

<p><b>Балійчук Олексій Юрійович</b>, к.т.н., доцент каф. «Електротехніка та електромеханіка» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010. Тел.: +38 (056) 373 15 37; +38 (097) 341 80 82. E-mail: lejikbaliychuk@gmail.com.</p> <p><b>Малишко Ілля Васильович</b>, начальник відділу випробувань філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця». Вул. І.Федорова, буд. 39, м. Київ, 03038. Тел.: +38 (067) 499 13 91.</p>	<p><b>Куриленко Олена Яківна</b>, старший викладач кафедри «Електротехніка та електромеханіка» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010. Тел.: +38 (056) 373 15 37; +38 (050) 452 65 36.</p> <p><b>Адамович Юрій Олександрович</b>, фінансовий директор ТОВ «КІН». Вул. Іоанна Павла II, буд. 3, Київ, 01042. Тел.: +38 (067) 225 30 85.</p>
<p>УДК 625.031.1</p> <p><i>Канд. тех. наук Батюшин І.Є.</i> <i>Канд. фіз.-мат. наук Яценко Л.Ф.</i> <i>Канд. тех. наук Гончаров О.М.</i> <i>Інженер Повисий В.М.</i> <i>Канд. тех. наук Лукашевич А.О.</i></p>	<p>ну його профілю під впливом зовнішніх механічних сил, які виникають між бандажем і рейкою під час руху та спричиняють руйнування поверхневих шарів матеріалу бандажа. При цьому величина зносу бандажа оцінюється розміром вироблення його по колу кочення, а також зменшенням товщини гребеня і товщини бандажа. Тому дуже важливим є контроль процесів зношення бандажів колісних пар при зменшенні їх товщини.</p>
<p><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТОВЩИНИ БАНДАЖІВ КОЛІСНИХ ПАР ЛОКОМОТИВІВ НА ПОКАЗНИКИ ЇХ МІЦНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ</b></p>	<p>Згідно п. 3.6.12 ВНД 32.0.07-001-2001 [2] допустима товщина бандажів колісних пар для експлуатації електровозів серії ВЛ (окрім ВЛ-8, ВЛ 60 в/і) не менше 45 мм, електровозів серії ВЛ-8, ВЛ 60 в/і та тепловозів із навантаженням на вісь 23 т і вище (2ТЕ116, 2ТЕ10в/і) не менше 40 мм, тепловозів із навантаженням на вісь менше 23 т (ТЕП70, М62, 2М62, ЧМЕЗ) – 36 мм, моторних візків МВРС в/і та причіпних вагонів електропоїздів ЕПЛ2Т, ЕПЛ9Т, дизель-поїздів ДПЛ, ДТЛ – 35 мм.</p>
<p><i><b>Ключові слова:</b> бандаж, дослідна експлуатація, несправності бандажів, товщина, напружено-деформований стан, випробування.</i></p> <p><b>Вступ та постановка проблеми</b> Підвищення експлуатаційної надійності колісних пар тягового рухомого складу є важливим питанням для забезпечення високого рівня безпеки як пасажирських, так і вантажних перевезень. Одним із основних елементів колісних пар тягового рухомого складу є бандажі коліс. До основних несправностей колісних пар тягового рухомого складу відносяться: 1) проворот бандажа, що виникає внаслідок послаблення натягу бандажа на колісному центрі та в результаті приводить до збільшення тривалості простою локомотивів в ремонті для заміни бандажів [1, 2]; 2) зношення поверхні кочення бандажа, що викликає змі-</p>	<p><b>Метою статті</b> є аналіз результатів дослідної експлуатації локомотивів з товщиною бандажів колісних пар менше нормативної, але не менше 35 мм, моделювання напружено-деформованого стану бандажів різної товщини та проведення досліджень їх матеріалу.</p> <p><b>Дослідна експлуатація локомотивів з товщиною бандажів менше нормативної</b> Дослідна експлуатація локомотивів з товщиною бандажів менше нормативної, але не менше 35 мм, тривала в період з жовтня 2016 року по грудень 2017 року та включала в се-</p>

бе: контроль технічного стану локомотивів, щотижневий аналіз відмов колісних пар дослідних локомотивів та встановлення їх причин. В дослідній підконтрольній експлуатації рухомого складу брали участь всі регіональні філії ПАТ «Укрзалізниця»: «Південно-Західна залізниця», «Південна залізниця», «Донецька залізниця», «Львівська залізниця», «Одеська залізниця» та «Придніпровська залізниця».

Аналіз результатів дослідної експлуатації за 2016-2017 роки показав значне зростання, на 72,9 % порівняно із 2015 роком, кількості випадків виходу із ладу колісних пар за рахунок зсуву та ослаблення бандажів. Дані несправності бандажів фіксуються саме при їх товщинах в діапазоні 44-38, 40-38 мм.

При цьому станом на червень 2017 року в дослідній експлуатації вантажних локомотивів із товщиною бандажа від 40 мм до 35 мм

знаходилося 42 одиниці, з яких 35 локомотивів було у вантажному русі, 7 - в маневровій і вивізній роботі. В дослідній експлуатації з товщиною бандажа від 45 мм до 40 мм знаходилося 105 локомотивів.

Станом на грудень 2017 року в дослідній експлуатації було вантажних локомотивів із товщиною бандажа менше 40 мм, але не менше 35 мм - 34 локомотиви, з яких 29 локомотивів у вантажному русі, 5 в маневровій та вивізній роботі. З товщиною бандажа від 45 до 40 мм в дослідній підконтрольній експлуатації знаходилося 123 локомотиви.

У таблиці 1 приведено результати аналізу основних причин та кількостей несправностей бандажів колісних пар, виявлених при дослідній експлуатації локомотивів з бандажами товщиною менше 40 мм.

Табл. 1 – Причини та кількість несправностей колісних пар під час дослідної експлуатації локомотивів з бандажами товщиною менше 40 мм

№ п/п	Причини несправності колісних пар, що спричинило її заміни	Кількість несправностей
1	Зсув бандажа колісної пари	22
2	Ослаблення бандажа колісної пари	3
3	Задир шийки моторно-осьового підшипника	1
4	Раковина на бандажах колісних пар	11
5	Зношення гребня бандажа колісної пари	9
6	Тріщина колісного центру	1

#### Дослідження властивостей матеріалу бандажів колісних пар різної товщини

Під час випробувань проведено дослідження властивостей матеріалу семи фрагментів бандажів колісних пар, із яких – шість фрагментів (маркування № 1, № 2, № 3, № 5, № 6, № 7) бандажів після експлуатації із граничною товщиною у діапазоні 37,4 – 57 мм та один фрагмент нового бандажу (маркування № 4) із граничною товщиною 104 мм без експлуатації. Бандажі для досліджень відібрано із регіональних філій «Південно-Західна залізниця» та «Львівська залізниця». Матеріал бандажів - сталь марки 2 згідно з ГОСТ 398-96 [3].

Для аналізу властивостей матеріалу бандажів застосовувалися наступні методи випробувань: неруйнівний контроль капілярним методом поверхні кочення бандажів згідно з ДСТУ EN 3452-1-2014 [4], механічні

випробування на розтяг згідно з ГОСТ 1497-85 [5] та на ударний вигин згідно з ГОСТ 9454-78 [6], вимірювання твердості згідно ГОСТ 9012-59 [7], визначення неметалевих включень згідно з ГОСТ 1778-70 [8] та вивчення мікроструктури.

За допомогою капілярного методу неруйнівного контролю виявлено на поверхні кочення фрагментів № 1, № 2, № 3, № 5, № 6, № 7 бандажів сітку тріщин та на трьох фрагментах № 2, № 3, № 5 бандажів - вищербини у зоні гребеня (рис. 1). За літературними даними [9, 10], наявність сітки поверхневих тріщин на бандажах, ймовірно, спричинено термомеханічною дією, наслідками якої є локальний нагрів бандажу вище температури 400 °С та швидке охолодження його поверхні при різкому гальмуванні тягової одиниці в процесі експлуатації. В результаті цього можуть відбутися суттєві зміни фізико-

механічних властивостей приповерхневого шару товщиною 0,1-0,5 мм матеріалу бандажа із втратою його пластичності, окрихченням, накопиченням дефектів і появою на поверхні кочення бандажа сітки тріщин.

Поверхневі тріщини термічного походження, виявлені неруйнівним контролем (рис.1) на поверхні кочення бандажів розвиваються на відстань від 0,07 до 1,5 мм вглиб основного металу (рис. 2). Як видно, ці трі-

щини періодично повторюються по всій дослідженій поверхні кочення бандажів, мають здебільшого витягнуту форму та направлений характер під певним кутом до поверхні кочення. Довжина мікротріщин у поперечному перерізі складає від 0,5 до 2,3 мм. Такі мікротріщини по мірі свого розвитку вглиб основного металу можуть призвести до поверхневого викришування матеріалу бандажів в процесі експлуатації.

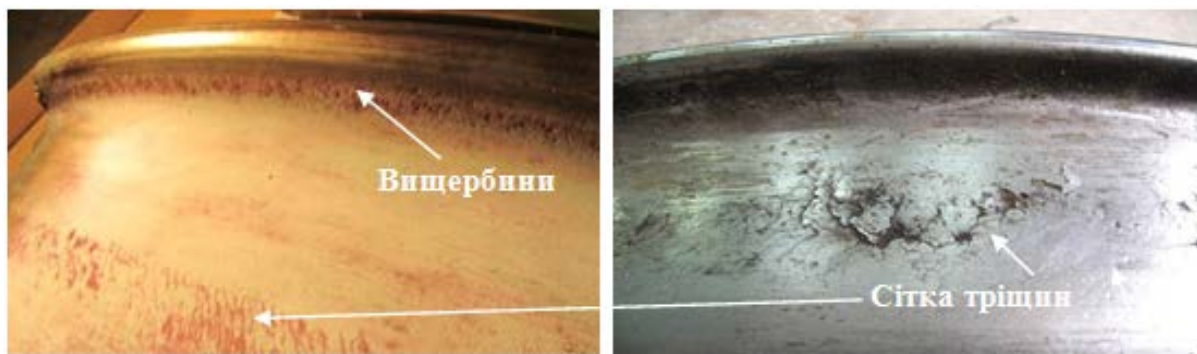


Рис.1 – Сітка тріщин на поверхні кочення та вищербини у зоні гребеня бандажів (фрагменти № 5, № 7)

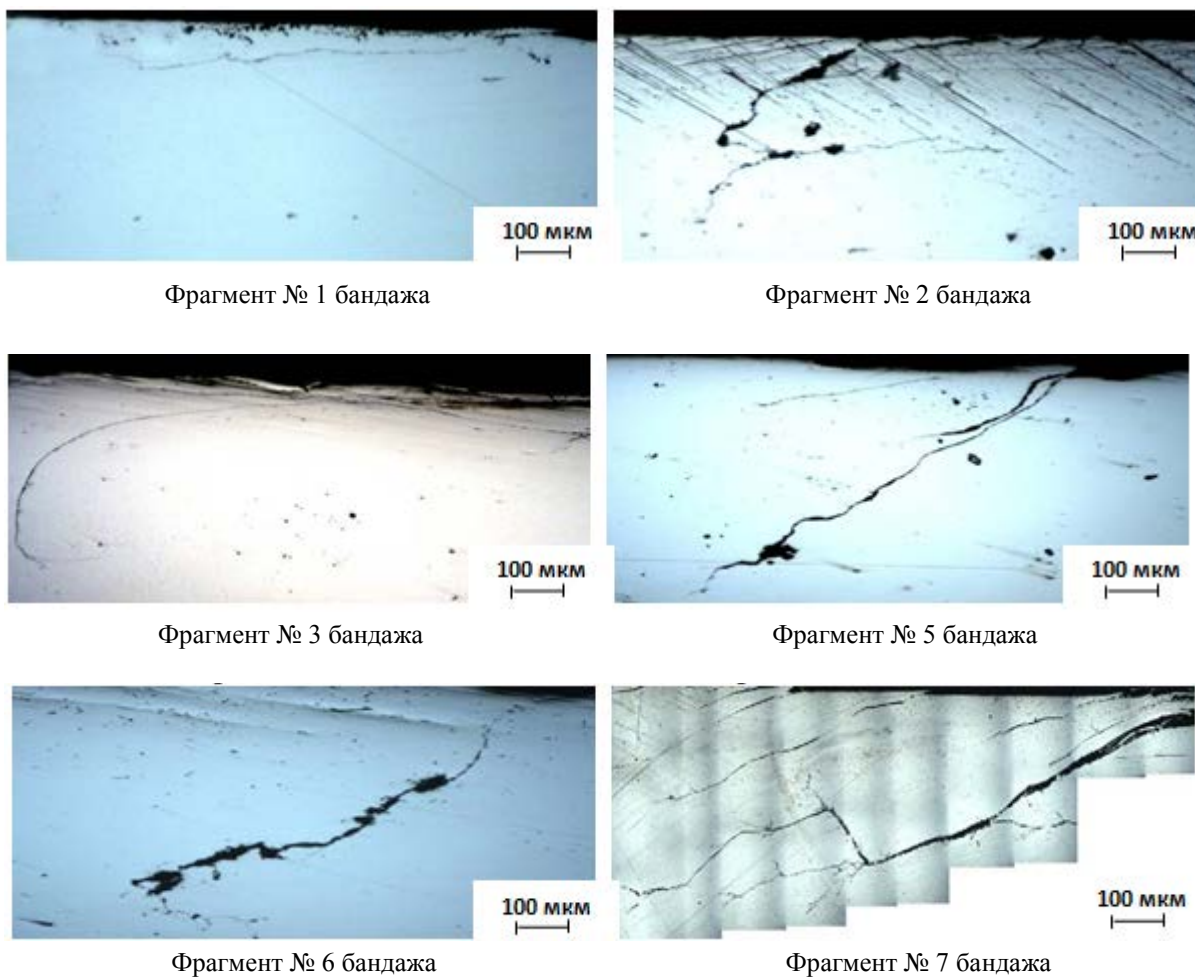


Рис. 2 – Дефекти в поверхневому шарі зони поверхні кочення фрагментів бандажів

У фрагменті № 7 бандажа з товщиною 37,4 мм виявлені найбільші за розмірами мікротріщини і наявне значно більше їх розкриття порівняно із тріщинами у бандажах товщиною більше 40 мм. За літературними даними [11] зародження та розвиток таких мікротріщин в несприятливому полі напружень розтягу першого роду може призвести до руйнування бандажа. Залежність максимальних розмірів виявлених мікротріщин від товщини бандажів показана на рисунку 3.

Мікроструктуру поверхневого шару та основного металу досліджених бандажів показано на рисунку 4. Встановлено, що для фрагментів № 1, № 2, № 3, № 5, № 6, № 7 бандажів в їх поверхневому шарі на глибині ~ 0,1-0,4 мм спостерігається деформованість (втягнутість) перлітних зерен, що ймовірно свідчить про наявність внутрішніх напружень в даних структурних елементах.

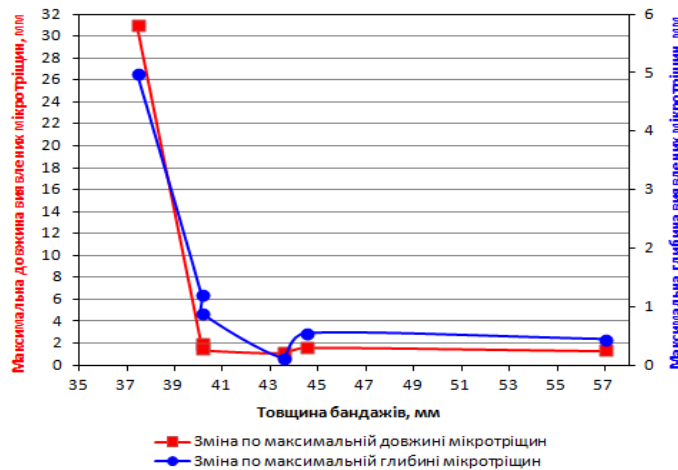


Рис. 3 – Залежність максимальних розмірів мікротріщин у фрагментах № 1, № 2, № 3, № 5, № 6, № 7 бандажів від їх товщини

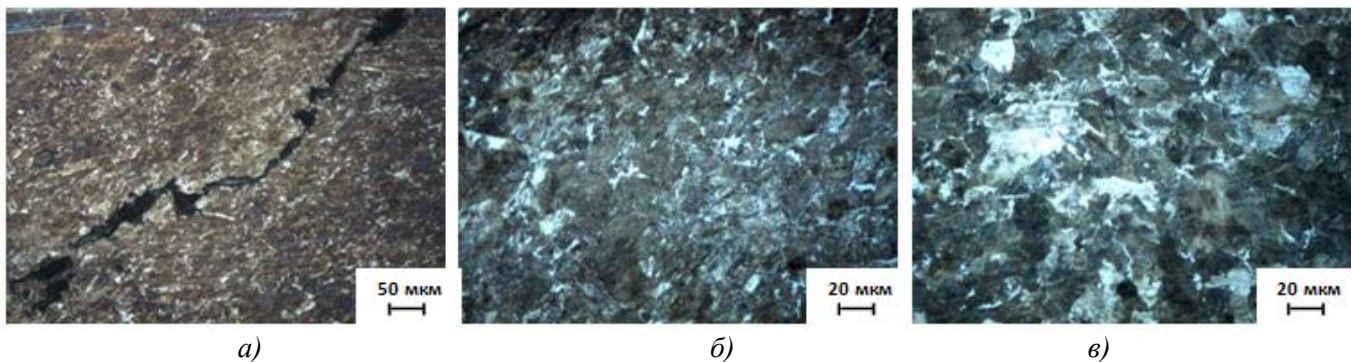


Рис. 4 – Мікроструктура металу в зоні мікротріщин (а, б) поверхневого шару та основного металу (в)

Мікротвердість основного металу для фрагментів бандажів із товщиною 43,5 - 44,5 мм підвищується від 3,1 до 4,3 ГПа на поверхні. При цьому для фрагментів бандажів з товщиною 37,7 - 40,1 мм виявлено, що мікротвердість основного металу складає 3,4 ГПа та підвищується на поверхні до 4,5 ГПа.

Залежність зміни механічних властивостей (границя міцності, відносне подовження, відносне звуження та ударна в'язкість) від товщини фрагментів бандажів показано на рисунку 5.

На наведених гістограмах пунктирною лінією позначено значення встановлених норм для механічних властивостей за ГОСТ 398 [3], яким повинен відповідати матеріал бандажа зі сталі марки 2. Як видно з рисунку 5а для фрагменту № 6 бандажа з товщиною 40,1 мм його середнє значення границі міцності  $\sigma_B = 1132,6$  МПа, що не відповідає нормам встановленим в ГОСТ 398 ( $\sigma_B = 930-1110$  МПа).

Під час механічних випробувань фрагментів бандажів виявлено стійку тенденцію щодо збільшення границі міцності бандажів при зменшенні їх товщини, але в той самий час

значно зменшується показник ударної в'язкості (матеріал бандажів стає крихким).

При вимірюванні твердості за Брінелем на глибині 20 мм від поверхні середні значення

твердості матеріалу досліджених фрагментів бандажів відповідають нормам, встановленим в ГОСТ 398-96 ( $>269$  НВ). Результати вимірювань показані на рисунку 6.

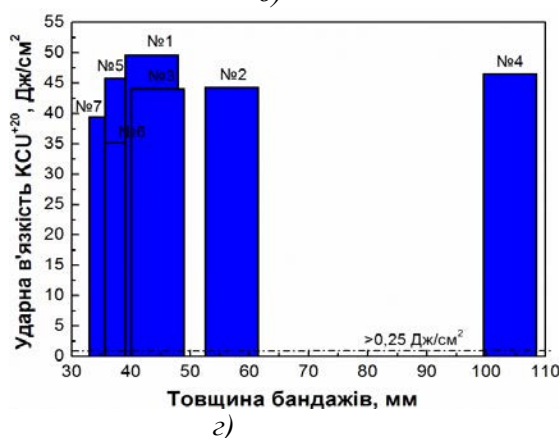
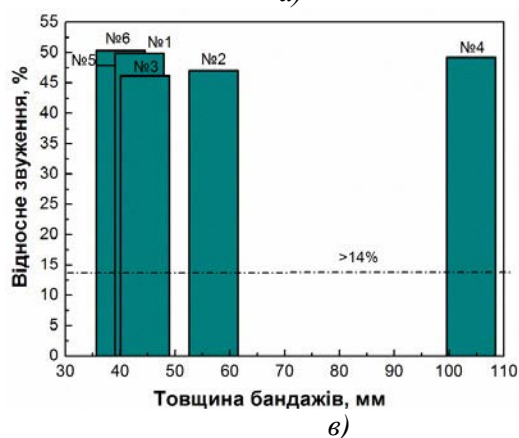
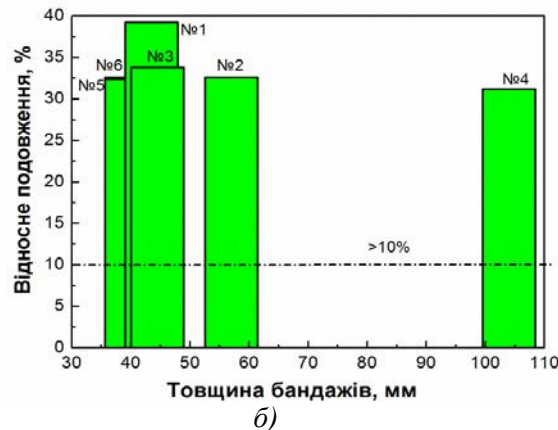
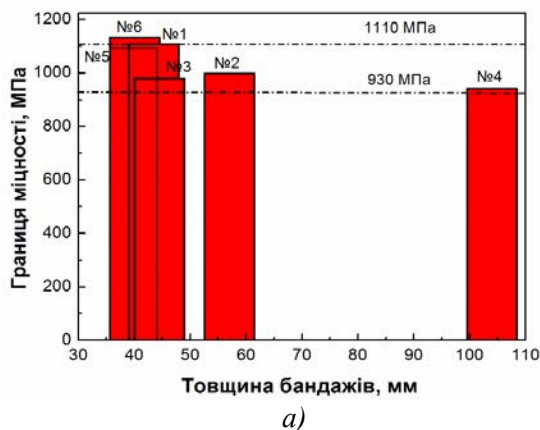


Рис. 5 – Результати механічних випробувань на розтяг (а-в) та на ударний вигин (г) для фрагментів бандажів № 1- № 7

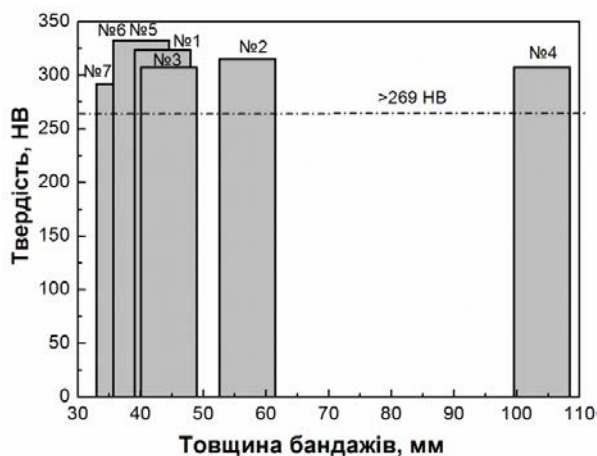


Рис. 6 – Результати вимірювання твердості за Брінелем для фрагментів бандажів № 1-№ 7

Із результатів випробувань випливає, що властивості матеріалу досліджених фрагментів № 1 - № 7 бандажів залежать від їх граничної товщини. Так, для фрагментів бандажів № 5, № 6 і № 7 із товщиною в діапазоні 37,4 - 40,1 мм, порівняно із фрагментами № 1, № 2, № 3 із товщиною 43,5 – 57 мм, за результа-

тами металографічних досліджень визначено значно більшу дефектність поверхні у виді поверхневих мікротріщин, глибина яких досягає до 6 мм. Виявлені тріщини мають контактнo-втомний характер, що може спричинити передчасне руйнування бандажів в експлуатації.

Порівняльний аналіз механічних властивостей показує, що границя міцності матеріалу фрагментів бандажів № 5 і № 6 із товщиною 40,1 мм підвищується в середньому на 15-20 %, а їх твердість в середньому на 7-8 %, порівняно із вихідним станом фрагменту № 4 - бандажа без експлуатації. Отримані результати механічних випробувань, можуть свідчити про те, що зміцнення поверхневих шарів бандажів сприяє підвищенню локальних внутрішніх напружень, що може і пояснювати наявність поверхневих мікротріщин в матеріалі цих бандажів.

Результати дослідної експлуатації та лабораторних досліджень вказують на те, що при експлуатації бандажів товщиною менше 37 мм не виконуються умови безвідмовної роботи колісної пари. Тому, для збільшення

## РУХОМИЙ СКЛАД

ресурсу бандажу, орієнтовно до 75 тис. км (біля 6 місяців експлуатації), запропоновано обмежити мінімальну допустиму товщину бандажу до 40 мм в вантажному русі та встановити мінімальну товщину бандажу 38 мм для господарської, маневрової і вивізної роботи.

### Математичне моделювання напружено-деформованого стану колеса електровоза з бандажами різної товщини

На прикладі електровоза ВЛ80т проведено математичне моделювання методом скінчених елементів з метою визначення напружено-деформованого стану бандажів товщиною від 98 до 30 мм, обумовленого залишковими

напруженнями. Для розрахунку були прийняті наступні вхідні дані: геометричні розміри колісного центра, бандажа, кільця бандажного, механічні та теплофізичні властивості сталі колісного центра, бандажа та кільця бандажного. Скінчено - елементна модель складалась з елементів тетраїдральної форми розмірами від 0,03 мм до 30 мм. Кількість елементів становила 35785000 одиниць.

В результаті розрахунків в комплексі ANSYS WORKBENCH за четвертою теорією міцності були отримані поля розподілу залишкових напружень розтягу та стиску в бандажі та колісному центрі при зміні товщини бандажа від 98 до 30 мм (рис. 7).

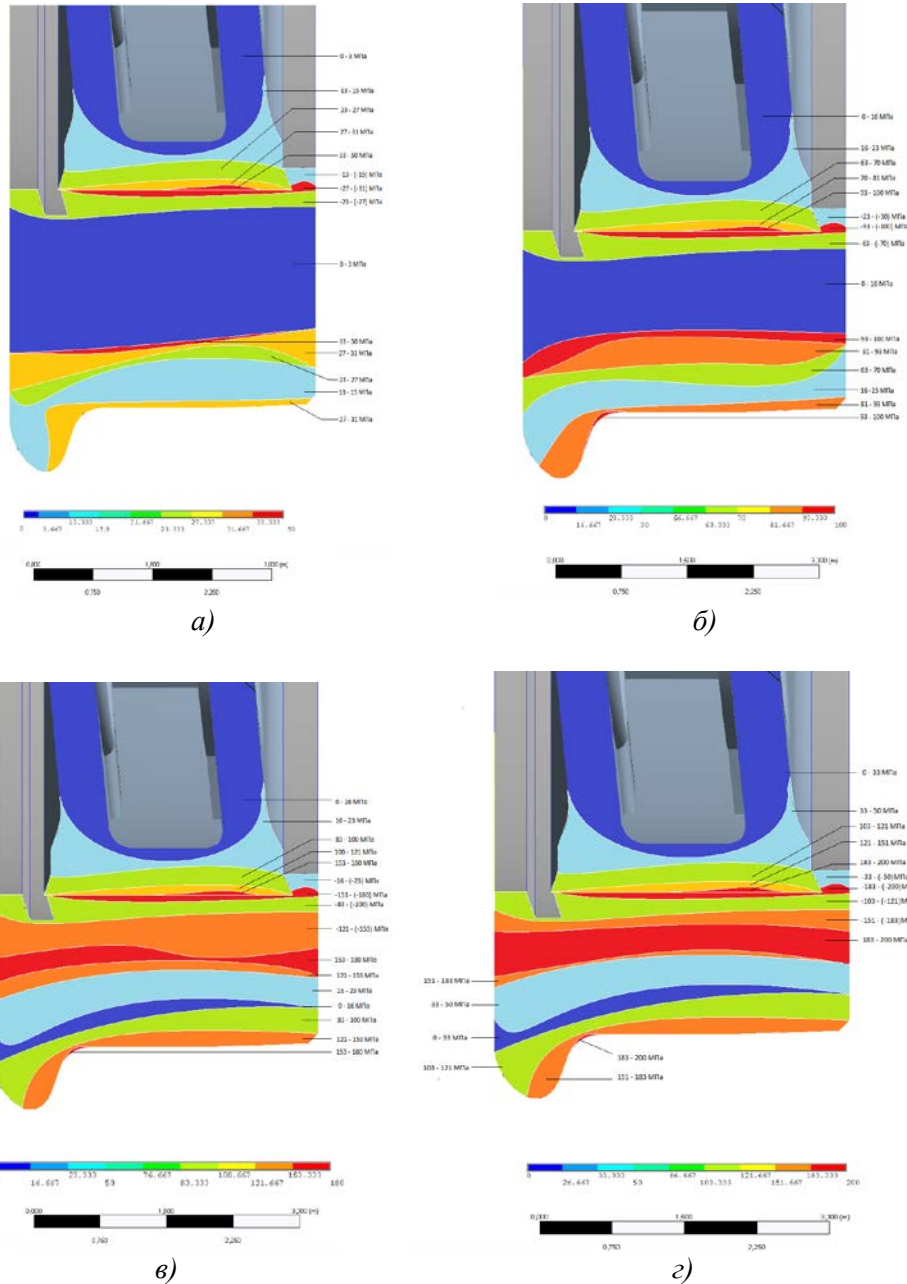


Рис. 7 – Розподіл поля залишкових термічних напружень в бандажі та колісному центрі в залежності від товщини бандажа: а) – 98 мм, б) – 50 мм, в) – 35 мм, г) – 30 мм

Узагальнені результати математичного моделювання та розподілу поля залишкових термічних напружень колеса електровоза

ВЛ80т при різній товщині бандажу зведені у таблиці 2.

Табл. 2 – Результати розподілу поля залишкових термічних напружень колеса електровоза ВЛ80т при різній товщині його бандажу

№п /п	Гранична товщина бандажу, мм	Максимальні напруження стиску, МПа	Максимальні напруження розтягу, МПа	Висновок по розподілу напружень
1	98	30-50, виникають в місці контакту бандажа з центром колеса	27-31, виникають на поверхні кочення бандажа, що контактує з рейкою та область цих напружень граничить з областю залишкових напружень розтягу величиною 13-15	Не сприяє росту тріщин, які виникають на поверхні кочення бандажа
2	50	93-100, виникають в місці контакту бандажа з центром колеса	80-90, виникають на поверхні кочення бандажа біля гребеня та граничать з областю низьких напружень розтягу величиною 16-23	Не сприяє росту тріщин, які виникають на поверхні кочення бандажа
3	35	153-180, виникають в місці контакту бандажа з центром колеса	153-180, виникають на поверхні кочення бандажа біля гребеня та граничать з областю напружень розтягу величиною 100-153	Сприяє росту тріщин від поверхні кочення вглиб металу бандажа, ріст тріщин понад критичних розмірів
4	30	193-200, виникають в місці контакту бандажа з центром колеса	183-200, виникають на поверхні кочення бандажа біля гребеня та граничать з областю напружень розтягу величиною 151-183	В порівнянні з бандажем товщиною 35 мм сприяє в більшій мірі росту тріщин від поверхні кочення вглиб металу бандажа

Виконувались також розрахунки статичного напруженого стану системи «колесо-рейка» та були отримані поля пружно-пластичних напружень при товщинах бандажу 98 мм, 50 мм, 45 мм, 40 мм, 35 мм. В результаті встановлено, що максимальні напруження розтягу в контактні «колесо-рейка» залежать від товщини бандажу та складають: при 98 мм –  $\sigma_{\text{екв}}=113-155$  МПа; при 50 мм –  $\sigma_{\text{екв}}=123-158$  МПа; при 45 мм –  $\sigma_{\text{екв}}=131-163$  МПа; при 40 мм –  $\sigma_{\text{екв}}=151-166$  МПа та при 35 мм –  $\sigma_{\text{екв}}=160-180$  МПа.

За розрахунками значення напруження розтягу на поверхні кочення бандажа товщиною 40-45 мм отримані близькі до границі його витривалості, розрахункова величина якої становить 155 МПа. Враховуючи отри-

мані результати, дані бандажі можливо лише експлуатувати при їх багатоцикловій втомі.

При цьому встановлено, що напруження на поверхні кочення бандажа товщиною 35 мм перевищують його границю витривалості, де в результаті матеріал бандажа не має запасу міцності від втоми конструкційного матеріалу. Тому, враховуючи результати розрахунків, експлуатація коліс із бандажами товщиною 35 мм небезпечна за критерієм втоми міцності.

#### Висновки.

Аналіз результатів дослідної експлуатації тягового рухомого складу на залізницях ПАТ «Укрзалізниця» показав збільшення кількості випадків несправностей його колісних пар, за причиною зсуву бандажів, при граничній їх товщині від 40-45 мм та менше 40 мм.

За результатами механічних випробувань та металографічних досліджень фрагментів бандажів встановлено, що зменшення робочої товщини виробу менше 40 мм впливає на збільшення дефектності поверхні кочення, зміцнення поверхневого шару та підвищення крихкості матеріалу бандажів, що може спричинити передчасне їх руйнування в експлуатації.

Розрахунки напружено-деформованого стану бандажів різної товщини показують, що їх товщина суттєво впливає на розподіл в них залишкових напружень. Бандажі із товщиною 35 мм мають підвищену схильність до руйнування через виникнення в приповерхневих шарах колових напружень величиною близько 580 МПа, що в свою чергу сприяє катастрофічному росту термічних тріщин, які виникають при нагріві до 300-500 °С в зоні контакту колеса з рейкою при гальмуванні та при одночасному ударному навантаженні колеса. Збільшення товщини бандажа до 40 мм і більше зменшує величину напружень розтягу в них до 510 МПа, що обумовлює поступове зменшення колових напружень розтягу та сприяє гальмуванню росту термічних тріщин в поверхневому шарі бандажу колеса.

### Література

1. Буйносов А. П. Методы повышения ресурса колесных пар тягового подвижного состава: монография / А. П. Буйносов. – М.: УМЦ ЖДТ, 2010. – 224 с.
2. Інструкція з формування, ремонту й утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм : ВНД 32.0.07.001.2001 [Чинний від 2001-05-29]. – Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2001. – 152 с. – (Нормативний документ М-ва інфраструктури України).
3. Бандажи из углеродистой стали для подвижного состава железных дорог широкой колеи и метрополитена. Технические условия: ГОСТ 398-96. - [Чинний від 1998-01-01]. – Мінськ: МССМС, 1997. – 12 с. – (Міждержавний стандарт).
4. Неруйнівний контроль. Капілярний контроль. Частина 1. Загальні принципи: ДСТУ EN 3452-1-2014. – [Чинний від 2016-01-01]. – Brussels: CEN-CENELEC Management Centre, 2013. – 32 с. – (Міждержавний стандарт).

5. Металлы. Метод испытания на растяжение: ГОСТ 1497-85. - [Чинний від 1986-01-01]. – Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 41 с. - (Міждержавний стандарт).

6. Металлы. Метод испытаний на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенных температурах: ГОСТ 9454-78. - [Чинний від 1979-01-01]. - Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1978. – 15 с. - (Національний стандарт методом підтвердження).

7. Металлы. Метод измерения твердости по Бриннеллю: ГОСТ 9012-59. - [Чинний від 1980-01-01]. - Москва: Издательство стандартов, 1993. – 44 с. - (Міждержавний стандарт).

8. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений: ГОСТ 1778-70. - [Чинний від 1972-01-01]. - Москва: Государственный комитет стандартов совета Министров СССР, 1972. – 33 с. - (Міждержавний стандарт).

9. Перков О.Н. Структурные изменения в металле железнодорожных колес при формировании термических трещин / О.Н. Перков, И.А. Вакуленко, Г.В. Рейдемейстер // Залізничний транспорт України. – 2006. – № 1. – С. 44–45.

10. Маркашова Л.И. Оценка трещиностойкости металла железнодорожных колес после длительной эксплуатации / Л.И. Маркашова, В.Д. Позняков, А.А. Гайворонський, Е.Н. Бердникова, Т.А. Алексеенко // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2011. – №6. – С. 73-79.

11. Петров С.В. Об одной причине неожиданного разрушения колес / С.В. Петров // Локомотив. – 2005. – № 3. – С. 35 – 36.

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

#### **Батюшин Ігор Єремійович,**

к.т.н., заступник директора філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.  
Тел.: +38 050 448 26 31.

E-mail: batushyn1520mm@gmail.com.

#### **Яценко Людмила Федорівна,**

к.ф.-м.н., начальник науково-дослідного відділу матеріалознавства філії «Науково-



дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.

Тел.: +38 097 729 66 90.

E-mail: yatcenko1520mm@gmail.com.

**Гончаров Олександр Михайлович,**

к.т.н., доцент, провідний фахівець науково-дослідного відділу рухомого складу філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.

Тел.: +38 044 465 39 92.

E-mail: goncharov1520mm@gmail.com.

**Повисший Володимир Миколайович,**

начальник управління матеріалознавства та управління якістю продукції філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.

Тел.: +38 067 501 30 29.

E-mail: omukr@gmail.com.

**Лукашевич Андрій Олександрович,**

к.т.н., науковий співробітник відділу високочастотних методів дослідження міцності і дефектності матеріалів Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України.

Вул. Тимірязєвська, 2, м. Київ, 01014, Україна.

Тел.: +38 044 286 28 57.

E-mail: Lukashevych@nas.gov.ua.

УДК 629.4.014.22:629.4.083

*Канд. техн. наук Батюшин І.Є.*

*Канд. техн. наук Гончаров О.М.*

**ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ МІЖРЕМОНТНИХ ПЕРІОДІВ ЛОКОМОТИВІВ**

*Ключові слова: міжремонтні періоди, коефіцієнт готовності, економічна ефективність, витрати, пробіг локомотивів.*

**Вступ**

Від стабільності функціонування залізничного транспорту, який забезпечує надання транспортних послуг та є однією з важливіших галузей національної економіки, залежать всі сфери суспільного виробництва та соціальний розвиток України. Рівень забезпечення потреби в перевезеннях, в значній мірі, залежить від стану інфраструктури галузі і, головним чином, від наявності та стану рухомого складу.

Одним з напрямків підвищення ефективності локомотивного господарства є зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт локомотивів з забезпеченням на необхідному рівні технічної і екологічної безпеки залізничного транспорту.

**Постановка проблеми**

В основу існуючої системи технічного обслуговування і ремонту локомотивів покла-

дено планово-попереджувальний принцип, який дозволяє полегшити планування ремонтів та технічних обслуговувань рухомого складу, сприяє організації рівномірного завантаження ремонтних підприємств, дозволяє оптимально використовувати наявне технологічне обладнання і робочу силу. Система планово-попереджувального ремонту (ППР) передбачає нормативну періодичність і регламентований перелік основних робіт з відновлення тягового рухомого складу. Ефективність даної системи тим вище, чим точніше співпадають терміни технічного обслуговування і ремонтів (ТОР) з динамікою зміни технічного стану рухомого складу.

При збільшенні міжремонтних пробігів знижуються витрати на планові ремонти (ПР) та питомі простої локомотивів на цих ремонтах. Однак ряд деталей і вузлів можуть вичерпати свій технічний ресурс (вийти з ладу) до настання планового ремонту, викликаючи необхідність в неплановому ремонті. В цьому випадку знизиться експлуатаційна надійність тягового рухомого складу, збільшаться додаткові витрати, пов'язані з проведенням непланових ремонтів і відмовами в транспортному обслуговуванні. Тому застосування оптимальної організації технічного обслуговування (ТО) і ремонту локомотивів повинно базуватись на врахуванні показників змін характеристик ремонтного циклу, його вартості