

УДК 629.(431+432).001.76

*Ю.В. Єжов, А.А. Швець*

**МОЖЛИВІСТЬ ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАГОНІВ  
МЕТРО ЗА РАХУНОК ЇХ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА  
ПРИДБАННЮ НОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

*Розглядається питання модернізації вагонів метро 60-80-х років побудови для збереження експлуатаційного парку поїздів метрополітенів без придбання нового рухомого складу у сьогоденних складних економічних умовах.*

Всередині 90-х років минулого століття темпи постачання вагонів в метрополітені Росії та країн СНД суттєво зменшились з причини браку коштів на придбання нового рухомого складу. Адміністрації метрополітенів Москви та Санкт-Петербурга були змушені шукати вихід з даної ситуації та вибрали досить розповсюджений у Західній Європі шлях – модернізацію наявних вагонів метро з продовженням терміну їх експлуатації.

У 2001-2003 роки вагонобудівний завод ім. Єгорова (ЗАТ "ВАГОНМАШ", м. Санкт-Петербург) провів модернізацію 5-ти поїздів з вагонів серії Е (типу Ем, Ема і Емх), побудованих у кінці 60-х років минулого століття. Модернізовані вагони отримали позначення Ем-501М (проміжні) та Ема-502М (головні).

На початку робіт на вагонах було демонтовано все електро- та пневмообладнання. Елементи несучих металоконструкцій рам і кузовів були ретельно обстежені, виявлені пошкодження механічного та корозійного характеру відремонтовані. В проміжних вагонах ліквідовані кабіни машиністів, що дозволило збільшити пасажиромісткість вагонів. Стіни пасажирських салонів були облицьовані важкогорючим пластиком, стеля – металопластом. Були також встановлені нові світильники, квартирки вікон відкидного типу, механізми дверей та самі двері, відремонтовані вікна, замінений лінолеум на підлозі, повністю замінені гумові елементи, з'єднувальні рукава, електричні проводи, акумуляторні ящики. Проведений ремонт елементів електрообладнання та ін.

За результатами модернізації термін служби вагонів був збільшений з 31 року до 50 років. Витрати на проведення зазначеної модернізації виявилися втричі меншими, ніж витрати на придбання нових вагонів. Всього за період з 2001 року по 2003 р. було модернізовано 30 вагонів.

У 2001-2002 роки на московському заводі з ремонту електрорухомого складу (ЗАО «ЗРЭПС») була освоєна модернізація вагонів метро типу Еж3 і Ем-508Т, яка включала ліквідацію кабіни машиніста на проміжних вагонів, що дозволило:

- на 5-7 % збільшити пасажиромісткість вагонів;
- замінити на нову схему управління вагонів в поїзді;
- підвищити надійність роботи тягових двигунів ДК-116 в 1,5-2 рази;
- впровадити перетворювачі нового покоління на IGBT-транзисторах;
- перенести високовольтні апарати із кабіни машиніста на раму кузова;

© Ю.В. Єжов, А.А. Швець, 2014

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

- встановити новий пульт управління;
- встановити пластикові сидіння з м'якими вставками;
- замінити пластикове облицювання пасажирських салонів, кабіни машиніста та ін.

Вартість робіт з модернізації одного вагона склала приблизно 60 % від вартості нових вагонів типів 81-717.5М/714.5М. При цьому термін служби модернізованих вагонів був продовжений на 15 років. Протягом 2002-2004 років на ЗАО «ЗРЭПС» було модернізовано 43 вагона типу Еж3 та 97 вагонів типу Ем-508Т.

На початку 2011 року питання про можливість модернізації вагонів метро серії Е та його модифікацій з метою продовження терміну їх експлуатації КП „Київський метрополітен” поставило перед ДП „УкрНДІВ”.

У складі поїздів КП «Київський метрополітен» експлуатуються більше 200 таких вагонів побудови Ленінградського вагонобудівного заводу та Митіщинського машинобудівного заводу. Вагони вказаних типів були побудовані у 70-80-х роках минулого століття згідно з вимогами ГОСТ 18226-72 „Вагоны метрополитена. Основные параметры и технические требования” і тому призначений термін експлуатації таких вагонів або вичерпаний, або до нього наближається. При цьому досвід експлуатації вагонів типу Е протягом 31 - 47 років свідчить про відсутність тріщин в елементах металоконструкцій їх кузовів.

Це дало підставу очікувати, що металоконструкції кузовів таких вагонів навіть після 47 років експлуатації мають залишковий ресурс, від величини якого залежить можливість продовження вагонам терміну експлуатації.

Для визначення можливості подальшої експлуатації таких вагонів та величини залишкового їх ресурсу у 2011 році за замовленням КП „Київський метрополітен” ДП „УкрНДІВ” були проведені відповідні науково-експериментальні дослідження в чотири етапи.

На першому етапі досліджень був розроблений, погоджений та затверджений у встановленому порядку документ „Методика технічного діагностування вагонів метрополітену, що виступили призначений термін, з метою його продовження” (далі – „Методика...”), у якому наведені порядок обстеження технічного стану металоконструкції кузова кожного вагона, що піддається діагностуванню, з використанням методів та засобів неруйнівного контролю, а також методика проведення контрольних випробувань зразка вагона метрополітену.

На другому етапі з використанням розробленої „Методики...” було проведено обстеження технічного стану металоконструкцій кузовів 20-ти вагонів, у т.ч. 19-ти вагонів серії Е та її модифікацій. Під час обстеження кузовів вагонів для кожного кузова визначалися зони механічних пошкоджень та деформацій основних несучих елементів, їх характер та геометричні параметри. Також визначався ступінь корозійного пошкодження кожного несучого елемента кузова.

На третьому етапі проводились випробування зразка вагона серії Е 1964 року побудови з метою визначення залишкового ресурсу кузовів вагонів зазначеної серії або її модифікацій. Випробування проводились згідно з положеннями „Методики...”.

На четвертому етапі результати проведених досліджень оброблялись та аналізувались відповідно до положень „Методики...”, визначався фактичний залишковий ресурс для кузова кожного вагона, що підлягав обстеженню. За результатами

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

аналізу результатів досліджень було оформлено технічне рішення щодо можливості подальшої експлуатації 20-ти обстежених вагонів, у якому для кожного вагона був встановлений новий термін служби.

За результатами проведених досліджень було встановлено наступне:

1 Вагони метрополітену серії Е або її модифікації після 31-47 років експлуатації на коліях КП „Київський метрополітен” мають незначні пошкодження механічного характеру, які носять випадковий характер, будь-які закономірності в їх появі не виявлено.

2 Пошкодження корозійного характеру елементів металоконструкцій кузовів вагонів серії Е після 46-47 років експлуатації, вагона серії Еж після 41 року експлуатації не перевищують (10 -12) %, а вагонів серії Ема (мод. 81-502) після 31 року експлуатації не перевищують 10 % відносно номінальних товщин. Наведені максимальні значення корозійних пошкоджень стосуються в основному елементів обшивки бокових та кінцевих стін. Решта несучих елементів металоконструкції кузовів (балка хребтова, балка шворнева, поздовжні та поперечні балки, стійки бокових стін, кінцеві частини рам, підвіконний пояс, обшивка даху) в основному має корозійні пошкодження до 8 % від номінальних товщин.

3 Залишковий ресурс металоконструкції кузова вагона метрополітену серії Е 1964 року побудови, визначений за результатами випробувань, складає 20 років.

4 Отримані результати обстеження технічного стану кузовів вагонів та випробувань з визначення залишкового ресурсу металоконструкцій кузовів вагонів серії Е дозволяють зробити висновок, що міцність основних несучих елементів металоконструкцій кузовів усіх обстежених вагонів метрополітену на час проведення досліджень відповідала вимогам ГСТУ 3-017 [1].

5 Новий, призначений за результатами проведених досліджень, термін служби вагонів метрополітену серії Е після 46 – 47 років експлуатації, вагона типу Еж після 41 року експлуатації, вагонів серії Ема (мод. 81-502) після 31 року експлуатації складає 20 років. При цьому для вагонів серії Е новий призначений термін служби є остаточним. Вагони типів Еж, Ема після того, як новий призначений термін служби буде вичерпаний, можуть бути піддані повторному технічному діагностуванню з повторним призначенням нового терміну служби.

6 Всім вагонам, яким за результатами проведених досліджень термін служби продовжено на 20 років, не рідше ніж 1 раз на 5 років рекомендується проводити обстеження технічного стану з оформленням документу (висновку або акту), який підтверджує можливість експлуатації таких вагонів протягом наступного п'ятирічного терміну.

7 Визначені за результатами проведених досліджень залишкові ресурси та нові терміни служби стосуються лише вагонів, які експлуатуються в умовах КП „Київський метрополітен”, та не поширюються на вагони аналогічних серій та років побудови, що експлуатуються на коліях інших метрополітенів України.

За результатами досліджень був складений відповідний звіт [2].

Отримані результати досліджень стали підставою для прийняття Київською міською державною адміністрацією (КМДА) рішення про модернізацію 95-ти вагонів КП „Київський метрополітен”.

Для фінансування зазначеної модернізації КМДА був запропонований проєкт використання замість бюджетних коштів „зелених інвестицій”, які Україна отри-

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

мує за Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату. Проект отримав підтримку Кабміну України. Його реалізація дозволить відновити рухомий склад Святошинсько-Броварської лінії КП „Київський метрополітен”, який на 90 % складається з морально та фізично застарілих вагонів серій Е.

Тендер на виконання модернізації вагонів зазначених серій виграв ПАТ „Крюківський вагонобудівний завод” (ПАТ „КВБЗ”). Партнером ПАТ „КВБЗ” є японська компанія Itochu, яка з іншими японськими фірмами є постачальником тягового приводу та гальмівної системи. Ще у жовтні 2012 року ПАТ „КВБЗ” та Itochu підписали відповідний контракт.

Починаючи з квітня 2013 року ПАТ „КВБЗ” проводить роботи з комплексної модернізації (КМВ) вагонів серії Е та її модифікацій (Еж, Ем-501, Ем-502, 81-502) з впровадженням асинхронного тягового приводу. В результаті КМВ створюються моделі модернізованих вагонів:

- 81-7080 - безмоторний головний вагон;
- 81-7081 - моторний проміжний вагон;
- 81-7081 виконання 01 - моторний проміжний вагон з автоматичним комутатором змінної напруги.

Вагони після виконання КМВ призначені для перевезення пасажирів лініями метрополітенів колії 1520 мм на закритих ділянках лінії з можливістю експлуатації на діючих лініях метрополітену.

Поїзда формуються з п'яти вагонів: двох безмоторних головних моделі 81-7080, двох моторних проміжних моделі 81-7081 і одного моторного проміжного моделі 81-7081 виконання 01. При цьому допускається заміна головних безмоторних вагонів проміжними моторними вагонами одного типу. Головні вагони розташовуються у голові та хвості поїзда.

Основні параметри, розміри та технічні характеристики вагонів після виконання КМВ наведені в табл.

**Таблиця. Основні параметри, розміри та технічні характеристики вагонів після виконання КМВ**

Найменування параметрів, розмірність	Норма для моделі вагона	
	81-7080	81-7081, 81-7081 виконання 01
1	2	3
1 Маса тари, кг, не більше ніж	30000	32000
2 Питома матеріалоемність при максимальній пасажиромісткості із розрахунку 10 чол/м <sup>2</sup> , т/місць	0,096	0,099
3 Живлення електроенергією	від контакт. рейки постійним струмом	
4 Напруга на струмоприймачі (контактної мережі), В	750	
5 Напруга бортової мережі, В	80± 4	
6 Габарит рухомого складу	М	
7 Кількість місць для сидіння, од.	36	

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення табл.

1	2	3
8 Максимальне навантаження від колісної пари на рейки, кН (тс), не більше ніж	147 (15)	
9 Розрахункова маса пасажирів, кг	70	
10 Конструкційна швидкість, км/год	90	
11 Пасажиромісткість, не менше: - максимальна з розрахунку 8 чол/м <sup>2</sup> : - максимальна з розрахунку 10 чол/м <sup>2</sup> :	256 311	281 343
12 Комплект асинхронного тягового приводу	на базі IGBT-модулів контейнерного типу фірми «Mitsubishi Electric» (Японія)	
13 Асинхронні тягові електродвигуни MB-5149-A фірми «Mitsubishi Electric» (Японія), од.	-	4
14 Допоміжне джерело живлення	блок живлення CDA131 фірми «Fuji Electric» (Японія)	-
15 Система моніторингу поїзда	«MELCO» фірми Mitsubishi Electric» (Японія)	
16 Інтегральний показник плавності руху вагонів, не більше	3,25	
17 Максимально допустима швидкість, при включеній системі безпеки АЛС-АРШ, км/год	80	
18 Час розгону поїзда з максимальним навантаженням на горизонтальній ділянці колії: - до швидкості 30 км/год, с, не більше - до швидкості 60 км/год, с, не більше - до швидкості 80 км/год, с, не більше	12 26 40	

На даний час дослідний зразок 5-ти вагонного поїзда з модернізованих вагонів проходить випробування на коліях КП „Київський метрополітен”.

### **Висновок.**

Таким чином, комплексна модернізація наявного рухомого складу метрополітенів дозволяє створювати поїзда метро сучасного рівня за показниками енергозощереження, безпеки та комфорту, що у сьогоденні складних економічних умовах є реальною альтернативою придбання нового рухомого складу.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. ГСТУ 3-017-2001 Вагони метрополітенів. Методи та технічні норми для розрахунку і проектування механічної частини вагонів. – К.: Мінпромполітики, 2001. – 206 с.
2. Дослідження стану несучих металокопункцій кузовів вагонів метрополітену (серії Е та її модифікацій) з метою визначення їх залишкового ресурсу та продовження терміну експлуатації : Звіт про НДР (заключний) / ДП „УкрНДІВ”; кер. Донченко А.В.; вик. Єжов Ю.В., Швець А.А. [та ін.]. – Кременчук, 2011. – 145 с., - № ГР 0111u006307. – Інв. № 1267.