

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет Львівського інституту
(назва факультету)

Кафедра Управління перевезеннями і технологічними процесами залізниць
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи

Перший (бакалаврський) ступінь вищої освіти
(ступінь вищої освіти)

на тему: Удосконалення вантажних перевезень на заданій ділянці

за освітньою програмою **Організація перевезень та управління на залізничному транспорті**

зі спеціальності: **275 Транспортні технології**
(номер і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: УЗ18У18

(підпис студента)

/Євген САЧКО /
(підпис, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

/доцент Микола БАБ'ЯК/
(підпис, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

/доцент Олег ВОЗНЯК/
(підпис, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

(назва розділу)

(підпис)

/

(підпис, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/

(назва розділу)

(підпис)

/

(підпис, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/

(назва розділу)

(підпис)

/

(підпис, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/

(назва розділу)

(підпис)

/

(підпис, ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Львів – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of Lviv Institute
(faculty)

Department "Management of transportation and technological processes of railways"
(department)

**Explanatory Note
to the Qualification Work**

First (bachelor's) higher education degree
(higher education degree)

on the topic: Improving freight traffic on a given section

according to educational curriculum Organisation of transportation and management of railway transport

in the Speciality: 275 Transport technologies
(speciality and its code)

Done by the student of the group: UZ18118 / Yevhenii SACHKO /
(name, surname)

Scientific Supervisor: /Associate Professor Mykola BABYAK/
(position, name, surname)

Normative controller : /Associate Professor Oleh VOZNYAK/
(position, name, surname)

Supervisors

_____ (Chapter title heading)	/ _____ / (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	/ _____ / (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	/ _____ / (position, name, surname)
_____ (Chapter title heading)	/ _____ / (position, name, surname)

ЗМІСТ

ПЕРЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА МЕТА ДІЯЛЬНОСТІ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО КОЛОМІЯ.....	8
1.1 Історія розвитку локомотивного депо Коломия	8
1.2 Основні параметри депо та мета діяльності	9
1.3 Характеристика тягової території	14
1.4 Характеристика ремонтного господарства.....	15
2 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ.....	18
2.1 Методика аналізу показників ремонту локомотивів.....	18
2.2 Основні показники ремонту локомотивів та їх аналіз	21
3 ПРОВЕДЕННЯ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ НАЗАДАНИЙ ДІЛЯНЦІ	25
3.1 Вибір вихідних даних	25
3.2 Визначення розрахункового підйому	25
3.3 Спрямлення профілю колії	27
3.4 Розрахунок маси складу	32
3.5 Перевірка розрахункової маси складу на можливість надійного подолання короткого підйому крутизною більше розрахункового ...	35
3.6 Перевірка розрахованої маси складу на зрушення з місця на роздільних пунктах	37
3.7 Перевірка маси складу по довжині приймально-відправних колій	38
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	41
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	42

0042.180568.01 .ВКР.ЛЗ							
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата			
Розробив	Евген САЧКО				Літера	Аркуш	Аркушів
Консульт						5	42
Перівин	Микола БАБ'ЯК			14.06.22	ЛІ УДУНТ		
Н. контр.	Олег ВОЗНЯК						
Зав.маф.	Богдан ГЕРА						
Удосконалення вантажних перевезень на заданій ділянці							

**(ЗАВДАННЯ НА РОБОТУ (ОКРЕМИЙ ДОКУМЕНТ, ОДИН ЛИСТ З
ДВОХ СТОРІН ЗГІДНО ШАБЛОНУ))**

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

42 с., 2 рис., 7 табл., 11 джерел.

Об'єкт дослідження – перевізна робота вантажних локомотивів.

Мета роботи – дослідження технології вантажних перевезень на заданій ділянці при заміні локомотива для збільшення маси поїзда.

Методи дослідження – інженерні, графо-аналітичні.

У зв'язку з перспективою електрифікації заданої ділянки та обслуговуванням її електровозами постійного струму, проведено порівняльні тягові розрахунки для цієї ділянки залізниці.

При проведенні тягових розрахунків проаналізовано профіль ділянки, спрямлено близькі за значенням елементи і вибрано розрахунковий підйом.

Розрахунок маси составу показав, що застосування електричної тяги на ділянці Чернівці-Коломия дозволяє збільшення маси поїзда, що підвищить пропускну здатність ділянки.

Виконано перевірку маси поїзда на рушання з місця та по довжині приймально-відправних колій, що підтвердило розрахунки.

Запропоновано удосконалення вантажних перевезень на заданій ділянці, шляхом заміни існуючого локомотива на вітчизняний електровоз.

Результати роботи можуть бути використані при формуванні вантажних поїздів на залізничних станціях на заданій ділянці.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, СТАНЦІЯ, ЛОКОМОТИВ, ТЯГОВІ РОЗРАХУНКИ, ЗАЛІЗНИЦЯ

**ПЕРІЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ПТЕ	Правила технічної експлуатації залізниць України
ІРП	Інструкція з руху поїздів та маневрової роботи на залізницях України
ПТР	Правила тягових розрахунків
АТ «УЗ»	Акціонерне товариство «Українська залізниця»
УДУНТ	Український державний університет науки і технологій

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						6
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

На даний час ділянка Коломия - Чернівці не електрифікована і основними магістральними локомотивами у вантажному русі на даній ділянці є тепловози м62 і 2м62.

Передбачаючи перспективу переведення ділянок обслуговування локомотивного депо Коломия на електричну тягу, пропонується провести попередні розрахунки доцільності використання вітчизняних електровозів ДЕ1, для чого проведено порівняльні тягові розрахунки для однієї з ділянок обслуговування.

Удосконаленням вантажних перевезень на заданій ділянці у разі позитивних результатів має бути збільшення вагових норм для депо, зокрема збільшення маси поїздів на заданій ділянці Коломия - Чернівці.

Об'єктом дослідження в даній роботі є перевізна робота вантажних локомотивів.

Предметом дослідження є технології роботи вантажного поїзда на заданій ділянці.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						7
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА МЕТА ДІЯЛЬНОСТІ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО КОЛОМІЯ

1.1 Історія розвитку локомотивного депо Коломия

Історія розвитку і діяльності локомотивного депо Коломия розпочинається з 1896 р. коли на місці теперішнього депо були побудовані паровозні майстерні. Умовно історію депо можна поділити на декілька етапів.

Перший етап, який розпочинається від 1896 р. і закінчується 1939 р. характеризується малими обсягами перевезень та дрібним ремонтом паровозів, на той час – західноєвропейського виробництва.

Після приєднання Західної України до Радянського Союзу у 1939 р. почалося пожвавлення економічного розвитку західного регіону України, що дало поштовх до прискорення розвитку залізничного транспорту, який вже в той час став основним видом транспорту, особливо на далекі відстані. Збільшення обсягів перевезень спричинило поповнення парку паровозів, а це, у свою чергу, вимагало розширення ремонтної бази. Цією базою на території Івано-Франківської (в той час Станіславської) області стало локомотивне депо Коломия.

Подальший розвиток депо був перерваний другою світовою війною.

28 березня 1944 р., коли місто Коломию було визволено від німецьких загарбників, розпочалася інтенсивна відбудова зруйнованих ворогом при відступі будівель та споруд депо. В дуже стислі терміни усі необхідні роботи були завершені. Навіть до завершення відбудови проводився ремонт паровозів, так необхідних спочатку для фронтових, а потім народногосподарських перевезень.

З 1944 по 1960 р.р. локомотивне депо Коломия забезпечувало перевезення вантажів і пасажирів на дільницях від Коломиї до Рахова, Сигета (Румунія), Чернівців, Івано-Франківська, Стефанештів паровозами західноєвропейської побудови, причому серії паровозів змінювались часто.

Причина цього – дуже складний профіль дільниць обслуговування з Коломиї до

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						8
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Рахова та Стефанештів з великою кількістю кривих малого радіуса з одночасними крутими підйомами, що призводило до інтенсивного зношення гребнів колісних пар. Паровозам не вистачало потужності для подолання підйомів. Винятком була дільниця Коломия – Ковалівка, яка в даний час не існує і де працювали паровози вітчизняного виробництва серії О^в. Колія даної ділянки проходила по центру міста по сьогоднішній вулиці І. Мазепи, через міст на р. Прут і далі на Ковалівку.

У 1960 р. локомотивне депо перейшло на більш прогресивний вид тяги – тепловозну тепловозами ТЭ2, а у 1970 році в депо почали поступати тепловози серії ТЭЗ, які працювали аж до 1996 року. З 1992 року в депо працюють тепловози серії М62, 2М62, які використовуються у вантажному русі.

Для здійснення приміських перевезень пасажирів з 1974 р. в депо працюють дизель-поїзди угорського виробництва серії Д1, які по сьогоднішній день забезпечують приміські перевезення на усій території Івано-Франківської дирекції перевезень Львівської залізниці.

1999 рік ознаменований випуском першого вітчизняного дослідного дизель-поїзда, який складався з тепловоза 2М62 та причіпних вагонів серії 1003 і отримав назву „Голуба Стріла”. По вказівці Державної адміністрації залізничного транспорту дизель-поїзд був направлений на випробування саме в депо Коломия, де дільниці обслуговування дуже складні. Як і в кожному дослідному зразку, а тим більше у рухомому складі, в конструкції дизель-поїзда є багато недоліків, але в тісній співпраці працівників депо та заводу-виготовлювача „Луганськтепловоз” недоліки виявляються, усуваються, а конструкторським бюро враховуються при удосконаленні конструкції перед запуском дизель-поїзда в серійне виробництво.

1.2 Основні параметри депо та мета діяльності

Основним локомотивним депо називається лінійне підприємство локомотивного господарства залізничного транспорту, яке має приписний парк локомотивів, включає тягову територію на якій розміщені цехи з майстернями

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

для виконання ремонту, пункти екіпіровки зі складами для палива, піску, службово-технічні, соціально-побутові споруди та інші пристрої локомотивного господарства [1, 2].

Основне локомотивне депо Коломия Львівської залізниці є тепловозним вантажопасажирським експлуатаційно-ремонтним депо. Приписний парк депо складають тепловози серій М62, 2М62, 2М62, ЧМЭ2, ТГК2, дизель-поїзда серій Д1, ДП1001. Крім того, у локомотивному депо Коломия експлуатуються паровози серій Е^р, Ъ, які підтримуються у робочому стані і використовуються для поїздок під час прийому делегацій, проведення свят, екскурсій та при зніманні кінофільмів.

Характеристики локомотивного депо Коломия приведені в табл. 1.1. – 1.3.

Локомотивне депо забезпечує перевезення вантажів і пасажирів, господарську і маневрову роботу тяговим рухомим складом на плечах обороту, схема яких наведена на рисунку 1.1. Характеристика тягових плеч наведена у таблиці 1.1.

Метою діяльності локомотивного депо Коломия є:

- забезпечення технічно справного стану локомотивного парку і стабільної та ефективної роботи локомотивів в експлуатації;
- забезпечення безпеки руху поїздів, розробка і здійснення заходів щодо попередження порушень, аварій і випадків браку в роботі;
- розвиток, утримання у справному стані і раціональне використання деповських пристроїв та устаткування, впровадження новітніх досягнень науки й техніки, передового досвіду, максимальне використання виробничих потужностей, підвищення рівня механізації трудових процесів, організація двозмінного, а на унікальному й дорогому устаткуванні й там, де необхідно за умовами виробництва, трьох або чотирьох змінного режиму роботи;
- поліпшення умов праці, організації робочих місць і дотримання вимог, правил і норм техніки безпеки та виробничої санітарії.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						10
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика локомотивного депо Коломия

Характеристика депо	Одиниця виміру	Значення
Площа тягової території, всього	м ²	103000
у т.ч. – забудовна		13378
Загальна корисна довжина колій, всього	м	4810
у т.ч. на тяговій території		3700
у спорудах депо		1110
Загальна корисна площа цехів, всього	м ²	7819
у т.ч. стійлової частини		3294
майстерень та підсобних цехів		1522
службово-побутових приміщень		2703
Загальна кількість стійл	од.	17
Приписна наявність локомотивів:	од.	
паровозів усього		2
тепловозів усього		10
- магістральних		9
- маневрових		1
Приписна наявність моторвагонних секцій	од	
дизельпоїздів		21
моторних вагонів		26
причіпних вагонів		44

Основними напрямками діяльності локомотивного депо Коломия є:

- забезпечення виконання роботи тягового рухомого складу при найбільш ефективному його використанні;
- забезпечення безпеки руху поїздів та збереженості вантажів;

Таблиця 1.2 – Приписний парк локомотивного депо Коломия

Вид рухомого складу	Серія	Кількість
Паровози колії 1520 мм	Е ^р	1
	Ъ	1
Тепловози колії 1520 мм	М62	3
	2М62	5
	ЧМЭ2	1
	ТГК2	1
Дизель поїзда	Д1	21
Причіпні вагони	Д1	24
	1003	12
	ДПЛ1	12
Крани на залізничному ходу	КДЕ	3

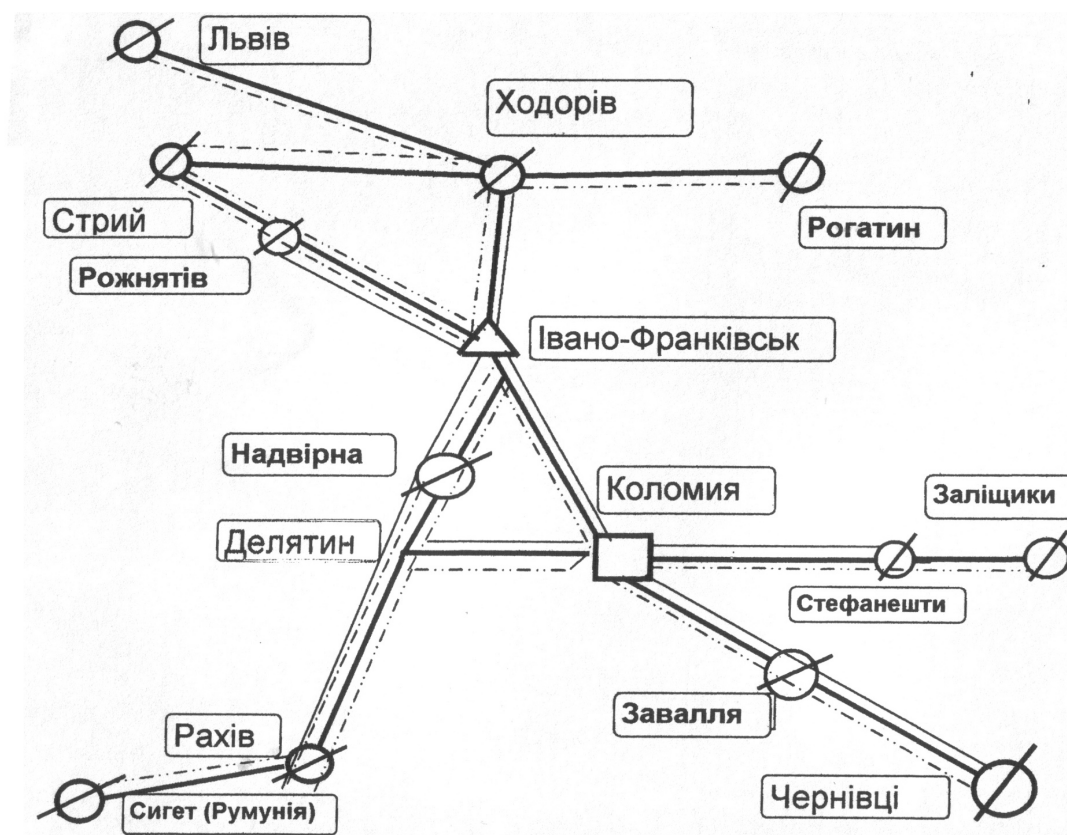


Рисунок 1.1 – Схема пліч обслуговування локомотивного депо Коломия

Таблиця 1.3 –Характеристики тягових пліч, які обслуговуються
локомотивами депо Коломия

Основне депо	Оборотне депо (пункт обороту)	Довжина, км
Вантажний рух		
Коломия	Рахів	122,9
Коломия	Стефанешти	75,2
Коломия	Ів.-Франківськ	55,3
Коломия	Чернівці	73,0
Пасажирський рух		
Коломия	Рахів	122,9
Коломия	Заліщики	83,0
Коломия	Ів.-Франківськ	55,3
Коломия	Чернівці	73,0
Коломия	Завалля	40,0
Коломия	Делятин	39,0
Коломия	Сигет	168,0

- раціональна організація роботи локомотивних бригад, а також працівників ремонтних цехів;
- висококваліфікована підготовка та перепідготовка кадрів локомотивних бригад і робітників по ремонту локомотивів, раціональне їх розставлення;
- зміцнення матеріально-технічної бази, соціальної сфери депо, утримання в належному стані споруд, будівель та матеріальних засобів;
- проведення заходів по оптимальному використанню трудових, матеріальних та фінансових ресурсів. Діяльність депо не повинна порушувати

нормальних умов роботи інших підрозділів та організацій, умов праці робітників депо;

- охорона навколишнього середовища від забруднення та іншого впливу на нього;

1.3 Характеристика тягової території

На тяговій території локомотивного депо передбачають споруди для поточного ремонту, технічного обслуговування й екіпірування локомотивів, склади, службово-побутові приміщення, трансформаторні будки, котельню. У санітарній захисній зоні навколо тягової території розміщують пожежне депо, гараж, службові будинки, магазин, їдальню й ін. Площадку для тягової території депо вибирають відповідно до схеми станції і топографічних особливостей місцевості.

Колії тягової території спеціалізуються для переміщення локомотивів від контрольного посту станції в депо і назад; технічного обслуговування ТО-2, екіпірування і стоянки локомотивів, що очікують роботи; подачі і розвантаження палива, мастильних і обтиральних матеріалів, піску, запасних частин; реостатних випробувань тепловозів після ремонту; стоянки резерву і запасу локомотивів (якщо розміщення запасу передбачене в депо); поворотних пристроїв і інших цілей.

Тягова територія депо повинна забезпечити: необхідну пропускну здатність з урахуванням перспективи розвитку, потокове просування по території без зустрічних і зворотних рухів, вимоги цивільної оборони. Повинні бути дотримані також будівельні, санітарні, протипожежні й інші норми і правила.

Деповські колії повинні задовольняти наступним вимогам:

-радіус кривих як мінімум 200 м, а у виняткових випадках (у стиснутих умовах) його зменшують до 180 м;

-колії в стійлах депо, на екіпірувальних площадках і оглядових. канавах прямі і горизонтальні з корисною довжиною, рівною довжині трьох тепловозів

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

плюс 5 м;

-перед воротами стійл локомотивної споруди прямі вставки довжиною не менш 12 м, а перед ремонтними стійками - не менш довжини локомотива, при цьому корисна довжина колій перед воротами повинна бути не менш довжини локомотива плюс 5м;

-колії для відстою локомотивів, що очікують роботи і знаходяться в запасі, для розвантаження палива, піску, змащень, обтиральних і інших матеріалів, а також запасних частин розміщують на площадці;

-відстань між осями колій на екіпірувальній площадці 5,5- 6 м; для колій ходових, відстою локомотивів, що очікують роботи, - 4,9-5,3 м; для стоянки локомотивів резерву - 4,5-4,9 м;

-марка хрестовин стрілочних переводів не крутіше 1/9, а для симетричних стрілочних переводів-1/6 чи 1/9.

Позиція для обмивки й обдування тепловозів повинна бути перед екіпірувальними позиціями і мати об'їзний шлях.

На поворотних трикутниках і інших коліях тягової території з постійним напрямком руху локомотивів (наприклад, на коліях екіпірування) повинні застосовувати віджимні стрілки, що не вимагають обслуговування. По досвіду ряду депо, може застосовуватися централізоване керування стрілками тракційних колій.

На стаціонарній колоні на рівні вікна кабіни машиніста монтується пульт керування стрілками. Машиніст безпосередньо з кабіни локомотива може сам підготувати маршрут проходження.

Розміщення тягової території на станції узгоджується зі станційним колійним розвитком так, щоб забезпечити безпечну, зручну і швидку подачу локомотивів і зворотний їхній прохід зі станції в депо. Між станцією і тяговою територією повинно бути не менш двох спеціалізованих по напрямках колій.

1.4 Характеристика ремонтного господарства

Для ремонту локомотивів депо має необхідне обладнання, а також

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

комплексні та спеціалізовані бригади слюсарів. До технологічних засобів відносяться електровози, тепловози, паровози, електро і дизель – поїзди [2].

В комплекс штучних споруд розташованих на території локомотивного депо, входять основні будівлі з цехами, майстернями, службовими і побутовими приміщеннями; пунктами ТО, які об'єднуються з екіпіровкою локомотивів; пристроями для зовнішньої очистки і обмивання локомотивів; обладнання для екіпіровки локомотивів; склади пального і мастил; будинки відпочинку локомотивних бригад. По формі периметра будови депо бувають прямокутного, східчатого і віяльного типів (див рис. 1.2).

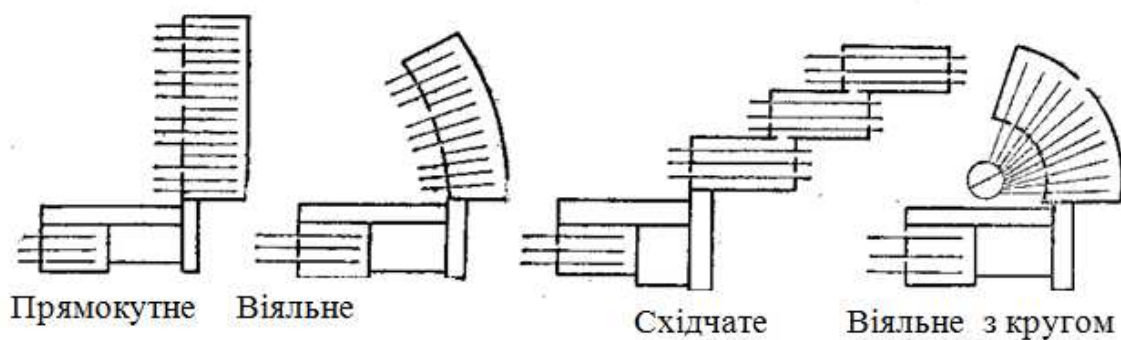


Рисунок 1.2 – Типи будівель локомотивних депо

В локомотивному депо передбачені місця постановки локомотивів - так звані спеціалізовані стійла слідуючого призначення: для ТО-2 і ТО-3 та поточного ремонту ПР-1 обточка колісних пар без викачування, одиничного викачування КМБ, реостатних випробувань тепловозів і фарбування.

Поряд з обладнанням локомотивного депо пристроями для ремонту і ТО локомотивів значна увага приділяється гігієнічним умовам і техніці безпеки праці робітників. При депо є санітарнопобутове приміщення з гардеробними, душовими, їдальнями, техкабінетами, кімнатами для занять, приміщеннями для зборів і т.п.

Розглянувши основні параметри локомотивного депо Коломия, можна зробити наступні висновки.

Локомотивне депо Коломия є тепловозним вантажопасажирським

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						16
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

експлуатаційно-ремонтним депо. Приписний парк депо складають тепловози серій М62, 2М62, 2М62, ЧМЭ2, ТГК2, дизель-поїзда серій Д1, ДП1001. Локомотивне депо Коломия забезпечує перевезення вантажів і пасажирів, господарську і маневрову роботу тяговим рухомим складом на плечах обороту.

Депо володіє необхідним оснащенням для проведення технічного обслуговування та ремонту тепловозів та дизель-поїздів, але, у той же час, аналіз технологічного оснащення депо показав, що головною проблемою є моральне застаріння будівель та обладнання, основна частина якого випущена чи побудована у середині минулого сторіччя і вимагає негайної реконструкції.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ

2.1 Методика аналізу показників ремонту локомотивів

Аналіз показників ремонту проведено на основі двомірних рядів динаміки. Ряди динаміки дозволяють отримати аналітичний вигляд залежностей і на основі них проводити розрахунок та прогнозування на майбутні періоди [3].

Всі відомі методи можна звести до двох основних класів: методи екстраполяції на основі моделей і методи експертних оцінок. Метод екстраполяції на основі двомірних рядів динаміки застосований при аналізі показників ремонту локомотивів у даному дипломному проекті.

Вивчення зміни будь-яких величин у часі робиться шляхом побудови і аналізу часових рядів (рядів динаміки). Як правило, ряди динаміки задаються в вигляді таблиць або графічно. При графічному зображенні на осі абсцис будується рівномірна шкала часу, а на осі ординат – шкала значень рівнів ряду в рівномірному чи логарифмічному масштабі. Суть екстраполяції полягає в продовженні відомих даних на майбутній відрізок часу, але, коли нанесена на графік залежність продовжується довільно, “від руки” або “на око”, це не можна рахувати науково обгрунтованим методом.

Перш за все в рядах динаміки необхідно виявити закономірність в зміні рівнів ряду. В одних випадках ця закономірність проявляється доволі чітко, в інших вона затушовується за рахунок випадкових відхилень і коливань. Тому одним з перших завдань є виявлення тренду, тобто основної тенденції зміни ряду. Власне тренд – це лінія регресії ряду динаміки. Термін “регрес” на противагу прогресу означає рух назад, – в даному випадку в минуле, на основі якого збираються судити про майбутнє.

Таким чином, замість продовження “на око” до даних про минуле потрібно підібрати математичну функцію і потім використовувати її для оцінки майбутнього [4].

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						18
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

В фізичних закономірностях між змінними діють функціональні зв'язки, при яких кожному значенні однієї змінної t відповідає строго визначене значення іншої змінної, тобто $y=f(t)$. Але детермінована функціональна залежність на практиці зустрічається рідко, або, говорячи строго, взагалі відсутня, так як при вимірюванні величин t і y завжди є помилки і вплив випадкових факторів. При цьому кожна з цих величин може залежати від одних і тих самих або від різних випадкових факторів.

Кількісні оцінки зв'язку між величинами випадкового процесу встановлює регресійний аналіз. В загальному випадку, коли є результат якихось експериментальних досліджень, що задані в вигляді таблиці, зв'язок між змінними апроксимується або інтерпритується аналітичними залежностями найпростішого вигляду. Під апроксимацією розуміється знаходження аналітичного виразу відомого вигляду, яке б максимально наближало дану функцію. Інтерполювання ж передбачає знаходження виразу для функції, що задана в табличній формі таким чином, щоб отримані по інтерполяційній формулі значення в точках, де задана початкова функція співпадали зі значеннями самої функції в цих же точках.

Зв'язки між змінними можуть бути лінійними і нелінійними. Перші мають місце, коли з ростом величини x значення y збільшуються більш-менш рівномірно, утворюючи на графіку пряму лінію. В найпростішому випадку ряд динаміки може бути апроксимований в вигляді лінійної залежності виду:

$$y = a + b \cdot t, \quad (2.1)$$

де a і b - коефіцієнти регресії.

Якщо при рівномірному збільшені t значення y ростуть прискорено, то в такому випадку залежність y від t найчастіше може бути виражена в вигляді параболи:

$$y = a + b \cdot t + c \cdot t^2. \quad (2.2)$$

Звичайно ж, можуть знайти застосування і криві інших видів, наприклад, так звані криві росту, що використовуються для прогнозування розвитку технічних, економічних, біологічних і інших систем.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Коли вид функції хоча б приблизно буде відомий, потрібно знайти числові значення параметрів. Для цього потрібно виробити деякий критерій “найкращого приближення”, який би був об’єктивним, відповідав нашому інтуїтивному поняттю прийнятного і мав би порівняно просте математичне представлення. Найчастіше для цієї цілі використовується метод найменших квадратів, при якому отримують мінімум суми квадратів відхилень:

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - f(i)]^2 \rightarrow \min \quad (2.3)$$

Критерій мінімуму суми квадратів застосовується по трьох причинах. По перше, при цьому велику кількість задач виявляється можливим вирішити аналітично. По друге, при квадратичній залежності виходить, що шкода при малих значеннях помилок мала, а з їхнім збільшенням різко зростає; ця обставина вірно відображає практичну ситуацію, так як малі помилки менш небезпечні, ніж великі. І, по третє, при такому критерії задовольняється вимога максимуму правдоподібності для випадку, коли відхилення підлягають нормальному закону розподілення. По суті, метод найменших квадратів просто формалізує процедуру підбору апроксимуючої кривої “на око”, коли ми намагаємося звести до мінімуму відхилення експериментальних точок від кривої, яку ми підбираємо.

Для обчислення параметрів за методом найменших квадратів підставимо рівняння лінійної регресії в (2.1) :

$$S = \sum_{i=1}^n [y_i - (a + b \times t)]^2, \quad (2.4)$$

Мінімізація суми S проводиться шляхом взяття часткових похідних по a і b і прирівнювання їх до нуля. Після спрощення отримуємо систему так званих нормальних рівнянь.

Для прогнозування деяких економічних показників добрі результати дає побудова кривої регресії в логарифмічному масштабі. Пряма лінія на напівлогарифмічному графіку в натуральному масштабі еквівалентна експоненціальному росту функціональних характеристик. Досвід показує, що

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

багато економічних показників дійсно змінюються по експоненціальному закону.

Експоненціальне зростання (спадання) якоїсь величини є наслідком постійності швидкості зміни цього параметру. Точніше, експоненціальний ріст (падіння) виникає в тому випадку, коли швидкість росту (падіння) даної величини пропорційна її існуючому значенню.

$$\frac{dy}{dt} = kt, \quad (2.5)$$

де k - коефіцієнт пропорційності.

Це рівняння можна представити в вигляді $\frac{dy}{y} = kdt$, після інтегрування отримаємо:

$$\ln y = \ln y_0 + kt, \quad (2.6)$$

де y_0 - початкове значення y у початковий момент часу t_0 .

З останнього рівняння отримуємо:

$$y = y_0 \cdot \exp(kt). \quad (2.7)$$

При великій кількості даних розрахунок за цими формулами може бути трудоемним, тому потрібне використання ЕОМ [3,4].

У даному дипломному проекті розрахунок та побудова графіків виконується за допомогою табличного редактору Microsoft Excel, що входить до програмного пакету Microsoft Office.

Програма, на основі введеного ряду динаміки забезпечує автоматичну побудову кореляційного поля, лінії регресії, апроксимує та інтерполює дані, будує криву і виводить її параметри.

2.2 Основні показники ремонту локомотивів та їх аналіз

Показники ремонту локомотивів є складовою системи показників оцінки якості експлуатаційної діяльності підприємств та підрозділів локомотивного господарства. Дані показники характеризують якість праці робітників

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						21
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

локомотивних депо та ефективність експлуатації локомотивів, їх аналіз дозволяє знаходити та використовувати певні керуючі впливи для підвищення якості праці.

У локомотивних депо для оцінки діяльності ремонтного господарства проводять облік наступних показників:

- програми ремонтів по видах та серіях локомотивів;
- простоїв у планових видах ремонту та технічного обслуговування;
- фронту ремонту;
- проценту несправних локомотивів;
- кількості непланових ремонтів;
- простоїв у непланових ремонтах [2].

На практиці для оцінки діяльності підрозділів локомотивного господарства використовують ще більшу кількість показників, що не завжди доцільно, тому що вони не тільки дублюють один одного, але і дають, часом, суперечливу оцінку виробничої діяльності. Тому ведуться дослідження в області встановлення мінімально необхідного числа найбільш об'єктивних і ємних (комплексних) показників, що всебічно характеризують якість праці і рівень експлуатації локомотивів.

На основі статистичних даних по роботі локомотивного депо за 2015-2021 р.р. проаналізована тенденція розвитку основних показників ремонту магістральних локомотивів. З використанням теоретичних положень, що викладені вище, побудовані лінії тренду для даних показників, які відображають динаміку їх розвитку. Динаміка показників ремонту у табличній формі наведені у табл 2.2, у графічній – на листах графічної частини. Аналізуючи вказані показники можна відмітити наступне.

В останні роки спостерігається стабільне зростання програми ремонту у об'ємі ПР-1 та технічного обслуговування ТО-3.

Негативним явищем є зростання простоїв у ремонтах. Простої у планових видах ремонту визначаються Наказом начальника Львівської залізниці і для експлуатованих серій локомотивів наведені у таблиці 2.1.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						22
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Установлені міжремонтні строки тепловозів серії М62

Показник	Значення строку по видах ремонту					
	ТО-3	ПР-1	ПР-2	ПР-3	КР-1	КР-2
Міжремонтний пробіг	20 діб	4 міс	9 міс	18 міс	5 р	10 р
Простій у ремонті	12 год	48 год	6 діб	8 діб	30 діб	35 діб

Порівняння даних таблиці 2.1 і 2.2 показує, що норми простоїв у ремонтах та ТО-3 не виконуються.

Позитивною тенденцією є стійке скорочення кількості випадків непланових ремонтів і, як наслідок, простоїв у цих ремонтах. Дана тенденція у першу чергу свідчить про підвищення культури обслуговування локомотивів і підтримання належного їх рівня у експлуатації.

Дані по фактичних показниках ремонту магістральних локомотивів отримані зі щорічних звітів локомотивного депо. При аналізі показників використовувалась нормативно-технічна документація, що діє на теперішній час.

Динаміка показників ремонту магістральних локомотивів наведена у таблиці 2.2 та на листах графічної частини. У локомотивному депо Коломия не виконуються ремонти локомотивів у об'ємі ПР-2 та ПР-3. Дана ситуація є наслідком впровадження у дію положень Програми реструктуризації залізничного транспорту України [9], у частині утворення базових депо по виконанню певних видів ремонту. Так локомотивні депо Ковель та Львів-Захід є базовим по виконанню ремонтів тепловозів серії М62 у об'ємі ПР-3 та ПР-2 і локомотиви депо приписки Коломия проходять дані види ремонтів у цих депо.

Таблиця 2.2 – Показники ремонту магістральних локомотивів

Показник	Нормативне (розрахункове) значення	Величина по роках					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022 (прогноз)
Програма ремонту ПР-1, секцій	17	20	18	29	25	25	29
Простій у ремонті ПР-1, год	48	35	26,5	46,1	69,9	40,3	60
Програма ТО-3, секцій	151,5	66,5	85	114	108,5	110,5	130
Простій у ТО-3, год	12	10,9	23,6	29	59,4	48,3	67,42

Відмічається зростання кількості ремонтів у об'ємі ПР-1. Значення програми ремонту у цьому об'ємі вище розрахункового.

У той же час програма технічних обслуговувань ТО-3 недовиконується.

Негативною тенденцією є невиконання норм простоїв локомотивів на ТО-3 та ПР-1, що пов'язано з моральним старінням парку локомотивів, технологічного обладнання депо, недосконалою організацією процесу ремонту.

Процент несправних локомотивів дещо вищий розрахункового і у останні роки намітилась тенденція до його стабілізації.

3 ПРОВЕДЕННЯ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ НАЗАДАНИЙ ДІЛЯНЦІ

3.1 Вибір вихідних даних

Завданням на дипломний проект передбачено проведення порівняльних тягових розрахунків для тягового плеча

Вихідні дані вибрані на основі завдання на дипломний проект, параметрів роботи дільниці та наведені у табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування показника	Значення
Склад поїзда в % за масою:	
-8-вісних вагонів	8
-6-вісних вагонів	-
-4-вісних вагонів	92
Маса вагонів бруто, т	
-8-вісних	166
-6-вісних	-
-4-вісних	88
Гальмівних осей в складі поїзда, %	100
Довжина приймально-відправних колій $l_{\text{пвід}}$, м	1200
Гальмівні колодки	Чавун

3.2 Визначення розрахункового підйому

Розрахунковий підйом (i_p) – це найбільш важкий для руху в даному напрямку елемент, на якому при наявній масі складу досягається розрахункова швидкість і відповідна розрахункова сила тяги локомотива. Розрахунковий підйом – один з основних параметрів, що визначають масу складу, яка може бути перевезена по дільниці при заданих умовах.

Визначенню розрахункового підйому повинен передувати аналіз повздовжнього профілю колії. При аналізі необхідно виявити достатньо крутий і в той же час довгий елемент профілю, який не можна буде подолати за рахунок накопиченої, в першу чергу на спусках, кінетичної енергії на швидкості, що дорівнює або більша за розрахункову.

Слід зазначити, що розрахунковий підйом не обов'язково є найбільш крутим. Якщо на дільниці є підйом, крутіший за розрахунковий, але який має невелику протяжність і перед ним розташовані «легкі» елементи профілю (спуски, площадки), де поїзд може розвинути велику швидкість, то навіть при умові вповільнення на даному підйомі його швидкість може не досягнути розрахункової. У такому разі підйом необхідно вважати швидкісним $i_{ш}$.

Правильне визначення розрахункового, а також швидкісного підйомів має важливе значення для повного використання тягових можливостей локомотива, провізної та пропускної спроможності заданої дільниці.

Якщо помилково за розрахунковий прийняти підйом, що є за своїми властивостями швидкісним, то в такому разі буде зменшено масу складу, яку можна провезти по дільниці, збільшено питомі витрати енергоресурсів на перевезення.

У зворотному випадку, при неправильному прогнозуванні накопичення достатньої кількості кінетичної енергії перед початком руху по швидкісному підйому, розрахована маса складу буде надто великою і швидкість на такому підйомі буде менша за розрахункову.

Заданий профіль колії ділянки наведений у таблиці 4.2.

В якості розрахункового підйому приймаємо елемент №86, який має параметри $i_p = +6,2\%$, $S = 540$ м.

Оскільки розрахунковий підйом є найкрутішим елементом ділянки, то необхідності у виборі швидкісного підйому немає.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						26
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

3.3 Спрямлення профілю колії

Для спрощення тягових розрахунків, а також для скорочення їх об'єму і відповідно часу на їхнє виконання необхідно спрямити профіль колії.

Спрямлення профілю полягає в заміні двох або декількох суміжних елементів поздовжнього профілю колії одним елементом, довжина якого S_c дорівнює сумі довжин елементів, що спрямляються ($S_1, S_2, \dots, S_n$), тобто

$$S_c = S_1 + S_2 + \dots + S_n, \quad (3.1)$$

а крутизна i'_c розраховується за формулою:

$$i'_c = \frac{i_1 S_1 + i_2 S_2 + \dots + i_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}, \quad (3.2)$$

де $i_1, i_2, \dots, i_n$ – крутизна елементів дільниці, що спрямляється, ‰.

Щоб розрахунки швидкості і часу руху поїзда по дільниці були достатньо точними, необхідно виконати перевірку можливості спрямлення групи елементів профілю за формулою:

$$S_i \leq \frac{2000}{\Delta i}, \quad (3.3)$$

де S_i – довжина елемента, що спрямляється, м;

Δi – абсолютна величина різниці між ухилом спрямленої дільниці і ухилом елемента, що перевіряється, ‰, тобто $|i'_c - i_i|$.

Перевірці за формулою (3.3) підлягає кожний елемент групи, що спрямляється. Чим коротші елементи групи, яка спрямляється, і чим ближче вони за крутизною, тим більш вірогідно, що перевірка їх на задоволення умови (3.3) виявиться додатною.

При однаковій крутизні елемента спрямленої дільниці та реального профілю, тобто коли $\Delta i = 0$, перевірка за формулою (3.3) не проводиться, тому що в цьому разі забезпечується максимальна (нескінченна) точність розрахунків за спрямленим профілем.

Криві на спрямленій дільниці замінюються фіктивним підйомом, крутизна якого визначається за формулою

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$i_c'' = \frac{700}{S_c} \sum_{i=1}^n \frac{S_{кр_i}}{R_i}, \quad (3.4)$$

де $S_{кр_i}$ і R_i – довжина і радіус кривих спрямленої ділянки, м.

Крутизна спрямленої ділянки з урахуванням фіктивного підйому від кривої:

$$i_c = i_c' + i_c'', \quad (3.5)$$

Необхідно відзначити, що знак крутизни ухилу i_c' може бути і додатним (для підйому) і від'ємним (для спусків); знак крутизни фіктивного підйому від кривої i_c'' завжди додатний.

Тобто на підйомі крутизна спрямленої ділянки, визначена за формулою (3.5), буде більшою, а на спуску меншою за i_c' .

Це необхідно враховувати при обчисленнях.

Об'єднувати в групу для спрямлення варто лише близькі за крутизною елементи профілю одного знаку. Горизонтальні елементи (площадки) можуть включатися в групи, що спрямляються, як з елементами, які мають додатний знак крутизни, так і з елементами від'ємної крутизни. Елементи, на яких розташовані роздільні пункти, не спрямляються.

Не включають в групи елементів, що підлягають спрямленню, розрахунковий підйом, а також швидкісний підйом, тому що такі дії можуть внести похибку при визначенні маси складу і розрахунку часу руху поїзда. Спрямлений профіль повинен зберегти характерні особливості дійсного профілю.

Проведемо спрямлення заданого профілю колії з використанням методики, що наведена вище. Результати спрямлення занесені до таблиці 3.2.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Результати спрямлення профілю Чернівці - Коломия

Номер елемента	Крутизна елемента i , ‰	Довжина елемента S , м	Криві		Довжина спрямленої дільниці S_c , м	Крутизна спрямленої дільниці i_c , ‰	Фіктивний підйом від кривих i_c'' , ‰	Сумарна крутизна спрямлен ої дільниці $i_c = i_c'' + i_c'$, ‰	Номер спрямленої дільниці	Станція
			R , м	$S_{кр}$, м						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	200			200	0	0	0	1	Чернівці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	4	200	246	130	1600	0,88	0,64	1,52	2	
3	0	650	595	170						
4	3	200								
5	0	550	521	340						
6	-1,3	370			370	-1,3	0	-1,3	3	Чернівці- Пн
7	0	700			6650	0,92	0,05	0,97	4	
8	0,5	200	1848	75						
9	0	800	1724	65						
10	0,9	400								
11	0	300	1471	305						
12	2	500								
13	0,6	640								
14	1,5	710								
15	0,8	400	1316	255						
16	1,3	1400								
17	1,8	600								
18	1,2	1400			1400	1,2	0	1,2	5	Мамаївці
19	0	1100	2500	105	1800	0,29	0,02	0,31	6	
20	0,5	350								
21	1	350								
22	1,8	510								
23	-1,5	260			590	-0,66	0,0	-0,66	7	
24	0	330								
25	1	200	600	315	200	1	1,84	2,84	8	Лужани

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	1,6	1680			8230	1,65	0,05	1,8	9	
27	2	820	1389	330						
28	1,5	800								
29	2	600								
30	1,2	500								
31	1,8	700								
32	1,3	1700								
33	2,2	900								
34	1,5	530	1282	375	1730	2,2	0	2,2	10	Неполоківці
35	2,2	1730								
36	1,3	390								
37	1,8	980								
38	3	350								
39	5,2	200	1862	100						
40	-0,5	285	1786	100						
41	-2,5	335	1785	85	1190	-0,82	0,06	-0,76	12	
42	0	570								
43	2	1030								
44	2,5	500								
45	2,2	1500								
46	1,4	600								
47	0,9	200								
48	1,4	1600								
49	0,9	1600	641	70	6500	1,49	0,01	1,5	14	
50	0	200								
51	1,5	300								
52	0,8	700								
53	0	220								
54	2	780								
55	1,2	170								
56	0,5	1500								
57	1,3	900	1375	425	3820	0,96	0,06	1,02	16	
58	0	250								

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
59	1,7	1070			1070	1,7	0	1,7	17	Видинів
60	0,6	980			2880	1,3	0,0	1,3	18	
61	1,5	980								
62	3,3	510								
63	0	410								
64	-1,5	400			765	-0,78	0,75	-0,03	19	
65	0	365	893	735						
66	2,4	635			5085	2,41	0,15	2,56	20	
67	3	200								
68	2,4	800	893	565						
69	1,9	600								
70	2,2	740								
71	5,8	200								
72	3,4	200								
73	1,7	260	1087	205						
74	2,7	400								
75	0,7	200	1136	215						
76	2,3	850	1667	135						
77	1,5	820	1923	70	820	1,5	0,03	1,53	21	Заболотів
78	2,5	2430	1923	280	4790	2,62	0,05	2,67	22	
79	1,9	550								
80	3,2	510								
81	1,4	340								
82	2,5	250								
83	3,4	250								
84	2,9	200								
85	4,8	260								
86	6,2	540			540	6,2	0	6,2	23	
87	4,6	900	1351	150	4900	3,58	0,03	4,01	24	
88	4	200								
89	6	200								
90	5,1	640	1515	135						
91	3,3	660								
92	2,8	1940								
93	1,4	360								

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
94	0	675			675	0	0	0	25	Матіївці
95	2,8	325			7625	2,88	0,0	2,88	26	
96	4,1	880								
97	2,5	2820								
98	0,3	700								
99	1,5	200								
100	2,7	200								
101	4,2	200								
102	5,7	435								
103	3,8	1065								
104	3,7	300								
105	1,8	500								
106	2,3	1800			1800	2,3	0,09	2,39	27	Коломия

3.4 Розрахунок маси складу

Маса складу – один з найважливіших показників роботи залізничного транспорту. Збільшення маси складів дозволяє підвищити перевізну спроможність залізничних ліній, зменшити витрату пального і електричної енергії, знизити собівартість перевезень. Тому масу вантажного складу визначають, виходячи з повного використання тягових якостей локомотива.

Для вибраного розрахункового підйому масу складу в тонах розраховують за формулою

$$Q = \frac{F_{\partial p} - (\omega_0' + i_p) \cdot P \cdot g}{(\omega_0'' + i_p) \cdot g}, \quad (3.6)$$

де $F_{\partial p}$ – розрахункова сила тяги локомотива:

- для тепловоза 2М62 $F_{\partial p} = 392,4$ кН;
- для електровоза ДЕ1 $F_{\partial p} = 456$ кН;

P – розрахункова маса локомотива:

- для тепловоза М62 $P = 240$ т;
- для електровоза ДЕ1 $P = 184$ т;

ω'_0 – основний питомий опір локомотива, Н/кН;

ω''_0 – основний питомий опір складу, Н/кН;

i_p – крутизна розрахункового підйому, у нашому випадку $i_p = 6,2 \text{ ‰}$;

g – прискорення вільного падіння; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

При розрахунку маси складу величини ω'_0 і ω''_0 визначають для розрахункової швидкості локомотива V_p .

Питомі сили відносять до 1 кН ваги поїзда, складу, вагона, локомотива.

Розрахункова швидкість, розрахункова сила тяги, маса локомотива та інші розрахункові нормативи приведені в [4].

Основний питомий опір локомотивів визначають за формулою:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot V + 0,0003 \cdot V^2, \quad (3.7)$$

де V – розрахункова швидкість:

- для тепловоза М62 $V = 20 \text{ км/год}$;
- для електровоза ДЕ1 $V = 50,8 \text{ км/год}$;

Для тепловоза М62:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 20 + 0,0003 \cdot 20^2 = 2,22 \text{ Н/кН.}$$

Для електровоза ДЕ1:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 50,8 + 0,0003 \cdot 50,8^2 = 3,18 \text{ Н/кН.}$$

Основний питомий опір складу (Н/кН) визначають за формулою

$$\omega''_0 = \alpha \omega''_{04} + \beta \omega''_{06} + \gamma \omega''_{08}, \quad (3.8)$$

де α, β, γ – відповідно частки 4- 6- і 8-вісних вагонів в складі за масою;

ω''_{04} – основний питомий опір 4-вісних вантажних вагонів, Н/кН:

$$\omega''_{04} = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot V + 0,0025 \cdot V^2}{q_{04}}, \quad (3.9)$$

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						33
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- ω''_{06} – основний питомий опір 6-вісних вантажних вагонів, Н/кН:

$$\omega''_{06} = 0,7 + \frac{8 + 0,1 \cdot V + 0,0025 \cdot V^2}{q_{06}}, \quad (3.10)$$

- ω''_{08} – основний питомий опір 8-вісних вантажних вагонів, Н/кН,

$$\omega''_{08} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot V + 0,0021 \cdot V^2}{q_{08}}, \quad (3.11)$$

де q_{04}, q_{06}, q_{08} – маса, яка приходить на одну колісну пару відповідно 4-, 6- і 8-вісного вагона, т/вісь;

$$q_{04} = \frac{g_4}{4}; q_{06} = \frac{g_6}{6}; q_{08} = \frac{g_8}{8}, \quad (3.12)$$

де g_4, g_6, g_8 – маса бруто відповідно 4-, 6- і 8-вісного вагона, т.

$$q_{04} = \frac{88}{4} = 22 \text{ т};$$

$$q_{08} = \frac{166}{8} = 20,75 \text{ т}.$$

Тоді для тепловоза 2М62:

$$\omega''_{04} = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 20 + 0,0025 \cdot 20^2}{22} = 0,97 \text{ Н/кН};$$

$$\omega''_{08} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot 20 + 0,0025 \cdot 20^2}{20,75} = 1,07 \text{ Н/кН};$$

для електровоза ДЕ1:

$$\omega''_{04} = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 50,8 + 0,0025 \cdot 50,8^2}{22} = 1,36 \text{ Н/кН};$$

$$\omega''_{08} = 0,7 + \frac{6 + 0,038 \cdot 50,8 + 0,0025 \cdot 50,8^2}{20,75} = 1,34 \text{ Н/кН};$$

Основний питомий опір складу для тепловоза М62:

$$\omega''_0 = 0,08 \cdot 1,01 + 0,92 \cdot 0,97 = 0,98 \text{ Н/кН};$$

для електровоза ДЕ1:

$$\omega''_0 = 0,08 \cdot 1,34 + 0,92 \cdot 1,36 = 1,36 \text{ Н/кН};$$

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Маса складу для тепловоза 2М62:

$$Q = \frac{392400 - (2,22 + 6,2) \cdot 240 \cdot 9,81}{(0,98 + 6,2) \cdot 9,81} = 5289 \text{ т.}$$

Маса складу для електровоза ДЕ1:

$$Q = \frac{456000 - (3,18 + 6,2) \cdot 184 \cdot 9,81}{(1,36 + 6,2) \cdot 9,81} = 5920 \text{ т.}$$

Підраховану за формулою (4.6) масу складу потрібно у відповідності з [4] округлити до 50 або 100 т:

Приймаємо:

для тепловоза 2М62 $Q = 5300$ т;

для електровоза ДЕ1 $Q = 5900$ т;

Тобто, електровоз ДЕ1 спроможний вести по ділянці Чернівці - Коломия состав з масою на 600 т вищою, ніж тепловоз 2М62, що приводить до збільшення пропускної здатності ділянки після електрифікації постійним струмом.

3.5 Перевірка розрахункової маси складу на можливість надійного подолання короткого підйому крутизною більше розрахункового

Виконується перевірка на можливість подолання швидкісного підйому аналітичним методом, з урахуванням використання кінетичної енергії, накопиченої на подолання «легких» елементах профілю, виконується аналітичним методом. При цьому приймають гіпотезу про рівноуповільнений рух поїзда в інтервалі швидкості $\Delta V \leq 10$ км/год і використовують розрахункове співвідношення

$$S = \frac{4,17(V_k^2 - V_n^2)}{f_{\text{д.сеп}} - \omega_{\text{д.сеп}}}, \quad (4.13)$$

де V_n – швидкість на початку інтервалу швидкості ΔV ; початкова швидкість для першого інтервалу вибирається з умов підходу до елемента підйому, який перевіряється $i_{\text{пер}}$ (для вантажних поїздів можна

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

приймати $V_n = 70 \dots 90$ км/год та не вище конструкційної швидкості заданого локомотива);

V_k – швидкість в кінці інтервалу швидкості ΔV , км/год.

Розрахунок пройденого шляху за формулою (4.13) ведуть до тих пір, поки кінцева швидкість останнього інтервалу не буде дорівнювати розрахунковій, тобто $V_k = V_p$.

Питому силу тяги $f_{\partial \text{ сеп}}$ і питомий опір $\omega_{0\text{сеп}}$ в межах вибраного інтервалу зміни швидкостей ΔV приймають рівними їхнім значенням при середній швидкості інтервалу, який розглядається:

$$V_{\text{сеп}} = \frac{V_n + V_k}{2} \quad (3.14)$$

Ці питомі сили вираховують за формулами в Н/кН:

$$f_{\partial \text{ сеп}} = \frac{F_{\partial \text{ сеп}}}{(P + Q) \cdot g}; \quad (3.15)$$

$$\omega_{0\text{сеп}} = \frac{(\omega'_{0\text{сеп}} + i_{\text{нep}}) \cdot P \cdot g + (\omega''_{0\text{сеп}} + i_{\text{нep}}) \cdot Q \cdot g}{(P + Q) \cdot g}. \quad (3.16)$$

Значення сили тяги локомотива $F_{\partial \text{ сеп}}$ для середньої швидкості $V_{\text{сеп}}$ визначають за тяговою характеристикою локомотива. Для тієї ж середньої швидкості визначають основний питомий опір $\omega'_{0\text{сеп}}$ локомотива за графіками в [4] або за формулою (4.7) і основний питомий опір $\omega''_{0\text{сеп}}$ складу за формулою (4.8) з використанням формул (4.9)–(4.12).

Якщо сума отриманих за формулою (4.13) відстаней, пройдених поїздом у відповідних інтервалах швидкостей ΔV , більша або рівна довжині підйому $S_{\text{нep}}$, тобто

$$S \geq S_{\text{нep}}, \quad (3.17)$$

то на цьому перевірка закінчується і робиться висновок про те, що при розрахованій масі складу Q поїзд надійно подолає підйом, що перевіряється, крутизною більше розрахункового, з урахуванням використання накопиченої

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						36
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

до початку елемента кінетичної енергії. Якщо ж шлях S , який може бути пройдений за рахунок розгону, виявиться коротшим за довжину підйому, що перевіряється $S_{пер}$, то необхідно зменшити масу складу (для початку, наприклад, на 100 т). Всі розрахунки по даній перевірці повторити спочатку. Зменшення маси складу і наступний перевірочний розрахунок потрібно робити до тих пір, поки не буде виконуватись умова (3.17).

У нашому випадку розрахунковий підйом є найкрутішим підйомом ділянки, тому вказану перевірку проводити недоцільно.

3.6 Перевірка розрахованої маси складу на зрушення з місця на роздільних пунктах

Така перевірка виконується за формулою

$$Q_{зруш} = \frac{F_{\partial зруш}}{(\omega_{зруш} + i_{зруш}) \cdot g} - P, \quad (3.18)$$

де $F_{\partial зруш}$ – сила тяги локомотива при зрушенні складу з місця, Н:

- для тепловоза 2М62 $F_{\partial зруш} = 7000000\text{Н}$;
- для електровоза ДЕ1 $F_{\partial зруш} = 6250000\text{Н}$;

$i_{зруш}$ – крутизна найбільш важкого елемента на роздільних пунктах (станціях) заданої дільниці, ‰ (у напрямку руху);

$\omega_{зруш}$ – питомий опір поїзда при рушанні з місця (па площадці), Н/кН,

$$\omega_{зруш} = \alpha \omega_{зруш4}^{коч} + \beta \omega_{зруш6}^{коч} + \gamma \omega_{зруш8}^{коч}, \quad (3.19)$$

де $\omega_{зруш4}^{коч}$ – питомий опір при рушанні з місця для 4-вісних вагонів, Н/кН;

Для вагонів на підшипниках кочення

$$\omega_{зруш}^{коч} = \frac{28}{q_0 + 7}, \quad (3.20)$$

де q_0 – маса, що приходить на одну колісну пару для даної групи вагонів (при розрахунках значень $\omega_{зруш4}^{коч}$, $\omega_{зруш6}^{коч}$ і $\omega_{зруш8}^{коч}$ підставляються величини q_0 отримані раніше за формулами (3.12)), т.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						37
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Маса складу $Q_{зруш}$, отримана за умовами зрушення з місця, повинна бути не менше маси складу Q , визначеної за розрахунковим підйомом, тобто повинна виконуватись умова $Q_{зруш} \geq Q$. Оскільки для перевірки маси складу на рушання з місця була вибрана станція, розташована на найбільш важкому елементі, то в цьому випадку робиться висновок про те, що зрушення складу з місця та розгін поїзда забезпечені на всіх роздільних пунктах дільниці.

Проведемо розрахунки для станції Неполоківці, на якій крутизна підйому становить $i_{зруш} = 2,2 \text{ ‰}$.

$$\omega_{зруш4} = \frac{28}{22 + 7} = 0,966 \text{ Н/кН};$$

$$\omega_{зруш8} = \frac{28}{20,75 + 7} = 1,009 \text{ Н/кН}.$$

Питомий опір поїзда при рушанні з місця:

$$\omega_{зруш} = 0,92 \cdot 0,97 + 0,08 \cdot 1,01 = 0,97 \text{ Н/кН}.$$

Тоді для тепловоза 2М62:

$$Q_{зруш} = \frac{700000}{(0,97 + 2,2)} - 240 = 22485 \text{ т},$$

для електровоза ДЕ1:

$$Q_{зруш} = \frac{625000}{(0,97 + 2,2)} - 184 = 20079 \text{ т};$$

Перевірка справджується для всіх локомотивів.

Це означає що зрушення складу з місця та розгін поїзда забезпечені на всіх роздільних пунктах дільниці.

3.7 Перевірка маси складу по довжині приймально-відправних колій

Щоб виконати перевірку маси складу по довжині приймально-відправних колій, необхідно визначити кількість вагонів у складі, довжину поїзда і зіставити її з заданою довжиною приймально-відправних колій станцій $l_{Пвід}$.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Число вагонів у складі вантажного поїзда:

а) 4-вісних

$$m_4 = \frac{\alpha \cdot Q}{q_{04}}, \quad (3.21)$$

б) 6-вісних

$$m_6 = \frac{\beta Q}{q_{06}}, \quad (3.22)$$

в) 8-вісних

$$m_8 = \frac{\gamma Q}{q_{08}}. \quad (3.23)$$

Отримані кількості вагонів необхідно округлити до цілих числових значень. Довжини вагонів приймаються рівними: 4-вісного – 15 м, 6-вісного – 17 м, 8-вісного – 20 м. Загальна довжина поїзда

$$l_{\Pi} = 20m_8 + 17m_6 + 15m_4 + l_{\text{Л}} + 10, \quad (3.26)$$

де $l_{\text{Л}}$ – довжина локомотива:

- для тепловоза 2М62 $l_{\text{Л}} = 36\text{м}$;

- для електровоза ДЕ1 $l_{\text{Л}} = 32\text{м}$;

10 м – запас довжини на неточність встановлення поїзда.

Перевірка можливості встановлення поїзда на приймально-відправних коліях виконується за співвідношенням

$$l_{\Pi} \leq l_{\text{Пвд}}, \quad (3.27)$$

де $l_{\text{Пвд}}$ – довжина приймально-відправних колій, м.

Якщо довжина поїзда менша або рівна довжині приймально-відправних колій станцій заданої ділянки, то маса складу не коректується і робиться висновок про те, що масу складу зменшувати не потрібно.

Якщо ж обчислена довжина поїзда вийшла більшою довжини приймально-відправних колій, вказаної в завданні, то маса складу зменшується так, щоб довжина поїзда була рівною довжині приймально-відправних колій на роздільних пунктах (при цьому знову повинні бути визначені кількості вагонів

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						39
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

у складі зменшеної маси, відповідна довжина поїзда і виконане співставлення останньої з заданою довжиною приймально-відправних колій станцій).

Кількість чотиривісних вагонів для тепловоза 2М62:

$$m_4 = \frac{0,92 \cdot 5300}{88} = 55 \text{ ваг};$$

$$m_8 = \frac{0,08 \cdot 5300}{166} = 3 \text{ ваг};$$

для електровоза ДЕ1

$$m_4 = \frac{0,92 \cdot 5900}{88} = 62 \text{ ваг};$$

$$m_8 = \frac{0,08 \cdot 5900}{166} = 3 \text{ ваг.}$$

Довжина поїзда для тепловоза 2М62:

$$l_n = 20 \cdot 3 + 15 \cdot 55 + 36 + 10 = 928 \text{ м};$$

для електровоза ДЕ1:

$$l_n = 20 \cdot 3 + 15 \cdot 62 + 33 + 10 = 1024 \text{ м};$$

928 < 1200, 1024 < 1200, тобто перевірка справджується для всіх типів локомотивів. Це означає, що довжина поїзда менша довжини приймально-відправних колій станцій заданої ділянки, тому масу складу зменшувати не потрібно.

У зв'язку з перспективою електрифікації ділянки Чернівці – Коломия та обслуговування її електровозами серії ДЕ1 проведено порівняльні тягові розрахунки для цієї ділянки.

При проведенні тягових розрахунків проаналізовано профіль ділянки, спрямлено близькі за значенням елементи і вибрано розрахунковий підйом.

Розрахунок маси составу показав, що застосування електричної тяги та електровозу ДЕ1 на ділянці Чернівці-Коломия призведе до зростання маси поїзда на 600 т, що підвищить пропускну здатність ділянки.

Перевірки маси на рушання з місця та на довжину приймально-відправних колій показали, що масу складу корегувати не потрібно.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Локомотивне депо Коломия є тепловозним вантажопасажирським експлуатаційно-ремонтним депо. Приписний парк депо складають тепловози серій М62, 2М62, 2М62, ЧМЭ2, ТГК2, дизель-поїзда серій Д1, ДПЛ1. Депо забезпечує перевезення вантажів і пасажирів, господарську і маневрову роботу тяговим рухомим складом на плечах обороту.

Депо володіє необхідним оснащенням для проведення технічного обслуговування та ремонту тепловозів та дизель-поїздів, але, у той же час, аналіз технологічного оснащення депо показав, що головною проблемою є моральне застаріння будівель та обладнання, основна частина якого побудована у середині минулого сторіччя і вимагає негайної реконструкції.

Аналіз показників ремонту магістральних та маневрових локомотивів виявив тенденції зростання кількості ремонтів у об'ємі ПР-1, а значення програми ремонту у цьому об'ємі вище розрахункового, у той же час програма технічних обслуговувань ТО-3 недовиконується.

У зв'язку з перспективою електрифікації ділянки Чернівці – Коломия та обслуговування її електровозами серії ДЕ1, проведено порівняльні тягові розрахунки для цієї ділянки.

При проведенні тягових розрахунків проаналізовано профіль ділянки, спрямлено близькі за значенням елементи і вибрано розрахунковий підйом.

Розрахунок маси составу показав, що застосування електричної тяги та електровозу ДЕ1 на ділянці Чернівці-Коломия призведе до зростання маси поїзда на 600 т, що підвищить пропускну здатність ділянки. Перевірки маси на рушання з місця та на довжину приймально-відправних колій показали, що масу складу корегувати не потрібно.

Оскільки поставлена мета в дипломній роботі досягнута, можна вважати, що для заданої ділянки вантажні перевезення в межах завдання удосконалені.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						41
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хасин Л.Ф., Матвеев В.Н. Экономика, организация и управление локомотивным хозяйством/Под ред. Л.Ф. Хасина: Учебник для техникумов и колледжей ж.д. трансп. - М.: «Желдориздат», 2002. - 452 с.
2. Локомотивное хозяйство. / Под ред. С.Я. Айзинбуда - М.: Транспорт, 1986 - 264с.
3. Айзинбуд С.Я., Кельперис П.И. Эксплуатация локомотивов. - М.: Транспорт, 1990 – 261 с.
4. Методические указания к применению регрессионного анализа в задачах исследования многофакторных процессов/ В.А. Федорец - Харьков: ХИИТ, 1986. -18 с.
6. Експлуатація локомотивів і локомотивне господарство: Методичний посібник до виконання курсового проекту / Укл Л.Ф. Гагін, Б.Т. Власенко, М.І. Капіца – Дніпропетровськ: ДІПТ, 1993. – 33с.
- 8 Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів М26, 2М62, 2М26У. ЦТ-0043. К.: Укрзалізниця. 2002. 247 с.
10. Теорія локомотивної тяги. Технічне обслуговування транспортних засобів: Методичні вказівки до виконання курсової роботи / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп.; Уклад.: Д. В. Бобирь, О. М. Гончаров, М. І. Капіца, В. Н. Сердюк. – Д., 2003. – 62 с.
11. Правила тяговых расчетов для поездной работы. - М.: Транспорт, 1985. 287 с.

					0042. 180568.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						42
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		