. Зараз майже у кожній аудиторії можна знайти комп'ютер і цифровий проектор часто комбінований із електронною дошкою. Інтерактивні джерела інформації бувають найрізноманітніших видів, наприклад: фото або відео презентації, відеоігри, програми віртуальної реальності (Virtual reality , VR).

З метою підвищення якості освіти, був розроблений тренажер-симулятор, який дозволяє ознайомитись із загальною будовою та конструкцією рухомого складу на прикладі електровозу ЧС7 у вигляді віртуального туру.

Віртуальні тури - це композиції, що складаються з безлічі сферичних панорам, пов'язаних між собою і включають в себе навігаційні інструменти, інформаційні вікна, фото / відео-матеріали, фоновий звук.

Таким чином на кожній такій сферичній панорамі можна зробити інтерактивні кнопки, які при натисканні на них пропонують вам перейти в іншу частину локомотива, яка була завчасно сфотографована. Такий метод дозволяє відчувати ефект присутності, наче ви справді знаходитесь в цьому місці, оскільки використовуються реальні фотографії.

Для створення віртуального туру було використано програму-конвертер «Pano2VR», яка дозволяє побудувати віртуальний тур та експортувати результат в форматі HTML5 для завантаження в інтернет мережу. Фотографування локомотива виконувалось за допомогою камери Insta360 One R та штативу. Підвищення якості фото виконувалось в програмі «Gigapixel AI» за допомогою нейронних мереж, коли у фото збільшується кількість пікселів, завдяки чому можна роздивитися більше деталей на фотографії.

Інформаційна кнопка додається в місцях, де потрібно залишити описання обладнання локомотива. Наприклад, на зображенні, на якому розміщена кнопка із літерою «і», натиснувши на неї, відкривається невелике віконце в якому написана назва обладнання, номер в електричній схемі, а також можна додати коротке описання щодо його призначення.

Ця програма була розроблена спеціально для вирішення проблеми, а саме низького рівня підготовки молодих спеціалістів які вперше приходять на робоче місце, з метою закріплення теоретичних і практичних знань та прискорення адаптації робітника на новому робочому місці. Для користування розробленою програмою користувачу не потрібно мати спеціальної підготовки або великих знань володіння комп'ютером. Вона працює без завантаження на пристрій в режимі онлайн, потрібен лише вихід в Інтернет.

Створена програма завантажена на сервер і безкоштовно доступна всім бажаючим.

ЗМЕНШЕННЯ МІНІМАЛЬНОГО КУТА УПРАВЛІННЯ БАГАТОЗОННОГО ВИПРЯМЛЯЧА

Автор: Міхальчук М. М., студент групи ЕТ 20120

Науковий керівник: старший викладач Васильєв В.Є.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Застосування тиристорів в напівпровідникових випрямлячах дало можливість створити безконтактні багатозонні силові схеми, що дозволяють плавно регулювати в межах зони напругу на тягових двигунах шляхом зміни по фазі моменту відмикання відповідних плечей випрямляча на електровозах типу 2ЕЛ5, ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ65 та ЕП1. Широке застосування багатозонних випрямлячів вимагає розробки технічних рішень по підвищенню енергетичних показників електровозів в різних режимах.

У номінальному режимі роботи електровоза 2ЕЛ5 коефіцієнт потужності не перевищує значення 0,84, що пояснюється величиною кута зрушення фаз φ між напругою та струмом в первинній обмотці тягового трансформатора. Величина кута φ викликається досить великими величинами нерегульованого кута α_0 відмикання тиристорів випрямляча і кута γ природній комутації струму. Величина кута α_0 не нижче 9 ел. град, продиктована необхідністю збереження нормальних потенційних умов на анодах вентилів при зміні і спотворенні напруги контактної мережі. Величина кута γ зумовлена значним струмовим навантаженням електровозів і наявністю почергової комутації струму вентилів у чотирьохзонний випрямлячі сучасних електровозів, що приводить до збільшення еквівалентного індуктивного опору кола змінного струму.

Низький коефіцієнт потужності підвищує витрати електроенергії на тягу поїздів. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування одночасної комутації струму вентилів і розрядного діодного плеча в колі випрямленого струму. Це дозволяє поліпшити потенційні умови включення тиристорів і зменшити еквівалентне індуктивний опір кола змінного струму випрямляча, що веде в цілому до підвищення коефіцієнта потужності електровоза.

Можливість графічного введення схеми електровоза, моделювання та аналізу її роботи в режимі тяги надає продукт сучасної комп'ютерної технології «Design Lab 8.0»

Оснoву продукту «Design Lab 8.0» корпорації MicroSim становить програма «PSpice». Цей продукт призначений для наскрізного проектування електричних, перетворювальних і електронних схем з використанням персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ).

В результаті проведення відповідних досліджень і розрахунків мінімальних кутів α_{\min} , можна отримати підтвердження надлишкових потенційних умов, та завищення мінімального кута відкриття тиристорів на кожній зоні регулювання до $\alpha_{\min} = 9$ ел. град., запропонувати спосіб управління багатозонним випрямлячем з одночасною комутацією і малими величинами кута по зонах регулювання: $\alpha_0 = 9$ ел. град, для першої, $\alpha_0 = 7$ ел. град, для другої, $\alpha_0 = 5$ і $\alpha_0 = 3$ ел. град, для третьої та четвертої зон регулювання відповідно, а також розробити алгоритм управління випрямлячем з одночасною комутацією із застосуванням розрядного діодного плеча.

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Автор: Радченко К. О., студент групи ЕТ 20120

Науковий керівник: старший викладач Васильєв В.Є.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Оскільки методика навчального процесу включає в себе лекційні, практичні і лабораторні роботи, виникає гостра потреба в необхідності створення спеціально обладнаних лабораторій. На даний час для вивчення спеціалізованих дисциплін та для проведення лабораторних та практичних занять із цих предметів, кафедра ЕРС використовує лабораторію електродепо.

На сьогоднішній день в навчальному процесі доволі широко використовують створені алгоритми дослідження надійності електричної схеми на базі навчальної лабораторії. Створення таких лабораторій знімає фізичне та моральне навантаження із студентів та викладацького складу, дозволяє більше часу приділяти на вивчення даного предмету, що покращує якість знань та підвищує кваліфікацію майбутніх спеціалістів у їхній сфері діяльності.

Лабораторія електродепо застосовується при вивченні таких дисциплін:

- Надійність та діагностика рухомого складу;
- Основи електромеханіки електрорухомого складу;
- Системи керування електрорухомим складом;
- Моделювання електромеханічних систем;
- Теорія автоматичного керування;
- Електричні апарати електрорухомого складу.

Лабораторія для вивчення систем керування електричним рухомим складом повинна відповідати сучасним вимогам. При вивченні роботи електричних схем необхідна наявність з'єднання пульта управління з засобами обчислювальної техніки (ЕОМ). Моделювання електричних кіл електровоза ВЛ80к в умовах стаціонарної лабораторії також неможливе без використання комп'ютерних технологій. Для поєднання механічного обладнання електричної схеми електровоза з ЕОМ, пропонується використовувати плату Arduino.

Arduino - апаратна обчислювальна платформа, основними компонентами якої є проста плата вводу/виводу і середу розробки мовою Processing/Wiring.

Апаратна частина плати Arduino складається з мікроконтролера Atmel AVR (ATmega328 та ATmega168 в нових версіях і ATmega8 в старих) та елементної об'язки для програмування та інтеграції з іншими схемами. На кожній платі обов'язково присутні лінійний стабілізатор напруги 5 В і 16 МГц кварцовий генератор (в деяких версіях керамічний резонатор). У мікроконтролер попередньо прошитий завантажувач, тому зовнішній програматор не потрібен.

На концептуальному рівні всі плати програмуються через RS-232 (послідовне з'єднання), але реалізація цього способу відрізняється від версії до версії. Плата Serial Arduino містить просту інвертуйте схему для конвертації рівнів сигналів RS-232 в рівні TTL, і навпаки. Поточні плати, наприклад Diecimila, програмуються через USB, що здійснюється завдяки мікросхемі конвертера USB-to-serial FTDI FT232. У деяких варіантах, таких як Arduino Mini або неофіційною Boarduino, для програмування потрібне підключення окремої плати USB-to-serial або кабелю.

Використання таких плат дозволяє створити «ефект присутності» в кабіні машиніста, набути навичок у студентів по управлінню рухомим складом і, як наслідок, підвищити якість підготовки молодих спеціалістів.

СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ

Автор: Рожковський М. М., студент групи ЕТ 2021
Науковий керівник: старший викладач Васильєв В.Є.
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Зниження витрат на обслуговування і ремонт є можливим із застосуванням в рухомому складі безколекторних машин. Поява потужних силових GTO-тиристорів, а в подальшому і IGBT-транзисторів дало можливість ефективного використання асинхронних тягових електродвигунів (АТЕД) на локомотивах.

На цей момент існує тенденція оснащення локомотивного парку Укрзалізниці вантажними електровозами, оснащеними асинхронними тяговими приводами. За планом закупівлі техніки АТ «Укрзаліниця» до 2030 року передбачається придбання великої кількості електровозів з асинхронним електроприводом.

Статистика експлуатації тягових електродвигунів постійного струму локомотивів показує знижене значення термінів експлуатації і міжсервісного інтервалу тягових електродвигунів (ТЕД) в порівнянні з встановленими регламентом. Основною причиною наведених несправностей є прискорене старіння ізоляції через перегрів обмоток електродвигуна при роботі його в режимах, відмінних від номінального.

Потрібно відзначити, що в даний час випускаються електровози з АТЕД, які оснащуються тепловими системами захисту обладнання, що контролює значення температури тільки одного елемента конструкції тягового двигуна, який не завжди є найбільш нагрітим. Тобто отримана інформація не завжди дозволяє коректно оцінити теплове навантаження всієї машини. Для отримання ж достовірної інформації про тепловий стан всього об'єкту необхідно використання більшої кількості контрольних вузлів, а відповідно установка більшої кількості термодатчиків. Застосування таких систем необхідно як при випробуваннях, так і в період експлуатації, щоб не допустити граничного температурного стану АТЕД.

Для створення такої системи необхідно вирішити такі питання, як:

- визначення мінімальної кількості необхідних вхідних даних для роботи теплової математичної моделі;
- розробка математичної моделі теплового стану АТЕД для визначення сталих температур вузлів тягового електродвигуна;
- розробка теплової математичної моделі для визначення температур елементів конструкції електродвигуна, що працює в нестаціонарних режимах;
- розробка системи моніторингу теплового стану АТЕД на основі пропонованих математичних моделей з використанням мінімальної кількості обладнання для її реалізації.

Використання математичної моделі сталого теплового стану АТЕД дозволить проводити порівняння результатів розрахунку з математичної моделі з моделюванням в програмному комплексі Elcut і зі значеннями температури при експлуатації, в результаті чого можна буде зіставити різні способи і оцінити їх точність.

ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ З ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Автор: Діденко М. А. студент групи ЕТ 19120

Науковий керівник: старший викладач Голік С.М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна

Якість підготовки фахівців, без сумніву має важливе значення для будь-якої галузі діяльності людства. Особливу роль кваліфікація фахівця відіграє у професіях пов'язаних з безпекою. Однією з галузей, де безпека займає провідне місце є транспорт, зокрема електричний транспорт магістральних залізниць.

Дана доповідь присвячена питанню застосування технологій, які використовуються під час розробки комп'ютерних ігор, для створення мультимедійного навчального посібника, який являтиме собою інтерактивну візуальну модель руху електрорухомого складу (ЕРС). По суті, ця модель має бути 3D симулятором, який поєднує графіку, звук та математичну модель руху ЕРС.

За базове комп'ютерне забезпечення пропонується взяти розроблений компанією Epic Games ігровий рушій Unreal Engine 4. Для автора привабливими є можливості цього продукту, а також можливість його безкоштовного застосування у не комерційних проектах.

На думку автора, запропонована інтерактивна навчальна розробка дозволить підвищити якість підготовки фахівців з електротранспорту, особливо в сучасних умовах.

ВИБІР КОНЦЕПЦІЇ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РУХУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Автор: Войтенко М. В., студентка групи ЕТ 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Арпуль С.В.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На даному етапі розвитку Укрзалізниця стоїть на порозі впровадження швидкісного та високошвидкісного руху. В цілому проблема створення швидкісного і високошвидкісного електрорухомого складу і вибір раціональних його параметрів є комплексною і вимагає одночасно поглибленого дослідження питань тяги, колії, вагонобудування, експлуатації, економіки та ін.

В даній роботі розглядаються питання тяги, а саме переваги розподіленої (моторвагонної) концепції електрорухомого складу (ЕРС) над зосередженою (електровозною).

В процесі становлення та розвитку високошвидкісного залізничного транспорту за кордоном кожна країна стояла перед вибором тієї чи іншої концепції ЕРС. Деякі країни згодом поміняли свої погляди стосовно прийнятої раніше концепції, це в першу чергу стосується залізниць Франції, віддавши перевагу розподіленій тязі. Тому Укрзалізниця слід врахувати досвід залізниць світу та прийняти найвигідніший варіант впровадження високошвидкісного руху.

У швидкісному і особливо високошвидкісному пасажирському русі застосування моторвагонної електричної тяги має значні переваги в порівнянні з електровозною.

У зв'язку зі значною розосередженістю і порівняно невеликими пасажиропотоками по окремих напрямках формування пасажирських потягів по вазі, при електровозній тязі для заданої потужності електровозів, як правило, призводить до неповного заповнення вагонів, а отже, і підвищення собівартості пасажирських перевезень. Тому в умовах електровозної тяги в міжміському пасажирському сполученні при зниженні пасажиропотоків відповідно до їх сезонних коливань, як правило, зменшується частота руху пасажирських потягів, тобто погіршується якість обслуговування пасажирів.

Секціонування електропоїздів дозволяє за наявності резервів в пропускнувній спроможності застосовувати будь-яку композицію пасажирських потягів міжміського сполучення і зберігати доцільну частоту та якість обслуговування пасажирів.

Крім того до основних переваг моторвагонної тяги можна віднести наступні:

- рівномірний розподіл потужності і сили тяги по потягу, що сприяє зменшенню навантаження від осі на рейку, а отже, і зниженню сил, що впливають на верхню будову колії;
- ефективне вирішення проблеми електричного гальмування, оскільки використовується зчпна вага усіх моторних осей потягу, що значно підвищує гальмівну ефективність потягу і забезпечує зниження довжини гальмівного шляху;
- у широких межах може змінюватися число вагонів у складі пасажирського потягу при збереженні тягових властивостей, оскільки зі зміною числа вагонів відповідно змінюється і загальна потужність тягових двигунів в потязі при збереженні питомої потужності, а отже, і величини прискорюючих сил;
- створюються можливості організації човникового руху, що забезпечує скорочення часу обороту складів на кінцевих станціях і поліпшення використання пропускнувній спроможності станцій.

Переваги моторвагонної тяги стають вирішальними тоді, коли при електровозній тязі високі швидкості обмежує наявність великої кількості кривих малого радіусу, що властиво для багатьох напрямків залізниць України, вартість уположення яких може бути дуже значною, а отже дасть змогу заощадити на даному етапі кошти.

ВИЗНАЧЕННЯ АБСОЛЮТНОГО КОВЗАННЯ АСИНХРОННОГО ТЯГОВОГО ДВИГУНА ЗА ВЕЛИЧИНОЮ НЕОБХІДНОГО МОМЕНТУ

Автор: Чумаченко Є. А., студент групи ЕТ 2021

Науковий керівник: к.т.н., доцент Арпуль С. В.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна

Як правило, величину пускового моменту асинхронного двигуна до виходу на номінальну частоту струму статора приймають постійною використовуючи закон регулювання $\frac{E}{f_1} = const$, що дає постійний магнітний потік. Звідси звичайно роблять висновок, що величина абсолютного ковзання і параметр абсолютного ковзання також повинні бути постійними.

По-перше, здійснювати пуск з постійним моментом це недовикористання зчіпної ваги електровоза на низьких швидкостях, при яких коефіцієнт зчеплення значний.

По-друге, величина абсолютного ковзання при $M = const$, не може бути постійною, так як жорсткість характеристик на різних частотах струму статора різна через різні критичні абсолютні ковзання. Це має місце навіть при регулюванні з рівними критичними моментами на всіх пускових частотах f_1 .

Величину абсолютного ковзання f_2 , що задається для необхідного на валу двигуна моменту при будь-яких законах регулювання можна легко знайти з повної формули Клосса, зробивши її перетворення.

Повна формула на відміну від спрощеної містить активний опір статора і ротора, що підвищує точність розрахунку. Замінивши у формулі величини відносних ковзань s і s_k на абсолютні ковзання f_2 і f_{2k} і виконавши перетворення, отримуємо просте квадратне рівняння відносно абсолютного ковзання f_2 . Вирішивши його і отримавши два значення f_2 використовуємо те, що за абсолютним значенням менше критичного, тобто $f_2 < f_{2k}$.

Отримане рівняння годиться і для генераторного режиму. Тільки слід врахувати зміни знаків f_2 і f_{2k} , а також обмеження по потужності і моменту при електричному гальмуванні через можливість юза.

Для нотаток

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Електронне видання

ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

81 Всеукраїнської науково-технічної конференції

молодих учених, магістрантів та студентів

**«НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК
ТРАНСПОРТУ»**

28 жовтня 2021 року

INTELLIGENT POWER SUPPLY SYSTEMS

CONFERENCE PROCEEDINGS

81th all Ukrainian Scientific and Technical Conference

of young scientists, masters and students

**“SCIENCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT
OF TRANSPORT”**

October 28, 2021

Українською та англійською мовами

Текст тез доповідей учасників конференції подано в авторській редакції.

Точка зору редакції та організаторів конференції може не співпадати з точкою зору авторів тез доповідей.

Редакція та організатори конференції не несуть відповідальності за достовірність інформації, наданої авторами у тезах доповідей.

Організаційний комітет конференції:

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна

49010, Україна, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2

тел.: +38 (056) 373-15-25

email: ksp.fcdd@gmail.com