

УДК 625.143.5

DOI: 10.34029/2311-4061-2019-130-1-17-23

*Інженери Демченко С. М.,
Татуревич А. А., Сулов В.М.*

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ АНКЕРІВ ЗАКЛАДНИХ ДЛЯ ПРУЖНИХ РЕЙКОВИХ СКРІПЛЕНЬ

Ключові слова: анкери закладні, залізобетонні шпали, лабораторні випробування, методика випробувань, зусилля виривання анкера з бетону.

Вступ

До кінця 1990-х років на залізобетонних шпалах залізниць України використовувалися виключно підкладкові проміжні скріплення типу КБ. Нові умови експлуатації, пов'язані з посиленням вимог щодо безпеки руху поїздів, призвели до необхідності розвитку та впровадження нових технологій колійного господарства, впровадження пружних анкерних скріплень замість жорстких. Головними їх перевагами є, по-перше, нежорсткість і в той же час надійне прикріплення рейки до опори (шпали), що забезпечує зменшення динамічних колісних навантажень й одночасно достатній опір рейкової нитки подовжнім і поперечним переміщенням. По-

друге, забезпечується мінімум болтових з'єднань і мала металоємність скріплення, що максимально знижує витрати на монтаж, ремонт скріплень та утримання колії.

Впровадження пружних анкерних скріплень в Україні розпочалося з укладання польського скріплення СБ-3 і його вітчизняній модифікації типу КПП-1. Експлуатаційні випробування на залізницях України виявили ненадійність цих видів скріплень в сучасних умовах експлуатації. Були випадки послаблення закладних анкерів в шпалі та виривання їх з бетону шпали. Тому фахівцями «Дніпровського НКТБ колійного господарства» філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця», сумісно з виробником скріплень ТОВ НВП «Корпорація КРТ», були вивчені експлуатаційні властивості, недоліки та слабкі місця скріплень СБ-3. Після проведення комплексу робіт щодо конструкторської модернізації, лабораторних, полігонних і експлуатаційних випробувань була створена нова модифікація виробу – анкерне пружне проміжне скріплення типу КПП-5.

Вузол скріплення типу КПП-5 наведений на рисунку 1 складається з закладного анкера (рис. 2), замоноличеного в залізобетонну шпалу, на який кріпиться пружна клема, що забезпечує постійне притискання рейки до шпали.

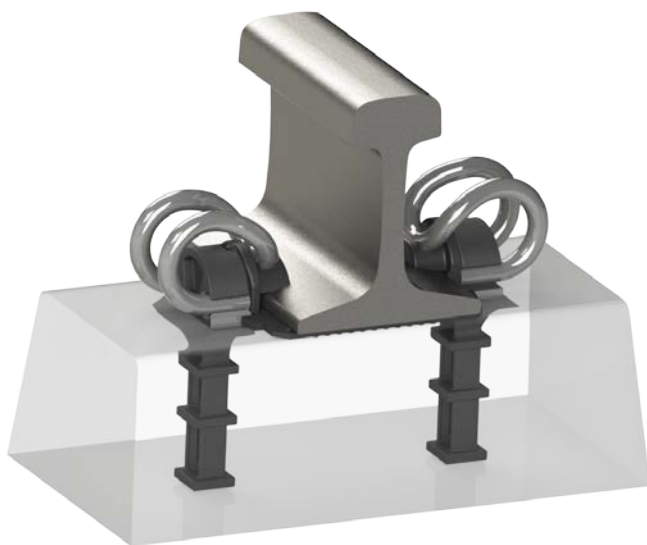


Рис. 1 – Скріплення типу КПП-5



Рис. 2 – Анкер типу А3-2

Усі елементи вузла скріплення зазнали зміни, які дозволили уникнути проблем, пов'язаних з експлуатаційною надійністю попередніх пружних конструкцій. Для підвищення міцності та надійності вузла скріплення значні зміни були внесені в конструкцію закладного анкера для попередження його виривання з бетону шпали для чого була розроблена нова форма ніжки анкера, що забезпечує міцніше його зв'язування з бетоном. Окрім цього, введено ребро жорсткості, що виключає злам анкера на поверхні шпали. Крім того, для забезпечення поточного конт-

ролю ширини колії внутрішня поверхня анкера механічно оброблена.

Скріплення типу КПП-5 зайняло одне з перших місць серед подібних виробів, які експлуатуються на залізницях України. Проте роботи щодо удосконалення усіх деталей цього скріплення постійно тривають. У період з жовтня 2018 р. по січень 2019 р. ТОВ НВП «Корпорація КРТ» було розроблено конструкторську документацію та виготовлено дослідну партію анкерів закладних поліпшеної конструкції типу АЗ-2.1 (рис. 3).

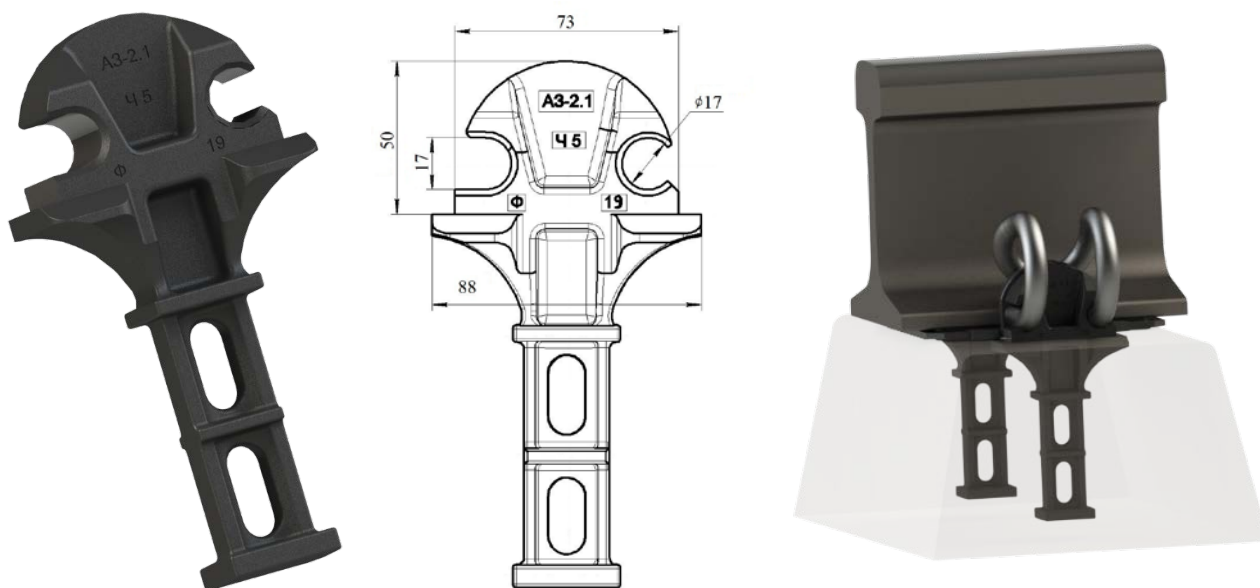


Рис. 3 – Анкер полегшений типу АЗ-2.1

Метою статті є висвітлення результатів порівняльних лабораторних випробувань серійних анкерів закладних типу АЗ-2 та нової конструкції анкерів закладних типу АЗ-2.1, який має зменшену на 17 % вагу, при збереженні основних приєднувальних розмірів з іншими елементами скріплення типу КПП-5.

Загальні відомості щодо конструкції анкерів закладних

Анкер закладний типу АЗ призначений для надійного закріплення клеми, фіксації її положення та забезпечення необхідного зусилля притиснення рейки до шпали для запобігання її поперечному зсуву та забезпечення нормативної ширини колії. Анкер виготовляється за технічними умовами ТУ У 35.2-30268559-070:2007 «Анкери закладні для пружних колійних скріплень типу КПП-5» [1] методом лиття з високоміцного чавуну

марок ВЧ400-15 і ВЧ500-7 або зі сталі методом штампування. Анкер замонолічується у залізобетонну шпалу та входить до її комплекту. Маса анкера типу АЗ-2 складає 1,2 кг, анкера типу АЗ-2.1 – 1,0 кг. Середній строк служби анкера 2 млн. т бруто пропущеного вантажу по колії.

Лабораторні випробування анкерів закладних виконувалися з метою оцінки їх основних показників, які характеризують утримуючу силу міцності при вириванні анкерів закладних замонолічених із залізобетонної шпали. У ДСТУ Б В.2.6-209:2016 «Шпали залізобетонні попередньо напружені для залізниць колії 1520 і 1435 мм. Технічні умови» [2], за яким виготовляються залізобетонні шпали, відсутні нормативні значення та методи контролювання фізико-механічних показників цих виробів, а саме: зусилля виривання анкера зі шпали та граничного гори-

зонтального зусилля впливу на рейку, що призводить до розтріскування бетону шпали і виривання анкеру. Однак, це передбачено європейськими нормами.

Згадані фізико-механічні показники контролювалися у шпалах, які виготовлялися за технічними умовами ТУ У 26.6-30268559-174:2011 «Шпали залізобетонні попередньо напружені колії 1520 мм типу СБЗ для рейок типів Р65 і Р50» [3] та за ТУ У 23.6-37786903-001:2015 [4] на шпали залізобетонні попередньо напружені типу СБЗ-5.2 для кривих ділянок колії з рейками типу Р65. За цими технічними умовами у грудні 2018 року на ПАТ «Коростенський завод залізобетонних шпал» було виготовлено 9 шпал типу СБЗ-0 з анкерами закладними типу АЗ-2 та АЗ-2.1. Шпали було виготовлено з одної бетонної суміші, з однаковим зусиллям натягу струно-пакетів, в однакових температурних умовах. З отриманих шпал було виготовлено для випробувань напівшпали, за розмірами та кількістю у відповідності до програми та методики проведення досліджень [5].

Для проведення лабораторних випробувань була виготовлена дослідна партія анкерів

АЗ-2.1, яка у січні 2019 р. була представлена у незалежну акредитовану лабораторію (м. Львів), з метою визначення основних фізико-механічних властивостей анкерів для оцінки їх відповідності вимогам кресленників та технічних умов ТУ У 35.2-30268559-070:2007 [1].

Випробування проводились у два етапи:

1. **Визначення зусилля виривання анкера з бетону шпали** виконувалися згідно зі схемою наведеної на рисунку 4, з використанням розривної машини Р-20 (зусилля 20 т) та спеціальних пристосувань (рис. 5).

Зусилля на шток пресу плавно збільшувалось до заданого 19,6 кН (2 тс). Після 2 хвилин витримки виконувався огляд площини бетону навколо анкеру з метою виявлення тріщин. Далі зусилля плавно збільшувалося до появи тріщин.

Випробування виконувалися на трьох анкерах кожного типу. Результати випробувань анкерів закладних типу АЗ-2 та АЗ-2.1 представлено в табл.1, 2 та на рис. 6.

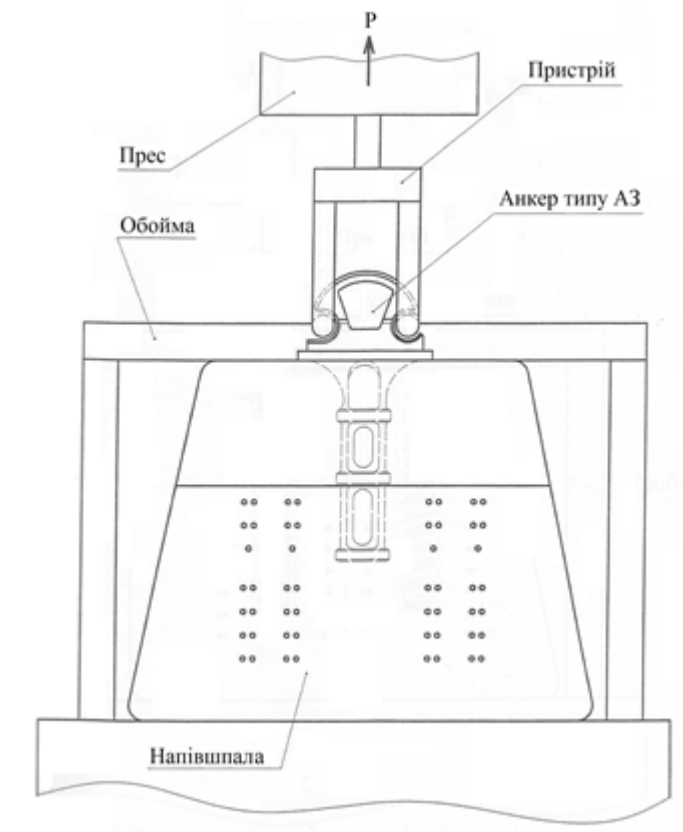


Рис. 4 – Схема випробування на виривання анкеру типу АЗ із бетону шпали



Рис. 5 – Використання розривної машини P-20 для проведення випробувань на виривання анкерів типу АЗ із бетону шпали

Табл. 1 – Результати вимірювання зусиль при випробуванні на виривання анкерів типу АЗ із бетону шпали

Тип анкеру	Номера анкерів	Максимально задане зусилля	Зусилля появи тріщин	Зусилля руйнування бетону
АЗ-2	1	19,6 кН (2 тс)	Тріщини відсутні	12,0
	2	19,6 кН (2 тс)	Тріщини відсутні	12,1
	3	19,6 кН (2 тс)	Тріщини відсутні	12,1
АЗ-2.1	1	19,6 кН (2 тс)	Тріщини відсутні	9,9
	2	19,6 кН (2 тс)	Тріщини відсутні	11,2
	3	19,6 кН (2 тс)	Тріщини відсутні	10,6

Табл. 2 – Маса анкерів типу АЗ-2 і АЗ-2.1

Тип анкеру	Номера анкерів	Фактичні значення, кг	Середнє значення
АЗ-2	1	1,180	1,175
	2	1,173	
	3	1,172	
АЗ-2.1	1	0,984	0,980
	2	0,987	
	3	0,968	

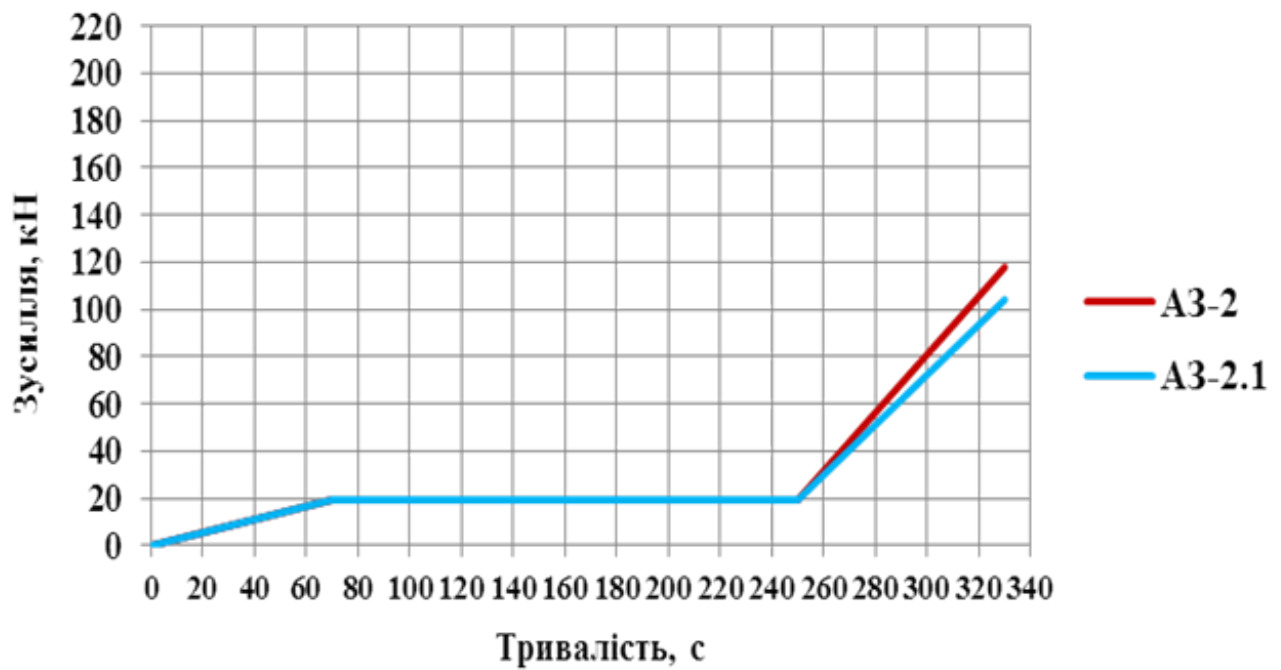


Рис. 6 – Залежність зусиль виривання анкерів А3-2 і А3-2.1 з бетону шпали від тривалості випробувань

2. Випробування з визначення стійкості бетону шпали проти поздовжнього розтріскування при боковій дії горизонтального зусилля на анкер виконувалися згідно зі

схемою наведеній на рисунку 7 і використанням гідравлічного пресу УСДІ-20 (20 т) з гідравлічним пульсатором (рис. 8).

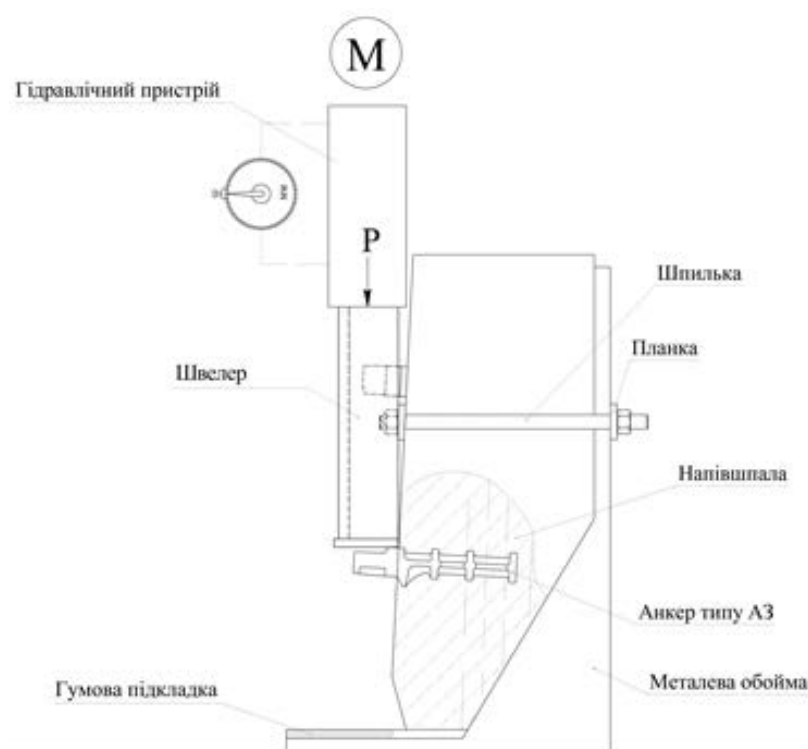


Рис. 7 – Схема випробування стійкості бетону шпали проти поздовжнього розтріскування при боковій дії горизонтального зусилля на анкер типу А3



Рис. 8 – Визначення граничних горизонтальних зусиль, що передаються від рейки поздовж шпали до анкера, за допомогою гідравлічного пресу УСДІ-20 з гідравлічним пульсатором

Відповідні динамічні випробування, з найбільшим зусиллям 68,6 кН (7,0 тс) [6], виконувалися в пульсуючому режимі з частотою 10 Гц за три ступені по 5000 циклів на кожній ступені:

- I ступень – від 10,0 до 22,9 кН (2,3 тс);
- II ступень – від 22,9 кН (2,3 тс) до 45,8 кН (4,7 тс);
- III ступень – від 45,8 кН (4,7 тс) до 68,6 кН (7,0 тс).

На напівшпалі за допомогою скріплення типу КПП-5 було змонтовано відрізок рейки

типу Р65 довжиною 600 мм. До бокової поверхні головки рейки поступово прикладалися максимальне зусилля, з послідовним розвантаженням до мінімального зусилля, в режимі пульсатора преса. Після виконання кожної ступені випробувань проводився огляд верхньої поверхні напівшпали в районі анкера з метою виявлення видимих тріщин. Результати випробувань анкерів закладних типу АЗ-2 та АЗ-2.1 представлено в таблиці 3.

Табл. 3 – Результати випробування стійкості бетону шпали проти поздовжнього розтріскування при боковій дії горизонтального зусилля на анкер типу АЗ

Тип анкеру	Ступені навантаження		Наявність тріщин в районі анкера
	І ступень	від 10,0 до 22,9 кН (2,3 тс)	
АЗ-2	І ступень	від 10,0 до 22,9 кН (2,3 тс)	Тріщини відсутні
	II ступень	від 22,9 кН (2,3 тс) до 45,8 кН (4,7 тс)	Тріщини відсутні
	III ступень	від 45,8 кН (4,7 тс) до 68,6 кН (7,0 тс)	Тріщини відсутні
АЗ-2.1	І ступень	від 10,0 до 22,9 кН (2,3 тс)	Тріщини відсутні
	II ступень	від 22,9 кН (2,3 тс) до 45,8 кН (4,7 тс)	Тріщини відсутні
	III ступень	від 45,8 кН (4,7 тс) до 68,6 кН (7,0 тс)	Тріщини відсутні

За результатами виконаних випробувань встановлено:

1. Фізико-механічні властивості анкерів закладних нової конструкції типу АЗ-2.1 повністю відповідають фізико-механічним властивостям серійних анкерів закладних типу АЗ-2 виготовлених за технічними умовами ТУ У 35.2-30268559-070:2007 «Анкери закладні для пружних колійних скріплень типу КПП-5».

2. Маса анкера закладного нової конструкції типу АЗ-2.1 на 17 % менше, у порівнянні з серійним анкером закладним типу АЗ-2, виготовленого за ТУ У 35.2-30268559-070:2007 «Анкери закладні для пружних колійних скріплень типу КПП-5».

Висновки

1. За результатами лабораторних випробувань серійних анкерів закладних типу АЗ-2 та нової конструкції анкерів закладних типу АЗ-2.1, що має зменшену на 17 % масу, при збережених їх основних приєднувальних розмірів з іншими елементами конструкції скріплення КПП-5, було встановлено, що порівняльні показники міцності АЗ-2.1 відповідають вимогам зазначеним до анкеру типу АЗ-2.

2. Використання нової конструкції анкера закладного типу АЗ-2.1 може бути запропоновано до впровадження на АТ «Укрзалізниця», що зменшить вагу однієї шпали та вартість анкеру.

3. Доцільне виконання експлуатаційних випробувань шпал залізобетонних типу СБЗ-0 з анкером нової конструкції АЗ-2.1 на коліях АТ «Укрзалізниця», за результатами яких, згідно з рішенням Науково-технічної ради АТ «Укрзалізниця», прийняте рішення щодо впровадження анкера АЗ-2.1 у серійне виробництво.

Література

1. ТУ У 35.2-30268559-070:2007. Анкери закладні для пружних колійних скріплень типу КПП-5. Технічні умови (зі змінами): Затв. 06.09.2007. – Д.: 2007. – 8 с.

2. ДСТУ Б В.2.6-209:2016. «Шпали залізобетонні попередньо напружені для залізниць колії 1520 і 1435 мм. Технічні умови: Затв. 26.03.2016. – К.: 2016. – С. 15-23.

3. ТУ У 26.6-30268559-174:2011. Шпали залізобетонні попередньо напружені колії 1520 мм типу СБЗ для рейок типів Р65 і Р50.

Технічні умови (зі змінами): Затв. 26.12.2011. – Д.: 2011. – 42 с.

4. ТУ У 23.6-37786903-001:2015. Шпала залізобетонна попередньо напружена типу СБЗ-5.3 для кривих ділянок колії з рейками типу Р65. Технічні умови (зі змінами): Затв. 01.02.2016. – Д.: 2016. – 25 с.

5. У 4005.00.000 МВ. Анкери закладні для пружних рейкових скріплень. Методика випробувань: Д.: 2018. – 4 с.

6. Рекомендации по определению максимальных допускаемых боковых сил воздействия подвижного состава на верхнее строение пути с учетом обеспечения безопасности движения поездов и длительной устойчивой работой пути / Пам'ятка ОСЖД. – 2009. – О+Р-784.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Демченко Сергій Миколайович,
начальник структурного підрозділу
«Дніпровське науково-конструкторське
технологічне бюро колійного господарства»
філії «Науково-дослідний та конструкторсько-
технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця».
Вул. Вокзальна, 11ж, м. Дніпро, 49038,
Україна.
Тел.: +38 056 793 23 60.
E-mail: s.demchenko@dp.uz.gov.ua.

Татуревич Аркадій Анатолійович,
провідний інженер відділу стандартизації,
науково-технічної інформації та нормоконтролю
філії «Науково-дослідний та конструкторсько-
технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця».
Вул. Вокзальна, 11ж, м. Дніпро, 49038,
Україна.
Тел.: +38 056 793 23 46.
E-mail: a.taturevich@dp.uz.gov.ua.

Суслов Володимир Миколайович,
головний інженер ТОВ НВП «Корпорація КРТ».
Вул. Академіка Лазаренка, 1, м. Львів, 79026,
Україна.
Тел.: (032) 237-54-42.
E-mail: vms.dyl.ua@gmail.com.