

УДК 629.423.33::621.336.323: 001.891.573

## ЕКСПЛУАТАЦІЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ КОНТАКТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Баб'як М.О.

## OPERATION OF RESOURCE-SAVING CONTACT ELEMENTS OF URBAN ELECTRIC TRANSPORT

Babyak M.

*У статті розглянуто результати експлуатації на струмоприймачах міського електричного транспорту контактних вставок БрЗГ-Тр з нового перспективного матеріалу на основі бронзи, який дозволяє підвищити ресурс експлуатації як самих вставок, так і контактного дроту. Особливістю взаємодії нових вставок струмоприймачів тролейбуса і контактного дроту полягає в покращеному постійному змащенні зони контакту і утворення струмопровідної політури на контактуючих поверхнях. Розроблені рекомендації щодо підвищення експлуатаційних характеристик та надійності контактних вставок струмоприймачів тролейбусів в умовах депо, які ремонтують і експлуатують рухомий склад різних серій.*

**Ключові слова:** експлуатація, струмоприймач, контакт, вставка, зношення, дріт, ресурс

**Вступ.** Проблема експлуатації контактних елементів струмоприймачів міського електричного транспорту є доволі старою і залишається не вирішеною з кількох причин.

По-перше: у кожному місті є свої особливості пролягання маршрутів - їх протяжність; наявність кривих ділянок; крутизна і довжина затяжних спусків і підйомів; пролягання вздовж відкритих водойм, або у заглибленій місцевості; відкрита чи затінена ділянка, тощо.

По-друге: особливості улаштування контактної мережі на різних маршрутах; різна кількість спеціальних частин контактної мережі; стан контактного дроту; кількість місць стикування контактного дроту; наявність повітряних стрілок і перетинів з трамвайною мережею; віддаленість від тягової підстанції найбільш навантажених ділянок.

По-третє: експлуатація на окремих ділянках і маршрутах тролейбусів різних моделей з різними струмовими характеристиками та схемами керування.

По-четверте: використання контактних вставок на струмоприймачах з різних контактних матеріалів.

По-п'яте: людський фактор, зокрема навик, досвід і відповідальність ремонтного персоналу, а особливо - водіїв тролейбусів.

По-шосте: погодні умови, зокрема дощ, сніг, мороз, ожеледь, спека.

Але, найбільш впливовим на параметри надійності роботи контактної пари "вставка струмоприймача - контактний дріт" залишається матеріал елементів, що контактують.

Головною функцією контактних вставок тролейбусних струмоприймачів є забезпечення надійного ковзного контакту між електричною схемою тролейбуса і контактною мережею.

Окрім цього, головка штанги струмоприймача повинна забезпечувати маневреність тролейбуса; дозволяти йому рухатися як на прямих так і в кривих ділянках великого і малого радіусів; допускати однакове переміщення тролейбуса як вперед, так і назад; не підтримувати горіння можливої електричної дуги, та забезпечувати необхідну ударну стійкість при пересіченні спеціальних частин контактної мережі.

Експлуатація міського електричного транспорту вимагає підвищеної уваги водіїв, зокрема тролейбусів, не тільки під час руху за дорожньою ситуацією, що забезпечує у місті безпечний трафік транспортних засобів але й великої уваги за станом контактних елементів (вставок) струмоприймачів, оскільки від цього залежить безперебійний контакт між контактною мережею та електричними колами тролейбуса.

Одним з найважливіших питань в цьому є забезпечення надійного знімання та передачі тягових струмів. Водій на свій розсуд повинен розрахувати ресурс вугільних вставок таким чином, щоб їх вистачило на рейс, на зміну, чи принаймні до кінцевої зупинки, де є можливість виконати безпечну і якомога швидку заміну, щоб дотриматися графіку руху.

При великій ожеледі на контактних дротах іноді виникає ситуація, яка не дозволяє "розплавити" лід у зоні контакту, що призводить до "примержання" штанг. Особливо це відбувається в місцях, де постійно збільшена вологість повітря, а кількість тролейбусів, які б тяговими струмами "розтопили" ожеледь мінімальна.

На надійність роботи контактних вставок в основному впливають чинники, які викликають пошкодження і руйнування їх поверхонь тертя. При підвищеній вологості їхні змащуючі властивості знижуються, що призводить до утворення задирів на поверхні контактної дроти і вставок, а, як наслідок, до інтенсивного механічного та електричного зношування контактної пари. При ожеледі на поверхні контактів, або намерзанні мокрого снігу, утворюється електрична дуга, а з цим тісно пов'язане ерозійне пошкодження і зношення як контактної вставки, так і контактної дроти.

**Постановка проблеми.** На даний час тролейбусні депо України, і зокрема у Львові, використовують в якості електричних ковзних контактів вуглецеві (вугільні) вставки з коксу, або графіту (рис. 1).



Рис. 1. Вугільні контактні вставки



Рис. 2. Металокерамічні вставки (зимові) МКВ-3

У деяких країнах частково використовують металокерамічні вставки (рис. 2), але масового застосування вони не отримали через відносно високу вартість при незначних ресурсах роботи.

Виробники вставок вдаються до усіляких хитрощів і конструктивних рішень за для боротьби з ожеледицею на контактному дроті, включаючи ви-

готовлення вставок з чавуну, щоб навмисне нагрівати зону контакту, або до примітивного надрізування робочої частини контактної вставки для здирання ожеледі механічним способом (рис. 3).

Деякі водії, щоб мати стратегічний запас, особливо для несприятливих погодних умов "виходять з положення" наплавляючи зношені металеві вставки, не думаючи про наслідки використання такого ноу-хау (рис. 4).



Рис. 3. Чавунні контактні вставки



а



б

Рис. 4. Металеві контактні вставки: а – нові; б – після наплавлення електродом

Основним недоліком усіх згаданих контактних вставок є великий знос контактної дроти, а також суттєвий знос самих вставок.

Вагомим недоліком усіх перерахованих контактних вставок, згідно з вимогами Директив Євросоюзу, які ставляться на пріоритетні позиції, є забруд-



нення навколишнього середовища, зокрема і важкими металами. При цьому, хімічний склад і структура даних вставок не дозволяють суттєво покращити експлуатаційні характеристики порівняно з міднографітовими вставками, які колись використовували у великих містах з інтенсивним дорожнім трафіком.

**Мета статті.** Аналіз існуючих контактних вставок для струмоприймачів міського електричного транспорту, виявлення основних конструктивних, технологічних та експлуатаційних недоліків відомих контактних вставок та розробка ресурсозберігаючої технології експлуатації контактних вставок струмоприймачів тролейбусів з урахуванням їх взаємодії з контактним дротом.

**Викладення основного матеріалу.** На даний час на міському електричному транспорті, як і на більшості видах електрорухомого складу залізничного та промислового транспорту використовують контактні накладки (вставки) двох типів: вуглецеві (вугільні) - на основі коксу, або графіту, та металеві, які можна поділити на мідні, мідно-графітові та металокерамічні.

Проте, жодна відома контактна вставка не забезпечує в повній мірі надійність роботи струмоприймача.

Технічна задача, що вирішується нашою розробкою композиції для вставки штангових струмоприймачів міського електричного транспорту, є створення контактного матеріалу струмоз'ємного елемента, який без використання зовнішнього мастила забезпечить зменшення зносу контактного проводу і самого струмоз'ємного елемента за рахунок зменшення коефіцієнту тертя при збереженні достатніх для експлуатації механічних і електрофізичних властивостей [1].

Прикладом реалізації даної моделі є контактні елементи на бронзовій основі БрЗГ струмоприймача електрорухомого складу з підвищеною зносостійкістю пари контактного дроту і струмоз'ємного елемента [2].

На даний час авторами розробки проведені дослідження покращеної композиції для контактних пластин струмоприймачів електрорухомого складу постійного струму (масова частка вуглецю в політурі перевищує 35%), що дозволить зменшити знос контактного проводу, з підвищенням ресурсу самої пластини [3, 4].

Використовуючи патенти № 90838 та № 93116, на основі аналізу проведених раніше випробувань контактного матеріалу БрЗГ, що добре себе зарекомендував на електровозах та електропоїздах залізничного транспорту, за ініціативою начальника тролейбусного депо №3 ЛКП "Львівелектротранс" визначено перспективи використання нового матеріалу БрЗГ-Тр в якості контактних вставок для струмоприймачів тролейбусів.

Розробникам поставлені задачі щодо виготовлення і випробування в умовах депо та в реальній експлуатації контактних вставок струмоприймачів тролейбусів БрЗГ-Тр.

Усі дослідження базувалися на використанні теоретичних моделей, прогнозувалися на математично-аналогових моделях, а результати експлуатаційних випробувань (як моделі в натуральну величину) оброблялися з використанням методів математичної статистики [5-8].

Було розроблено шість варіантів контактних вставок, найкращими з яких стали БрЗГ-5Тр (рис. 5) і БрЗГ-6Тр (рис. 6).

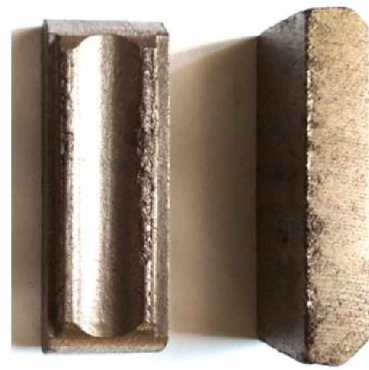


Рис. 5. Контактні вставки БрЗГ-5Тр



Рис. 6. Контактні вставки БрЗГ-6Тр

У лютому 2018 року випробувані контактні вставки БрЗГ-4Тр (висота робочої зони 6 мм) на тривісному зчленованому тролейбусі "Škoda 15TrM" № 602 в умовах депо і на маршруті №3.

Погодні умови випробувань складні - іній, мороз  $-16^{\circ}\text{C}$ , великий шар ожеледі на контактному дроті. Пробіг контактних вставок БрЗГ-4Тр склав 4 доби і 443,65 км. Знос вставок 1,9...2,1 мм.

Основним зауваженням було: недостатня висота вставок 6 мм у робочій зоні, що призводить до швидкого зносу. Комісія запропонувала розробити контактні вставки БрЗГ відповідно до висоти вугільних вставок і провести випробування контактних вставок на тролейбусах різних моделей на усіх маршрутах.

З 26.02.2018 р. по 01.03.2018 р. , проведено випробування контактних вставок струмоприймачів електротранспорту марки БрЗГ-5уТр (висота робочої зони 14 мм), на тривісному зчленованому тролейбусі "Škoda 15TrM" № 602 в умовах депо та на маршрутах №3 і 5. Погодні умови випробувань складні - іній, мороз  $-15...-20^{\circ}\text{C}$ , великий шар ожеледі на контактному дроті. Пробіг дослідних конта-

кних вставок БрЗГ-5уТр № 5у-1, 5у-2 становив 4 доби і 660 км. Знос вставок 1,9...2,2 мм.

При цьому 27.02.2018 р. на тролейбусі "Škoda 15TrM" № 598, який працював на тому ж маршруті, заміна вугільних вставок 2УГА виконувалася двічі на круг. За зміну (12 кругів) замінено 48 вставок. Проте, за зміну 28.02.2018 р. (10 кругів) було замінено 13 вставок марки 2УГА.

Для випробувань у найважчих умовах - сильна ожеледь та підвищена вологість, контактні вставки БрЗГ-5уТр було переставлено на модернізований тролейбус "Škoda 14Tr" № 512 і випробувано на маршруті № 11 протягом двох діб при температурі -23...-25°C. Знос вставок становив 0,35...0,4 мм.

При цьому 02.03.2018 р. на тролейбусі "Škoda 14Tr" № 555, який працював на тому ж 11 маршруті, заміна вугільних вставок 2УГА виконувалася 8 разів. За зміну (8 кругів) було замінено 16 вставок. А 03.03.2018 р. (8 кругів) замінено 10 вставок 2УГА.

Далі тролейбус "Škoda 14Tr" № 512 експлуатувався на маршрутах № 3, 5, 11, 12, 13, 24. Погодні умови випробувань складні - іній, різкі перепади температур, мороз з великим шаром ожеледі на контактному дроті, дощі, велика вологість, різке потепління з випаровуванням. Загальний пробіг дослідних контактних вставок БрЗГ-5уТр станом на 19.03.2018 становив 20 діб і 3104 км. Знос вставок становив 7,8...9,8 мм.

З 01.03.2018 р. до 18.03.2018 р. проведено випробування контактних вставок струмоприймачів електротранспорту марки БрЗГ-6зТр № 6-1, 6-2 (висота робочої зони 14 мм), на тривісному зчленованому тролейбусі "Škoda 15TrM" № 602 в умовах депо та на маршруті №3. Погодні умови випробувань складні - іній, різкі перепади температур, мороз з великим шаром ожеледі на контактному дроті, дощі, велика вологість, різке потепління з випаровуванням. Пробіг контактних вставок БрЗГ-6зТр становив 18 діб і 2938 км. Знос вставок становив 3,8...4,0 мм.

Комісія визнала доцільним впровадження контактних вставок марок БрЗГ-5уТр і БрЗГ-6зТр в експлуатацію у тролейбусному депо ЛКП "Львівелектротранс".

Основними перевагами контактних вставок марок БрЗГ-5уТр і БрЗГ-6зТр було визнано змащення контактного дроту, утворення на ньому і на контактній вставці захисної струмопровідної політури, що запобігає окисленню контактних поверхонь.

Рекомендовано випробування контактних вставок БрЗГ-5уТр і БрЗГ-6зТр на тролейбусах "Електрон Т19101" на окремому маршруті №9.

17.05.18 року контактними вставками БрЗГ-5Тр були облаштовані головки струмоприймачів на тролейбусах "Електрон Т19101, Т19102" - №№ 115, 117, 121, 123. На тролейбусі "Електрон Т19102" № 119 продовжено випробування дослідних контактних вставок БрЗГ-6зТр № 6-1, 6-2.

Експериментально доведено можливість роботоспридатності вставок БрЗГ-Тр до 4 мм з ресурсом 11000 км. при дотриманні вимог експлуатації, відповідно до ТУ.

Поточні розрахунки зносу вставок виконувалися щоденно після візуальної оцінки стану і проведення замірів. Комісійний огляд і заміри зносу проводилися щотижнево в депо.

Особливими погодними умовами за час експлуатації були швальні дощі і спека.

На 09.07.2018 року результати експлуатації були задовільними. Вставки №№ 5-3, 5-4, 5-5, 5-6, 5-7, 5-8, 6-1, 6-2 були зняті і передані для оцінки роботи в управління ЛКП "Львівелектротранс". Вставки №№ 5-1, 5-2 експлуатувалися до 23.07.18 р.

Результати випробувань зведені у таблицю 1.

Таблиця 1

Результати випробувань дослідних контактних вставок БрЗГ-Тр

№ вставки	марка	Початок роботи	Кінець роботи	№ тр-са	Початкова висота, мм
4-1	4Тр	16.02.18	19.02.18	602	6
4-2	4Тр	16.02.18	19.02.18	602	6
5у-1	5уТр	26.02.18	19.03.18	602, 512	14
5у-2	5уТр	26.02.18	19.03.18	602, 512	14
6-1	6зТр	01.03.18	09.07.18	602, 119	14
6-2	6зТр	01.03.18	09.07.18	602, 119	14
5-1	5Тр	17.05.18	23.07.18	121	14
5-2	5Тр	17.05.18	23.07.18	121	14
5-3	5Тр	17.05.18	09.07.18	115	14
5-4	5Тр	17.05.18	09.07.18	115	14
5-5	5Тр	17.05.18	09.07.18	117	14
5-6	5Тр	17.05.18	09.07.18	117	14
5-7	5Тр	17.05.18	09.07.18	123	14
5-8	5Тр	17.05.18	09.07.18	123	14
№ вставки	Поточна висота, мм	Знос, мм	Пробіг вставки, км	Робота вставки, доба	Особливо складні умови роботи
4-1	4,1	1,9	443,6	4	Іній, ожеледь
4-2	3,9	2,1	443,6	4	Іній, ожеледь
5у-1	6,2	7,8	3104	20	Ожеледь, дощ
5у-2	4,2	9,8	3104	20	Ожеледь, дощ
6-1	4,8	9,2	11391	71+	Ожеледь, дощ
6-2	4,3	9,7	11391	71+	Ожеледь, дощ
5-1	8,5	5,5	8375	67+	Дощ, спека
5-2	8,9	5,1	8375	67+	Дощ, спека
5-3	10,5	3,5	8247	53+	Дощ, спека
5-4	10,0	4,0	8247	53+	Дощ, спека
5-5	10,5	3,5	7729	53+	Дощ, спека
5-6	9,5	4,5	7729	53+	Дощ, спека
5-7	9,1	4,9	9947	53+	Дощ, спека
5-8	8,2	5,8	9947	53+	Дощ, спека

Примітка: "+" - на момент огляду вставки продовжують працювати

Комісія в умовах тролейбусного депо №3 ЛКП "Львівелектротранс" за результатами випробувань контактних вставок БрЗГ-Тр зробила такі висновки:

- вставки БрЗГ-Тр не мають оплавлення країв і не переносять метал з контактного дроту на вставки;
- вставки БрЗГ-Тр змащують контактний дріт, утворюють на ньому захисну струмопровідну політуру, що запобігає окисленню вставки і дроту;
- завдяки рівномірному зносу самої контактної вставки БрЗГ-Тр, внутрішні грані щічок головки струмоприймача не стираються, що не вимагає частоті заміни щічок;
- вставки БрЗГ-Тр мають значно більший ресурс роботи порівняно з вугільними, а також відомими аналогами мідно-графітових вставок;
- вставки БрЗГ-Тр придатні до експлуатації у зимовий період;
- за період дослідної експлуатації нарікань зі сторони працівників служби електропостачання до дослідних вставок БрЗГ-Тр не зафіксовано.

- оцінка водіїв щодо роботи контактних вставок БрЗГ-Тр - відмінно;

- використання вставок БрЗГ-Тр зменшує час простою тролейбуса для вимушеної заміни вставок, зокрема на проїжджій частині, що зменшує ймовірність аварійних ситуацій, нещасних випадків, а також зменшення кількості захворювань водіїв завдяки відсутності необхідності виходу з кабіни, особливо за несприятливих погодних умов;
- при систематичному розвертанні головок струмоприймача на 180 градусів хоча б раз на день, знос контактної поверхні вставок стає рівномірним, а інтенсивність зносу значно зменшується.

Середній пробіг контактних вставок БрЗГ-5Тр улітку 2018 року становив 42 доби і 5660 км. Проте, зустрічалися випадки заміни вставок з пробігом 1350...1600 км та одностороннім зносом вставок через ігнорування вимог експлуатації про розвертання головки струмоприймача.

Основною причиною нерівномірного швидкого зносу контактних вставок БрЗГ-Тр, як і вугільних 2УГА є відсутність належного контролю водіїв за роботою струмоприймачів.

Основною причиною різного зносу вставок лівої та правої штанги є значна різниця натиску штанг на контактний дріт, а іноді і перевищення допустимих значень.

Середній пробіг контактних вставок БрЗГ-5Тр у вересні-жовтні 2018 року становив 27...35 діб і 4236...5270 км. Основною причиною інтенсивності зношення залишився нерівномірний знос правої і лівої вставки, а також односторонній знос. Підвищення інтенсивності зносу спостерігалось під час тривалих дощів у жовтні.

У листопаді-грудні 2018 року передано 400 од. зимових контактних вставок БрЗГ-6зТр. Пробіг вставок БрЗГ-6зТр у листопаді-грудні 2018 року становив 25...37 діб і 3854...5099 км. Основною причиною різкого зносу стало значне обмерзання контактного дроту, а також односторонній знос.

Для постійного контролю 04.01.19 року встановлено 40 контактних вставок БрЗГ-6зТр на тролейбуси різних марок на різні маршрути.

Усього протягом 2018-2019 років в умовах тролейбусного депо №3 ЛКП "Львівелектротранс" було використано 1038 вставок контактних БрЗГ-Тр.

Пробіг вставок БрЗГ-Тр на тролейбусах різних моделей відрізнявся в залежності від роботи на різних маршрутах та погодних умов і становив 21...45 діб, або 2550...7819 км.

Середня витрата вставок БрЗГ-Тр у 2018-2019 р.р. становила 5,17.. 6,26 комплектів на рік.

Використання вугільних вставок 2УГА у той же період в становило 1,23...5,7 вставок/день на тролейбус, залежно від погодних умов і маршруту.

Результати вибіркової перевірки серійної експлуатації контактних вставок БрЗГ-6Тр наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

**Результати вибіркової перевірки серійної експлуатації контактних вставок БрЗГ-6Тр**

№ вставки	марка	Початок роботи	Кінець роботи	№ тролейбуса	Поточна висота, мм	Знос, мм	Пробіг вставок, км	Робота вставки, доба	Особливо складні умови роботи
918-919	6зТр	04.02.19	11.03.19	115	11-5	3-9	5034	35	Іній, ожеледь
807-808	6зТр	04.01.19	12.03.19	117	10-8	4-6	3651	18+	Іній, ожеледь
861-870	6зТр	11.02.19	12.03.19	119	7-6	7-8	5621	30+	Іній, ожеледь
916-917	6зТр	30.01.19	28.02.18	120	9-7	5-7	4987	29+	Іній, ожеледь
845-846	6зТр	06.02.19	12.03.19	121	7-6	7-8	5489	35+	Іній, ожеледь
819-820	6зТр	18.01.19	27.02.19	123	7-8	7-6	5748	41	Іній, ожеледь

Примітка: "+" - вставки продовжують працювати

**Висновок.** У роботі проаналізовано конструктивні та експлуатаційні особливості контактних вставок струмоприймачів міського електричного транспорту, зокрема тролейбусів.

З урахуванням специфіки взаємодії контактних вставок струмоприймача та контактного дроту, вмісту просочувального матеріалу, а також умов експлуатації залежно від струмових навантажень та умов навколишнього середовища, розроблено про-

позиції щодо використання в якості контактних вставок нового перспективного матеріалу БрЗГ-Тр.

Результати досліджень можуть в подальшому бути реалізовані в ЛКП «Львівелектротранс» та у навчальному процесі ДНУЗТ.

### Л і т е р а т у р а

1. ТУ У 31.6 - 2237310075 001:2018 Вставка контактна БрЗГ для струмоприймачів електротранспорту. Технічні умови.
2. Баб'як М.О. Ресурсозберігаюча технологія експлуатації накладок струмоприймачів з урахуванням їх взаємодії з контактним дротом // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2018. – № 2 (243). – С. 32–37.
3. Babyak M., Horobets V., Sychenko V., Horobets Y. Comparative tests of contact elements at current collectors in order to comprehensively assess their operational performance. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.-Kharkov: Vol 6, No12 (96) (2018), p.13-21
4. Баб'як М.О., Горобець В.Л., Артемчук В.В. Дослідження фізико-механічних властивостей накладок пантографів, що застосовуються в якості струмоємних елементів електрорухомого складу // Электрические контакты и электроды. Серия: Композиционные, слоистые и градиентные материалы и покрытия : зб. наук. пр. — Київ, 2016. — С.89-100.
5. Горобець В.Л., Баб'як М.О., Ярмач А.Я., Бондарев О.М. Методологія комплексної оцінки експлуатаційних якостей накладок струмоприймачів електрорухомого складу. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2015. – № 1 (218). – С. 297–302.
6. Myamlin, S., Dailidka, S., & Neduzha, L. (2012). Mathematical Modeling of a Cargo Locomotive. Proceedings of 16th international conference Transport Means, 310-312.
7. Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., & Kyryl'chuk, O. (2017). Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars. Transport Means: Proc. of 21st Intern. Scientific Conf., 973-976.
8. Klimenko, I., Černiauskaite, L., Neduzha, L. & Ochkasov, O. (2018). Mathematical Simulation of Spatial Oscillations of the «Underframe-Track» System Interaction. Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems – ITELMS'2018: Proc. of 12th Intern. Conf., 105-114.

### R e f e r e n c e s

1. TU U 31.6 - 2237310075 001:2018 Vstavka kontaktna BrZH dlya strumoprzymachiv elektrotransportu. Tekhnichni umovy. TST-0188.
2. Bab'yak M.O. Resursozberihayucha tekhnolohiya ekspluatatsiyi nakladok strumoprzymachiv z urakhuvannyam yikh vzayemodiyi z kontaktnym drotom // Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu imeni Volodymyra Dalya. – 2018. – № 2 (243). – S. 32–37.
3. Babyak M., Horobets V., Sychenko V., Horobets Y. Comparative tests of contact elements at current collectors in order to comprehensively assess their operational performance. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.-Kharkov: Vol 6, No12 (96) (2018), p.13-21.
4. Bab'yak M.O., Horobets' V.L., Artemchuk V.V. Doslidzhennya fizyko-mekhanichnykh vlastyvoytey nakladok pantohrafiv, shcho zastosoveryut'sya v yakosti

strumoz'yemnykh elementiv elektrorukhomoho skladu // Elektricheskiye kontakty y elektrody. Seryya: Kompozytsyonnye, sloystye y hradyentnye materyaly y pokrytyya : zb. nauk. pr. — Kyiv, 2016. — S.89-100.

5. Horobets' V.L., Bab'yak M.O., Yarmak A.YA., Bondaryev O.M. Metodolohiya kompleksnoyi administratyvnoyi diyal'nosti. // Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu imeni Volodymyra Dalya. – 2015. – № 1 (218). – s. 297–302.
6. Myamlin, S., Dailidka, S., & Neduzha, L. (2012). Matematychnye modelyuvannya vantazhnoho lokomotyva. Materialy 16-yi mizhnarodnoyi konferentsiyi "Transportni zasoby", 310-312.
7. Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., & Kyryl'chuk, O. (2017). Matematychnye modelyuvannya dynamichnoho zavantazhennya pidshypnykiv kaset dlya vantazhnykh vahoniv. Transportni zasoby: Navch. 21-ho Stazhera. Scientific Conf., 973-976.
8. Klymenko I., Chernyauskayte, L., Neduzha L., Ochkasov O.O. (2018). Matematychnye modelyuvannya prostorovykh kolyvan' systemy vzayemodiyi «pidramnyk-dorizhka». Intelektual'ni tekhnolohiyi v systemakh lohistyky ta mekhatroniky - ITELMS'2018: Proc. 12-ho stazhera. Conf., 105-114.

### Баб'як М.О. Експлуатація ресурсозберігаючих контактних елементів міського електричного транспорту.

*У статті розглянуто результати експлуатації на струмоприймачах міського електричного транспорту контактних вставок БрЗГ-Тр з нового перспективного матеріалу на основі бронзи, який дозволяє підвищити ресурс експлуатації як самих вставок, так і контактного дроту. Особливістю взаємодії нових вставок струмоприймачів тролейбуса і контактного дроту полягає в покращеному постійному змащенні зони контакту і утворення струмопровідної політури на контактуючих поверхнях. Розроблені рекомендації щодо підвищення експлуатаційних характеристик та надійності контактних вставок струмоприймачів тролейбусів в умовах депо, які ремонтують і експлуатують рухомий склад різних серій.*

**Ключові слова:** експлуатація, струмоприймач, контакт, вставка, зношення, дріт, ресурс

### Babyak M. Operation of resource-saving contact elements of urban electric transport.

*In the article the results of operation on the current collectors of urban electric transport of contact inserts BrZG-Tr from a new promising material on the basis of bronze, which allows to increase the lifetime of both inserts and contact wire. The peculiarity of the interaction of the new inserts of current receivers of the trolleybus and the contact wire is the improved permanent contact zone lubrication and the formation of conductive polyurethane on the contact surfaces. Recommendations for increasing the operational characteristics and reliability of trolley bus current inserts have been developed in the depot conditions, which repair and operate the rolling stock of different series.*

**Keywords:** operation, current collector, contact, insert, wear, wire, resource

**Баб'як М.О.** – к.т.н., доц., Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (Львівська філія).

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Горбунов М.І.**