

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Вакуленка Леоніда Ігоровича на тему «Удосконалення технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс з метою запобігання ушкоджень поверхні кочення», яку представлено до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

1. Загальний аналіз дисертації

Дисертація Вакуленка Л.І. виконана на кафедрі «Вагони та вагонне господарство» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна.

Дисертація написана російською мовою, автореферат написаний українською мовою.

Дисертаційна робота обсягом 158 сторінок складається із вступу, шести розділів, висновку, списку використаних джерел та двох додатків. Дисертація містить 32 рисунків та 4 таблиць. Список використаних джерел із 113-ти найменувань приведений на 13-ти сторінках, додатки – на двох сторінках.

Обсяг основного тексту складає 142 сторінок, структура дисертації та порядок подання матеріалів у авторефераті дисертації та самій роботі відповідають вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 №567.

2. Актуальність теми дисертаційної роботи

Сучасний розвиток металургійної і машинобудівної промисловості вимагає підвищення інтенсивності експлуатації залізничного транспорту. Питання для транспортної галузі достатньо складне і його вирішення потребує послідовного виконання низки завдань, одне з яких це проблема підвищення безпеки експлуатації залізничних коліс ходових частин рухомого складу. В

зв'язку з цим, удосконалення технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс з метою запобігання ушкоджень поверхні кочення є актуальним науково-практичними завданням. Отримані результати дозволять розробити заходи, які будуть сприяти підвищенню опору металу коліс зародженню поверхневих ушкоджень. Тому підвищення експлуатаційних характеристик залізничних коліс збільшенням опору формуванню ушкоджень є актуальною темою досліджень для залізничного транспорту України.

Актуальність тема дисертації підтверджується тим, що основні етапи дисертаційної роботи виконувалися відповідно до планів науково-дослідницьких робіт Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна: № ДР 0110U007511 «Дослідження зразків нової вагонної техніки в реальних умовах експлуатації», 2010, 2011р., ГБ 31.00.13-15 «Розробка наукових основ і промислове випробування технології термомеханічного зміцнення при виготовленні високоміцних суцільнокатаних залізничних коліс» 2013, 2014р., за якими здобувач Вакуленко Л.І. є виконавцем та автором звітів.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків здобувача, сформульованих у дисертації

Основні положення і висновки дисертаційної роботи є результатом узагальнення дисертантом теоретичного і експериментального матеріалу, який не суперечить основним фундаментальним положенням сучасного матеріалознавства, зокрема питанням, що стосуються залізо – вуглецевих сплавів. Обґрунтованість висновків дисертаційної роботи підтверджуються використанням сучасних методів і методик дослідження внутрішньої будови вуглецевих сталей залізничних коліс. До основних методів дослідження відносяться хімічний аналіз, оптична мікроскопія, рентгенівський структурний аналіз, вимірювання швидкості розповсюдження звукових коливань в металі, механічні випробування. Обробку отриманих кореляційних зв'язків між параметрами внутрішньої будови металу, механічними властивостями та

характеристиками, що визначають умови формування осередків руйнування металу, здійснювали із залученням комп'ютерних технологій.

4. Достовірність та новизна наукових положень

Отримані у роботі наукові результати, висновки та рекомендації є достовірними. Підставою для цього є коректна постановка завдання, використання сучасних методів досліджень, задовільна збіжність теоретичних та експериментальних досліджень, позитивні результати їхньої перевірки в умовах промислової бази вагоноремонтного депо Укрзалізниці.

Основні наукові положення й результати роботи доповідались і обговорювалися на Міжнародній науково технічній конференції «Стародубовские чтения» (м. Дніпропетровськ, 2006р.), на Міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 2006, 2010-2013 рр.), на Міжнародних молодіжних науково-практичних конференціях «Людина і космос» (м. Дніпропетровськ, 2007, 2012, 2013 р.), відкритий науково-технічній конференції молодих науковців і спеціалістів «Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи: матеріали конференції КМН – 2013» (м. Львів, ФМІ, 2013 р.), на XIV, XVI International Scientific Conference «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering» (2013, 2015 Czestochowa, Poland)

Робота в повному обсязі доповідалась на засіданні міжкафедрального семінара Дніпропетровського національного університету імені академіка В.Лазаряна 29.01.2015р.

Ступінь достовірності наукових положень дисертації вважаю достатнім.

5. Наукова новизна отриманих результатів

За результатами дисертаційної роботи здобувачем вирішено актуальне науково – практичне завдання удосконалення технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс. Отримані результати дозволили розробити

заходи, що сприяють підвищенню опору металу коліс зародженню поверхневих ушкоджень.

Дисертантом **вперше** визначені умови формування ділянок «білого шару» на поверхні кочення залізничного колеса, які приводять до утворення поверхневих ушкоджень. Наведені пояснення стосовно впливу підвищеного вмісту вуглецю в сталі на зростання імовірності проковзування залізничних коліс, що приводить до збільшення кількості ділянок «білого шару». В наслідок цього зростає неоднорідність наклепу металу, прискорення процесів пом'якшення металу при нагріві, що разом приводять до виникнення вищербин.

Заслужують **особливої уваги** результати досліджень стосовно пояснення ефекту пом'якшення металу колеса від дії імпульсів електричного струму.

Автором **вперше** виявлена залежність розвитку процесів зміцнення від орієнтації пластичної течії в матриці металу відносно поверхні неметалевого включення. Показано, що поступова зміна напрямку деформації від нормальної з максимальним зміцненням матриці металу, до дотичної по відношенню до поверхні включення, приводить до виникнення додаткових внутрішніх напружень.

Дисертантом **зроблений внесок** в уточнення механізму формування поверхневих ушкоджень при експлуатації залізничних коліс. Показано, що безперервне підвищення неоднорідності наклепу металу від циклічної зміни етапів утворення екструзій і інтрузій на поверхні кочення сприяє утворенню осередків руйнування. При зниженні температури в місці контакту колеса – рейка відбувається зменшення опору металу процесу проковзування.

Отримали подальший розвиток уявлення стосовно температурної залежності процесу проковзування залізничного колеса рейками, зниження температури в місці контакту супроводжується зменшенням опору металу процесу проковзування.

6. Практичне значення роботи

Наведений в дисертаційній роботі аналіз процесу проковзування залізничних коліс при коченні дозволив обґрунтувати обмеження максимальної концентрації вуглецю в сталі залізничного колеса (не більш 0,6 %). Використання технології електричної імпульсної обробки для пом'якшення наклепаного поверхневого шару залізничних коліс дозволить в умовах ремонтної бази вагонного депо знизити витрату ріжучого інструменту при відновленні профілю кочення коліс. Результати роботи були опрацьовані в умовах депо «Нижньодніпровськ – вузол» (акт впровадження від 09.12.2014 р.), можуть бути рекомендовані для використання при розробці нових Технічних умов і Держстандартів на виробництво в Україні високоміцних залізничних коліс нового покоління (акт використання від 12.11.2014 р.), дозволили удосконалити матеріал при викладанні дисципліни «Пошкодження при втомі конструкцій рухомого складу» в навчальному процесі підготовки студентів ДНУЗТ.

7. Оцінка змісту дисертації

У вступі наведена загальна характеристика роботи і обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи; сформульована мета і задачі досліджень; охарактеризована наукова новизна та практичне значення отриманих результатів; надана інформація про апробацію роботи та її зв'язок з науково-дослідницькими темами; зазначена кількість публікацій за темою дисертації і окреслений особистий внесок здобувача в публікаціях, які підготовлені за участю співавторів.

У першому розділі проведений аналіз причин, що приводять до виникнення ушкоджень поверхні кочення залізничних коліс під час експлуатації.

За результати аналізу досліджень провідних вчених дисертантом встановлено, що окрім наклепу металу колеса по поверхні кочення, визначального значення становлять умови експлуатації, в тому числі температура навколишнього середовища, локальний розігрів та прискорене

охолодження під час гальмування рухомого складу. В свою чергу, рівень міцності вуглецевої сталі залізничного колеса у значному ступені визначається особливостями її внутрішньої будови. Окрім спеціального легування сталі, підвищений рівень міцності може бути досягнутий за рахунок використання термічних зміцнюючих обробок коліс. З урахуванням особливостей виготовлення суцільнокатаних залізничних коліс, в умовах більшості металургійних підприємств використовується технологія інтенсивного примусового охолодження елементів залізничного колеса після окремого нагріву.

В процесі кочення залізничні колеса піддаються значним пластичним деформаціям з одночасним суттєвим температурним впливом.

Згідно з аналізом стану проблеми щодо підвищення безпеки експлуатації залізничних коліс різного рівня міцності, зробленим у першому розділі, сформульовані мета і завдання дисертаційної роботи.

У другому розділі дисертації наведені матеріали стосовно хімічного складу фрагментів залізничних коліс, які були використані в якості об'єктів дослідження. Надана інформація по методикам проведених досліджень. Внутрішню будову сталей досліджували з використанням світлової мікроскопії.

Підготовку об'єктів для досліджень мікроструктури вуглецевих сталей здійснювали за відомими методиками у визначеній послідовності. Для виділення мікроструктури був використаний універсальний витравлювач: 4% розчин азотної кислоти в етиловому спирті. Для оцінки впливу неметалевих включень на розвиток процесів деформаційного зміцнення навколишньої металевої матриці та рівень твердості в мікрооб'ємах металу, був застосований мікротвердомір типу ПМТ-3. Визначення характеру поведінки металу при циклічних навантаженнях здійснювали з використання багатопозиційної випробувальної машини типу «Сатурн-10», за схемою навантаження знакозмінним згином.

Оцінку опору металу залізничних коліс процесам зношування проводили на випробувальній машині типу СМЦ-2 за умов різних нормальних навантажень і ступенях проковзування. Для визначення природи розвитку процесів зміцнення або пом'якшення металу з різним структурним станом в площині контакту колесо-рейка проводилися розрахунки енергії активації процесу проковзування. У відповідності з використаною методикою розрахунку енергії активації процесу, накатування здійснювали при двох ступенях нормального навантаження і двох температурах (навколишнього середовища і нагріву до 120°C). Для розробки технології пом'якшення металу після наклепу по поверхні кочення залізничного колеса була використана електрична імпульсна обробка. В якості об'єктів для дослідження використовували фрагменти ободу залізничного колеса, які піддавалися дії імпульсів електричного струму. З метою оцінки стану металу після формування вищербини на поверхні кочення залізничного колеса використовували випробувач структурних перетворень. Визначення рівня механічних властивостей металу залізничних коліс проводили з використанням стандартних методик при випробуваннях на статичне розтягування.

Третій розділ присвячений визначенню механізму формування ушкоджень на поверхні кочення залізничних коліс різного рівня міцності при наявності та відсутності проковзування колеса по рейкам.

При наявності проковзування колеса по рейкам. Показано, що місця виникнення повзунів представляють собою ділянки металу після гартування. При подальшій експлуатації колеса за рахунок різної спроможності металу до наклепу від холодної пластичної деформації, виникають перші зародки поверхневих тріщин, які зосереджуються поблизу з серединою повзуна. Розповсюдження таких тріщин приводить до виникнення вищербини металу, що в свою чергу порушує характер розподілу внутрішніх напружень на поверхні кочення колеса.

При розгляді механізму формування поверхневого ушкодження за умов відсутності проковзування колеса по рейкам експериментально показане існування зсувів в об'ємах металу колеса поблизу поверхні кочення, в напрямку дії дотичних напружень. На основі проведеного аналізу наведені пояснення стосовно зростання кількості поверхневих ушкоджень при експлуатації високоміцних залізничних коліс з підвищеним вмістом вуглецю. Підвищення кількості вуглецю в сталі залізничного колеса супроводжується зниженням опору проти прослизання в місці контакту колесо-рейка, в наслідок чого збільшується кількість повзунів.

У четвертому розділі розглянуті питання розвитку процесів пом'якшення металу колеса і впливу їх на формування ушкоджень поверхні кочення. На основі аналізу кореляційних співвідношень між швидкістю розповсюдження звукових коливань в металі і твердістю отримані пояснення стосовно розвитку процесів пом'якшення при нагріві нагартованого металу коліс з різним рівнем міцності. Аналіз розвитку процесів пом'якшення при нагріві сталей залізничних коліс показав існування залежності від попереднього рівня зміцнення металу. На основі отриманих результатів досліджень визначено, що для залізничних коліс після експлуатації нагрів до температур вищих 450°C супроводжується значно більшим пом'якшенням металу. На підставі досліджень була встановлена можливість використання технологій локального пом'якшення наклепаного металу колеса шляхом електричної імпульсної обробки.

Об'єктом для досліджень був фрагмент ободу залізничного колеса в стані після наклепу. Враховуючи різний рівень наклепу металу на поверхні кочення за ефектом пом'якшення наклепаної холодним пластичним деформуванням вуглецевої сталі вплив від електричної імпульсної обробки може бути дорівненим відпуску в середньому інтервалі температур (400-500 °C).

П'ятий розділ присвячений дослідженню питань впливу неметалевих включень на формування ушкоджень поверхні кочення залізничних коліс. На

основі аналізу розподілу мікротвердості в металевій матриці навколо неметалевого включення було визначено порушення рівномірності розподілу внутрішніх напружень. Особливо значний негативний вплив від присутності неметалевих включень спостерігається для металу термічно- зміцнених, високоміцних залізничних коліс. При експлуатації залізничного колеса розвиток процесів зношування приводить до того, що відстань від неметалевого включення до джерела напружень неухильно зменшується.

З метою визначення механізму впливу неметалевого включення на властивості міцності вуглецевої сталі колеса дисертантом був проведений аналіз розподілу мікротвердості в об'ємах поблизу з частками включень. Встановлено що ресурс роботи колеса до утворення поверхневого ушкодження повинен бути залежний від можливості металу накопичувати дефекти кристалічної будови до утворення мікротріщини, яка спроможна до подальшого зростання. З метою підтвердження наведеного положення були проведені дослідження щодо визначення характеру деформаційного зміцнення в мікрооб'ємах металу з неметалевим включенням.

У шостому розділі розглянуті особливості зношування залізничних коліс різного рівня міцності. З урахуванням збільшення кількості проковзувань при експлуатації залізничних коліс пропорційно вмісту вуглецю в сталі. На прикладі сталі з підвищеним вмістом вуглецю був визначений характер розвитку процесів зношування. Аналіз характеристик внутрішньої будови сталі в такому стані показав, що ефект пом'якшення при накатуванні обумовлений розвитком процесів перерозподілу атомів вуглецю в кристалічній решітці під час пластичного деформування металу.

Додатки містять відомості про апровадження результатів дисертаційної роботи. Список використаних джерел, що представлений в роботі, підкреслює глибину пошукової роботи, виконаної дисертантом.

8. Повнота викладення наукових положень дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертаційної роботи викладені в 26 наукових працях, серед яких 11 наукових статей в фахових виданнях України, в тому числі 2 в журналах, що входять до наукометричних баз даних, 2 патенти на винахід, 13 тез доповідей на міжнародних конференціях.

Усі наукові положення дисертаційної роботи, що виносяться на захист, сформульовані автором особисто. Авторіві належить: постановка і обґрунтування мети роботи, планування і проведення досліджень, обробка і аналіз результатів експериментів, підготовка наукових статей до друку, участь в промисловому випробуванні результатів роботи. Постановка завдань і обґрунтування результатів досліджень виконані спільно з науковим керівником і співавторів публікації.

В публікаціях, що підготовлені у співавторстві, здобувачу належать:

- Виготовлення зразків для досліджень, проведення вимірювання мікротвердості, оцінка отриманих експериментальних даних, будова кривих зміцнення для визначення мікрооб'ємів вуглецевих сталей;

- Вимірювання твердості після формування ушкоджень при експлуатації високоміцних коліс, оцінка впливу вмісту вуглецю в сталі на формування вищербин;

- Підготовка зразків металу коліс для дослідження впливу температури нагріву на ефект пом'якшення, вимірювання швидкості розповсюдження звукових коливань в металі, вимірювання твердості, пошук кореляційних зв'язків між ними;

- Вимірювання твердості металу на поверхні кочення колеса після формування повзуна, визначення відповідних змін внутрішньої будови металу;

- Вимірювання розподілу мікротвердості в металевій матриці поблизу з часткою неметалевого включення, визначення механізму впливу напрямку деформації на зміну ефекту зміцнення металу навколо включення;

– теоретичне обґрунтування низького опору залізничних коліс високої міцності з підвищеним вмістом вуглецю проти утворення ушкоджень поверхні кочення.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням та висновкам дисертації.

Одночасно вважаю необхідним зробити наступні зауваження та пропозиції до змісту дисертації:

1. В назві теми дисертаційної роботи російською мовою використовується термін «поврежденный поверхности катания», а в авторефераті «...ушкоджень поверхні кочення». Вважаю такий переклад не зовсім коректним. Адже в українській мові є термін «катання», а в російській «кочення».

2. В роботі та авторефераті зустрічаються стилістичні неточності, окремі редакційні помилки, мають місце помилки оформлення, комп'ютерного редагування та орфографічного характеру (наприклад «На лицевій сторінки обкладинки автореферату прізвище, ім'я, по батькові здобувача необхідно друкувати великими літерами, після назви дисертації кома не ставиться», «На останній сторінці автореферату прізвище, ім'я, по батькові та назва дисертації друкується великими літерами», «Заголовки структурних части дисертації («ЗМІСТ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ» і т.і.) друкуються великими літерами, номер розділу ставлять після слова «РОЗДІЛ» після номера крапку не ставлять.»).

3. В додатках 1 та 2 наведені відомості про впровадження результатів дисертаційної роботи, але відсутній розрахунок економічної ефективності.

4. В дисертації та авторефераті вказуються про використання результатів дисертаційної роботи при розробці нових технічних умов та ДСТУ на виробництво високоміцних залізничних коліс нового покоління, а також в навчальний процес при викладанні дисципліни «Пошкодження при втомі конструкцій рухомого складу». Але на жаль відсутні номери ТУ та

ДСТУ, а також акта впровадження підготовки в навчальному процесі студентів відповідного освітнього рівня та спеціальностей.

5. У першому розділі дисертації проведений детальний аналіз причин, які приводять до виникнення ушкоджень поверхні кочення залізничного колеса. Але відсутні статистичні дані з експлуатації щодо кількості (в % співвідношенні) коліс, які потребують обточення, а також розподіл пошкоджень між повзунами, вищербинами та наварів.

Доцільно було би навести попередні відомості про можливе зниження ушкоджень поверхні кочення (повзунів, вищербин та наварів) після широкого впровадження удосконаленої технологічної обробки коліс.

6. Чим обумовлене практично відсутнє обговорення методики рентгенівського структурного аналізу в другому розділі дисертації?

7. Вплив дії імпульсів електричного струму на твердість поверхні кочення ободу після холодного наклепу (с.94) підтверджується даними, що наведені в табл.4.1 (с.98). При обговоренні ефекту зроблений акцент на відсутність термічного впливу на метал. Виникає запитання на підставі яких міркувань робиться висновок (с.101), що обробка металу імпульсами електричного струму за ефектом пом'якшення може бути адекватною відпуску холоднодеформованого металу в середньому інтервалі температур?

8. З тексту дисертації (с.93- 97) складно визначити за рахунок яких чинників відбувається процес пом'якшення наклепаного металу під дією імпульсів електричного струму?

9. На с.104 тексту дисертації наведені результати аналізу зміни мікротвердості металевої матриці при наближенні до неметалевого включення. В представленому поясненні обговорюється лише ефект зміцнення від частинок включень (рис.5.2б). Разом з цим на с.120, рис.5.8б аналогічні дослідження ілюструють значно складну залежність мікротвердості, коли окрім зміцнення присутні ділянки пом'якшення. Виникають питання: а) чим обумовлені різні абсолютні значення мікротвердості металевої матриці поблизу з включенням?; б) отримані

результати вимірювання мікротвердості належать до одного місця (об'єму металу) або до різних?

В цілому наведені зауваження суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

9. Загальна оцінки дисертації

Аналіз змісту дисертації і автореферату, публікацій автора за темою дисертаційної роботи дозволяють зробити наступні висновки.

Дисертаційна робота Вакуленка Л.І. «Удосконалення технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс з метою запобігання ушкоджень поверхні кочення» є закінченою науковою кваліфікаційною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливе науково-прикладне завдання щодо підвищення експлуатаційних властивостей залізничних коліс рухомого складу залізниць та промислових підприємств України.

Питання, які досліджені в дисертації, є пріоритетними для зниження ушкоджень залізничних коліс ходових частин вагонів.

Тема дисертації має актуальний характер. Зміст автореферату відповідає змісту дисертації.

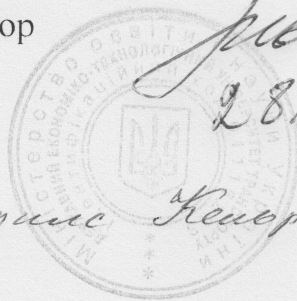
Результати роботи з необхідною повнотою висвітлені у роботах, що публікувалися у наукових фахових виданнях України та пройшли апробацію на наукових семінарах і конференціях.

Актуальність, достатній науковий рівень та практична цінність результатів досліджень свідчать про те, що виконана дисертантом робота за темою «Удосконалення технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс з метою запобігання ушкоджень поверхні кочення», відповідає вимогам п. п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567 і п. 2 («Технічна експлуатація рухомого складу, підвищення надійності

й ефективності його використання») та пЗ (« Системи та технології проектування, виготовлення, технічного обслуговування та ремонту рухомого складу») паспорту спеціальності 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів, а її автор Вакуленко Леонід Ігорович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів.

Офіційний опонент,
Завідувач кафедри “Вагони та вагонне господарство”
Державного економіко-технологічного університету транспорту, доктор технічних наук з спеціальності 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів, професор

М.Б. Кельріх
М.Б. Кельріх



М.Б. Кельріх
28.09.2015р.

*Особистий підпис Кельріха М.Б.
засвідчую.*

*Фахівець І категорії
відділу кадрів*

Генеральний директор Н.В.

офіційного опонента на дисертаційну роботу Вакуленка Леоніда Ігоровича на тему «Удосконалення технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс з метою запобігання ушкоджень поверхні кочення», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – Рухомий склад залізниць і тяга поїздів

1. Актуальність теми дисертації і її зв'язок із планами відповідної галузі науки

За сучасних умов розвитку промисловості, зростання інтенсивності експлуатації рухомого складу супроводжується виникненням додаткових завдань перед галуззю, які необхідно вирішувати. При підвищенні навантаження на вісь колісної пари, суттєво зростає вірогідність виникнення ушкоджень залізничних коліс по поверхні кочення. На підставі цього, вдосконалення технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс з метою зменшення вірогідності формування ушкоджень поверхні кочення в процесі експлуатації є актуальним завданням.

Дисертаційна робота відповідає пріоритетному напрямку розвитку залізничного транспорту, який викладений в «Програмі оновлення рухомого складу...2008-2020 рр.». Її результати також можуть бути корисними при розробці або вдосконаленні технології виробництва не тільки залізничних коліс різного призначення, але і інших елементів рухомого складу, таких, як наприклад, бандажі збірних залізничних коліс. Результати роботи будуть сприяти підвищенню опору металу зародженню ушкоджень на поверхні кочення залізничних коліс при експлуатації. В дисертаційній роботі використані результати НДР, в яких Вакуленко Л.І. приймав участь в якості виконавця.

2. Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень і висновків здобувача, сформульованих у дисертації

В результаті узагальнення значного теоретичного і експериментального матеріалу при виконанні дисертаційної роботи, зроблені уточнення стосовно умов виникнення та закономірностей формування ушкоджень поверхні кочення залізничних коліс різного рівня міцності при експлуатації. Використання сучасних методів і методик досліджень дозволили отримати достовірні результати, що підтверджуються низкою посилань на відповідні літературні джерела. Зроблені в роботі обґрунтовані висновки не знаходяться в протиріччі з основними положеннями стосовно умов зародження і розвитку дефектів на поверхні кочення залізничних коліс при експлуатації. При аналізі кореляційних співвідношень по визначенню залежностей умов виникнення поверхневих ушкоджень коліс від особливостей структурного стану металу застосовані сучасні методи дослідження і обробки експериментальних даних. Представлені в

роботі пропозиції стосовно технічних рішень були перевірені в умовах залізничного депо.

3.Наукова новизна отриманих результатів.

Дисертантом запропоновано нове вирішення важливої науково-технічної задачі по підвищенню експлуатаційних властивостей залізничних коліс шляхом збільшення опору формуванню ушкоджень. На основі отриманих результатів досліджень пропонується обмежити максимальний вміст вуглецю в сталях, що використовують для виготовлення залізничних коліс не більше як 0,6 % і використовувати при відновленні поверхні кочення технології атермічного пом'якшення (обробка імпульсами електричного струму) наклепаного металу коліс.

Певні положення роботи містять наукову новизну.

Дисертантом вперше показано, що підвищення вмісту вуглецю в сталі сприяє локальному проковзуванню по рейкам при експлуатації залізничного колеса, що може приводити до зростання температури металу до значень початку фазових перетворень, а наступне прискорене охолодження супроводжується виникненням ділянок «білого шару» з підвищеною крихкістю.

Представляють значний науковий інтерес результати досліджень, що стосуються отриманого ефекту пом'якшення холоднодеформованої вуглецевої сталі після електричної імпульсної обробки. Ефект заснований на зниженні накопиченої густини дефектів внутрішньої будови металу колеса після наклепу поверхні кочення.

В дисертації вперше проведене узагальнення впливу неметалевих включень на металеву матрицю в залежності від особливостей їх розташування відносно напрямку дії результуючого напруження.

4.Практична цінність і значимість отриманих результатів

Наведені в дисертаційній роботі результати підтверджують їх практичну цінність. На основі аналізу процесу проковзування залізничного колеса при коченні визначено максимально допустимий вміст вуглецю в сталі для залізничних коліс, який не повинен перевищувати 0,60%. Використання обробки імпульсами електричного струму ободу залізничного колеса дозволяє пом'якшити наклепаний поверхневий шар металу, що приводить до зниження витрат ріжучого інструменту при відновленні профілю кочення.

5.Повнота викладення результатів роботи. Відповідність публікацій встановленим вимогам

Основні наукові положення дисертаційної роботи в достатній мірі висвітлені в 26 наукових працях, з яких дві статті опубліковані в журналах, що входять до наукометричних баз даних, 11 опубліковані в спеціалізованих фахових

виданнях, що входять до переліку ДАК України, 13 в тезах доповідей на міжнародних конференціях, отримано два патенти на корисну модель.

Зміст автореферату повністю відповідає тексту і основним положенням дисертаційної роботи.

6.Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота складається з вступу, 6 розділів, висновків і додатків, містить 158 сторінок, включаючи 142 сторінки основного тексту, 32 рисунка, 4 таблиці і список використаних джерел з 113 найменувань на 13 сторінках, 2 додатки на 2 сторінках.

Дисертація повністю відповідає спеціальності 05.22.07 – Рухомий склад залізниць і тяга поїздів.

Робота та автореферат оформлені акуратно, у відповідності до вимог ДАК України, результати досліджень та їх обговорення викладені послідовно, написані грамотною технічною мовою.

Разом з цим, по дисертації слід зробити деякі зауваження.

1. В дисертаційній роботі не достатньо обґрунтовано вибір граничного вмісту вуглецю в сталях для залізничних коліс ($C \leq 0,60\%$), що забезпечує високу стійкість до виникнення дефектів на поверхні кочення. Цей висновок потребує додаткового пояснення.

2. В роботі показано, що неметалеві включення чинять значний вплив на виникнення дефектів на поверхні кочення коліс. Автор роботи це пов'язує з нерівномірністю пластичної деформації металевої матриці колісної сталі в зоні неметалевого включення. Але відомо, що важливим чинником такого процесу є розмір неметалевого включення, а також його форма. Але це питання в роботі чомусь не вивчалось. Не зрозуміло також для якого розміру неметалевих включень отримані залежності, що приведені на рис. 5.4. (с.110).

3. По тексту дисертації та автореферату зустрічаються не зовсім коректні назви марок сталей для залізничних коліс (наприклад, КП-2 замість марка 2, КП-Т замість марка Т).

4. По тексту дисертації багаторазово зустрічаються посилання на вимоги ГОСТ 10791-89 на залізничні колеса, який на сьогодні не вже не діє.

5. При аналізі рис.5.7б (с.116), який є основним при обговоренні впливу неоднорідності твердості матриці металу колеса на зростаючу тріщину, відсутні деякі відбитки індентора. Виникає питання: чому відсутні відбитки індентора твердоміра за номерами №28-33, хоча вони обговорюються на с.118?

6. В авторефераті зустрічається терміни, які не відповідають вимогам нормативним документам (наприклад, по ДСТУ 2825-94 повинна бути «границя плинності» замість «межа плинності»).

7. По тексту дисертації зустрічаються помилки друкарського характеру. Так, на рис.3.4б (с.70) невірно наведена розмірність твердості. За

абсолютними значеннями твердість вуглецевої сталі залізничного колеса повинна бути на порядок більшою, або треба змінити розмірність на $\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$; в табл. 2.2 (с.38) зовсім не зрозуміла розмірність ударної в'язкості.

Наведені зауваження не є вагомими та не знижують високу оцінку дисертаційної роботи.

7. Рекомендації з використання результатів і висновків дисертації

Отримані наукові результати та технічні рішення дисертаційної роботи мають певний інтерес для науково – дослідних установ, діяльність яких спрямована на розробку нових та вдосконалення існуючих технологій виготовлення металопродукції для залізничного транспорту. Результати роботи можуть бути корисними для металургійних підприємств, особливо тих, що виготовляють залізничні бандажі і колеса. Результати дисертації можуть бути рекомендовані для використання в навчальному процесі по кафедрі «Технологія матеріалів» при викладанні дисциплін «Матеріалознавство» і «Пошкодження при втомі конструкцій рухомого складу».

8. Висновок

Дисертаційна робота Вакуленка Л.І. представляє закінчену науково – дослідну роботу. Отримані нові наукові результати і технічні рішення дали можливість дисертанту вирішити поставлене науково-технічне завдання – розробити заходи по вдосконаленню технології обробки суцільнокатаних залізничних коліс для запобігання ушкоджень поверхні кочення. Вважаю, що дисертаційна робота, що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор Вакуленко Леонід Ігорович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 – «Рухомий склад залізниць і тяга поїздів».

Офіційний опонент,
виконуючий обов'язки директора
Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова
НАН України,
к.т.н., старший науковий співробітник



О.І. Бабаченко