

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені
академіка В. Лазаряна**

Кафедра _____ Електрорухомий склад залізниць _____

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

_____ Г.К.Гетьман _____

" ____ " _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь _____ 14 Електрична інженерія _____

Спеціальність _____ 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" _____

Спеціалізація _____ Електричний транспорт _____

Тема _____ Дослідження результатів експлуатаційної роботи в КП "Дніпровський метрополітен" _____

Theme _____ A research on the results of the maintenance work in the Dnipropetrovskiy metropolitan utility _____

Керівник дипломної роботи _____ доцент _____ Михайленко Ю.В. _____

Нормоконтролер _____ доцент _____ Михайленко Ю.В. _____

Студент групи _____ ЕТ1926 _____ Чекмарьов А.М. _____

Student _____ Chekmarov Andrii _____

Дніпро 2020

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В.Лазаряна

Факультет «Управління енергетичними процесами»
Кафедра «Електрорухомий склад залізниць»
Спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ Г.К.Гетьман
(підпис)

" ____ " _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної магістерської роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

студента групи ЕТ1926 _____ Чекмарьова Андрія Миколайовича
(номер групи) (П. І. Б.)

1 Тема дипломної магістерської роботи Дослідження результатів експлуатаційної роботи в
КП " Дніпровський метрополітен".

затверджена наказом по університету від « 09 » 06 2020 р. № 200ст

2 Термін подання студентом закінченої роботи: « 14 » 12 2020 р.

3 Вихідні дані до дипломної магістерської роботи: тяговий рухомий склад – електропоїзди ме-
трополітену з вагонами серій 81-714, 81-717; статистичні дані про розподіл пасажиропотоків,
витрати електроенергії на тягу поїздів, експлуатаційні витрати.

4 Розділи дипломної магістерської роботи та терміни виконання.

Назва розділу дипломної магістерської роботи	Термін виконання	Обсяг розділу, %	Кількість демонстраційних листів
Вступ		3	
1. Аналіз інвентарного парку електропоїздів, дільниць і умов роботи.		17	2
2. Розподіл пасажиропотоків і графік обороту составів.		15	2
3. Розрахунок досягнутих показників експлуатації електропоїздів.		15	1
4. Оцінка ефективності використання моторвагонного рухомого складу.		10	1
5. Оцінка можливості покращення результатів експлуатації з введенням другої черги метрополітену.		20	1-2
6. Порівняльний аналіз результатів експлуатаційної роботи метрополітенів України.		15	1-2
7. Пропозиції щодо підвищення ефективності використання моторвагонного рухомого складу метрополітену.		5	-

5 Інформаційні джерела.

- 1) Правила технічної експлуатації метрополітенів України.
- 2) № ЦС\ЦТ – 0010. Інструкція щодо обліку наявності, стану й використання локомотивів та моторвагонного рухомого складу.
- 3) Э. М. Добровольская. Электropоезда метрополитена. М.: ИРПО: Изд. Центр "Академия", 2003.- 320 с.
- 4) Э.А Сементовский (ред.). Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава метрополитенов. М.: "Транспорт", 1987.- 335 с.

Дата видачі завдання: « 09 » 06 2020 р.

Керівник дипломної магістерської роботи: _____ Михайленко Ю.В.
(підпис) (П. І. Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ Чекмарьов А.М.
(підпис) (П. І. Б.)

АНОТАЦІЯ

Робота містить розрахунково-пояснювальну записку, виконану на 70 сторінках яка включає 13 таблиць, 5 рисунків, 7 графіків та 1 додаток

В дипломній магістерській роботі розглянемо питання комунального підприємства «Дніпровський метрополітен».

У роботі проведені аналіз і розрахунок експлуатаційної роботи на підприємстві.

Проведена оцінка ефективності використання рухомого складу та пропозицію щодо її підвищення.

Розглянуті особливості Дніпровського метрополітену та порівняння його з іншими метрополітенами України.

Ключові слова: метрополітени України, вагони серії 81-717/714, результати експлуатації, графік руху поїздів, графік обороту составів, чисельність парку, штат машиністів, штат ремонтного персоналу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ІНВЕНТАРНОГО ПАРКУ ВАГОНІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ І СИСТЕМИ ЇХ УТРИМАННЯ.....	9
1.1 Інвентарний парк вагонів електропоїздів.....	9
1.2 Система утримання вагонів електропоїздів.	12
2 РОЗПОДІЛ ПАСАЖИРОПОТОКІВ І ГРАФІК ОБОРОТУ СОСТАВІВ 22	
2.1 Дослідження пасажиропотоків.	22
2.2 Графік руху поїздів.	24
2.3 Розрахунок показників графіка руху поїздів (робочий день).....	28
3 Розрахунок досягнутих показників експлуатації електропоїздів	32
3.1 Розрахунок штату машиністів електропоїздів	32
3.2 Розрахунок кількості ремонтного персоналу цеху ремонту служби рухомого складу метрополітену.	34
3.2.1 Розрахунок річного пробігу вагонів:.....	34
3.2.2 Розрахунок програми ремонтів.....	34
3.2.3 Розрахунок кількості ремонтного персоналу на всі види ремонтів.....	35
3.3 Кількість робітників бригади ПТО:	35
4 Оцінка ефективності використання моторвагонного рухомого складу	37

					<i>Розрахунково-пояснювальна записка</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чекмарьов А.М.				Лім.	Арк.
Перевір.		Михайленко Ю.В.					Акрушів
Реценз.							5
Н. Контр.		Михайленко Ю.В.				ДНУЗТ гр. ЕТ1926	
Затверд.		Гетьман Г.К.					
							70

4.1	Резервний парк експлуатації вагонів метрополітену.	40
4.2	Річний обсяг ремонту вагонів	41
5	Оцінка можливості покращення результатів експлуатації з введенням другої черги метрополітену.....	43
6	Порівняльний аналіз результатів експлуатаційної роботи метрополітенів України	51
6.1	Метрополітени України.....	51
6.2	Порівняльний аналіз інтенсивності розвитку метрополітенів на території України	54
6.2.1	Рухомий склад київського метрополітену.....	54
6.2.2	Вагони типу Д.....	55
6.2.3	Вагони типу Є та їх модифікації	55
6.2.4	Вагони типу 81-717/714.....	56
6.2.5	Поїзд "Славутич"	56
6.2.6	Вагони виробництва КВБЗ.....	56
6.3	Електродепо.....	58
6.3.1	Електродепо "Дарниця"(ТЧ-1).....	58
6.3.2	Електродепо "Оболонь" (ТЧ-2).....	60
	Пропозиції щодо підвищення ефективності використання моторвагонного рухомого складу метрополітену	64
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .. Помилка! Закладку не визначено.	

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В Україні метрополітен чітко виділяється від інших видів транспорту нормативно-правовими актами, зокрема правилами технічної експлуатації.

Але ж де-факто у світі через велику різноманітність систем швидкісного транспорту складно зробити їхню однозначну класифікацію, тож усі визначення метрополітену умовні.

Роберт Швандль, автор книг і творець авторитетного сайту про метрополітен, пропонує такі визначальні ознаки метрополітену:

- використовується в урбанізованій місцевості (у містах, агломераціях, конурбаціях);
- працює виключно на електричній тязі та з робочим інтервалом в денний час не більше 10 хвилин;
- повністю відокремлений від залізничного, вулично-дорожнього або пішохідного рухів;
- збіг рівня підлоги вагона й перону, але ця ознака необов'язкова.

Вищенаведене визначення не є безперечним: метрополітен Чикаго має однорівневі перетинання з дорогами, ряд метрополітенів у минулому працювали на інших видах тяги (парова, канатна), а в деяких метрополітенах є окремі ділянки з низькою інтенсивністю роботи. З іншого боку, під таке визначення метрополітену підпадає, наприклад, підвісна залізниця у Вупперталі (вона описується на сайті Швандля як повноцінна система метрополітену), що недопустимо з точки зору інших визначень, що накладають обмеження на технічну реалізацію метрополітену:

- рухомий склад і дорога технічно подібні до залізниць загального призначення («важкі»);
- рухомий склад і дорога використовує зв'язку «сталеве колесо—рейка» (включаючи «легкі» системи та монорейки);
- рухомий склад спирається на дві нитки рейки через колісні пари (включаючи гумовошинні);

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- рухомий склад рухається по напрямній структурі (включаючи навісні монорейки);
- рухомий склад рухається під дією напрямної структури (включаючи і підвісні монорейки).

Ряд визначень оперує не лише якісними ознаками, але й чисельними параметрами транспортних систем, такими як:

- навантаження на вісь;
- мінімальні радіуси кривих;
- максимальні ухили;
- габарити рухомого складу, тощо.

Уряд України вніс метрополітен до переліку стратегічних об'єктів, які мають важливе значення для економіки і безпеки держави. Адже щодня найшвидшим і найбезпечнішим видом громадського транспорту користується майже 1,8 млн пасажирів. Згідно з документом, підземку заборонено приватизувати. Керівництво міст та підприємств підтримує рішення Кабінету Міністрів та сподівається, що незабаром ухвалять Закон «Про метрополітен». Цей документ наразі на розгляді у профільних комітетах та комісіях.

Кабінет Міністрів України включив до переліку об'єктів, що мають стратегічне значення для економіки і безпеки країни метрополітен. Про це йдеться у постанові уряду від 9 червня 2010 року № 413. Згідно з документом та відповідно до чинного законодавства, об'єкти, що мають стратегічне значення для економіки і безпеки країни, не підлягають приватизації. У квітні Кабмін затвердив перелік стратегічно важливих інвестиційних проектів, спрямованих на забезпечення виконання передбачених посадовими інструкціями програм. Об'єкт стратегічного значення для країни має перевірятися, тестуватися на експлуатаційну придатність щорічно. Таким чином тематика дипломної роботи є актуальною.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІНВЕНТАРНОГО ПАРКУ ВАГОНІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ І СИСТЕМИ ЇХ УТРИМАННЯ

Напередодні відкриття підземки Кабінет міністрів України виділив 1,95 трлн. карбованців для придбання 45 вагонів (із яких 18 вагонів є головними), а також кількох одиниць спеціального рухомого складу.

1.1 Інвентарний парк вагонів електропоїздів.

Для Дніпра було придбано метровагони моделей 81-717.5М (головний) та 81-714.5М (проміжний). Вагони є моторними, всі вісі вагонів ведучі. Вагони розраховані на роботу за системою багатьох одиниць і можуть експлуатуватися в складі поїзда з числом вагонів до восьми. Головні вагони 81-717.5М при човникової експлуатації рухомого складу встановлюються по кінцях поїзда. Кузови вагонів виготовлені з низьковуглецевої сталі і мають суцільнозварну несучу конструкцію. Зовнішня обшивка кузовів для забезпечення підвищеної жорсткості виконана з гофрованих сталевих листів, кузова мають підвищену тепло- і шумоізоляцію. Вагони типів 81-717.5М і 81-714.5М обладнані двома системами вентиляції - природної припливно-витяжної та примусової механічної. [1]

Вагони обладнані тяговим електроприводом постійного струму з системою плавного регулювання поля (збудження двигунів), розрахованого на роботу в тяговому режимі і в режимі електродинамічного реостатного гальмування (з 90 км /год - до 8 км /год). У кожному вагоні встановлено чотири тягових електродвигуна ДК-117ДМ з примусовою вентиляцією, по два на візок, потужністю по 114 кВт кожен.

Візки вагонів 81-717.5М і 81-714.5М двовісні, з опорно-рамним підвішуванням тягових електродвигунів і осьової підвіскою редукторів. Рама візка Н-подібної форми суцільнозварна, з дворівневим ресорним підвішуванням. У

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					9

первинному підвішування використані комплекти спіральних циліндричних пружин. Вторинне підвішування коліскового типу також з використанням спіральних циліндричних пружин. У систему вторинного підвішування вбудовані гідравлічні амортизатори гасіння вертикальних і горизонтальних коливань.

Зовні вагони типів 81-717.5М / 714.5М відрізняються від своїх попередників наявністю чотирьох світлових фар під лобовим склом головного вагона. Технічні характеристики вагонів наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Характеристики вагонів моделей 81-717.5М/714.5М

Назва показника	Значення показника
Початок випуску	1993 рік
Початок пасажирської експлуатації	1993 рік
Тара вагона, т.	34/33,5
Довжина, мм.	19210
Ширина, мм.	2712
Висота, мм.	3650
Ширина дверного отвору, мм.	1380
Конструкційна швидкість, км/год.	90
Прискорення, м/с.	1,3
Уповільнення, м/с.	1,3
Тип гальма	електродинамічний
Потужність тягових двигунів, кВт.	4x114
Діаметр коліс, мм.	780
Місткість вагона при щільності 10 осіб/м ²	308/330
Місць для сидіння, шт.	40/44
Встановлений термін служби, років	35

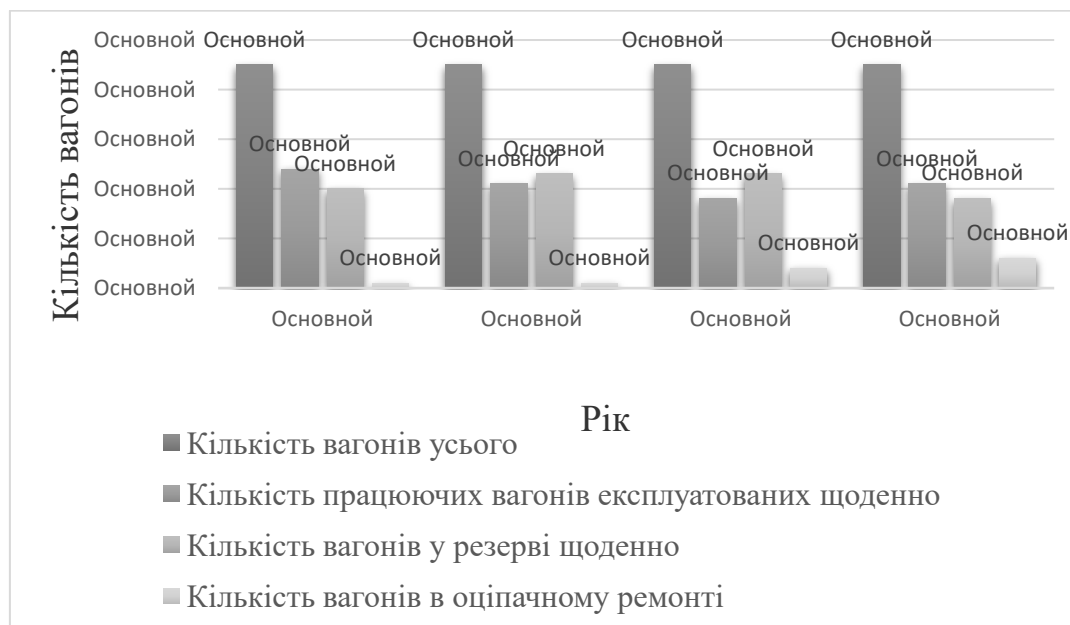


Рисунок 1. 1 - Парк вагонів Дніпровського метрополітену

Минуло майже 25 років, а ситуація нажалі не змінилась, і станом на 2020 рік комунальне підприємство «Дніпровський метрополітен» має у розпорядженні парку наступні вагони метрополітену:

- модель 81-714.5М - 12 вагонів. Випущені Митищинським машинобудівним заводом ОАО «Метровагонмаш» у 1995 році. Номери вагонів № 1142, 1144, 1146-1148, 1153-1159; [1,2]

- модель 81-714.5М - 15 вагонів. Зібрані Санкт-Петербурзьким вагонобудівним заводом ЗАО «Вагонмаш» в 1995 році. Номери вагонів № 11355-11357, 11360, 11362, 11364, 11367-11375; [1, 2]

- модель 81-717.5М - 8 головних вагонів. Випущені на ОАО «Метровагонмаш» в 1995 році. № 2524, 2529, 2532-2536, 2538; [1, 2]

- модель 81-717.5М - 10 головних вагонів. Виготовлені ЗАО «Вагонмаш» в 1995 році. № 10194-10196, 10198, 10200-10205. [1, 2]

Інформація про парк вагонів електропоїздів наведена у таблиці 1.2.

					Арк.
					11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 1.2 - Інвентарний парк вагонів електродепо.

Група обліку	Кількість вагонів
Інвентарний парк	45
Експлуатаційний парк	40
Резерв депо	9
Резерв директора метрополітену	5
Парк, задіяний в процесі перевезень	9
Парк, що знаходиться у відстої через нерівномірність руху	6
Парк, що знаходиться в ремонті	4
Робочий парк	33

1.2 Система утримання вагонів електропоїздів.

Весь інвентарний парк базується в електродепо метрополітену. Крім зберігання електродепо має ряд інших основних функцій:

а) забезпечення безперебійного і безпечного руху поїздів на Центральній Заводській лінії із встановленими швидкостями та розмірами руху, високої якості обслуговування пасажирів з дотриманням виконання вимог охорони праці, пожежної безпеки, цивільного захисту;

б) забезпечення безпечної, безперебійної та безвідмовної роботи вагонів метрополітену, вагонного обладнання, технічних засобів, що закріплені за електродепо відповідно до розподілу, затвердженого начальником метрополітену.

Електродепо повинно забезпечити виконання наступних вимог:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.
						12

- а) виконання плану ремонту вагонів, а також плану виготовлення та ремонту деталей і вузлів;
- б) забезпечення ремонту обладнання;
- в) забезпечення високої якості, надійності і довговічності виготовленої продукції;
- г) постійне підвищення продуктивності праці за рахунок досягнень науки і техніки, прогресивної технології, а також покращення організації виробництва і праці, підвищення матеріальної та моральної стимуляції діяльності робітників підприємства;
- д) зниження собівартості продукції і підвищення рентабельності виробництва за рахунок дотримання режиму економії;
- е) розвиток та підтримання регіональних зв'язків з постачальниками та користувачами;
- ж) своєчасне та якісне виконання договірних обов'язків;
- з) впровадження наукової організації праці, виробничої естетики, виконання правил техніки безпеки, покращення умов праці співробітників підприємства, підвищення культурного і технічного рівня підприємства. [1, 3]

Для забезпечення виконання цих умов і вимог необхідно визначитися з виробничою структурою підприємства та зі структурою його апарату управління.

Під виробничою структурою підприємства розуміють склад всіх його цехів і дільниць, органів управління, обслуговуючих господарств і служб, безпосередньо або опосередковано задіяних в процесі виробництва.

До складу електродепо входять наступні структури.

Основне виробництво:

- а) головний корпус;
- б) мотодепо;
- в) цех ПР-3;
- г) загальні служби електродепо і господарства.

Допоміжне виробництво:

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- а) ремонтно-механічний цех;
- б) інструментальний цех.

Допоміжні цехи сприяють випуску продукції, створюючи умови для нормальної роботи основних цехів.

Енергетичне господарство об'єднує котельні, компресорну станцію, центральні розподільчі підстанції, трансформаторні підстанції, газогенераторну станцію.

До складського господарства відносяться: головний склад матеріалів, склади паливо-мастильних матеріалів, пиломатеріалів, вогнебезпечних матеріалів, тощо.

Під структурою управління електродепо розуміється склад і функції управління їх підпорядкованість і взаємозв'язок.

Структура апарату управління підприємством побудована на основі розмежування його функцій по відокремленим адміністративним підрозділам з урахуванням ступеня спеціалізації, рівня технічної оснащеності, типу і масштабів виробництва.

Підприємство очолює начальник служби - довірена особа, яка відповідає за всі сторони діяльності підприємства. Він керує всією виробничою, господарською і фінансовою діяльністю підприємства на основі єдиноначальності, забезпечує виконання підприємством плану ремонту і несе повну відповідальність за виробничо-господарську діяльність електродепо.

Апарат управління включає в себе також ряд відділів, кожен з яких спеціалізується на виконанні певних обов'язків.

Планово- економічний відділ здійснює техніко-економічне планування, розробляє перспективні і поточні плани всього електродепо і цехів, контролює їх виконання, веде статистичний облік і аналіз виробничо-господарської діяльності цехів та електродепо в цілому.

Відділ праці та заробітної платні розробляє заходи щодо наукової організації праці і підвищення її продуктивності, розробляє і впроваджує передові форми оплати праці, здійснює технічне нормування і веде систематичний облік

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання планів з праці, контролює правильність застосування тарифних ставок і систем оплати праці працівників підприємства.

Відділ технічного контролю стежить за якістю ремонту вагонів, виготовлення їх деталей і вузлів, виявляє причини браку і розробляє заходи щодо їх усунення.

Відділ головного конструктора розробляє технічну документацію на ремонт вагонів, забезпечує кресленнями цехи електродепо, здійснює впровадження в електродепо єдиної системи конструкторської документації, стежить за відповідністю технічної документації діючим стандартам.

Відділ головного технолога розробляє технологічні процеси ремонту вагонів і виготовлення деталей, вузлів і механізмів та керує їх впровадженням, встановлює режими роботи устаткування, розробляє технічні норми і нормативи, конструює спеціальний інструмент і пристосування, розробляє технологічну документацію, впроваджує у виробництво засоби механізації, і автоматизації.

Відділ матеріально-технічного постачання забезпечує підприємство матеріалами, запасними частинами, паливом, інструментом, видає всіма матеріальними складами електродепо.

Умовою забезпечення безперебійного і безпечного руху поїздів є своєчасне виконання ремонту рухомого складу. Планово-попереджувальна система ремонту і технічного обслуговування, яка використовуються на підприємстві, встановлює для вагонів моделей 81-717.5М і 81-714.5М таку періодичність:

а) ТО-1 - не пізніше ніж через 20 годин, з моменту останнього ремонту - огляд, усунення недоліків. (виконує ПТО);

б) ТО-2 – 3750 км. пробігу – огляд, усунення недоліків, ремонт, зміна приладів і апаратів за термінами ревізії, додавання мастила і т.д. Перевірка роботи обладнання;

в) ТО-3 – 7500 км. пробігу – огляд, усунення несправностей, профілактичний ремонт, зміна приладів і апаратів за термінами ревізії, додавання і заміна мастила і т.п. Перевірка роботи обладнання без і під напругою;

г) ТО-3к "кінцевого" маршруту – містить ще додаткові роботи;

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д) ПР-1 - 60тис. км. +/- 10% - повна профілактика і заміна деяких агрегатів (незалежно від термінів ревізії і справності). Перевірка роботи обладнання;

е) ПР-2 - 240тис. км. +/- 20% – відповідно велика частина агрегатів піддається заміні і ревізії. Перевірка;

ж) ПР-3 - 480тис. км. +/- 20% - ремонт з використанням гідравлічного підіймача вагонів;

з) СР - 960тис. км. +/- 25% - середній ремонт, проводиться в умовах заводу або спеціалізованих майстерень;

к) КР - 2млн. км. +/-25% - капітальний ремонт, проводиться в умовах заводу або спеціалізованих майстерень.

Після ремонтів ПР-3, СР і КР проводиться обов'язкове приймання та обкатка вагонів. Результати роботи електродепо наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Кількість виконаних ремонтів у 2020 році.

Вид ремонту, технічного обслуговування	Кількість
ТО-1	663
ТО-2	16
ТО-3	13
ТО-3к	1
ПР-1	1
ПР-2	-
ПР-3	-
СР	-
Капітальний ремонт даху вагонів	-
Капітальний ремонт кузова вагонів	-

1.3

Організація роботи локомотивних бригад.

Робота локомотивних бригад організована відповідно з основними положеннями і вимогами, викладеними в [1]. Документ враховує специфіку

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

організації праці та регулює робочий час і час відпочинку машиністів електропоїздів і не змінює встановлених законодавством загальних та спеціальних гарантій і пільг. Дотримання режиму праці та відпочинку, передбаченого цим документом, є обов'язковим під час складання графіків роботи машиністів. Усі питання робочого часу і часу відпочинку, які не враховані ним, регулюються законодавством України про працю.

Робочий час – це час, протягом якого машиніст електропоїзду зобов'язаний виконувати роботу, визначену трудовим договором і правилами внутрішнього трудового розпорядку. Тривалість щоденної роботи (зміни) визначається правилами внутрішнього трудового розпорядку та графіками змінності, які розробляються керівництвом електродепо і погоджуються з виборним органом профспілкової організації електродепо.

Для машиністів, зайнятих на безперервних роботах, а також на інших роботах, де за умовами виробництва не може бути збережено встановленої щотижневої тривалості робочого часу, за погодженням з виборними органами профспілкових організацій, які діють на підприємстві, може запроваджуватися підсумований облік робочого часу з обліковим періодом – місяць. При цьому норма робочого часу за обліковий період не повинна перевищувати нормального числа робочих годин, виходячи з тижневої норми часу.

Наднормовою роботою при підсумованому обліку робочого часу є робота понад норму тривалості робочого часу за обліковий період. Квартальний облік робочого часу допускається тільки при наявності затвердженого графіка роботи на весь квартал.

При підсумованому обліку робочого часу тривалість роботи (зміни) встановлюється відповідно до вимог []. Виходячи з виробничих потреб роботодавця, за погодженням з виборними органами профспілкових організацій, може встановити тривалість робочого часу, що не перевищує 12 годин. Тривалість роботи машиністів, які працюють на лінії, становить 6 годин на зміну та 36 годин на тиждень. Тривалість роботи машиністів понад 6 годин на зміну, але не більше 8 годин 30 хвилин, встановлюється за згодою

					Арк. 17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

машиністів спільним рішенням роботодавця і виборних органів профспілкових організацій, а в змінах, поділених на частини, тривалість робочого часу не повинна перевищувати 12 годин. При поділі робочого часу (зміни) на частини тривалість робочого часу після перерви (нічного відпочинку в електродепо або інших пунктах метрополітену) не повинна перевищувати 4 години 30 хвилин.

Машиністам, які працюють на лінії, не може встановлюватися графіком роботи, добовим нарядом режим роботи протягом двох змін підряд. При змінних роботах чергування в змінах здійснюється рівномірно в порядку, встановленому правилами внутрішнього трудового розпорядку. Перехід з однієї зміни в іншу, як правило, має відбуватися через кожний робочий тиждень в години, визначені графіками змінності. Збільшення тривалості роботи машиністів понад 8 годин 30 хвилин не допускається. У разі невиходу на роботу змінника, за відсутності резерву та за тривалості зміни більше 8 годин 30 хвилин, необхідно терміново доповісти про це поїзному диспетчеру і машиністу – інструктору та довести електропоїзд в електродепо або до кінцевої станції.

До складу робочого часу машиністів включається:

- час управління електропоїздом та маневровим складом;
- підготовчо-заключний час (передрейсові та післярейсові медогляди, приймання та здавання рухомого складу, інструктажі, оформлення передрейсової та післярейсової документації, переміщення від місця розташування рухомого складу до місця явки на зміну або здавання зміни);
- час перерв санітарно-оздоровчого призначення;
- час перебування в резерві на лінійних пунктах або в електродепо для забезпечення безперебійного перевізного процесу;
- час теоретичного та практичного навчання;
- час для перевірки знань правил та інструкцій з технічної експлуатації, сигналізації, руху поїздів і маневрової роботи, посадових інструкцій, правил охорони праці та складання заліків з усунення несправностей на рухомому складі.

У разі продовження часу роботи машиніста при порушенні графіка руху поїздів або з іншої причини, часом закінчення роботи вважається час здавання

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рухомого складу на лінії або в електродепо. Цей час враховується до робочого часу.

Початок і закінчення роботи регламентується Правилами внутрішнього трудового розпорядку. Початком роботи машиністів є час явки на місце постійної роботи (електродепо, лінійний пункт), за графіком, нарядом або викликом, а закінченням роботи – час закінчення оформлення відповідної технічної документації після здавання рухомого складу в пункті зміни або електродепо. Робота машиністів організовується за графіками роботи, які складаються керівництвом електродепо за погодженням виборного органу профспілкової організації електродепо та доводяться до відома машиністів за три дні до початку дії графіка. Зміна графіка можлива лише за згодою працівника, який має бути поінформований про це до закінчення попередньої зміни. Порядок явки на роботу машиністів з підсумованим обліком робочого часу, яким вихідні дні надаються за графіками роботи, після закінчення відпустки, хвороби визначається Правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Машиністам протягом робочого часу (зміни) надаються перерви санітарно-оздоровчого призначення, які включаються до робочого часу, а саме через 2 години 30 хвилин – 4 години 30 хвилин від часу початку робіт тривалістю 25-35 хвилин у разі тривалості зміни до 6 годин, якщо тривалість зміни більше 7 годин, додатково надається перерва тривалістю 10-15 хвилин за 1 годину 30 хвилин до закінчення зміни.

Час, що залишився після огляду (здавання) рухомого складу в пунктах технічного обслуговування на лінії та в електродепо, якщо його тривалість не менше ніж 30 хвилин, може враховуватись як регламентована перерва, а якщо його тривалість не перевищує 10 хвилин – як перерва санітарно - оздоровчого призначення.

Надання підсумованого відпочинку здійснюється за погодженням з виборними органами профспілкової організації електродепо. Порядок надання перерв та їх тривалість встановлюється графіками роботи.

					Арк. 19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Тривалість міжзмінного відпочинку має бути не менше подвійної тривалості часу роботи в попередній зміні (включаючи і час перерви на обід).

Допускається зменшення міжзмінного відпочинку за погодженням між машиністом та роботодавцем, при цьому час безперервного відпочинку між змінами повинен становити не менше ніж 12 годин. Призначення працівника на роботу протягом двох змін підряд забороняється.

Відпочинок після нічної зміни повинен становити не менше 24 годин. У разі технологічної необхідності, за погодженням між виборним органом профспілкових організацій та роботодавцем, допускається зменшення міжзмінного відпочинку, але не більше ніж на 1/6.

Тривалість відпочинку машиністів між двома частинами робочого часу (зміни) в змінах з нічним відпочинком повинна бути не менше половини часу попередньої роботи, але не менше 2 годин 30 хвилин і не більше часу попередньої роботи. У святкові дні та в інших випадках, коли тривалість роботи метрополітену збільшується, допускається встановлення тривалості нічного відпочинку менше 2 годин 30 хвилин, які входять до робочого часу, при цьому загальна тривалість роботи (зміни) не повинна перевищувати 10 годин. Тривалість щотижневого відпочинку (вихідного дня) не може бути менше 42 годин.

При підсумованому обліку робочого часу допускається надання машиністам, за їх згодою, щотижневих днів відпочинку в підсумованому вигляді за період не більше двох тижнів. При цьому тривалість подвоєного вихідного дня визначається шляхом додавання 24 годин до тривалості вихідного дня. У разі відпрацювання норми робочого часу за обліковий період машиністам протягом облікового періоду надається додатковий час для відпочинку. Кількість щотижневих днів відпочинку повинна бути рівною кількості недільних днів за календарем протягом облікового періоду.

Річна та місячна норма годин машиністів розраховується із рахунку

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6-ти годин на зміну. При неповному робочому місяці з причин: хвороби, відпустки (щорічна, учбова, адміністративна), відрядження, періодичні медогляди, донорські виконується корегування місячної норми робочих годин.

Скорегована місячна норма робочих годин розраховується як різниця між встановленою місячною нормою робочих годин та підсумованих годин за дні відсутності (причини яких вказані вище).

Наприклад: машиніст у листопаді хворів 8 календарних днів з 8.11.10 по 15.11.20р.

Норма робочих годин на листопад 144 години.

За календарем на період з 8 по 15 листопада припадає

1- неділя та 1-суботній день, 7-робочих днів.

Скорегована норма робочих годин складає:

$$144 - [(6\text{дн.} \times 6,2\text{год.}) + (1\text{дн.} \times 5\text{год.})] = 101,8 \text{ год.}$$

Кількість робочих днів при неповній відпрацьованій місячній нормі розраховується таким чином: неповна відпрацьована місячна норма ділиться на середньодобову норму годин.

Наприклад: У листопаді місячна норма годин – 144 години.

Кількість робочих днів – 21, середньодобова кількість годин складає – 6,86годин ($144 : 21$).

Кількість робочих днів машиніста за листопад:

$$101,8 : 6,86 = 15 \text{ днів.}$$

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗПОДІЛ ПАСАЖИРОПОТОКІВ І ГРАФІК ОБОРОТУ СОСТАВІВ

2.1 Дослідження пасажиропотоків.

Один із замірів, необхідний для розробки 4-крокової транспортної моделі та плану сталої міської мобільності, втім він також може бути використаним в інших проектах – наприклад, для оптимізації мережі маршрутів громадського транспорту або для оцінки ефективності функціонування окремих маршрутів (як це було в дослідженні нічних маршрутів громадського транспорту м. Києва) . [4]

Основна мета цього заміру – отримати об’єктивні дані щодо того, скільки пасажирів перевозить той чи інший маршрут. Для цього по маршруту протягом певного періоду часу фіксується скільки людей зайшло і вийшло до нього по кожній зупинці (з прописуванням часу поїздки та геокоординат зупинок). В результаті таких замірів можна дізнатись:

- Загальну кількість пасажирів, які користуються маршрутом, а також наскільки ця кількість варіюється протягом дня;
- Загальну завантаженість маршруту (аби визначити перенавантажені або недонавантажені маршрути);
- На яких зупинках заходить/виходить більше пасажирів, що допомагає визначити важливі пересадкові вузли;
- В яких місцях між зупинками люди просять зайти/вийти – це дозволяє визначити, де саме варто додати офіційні зупинки;
- Швидкість кожного маршруту (загальну швидкість та швидкість проходження окремих ділянок, що може вказувати на проблемні місця маршруту).

Проведення подібного типу дослідження можна розділити на два етапи:

а) замір висадки-посадки.

Наша компанія використовує два основних варіанти методів збору даних висадки-посадки:

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Автоматичний підрахунок пасажирів за допомогою спеціальних датчиків локальної розробки компанії Джемікл (Вінниця). Ці датчики встановлюються на одну чи кілька одиниць рухомого складу маршруту над кожною з дверей і протягом тижня передають дані щодо того, скільки людей вийшло/зайшло, а також координати та час проходження зупинки. При цьому на власника маршрута відкривається електронний кабінет де він так само як компанія-дослідник може подивитись результати в зручному йому форматі – від детальних даних позупинково для кожного рейсу до агрегованих даних по дням чи по транспортним засобам.
2. Більш бюджетний варіант – підрахунок пасажиропотоку в напівмануальному режимі з використанням програми TransitWand (під Android). Зазвичай для такого заміру залучаються студенти локальних вищих навчальних закладів, що додатково дозволяє передати знання з використання цієї програми і забезпечити транспортні спеціальності сучасним методом підрахунку. Замірники їздять в ранкові та вечірні піки (від 5 годин за кожну зміну) по заданому маршруту та ведуть підрахунок пасажирів, так само пов'язуючи дані з географічними координатами та часом проходження зупинок. Залежно від транспортної системи міста, типів рухомого складу на маршрутах та наявних людських, часових та фінансових ресурсів можна використовувати як один з цих методів, так і їх комбінацію – наприклад, охоплюючи ті маршрути, на яких не виходить встановити датчики, замірами з використанням TransitWand (ПСММ Миколаєва та ТМ Маріуполя). [5,6]

б) Замір частоти-наповненості.

Варто враховувати той факт, що на окремому маршруті транспортні засоби не навантажуються рівномірно, деякі будуть більш або менш заповненими, ніж інші. Інколи одна маршрутка може бути вщент забита, в той час як наступна поїде майже порожньою. Це часто трапляється коли громадський транспорт збивається в купу – тоді той транспортний засіб, що йде першим, збирає більшість пасажирів.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно, дані одиночного заміру висадки/посадки з одного транспортного засобу на одному маршруті (за умови що на маршруті функціонує більше рухомих одиниць, ніж було обстежено) самі по собі багато не скажуть. Натомість, для того, щоб отримати профіль висадки/посадки типового маршруту необхідно:

- або зробити замір в кількох транспортних засобах та усереднити їх результати (процес поєднання та усереднення даних значно полегшується, коли дані записуються за допомогою GPS); [7]

- або робити зовнішній замір частоти та наповненості, під час якого на обраних точках перетину маршрутів протягом цілого дня проводиться замір того, які маршрути громадського транспорту проїжджають в заданому напрямку та візуальна оцінка, наскільки вони заповнені. Потім ці дані допомагають усереднити результати по наповненості окремих рухомих одиниць маршруту і згенерувати дані щодо повного робочого дня функціонування маршруту. [7]

Завданням компанії А+С Україна в цих дослідженнях є організація, інструктаж та контроль проведення цих замірів, а також чистка та верифікація результатів, усереднення даних, аби отримати нормований добовий показник; та аналітика і візуалізація результатів. [7,8]

2.2 Графік руху поїздів.

Основою організації руху поїздів є графік руху, який об'єднує діяльність усіх підрозділів метрополітену і відображає план його експлуатаційної роботи. Виконання графіка руху поїздів є одним з найважливіших показників роботи метрополітену і його підрозділів. Дотримання графіка руху поїздів і запобігання його порушенням має бути головним завданням для всіх працівників, робота яких пов'язана з рухом поїздів.

Облік виконання графіка руху поїздів здійснюється за усіма пасажирськими поїздами та відображає ступінь реалізації технології перевізного процесу якості

					Арк. 24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

роботи станцій, електродепо, служб та інших підрозділів метрополітену, пов'язаних із рухом. Основними показниками виконання графіка руху поїздів є

- кількість поїздів, передбачених діючим графіком руху;
- загальна кількість поїздів, які прослідували;
- кількість поїздів, які прослідували за розкладом;
- поїздів, які запізнились;
- час запізнення у хвилинах кожного поїзду;
- кількість відмінених поїздів;
- процент виконання графіка руху поїздів за добу.

Кожному поїзду при відправленні з початкової станції і відповідно до графіка руху поїздів присвоюється номер, який зберігається на весь час слідування до станції призначення. Поїздом, що прослідував за розкладом вважається той, який відправився зі станції відправлення та прибув на станцію призначення відповідно до розкладу, передбаченого діючим графіком руху поїздів. Таким, що запізнився вважається поїзд, який відправився зі станції відправлення за графіком, але прибув на станцію призначення пізніше часу, вказаного у діючому графіку та з інтервалом, що перевищує графіковий інтервал поїзда, який прямує за ним. Час запізнення першого поїзда, який запізнився на станцію призначення, фактичного часу прибуття поїзда, що прямує за ним, згідно з діючим графіком. Час запізнення кожного наступного поїзда, який запізнився на станцію призначення, визначається відніманням інтервалу, передбаченого діючим графіком від фактичного інтервалу прибуття поїзда. Поїзд вважається відміненим:

- повністю на лінії – від станції відправлення до станції призначення, якщо він знятий з діючого графіка або відправлений з початкової станції пізніше інтервалу поїзда, який прямує за ним;
- на ділянці від проміжної станції до станції призначення, якщо поїзд з початкової станції відправився, але на проміжній станції з нього висаджені пасажери і состав відправлений резервом в електродепо, або відставлений на станційні колії;

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на дільниці, від проміжної станції до проміжної станції, якщо на проміжній станції з поїзда висаджені пасажирів і состав, відправлений резервом, але на іншій проміжній станції здійснена посадка пасажирів і поїзд прибув на станцію призначення з пасажирами;
- аналізуючи графік виконання руху поїздів, виявляють конкретні причини запізнень та відмін поїздів з віднесенням їх за службами, електродепо
- з вини яких виникло порушення графіка.

Відміна поїздів унаслідок стихійного лиха (повені, землетруси, інше), загрози теракту, або здійснення теракту, вилучення людини з-під рухомого складу, падіння на колію речей пасажирів, що загрожують безпеці руху, інших причин, що не пов'язані з діяльністю підрозділів метрополітену,— враховується за іншими причинами. Запізнення або відміна поїзда з вини інших підприємств та організацій, які виконують роботи у метрополітені, відносяться на відповідні служби - замовники робіт. У тих випадках, коли через затримку одного поїзда було порушено розклад руху поїздів, які ідуть слідом, їх запізнення та відміна відносяться до причини, яка спричинила відміну першого поїзда, якщо не було інших причин. [8, 9, 10]

Основою для обліку виконання графіка руху поїздів є наступні документи:

- діючий графік руху поїздів;
- графік виконаного руху поїздів;
- журнал обліку порушень нормальної роботи метрополітену;
- настільний журнал руху поїздів та маневрової роботи; журнал диспетчерських наказів. Облік виконання графіка руху поїздів проводить старший поїзний диспетчер служби руху і засвідчує власним підписом.

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік Обороту рухомого складу і змінності локомотивних бригад на робочий день																						
М	вихід	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	закін.	
1	Д	42				17															Д	
2	Д		35													32					Д	
3	Д		47											30			17			17	В	
4	В	40															29				Д	
5	Д	28												19						25	Д	

Обкатки: 10:26; 11:21; 12:38; 13:44

Рисунок 2.1 – Графік обороту составів електропоїздів метрополітену.

Таблиця 2.1 – Графік змінності локомотивних бригад метрополітену.

М	Зміна в ніч	Всього за зміну (год,хв.)	Зміна в день	Всього за зміну(год, хв)	Зміна в ніч	Всього за зміну(год,х в)	За три зміни (год,хв.)
1	2	3	4	5	6	7	8
РОБОЧИЙ ДЕНЬ							
1	4.57Д - 8.47П	3.50	-	-	-	-	3.50
2	5.50Д - 9.07П	3.17	8.37П – 16.37П	8.00	15.51П – 23.00Д	7.10	18.27
3	6.02Д – 8.38П	2.36	8.14П – 15.53П	7.40	15.29П – 23.37В	8.08	18.24
4	5.15В – 8.56П	3.41	8.29П – 16.04П	7.35	15.30П – 22.30Д	7.00	18.16
5	4.45Д – 8.38П	3.53	-	-	16.00П – 23.45Д	7.45	11.38
Рп	-	-	6.40П – 15.00П	8.20	16.00П – 23.25Д	7.25	15.45
Гр	5.20Д – 9.00П	3.40	8.00П – 16.30П	8.30	16.30П – 23.30Д	7.00	19.10
ВИХІДНИЙ, СВЯТКОВИЙ ДЕНЬ							
1	4.47Д – 8.27П	3.40	8.03П – 15.23П	7.20	14.59П – 22.00Д	7.01	18.01

					Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	27	

3	5.15В – 8.11П	2.56	7.47П – 15.00Д	7.13	17.00П – 0.07В	7.07	17.16
4	-	-	10.00П – 16.46П	6.46	16.22П – 23.45Д	7.23	14.09
Вп	5.20Д – 8.15П	2.55	8.00П – 16.00П	8.00	-	-	10.55
Гр	5.20Д – 9.00П	3.40	8.00П – 16.30П	8.30	16.00П – 23.25Д	7.25	19.35

2.3 Розрахунок показників графіка руху поїздів (робочий день).

Вихідні дані:

а) Час ходу потяга по дільниці $t_x = 12$ хв. (I, II головний шлях);

б) кількість потягів за добу на дільниці $N = 190$.

1) Пробіг пасажирських потягів (поїздо - км),

$$S_{\text{п}} = N \times l, \quad (1)$$

де: l – довжина дільниці, км.

$$S_{\text{п}} = 190 \times 7,08 = 1345,2.$$

2) Пробіг вагонів з пасажирями (вагоно-км),

$$S_{\text{в}} = N \times l \times n,$$

де: n – кількість вагонів у складі потягу.

(2)

$$S_{\text{в}} = 190 \times 7,08 \times 3 = 4035,6.$$

3) Пробіг порожніх составів $S_{\text{пор.}}$, (поїздо-км):

- пробіг составів за оборот,

$$S_{\text{с. об.}} = N \times 2 \times l_{\text{об}}, \quad (3)$$

де $l_{\text{об.}}$ – загальна довжина колії тупіка для обороту состава на кінцевих станціях дільниці.

$$S_{\text{с. об.}} = 190 \times 2 \times 0,35 = 133,0;$$

- кількість складів на довжину гілки: $(6 + 6) \times 1,7 = 20,40$

$$S_{\text{пор.}} = 133,0 + 20,4 = 153,4.$$

4) Загальний пробіг вагонів $S_{\text{в. заг.}}$ (вагоно-км),

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{в. заг.} = S_{п.} + S_{пор.}, \quad (5)$$

$$S_{в. заг.} = (1345,2 + 153,4) * 3 = 4495,8.$$

5) Поїздо-години в русі,

$$((840 + 840) + (188 * 720)) / 3600 = 38,07.$$

6) Поїздо-години стоянок на проміжних станціях,

$$(190 * 45) / 3600 = 2,34.$$

7) Поездо-години в русі,

$$38,07 - 2,34 = 36,73.$$

9) Експлуатаційна (дільнична) швидкість (км / год),

$$1345,20 / 38,07 = 36,3.$$

10) Технічна швидкість (км / год),

$$1345,20 / 36,73 = 36,6.$$

11) Коефіцієнт швидкості.

$$36,3 / 36,6 = 0,99$$

12. Кількість рухомих складів, що виходять на лінію в «годину-пік» - 5 рухомих складів.

13. Кількість рухомих складів, передбачених графіком обороту - 5 складів.

14. Час роботи складів на лінії.

1м - 3 год. 35 хв.

2м - 12 год. 57 хв.

3м - 13 ч. 43 хв.

електродепо

Т-8/401 12.08.19

4м - 14 ч. 49 хв.

5м - 9 ч. 36 мін.

54 ч, 40 хв.

15. Середні розміри руху (пар поїздів).

$$190 / (17,25 * 2) = 5,51$$

16. Максимальний розмір руху поїздів в «годину-пік» - 8 пар поїздів.

17. Середньодобовий пробіг вагонів (вагоно / км). $4495,80 / (5 * 3) = 299,72$

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. Час ходу по ділянці – 12 хв.

2.2 Рух поїздів з урахуванням вводу в експлуатацію другої черги.

Для складання графіка руху поїздів від ст. Покровська до ст. Музейна.

Повний оборот 45 хв.

Час проходження по лінії 18,5 хв.

Час обороту 4 хв. (По ст. Покровська, ст. Музейна). Максимальна кількість складів 9 (годину пік).

Мінімальний інтервал 5 хв. (час пік).

Кількість поїздів 288 (за добу).

Таблиця 2.2 - Інтервал руху і кількість поїздів на лінії.

з 05:30 до 06:05	9 хвилин	5 маршрутів
з 06:05 до 06:45	7 хвилин	6 маршрутів
з 06:45 до 07:15	6 хвилин	8 маршрутів
з 07:15 до 09:18	5 хвилин	9 маршрутів
з 09:18 до 10:44	6 хвилин	8 маршрутів
з 10:44 до 11:02	8 хвилин	7 маршрутів
з 11:02 до 11:59	9 хвилин	6 маршрутів
з 11:59 до 13:49	9 хвилин	5 маршрутів
з 13:49 до 14:15	8 хвилин	6 маршрутів
з 14:15 до 14:40	7 хвилин	7 маршрутів
з 14:40 до 18:05	6 хвилин	8 маршрутів
з 18:05 до 20:05	9 хвилин	5 маршрутів

з 20:05 до 23:10	11 хвилин	4 маршрутів
------------------	-----------	-------------

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ДОСЯГНУТИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ

Для забезпечення своєчасного і якісного задоволення потреб населення в перевезеннях, у зв'язку з перспективами розвитку КП «Дніпровський метрополітен» на 2021 рік необхідно забезпечити цех експлуатації електродепо служби рухомого складу та капітальних ремонтів професійним підбором кадрів машиністів електропоїздів (метрополітену), розрахунок кількості машиністів електропоїзду (метрополітену) додається. [11]

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку штату машиністів на 2021 рік.

№ п/п	професія	Наявність 2020	Потрібно 2021 рік
1	Машиніст електропоїзда (робота в одну особу)	24	47
2	Машиніст електропоїзда(робота в дві особи)	-	-
3	Машиніст-інструктор	2	4
4	Маневровий машиніст	4	4
5	Черговий по електродепо	4	4
	Разом	34	59

3.1 Розрахунок штату машиністів електропоїздів

Вихідні дані - річний фонд робочого часу одного машиніста – 1810 год. [11,12]

Таблиця 3.2 – Добовий фонд робочого часу машиністів електропоїздів.

Мар шрут	Т – час роботи за зміну (год. хв.)			Т – час роботи машиністів за три зміни (год. хв.)
	З ночі	Вдень	В ніч	
1	3, 50	7,00	7,50	18,40
2	4,20	8,00	7,20	19,40
3	4,10	8,00	7,50	20,00
4	4,00	6,20	8,00	18,20
5	4,00	7,45	8,00	19,45
6	4,10	8,30	7,50	20,30
7	4,00	8,30	7,00	19,30
8	3,00	7,00	7,40	17,40
9	3,00	7,00	7,40	17,40
підміна	3,00	8,30	8,00	19,30
резерв	4,00	8,30	8,00	20,30

Разом: $T_{\text{доб.}} = 211,45 \text{ (год. хв.)} = 211,27 \text{ год.}$

Річний фонд робочого часу всіх машиністів складе:

$$T_{\text{річ.}} = T_{\text{доб.}} \times N_{\text{міс}} (\text{днів в місяці}) \times 12 (\text{місяців}) = 211,27 \times 30 \times 12 = 76057,2 \text{ год.}$$

З обліком коефіцієнта 1.12 (хвороба, відпустка, та інші)

$$T_{\text{річ.}} = 85184,06 \text{ год.}$$

Середньомісячна кількість машиністів складе:

$$M_{\text{ср.}} = 85184,06 / 1810 = 47 \text{ (осіб)}$$

На даний час в цеху експлуатації згідно штатного розкладу працює: 24 особи машиністів електропоїзда (робота в одну особу), 2 машиніста – інструктора, 4 особи машиністів електропоїздів (маневрова робота в одну особу), 3 чергових по електродепо (та одна вакансія), всього 33 особи, із цих осіб на 2025 рік приблизно 21 осіб будуть пенсійного віку.

Таким чином необхідно вивчити 26 осіб на професію машиніста електропоїзда (метрополітену). [13,14]

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку штату цеха експлуатації електродепо метрополітену на 2025 рік.

№ п/п	Професія	Наявності 2020 рік	Потрібно 2025 рік
1	Машиніст електропоїзда (робота в одну особу)	24	47
2	Машиніст електропоїзда (робота в дві особи)	-	-
	Машиніст-інструктор	2	4
3	Маневровий машиніст	4	4
4	Черговий по електродепо	4	4

Для забезпечення безпеки руху поїздів на лінії Дніпропетровського метрополітену, для безперервного ведення контролю за роботою машиністів на лінії під час руху поїздів необхідно ввести 4-х змінний графік роботи машиністів – інструкторів, з розрахунком підмінного машиніста – інструктора необхідно 5 вакансій машиніста - інструктора. На даний час 3 вакансії машиніста-інструктора, в наявності працюють два за 2-х змінним графіком роботи.

В електродепо на даний час працює 5 машиністів електропоїзда (маневрова робота в одну особу), які виконують обов'язки чергового по електродепо та один черговий по електродепо.

Для забезпечення безперебійної роботи цеху експлуатації електродепо служби рухомого складу та капітальних ремонтів, здійснення цілодобового контролю та оперативного керівництва підрозділами електродепо, забезпечення своєчасного виїзду бригади АВФ (аварійно-відновлюваного формування)

необхідно ввести 4-х змінний графік роботи чергового по електродепо, з розрахунком підмінного чергового по електродепо необхідно 5 вакансій. [14]

3.2 Розрахунок кількості ремонтного персоналу цеху ремонту служби рухомого складу метрополітену.

Вихідні дані:

- 1) рухомий склад – 9 составів по 5 вагонів (45 вагонів);
- 2) кількість поїздів за добу – 288;
- 3) Експлуатаційна довжина лінії – 11,81км.

3.2.1 Розрахунок річного пробігу вагонів:

$$\begin{aligned} L_{\text{річн.}} &= L_{\text{сут}} \times 365; \\ L_{\text{доб.}} &= 11,84 \times 288 \times 5 = 17049,6 \text{ км}; \\ L_{\text{річн}} &= 17049,6 \times 365 = 6\,223\,104 \text{ км}; \end{aligned}$$

3.2.2 Розрахунок програми ремонтів.

Кількість ремонтів вагонів в об'ємі СР:

$$N_{\text{ср}} = \frac{L_{\text{річн}}}{L_{\text{ср}}} , \quad N_{\text{ср}} = \frac{6\,223\,104}{960\,000} = 6,5 \text{ вагонів.}$$

Кількість ремонту вагонів в об'ємі ТР-3:

$$N_{\text{тр3}} = \frac{L_{\text{річн}}}{L_{\text{тр3}}} - N_{\text{ср}}, \quad N_{\text{тр3}} = \frac{6\,223\,104}{480\,000} - 6 = 6,5 \text{ вагонів.}$$

Кількість ремонту вагонів в об'ємі ТР-2:

$$N_{\text{тр2}} = \frac{L_{\text{річн}}}{L_{\text{тр2}}} - N_{\text{тр3}}, \quad N_{\text{тр2}} = \frac{6\,223\,104}{240\,000} - 6 = 20 \text{ вагонів.}$$

$$20 \times 72,26 = 1445,2$$

Кількість ремонту вагонів в об'ємі ТР-1:

$$N_{\text{тр1}} = \frac{L_{\text{річн}}}{L_{\text{тр1}}} - N_{\text{тр2}}, \quad N_{\text{тр1}} = \frac{6\,223\,104}{60\,000} - 20 = 84 \text{ вагона}$$

$$84 \times 39,89 = 3350,76$$

Кількість ремонту вагонів в об'ємі ТО3:

$$N_{\text{то3}} = \frac{L_{\text{річн}}}{L_{\text{то3}}} - N_{\text{тр1}}, \quad N_{\text{то3}} = \frac{6\,223\,104}{7\,500} - 84 = 746 \text{ вагонів}$$

$$746 \times 13,2 = 9847,2$$

Кількість ремонту вагонів в об'ємі ТО-2 :

$$\frac{L_{\text{річн}}}{L_{\text{то2}}} = \frac{6\,223\,104}{L_{\text{то2}}}$$

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{ТО2}} = \frac{\quad}{L_{\text{ТО2}}} - N_{\text{ТО3}}, \quad N_{\text{ТО2}} = \frac{\quad}{3750} - 746 = 913 \text{ вагонів}$$

$$913 \times 4,41 = 3752,4$$

3.2.3 Розрахунок кількості ремонтного персоналу на всі види ремонтів.

Таблиця 3.4 – Склад комплексної бригади з ремонту вагонів.

№ п/п	Вид ремонту , обслуг.	Кількість ремонтів	Працевзатрати на одиницю ремонтів, обслуг.	Всього
1	ТР-2	20	72,26	1445,2
2	ТР-1	84	38,89	3350,76
3	ТО-3	746	13,2	9847,2
4	ТО-2	913	4,81	3752,4
Всього працевзатрати				18395,56

З урахуванням річної норми на одного робітника Т річ. Роб. = 2000 год.

Необхідна кількість робітників на виконання всього об'єму ремонтних робіт

$$\sum_{\text{сл}} = \frac{18395,56}{2000} \times 1,15 = 11 \text{ осіб}$$

3.3 Кількість робітників бригади ПТО:

Кількість ремонту вагонів в об'ємі ТО1 – 54 вагона $\times 365 = 19710$ вагонів

$$\sum_{\text{сл}} = 0,734 \times 19710 \times 1,15 = 16637,21 : 2004 = 9 \text{ осіб}$$

3.3. Кількість робітників дільниці ПУА та РС:

Електромеханіки чергової зміни: $19710 \times 0,393 \times 1,12 : 2004 = 5$ осіб з урахуванням додаткових робіт – 9 осіб;

електромеханіки - 5 осіб

слюсар ремонтник – 2 особи;

слюсар-релейник- 1 особа;

калібрувальне відділення – 4 особи.

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку штату відділення з ремонту і огляду електрорухомого складу і аварійно відновлювальних засобів.

№ п/п	професія	Наявності 2018	Потрібно 2021 рік
1	Слюсар з ремонту рухомого складу	12	20
2	Акумуляторник	1	2

	Слюсар з ремонту РС (з продувки та протирки)	0,5	1
3	Мийник-прибиральник	5	5
4	Старший майстер	1	1
5	Майстер	1	5

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку штату відділення поїзних пристроїв і радіозв'язку.

№ п/п	професія	Наявності 2018	Потрібно 2021 рік
1	Електромеханік	8	14
2	Слюсар з ремонту рухомого складу	1	3
3	Старший майстер	1	1
4	Майстер	1	1

Для забезпечення безпеки руху поїздів на лінії Дніпропетровського метрополітену, для безперервного ведення контролю за роботою машиністів на лінії під час руху поїздів необхідно ввести 4-х змінний графік роботи машиністів – інструкторів, з розрахунком підмінного машиніста – інструктора необхідно 5 вакансій машиніста - інструктора. На даний час 3 вакансії машиніста-інструктора, в наявності працюють два за 2-х змінним графіком роботи.

В електродепо на даний час працює 5 машиністів електропоїзда (маневрова робота в одну особу), які виконують обов'язки чергового по електродепо та один черговий по електродепо.

Для забезпечення безперебійної роботи цеху експлуатації електродепо служби рухомого складу та капітальних ремонтів, здійснення цілодобового контролю та оперативного керівництва підрозділами електродепо, забезпечення своєчасного виїзду бригади АВФ (аварійно-відновлюваного формування) необхідно ввести 4-х змінний графік роботи чергового по електродепо, з розрахунком підмінного чергового по електродепо необхідно 5 вакансій.

4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

В наш час зростає попит серед користувачів на дешевий безпечний комфортабельний та дешевий засіб пересування як у нашій країні так і за її кордоном таким транспортним засобом можна вважати метрополітен

Підвищення надійності відремонтованої техніки в даний час залишається однією з визначальних задач з ремонтного виробництва. Вирішенням даної проблеми з однієї сторони бачиться в зниженні собівартості продукції що випускається, з другої сторони зменшити споживання ресурсів. Прогресивними напрямки вважаються використання відновлення деталей і з'єднання неметалічних матеріалів, зокрема полімерних, що дозволяє не тільки значно знизити собівартість ремонту, а також запобігти руйнуючи дії корозійного зносу контактуючих деталей у відновленому нерухомому з'єднанні. [15]

Вагони метрополітену складаються з таких частин:

1. Пневматично гальмівна система слугує для:
регулювання швидкості та забезпечення безпечної зупинки рухомого складу.
2. Автозчеплення слугує для: здійснення счеплення одиниць рухомого складу без участі людини.
3. Система АРС - система пристроїв, забезпечує передачу сигнальних показників в кабіну управління поїздом, безперервний контроль вільності колії і швидкості руху поїзду, автоматичне зниження швидкості при її перевищенні.
4. Вагонний візок - основний елемент ходової частини вагона, являє собою поворотний пристрій, на яке спирається кузов вагона. Основна перевага вагонної візки - мала жорстка колісна база, що забезпечує вписування в криві малого радіуса.

Основними вагонами Дніпровського метрополітену є вагони таких моделей : 81-717.5М/714.5М виробництва "Метровагонмаш" і 81-717.5/714.5 виробництва ЗАО "Вагонмаш". [16, 17]

Метровагонів моделей 81-717.5М і 81-714.5М є моторними, все осі вагонів ведучі. Вагони розраховані на роботу за системою багатьох одиниць і можуть

					Арк. 37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

експлуатуватися в складі поїзда з числом вагонів до восьми. Головні вагони 81-717.5М при човникової експлуатації рухомого складу встановлюються по кінцях поїзда. Кузови вагонів виготовлені з мало вуглецевої сталі і мають суцільнозварну несучу конструкцію. Зовнішня обшивка кузовів для забезпечення підвищеної жорсткості виконана з гофрованих сталевих листів, кузова мають підвищену тепло- і шумоізоляцію. Вагони 81-717.5М / 714.5М обладнані двома системами вентиляції - природної припливно-витяжної та примусової механічної. [18]

Вагони обладнані тяговим електроприводом постійного струму з системою плавного регулювання поля (збудження двигунів), розраховану на роботу в тяговому режимі і в режимі електродинамічного резисторного гальмування зі швидкості 90 км / год до 8 км / год. У кожному вагоні встановлено чотири тягових електродвигуна ДК-117ДМ з само вентиляцією, по два на візок, потужністю по 114 кВт кожен.

Візки вагонів 81-717.5М і 81-714.5М двовісні, з опорно-рамним підвішуванням тягових електродвигунів і осьової підвіскою редукторів. Рама візка Н-подібної форми суцільнозварна, з дворівневим ресорним підвішуванням. У первинному підвішування використані комплекти спіральних циліндричних пружин. Вторинне підвішування колискового типу також виконано з використанням спіральних циліндричних пружин. У систему вторинного підвішування вбудовані гідравлічні амортизатори для гасіння вертикальних і горизонтальних коливань. Основним показником ефективності та необхідність будівництва метрополітену є показник великого перевезення обсягу пасажиро потоку, як правило будівництво планується у населених пунктах які мають населення завбільшки ніж один мільйон такими є представники в нашій країні такі міста як: Дніпро, Харків, Київ серед даних представників Київський метрополітен являється найбільшим в нашій країні також найстарший він побудований у 1960р. Даний метрополітен нараховує рухомий склад 785 вагонів котрий дозволяє видавати у ранковий час пік понад 140 пар рухомого складу і вони надають можливість обслуговувати 1498,4 мільйона населення за 2017 рік. Дана

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інфраструктура метрополітену базується на основі 2 депо, будівничому заводу. [19, 20]

Якщо брати для порівнювання Дніпровський метрополітен з іншими у нашій країні то він є наймолодшим та найменш за протяжністю та найменшими показниками за станціями який нараховує лише 6 станцій протяжністю 7,1 км. Наш метрополітен був відкритий у 1995р. У 2017 році наш метрополітен зумів досягнути відмітки у 274,3 тисячі осіб це при населені у 878,5 тисяч персон. База нашого метрополітену базується на основі 1 електродепо, 1 складу матеріалів, 1 інженерного корпусу управління. Рухомий склад Дніпровського метрополітену нараховує 45 вагонів даний парк розраховувався на підставі перевезень пасажирів з розрахунком експлуатації 6 станцій , але у зв'язку з розвитком та будівництвом нових станцій котрі будуть побудовані у 2021 році даний парк рухому складу не зможе обслуговувати якісно та ефективно пасажирів, а також на даному етапі будівництва планується зменшити тривалість очікування пасажирами проміжок між составами на даний момент проміжок між составами складає 15 хвилин у денний та у вечірній час у ранковий час тривалість між составами досягає 6-8 хвилин , та збільшити недостатнє фінансування було однією з причин погонного стану рухомого складу тому що до 2016 року на ремонт рухомого складу капітального ремонту викладалось не більш 1 мільйона гривень котрий не покривав необхідний розхід матеріалів для ремонту вагонів.

З 2016 року на даний момент почалось виділятися майже 3,3 мільйона гривень, що дозволяє більш менш звеличить об'єми ремонту та заміни необхідних вузлів вагону , найбільш розпростертим вузлами котрі необхідно замінити як скоріш це вузли електрики.

Дивлячись не резервний рухомий склад то ми побачимо що з цієї картини ми необхідні вилучити 5вагонів котрі належать до резерву «Н», вони належать безпосередньо начальнику Дніпровського метрополітену і використовуються лише у надзвичайних обставинних (катаклізми, терористичні заходи). [21]

Якщо ми хочемо зменшити проміжок між вагонами у 15 хвилин при розрахунку на 2021 рік , то нам необхідно щоб на колії завжди рухалось 5 составів,

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

це нам дозволить скоротити проміжок до 8 хвилин. Але щоб ми так змогли зробити то необхідно проміж ремонту та заміни існуючих вагонів їх матеріалами, необхідна закупка додаткових составів, планується на 2021 закупити ще 3 повних состави комплектацією по 3 вагони.

Для вирішення даної проблеми необхідно до укомплектувати технологічну документацію котра дасть змогу більш ретельно організовувати працю, та налагоджувати ті вузли котрі до цього часу не було можливо, та надасть змогу діагностування і ремонту із затратою меншого часу ніж необхідно на даний момент.

4.1 Резервний парк експлуатації вагонів метрополітену.

Резервний парк Дніпровського метрополітену на сьогоднішній день складається з 18 вагонів, 40 серед них 5 головних вагонів та 13 проміжних. [22, 23]

Ми можемо спостерігати таку тенденцію що починаючи с 2015р. збільшується показник відновлювання вагонів резерву, посприяло цьому нова система та технологія по відновленню таких видів ремонту вузлів вагону, це стало можливим завдяки обміну досвіду зі Харківським метрополітеном.

Завдяки даному досвіду змогли досягнути прогресу в такій галузі по ремонту індуктивного шунту, регулювання реле часу, ремонту компресора, нова техніка фарбування вагону, використання світлодіодного освітлення, ревізія лінійних контакторів.

Основними проблемами на даний час виступають:

1. Необхідний ремонт контакторів КЕС-47
2. Відновлювальних роботи по контакторам ЕУ-5
3. Ремонт вентиляції салону
4. Заміна резисторів МК
5. Освітлювання кабіни машиніста
6. Заміна пластику салонна
7. Заміна лінолеуму в салоні вагона
8. Утеплення кабіни машиніста

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Злом штоку у сидіннях у кабані машиніста

10.Шумоізоляція в салоні вагону

11.Комплектуючі до установки дверей в салоні вагону

Період з 2016р по 2018р. значно збільшилися об'єми робіт з ремонту рухомого складу. Річна програма поступово розширилась з 1 вагону в рік до 6 вагонів. У зв'язку з цим, відбулась доукомплектуванню вагонів резерву котрі знаходяться в відцепному ремонті в службі рухомого складу. Внаслідок цього в значній мірі знизилась необхідність вагонів у ремонті відцепного типу. Завдяки даним змінам ми бачимо тенденцію у підвищенні рівня готовності до працездатності вагонів експлуатаційного парку. [24, 25, 26]

В порівнянні з 2016р. в 2018р. збільшилися об'єми закупок таких позицій як:

1. Було придбано КЕС-47 (з 40 до 90 шт.)
2. ЕУ-5 (з 35 до 120 шт.)
3. Резистори МК (з 0 до 40 шт.)
4. Сидіння в кабіні машиніста (з 3 до 18 шт.)
5. Світлодіодне освітлювання фар (з 4 пар до 12 пар)
6. Світлодіодне освітлювання в салоні вагону (з 2 комплектів до 12 комплектів)

4.2 Річний обсяг ремонту вагонів

За останні роки збільшився об'єм ремонту вагонів відцепного виду на Дніпровському метрополітені. Це можемо спостерігати на 41абл. 4.

В проміжок з 2015року по 2018рік значно збільшились обсяги пробігу составів рухомого складу і вони наближаються до до завершення встановленого терміну служби і тому кількість відмов суттєво збільшується. Ще один показник котрий посприяв тому що значно збільшився об'єм ремонту так це збільшення

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фінансування та набагато більшому потоку нових запасних частин. На стан 2018 року на відцепного виді ремонту знаходиться 6 вагонів це на 4 вагонів більш чим на стан 2017 року. Тобто ми можемо спостерігати збільшення об'єму ремонту рухомого складу, це у свій час демонструє темпи розвитку в якому направляється Дніпровський метрополітен, ці темпи обумовлені тим, що конструюються нові станції та очікується збільшення пасажиро потоку.

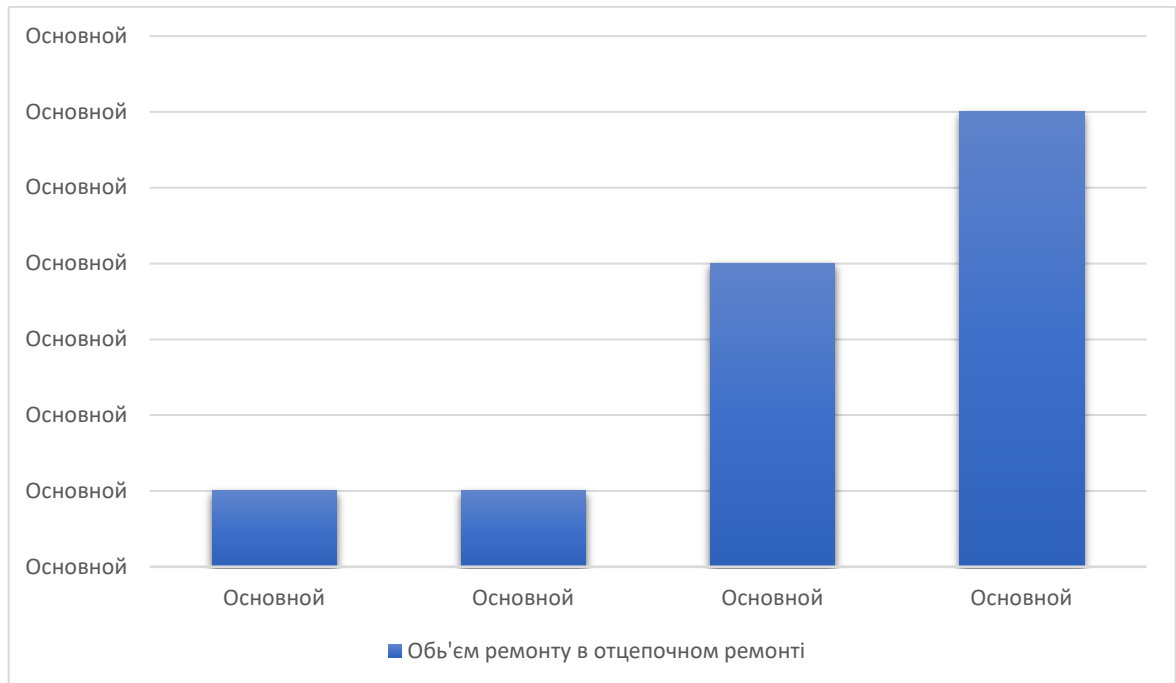


Рисунок 4.1 - Об'єм робіт відчіпного ремонту.

5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ПОКРАЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ З ВВЕДЕННЯМ ДРУГОЇ ЧЕРГИ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Дніпровський метрополітен один з найкоротших в світі загальна його протяжність трішки менша 8 км.

Але все повинно було бути інакше. У Дніпрі планували збудувати аж три лінії підземки, першу лінію планували побудувати, ще у далекому 1991 році, загальною протяжністю 12 км. і одразу ж почати будівництво другої. Цей масштабний проект, навіть з урахуванням сьогоденних вимог, повністю би вирішив транспортну проблему міста. Але першу гілку, і то лише частково вдалося відкрити в 1995 році, але в першу гілку і то лише частково вдалося добудувати 1995 році, а решта лінії перетворилася на довгобуд який вже 25 років спотворює центр міста. І майже через чверть століття роботи відновилися і будівельники намагаються завершити те що не вдалося попередникам.

Складності викликають місцеві геологічні умови. Складність полягає в тому, що проходку треба робити в дуже твердих гранітах. Наступна проблема полягає в тому, що за що будівництво проходить в умовах щільної забудови центра міста, а більшість споруд в післявоєнний час будувалась на стрічковому фундаменті.

Минуло багато часу з початку з початку запуску першої черги. Метрополітен функціонує у нормальному режимі. З урахуванням складності будівництва, його вартості ті синхронізації старого та нового обладнання, постає питання чи є сенс продовжувати будівництво Дніпровського метрополітену?

Перша проблема яка звертає на себе увагу, це - підземні води. У недобудованих тунелях постійно йде приріст води. У деяких частинах виробки менше у деяких більше, а загальний притік води по всіх виробках приблизно складає 90 000м³/місяць . Із особливостей: цю воду досліджували в лабораторіях і вона виявилась чистою, питною та готовою до вживання. Вже 25 років метрополітен, безперестану, відкачую цю воду в річку Дніпро. Це вимушене міра, бо якщо припинити відкачування води, станеться катастрофа. Причина тому, що кошти на гідроізоляцію так и не були виділені Якщо вирубку довго тримати у

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затопленому стані то вона може обрушитися. Будь-яке затоплення тривалий час викликає такий ефект як суфозія (розщільнення ґрунтів на поверхні), а в той час на поверхні знаходяться будівлі, комунікації та автодороги. Під дією води ґрунти на дніпровських пагорбах стрімко втрачають міцність, тоді на поверхні утворюється провалля. Один з таких стався 5 жовтня 2019 року. Під час зливи на стінах гуртожитку металургійного інституту з'явилися тріщини, і це не перший випадок. 1997 році у буквальному сенсі під землю пішли школа-дитячий садок та житлова багатоповерхівка. Вони стояли над підземною рікою, разом з нею поверхневі дощі перетворили в верхній шар ґрунту на потік бруду.

Саме тому, навіть у самі скрутні часи, Метробудівська і не переставали відкачувати воду із тунелів. Вартість відкачки води кожного року складає сотні мільйонів гривень

Друга проблема це те, що вода зі скельних ґрунтів під центром міста, вимиває білу глину, яка є природним ущільнювачем який зміцнював гірський масив, а без неї, скелі над тунелем можуть обвалитися. Цей процес може бути некерованим, якщо тривалий час пропускати через фронт воду.

Єдиний вихід вирішити екологічну проблему - це добудувати метрополітен, тоді тунелі будуть повністю закрити від води, а їхній стан буде постійно контролюватися, як це вже відбувається на діючій ділянці.

Метрополітен у Дніпропетровську, як необхідна умова для розвитку міста, фігурував у дипломних роботах випускників інституту інженерів транспорту ще в середині 60-х років, до початку будівництва метрополітену у Харкові.

На початку 1970-х потік пасажирів у центрі мільйонного Дніпропетровська сягав у години пік 30 тисяч людей на годину, це вдвічі більше ніж міг перевести наземний транспорт. Вулиці вже не справлялися з транспортним навантаженням. Наприклад: пропускна властивість центральної частини міста, та у зв'язку з високою концентрацією транспорту по проспекту Дмитра Яворницького практично була вже вичерпана.

Планувалося побудувати три лінії метро, які б з'єднали центр міста з новими житловими масивами ми, а також праву і Лівобережну частину міста.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Першу лінію мали ввести в експлуатацію в 1991 році, її довжина мала складати 12 км, також запроектували депо та 9 станцій.

У Дніпрі користувався попитом пасажиропотік на Соборну площу, особливо серед студентів, тому було прийнято рішення з'єднати житлові масиви «Парус», «Комунар» та «Червоний Камінь» зі студентською частиною міста.

Друга лінія метрополітену повинна була починатись в кінці Слобожанського проспекту. Вона повинна була пройти під всім проспектом та з'єднати лівий берег з центром міста. Тунелі мали б пройти під руслом річки Дніпра.

Переведення пасажиропотоку на підземний транспорт розвантажувало б мости, так як їхня пропускна здатність вичерпалась, ще у 80-х роках минулого століття.

За планом, друга лінія виходила на пересадку з першою лінією на центральній площі і тягнулася до спорткомплексу «Метеор» і КБ «Південне»

У перспективі була ще й третя лінія, вона мала з'єднати Лівобережні масиви з вокзалом проспектом Пушкіна і вулицею Криворізькою.

Четверта лінія, з'єднувала б другу і третю на лівому березі, загальна довжина усіх тунелів, по два на кожен ліній, була близько 80 км. Ці плани і зараз мають велику актуальність, але виглядають занадто фантастично.

У 1980-х будівництво метро в Україні було успішною і дуже розвиненою галуззю. Метрополітен у Києві запрацював у 1960 дві лінії побудували Всього за 11 років. У 1968 урочисту вийняли перший ковш ґрунту на будівництві метрополітену у Харкові, першу 10 км лінію відкрили за 8 років у 1975, ще за три роки у Харкові відкрили другу чергу цієї лінії метро. Довжина ділянки 7.6 км з 5-ю станціями.

Дніпропетровський метрополітен які Харківський спроектував інститут «Харківметропроект», незабаром Дніпропетровське будівництво увійшла до десятки найбільш пріоритетних будівництва в СРСР. У той час, до 90-го року, фінансування було чудовим, але з часом проект почав втрачати пріоритет в порівнянні з Харковом та Києвом.

					Арк. 45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Київські та Харківські метробудівники, своїм успіхам завдячували застосуванню механізованого прохідний щита, який легко порізав м'які ґрунти з глини. Але у Дніпрі, на шляху Будівельників, стали надміцні скельні породи які не мали аналогів у СРСР. Також не вистачало досвіду, для роботи з такими типами ґрунтів які зустрілися на будівництві у Дніпрі. Скельні породи під Дніпром виявилися вдвічі твердішим за альпійські граніти, в усьому світі 80-х роках минулого століття, не існувало прохідницький щитів, які б могли продертися через такі ґрунти.

Шахтарі та будівельники, для оцінки міцності ґрунтів використовують спеціальну шкалу, відповідно до неї, глина - це м'який матеріал, її коефіцієнт міцності дорівнює одиниці, з протилежного боку шкали, найміцніші породи. Шкала закінчується коефіцієнтом 20, тобто, ці породи здатні витримувати тиск у 200 кілограм сили на один квадратний сантиметр. Шкала не враховується міцніших порід. Міцність скель в Альпах коливається від середини шкали до її краю. Міцність скель під Дніпром, виходить далеко за правий край шкали і коливається від 140 до 360 кгс/см².

Пробиватися через скельні породи довелося було-вибуховим методом і важкою ручною працею, як під час будівництва перших метрополітенів. Попри важку працю, темпи виконання робіт виявились у два з половиною рази менше від запланованих.

Чому метро почали будувати так глибоко і чому в Гранітному масиві. Існує декілька варіантів але справжній полягає в тому, що щільна забудова не дозволить прокладати метро близько до поверхні, щоб не паралізувати життя міста на багато років.

Через жахливі геологічні умови в 1991 році замість в відкриття першої 12 км. Лінії, яка об'єднала житловий масив «Комунар» та «Червоний Камінь» з Жовтневої площею, метробудівці пройшли близько 7 км тунелю, і не були до відкриття навіть цієї ділянки. З розпадом радянського союзу, Метробудівці залишились без фінансування.

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у 1994 році будівництва метрополітену зацікавився новий голова Дніпропетровської обласної ради Павло Лазаренко. Для відновлення робіт він задіяв ресурси всієї області. І вже 29 грудня 1995 року відбулося відкриття першої черги Дніпровського метрополітену.

На сьогодні Дніпровський метрополітен один з найкоротших в світі, але працює він як годинник. Час між відправленнями потягів 11 хвилин, у години пік розрив скорочується до 8 хвилин, за рахунок випуску додаткового потягу.

Перший потяг виходить на лінію у 5:28 ранку. У 8:00 ранку цей потяг повернеться і вийде на лінію знову, у вечірню годину пік щоб, зайти у депо останнім. Але ротація потягів відбувається на лінію упродовж усього дня.

Вони не лише проходять техогляд у депо, але регулярно замінюється щоб пройти обов'язкові ремонти та заміни вузлів відповідно до регламентів, адже система повинна працювати безперебійно.

Метрополітен не помічає заторів на дорогах, не звертає уваги на зміни погоди, не затримуються, все відпрацьовано до секунд, за графіком. А дорога від першої до останньої інстанції, займає всього 12 хвилин.

Будівництво другої черги метрополітену відбулося після обрання генерального підрядника на міжнародному конкурсі у 2016 році. Ним стала турецька компанія «Limak». За мовами угоди, ця компанія повинна добудувати метрополітен з трьома станціями за 4 роки.

Старі стволи «Дніпромметробуду» занадто вузькі навіть для легкової авто, але потужна будівельна техніка, ще більша, тому довелося будувати нові стволи у формі еліпсу діаметром 10 на 12 м.

Подібні стволи - це нова практика для України, але вони широко застосовуються в сучасному будівництві метрополітенів, у тому числі, і в Туреччині. Такі розміри і форми стволів, дозволяють за допомогою великого козлового крану, упускати в тунелі і піднімати звідти велику і потужну техніку.

Дніпровські ґрунти насичені водою, збудувати в них нові стволи, завдання непросте, зазвичай для стабілізації нестійкого змішаного з водою ґрунту,

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовували заморозку, яка давала неприємні побічні ефекти. Але заморозка - процес тривалий і це скорочувало темпи будівництва.

Під час будівництва Дніпровського метрополітену компанія «Limak» використовує технологію під назвою «Jet-grouting». Сутність технології полягає у використанні енергії високонапірного струменя цементного розчину для руйнування і одночасного перемішування ґрунту. Після твердіння розчину утворюється новий матеріал ґрунтобетон, що володіє високими властивостями міцності та деформаційними характеристиками.

Щоб зменшити вплив довкілля на колони з цементу ґрунту їх обробляють спеціальним цементом швидкого застигання. Це технологічне рішення без важкої фізичної праці.

Раніше метробудівники у Дніпрі застосовували іншу технологію. Тунелі закріплювали за допомогою бетонних або чавунних чілець. Кожне з них збиралися окремо із десяти фрагментів (тубінг). Технологія надійна але вимагає дуже багато часу на її реалізацію.

«Limak» пропонують інше рішення. На стінах ділянки де великий приток води, монтуються сталеву сітку. за кілька хвилин починається набризк бетону на стіни тунелю під високим тиском. Бетон застигає майже миттєво і роботи з проходки відновлюються.

Другу чергу метрополітену планувалося побудувати до кінця 2020 року. Утім з'явилися нові перепони і це стали не тверді граніти і не підступні водоносні ґрунти. Набагато більше складностей, ніж геологічні умови, полягає у корегуванні проекту під «Турецький» метод проходки і у тривалій процедурі узгодження скоригованих проектів.

На пристосування старого проекту до нових реалій пішло два роки, але справа не лише в інших технологіях. За 25 років земля яка мала бути закріплена за метрополітемом, раптово виявилася у інших власників. Це було неприємним сюрпризом для міської влади та метробудівників.

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб відновити будівництво метрополітену, довелося вирішувати питання енергозабезпечення потужної будівельної техніки. Електричні мережі центру міста були не готові до таких навантажень.

Нову сучасну підстанцію будували 2 роки і ввели в експлуатацію у червні 19 року, що дозволило увімкнути будівельну техніку на повну потужність.

У цей момент мали початися активні прохідницькі роботи методом підриву твердої породи. Саме він дозволив компанія « LImak» виграти міжнародний конкурс.

Але чому не застосували сучасний прохідницький комплекс, який «LImak» використали при будівництві метрополітена в Анкарі? Тому що для прохідницького щита 4 км дуже невелика відстань, а це дуже дорога машина, яка для кожного проекту виготовляється окремо і виготовлення триває від одного до двох років з вартістю 15 мільйонів євро.

Щоб зібрати щит потрібно будувати портал. Адже це машина завдовжки 200 метрів, а потім ще треба розібрати і зібрати для проходження зворотного тунелю. Місця для будівництва подібного портал у центрі міста, не знайти.

Завдяки вибухам, щодня, на одному столі довжина тунелів збільшується на 10 метрів, якщо буде дозвіл на вибухові роботи вночі, то і по 20 метрів на добу. Втім навіть за такого режиму роботи, моторобудівники могли пройти 250 - 300 метрів тунелю, і це лише на одному стволі а таких стволів 4. Тобто за один рік могли б збудувати 1 кілометр і 200 метрів тунелю.

Але проходку вибухами, весь рік блокувала Головне управління держпраці у Дніпропетровській області. Весь рік метробудівці були змушені довбати схилі за допомогою машин, відвойовувати у граніту за місяць скільки ж метрів, як за один день з вибухами. А проходка механізованим способом це лише 10% від номінальної продуктивності.

Цей втрачений час метробудівники намагаються використати для вирішення інших завдань. Будівництво стін майбутніх вестибюлів станцій метро. Робота продовжується і вдень і вночі і в святкові дні. Треба підготувати не лише вестибюль ай похилий хід для майбутнього екскаватора. Та без дозволу на вибухи

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будівельники не пробиваються крізь граніт і тим більше не зможуть зробити у скелі приміщення для станції.

Дозвіл на вибухи які були передбаченні проектом у 2016 році, коли турецькі метробудівники виграли конкурс, отримали лише у липні 2020 року після винесення питання на Ток-шоу одного з національних телеканалів.

Перші Випробувальні вибухи і експертиза їхнього впливу на об'єкти нерухомості в центрі Дніпра, провели чи у 2017 році.

Фахівці Дніпровського науково-технічного здійснюють контроль за кожним вибухом. Весь хід робіт окремо контролює польська інженерна компанія. У неї великі повноваження. Польські інженери зупиняють роботу, якщо знаходять недоліки в роботі будівельників або невідповідність у документації.

У 2019-2020 роках, навіть за відсутності дозволів на вибухи, будівництво метрополітену дало роботу багатьом мешканцям міста та області. Увесь бетон для будівництва виробляють ті самі цементні заводи Кам'янського і Кривого Рогу які постачали для метрополітену у 80-х 90-х роках. Весь метал виробляється на металургійних заводах Дніпра. Кріплення для тунелів в тому числі для найвідповідальніших ділянок виробляє Південний машинобудівний завод.

Та головну вигоду від будівництва метро отримує місто і його мешканці. Будівництво - це переукладення, а разом з ним і оновлення мереж під центральним проспектом; це - зникнення будь майданчиків які калічать центр Дніпра вже 30 років. І нарешті це - покращення самого метрополітену і його подальший розвиток.

Перша черга метро будувалась під потреби заводів, які тепер потребує набагато менше працівників. Добудова метрополітену до центру, історичного музею, де багато ВУЗів, дасть Дніпровському метро новий сенс і відкриє нові перспективи.

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ МЕТРОПОЛІТЕНІВ УКРАЇНИ

Метрополітени України — системи ліній підземного громадського транспорту, до яких належить Київський, Харківський та Дніпровський метрополітен. Часто можна зіштовхнутися з тим, що до цих метрополітенів додають Криворізький швидкісний трамвай через його схожість по ізолюваності та наявністю підземних ділянок.

Українська підземка чітко відрізняється від інших видів транспорту завдяки наявності нормативно-правовим актам та правилами технічної експлуатації.

Але всі метрополітени мають більш-менш схожі властивості. Наприклад у містах де забудова має історичне значення лінії проходять під землею, інколи можливий їх вихід на поверхню. У більшості випадків габарити та маса поїзду менша, але інколи може досягати залізничних параметрів. Поїзди налічують від чотирьох до восьми вагонів а діаметр R тунелів 5-6 м. Щодо платформ на станціях, то вони мають довжину 100-160 м. і ширину в діапазоні 5-20 м.

Історія українського метрополітену розпочалася у квітні 1949 року тоді за наказом міністерства шляхів та сполучення було створено Київметробуд.

6.1 Метрополітени України.

Київський метрополітен – швидкісна, підземна, громадська транспортна система столиці України, міста Києва. 6 листопада 1960 року після відкриття стало третім у Союзі Радянських Соціалістичних Республік після Московського та Ленінградського метрополітенів.

Наразі діє 3 лінії з 52 станціями і трьома вузлами в центрі міста призначених для пересадки пасажирів. Загальна довжина експлуатаційної ділянки становить 69,648 км

Експлуатує систему комунальне підприємство яке має назву «Київський метрополітен». Роботу підприємства забезпечує біля восьми тисяч людей.

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До склад підприємства входить, діюча адміністрація, 13 служб, та три електродепо. ТЧ-1, «Дарниця», ТЧ-2 «Оболонь» і ТЧ-3 «Харківське». 1 вагоноремонтний завод та інші підрозділи.



Рисунок 6.1 - Схема маршрутів Київського метрополітену.

Харківський метрополітен - швидкісна підземна транспортна система міста Харків. Має три, діючі лінії та 30 станцій. Для пересадок пасажирів побудовано 3 пересадочні вузли в середмісті. Загальна довжина експлуатаційних ліній складає близько 38.1 км. Харківські став шостим після 23 серпня 1975 року метрополітеном в СРСР після Московського, Ленінградського, Київського, Тбіліського, Бакинського та другим на території України.

					Арк.
					52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Метрополітен підпорядковується комунальному підприємству «Харківський метрополітен». Роботу підприємства забезпечують близько 2800 людей, та має у своєму господарстві два діючих електродепо: ТЧ-1 «Московське» та ТЧ-2 «Салтівське»



Рисунок 6.2 - Схема маршрутів Харківського метрополітену.

Дніпровський метрополітен — лінія метрополітену в місті Дніпро. Дніпровський метрополітен наразі має лише одну лінію на якій збудовано 6 станції загальна довжина лінії складає 7.8 км а з урахуванням 9 станції 11.8 км. Оператором підземки у Дніпрі є комунальне підприємство «Дніпровський метрополітен» у власності якого є одне електродепо, та забезпечує роботою 870 осіб. Рухомий склад обслуговує одне електродепо - «Діївка»

					Арк.
					53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 6.3 - Схема Дніпровського метрополітену.

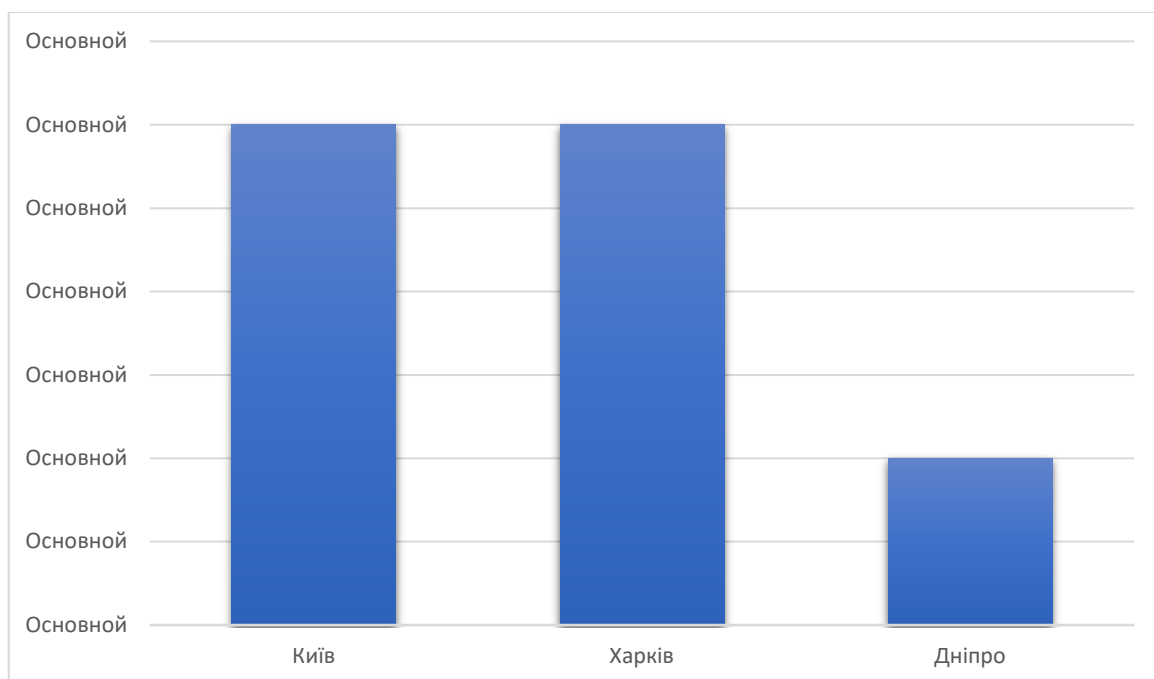


Рисунок 6.4 - Кількість ліній метрополітенів України.

6.2 Порівняльний аналіз інтенсивності розвитку метрополітенів на території України

6.2.1 Рухомий склад київського метрополітену

У Київському метрополітені використовується багато типів стандартного пасажирського рухомого складу - вагони Є, Єж, 81-717/714 та їх модифікації і поїзд "Славутич". Також на Сирецько-Печерській лінії працює перший поїзд метро виробництва Крюківського вагонобудівного заводу. Пасажирські поїзди приписані до трьох депо - "Дарниця", "Оболонь" і "Харківське".

Після відкриття Київського метрополітену у ньому використовувалися тривагонні поїзди з вагонів типу Д, які через кілька років були замінені на новітні "Є". Водночас збільшено і довжину поїздів - до чотирьох вагонів. Зараз всі поїзди складаються з 5 вагонів на всіх лініях.

6.2.2 Вагони типу Д

Вагони типу Д стали першим типом пасажирського рухомого складу, що експлуатувався у київському метрополітені. Розроблені на Митищинському машинобудівному заводі у 1953 році на основі модифікованих дослідних вагонів УМ5. [27]

На відміну від усіх довоєнних типів вагонів метро, що експлуатувалися у СРСР на той час(Ам, Бм) та післявоєнних В та Г, вагони типу Д мали низку принципових покращень конструкції, а саме:

- тягові двигуни та приводи було підвішені на рамах візків;
- використана кулачкова кінетична передача;
- використано більш потужні тягові двигуни, що забезпечували вищу, у порівнянні з аналогами, швидкість;
- збільшено місткість пасажирського салону;
- покращене освітлення салону.

На 1964 рік у депо "Дарниця" було приписано 39 вагонов

6.2.3 Вагони типу Є та їх модифікації

Вагони типу Є(81-703) та Єж(81-707) є почали свою роботу у Київському метро у 1963 році та досі працюють. Електромеханічні компоненти цих машин забезпечують надійну роботу навіть при порівняно низьких температурах та високій вологості атмосфери, тому переважно саме цими вагонами укомплектована Святошинсько-Броварська лінія, що має багатокілометрову відкриту ділянку. Депо приписки — ТЧ-1 "Дарниця". [27]

На відміну від своїх попередників, вагонів типу Д, Є мали значно покращену електросхему, зручніше місце машиніста, збільшилася місткість і швидкість руху.

					Арк. 55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Тепер у всіх проміжних вагонах Є та Єж демонтовано кабіни, що збільшило їх місткість. Також, згідно із сучасними протипожежними вимогами, замінено лінкрустове оздоблення салону на пластикове.

6.2.4 Вагони типу 81-717/714

Вагони типів 81-717(головні) та 81-714(проміжні), або, як їх ще називають, "номерні", є сьогодні основним типом пасажирського рухомого складу Київського метрополітену та метрополітенів СНД. Історично це була тимчасова модифікація для Празького метро, яку планувалося випускати до введення у серію вагонів типу І. Проте, як відомо, цього не сталося, бо тип І мав пожежонебезпечну конструкцію. Так 81-717/714 отримали велике майбутнє. У Києві вони працюють з 1977 року, і парк рухомого складу час від часу поповнюється новими вагонами цього типу — Митищинського та Санкт-Петербурзького виробництва. [28]

6.2.5 Поїзд "Славутич"

У київському метро використовується експериментальний поїзд "Славутич" з принципово новими асинхронними тяговими електродвигунами, транзисторним силовим обладнанням та комп'ютерною системою управління. В порівнянні з більш старими вагонами (81-717, 81-714) потужність тягових двигунів збільшена зі 110 до 170 кВт, на 30% знижено енергоспоживання, введений режим рекуперативного гальмування (віддача поїздом електроенергії в контактну мережу при гальмуваннях і на спусках), введена комп'ютерна система управління, котра бере на себе частину функцій машиніста, контролює та діагностує обладнання поїзда, допомагає машиністу в позаштатних ситуаціях, виконує функції "чорного ящика" [28]

6.2.6 Вагони виробництва КВБЗ

Поїзд з вагонів типу 81-7021/81-7022 є перспективною розробкою Крюківського вагоноремонтного заводу. У майбутньому дані вагони мають прийти на заміну 81-717/714, а на даний час по Сирецько-Печерській лінії курсує перший поїзд такого типу. Частина електроніки зроблена на основі обладнання Метровагонмаш, крім того, додано низку вдосконалень, зокрема, збільшено вмістимість салону, технічне обладнання винесено з-під місць для сидіння, додано відеоспостереження та примусова вентиляція. Більш ергономічною є кабіна

						Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машиніста - окрім перекомпонованого пульта, тут встановлено дисплей, на який передається зображення к камер заднього огляду. Головний вагон поїзду має аеродинамічну форму та велике лобове скло. [28]

В порівнянні з Київським рухомим складом Харківський відрізняється своїм їм скромним різновидом вагонів.

Рухомий склад складається як з вагонів старих типів Еж3 і Ем508Т, так і сучасніших моделей 81-717/714. З 1992 року Харківській метрополітен перейшов на закупівлю вагонів моделі 81-718/719, які відрізняються більш високими техніко-економічними показниками та комфортом. У «підземці»

А на балансі комунального підприємства Дніпровський метрополітен пасажирські вагони лише типу Тип 81-714.5М і Тип 81-717.5М. [28, 29]

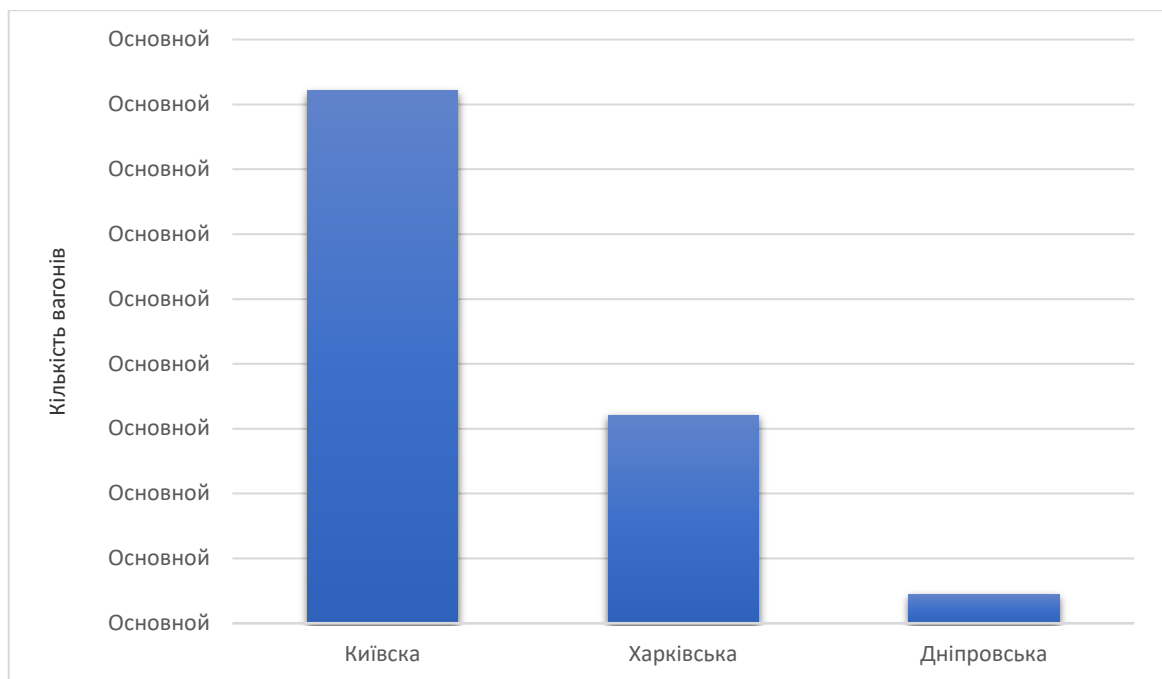


Рисунок 6.5 - Парк вагонів електропоїздів метрополітенів України. Відповідно до вищезазначеного, слід відмітити провідні тенденції розвитку Київського метрополітену. У протилежність цьому рухомий склад Дніпровського метрополітену залишається незмінним з моменту відкриття. У доповнення зробимо акцент на тому, що на сьогоднішній день Київська та Харківська підземка експлуатують рухомий склад у кількості п'яти вагонів, а Дніпровська лише з трьох.

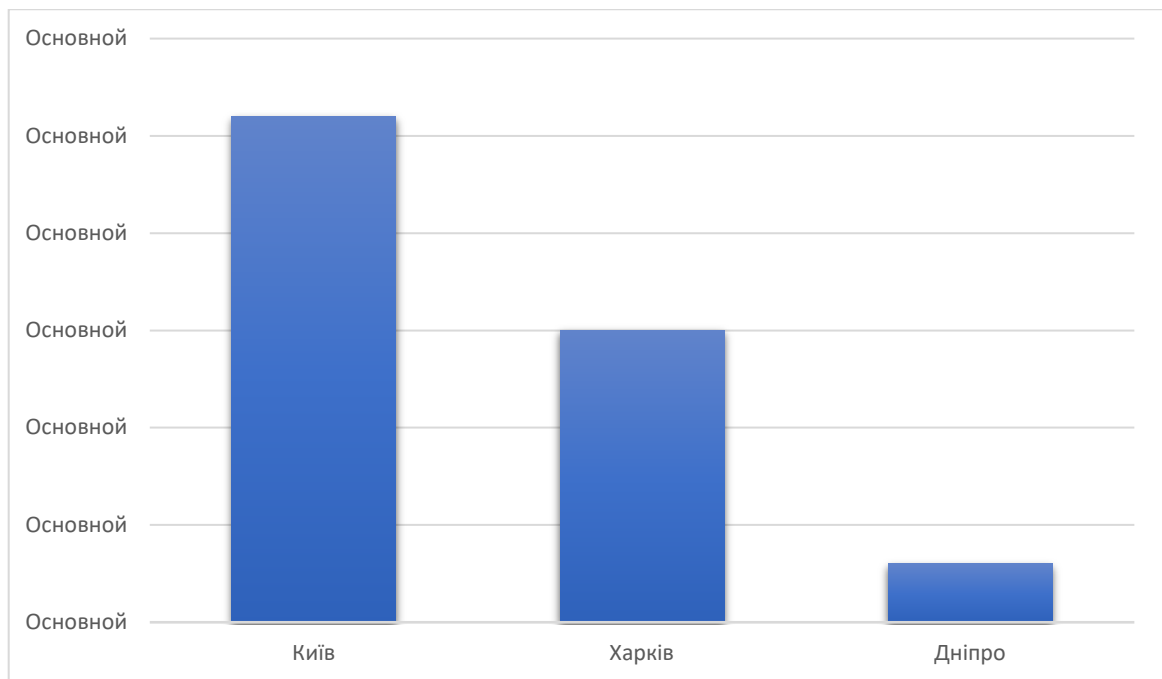


Рисунок 6.6 - Кількість станцій на метрополітенах України.

6.3 Електродепо.

Електродепо (або тягові частини, ТЧ) — структурні підрозділи метрополітену, що забезпечують експлуатацію, ремонт та комплексне обслуговування рухомого складу. Київський метрополітен має три електродепо — "Дарниця", "Оболонь" та "Харківське", які обслуговують, відповідно, Святошинсько-Броварську, Оболонсько-Теремківську та Сирецько-Печерську лінії. [30]

6.3.1 Електродепо "Дарниця"(ТЧ-1)

Найстаріше депо Київського метрополітену, що знаходиться на вул. Червоноткацькій, 1а. Відкрито 5 листопада 1965 року. На даний час обслуговує тільки Святошинсько-Броварську лінію. В період 1976 — 1988 рр. було базою для відстою та ремонту поїздів Оболонсько-Теремківської лінії. Депо є потужним виробничим комплексом, що проводить комплексні роботи з експлуатації, обслуговування і ремонту рухомого складу, що постійно експлуатується на Святошино-Броварській лінії, господарських вагонів, тягових та причіпних одиниць моторно-рейкового транспорту, які експлуатуються на усіх гілках метрополітену. Серед обладнання депо - цех ремонту ПР-3, колійний цех, мийна

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установка, станок для обточування колісних пар. До електродепо приписані наступні типи (серії, моделі) та кількість електрорухомого складу, господарських вагонів, тягових та причіпних одиниць моторно-рейкового транспорту:

Електрорухомий склад:

- Вагони типу Еж - 53 од;
- Вагони типу 81-502 - 67 од. (з них 48 од. - головні вагони);
- Вагони моделі 81-7080/81 - 135 од. (з них 54 од. - головні вагони);
- Вагони серії 81-717.5М/714.5М - 35 од. (з них 14 од. - головні вагони).

Господарські вагони:

- Контактно-аккумуляторний електровоз на базі вагону типу Д;
- Вагон-вимірювач колії на базі вагону типу Д;
- Вантажний вагон на базі вагону типу Е;
- Вагон лабораторія на базі вагону типу Еж.

Тягові одиниці моторно-рейкового транспорту:

- Автодрезини типу АГМу - 9 од.
- Автодрезина типу АЛг - 1 од.
- Дрезини моторні типу ДМ - 5 од.
- Мотовоз типу МГМ - 1 од.

Причіпні одиниці моторно-рейкового транспорту:

- Платформи типу УП-2 - 28 од.
- Платформи вантажні типу УП-4 - 3 од.
- Чотирьохвісна залізнична платформа транспортер - 1 од.
- Платформа залізнична двохвісна - 1 од.

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3.2 Електродепо "Оболонь" (ТЧ-2)

Друге електродепо Київського метрополітену, що знаходиться на вул. Озерній, 3. Відкрито у 1988 році. На даний час обслуговує тільки Оболонсько-Теремківську лінію. В період 1989 — 2007рр. депо було базою для відстою та поточного ремонту поїздів Сирецько-Печерської лінії. [31, 32]

Депо є потужним комплексом, що проводить комплексні роботи з експлуатації та обслуговування рухомого складу.

До депо приписані такі типи рухомого складу:

- 81-717/714 — з 1979 р.;
- Електропоїзд "Славутич" — 81-553.3/554.3/555.3 з асинхронним тяговим приводом;
- Контактно-аккумуляторний електровоз на базі вагону типу 81-710.

17 червня 2006 до електродепо "Оболонь" надійшов на випробування п'ятивагонний склад з вагонів серії 81-7021/7022 виробництва ОАО "Крюківський вагонобудівний завод". Після проведення пусканалагоджувальних робіт, зчеп було передано для експлуатації в електродепо "Харківське".

6.3.3 Електродепо "Харківське" (ТЧ-3)

Ведено в експлуатацію 23 серпня 2007 р. Розташоване за адресою вул. Бориспільська, 20а (поблизу ст. "Червоний хутір"). Головний виробничий корпус обладнаний новим сучасним технологічним обладнанням:

- 1) єдиним у СНД токарним верстатом з автоматичним діагностичним обладнанням „Talgo” для діагностування та обточки колісних пар вагонів, який дозволяє збільшити кількість циклів обточки колісних пар;
- 2) окремим спеціалізованим робочим місцем з кантувачем рам візків для виконання робіт по ремонту рам візків;
- 3) цехом продувки вагонів;
- 4) цехом ремонту ПР-3вагонів;

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 5) окремими спеціалізованими місцями для виконання ремонтів ПР-2 та ПР-1;
- 6) мийною машиною для мийки вагонів метрополітену;
- 7) автоматичними воротами з тепловими завісами.

На виробничих ділянках встановлено передове спеціалізоване технологічне обладнання для ремонту та ревізії вузлів рухомого складу. Комплекс побудовано з використанням кращих технологій будівництва та енергозбереження. На території електродепо влаштовані: сучасна автономна газова котельня, відокремлені очисні споруди та поворотне коло для розвороту вагонів. На компресорній станції встановлені сучасні гвинтові компресори з великою продуктивністю. Блоки головного виробничого та адміністративно-побутового корпусів виконані з легких металоконструкцій. У будівлях та спорудах електродепо використовується сучасні системи диспетчеризації, охоронно-тривожної та пожежної сигналізації, системи пожежогасіння, опалення, вентиляції, та кондиціонування. Територія по периметру електродепо та внутрішній майданчик обладнанні відеокамерами спостереження. [31, 32]

Харківський метрополітен обслуговується двома електродепо.

Електродепо «Москівське» (ТЧ-1) — найстаріше електродепо Харківського метрополітену. Обслуговує Холодногірсько-Заводську лінію і Олексіївську лінію.

Депо розташоване під Московським шляхопроводом в районі ст. м. «Турбоатом».

Депо має сполучну гілку із станцією Харків-Балашовський для передачі вагонів метрополітену, що перевозяться залізницею.

- Єж3
- Єм508Т
- 81-717/714 та їх модифікація 81-717.5/714.5.
- 81-718/719

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

61

- 81-710.1

Електродепо «Салтівське» (ТЧ-2) — історично друге електродепо Харківського метрополітену. Обслуговує Салтівську лінію.

Депо розташоване між Журавлівською греблею і вулицею Академіка Павлова.

- 81-717/714
- 81-7036/7037

Дніпровський метрополітен обслуговує одне електродепо - «Діївка».

- 81-717.5М/714.5Мв

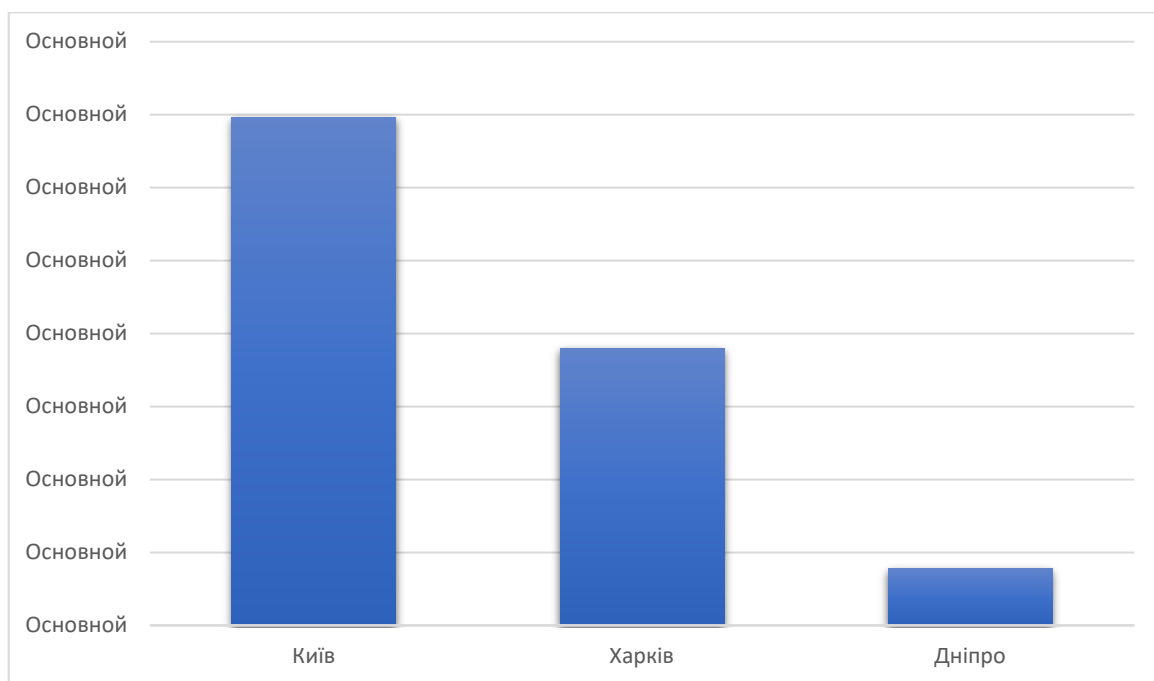


Рисунок 6.7 - Загальна протяжність ліній метрополітенів України.

Пасажиропотік Населення міста Київ складає майже 3 мільйони людей. Другу сходинку за кількістю жителів займає місто Харків, з чисельністю 1,4 мільйони осіб. Дніпро відстає, але незначно (трохи менше 1 мільйона жителів). Різниця в населенні не дуже відрізняється, особливо між Дніпром та Харковом. Але різниця в щоденному пасажиропотоці величезна (599,8 тис. чол. У Харкові проти 20,4 тис. пас у Дніпрі).

Київ же є абсолютним чемпіоном серед всіх, адже за один день роботи Він перевозить майже половину населення міста (1,37 млн осіб щодня).

Якщо у випадку з Київським та Харківським метрополітенем простежується пропорція, кількості перевезень від населення, то Дніпро залишається в аутсайдерах. [31, 32]

Це зумовлено тим що Харківська та Столична підземка покривають велику площу за рахунок великої кількості станцій. Практично можна дістатися будь-якої частини міста за допомогою послуг метрополітену. А коротка за протяжністю Центральна-Заводська лінія Дніпровського метро, проектували в першу чергу від потреби заводів які наразі не потребують такої великої кількості працівників як раніше.

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ МЕТРОПОЛІТЕНУ

У Дніпровській підземці, як зазначалося раніше, працюють Вагони метрополітену моделей 81-717М випущених у далекому 1995 році. Минуло чверть століття з початку їх курсування на Центрально-заводській лінії, і з кожним роком їх надійність знижуються. Це зумовлено тим, що в процесі експлуатації відбувається зношування та старіння основних вузлів.

У вагонах метрополітену обладнання поділена на такі групи:

1. механічне,
2. електричне,
3. пневматичне,
4. обладнання автоматичного регулювання швидкості (АРШ).

Зібравши статистику несправностей за останні декілька років і побудувавши графік, буде видно тенденцію, щодо подальшого зменшення надійності рухомого складу.

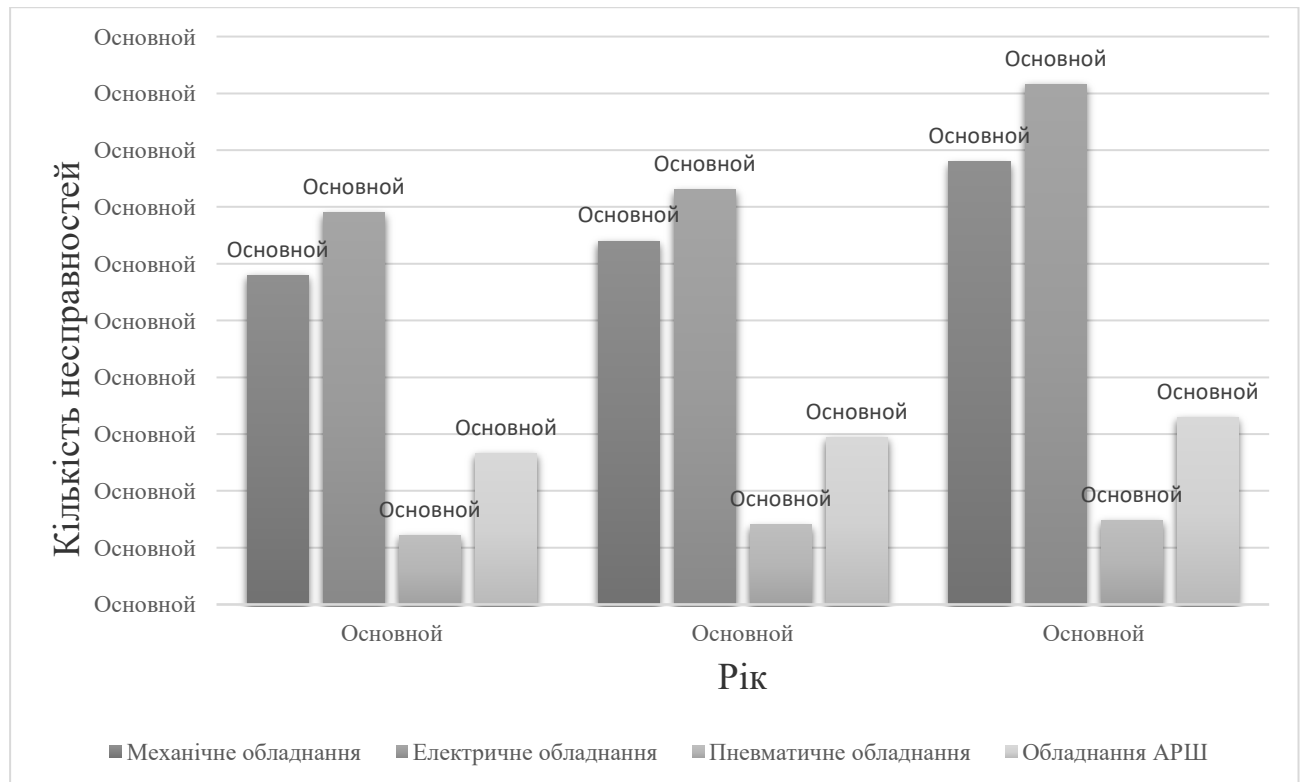


Рисунок 7.1 - Статистичний аналіз кількості несправностей обладнання вагонів за 2017-2019 рр.

Найчастіше серед механічного обладнання найчастіше зустрічаються такі несправності:

- 1) Руйнування бічних ковзунів.
- 2) Злом штоку та кронштейну струмоприймача.
- 3) Знос пружин ресорного підвішування.
- 4) Вихід зі строю гідродемпферів.
- 5) Зломи під кузовного обладнання.

Із пневматичного:

- 1) Вихід зі строю МК.
- 2) Вихід зі строю контролю дверей.
- 3) Вихід зі строю контролю тиску у ТЦ.
- 4) Ушкодження запасних резервуарів.

Серед електричного обладнання:

- 1) Вихід зі строю системи контролю дверей.
- 2) Згорання контакторів ЕУ-5.
- 3) Згорання контакторів КЕС-47.
- 4) Втрата освітлення кабіни машиніста.
- 5) Пробої ізоляції високовольтичних кабелів.

Неполадки котрі найчастіше зустрічаються у обладнаннях АРС:

- 1) перегорання фар освітлення.
- 2) Вихід із строю системи оповіщення пасажирів.
- 3) Система контролю машиніста.
- 4) Система контролю перевищення швидкості.
- 5) Вихід зі строю БПСН.

Для усунення даних несправностей варто розробити нові методи по ремонту та обслуговуванню. На даний момент 45% обладнання вагонів підлягають до заміна оскільки воно не підлягає ремонту або відновленню, а також є складнощі по знаходженню запасних частин для ремонту та обслуговуванню.

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У 2017 році була проблема пов'язана з мотор-компресором, а саме з контактором МК 1-20. Проблема полягає в тому, що дані моделі вже не мають великий попит.

Гідравлічний гасник коливань також дефіцитна запчастина, їм можна ремонтувати, але не вистачає технологічного забезпечення для обслуговування.

Проблемами із пневматичним обладнанням стосується резинових ущільнювачів і наразі метрополітен не може налагодити їх постачання в необхідній кількості.

Ситуація вимагає рішення, і на мою думку необхідна глибока модернізація рухомого складу, придбання нового технологічного оснащення, розробка нових технологічних процесів та проектування нових ділянок та встановлення нового технічного обладнання.

Модернізація дозволить поступово покращувати характеристики. Це дозволить заощадити кошти на придбанні нових вагонів, та повної заміни ремонтної бази замість її розширення.

Розглянемо таку можливість, як заміна застарілих блоків живлення власних потреб (БПСН-5У2М) на SMG.APS.750D.380A.00.080D.05.



Рис. 7.2 - Статистичний перетворювач SMG Engineering.

Це - статичний перетворювач вітчизняного виробництва вироблений SMG Engineering. він застосовується для підзарядки акумуляторних батарей, живлення низьковольтних ланцюгів вагона і живлення освітлення салону. Джерело живлення перетворює напругу контактної мережі постійного струму 825 В постійну напругу 80 В.

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У порівнянні зі старим, ця модель більш компактна, практично безшумна і в десятки разів легша (не більше 15кг проти 280 у БПСН-5У2М).

І наразі джерело живлення власних потреб SMG.APS.750D.380A.00.080D.05 проходило ходові випробування протягом двох місяців, шляхом експлуатації рухомого складу в звичайному режимі експлуатації.

Під час проходження ходових випробувань було забезпечено періодичне зняття раз на тиждень, даних від пристрою реєстрації з наступною розшифровкою та аналізом. Під час розшифровки даних перевірена наявність функції циклічного перезапису. Порушень у роботі джерела живлення власних потреб SMG.APS.750D.380A.00.080D.05 згідно даних реєстратора та даних служби експлуатації електродепо не виявлено.

За результатами проведених ходових випробувань визначено , що параметри роботи дослідного зразка повністю відповідають технічним вимогам. Джерело живлення власних потреб SMG.APS.750D.380A.00.080D.05 може бути рекомендоване для використання на вагонах моделей 81-717/714 та їх модифікації замість штатних пристроїв.

						Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Устройство и ремонт электропоездов метрополитена: Учебник для ПТУ / Э. А. Сементовский, А. А. Богданов, В. С. Гусев, Ю. Я. Могильнер; Под ред. Э. А. Сементовского.— М.: Транспорт, 1991.— 335 с.
2. ИНСТРУКЦИЯ ТЗ.25103.00035
3. 2001. Учебное пособие устройство, работа, ремонт вагонов моделей 81-717.5М, 81-714.5М
4. 1993. Руководство по эксплуатации вагонов метро моделей 81-717.5 и 81-714.5
5. 2002. Електробезпека на виробництві видання друге В.І.Гажаман
6. 2003. Электропоезда метро Э. М. Добровольская
7. 2001. Учебное пособие устройство, работа, ремонт вагонов моделей 81-717.5М, 81-714.5М
8. 2001. Учебное пособие устройство, работа, ремонт вагонов моделей 81-717.5М, 81-714.5М
9. Подвижной состав Московского метрополитена. Иллюстрированное пособие. 48 с.
- 10.1926. Железнодорожная энциклопедия А. Н. Орурк
- 11.1956. Автосцепка. Устройство, эксплуатация и ремонт В. Г. Голованов, В. И. Ладыгин
- 12.1956. Справочная книжка железнодорожника изд.3, В. А. Гарныка
- 13.1967. Автосцепка подвижного состава В. В. Коломийченко, В. Г. Голованов
- 14.1956. Справочник по локомотивам железных дорог Советского Союза
- 15.1968. Памятка юному железнодорожнику
- 16.1968. Поезд идет Рисунки М.Ефетов
- 17.1971. Транспортная система мира С.С.Ушаков, Л.И.Василевский и др.
- 18.1973. Автосцепка подвижного состава изд. 2, В. В. Коломийченко, В. Г. Голованов

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

- 19.1974. Дефектоскопия деталей локомотивов и вагонов Ф.В. Левыкин, И.М. Лысенко, А.Н. Матвеев, Ю.Н. Штремер, Е.П. Калгин, М.Ф. Бобылев, А.П. Батунер
- 20.1975. Инструктивные указания по сварочным работам при ремонте тепловозов, электровозов и моторвагонного подвижного состава Д.А.Моляков
- 21.Правила поводження та техніка безпеки при роботі з холодильним обладнанням системами кондиціонування (docx)
- 22.Ремонт буксових вузлів (docx)
- 23.Відновлення металів електрометалізацією (docx)
- 24.Відновлення металів зварюванням і наплавленням (docx)
- 25.Відновлення металів методом гальванічного нарощування (docx)
- 26.Відновлення металів механічної обробкою (docx)
- 27.Відновлення металів способом тиску (docx)
- 28.Сементовский Э.Аэ., Севастьянов Н.С. техническое обслуживание и ремонта подвижного состава метрополитенов М: Транспорт, 1987-335с
- 29.Калиничев В.П. метрополитены М: Транспорт, 1988-280с.
- 30.«Механическое оборудование вагонов метрополитена» для обучающихся в группах по специализации «машинист электропоездов»
- 31.Начальник УПЦ Гаранин В.Н., Зам начальника УПЦ Ковалев П.К. Москва 2007.
- 32.Руководство по эксплуатации вагонов метрополитена моделей 81.-714.5 и 81.717.5 Аукционерное общество «Метровагонмаш» М: Транспорт 1993-447с.

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		