

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет Львівського інституту
(назва факультету)

Кафедра Управління перевезеннями і технологічними процесами залізниць
(назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи

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

на тему: Удосконалення пасажирських перевезень на заданій ділянці

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

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

Виконав: студент групи: **УЗ19117**

Керівник:

Нормоконтролер:

Консультанти:

_____ (підпис консультанта)

_____ (підпис консультанта)

_____ (підпис консультанта)

_____ (підпис консультанта)

_____ (підпис керівника)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

_____ / Олександр СЛІПЧУК /
(підпис, ім'я і прізвище)

_____ /доцент Микола БАБ'ЯК/
(підпис, ім'я і прізвище)

_____ /доцент Олег ВОЗНЯК/
(підпис, ім'я і прізвище)

_____ /
(підпис, ім'я і прізвище)

_____ /
(підпис, ім'я і прізвище)

_____ /
(підпис, ім'я і прізвище)

_____ /
(підпис, ім'я і 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 passenger 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: UZ19117 / Oleksandr SLIPCHUK /
(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 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО ЛЬВІВ- ЗАХІД	8
1.1 Короткий історичний нарис	8
1.2 Аналіз основних параметрів локомотивного депо	9
1.3 Мета та порядок планування діяльності локомотивного депо	12
2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ	16
2.1 Система показників використання рухомого складу	16
2.2 Основні показники ремонту локомотивів та їх аналіз	16
3 ПРОВЕДЕННЯ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ НА ЗАДАНИЙ ДІЛЯНЦІ	23
3.1 Вибір вихідних даних	23
3.2 Спрямлення профілю колії	23
3.3 Розрахунок маси складу	32
3.4 Перевірка маси складу по довжині пасажирських платформ	33
3.5 Розрахунок питомих рівнодійних сил	34
3.6 Криві швидкості, часу ходу поїзда	40
3.7 Визначення часу ходу поїзда, технічної та дільничової швидкості	42
3.8 Визначення витрат енергоресурсів локомотивами	44
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	48

					0042. 190578.01.ВКР.ПЗ		
Зм	Арк	На документа	Підпис	Дата			
Розробив	Олександр СПІВУН			10.06.22	Літера	Аркуш	Аркуші в
Консульт						5	48
Керівник	Микола БАБ'ЯН			10.06.22	ЛІ УДУНТ		
Н. контр.	Олег ВОЗНЯК						
Зав.наф.	Богдан ГЕРА						
					Удосконалення пасажирських перевезень на заданій ділянці		

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

48 с., 2 рис., 12 табл., 11 джерел.

Об'єкт дослідження – перевізна робота пасажирських локомотивів.

Мета роботи – удосконалення пасажирських перевезень на заданій ділянці при заміні локомотива.

Методи дослідження – аналітичні, графічні.

Враховуючи можливість обслуговування пасажирських поїздів вітчизняними електровозами серії ДСЗ на заміну вантажних електровозів ВЛ80^Т, проведено порівняльні тягові розрахунки для заданої ділянки. Особливостями даних розрахунків є те, що вони проводяться для вантажного електровоза при веденні пасажирського поїзда. Для цього необхідно визначити час ходу, технічну швидкість на ділянці, та витрату електроенергії на переміщення поїзда.

У результаті розрахунків встановлено, що графіковий час проходження поїзда на заданій ділянці з електровозом серії ДСЗ у порівнянні з електровозом ВЛ80 зменшився. Сумарна витрата електроенергії електровозом ДСЗ при однаковій масі составу буде меншою, а питома витрата електроенергії скоротиться.

Ключові слова: ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, СТАНЦІЯ, ЕЛЕКТРОВОЗ, ТЯГОВІ РОЗРАХУНКИ,

**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

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						6
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Локомотивне господарство відіграє найважливішу роль у системі залізничного транспорту. У ньому працюють 23% усіх робітників залізничного транспорту, припадає 40% експлуатаційних витрат, 23% витрат енергоносіїв, близько 13% основних фондів.

Розвиток локомотивобудування на Україні в даний момент обмежуються перш за все нестачею матеріальних коштів на фінансування розробки нових типів локомотивів, будування та випробування нових зразків.

Понад 80% усіх локомотивів та моторвагонних поїздів уже вичерпали свій ресурс, ала продовжують працювати тільки тому, що їх нічим замінити.

Метою даного дипломного проекту є удосконалення пасажирських перевезень на заданій ділянці. Одним з ефективних шляхів покращення роботи депо Львів-Захід є встановлення доцільності заміни електровозів ВЛ80^Т, які використовуються для водіння пасажирських поїздів, електровозами ДСЗ.

Удосконалення на заданій ділянці передбачає зменшення часу руху та витрат електроенергії при веденні однакового поїзда.

Об'єктом дослідження є перевізна робота вантажних локомотивів.

Предметом дослідження є технології обслуговування пасажирського поїзда на заданій ділянці.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						7
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО ЛЬВІВ-ЗАХІД

1.1 Короткий історичний нарис

Історія локомотивного депо бере свій початок з другої половини ХІХ ст. було засноване паровозне депо, на основі якого з часом було організоване основне локомотивне депо, що отримало назву „Львів-Захід”. До 1946 р. в депо проводився один вид ремонту. З 1948 р. у депо почали виконувати середній деповський ремонт. В 1959 р. локомотивний парк депо поповнився потужними паровозами серії Л, а в вересні того ж року в депо прибув перший тепловоз серії ТЭЗ. Колектив локомотивного депо Львів-Захід на протязі 1957 р. обслужив 15304 великовагових поїздів, перевіз позапланово близько 5,5 млн. т. вантажів.

З 1963 р. депо отримало назву «Львів-Захід». А у 1964 р. останній деповський паровоз був відправлений в запас.

Депо Львів-Захід стало школою для багатьох поколінь локомотивних та ремонтних бригад. Разом з депо вони оволодівали новою технікою, освоювали нові для них види тяги.

В 1968 р. в депо прибули електровози постійного струму ВЛ8, а в 1976 р. вони були замінені потужнішими електровозами ВЛ10. В цьому ж році машиністи депо прискорили пробіг поїздів. В той час були перебудовані виробничі цехи, впроваджені нові технології ремонту. З часом спеціалісти депо освоїли експлуатацію електровозів змінного струму. Таким чином депо забезпечило собі тягові плечі на схід аж до Жмеринки.

На даний час депо стало одним з найбільших та найпотужніших на Львівській залізниці. В депо є велика ремонтна база, виконуються всі види ремонту локомотивів. На території депо побудовано оздоровчий комплекс.

Колектив депо на сьогоднішній день налічує близько двох тисяч чоловік. З них близько восьмиста - локомотивні бригади, 140 – апарат управління, та близько тисячі працює в ремонті.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						8
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

У депо виділяють:

- три пункти технічного огляду (ПТО ВЛ10 і ВЛ11, ПТО ВЛ80, ПТО тепловозів);
- дванадцять ремонтних дільниць (ПР-3, ТО-3, ПР-1 локомотивів, ТО-3 і ПР 1 електровозів, візків, КМБ, кранова, автоматна, заготівельна, механічна, контрольно-вимірювальних приладів, електромашинна і електроапаратна);
- дільниця експлуатації (локомотивні колони, чергові стрілочних постів, центр оперативно-технічного обліку роботи);
- допоміжні відділення (електроцех, комора, господарсько-інструментальне, парокотельня, хімлабораторія, база палива, будівельна група, гараж, їдальня, гуртожитки, бригадний будинок, амбулаторія, база запасу локомотивів, будинок науки і техніки).

1.2 Аналіз основних параметрів локомотивного депо

Основним локомотивним депо називається лінійне підприємство локомотивного господарства залізничного транспорту, яке має приписний парк локомотивів, включає тягову територію на якій розміщені цехи з майстернями для виконання ремонту, пункти екіпіровки зі складами для палива, піску, службово-технічні, соціально-побутові споруди та інші пристрої локомотивного господарства [1, 2].

Локомотивне депо Львів-Захід є основним вантажо-пасажирським електровозо-тепловозним депо, яке виконує усі види деповського ремонту та технічного обслуговування для локомотивів власної приписки та приписки інших депо і підприємств промислового залізничного транспорту. Найважливіші показники локомотивного депо Львів-Захід зведені до таблиці 1.1.

Схема та характеристика тягових плечей локомотивного депо Львів-Захід наведена на рисунку 1.1.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1-Загальні відомості про депо

Назва параметра	Значення
1 Площа тягової території, м ²	218741
2 Загальна корисна довжина колій, м, у т.ч.	15948
- на тяговій території	14360
- у спорудах депо	1588
3 Загальна площа цехів, м ² , у т.ч.	20903
- стійлової частини	6264
- майстерень та підсобних цехів	9115
- службово-побутових приміщень	5524
4 Загальна кількість стійл, од.	40
5 Кількість тепловозів усіх серій, секцій	25
- вантажних	24
- пасажирських	1
6 Кількість електровозів усіх серій, од	105
- вантажних	42
- пасажирських	63

План і профіль колії ділянок обслуговування локомотивного депо характеризується наявністю складних елементів. На Львівській залізниці складними ділянками гірської місцевості є ділянки Лавочне-Воловець і Сянки-Волосянка. На першій ділянці підйом становить 30‰, а величина підйому на другій ділянці - 32‰. Крім того, вказані ділянки характеризуються великою кількістю кривих. Специфічні умови роботи викликають значні зношення механічного та електричного обладнання, недостатньо якісне використання рекуперативного гальмування на гірських ділянках, що, в свою чергу призводить до зносу гальмівного обладнання, що впливає на вартість ремонту.

Технічне обслуговування виконується у поєднанні з екіпірувальними операціями, у зв'язку з цим, на території пункту технічного обслуговування знаходяться необхідні екіпірувальні пристрої. Організаційне і технічне

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						10
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

керівництво пунктом технічного обслуговування локомотивів проводиться начальником основного локомотивного депо.

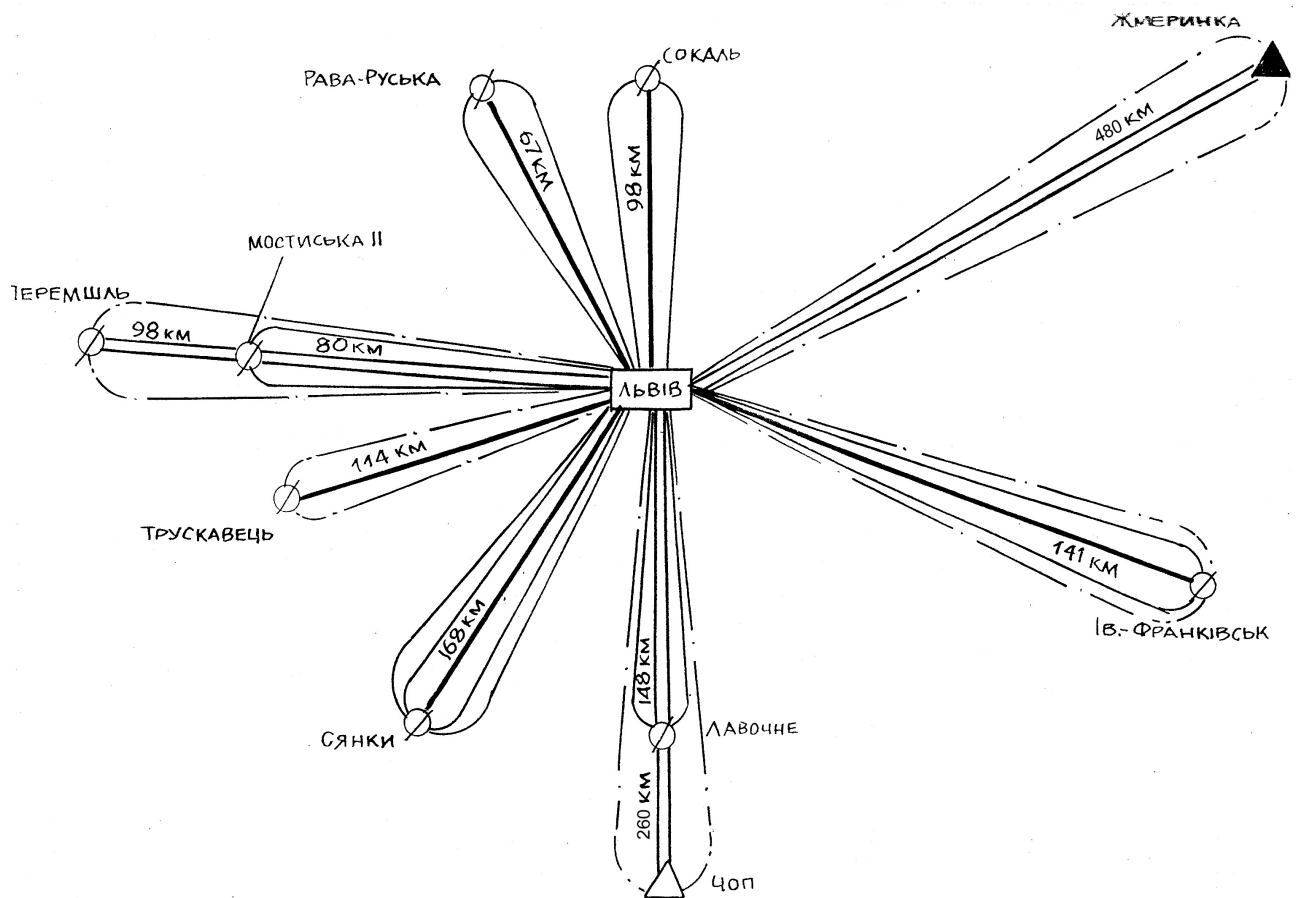


Рисунок 1.1 – Схема ділянок обслуговування депо Львів-Захід

Локомотивне депо Львів-Захід має приписний парк локомотивів, тягову територію на якій розміщені майстерні для ремонту локомотивів, пункти екіпіровки, складські приміщення для зберігання піску, палива, службово-технічні та соціально-побутові будівлі, і інші споруди локомотивного господарства. Приписний парк локомотивів складає 130 одиниць (табл.1.2).

Тягова територія депо розташована поблизу горловин приймально-відправних парків зі сторони протилежній будівлі пасажирського вокзалу і житлового масиву. Для зв'язку тягової території з приймально-відправними парками служать дві колії, по одній з яких здійснюється рух локомотива в депо від парку прибуття, а по другій в парк відправлення. На тяговій території депо

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		11

розташовані споруди для поточних ремонтів, технічного обслуговування і екіпірування локомотивів, службово-побутові, допоміжні приміщення, котельня і інші. Також на території депо знаходяться спеціалізовані колії для прослідкування локомотивів від контрольного посту в депо і в зворотньому напрямку, поворотні пристрої, кола стоянки і відстою локомотивів, подачі і розвантаженню піску, запасних частин і палива, розміщення парка колісних пар і інших господарських потреб.

Колійний розвиток тягової території і споруд деповського господарства забезпечує необхідну пропускну і провізну здатність.

Таблиця 1.2–Приписний парк локомотивів

Рід служби	Вид локомотива	Серія локомотива	Кількість
Вантажний	Тепловоз	2М62	7
		2М62У	17
	Електровоз	ВЛ11 ^М	42
Пасажи́рський	Тепловоз	2М62У	1
	Електровоз	ВЛ10	22
		ВЛ80 ^Т	41

1.3 Мета та порядок планування діяльності локомотивного депо

Метою діяльності локомотивного депо Львів-Захід 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

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

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.

Продукцією локомотивного депо є перевезення вантажів і пасажирів та ремонт локомотивів. Для обліку продукції локомотивного депо прийняті наступні одиниці: 1000 т-км брутто по видах руху й тяги, 1000 локомотиво-годин маневрової та господарської роботи, один відремонтований локомотив по серіях і видах ремонту, об'єм ремонту в приведених одиницях [1,2].

Локомотивне депо Львів-Захід виконує роботи і надає додаткові послуги відповідно до плану та заключених договорів. Дільниці експлуатації, технічного обслуговування, поточного ремонту локомотивів та інші підрозділи, що входять до складу локомотивного депо працюють на умовах внутрішнього господарського розрахунку або колективного підряду.

Локомотивне депо розробляє річні плани на основі контрольних цифр, показників, що впливають із госпрозрахункових відносин, економічних нормативів і лімітів, затверджених локомотивною службою.

Для формування плану локомотивного депо Львів-Захід установлюються контрольні цифри - прибуток, ріст продуктивності праці, показники розвитку соціальної сфери.

У якості показників, що затверджуються, установлені об'єм реалізації платних послуг населенню та виробництво непродовольчих товарів народного споживання [3].

Затверджуваними показниками, які впливають із госпрозрахункових взаємин, є наступні:

- тонно-кілометри брутто у вантажному русі в межах ділянок обслуговування локомотивними бригадами;

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- тонно-кілометри брутто в пасажирському русі в межах ділянок обслуговування локомотивними бригадами;
- тонно-кілометри брутто в передаточному та вивізному русі;
- локомотиво-години маневрової роботи;
- локомотиво-години господарського руху;
- програма поточного ремонту і технічного обслуговування локомотивів і моторвагонного рухомого состава по видах ремонту та серіях локомотивів, у тому числі для депо інших залізниць та інших міністерств і відомств;
- деповський відсоток несправних локомотивів;
- норма простою несправних локомотивів у ремонті;
- норма витрати електроенергії, палива на тягу поїздів;
- експлуатаційний парк локомотивів, у тому числі по видах руху і роботи (вантажний, пасажирський рух, маневрова, господарська робота) [1,3].

Виходячи з конкретних умов роботи локомотивного депо Львів-Захід, локомотивна служба може затвердити інші показники, що впливають із госпрозрахункових відносин депо з різними підприємствами та організаціями.

План локомотивного депо розробляється на основі економічних нормативів:

- плати в локомотивну службу за виробничі фонди;
- відрахувань локомотивній службі від розрахункового прибутку для централізованих розрахунків;
- відрахувань від розрахункового прибутку, а також від амортизаційних відрахувань на повне відновлення основних фондів у централізований фонд розвитку виробництва, науки й техніки;
- утворення фонду соціального розвитку;
- утворення фонду розвитку виробництва, науки й техніки;
- утворення фонду матеріального заохочення;
- утворення загального фонду заробітної плати;

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- граничного рівня запасів товарно - матеріальних цінностей на гривню витрат;
- співвідношення між приростом середньої заробітної плати і приростом продуктивності праці [3].

Локомотивному депо Львів-Захід установлюється ліміт на матеріально-технічні ресурси, що розподіляються централізовано, з урахуванням їх економії.

Річний план економічного й соціального розвитку депо включає наступні розділи:

- об'єм експлуатаційної роботи та програма ремонту локомотивів;
- техніко-виробничі показники;
- план по праці;
- план експлуатаційних витрат;
- визначення собівартості та розрахункової ціни по депо.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

2.1 Система показників використання рухомого складу

Для планування та фінансування витрат по перевезенням та оцінки якості експлуатаційної діяльності підприємств та підрозділів локомотивного господарства прийнята система показників. Ці показники характеризують якість праці робітників локомотивних депо та ефективність експлуатації локомотивів, їх аналіз дозволяє знаходити та використовувати певні керуючі впливи для підвищення якості праці [3].

Для депо відділення дороги затверджують такі показники, як тоно-кілометри брутто загальні і по видах руху, локомотиво-години, норми витрати електроенергії і палива для роботи локомотивів, програму ремонтів локомотивів і МВРС, норми простоїв локомотивів у ремонті, відсоток несправних локомотивів. На практиці для оцінки діяльності підрозділів локомотивного господарства використовують ще більшу кількість показників, що не завжди доцільно, оскільки вони не тільки дублюють один одного, але і дають, часом, суперечливу оцінку виробничої діяльності. Тому ведуться дослідження в області встановлення мінімально необхідної кількості найбільш об'єктивних і ємних (комплексних) показників, що всебічно характеризують якість праці і рівень експлуатації локомотивів [3].

Основні показники використання локомотивів у локомотивному депо Львів-Захід приведена у таблицях 2.1- 2.4, структура показників – на рис. 2.1.

2.2 Основні показники ремонту локомотивів та їх аналіз

Аналіз показників ремонту тепловозів можна проводити на основі двомірних рядів динаміки. Ряди динаміки дозволяють отримати аналітичний вигляд залежностей і на основі них проводити розрахунок та прогнозування на майбутні періоди [4].

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						16
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

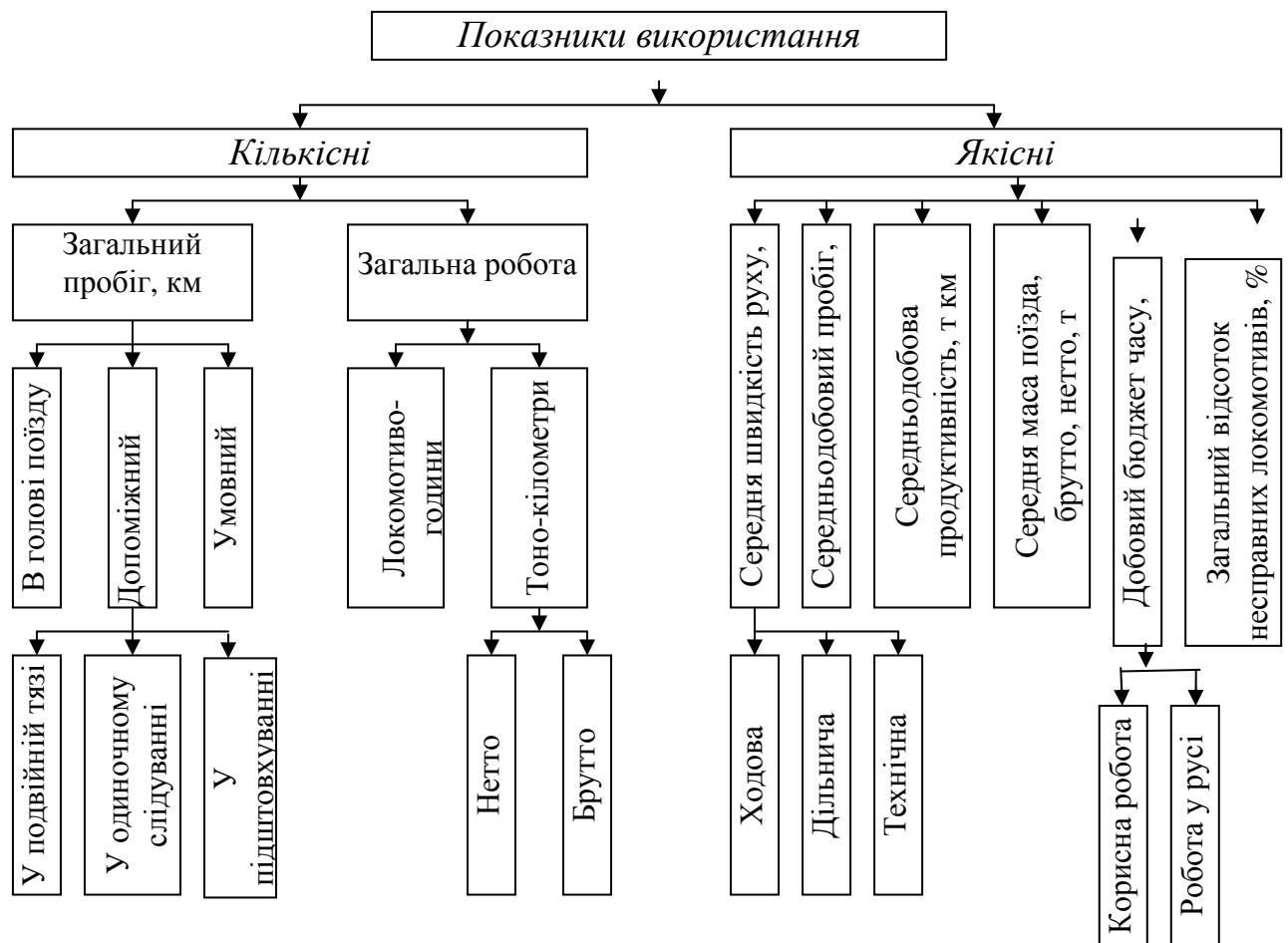


Рисунок 2.1 –Класифікація показників використання локомотивів

При графічному зображенні на осі абсцис будується рівномірна шкала часу, а на осі ординат – шкала значень рівнів ряду в рівномірному чи логарифмічному масштабі.

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 судять про майбутнє. Таким чином, замість продовження “на око” до даних про минуле потрібно підібрати математичну функцію і потім використовувати її для оцінки майбутнього [4,5].

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:

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

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						18
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

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.

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:

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

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 (2.3) :

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

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

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

побудова кривої регресії в логарифмічному масштабі. Пряма лінія на напівлогарифмічному графіку в натуральному масштабі еквівалентна експоненціальному росту функціональних характеристик. Досвід показує, що 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 є початковим значенням y в якийсь початковий момент часу t_0 .

З останнього рівняння отримуємо:

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

При прогнозі шляхом екстраполяції завжди необхідно враховувати логіку розвитку і фізику явища. В іншому випадку можна отримати абсурдні результати. При великій кількості даних розрахунок за цими формулами може бути трудомістким, тому потрібне використання ЕОМ [5].

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

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Динаміка основних показників використання локомотивів у локомотивному депо Львів-Захід приведена у таблицях 2.1 – 2.4.

Таблиця 2.1 – Основні кількісні показники використання тепловозів

Назва показника	Значення по роках					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Виконана робота у ткм бр	2143,3	2134,8	2249,3	2210	2266,2	2160,2
у т.ч. у пас. русі	81,7	92,5	116	138,4	123	119
у вант русі	2031,3	2018,2	2098,2	2036,7	2102,6	2020
у госп. русі	30,3	24,1	35,1	34,9	20,6	21,2
Загальний пробіг, тис. лок. км	1218,5	1170,7	1207,1	1203	1251,2	1215,7
у т.ч. у пас русі	162,2	170,7	201,4	216,9	202,4	200,4
у вант. русі	860,8	836,2	830,2	801,8	892,4	853,2
у госп. русі	195,5	163,8	175,5	184,3	156,4	162,1

Таблиця 2.2 – Основні кількісні показники використання електровозів

Назва показника	Значення по роках					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Виконана робота у ткм бр	13487	13652	13415	14125	15293	13678
у т.ч. у пас. русі	4656,6	4811,3	4906,3	5167,4	5177,7	5013
у вант русі	8771,1	8770,6	8407,5	8861,3	9976,8	8517
у госп. русі	59,9	70,8	101,3	97,2	139	148,3
Загальний пробіг, тис. лок. км	10555	10696	10404	10714	11196	10388
у т.ч. у пас русі	6488,2	6617,9	6488,7	6510,3	6534,8	6187,9
у вант. русі	3800,4	3786,5	3618,2	3920,1	4474,8	3931
у госп. русі	266,9	292,2	297,9	284,2	187,2	268,6

Таблиця 2.1 – Основні якісні показники використання тепловозів

Назва показника	Значення по роках					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Технічна швидкість, км/год	36,3	36,2	37,6	39,2	38,4	38,7
Середньобовий пробіг, км	438,5	446,6	454,4	459,5	297,4	306,4
Середня вага вантажного поїзда, т	2990	3089	3089	3135	2903	2835
Середньодобова продуктивність, ткм бр	1054,6	1108,1	1187,6	1163,6	701,2	735,6

Таблиця 2.2 – Основні якісні показники використання електровозів

Назва показника	Значення по роках					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7
Технічна швидкість, км/год	40,1	40,6	41,2	41,5	42,3	42,2
Середньобовий пробіг, км	470,4	464,8	482,4	477,4	425,4	414,2
Середня вага вантажного поїзда, т	2805	2814	2825	2817	2572	2543
Середньодобова продуктивність, ткм бр	1064,1	1066	1114,1	1092,6	920,4	871,8

У результаті аналізу визначаються основні тенденції розвитку кількісних та якісних показників локомотивного депо "Львів-Захід".

3 ПРОВЕДЕННЯ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ НАЗАДАНИЙ ДІЛЯНЦІ

3.1 Вибір вихідних даних

У зв'язку з планованою заміною електровозів ВЛ80^Т електровозами ДСЗ у пасажирському русі, завданням на дипломний проєкт передбачено проведення порівняльних тягових розрахунків для заданої ділянки Львів-Тернопіль

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

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку

Найменування показника	Значення
Максимальна довжина пасажирського поїзда, ваг	22
Довжина пасажирських платформ на станціях, м	600
Кількість пасажирських вагонів у складі по типам	
- плацкартних	8
- купейних	10
- СВ	2
- багажних (поштових)	2
Гальмівних осей в складі поїзда, %	100
Гальмівні колодки	чавун

3.2 Спрямлення профілю колії

Для спрощення тягових розрахунків, а також для скорочення їх об'єму і відповідно часу на їхнє виконання спрямимо профіль колії згідно методики [7].

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

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

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						23
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

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, будемо виконувати 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 $\Delta i = 0$, перевірку за формулою (3.3) не проводимо, тому що в цьому разі забезпечується максимальна точність розрахунків за спрямленим профілем.

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

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

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

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

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 враховано при обчисленнях.

Об'єднуємо в групу для спрямлення 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 спрямляємо.

Не включаємо 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.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Результати спрямлення профілю ділянки

Номер елемента	Крутизна елемента i , ‰	Довжина елемента S , м	Криві		Довжина спрямленої ділянки S_c , м	Крутизна спрямленої ділянки i_c , ‰	Фіктивний підйом від кривих i_c , ‰	Сумарна крутизна спрямленої ділянки, ‰	Номер спрямленої ділянки	Станція
			R м	$S_{кр}$ м						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-2,0	220			220	-2,0	0,0	-2,0	1	Львів
2	-1,5	160			160	-1,5	0,0	-1,5	2	
3	1,0	200	1000	200	900	2,1	0,31	2,32	3	
4	2,8	400	1000	400						
5	2,0	300								
6	-5,6	200			1950	-8,5	0,45	-8,05	4	
7	-4,3	120								
8	-6,3	200	800	200						
9	-11,1	630	800	630						
10	-11,9	350	800	300						
11	-2,1	250								
12	-10,4	200			2400	-8,3	0,0	-8,3	6	
13	-12,0	300								
14	-8,0	400								
15	-10,1	500								
16	-8,5	200								
17	-13,4	200								
18	-11,8	400								
19	-7,2	350								
20	0,0	350			250	2,5	0,0	2,5	7	
21	2,5	250								

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	-1,2	800			800	-1,2	0,0	-1,2	8	Підзамче
23	0,0	370			6180	-2,8	0,36	-2,44	9	
24	-3,4	450								
25	-7,0	930								
26	-4,4	230								
27	-6,2	670								
28	-5,4	1000								
29	-6,3	650	1200	600						
30	-2,6	500	1200	500						
31	-2,1	850	1200	700						
32	-3,5	200								
33	-1,5	330								
34	-1,1	300			300	-4,1	0,0	-4,1	10	Підбірці
35	-1,9	570			570	-1,9	0,0	-1,9	11	
36	0,8	900			2050	0,9	0,0	0,9	12	
37	1,5	780								
38	0,0	370								
39	-0,8	250			9700	-3,0	0,0	-3,0	13	
40	0,0	450								
41	-2,1	410								
42	-1,3	740								
43	-2,3	230								
44	-4,2	330								
45	-8,0	440								
46	-4,4	350								
47	-2,0	480								
48	-5,2	270								
49	-4,4	550								
50	-1,4	300								
51	-3,2	230								
52	-4,2	330								

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
53	-8,0	440								
54	-4,4	350								
55	-2,0	480								
56	-5,2	270								
57	-4,4	550								
58	-1,3	300								
59	-3,2	250								
60	-1,3	800								
61	-0,9	900								
62	0,8	300			580	0,4	0,0	0,4	14	
63	0,0	280								
64	-0,4	600			600	-0,4	0,0	-0,4	15	Борщовичі
65	0,0	950			2900	-0,3	0,0	-0,3	16	
66	-0,8	550								
67	-0,3	670								
68	-1,0	360								
69	0,0	370								
70	0,6	400			400	0,6	0,0	0,6	17	
71	-0,5	250			4800	-0,4	0,39	-0,01	18	
72	0,0	570								
73	-1,3	380								
74	-0,5	850	800	850						
75	0,0	450	700	400						
76	-0,8	400								
77	0,0	300								
78	-0,4	800								
79	0,0	300								
80	-0,5	500								
81	0,3	300			3610	0,4	0,0	0,4	19	
82	0,0	1750								

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
83	1,0	650								
84	1,3	460								
85	0,0	450								
86	-1,7	1040								
87	0,0	200			1540	-1,3	0,0	-1,3	20	
88	-0,8	300								
89	-0,5	1100			1100	-0,5	0,0	-0,5	21	Задвір'я
90	-1,2	1080								
91	-0,2	370								
92	-1,2	700			3710	-0,8	0,0	-0,8	22	
93	-0,4	1150								
94	-0,7	200								
95	0,0	210								
96	1,5	240			3510	0,1	0,32	0,42	23	
97	0,0	3270	700	900						
98	-0,7	430			760	-0,4	0,0	-0,4	24	
99	0,0	330								
100	0,6	200			3200	0,04	0,0	0,04	25	
101	0,0	3000								
102	-0,8	270								
103	-0,3	200			600	-1	0,0	-1,0	26	
104	-2,0	130								
105	2,4	200			200	2,4	0,0	2,4	27	
106	0,0	860			860	0,0	0,0	0,0	28	Красне
107	-1,0	1800			1800	-1,0	0,0	-1,0	29	
108	-4,0	1700								
109	-3,0	2100	850	1200	3800	-3,45	+0,26	-3,19	30	
110	0,0	1600	1000	600	1600	0,0	+0,26	+0,26	31	

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
111	0,0	600			1100	+0,91	0,0	+0,91	32	
112	+2,0	500								
113	+1,5	1900			1900	+1,5	0,0	+1,5	33	
114	+5,0	1400	700	500	2800	+4,56	+0,18	+4,74	34	
115	+3,0	400								
116	0,0	600	750	600	600	0,0	+0,93	+0,93	35	
117	-10,5	1400			1400	-10,5	0,0	-10,5	36	
118	0,0	800			800	0,0	0,0	0,0	37	
119	+6,5	1400			2000	+5,45	0,0	+5,45	38	
120	+3,0	600								
121	0,0	700	900	400	700	0,0	+0,44	+0,44	39	
122	0,0	1350			4400	+1,01	0,0	+1,01	40	
123	+1,0	1650								
124	+2,0	1400								
125	+4,0	1000	1500	850	1000	+4,0	+0,4	+4,4	41	
126	0,0	1900			1900	0,0	0,0	0,0	42	Золочів
127	+2,5	1800			1800	+2,5	0,0	+2,5	43	
128	0,0	500	1200	300	3800	-1,17	+0,17	-1,0	44	
129	-1,5	1800	1500	500						
130	-2,0	450								
131	0,0	500								
132	-1,5	600	1200	450						
133	-3,0	1000			1000	-3,0	0,0	-3,0	45	
134	0,0	2500	1200	450	3900	-0,72	+0,07	-0,65	46	
135	-2,0	1400								
136	+1,5	2000			2000	+1,5	0,0	+1,5	47	
137	0,0	900	975	400	2650	-1,13	+0,11	-1,02	48	
138	-3,0	1000								
139	0,0	750								

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
140	+1,5	800			3300	+1,05	+0,11	+1,16	49	
141	+2,5	900	900	450						
142	0,0	1600								
143	-4,0	2750			3600	-3,76	0,0	-3,76	50	
144	-3,0	850								
145	-1,5	1750			1750	-1,5	0,0	-1,5	51	Зборів
146	0,0	1800			1800	0,0	0,0	0,0	52	
147	-1,5	1500	1500	900	2900	-1,74	+0,14	-1,6	53	
148	-2,0	1400								
149	0,0	800			800	0,0	0,0	0,0	54	
150	-10,5	1200			1200	-10,5	0,0	-10,5	55	
151	+4,5	1600	1000	500	2000	+3,6	+0,18	+3,78	56	
152	0,0	400								
153	-4,0	800	700	400	800	-4,0	+0,2	-3,8	57	
154	0,0	1500			1500	0,0	0,0	0,0	58	Озеряни
155	+3,0	400			1000	+1,2	0,0	+1,2	59	
156	0,0	600								
157	-1,0	1450	900	350	2250	-0,64	+0,31	-0,33	60	
158	0,0	800	650	400						
159	0,0	1750			1750	0,0	0,0	0,0	61	В. Глибочок
160	-4,0	1400			2200	-3,64	0,0	-3,64	62	
161	-3,0	800								
162	0,0	1850	700	400	5000	+0,93	+0,08	+1,01	63	
163	+1,0	1650								
164	+2,0	1500								
165	0,0	1300			1300	0,0	0,0	0,0	64	Біла
166	+4,0	3200			3200	+4,0	0,0	+4,0	65	
167	0,0	1900			1900	0,0	0	0	66	Тернопіль
$\sum S_i = 133150$										

3.3 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.

Розрахунок маси складу пасажирського поїзда проведемо на основі початкових даних (табл. 3.1) та характеристик пасажирських вагонів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Основні параметри пасажирських вагонів по типах.

Тип вагона	Тара T , т	Кількість пасажирів, k	Гальмівне натиснення на вісь, K тс
Плацкартний	50	54	9
Купейний	55	36	10
СВ	56	18	10
Поштово-багажний	50	–	9

Маса складу пасажирського поїзда визначиться за формулою

$$Q = (T_{пл} + k_{пл} \cdot p) \cdot n_{пл} + (T_{куп} + k_{куп} \cdot p) \cdot n_{куп} + (T_{св} + k_{св} \cdot p_{нас}) \cdot n_{св} + (T_{п-баг} + p_{баг}) \cdot n_{баг} \quad (3.6)$$

де $T_{пл}$, $T_{куп}$, $T_{св}$, $T_{п-баг}$ -тара, відповідно, плацкартного, купейного, СВ та

багажного вагона, т;

$n_{пл}$, $n_{куп}$, $n_{св}$, $n_{п-баг}$ - кількість, відповідно, плацкартних, купейних та

багажних вагонів

$k_{пл}$, $k_{куп}$, $k_{св}$, - кількість пасажирів, відповідно, у плацкартному,

купейному та СВ вагонах;

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						32
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

P_{nac} - маса пасажира з багажем, прийємо $p_{nac} = 0,1$ т;
 $P_{баг}$ - вантажопідйомність поштово-багажного вагона,
 прийємо $p_{баг} = 10$ т.

$$Q = (50 + 54 \cdot 0,1) \cdot 8 + (55 + 36 \cdot 0,1) \cdot 10 + (56 + 18 \cdot 0,1) \cdot 2 + (50 + 10) \cdot 2 = 1259 \text{ т}$$

Згідно [8] округлимо дану масу до 50 т і для подальших розрахунків прийємо $Q = 1250$ т.

3.4 Перевірка маси складу по довжині пасажирських платформ

Щоб виконати перевірку маси складу по довжині пасажирських платформ, визначимо довжину поїзда і порівняємо її з заданою довжиною пасажирських платформ станцій $l_{платф}$.

$$l_n = 25 \cdot n + l_{л} + 10 \quad (3.7)$$

де $l_{л}$ – довжина локомотива,

для електровоза ВЛ80 $l_{л} = 21$ м,

для електровоза ДСЗ $l_{л} = 17$ м;

n – кількість вагонів,

приймаємо $n = 22$;

25 м – довжина пасажирського вагона по осях автозчепів;

10 м – запас довжини на неточність встановлення поїзда.

Перевірку можливості встановлення поїзда на приймально-відправних коліях виконаємо за співвідношенням

$$l_n \leq l_{платф} \quad (3.8)$$

де $l_{платф}$ – довжина пасажирських платформ, м.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						33
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Якщо довжина поїзда менша або рівна довжині пасажирських платформ станцій заданої ділянки, то маса складу не коректується і робиться висновок про те, що довжину поїзда 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 пасажирських платформ на роздільних пунктах (при цьому знову повинні бути визначені кількість вагонів у складі зменшеної маси, відповідна довжина поїзда і виконане співставлення останньої з заданою довжиною пасажирських платформ).

Для електровоза ВЛ80

$$l_n = 25 \cdot 22 + 21 + 10 = 581 \text{ м.}$$

Для електровоза ДС3

$$l_n = 25 \cdot 22 + 17 + 10 = 577 \text{ м.}$$

$581 < 600$, $577 < 600$, тобто перевірка справджується для обох локомотивів. Це означає, що довжина поїзда менша довжини пасажирських платформ станцій заданої ділянки, тому масу складу не зменшуємо.

3.5 Розрахунок питомих рівнодіючих сил

Для побудови діаграми питомих рівнодіючих сил проведемо розрахунки для трьох режимів ведення поїзда по прямій горизонтальній ділянці:

- для режиму тяги $f_o - \omega_0 = f_1(V)$;
- для режиму холостого ходу $\omega_{0x} = f_2(V)$;
- для режиму гальмування:
- при службовому регульовальному гальмуванні $\omega_{0x} + 0,5b_2 = f_3(V)$;
- при екстреному гальмуванні $\omega_{0x} + b_2 = f_4(V)$.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Результати розрахунку питомих рівнодіючих сил занесені до таблиць 4.3 та 4.4. Таблиці заповнені для швидкостей від 0 до конструкційної V_k через 10 км/год (1-й стовпчик); крім цього, в цей стовпчик внесено також величини швидкостей, що відповідають характерним точкам тягової характеристики.

У 2-й стовпчик занесено значення сили тяги локомотива F_∂ для вказаних в 1-му стовпчику швидкостей. Значення сили тяги визначаються за розрахунковою тяговою характеристикою локомотива, яка приведена в [8].

Швидкості $V = 0$ км/год (момент зрушення поїзда з місця) відповідає значення сили тяги $F_{\partial \text{ зруш.}}$.

Основний питомий опір локомотива при русі під струмом ω'_0 визначається за формулою (4.7). Основний питомий опір складу пасажирських вагонів ω''_0 для занесених в розрахункову таблицю швидкостей визначається за формулою:

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{8 + 0,16 \cdot v + 0,0023 \cdot v^2}{q_0}, \quad (3.9)$$

де q_0 - середнє навантаження на вісь пасажирського вагона, т.

$$q_0 = \frac{Q}{4 \cdot n}, \quad (3.10)$$

$$q_0 = \frac{1250}{4 \cdot 22} = 14,2 \text{ т.}$$

Основний питомий опір локомотива на холостому ході (при русі без струму) для різних значень швидкості визначається за формулою:

$$\omega_x = 2,4 + 0,011V + 0,00035V^2. \quad (3.11)$$

Основні питомі опори ω'_0 , ω_x і ω''_0 можна визначати, використовуючи розрахункові таблиці, приведені в [8].

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку питомих рівнодіючих сил для електровоза ВЛ80

v, км/год	Значення параметра для режиму															
	тяги								холостого ходу				гальмування			
	F_k	ω'_0	W'_0	ω''_0	W''_0	W_0	$F_k - W_0$	$f_k - \omega_0 - \omega_{n2}$	ω_x	W_x	$W_x + W_0$	$\omega_{ox} + \omega_{n2}$	$\Phi_{кр}$	b_m	$\omega_{ox} + \omega_{n2} + 0,5b_m$	$\omega_{ox} + \omega_n + b_m$
	Н	Н/кН	Н	Н/кН	Н	Н	Н	Н/кН	Н/кН	Н	Н	Н/кН		Н/кН	Н/кН	Н/кН
0	649422	1,90	3430	1,26	15492	18922	630500	44,82	2,40	4332	19824	1,41	0,27	179	91,05	180
8,7	567018	2,01	3628	1,37	16845	20472	546546	38,85	2,52	4553	21397	1,52	0,20	135	69,42	137
16,2	536607	2,14	3864	1,49	18252	22116	514491	36,57	2,67	4820	23071	1,64	0,17	115	59,19	116
23,5	517968	2,30	4153	1,62	19836	23989	493979	35,11	2,85	5148	24984	1,78	0,15	101	52,68	103
31	502272	2,50	4510	1,77	21684	26194	476078	33,84	3,08	5555	27239	1,94	0,14	92,1	47,99	94,0
38	490500	2,71	4897	1,93	23611	28508	461992	32,84	3,32	5999	29610	2,10	0,13	85,3	44,76	87,4
44,2	480690	2,93	5285	2,08	25480	30765	449925	31,98	3,57	6444	31923	2,27	0,12	80,5	42,54	82,8
50,5	470880	3,17	5722	2,25	27535	33257	437623	31,11	3,85	6946	34481	2,45	0,12	76,5	40,72	78,9
57,5	461070	3,47	6258	2,45	30004	36262	424808	30,20	4,19	7563	37566	2,67	0,11	72,8	39,10	75,5
60	426735	3,58	6462	2,52	30933	37395	389340	27,68	4,32	7798	38730	2,75	0,11	71,7	38,61	74,4
70	296262	4,07	7347	2,85	34896	42243	254019	18,06	4,89	8818	43714	3,11	0,10	67,7	36,97	70,8
80	217782	4,62	8339	3,20	39257	47597	170185	12,10	5,52	9964	49221	3,50	0,10	64,5	35,77	68,0
90	169713	5,23	9440	3,59	44015	53456	116257	8,26	6,23	11236	55252	3,93	0,09	61,9	34,89	65,8
110	105948	6,63	11967	4,46	54724	66691	39257	2,79	7,85	14161	68884	4,90	0,09	57,9	33,86	62,8

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку питомих рівнодіючих сил для електровоза ДСЗ

v, км/год	Значення параметра для режиму															
	тяги								холостого ходу				гальмування			
	F_{κ} Н	ω'_0 Н/кН	W'_0 Н	ω''_0 Н/кН	W''_0 Н	W_0 Н	$F_{\kappa} - W_0$ Н	$f_{\kappa} - \omega_0 - \omega_{n2}$ Н/кН	ω_x Н/кН	W_x Н	$W_x + W$ Н	$\omega_{ox} + \omega_{n2}$ Н/кН	$\varphi_{кр}$	b_m Н/кН	$\omega_{ox} + \omega_{n2} + 0,5b_m$ Н/кН	$\omega_{ox} + \omega_n + b_m$ Н/кН
0	310000	1,90	1678	1,26	15492	17170	292830	22,28	2,40	2119	17611	1,34	0,27	0,674	182,0	92,3
10	304000	2,03	1792	1,39	17073	18865	285135	21,69	2,55	2247	19319	1,47	0,20	0,674	133,5	68,2
20	297000	2,22	1960	1,55	19050	21010	275990	21,00	2,76	2437	21487	1,63	0,16	0,674	109,2	56,2
30	291000	2,47	2181	1,75	21425	23606	267394	20,34	3,05	2688	24113	1,83	0,14	0,674	94,6	49,1
40	284500	2,78	2454	1,97	24197	26651	257849	19,62	3,40	3002	27199	2,07	0,13	0,674	84,9	44,5
50	278000	3,15	2781	2,23	27366	30147	247853	18,85	3,83	3377	30743	2,34	0,12	0,674	78,0	41,3
60	271500	3,58	3161	2,52	30933	34093	237407	18,06	4,32	3814	34747	2,64	0,11	0,674	72,8	39,0
62,7	270000	3,71	3272	2,61	31964	35236	234764	17,86	4,47	3943	35906	2,73	0,11	0,674	71,6	38,5
70	240000	4,07	3593	2,85	34896	38490	201510	15,33	4,89	4313	39209	2,98	0,10	0,674	68,7	37,4
80	211000	4,62	4079	3,20	39257	43336	167664	12,75	5,52	4874	44131	3,36	0,10	0,674	65,5	36,1
90	189000	5,23	4618	3,59	44015	48633	140367	10,68	6,23	5496	49512	3,77	0,09	0,674	62,9	35,2
100	169000	5,90	5209	4,01	49171	54380	114620	8,72	7,00	6180	55351	4,21	0,09	0,674	60,7	34,5
110	153500	6,63	5854	4,46	54724	60577	92923	7,07	7,85	6926	61650	4,69	0,09	0,674	58,8	34,1
120	141000	7,42	6551	4,95	60673	67225	73775	5,61	8,76	7734	68408	5,20	0,08	0,674	57,2	33,8
130	130000	8,27	7302	5,47	67021	74322	55678	4,24	9,75	8604	75624	5,75	0,08	0,674	55,8	33,7
140	121500	9,18	8105	6,02	73765	81870	39630	3,01	10,80	9535	83300	6,34	0,08	0,674	54,6	33,6
150	113000	10,15	8961	6,60	80907	89868	23132	1,76	11,93	10529	91435	6,96	0,08	0,674	53,5	33,7
160	106000	11,18	9871	7,21	88445	98316	7684	0,58	13,12	11584	100029	7,61	0,08	0,674	52,6	33,9

Основний питомий опір всього поїзда (при слідуванні його по прямій горизонтальній ділянці колії) при русі локомотива на холостому ході (без струму) визначимо за формулою

$$\omega_{0x} = \frac{P\omega_x + Q\omega_0''}{P + Q}, \quad (3.12)$$

де P – розрахункова маса локомотива, т;

Q – маса рухомого складу, т.

Величини ω_0' , ω_x , ω_0'' і ω_{0x} визначимо для швидкостей, починаючи з 10 км/год і вище до конструкційної. Значення цих величин при $V = 0$ (в момент зрушення поїзда з місця) приймемо відповідно такими ж, як при $V = 10$ км/год.

Питомі гальмівні сили поїзда (Н/КН) розрахуємо за формулою

$$b_z = 1000\varphi_{кр} \vartheta_p, \quad (3.13)$$

де $\varphi_{кр}$ – розрахунковий коефіцієнт тертя колодок по колесу;

ϑ_p – розрахунковий гальмівний коефіцієнт складу;

$$\varphi_{кр} = 0,27 \frac{V + 100}{5V + 100}; \quad (3.14)$$

$$\vartheta_p = \frac{\sum K}{P + Q}, \quad (3.15)$$

де $\sum K$ – сумарне натиснення гальмівних колодок на усі осі у поїзді;

P – маса локомотива.

Сумарне натиснення гальмівних колодок на усі осі у поїзді визначимо за формулою:

$$\sum K = 4 \cdot K_{нл} \cdot n_{нл} + 4 \cdot K_{куп} \cdot n_{куп} + 4 \cdot K_{св} \cdot n_{св} + 4 \cdot K_{н-баг} \cdot n_{н-баг} + m \cdot K_{лок} \quad (3.16)$$

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

де $K_{пл}$, $K_{куп}$, $K_{св}$, $K_{п-баг}$, $K_{лок}$ - натиснення на вісь, відповідно, у
 плацкартному, купейному, СВ, поштово-
 багажному вагонах та локомотиві, тс;
 m - кількість осей локомотива.

Для електровоза ВЛ80

$$\sum K = 4 \cdot 9 \cdot 8 + 4 \cdot 10 \cdot 10 + 4 \cdot 10 \cdot 2 + 4 \cdot 9 \cdot 2 + 8 \cdot 14 = 952 \text{ тс},$$

$$\vartheta_p = \frac{952}{184 + 1250} = 0,664.$$

Для електровоза ДСЗ

$$\sum K = 4 \cdot 9 \cdot 8 + 4 \cdot 10 \cdot 10 + 4 \cdot 10 \cdot 2 + 4 \cdot 9 \cdot 2 + 4 \cdot 15,8 = 903 \text{ тс},$$

$$\vartheta_p = \frac{903}{90 + 1250} = 0,674.$$

Питома сповільнююча сила, яка діє на поїзд в режимі гальмування, Н/КН:

- при службовому регульовальному гальмуванні $\omega_{0x} + 0,5b_z$;

- при екстреному гальмуванні $\omega_{0x} + b_z$.

Всі результати обчислень занесемо в таблиці 3.3 та 3.4. За даними цієї таблиці побудуємо по розрахункових точках діаграму питомих рівнодіючих сил для режиму тяги $f_\partial - \omega_0 = f_1(V)$, режиму холостого ходу $\omega_{0x} = f_2(V)$ і режиму службового гальмування $\omega_{0x} + 0,5b_z = f_3(V)$.

Діаграма питомих рівнодіючих сил побудована з використанням програмного пакету Microsoft Excel і наведена на листі графічної частини.

При побудові графічних залежностей використовуємо масштаби, що приведені в [7, 8].

Користуючись побудованою діаграмою для визначеної маси складу і серії локомотива, можна аналізувати умови і характер руху поїзда на різних

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						39
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

елементах профілю колії: визначати рівномірну швидкість руху поїзда на елементах різної крутизни, питому рівнодіючу силу на різних елементах в залежності від швидкості і т. ін.

3.6 Криві швидкості, часу ходу поїзда

Побудову кривих виконуємо методом А. І. Ліпеца з використанням графічного пакету Corel Draw.

У відповідності з [8] при виконанні тягових розрахунків поїзд розглядаємо як матеріальну точку, в якій зосереджена вся його маса і до якої прикладені зовнішні сили, діючи на реальний об'єкт (поїзд). Умовно приймаємо, що ця матеріальна точка розташована в середині поїзда. Заміна розосередженої маси поїзда матеріальною точкою, звичайно, вносить деяку похибку в розрахунки, однак така похибка допустима з точки зору практично необхідної точності в цей же час методи розрахунків при цьому спрощуються і їхній об'єм зменшується.

Крива швидкості будується для руху поїзда в одному (заданому) напрямку, виходячи з того, що поїзд відправляється зі станції Львів, станцію Красне проходить зі швидкістю не більше 50 км/год, оскільки на цій вузловій станції поїзд направляється на бокові колії. Решту станцій поїзд проходить без зупинки по головних коліях з максимально допустимою швидкістю і робить зупинку на станції Тернопіль. При цьому дотримуємось умови, що швидкість поїзда по вхідних стрілках станції плюс половина довжини поїзда, на якій передбачена зупинка, у відповідності з [7] не повинна перевищувати 50 км/год внаслідок можливого прийому на бокову колію для схрещування або обгону.

На кривій швидкості робимо відмітки про режим гальмування „Г” та холостого ходу „Х.Х.”.

При побудові кривої $V = f(S)$ необхідно врахувати обмеження найбільшої допустимої швидкості руху поїзда:

- конструкційна швидкість пасажирських вагонів 160 км/год;
- найбільша допустима швидкість поїзда за міцністю колії 140 км/год;

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

– конструкційна швидкість електровоза ВЛ80^Т - 110 км/год, електровоза ДСЗ – 160 км/год;

– найбільша допустима швидкість при рішенні гальмівної задачі.

Максимально допустима швидкість руху поїзда при побудові кривої $V = f(S)$ приймається як найменша з чотирьох перерахованих вище обмежуючих швидкостей.

Якщо при побудові кривої швидкості поїзда на спусках швидкість намагається перевищити допустиму, то застосовуємо службове регулювальне гальмування.

При графічних побудовах та аналітичних розрахунках приймаємо критерій, який покладено в основу вирішення задачі проходження поїзда по заданій ділянці: забезпечення мінімального часу руху (і, таким чином, освоєння найбільшої пропускної спроможності).

У першому випадку повністю використовуються тягові можливості локомотива, який переважно рухається в режимі тяги. Перехід з режиму тяги на режим холостого ходу або гальмування може бути виправданий лише у випадках, коли швидкість, збільшуючись, доходить до найбільшого допустимого значення або до кінцевої станції.

При побудові кривої $V = f(S)$ враховуємо перевірку гальм на шляху прямування, яка згідно з «Інструкцією по експлуатації гальм» виконується при досягненні поїздом швидкості 40...60 км/год на площадці або на спуску; зниження швидкості при цьому допускається на 10...20 км/год.

При графічних побудовах вважаємо, що центр маси поїзда розташовується приблизно посередині поїзда по його довжині, осі станцій та положення вхідних стрілок визначаємо згідно фактичного профілю ділянки.

Крива швидкості зображує рух центра маси поїзда. Коли локомотив, наприклад, входить на вхідні стрілки, центр маси поїзда знаходиться від них на відстані, рівній половині довжини поїзда. Це враховано при побудові кривої швидкості при зупинці поїзда на станції. У даному випадку допустима швидкість руху 50 км/год для точки, яка зображує центр маси поїзда, повинна

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						41
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

витримуватись не на границі, де розташовані стрілки, а на відстані $l_n/2$ від вертикальної лінії, що проведена через місце розташування вхідних стрілок на станційному елементі профілю колії.

Побудову кривої швидкості починаємо від осі першої станції заданої ділянки. Осі станцій заданої ділянки проводимо згідно фактичного профіля колії, на яких вони розташовані.

При побудові кривої часу $t = f(S)$ маємо на увазі, що ця крива зростаюча. Тому, щоб не мати справи з дуже великим листом паперу, при досягненні ординати, яка рівна 10 хв, криву часу обриваємо, точку обриву зносимо по вертикалі вниз на вісь абсцис і продовжуємо побудову кривої часу знову від нуля. Таким чином, крива часу через кожні 10 хв обривається. Після точок перетину кривої $t = f(S)$ з осями роздільних пунктів записуються час ходу поїзда між двома сусідніми роздільними пунктами (з точністю до 0,1 хв), а також загальний час ходу поїзда по ділянці. Побудовані графічні залежності позначаємо відповідним чином позначаємо.

Криві швидкості і часу ходу поїзда побудовані на листі 6, в нижній частині якого розташовано спрямлений профіль, за яким будується крива швидкості. Крім цього, внизу вказано кілометрові позначки (проти осі першої станції ділянки ставиться нульова кілометрова позначка).

3.7 Визначення часу ходу поїзда, технічної та ділянкової швидкості

Після побудови кривої часу визначаємо час ходу по перегонам і технічну швидкість поїзда V_m на ділянці. Всі дані зведено в таблицю 3.5, причому розрахункові дані взято по кривій $t = f(S)$ з точністю до 0,1 хв, а прийняті для графіка руху поїздів час ходу по перегонам округлено з точністю до 1 хв у більшу сторону.

Технічна швидкість руху поїзда по ділянці у км/год:

$$V_T = \frac{L \cdot 60}{\sum t_p}, \quad (3.17)$$

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						42
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

де $\sum t_p$ - час перебування поїзда у чистому русі, хв;

L - довжина дільниці (відстань між осями граничних станцій Львів та Тернопіль, км.

Розрахуємо технічну швидкість для електровоза ВЛ80:

$$V_T = \frac{132,2 \cdot 60}{82,8} = 95,8 \text{ км/год};$$

для електровоза ДС3:

$$V_T = \frac{132,2 \cdot 60}{74} = 107,2 \text{ км/год.}$$

Таблиця 3.5 - Розрахунок часу ходу поїзда по кривій часу

Перегін	Довжина, м	Час ходу для серії локомотива, хв.			
		розрахунковий		графіковий	
		ВЛ80	ДС3	ВЛ80	ДС3
Львів - Красне	53,5	33,3	30,3	34	31
Красне - Тернопіль	78,7	49,5	43,7	50	44
По дільниці	132,2	82,8	74	84	75

У результаті проведених тягових розрахунків встановлено, що пасажирський поїзд з односекційним вантажо-пасажирським електровозом ДС3 проходить ділянку Львів-Тернопіль на 8,8 хв швидше ніж цей же поїзд з вантажним двосекційним електровозом ВЛ80.

Технічна швидкість у випадку застосування електровоза ДС3 підвищиться на 11,4 км/год.

3.8 Визначення витрат енергоресурсів локомотивами

По кривих $I_{de} = f(v)$, $v = f(S)$ і $t = f(S)$ розраховуємо кількість енергії в кВт·год, яка витрачена електровозом на переміщення поїзда по дільниці і віднесена до струмоприймача. Розрахунок виконуємо шляхом підсумовування витрат енергії за окремі елементи часу.

$$A' = \frac{U_e \sum (I_{decep} \cdot \Delta t)}{60 \cdot 1000}, \quad (3.18)$$

де U_e - напруга на струмоприймачі електровоза ($U_e = 25000\text{В}$);

I_{decep} - середнє значення струму для відрізка кривої $I_{de} = f(v)$, в межах якого величину струму можна прийняти постійною і рівною напівсумі струмів на початку і в кінці вказаного відрізка (відрізки беруться між сусідніми точками перелому кривої), А;

Δt - відповідний проміжок часу, протягом якого величина струму приймається постійною, хв.; визначається за кривою $t = f(S)$.

Тоді для електровоза ВЛ80:

$$A' = \frac{25000 \cdot 6112}{60 \cdot 1000} = 2547 \text{ кВт·год};$$

для електровоза ДС3:

$$A' = \frac{25000 \cdot 3764}{60 \cdot 1000} = 1568 \text{ кВт·год}.$$

Для визначення повної витрати електроенергії необхідно до витрати енергії на переміщення поїзда додати витрати електроенергії на власні потреби електровоза (на роботу допоміжних машин, живлення кіл управління, освітлення та опалення).

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						44
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Витрати електроенергії на власні потреби електровоза визначають по середньому значенню струму і повному часу роботи електровоза:

$$A'' = r \cdot t, \quad (3.19)$$

де r -середня витрата електроенергії на власні потреби електровоза за одиницю часу, для електровоза ВЛ80 $r = 4,83$ кВт·год/хв., для електровоза ДСЗ $r = 3,8$ кВт·год/хв;

t - повний час роботи електровоза на заданій ділянці, в нашому випадку для електровоза ВЛ80 $t = 82,8$ хв, для електровоза ДСЗ $t = 74$ хв.

Тоді для електровоза ВЛ 80:

$$A'' = 4,83 \cdot 82,8 = 400 \text{ кВт год};$$

для електровоза ДСЗ:

$$A'' = 3,8 \cdot 74 = 281 \text{ кВт год}.$$

Повна витрата електроенергії електровозом на заданій дільниці в кВт·год:

$$A = A' + A''. \quad (3.20)$$

Повна витрата електроенергії для електровоза ВЛ 80:

$$A = 2547 + 400 = 2947 \text{ кВт·год},$$

для електровоза ДСЗ:

$$A = 1568 + 281 = 1849 \text{ кВт·год}.$$

Питому витрату електроенергії в кВт·год/10⁴пас км розраховуються за формулою:

$$a = \frac{A \cdot 10^4}{N_{\text{нас}} \cdot L}, \quad (3.21)$$

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						45
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

де N_{nac} - кількість пасажирів (заселеність) у поїзді, чол;

L - довжина ділянки, для якої виконані тягові розрахунки (відстань між осями граничних станцій заданої ділянки), км.

Кількість пасажирів у поїзді, згідно прийнятих початкових даних, буде становити:

$$N_{nac} = 54 \cdot 8 + 36 \cdot 10 + 18 \cdot 2 = 828 \text{ чол.}$$

Для електровоза ВЛ80 питома витрата електроенергії буде становити:

$$a = \frac{2947 \cdot 10^4}{828 \cdot 132,2} = 269 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 10^4 \text{ пас км,}$$

відповідно, для електровоза ДС3 питома витрата електроенергії складе:

$$a = \frac{1849 \cdot 10^4}{828 \cdot 132,2} = 169 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 10^4 \text{ пас км бр.}$$

Тобто сумарна витрата електроенергії електровозом ДС3 на ділянці Львів-Тернопіль при однаковій масі складу буде меншою на 1098 кВт год.

Питома витрата електроенергії на даній ділянці скоротиться на $\Delta a = 100 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 10^4 \text{ пас км}$, або на 62,8%.

Порівняння результатів тягових розрахунків для електровозів ВЛ80 та ДС3 подано на листі графічної роботи.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						46
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

На даний час Локомотивне депо Львів-Захід є одним з найбільших та найпотужніших на Львівській залізниці. В депо є велика ремонтна база, виконуються всі види ремонту локомотивів. У дипломному проекті проведено розрахунок основних показників роботи локомотивного депо – кількісних та якісних показників використання електровозів, експлуатаційного парку.

Враховуючи можливість обслуговування ділянки Львів-Тернопіль електровозами серії ДС3 на заміну вантажного двосеційного електровоза ВЛ80, проведено порівняльні тягові розрахунки для заданої ділянки. Особливостями даних розрахунків є те, що вони проводяться для умов пасажирського поїзда.

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

Маса составу вибрана на основі допустимої довжини пасажирського поїзда на ділянці і при довжині складу 22 вагона склала $Q = 1250$ т. Перевірка маси на розміщення поїзда по довжині пасажирських платформ показала, що масу складу корегувати не потрібно.

Допустима швидкість на усіх спусках є для електровоза ВЛ80 є вищою за конструкційну, а для електровоза ДС3 складає 132 км/год.

Встановлено, що графіковий час проходження поїзда з електровозом серії ДС3 на ділянці Львів – Тернопіль зменшився на 8,8 хв у порівнянні з електровозом ВЛ80, а сумарна витрата електроенергії електровозом ДС3 на ділянці Львів-Тернопіль при однаковій масі составу буде меншою на 1098 кВт год. Питома витрата електроенергії на даній ділянці скоротиться на $\Delta a = 100$ кВт·год/10⁴ пас км, або на 62,8%.

У результаті проведених розрахунків для заданої ділянки пасажирські перевезення в межах завдання удосконалені.

					0042.190578.01.ВКР.ПЗ	Арк.
						47
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. Вайну Я. Я.-Ф. Кореляция рядов динамики. - М.: Статистика, 1977. – 119 с.
7. 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.
8. Правила тяговых расчетов для поездной работы. - М.: Транспорт, 1985. 287 с.
9. Левицький А. Л., Сибаров Ю. Г. Охрана труда в локомотивном хозяйстве. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1989. - 216 с.
10. Охрана труда на железнодорожном транспорте: Ученик для вузов ж.-д. тр-та /Под ред. Ю. Г. Сибарова. - М.: Транспорт, 1981. - 287 с.
11. Методические указания по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на железнодорожном транспорте / МПС СССР М.: Б. и., 1980. - 229 с.