

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

_____ /М. І. Березовий/

«_____» _____ 20__ р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

Спеціальність **275 Транспортні технології (за видами)**

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

Тема **Підвищення ефективності роботи сортувальної станції в умовах збільшення довжини поїздів у розформування**

Theme **Improving the work efficiency of the sorting station in terms of increasing the length of trains in disbandment**

Керівник дипломної роботи

доц. _____ Є. Б. Демченко

Нормоконтролер

доц. _____ Р. В. Вернигора

Студент групи УЗ1921

_____ М. В. Гордєєв

Student

Hordieiev Mykola

Дніпро – 2020

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Факультет Управління процесами перевезень Кафедра «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / М. І. Березовий /
(підпис)

2020 р. _____ « ____ »

ЗАВДАННЯ

до дипломного проекту (роботи) на здобуття освітнього ступеня «магістр»
(рівень вищої освіти)

отримав студент групи У31921 Гордєєв Микола Валерійович
(номер групи) (ПІБ)

1 Тема комплексної дипломної роботи: Підвищення ефективності роботи
сортувальної станції в умовах збільшення довжини поїздів у розформування

затверджена наказом по університету від « 02 » березня 2020 р. № 130ст

2 Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): « 14 » грудня 2020 р.

3 Вихідні дані до дипломного проекту (роботи): Схема станції. Вагонопотоки та
поїздопотоки станції. Дані для проектування сортувальної гірки.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки):
(див. календарний план)

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу):

1. План сортувальної станції Л
2. План та профіль сортувальної гірки; графіки швидкості та часу скочування відчепів
3. Реконструкція колій 16, 17 парку П
4. Добовий план-графік роботи сортувальної станції Л за першим варіантом
5. Добовий план-графік роботи сортувальної станції Л за другим варіантом
6. Мультимедійні демонстраційні матеріали

6 Розділи та консультанти:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Обсяг розділу, %
1. Сучасні напрямки підвищення ефективності роботи сортувальних станцій	строк 1	15
2. Аналіз показників функціонування сортувальних станцій України	строк 1	15
3. Техніко-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОБСЯГИ РОБОТИ СТАНЦІЇ Л	строк 1	5
4. ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ	строк 2	10
5. Розрахунок колійного розвитку парків станції Л	строк 2	10
6. аналіз параметрів конструкції сортувальної гірки	строк 2	15
7. дослідження роботи станції з довгосоставними поїздами	строк 3	15
8. Економічна оцінка варіантів роботи з довгосоставними поїздами	строк 3	10
9. Безпека маневрової роботи на сортувальній станції Л	строк 3	5
Всього		100

Дата видачі завдання: « 01 » вересня 2020 р.

Керівник дипломного проекту (роботи)

_____ (підпис)

Демченко Є. Б.

_____ (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Гордєєв М. В.

_____ (ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, 9 розділів, висновків та 4 додатків. Повний обсяг проекту – 139 сторінок; з них основний текст на 115 сторінках, який містить 10 ілюстрацій, 41 таблиць та 68 літературних джерела.

Об'єктом розробки дипломної роботи є конструкція та технологія роботи сортувальної станції.

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи сортувальної станції Л в умовах збільшення довжини поїздів в розформування.

В роботі визначені обсяги роботи сортувальної станції Л, перевірено відповідність колійного розвитку визначеним обсягам роботи, розроблені варіанти технології роботи станції з довгосоставними поїздами, що надходять у розформування, виконано їх техніко-економічне порівняння та вибір раціонального, розглянуто питання безпеки руху при виконанні маневрової роботи на сортувальній станції.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, ІНТЕНСИВНІСТЬ ВХІДНОГО ПОТОКУ ПОЇЗДІВ, ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА, ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
1 СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ.....	10
1.1 Удосконалення конструктивно-технологічних параметрів сортувальних пристроїв	11
1.2 Удосконалення роботи сортувальних станцій	14
1.3 Практика використання довгосоставних поїздів	16
1.4 Впровадження приватної локомотивної тяги	21
1.5 Впровадження ресурсозберігаючих технологій переробки вагонопотоків	25
1.6 Висновки до розділу.....	27
2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ УКРАЇНИ	28
2.1 Статистичні дані про перевезення вантажів	28
2.2 Показники функціонування сортувальних станцій	31
2.3 Висновки до розділу.....	36
3 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОБСЯГИ РОБОТИ СТАНЦІЇ Л	37
3.1 Технічна характеристика станції.....	37
3.2 Експлуатаційна характеристика станції.....	40
3.3 Розрахункові обсяги роботи сортувальної станції	41
3.4 Визначення параметрів складу поїзда	42

					0042.150287.ДР.2020.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Гордєєв				Підвищення ефективності роботи сортувальної станції в умовах збільшення довжини поїздів у розформування	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Демченко					Н	4	138
						ДНУЗТ		
Н. контр.	Вернигора							

3.5 Розрахунок середньодобового поїздопотоків станції	46
3.6 Визначення потрібної пропускної спроможності прилеглих ділянок	47
4 ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ	49
4.1 Спеціалізація парків та обсяги їх роботи	49
4.2 Технологія роботи з поїздами, що прибувають у розформування	49
4.3 Технологія розформування составів на сортувальній гірці	55
4.4 Технологія роботи з поїздами свого формування	58
4.5 Технологія роботи з транзитними поїздами	61
4.6 Технологія роботи з пасажирськими поїздами	63
4.7 Технологія роботи з місцевими вагонами	64
5 РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ ПАРКІВ СТАНЦІЇ Л	65
5.1 Потрібна кількість колій в парку прийому П	65
5.2 Потрібна кількість колій в парках ТР-1 та ТР-2	67
5.3 Потрібна кількість колій в парку відправлення О	72
5.4 Потрібна кількість колій в сортувальному парку С	74
6 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ	76
6.1 Основна характеристика сортувальної гірки	76
6.2 Визначення розрахункового маршруту та його параметрів	77
6.3 Визначення розрахункової висоти сортувальної гірки	78
6.4 Перевірка параметрів повздовжнього профілю сортувальної гірки	85
6.5 Моделювання скочування відцепів з гірки	87
6.6 Визначення резервів інтервалів і розрахункової швидкості розпуску	91
Перевірка потужності гальмових засобів	94
Визначення переробної спроможності сортувальної гірки	95
7 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ З ДОВГОСОСТАВНИМИ ПОЇЗДАМИ	98
7.1 Реконструкція колійного розвитку парку П	98

7.2 Розробка добового плану-графіку роботи станції Л	101
7.3 Визначення показників добового плану-графіку роботи станції	102
8 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВАРІАНТІВ РОБОТИ З ДОВГОСОСТАВНИМИ ПОЇЗДАМИ.....	104
8.1 Методика порівняння варіантів проектних рішень	104
8.2 Розрахунок капітальних витрат на подовження колій 16, 17 парку П	105
8.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за варіантами обробки довгосоставних поїздів	106
9 БЕЗПЕКА МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ НА СОРТУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ Л	109
9.1 Безпека маневрової роботи в парку прийому П	109
9.2 Безпека маневрової роботи під час розформування составів на сортувальній гірці	111
9.3 Безпека маневрової роботи в парку відправлення.....	114
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	116
ДОДАТОК А ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	124
A.1 Обсяги роботи станції	124
A.2 Характеристика ліній, що примикають до станції	125
A.3 Тривалість технологічних операцій	125
A.4 Вихідні дані до розрахунку сортувальної гірки.....	126
A.5 Вихідні дані для економічних розрахунків	127
A.6 Вихідні дані для побудови добового плану-графіка.....	128
ДОДАТОК Б РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ.....	131
ДОДАТОК В РОЗРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ	136
ДОДАТОК Д ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	138

ВСТУП

Сортувальні станції, до яких належить і станція Л, призначені головним чином для масового сортування вагонів за призначеннями та формування нових составів у відповідності із загально-мережевим і дорожнім планом формування поїздів. На сортувальних станціях формуються наскрізні, дільничні, дільнично-збірні, вивізні та передаточні поїзди згідно інструкції з організації вагонопотоків. На них виконують також операції з транзитними вантажними поїздами, ремонт та екіпірування локомотивів, ремонт та технічне обслуговування вагонів та ін.

Сортувальна станція є головним опорним пунктом з організації вагонопотоків на мережі залізниць. Від успішної роботи сортувальних станцій залежить виконання плану перевезень, а також найважливіші показники роботи дирекцій.

В даній роботі перевірено технічне оснащення сортувальної станції – кількість колій у парках, параметри сортувальної гірки, кількість маневрових локомотивів, кількість бригад пункту технічного обслуговування, розроблено два варіанти технології роботи сортувальної станції з довгосоставними поїздами, що надходять у розформування до станції Л, за другим варіантом запропоновано подовження довжини колій 16, 17 парку П, виконано їх техніко-економічне порівняння.

Також в дипломній роботі виконано технічне нормування тривалості технологічних операцій у парках станції. У підсумку складено добовий план-графік роботи станції Л, за допомогою якого розраховано основні показники її роботи.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АБ – автоматичне блокування
ВГ – вершина гірки
ВЛ-80^р – поїзний електровоз
ВОХР – воєнізована охорона
ВЧД – вагонне депо
ГП – гальмівна позиція
ГС – граничний стовпчик
ДСП – черговий по станції
ДСПГ – черговий по гірці
ДСПП – черговий по парку
ДСЦ – маневровий диспетчер
ДХ – дуже хороший бігун
ДЦ – диспетчерська централізація
ЕЦ – електрична централізація стрілок та сигналів
ЗБК – завод залізобетонних конструкцій
ІД – ізольована ділянка
КНП-5 – тип вагонного уповільнювача
КР – критий вагон
ЛГ – локомотивне депо
МПВ – модифіковані приведені витрати
П – поганий бігун
ПВ – напіввагон
ППП – паркова гальмівна позиція
ПД – проміжна ділянка
ПТО, ПКО – пункт технічного та комерційного огляду
ПФП – план формування поїздів
РБ – розрахунковий бігун
РЕ – розділовий елемент
РНЗ-2М – тип вагонного уповільнювача

РТ – розрахункова точка

САПР – система автоматизованого проектування

СЗ – стрілочна зона

СК – сортувальні колії

СТЦ – станційний технологічний центр з обробки поїзної інформації і перевізних документів

СЦБ – сигналізація, централізація, блокування

ТГНЛ – телеграма-натурний лист поїзда

ЧМЭ-3 – маневровий тепловоз

ШД – швидкісна ділянка

1 СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

Сортувальні станції є головними підприємствами з організації вагонопотоків мережею залізниць України, та від їх успішної роботи залежить виконання плану перевезення та важливих техніко-економічних показників мережі залізниць. Основним завданням роботи сортувальних станцій є масова переробка поїздів, що надходять у розформування, та формування составів згідно призначення за планом формування поїздів. Також на сортувальних станціях виконуються наступні операції: пропуск транзитних поїздів без обробки, з обробкою, з відчепленням та причепленням груп вагонів; маневрова робота з обслуговування місцевої роботи вузла та прилеглі ділянки; технічний та комерційний огляд составів та окремих вагонів; зміна локомотивів та локомотивних бригад; ремонт, технічне обслуговування та екіпірування локомотивів; пропуск пасажирських поїздів; обслуговування під'їзних колій. При цьому більшість всіх технологічних операцій, пов'язаних з обслуговуванням составів поїздів та їх розформуванням, виконується на сортувальних комплексах, що складаються з парку прийому, сортувальної гірки і сортувального парку. Сортувальні станції повинні забезпечувати безпеку поїзної та маневрової роботи, високу надійність та безвідмовність, встановлену пропускну та переробну спроможність, низьку собівартість переробки одного вагона. В сучасних умовах нестабільності обсягів перевезень, необхідності зниження собівартості переробки вагонів і експлуатаційних витрат залізниць, виникає необхідність підвищення ефективності роботи сортувальних комплексів на станціях [1].

В теперішній час підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів проводиться за кількома основними напрямками:

- концентрація переробки вагонопотоків; приведення потужності, переробної спроможності та експлуатаційного штату сортувальних комплексів у відповідність обсягам роботи;
- удосконалення конструктивно-технологічних параметрів сортувальних пристроїв;

- впровадження ресурсозберігаючих технологій переробки вагонопотоків та визначення раціональних режимів функціонування підсистем розформування;
- комплексна автоматизація сортувального процесу.

1.1 Удосконалення конструктивно-технологічних параметрів сортувальних пристроїв

Одним з основних напрямків забезпечення ефективної роботи сортувальних станцій є мінімізація витрат, пов'язаних з переробкою вагонів. У зв'язку з цим постає питання вдосконалення конструкції і технології роботи сортувальних комплексів станцій, що забезпечують процес переробки вагонопотоків на станціях.

На цю тему проводили дослідити автори [6] та дійшли висновку, що адаптація режиму роботи сортувального комплексу до поточних є дієвим методом підвищення ефективності його функціонування в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів. Більш детально це питання розглянули автори [7], у даній монографії наведені результати наукових досліджень пов'язаних з вдосконаленням методів проектування і техніко-експлуатаційної оцінки роботи сортувальних комплексів залізничних станцій. Розроблена методика, що дозволить досить точно визначати експлуатаційні витрати сортувального комплексу.

Аналіз досвіду використання пристроїв регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках виконав автор [8] у своїй роботі. Виконаний аналіз свідчить про те, що концепція інтервально-прицільного регулювання швидкості відчепів через певні недоліки повністю не виключає збоїв в роботі сортувальних гірок, пошкодження вагонів і вантажів. Що пов'язав з інерційністю та нестабільністю гальмових характеристик уповільнювачів, незадовільним станом поздовжніх профілів сортувальних колій, помилками в роботі гіркових операторів і автоматизованих систем керування через неповне врахування факторів, які впливають на процес розпуску составів. Також, в іншій своїй роботі [9] отримав рівняння регресії, які добре описують зв'язок між основними показниками роботи сортувальної гірки та факторами, що на них впливають [9].

У роботі [10] розглянуті конструкції гіркових горловин сортувальних парків з різним числом колій у пучках і положенням першої гальмівної позиції. На основі імітаційного моделювання виконаний порівняльний аналіз та оцінка ефективності розроблених конструкцій сортувальних гірок. Автори дійшли висновку, що для визначення місця розміщення ВТП і остаточного вибору конструкції гіркової горловини необхідно виконувати техніко-економічну оцінку кожного з можливих варіантів з використанням розробленої в роботі [10] методики і моделі процесу розформування складів.

Впровадження прогресивної ресурсо- та енергозберігаючої технології на етапі поїздоутворення на сортувальних станціях дозволить підвищити ефективність використання їх технічного забезпечення та зменшити собівартість перевезень. Підвищення ефективності роботи залізничних станцій шляхом удосконалення спеціалізації сортувальних колій розглянуто в [11]. Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують науково-практичну задачу зменшення експлуатаційних витрат, пов'язаних з поїздоутворенням на сортувальних станціях за рахунок більш ефективного використання технічних засобів сортувальних парків.

Дослідження впливу реконструкції витяжних колій на гірковий технологічний інтервал, використання переробної спроможності сортувальної гірки та експлуатаційні витрати були проведені у роботі [14]. Проаналізувавши дослідження можна зробити висновки: подовження витяжних колій для можливості витягування на них всього складу дозволяє зменшити гірковий технологічний інтервал на 66 % і збільшити переробну спроможність гірки; економія експлуатаційних витрат, які пов'язані з простоем вагонів та роботою гіркового локомотива, у разі подовження витяжних колій перевищує зведені витрати на будівництво та поточне утримання цих колій.

Проблему удосконалення конструкції і технології роботи залізничних станцій розглянув автор у роботі [21] з використанням інтегрованої системи структурно-параметричних і функціональних моделей. Розроблена система моделей дозволяє автоматизувати вирішення задач аналізу і синтезу станцій; вона може бути покладена в основу автоматизованої системи підтримки прийняття рішень, яка дозволить отримувати

вати кількісну оцінку заходів, спрямованих на поліпшення техніко-технологічних параметрів станцій, і використовувати її для мінімізації простою вагонів і експлуатаційних витрат станцій. Функціональні моделі використовуються для аналізу станцій і дозволяють одержати оцінку їх ефективності, необхідну для пошуку шляхів поліпшення конструкції і технології станцій. Розроблені теоретичні основи і створені функціональні моделі основних станційних підсистем: парків станцій і підходів до них, сортувальних гірок і районів формування. Функціональні моделі здійснюють імітаційне моделювання підсистем; вони побудовані з використанням системного підходу і мають ієрархічну структуру. Розроблена сукупність моделей може бути покладена в основу автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для оцінки і вибору раціонального комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності експлуатації станцій.

Програмою реструктуризації залізничного транспорту України передбачено ряд заходів, спрямованих на приведення технічного оснащення залізниць у відповідність до нових умов роботи: введення швидкісного руху, організація транспортних коридорів, концентрація сортувальної роботи. Зважаючи на це автори у своїй роботі [23] навели структуру моделі колійного розвитку для імітаційного моделювання технологічних процесів залізничних станцій. Модель побудована на основі зважених орієнтованих графів. Модель містить інформацію про геометричні параметри колій та про розташування на них рухомого складу. Іншим науковим діячем було проведено аналіз технічного стану приймально-відправних парків сортувальних станцій України [24]. Таким чином, потужність колійного розвитку приймально-відправних парків сортувальних станцій України є значною і достатньою для забезпечення існуючих обсягів перевезень, але конструкції колійного розвитку станційних горловин переважно є недосконалими, а отримані результати досліджень необхідно враховувати при проведенні реконструктивних заходів з метою отримання раціональних проектних рішень.

1.2 Удосконалення роботи сортувальних станцій

Впровадження сучасних інформаційних технологій на залізничному транспорті створює сприятливі умови для вирішення деяких технологічних задач роботи сортувальних станцій на якісно новому рівні. В першу чергу це стосується оптимізації роботи оперативного персоналу і створення автоматизованих робочих місць. Однією з оптимізаційних завдань, що вирішуються на сортувальних станціях, є завдання вибору черговості розпуску составів на сортувальних гірках. Автором [17] розроблено уточнену модель вибору черговості розформування составів на сортувальних станціях з врахуванням оперативних даних автоматизованих систем управління ватажними перевезеннями. До теми черговості розпуску составів зверталися також у своїй роботі [18], в якій удосконалено метод вибору черговості розпуску составів за рахунок уведення показника структури составу, а також використання поняття ідеальної послідовності розпуску (застосування цих засобів при розрахунках дозволяє, по-перше, скоротити об'єм обчислень при виборі черговості розпуску, по-друге, покращити структуру составу щодо переробки на наступних технічних станціях). Запропонована авторами модель і удосконалений метод вирішення задачі розформування-формування составів у теоретичному сенсі представляють декомпозицію, перетворення n-етапної повної перебірної задачі до послідовності 2-етапних задач планування розпуску составів.

Авторами роботи [19] було розглянуто питання впливу різних видів вагонопотоків на швидкість розпуску составів при розрахунку переробної спроможності сортувальної гірки. Проаналізувавши статтю, можна зробити висновки: залежно від зміни обсягів переробки вагонів на сортувальних станціях їх технологічні процеси підлягають коригуванню, але докладний розрахунок переробної спроможності сортувальних гірок є доволі складним і потребує певних навичок, особливо зважаючи на різну структуру вагонопотоків в окремих регіонах країни, тому результати виконаних досліджень можуть бути застосовані як при складанні нових, так і при коригуванні існуючих технологічних процесів роботи станції. До удосконалення методів розрахунку переробної спроможності сортувальних комплексів звернувся автор роботи [20].

Дисертаційна робота присвячена вирішенню наукового завдання підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій за рахунок визначення їх раціональних техніко-технологічних параметрів. У дисертації отримано залежності конфігурації області допустимих режимів гальмування відчепа від його швидкості на вершині гірки, запропоновано новий підхід до оцінки впливу швидкості розпуску составів, удосконалено метод вибору режимів гальмування відчепів. Для оцінки умов розділення доцільно використовувати показник «ризик нерозділення», для визначення якого запропоновано метод, де враховується тривалість руху відчепів до точки розділення та поєднання тривалості руху в розрахункових групах. Виконано аналіз впливу початкової швидкості розпуску на величину переробної спроможності сортувальної гірки. Запропоновано використовувати показник «переробна спроможність сортувального комплексу».

Традиційно при проектуванні сортувальних гірок основну увагу приділяють підвищенню переробної спроможності гірки. Але останнім часом, у зв'язку зі зменшенням обсягів переробки і значним підвищенням тарифів на енергоносії, на передній план виходять інші критерії, пов'язані з енерго- і ресурсозбереженням сортувального процесу. В цих умовах проектні розробки щодо спорудження нових сортувальних пристроїв або реконструкції існуючих повинні забезпечувати енергозбереження, темп, якість і безпеку сортувального процесу, схоронність вагонного парку і вантажів, що перевозяться, ефективність капітальних вкладень. Автор розглянув питання : «Підвищення ефективності сортувального процесу на гірках шляхом впровадження систем розподіленого регулювання швидкості відчепів» у своїй роботі [22]. Дисертаційна робота присвячена питанням підвищення якості сортувального процесу на гірках шляхом впровадження систем розподіленого регулювання швидкості відчепів точковими регуляторами. Аналіз проблем механізації й автоматизації процесу регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках показав, що існуюча технологія розпуску составів з гірки забезпечує необхідну інтенсивність розпуску составів, однак не виключає збоїв в роботі сортувальної гірки, пошкоджуваності вагонів і вантажів. Запропоновано вирішувати цю проблему за допомогою системи розподіленого регу-

лювання швидкості відчепів з використанням точкових регуляторів швидкості вагонів. Для дослідження доцільності використання систем розподіленого регулювання швидкості відчепів на спускній частині вітчизняних сортувальних гірок була вдосконалена математична модель скочування відчепів з гірки, яка дозволяє регулювати швидкість відчепів точковими регуляторами швидкості вагонів. За результатами дослідження зроблено висновок про недоцільність використання системи розподіленого регулювання швидкості відчепів на спускній частині вітчизняних сортувальних гірок без реконструкції профілю та розроблено метод розрахунку спеціального профілю сортувальних гірок. В процесі дослідження отримані залежності показників якості процесу заповнення сортувальних колій вагонами від ухилу колії та щільності розташування точкових регуляторів швидкості, які дозволяють визначити раціональні параметри системи розподіленого регулювання швидкості відчепів, а також дана техніко-економічна оцінка ефективності використання точкових вагонних уповільнювачів для регулювання швидкості відчепів на сортувальних коліях.

Актуальне питання закріплення рухомого складу розглянули автори у своїй статті [25], адже операція закріплення виконується вручну сигналістами і пов'язана з необхідністю знаходження людей в небезпечній зоні, що є одним із стабільних джерел травматизму. Крім того, не виключені випадки скидання гальмових черевиків, перекочуючи коліс через головку гальмового черевика, халатного ставлення сигналістів до виконання своїх обов'язків. Ці обставини призводять до самовільного сходу вагонів і пов'язаного з ним збитку. Можливими шляхами вирішення даної проблеми є використання спеціального трьохелементний профілю, обладнання вагонів автоматичними стоянковими гальмами і застосування автоматизованих пристроїв для закріплення рухомого складу на станційних коліях. Також в статті розглянуто методи техніко-експлуатаційної та техніко-економічної оцінки ефективності впровадження автоматизованих засобів для закріплення рухомого складу на станційних коліях.

1.3 Практика використання довгосоставних поїздів

Сучасні умови функціонування залізничного транспорту України характеризуються постійною зміною структури та обсягів вантажо- та поїздопотоків при наявності резервів пропускної спроможності більшості дільниць залізничних напрямків.

В зв'язку з цим зростає актуальність проблеми вибору раціональних параметрів маси та довжини поїздів з метою зменшення експлуатаційних витрат залізниці та витрат клієнтів як єдиної синергетичної системи. Залізничний транспорт України одночасно працює в ринкових умовах конкуренції з іншими видами транспорту, і в той же час, згідно закону України про транспорт, його головним завданням є своєчасне, повне і якісне задоволення потреб населення та суспільного виробництва в перевезеннях. При цьому залізничний транспорт виступає монополістом в масових перевезеннях видобувної, металургійної та хімічної промисловості. Тому його особливістю є значна частка витрат на утримання інфраструктури, що не залежить від обсягів роботи. Це визначає необхідність пошуку шляхів адаптації залізниць до наслідків коливань вантажопотоків та зміни їх структури. Підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничній мережі розглянули автори в роботі [26]. При зменшенні обсягів перевезень на залізниці виникає проблема прискорення руху поїздопотоків в зв'язку із збільшенням тривалості простою вагонів на технічних станціях під накопиченням для запобігання виплати штрафів за несвоєчасну доставку вантажів клієнтам. Насправді ж, в цей період часу відбувається зменшення вартості вантажної маси, що знаходиться в русі, і тому її перевезення може бути виконано в більш довші строки із максимально можливим збільшенням довжини та маси поїздів та відповідним зменшенням як експлуатаційних витрат залізниці, так і тарифів на перевезення. Один із варіантів прискорення руху поїздопотоків – використання довгосоставних поїздів.

Інший варіант покращення показників роботи залізниці - зменшення обігу вагонів за рахунок раціональної організації вагонопотоків. У своїй роботі [27] автори запропонували для раціональної організації вагонопотоків на технічних станціях використовувати формування двогрупних поїздів в оперативному режимі на базі попутних одnogрупних призначень. Це дозволяє зменшити простій вагонів під накопиченням, що, в свою чергу, призводить до зменшення їх обігу. Також тема двогрупних поїздів була розглянута науковими діячами [28], які запропонували вирішення задачі визначення економії вагоно-годин простою вагонів у сортувальному парку при фор-

муванні окремого двогрупного поїзда у порівнянні з формуванням одногрупних поїздів. В ході роботи отримано формулу для визначення скорочення простою вагонів під накопиченням на станції формування.

Одним із способів підвищення пропускної здатності залізниць, які не потребують значних капітальних витрат на модернізацію їх інфраструктури, є введення в обіг і широке використання поїздів підвищеної маси і довжини - 6000-8000 тон. Отже, розглянемо впровадження довгосоставних поїздів, що допомагає вирішити питання прискорення поїздопотоків залізницею, але постає питання технічної можливості роботи з цими поїздами та безпеки руху. Тому що при цьому значно погіршується характер протікання перехідних процесів в поїзді під час його руху; амплітуди поздовжніх динамічних сил, що діють в ньому, зростають до величин, що перевищують значення, встановлені за умовами статичної і втомної міцності автосцепок і поглинаючих апаратів рухомого складу, в результаті чого можливе виникнення раптових і поступових відмов, які полягають в їх руйнуванні і, як наслідок, розрив поїзди. Останнє є серйозним порушенням безпеки руху поїздів, який веде до значних матеріальних втрат, а в деяких випадках - і до людських жертв. У роботі [29] автори надали опис можливостей розробленого обчислювального комплексу та його використання для розв'язання задач безпеки і стійкості руху, за допомогою математичного моделювання, також було розглянуто безпечні способи впровадження довгосоставних поїздів.

Важливою вимогою безпеки руху поїздів є необхідність реалізації такого закону управління, щоб дотримати обмеження на величини діючих в складі поздовжніх динамічних сил, а також досягти необхідних значень показників якості перехідних процесів, що виникають в поїзді під час руху. Для вирішення поставлених завдань призначені системи автоведення поїздів (САВП) і забезпечення безпеки руху. За допомогою цих систем розроблено математичну модель системи управління швидкістю руху [30], що включає в себе моделі вантажного поїзда, вимірювального тракту і пристрої управління. Для обліку особливостей протікання динамічних процесів у вантажному поїзді використана вагонними, дискретна модель поїзда, що дозволяє врахувати характеристики екіпажів, що входять до складу, а також міжвагонних з'єднань. Останні є нелінійними елементами з гістерезисом. Нелінійним виразом описується і

взаємозв'язок між швидкістю руху вагонів і локомотивів з величиною опору руху, що впливає на кожен екіпаж поїзда. Всього для опису поведінки кожного екіпажу в складі поїзда використовується система десяти диференціальних і алгебраїчних рівнянь. Для забезпечення необхідної якості управління швидкістю руху запропонована адаптивна система, що здійснює настройку параметрів фільтра в залежності від маси поїзда. Даний фільтр встановлений на вході системи нижнього рівня і виконує згладжування задає сигналу, що надходить від системи верхнього рівня САВП. Параметри нижнього контуру системи управління також налаштовуються в залежності від маси поїзда. Результатом адаптації параметрів системи нижнього рівня до умов роботи є досягнення необхідної якості управління швидкістю руху як однорідного, так і неоднорідного вантажного поїзда. Отримані значення найбільших поздовжніх динамічних сил, що діють в великовагових довгосоставних вантажних поїздах, значно менше гранично допустимих величин.

До питання зменшення поздовжніх зусиль в автозчеплення вагонів під час руху великовагових і довгосоставних вантажних поїздів також звернувся автор [31] у своїй дисертації. В роботі були проведені теоретичні та експериментальні дослідження динаміки гальмування великовагових вантажних поїздів дозволили встановити взаємну зв'язок між гальмівними силами, поздовжніми зусиллями і гальмівними шляхами, знайдено способи зниження поздовжніх зусиль, розроблено вимоги до нових гальмівних систем та вдалося намітити етапи підвищення ефективності гальмування, при реалізації яких вага вантажних поїздів може бути збільшений до 10000 ... 15000 т. Сформульовано положення та висновки, що визначають загальні закономірності зміни поздовжньої динаміки поїзда при різних режимах гальмування. Розглянута ефективність гальмування великовагових вантажних поїздів, яка досліджена за методикою, що враховує реальні фізичні процеси, що відбуваються в складі. Для визначення гальмівних шляхів поїзда розроблені уточнені способи інтегрування диференціального рівняння руху при сталому і несталому гальмуванні. Поряд з відомим методом підсумовування по інтервалах швидкості застосовано безпосереднє інтегрування рівняння руху при початковій і кінцевій швидкості поїзда. В процесі несталого

гальмування обчислення гальмівних шляхів виконано чисельним інтеграцією з використанням змінного значення розрахункового гальмівного коефіцієнта. Для перспективних великовагових поїздів побудовані розрахункові залежності зміни поздовжніх сил. Також автори висунули поліпшення характеристик гальм і вдосконалення методів їх експлуатації, що значно знизить поздовжні зусилля в великовагових вантажних поїздах. Зробили висновок, що водіння одинарних і з'єднаних вантажних поїздів вагою 10000 ... 12000 т можливо за умовами поздовжньої динаміки при використанні пневматичних гальм, а необхідні гальмівні шляхи забезпечуються підвищенням сили натискання композиційних колодок.

Стримуючим фактором збільшення довжини вантажних поїздів є корисна довжина приймально-відправних колій на станціях. Для усунення цього обмеження потрібні значні витрати на реконструктивні заходи щодо збільшення місткості колій. Очевидно, що одночасно подовжити приймально-відправні колії на всіх станціях залізничного напрямку неможливо. Тому визначення доцільності перебудови кожного роздільного пункту на залізничному полігоні значної протяжності є вельми трудомістким завданням. Для вирішення багатокритеріальної задачі можна скористатися методом Парето [32]. Стратегія вибору раціональної горловини заснована на заздалегідь приготовлених декількох варіантах її конструкції і визначення їх техніко-економічних показників. Таким чином, утворюється сукупність конкурентоспроможних варіантів, так зване підмножина Парето. Застосування методики пошуку раціональної горловини станції дозволяє комплексно оцінити конкурентоспроможні варіанти і вибрати таку конструкцію, показники якої будуть оптимальними або близькими до цього. Слід враховувати, що в реальній практиці проектування на вибір варіанта реконструкції горловини можуть впливати наявність будівель та інженерних споруд, природних перешкод, схема водовідведення і так далі. Після вибору схеми реконструкції намічених станцій визначаються необхідні інвестиції. Далі моделюється робота ділянки після реконструктивних заходів. Розраховуються експлуатаційні витрати, пов'язані із затримками поїздів. З використанням динамічного програмування визначається схема етапності реконструкції ділянки. Отримані результати досліджень дозволять проектним і науковим організаціям визначати етапність реконструкції проміжних

станцій ділянки, планувати необхідні інвестиції, а також оцінити експлуатаційні витрати, пов'язані із затримками поїздів під обгоном. Таким чином, у роботі [33] розроблено імітаційну модель роботи залізничної ділянки і запропонована методика визначення кількості і тривалості затримок довгосоставних поїздів під обгоном пасажирськими на проміжних станціях.

1.4 Впровадження приватної локомотивної тяги

У сучасних умовах розвитку конкуренції в галузі залізничних перевезень одним з важливих питань є підвищення швидкості та забезпечення вчасної доставки вантажів від відправника до одержувача. Але здійснення даної вимоги не завжди можливе в строки, вказані в договорі на перевезення, на заваді є декілька проблем, зокрема нестача вагонів вантажного парку, дефіцит локомотивного парку. У зв'язку з тотальною зношеністю тягового рухомого складу доцільним стає питання можливості впровадження приватної тяги на залізниці, оскільки залізниця не може задовольнити потреби перевізників самостійно. Як наслідок, виникає ефект «кинутих поїздів», значні простой составів на сортувальних станціях в очікуванні магістральних локомотивів, що у свою чергу стає причиною простоїв суден у портах, які обходяться власникам у сотні тисяч доларів, штрафів і зривів контрактів. Якщо першу проблему можна вирішити за рахунок вагонів операторських компаній, то з вирішенням другої проблеми виникають певні труднощі. Знос наявного інвентарного парку локомотивів АТ «Укрзалізниця» (АТ «УЗ») на сьогодні складає більше 90 %, а середній вік – 31 рік при нормативному строку служби 20 років.

У зв'язку з цим дослідження можливості впровадження приватної локомотивної тяги на мережі залізниць є актуальним. Як варіант вирішення проблеми з нестачею локомотивів можна розглянути тему впровадження довгосоставних поїздів. У статті [34] розглянуто доцільність впровадження приватної локомотивної тяги, оскільки зараз АТ «Укрзалізниця» не може в повному обсязі задовольняти потреби перевізників. Розглянуті основні проблеми затримок у строках доставки вантажів, які пов'язані з нестачею тягового рухомого складу, через що час простою вантажів у 2,8 разу перевищує час у русі; автори зробили висновки, проаналізувавши ці висновки можна сказати, що впровадження приватної локомотивної тяги дозволить покращити ситуацію

у сфері вантажних перевезень. Це дозволить виконати час доставки вантажів, а можливо, і зменшити цей показник. Здійснення цих планів можливе, оскільки наявна інфраструктура АТ «УЗ» може забезпечити пропускну спроможність, яка збільшиться з допуском приватної локомотивної тяги. При відкритті ринку для приватної тяги АТ «Укрзалізниця» не втратить всі свої доходи від вантажоперевезень. При цьому залізниця знижує свої витрати на власні локомотиви. Таким чином доведено актуальність впровадження приватної тяги, що базується на розбудові правового технологічного аспекту та оцінювання економічної ефективності. На основі цього постає завдання дослідження та управління поїздопотоками в умовах недискримінаційного доступу та впровадження приватної тяги.

У роботі [35] виконано аналіз величини простою составів в очікуванні подачі поїзних локомотивів на сортувальних станціях України, наведено дані по простоям для однієї з сортувальних станцій, розглянуто причини появи простою в очікуванні локомотивів на станціях та шляхи його скорочення. Результати виконаних досліджень дозволяють зробити висновок про те, що на сортувальних станціях України потенційно існують резерви для зменшення простоїв вагонів від 10% до 50% і більше для транзитних вагонопотоків з переробкою і без переробки, відповідно, за рахунок скорочення непродуктивних простоїв в очікуванні подачі поїзних локомотивів. На тлі загального зменшення і значного зносу локомотивного парку України проблема підвищення ефективності оперативного управління тяговими ресурсами набуває особливої актуальності. Рішення задач раціонального оперативного планування роботи локомотивів і локомотивних бригад вимагає застосування сучасного математичного апарату. Отримані методи і алгоритми можуть лягти в основу сучасної системи підтримки прийняття оперативних рішень для диспетчерського апарату залізниць. Розробка і впровадження такої системи дозволить підвищити ефективність використання локомотивів і робочого часу локомотивних бригад, скоротити непродуктивні простой складів на станціях в очікуванні локомотивів, і, як наслідок, знизити експлуатаційні витрати залізниць.

В статті [36] виконано аналіз нерівномірності обсягів роботи локомотивних бригад депо у вантажному русі для депо Нижньодніпровськ-Вузол, Одеса-Сортувальна та Львів-Захід, що показав наступне: існують певні проблеми організації режиму роботи локомотивних бригад, пов'язані з необхідністю реагування на нерівномірність руху поїздів і, як наслідок, нерівномірність графіку виклику локомотивних бригад для обслуговування поїздів у вантажному русі; коливання розмірів руху поїздів та залежні від цього коливання обсягів роботи локомотивних бригад депо мають не тільки сезонний характер. Такі коливання можуть мати широку амплітуду і, в кінцевому результаті, впливають на розрахункову спискову чисельність штату бригад депо; фактичні місячні значення виробітку локомотивних бригад депо мають відхилення від нормативних значень і повинні регулюватися шляхом надання чергових відпусток в періоди спаду обсягів роботи і залученням максимальної кількості бригад з урахуванням тимчасових робітників у пікові періоди роботи.

Через дефіцит тягового забезпечення залізничний транспорт України має значну внутрішню потребу в розвитку локомотивного парку, зокрема шляхом залучення приватного капіталу. Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої, підписано угоду про асоціацію, згідно з якою Україна взяла на себе зобов'язання імплементації норм Європейського Союзу до свого законодавства, це стосується й Директив Європейського Союзу щодо організації ринку залізничних перевезень. Зважаючи на те що одним з основних принципів організації цього ринку є формування конкурентного сектору у сфері залізничних перевезень, Україна має зовнішні зобов'язання щодо організації допуску незалежних перевізників до магістральної залізничної інфраструктури. Ознайомившись з дисертацією [37], можна констатувати, що вона присвячена вирішенню актуального наукового завдання з формуванням технології тягового забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом приватними локомотивами в умовах розділення діяльності з експлуатації інфраструктури і виконання перевезень. Також у роботі для формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників використано ме-

тоди математичного програмування, економіко-математичного моделювання та теорію експлуатаційної роботи залізниць; розроблено модель опису залізничної мережі; розроблено метод закріплення приватних локомотивів за нитками поїздів; зроблено висновок, що використання приватних локомотивів призводить до зменшення витрат на перевезення близько 35 відсотків.

Ефективність використання приватної локомотивної тяги залежить від виду вантажу, від обсягів перевезень та нелінійно залежить від відстані перевезень. В статті [38] проаналізовано можливості впровадження приватних локомотивів на мережі залізниць України; розглянуто досвід Російських залізниць; наведено результати техніко-економічних розрахунків ефективності застосування приватних локомотивів в Україні. Як показують виконані техніко-економічні розрахунки, застосування приватними компаніями власних магістральних локомотивів в принципі є прибутковим. Однак реалізація цих заходів вимагає істотної зміни нормативно-правової та тарифної бази, яка регламентує діяльність залізниць України, а також внесення змін в технологічні процеси деяких структурних підрозділів Укрзалізниці. При цьому потрібно розробити методіку визначення локомотивної складової в тарифі за використання інфраструктури залізниць і внести відповідні зміни в «Тарифне керівництво № 1». Крім того, повинен бути розроблений чіткий механізм допуску приватних локомотивів для реалізації перевезень на магістральному залізничному транспорті. В своїй роботі [39] автори розглядають перспективи використання приватної локомотивної тяги на магістральному залізничному транспорті України. Таким чином проаналізувавши роботу можна зробити висновок, що використання приватної локомотивної тяги при дотриманні певних умов є економічно вигідним як для перевізника, так і для залізниці.

Приватний локомотив - це наступний щабель на шляху до конкурентного ринку перевізних послуг, а про конкуренцію тут можна говорити лише тоді, коли в даному сегменті працюють повноцінні перевізні компанії, які надають весь спектр відповідних послуг і, в першу чергу, - з надання локомотивної тяги.

1.5 Впровадження ресурсозберігаючих технологій переробки вагонопотоків

Відомо, що значна частина експлуатаційних витрат на сортувальних станціях припадає на виконання технологічних операцій з розформування составів поїздів. У цьому зв'язку актуальними є дослідження, спрямовані на економію енергоресурсів при виконанні сортувальної роботи. В теперішній час пошук шляхів вирішення зазначеної проблеми ведеться за декількома напрямками [40]:

- удосконалення конструкції плану та профілю сортувальних гірок;
- оптимізація режимів гальмування відчепів;
- розробка нових та модернізація існуючих вагонних уповільнювачів;
- вибір раціонального типу маневрового локомотиву та ін.

Проблема забезпечення ресурсозбереження при розформуванні составів розглядається в [41, 42, 43**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, 44]. У [41**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] показано, що оптимальні конструктивно-технологічні параметри сортувальних гірок відповідають мінімально можливій їх висоті; при цьому буде забезпечено мінімум приведених річних витрат. В той же час зменшення висоти сортувальної гірки призведе до відповідного зниження її переробної спроможності, що, як наслідок, призведе до збільшення тривалості простою рухомого складу в періоди згущеного прибуття поїздів в розформування.

Одним з можливих шляхів вирішення вказаної проблеми є спорудження суміщених гірок різної висоти. Як показав аналіз, існує декілька прикладів використання таких сортувальних пристроїв. Так, в роботі [45**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] на сортувальній гірці станцій, що знаходяться в зонах низьких температур, колії насуву запропоновано розташовувати в різних рівнях, розрахованих для роботи в зимових та літніх погодних умовах.

Авторами [46**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] з метою скорочення експлуатаційних витрат на розформування составів представлено проект перевлаштування сортувальних гірок з однією колією насуву на сортувальній станції Батайськ (РФ) в суміщену гірку. Вказаним проектом передбачено, що для переробки порожніх вагонів необхідно реконструювати існуючу сортувальну гірку шляхом збільшення її

висоти та демонтажу першої та другої (для 1-го та 2-го пучків колій сортувального парку) гальмових позицій. Розформування составів навантажених вагонів пропонується виконувати на колії 3-го пучка сортувального парку з гірки малої потужності, яку слід спорудити паралельно існуючій сортувальній гірці; при цьому не забезпечується можливість розпуску з кожної гірки на всі сортувальні колії. Економічний ефект від впровадження суміщеної гірки планується отримати за рахунок скорочення енерговитрат на гальмування відчепів та поточних витрат на утримання уповільнювачів і компресорного обладнання. Як видно, вказані технічні рішення носять специфічний характер та не можуть бути в повній мірі використані з метою скорочення енерговитрат на переробку вагонопотоків на станціях України.

Енергетичні витрати при розформуванні составів складаються з витрат палива на насув та електроенергії на гальмування відчепів. Автором [47] виконано аналіз поздовжнього профілю насувної частини існуючих на мережі залізниць України гірок; при цьому встановлено, що конструкція насувних частин гірок в більшості випадків не відповідає вимогам [48]. В роботах [49, 50] проведено обґрунтування і вибір раціонального варіанту конструкції насувної частини гірок за критерієм мінімізації енергетичних витрат на насув составів. При цьому слід зауважити, що моделі, які було використано у вказаних роботах, побудовані на основі спрощеного алгоритму імітації роботи гіркових локомотивів, що вносить істотні похибки у визначення величини витрат палива.

В сучасних умовах більшість сортувальних гірок, що експлуатуються на мережі залізниць, представляють собою механізовані комплекси, які обладнані пристроями регулювання швидкості відчепів – вагонними уповільнювачами [51]. Переважна кількість вказаних пристроїв розроблена декілька десятиріч тому та до теперішнього часу фізично та морально застаріла. Так, 90 % парку уповільнювачів, що експлуатується, фізично зношені та потребують повної заміни або капітального ремонту [52]. Враховуючи вказані обставини, можна зробити висновок, що технічний стан переважної більшості сортувальних комплексів вимагає невідкладної заміни уповільнювачів.

чів, які відробили свій ресурс, новітньою гальмівною технікою, яка б відповідала сучасним вимогам надійності, економічності, металоємності, швидкодії, а також потрібної трудомісткості для її обслуговування. З цією метою можуть бути використані сучасні балочні уповільнювачі вітчизняного виробництва НК-114 [53**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], КЗ-5, точкові уповільнювачі [54**Ошибка! Источник ссылки не найден.**], високоенергетичні магніти [55**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Автором [5656] запропонована методика комплексного розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок, яка дозволить отримати оптимальну потрібну потужність вагонних уповільнювачів, що, свою чергу, дозволить привести у відповідність енерговитрати та розміри переробки вагонів.

1.6 Висновки до розділу

Ефективність роботи залізничних станцій, їх пропускна та переробна спроможність суттєво залежать від конструкції та параметрів колійного розвитку. В цьому зв'язку тема дипломної роботи, що направлена на удосконалення конструкції станції є достатньо актуальною.

Ефективним засобом вирішення завдання пошуку раціональних шляхів удосконалення конструкції та технічного оснащення залізничних станцій є математичні моделі, методи та алгоритми аналізу і синтезу станцій в поєднанні з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки та інформаційної технології, в основі якої лежить система автоматизованого проектування.

Ефективним способом вирішення актуального питання нестачі локомотивів та прискорення вагонопотоку залізницями України, шляхом зменшення простоїв готових составів в очікуванні локомотивів, є впровадження приватної локомотивної тяги на мережі залізниць, а також - використання довгосоставних поїздів, що є більш затратним та також тягне за собою потребу вирішення ряду проблем з безпекою руху поїздів, проблем з реконструкцією станцій, перегонів, роздільних пунктів.

2 АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ УКРАЇНИ

2.1 Статистичні дані про перевезення вантажів

Одним із сегментів, що є значним і важливим для економіки країни, є транспортний сектор. Транспорт не створює нових матеріальних цінностей, хоча є виробничим сектором. Результатом роботи транспорту забезпечення зв'язків між видобувною, обробною, виробничою та споживчою промисловостями, також перевезення вантажів та пасажирів країною, транзитом між країнами, тобто переміщення у просторі вантажів та пасажирів.

У нашій країні кожний вид транспорту розвинений по різному та має свою специфіку, що впливає на обсяг перевезених вантажів відповідним видом транспорту. Згідно відкритих даних [57], побудовано гістограму, що показує обсяги перевезених вантажів за видами транспорту починаючи з 2000 року до 2019 року наведено на рис.

2.1

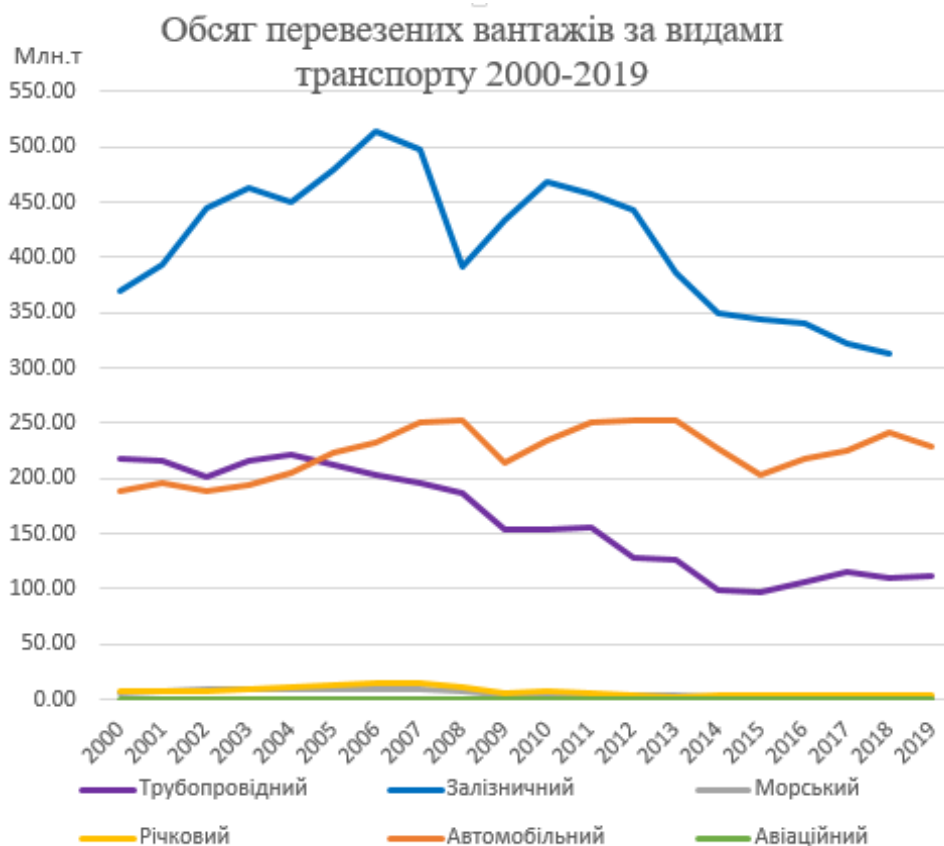


Рисунок 2.1 – Обсяг перевезених вантажів за видами транспорту 2000-2019 роки

Проаналізувавши графік можна зробити висновок, що на протязі дев'ятинадцяти років територією України найбільшу частку перевезення вантажів виконує залізничний вид транспорту, на другому місці за обсягом перевезеного вантажу автомобільний вид транспорту, далі трубопровідний і тд. Також можна зробити припущення, що в останні роки спостерігається тенденція зменшення обсягів перевезених вантажів.

Більш показово обсяг перевезень вантажів за останні три роки зображено на рис.Рисунок 2.2



Рисунок 2.2 – Розподіл сортувальних гірок України за потужністю

Слід вказати, що дані за 2020 рік вказані за період «січень-вересень», отже обсяг перевезених вантажів за 2020 рік зростатиме. Проаналізувавши гістограму за останні три роки можна зробити висновок, що є тенденція до зменшення обсягів перевезених вантажів, щодо 2020 року ще рано робити висновок, але порівнюючи обсяг кожного місяця відповідно з місяцями минулого року, у відсотковому значенні спостерігається зменшення.

Більшу частку перевезень вантажів країною займає залізничний транспорт. За останні десять років на залізничному транспорті також спостерігається тенденція зменшення обсягів перевезення вантажів, як видно на рис 2.3.



Рисунок 2.3 – Перевезення вантажів залізничним транспортом 2010-2019 роки

Щодо 2020 року, то тут також відслідковується тенденція зменшення обсягу перевезення вантажів. Також за даними [57] можна провести розподіл вагонопотоків за номенклатурою вантажів, що наведено на рис 2.4



Рисунок 2.4 – Розподіл вагонопотоків за номенклатурою вантажів

Проаналізувавши діаграму можна зробити висновок, що значна частина вантажів, що перевозяться залізницею, це метали, вугілля та зернові. Останнім часом спостерігається тенденція збільшення обсягів перевезення зерна і продуктів перемелу, що є наслідком збільшення експорту зернових до інших країн.

2.2 Показники функціонування сортувальних станцій

Найбільший обсяг роботи з розформування составів вантажних поїздів виконується на сортувальних станціях; при цьому основним технічним засобом, що використовується для розформування составів, є сортувальна гірка (СГ). В теперішній час на мережі залізниць України функціонує 35 сортувальних станцій та 49 сортувальних гірок [3, 16 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Згідно [48] сортувальні пристрої в залежності від обсягів та структури перероблюваного вагонопотоку класифікуються за потужністю на: гірки малої потужності (ГМП), середньої потужності (ГСП), великої потужності (ГВП) та гірки підвищеної потужності (ГПП). Розподіл сортувальних гірок України за потужністю представлений на рис. рис. 2.5.

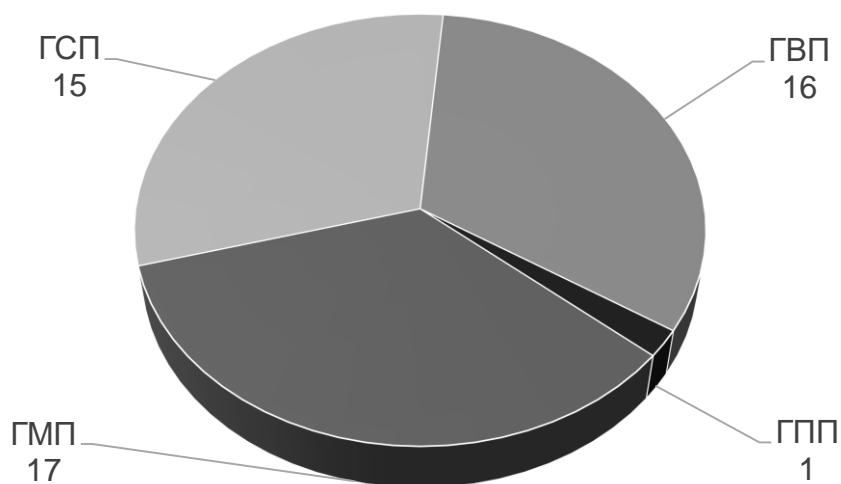


Рисунок 2.5 – Розподіл сортувальних гірок України за потужністю

В той же час слід зазначити, що представлений розподіл сортувальних гірок за потужністю прийнято згідно з даними техніко-розпорядчих актів станцій та потребує уточнення; аналіз відповідності прийнятої на станціях класифікації гірок нормативам [48] виконано в роботі [3].

На мережі залізниць регіональної філії «Придніпровська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» функціонує 4 сортувальні станції: НД-Вузол, Кривий Ріг-Сортувальний, Запоріжжя-Ліве, Джанкой. Крім того, значний обсяг сортувальної роботи виконується на дільничній станції Верхівцеве Дніпропетровської дирекції. Технічне оснащення сортувальних комплексів вказаних станцій представлена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Характеристика сортувальних комплексів станцій
РФ «Придніпровська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця»**

Назва станції	Тип СГ	Кількість колій		Кількість маневрових локомотивів	
		насуву	сортувальних	гіркових	в хвості сортувального парку
Нижньодніпровськ-Вузол (непарна система)	ГСП	1	32	1	1
Нижньодніпровськ-Вузол (парна система)	ГСП	1	16	1	1

Продовження таблиці 2.1

Кривий Ріг-Сортувальний	ГСП	1	26	2	1
Запоріжжя-Ліве	ГВП	1	24	1	2
Джанкой	ГСП	1	18	1	1
Верхівцеве	ГСП	1	18	1	1(2)

Як показав аналіз [3], 28 сортувальних гірок з числа ГПП, ГВП та ГСП обладнано системами гірочної автоматичної централізації (ГАЦ) різних типів з пристроями гірочної автоматичної локомотивної сигналізації, автоматичного регулювання швидкості розпуску составів, контролю заповнення сортувальних колій вагонами, тощо; при цьому спускна частина більшості ГПП, ГВП та ГСП обладнана двома механізованими гальмівними позиціями. Загальна кількість вагонних уповільнювачів різних типів, що експлуатуються на сортувальних гірках України, становить понад 1200 шт.

Основна робота по формуванню та розформуванню поїздів на залізницях України виконується на 35 сортувальних станціях із яких 31 станція є позакласними, а 4 – віднесені до 1 класу [3]. Внаслідок скорочення обсягів перевезень на ряді залізниць України частка сортувальних станцій віднесена до дільничних або вантажних. Також із зменшенням обсягів перевезень та переходом на контейнерні перевезення автомобільним транспортом останнім часом багато сортувальних станцій закриваються. Зокрема, закриті всі сортувальні станції Великобританії, Норвегії, Данії, Японії та Австралії. Цю проблему розглянуто автором [2]. Також запропоновано: для чисельної оптимізації роботи сортувальної станції у взаємодії з іншими сортувальними станціями даного полігону мережі можливо застосувати метод рою часток; обґрунтована концентрація сортувальної роботи на обмеженому числі потужних і добре технічно оснащених станцій.

Статистичні дані обігу вагонів на залізницях [4] показують, що, в залежності від виду відправки, вагон за час обігу близько 25-30 % часу знаходиться саме на сортувальних станціях. Аналіз цієї тривалості показує, що основна її частина припадає на процес накопичення в сортувальному парку. Окрім того, основна кількість маневрових операцій на сортувальних станціях – це маневри пов'язані з розформуванням-формуванням поїздів. Недосконала конструкція станційних парків призводить до збільшення їх тривалості, і, як наслідок, збільшення енергоресурсів.

Автором [5], запропонована програма реорганізації роботи існуючих на мережі Укрзалізниці 35 сортувальних станцій. Перший етап виконання даної програми передбачає переведення на денний режим роботи 19 станцій (26 сортувальних систем), на яких переробляється 35 % вагонопотоків мережі і які мають завантаження близько 50 %. Обов'язковою умовою для цього є організація ущільненого підведення поїздів в нічну зміну. Це дозволить забезпечити наявність певної кількості ресурсу вагонів для роботи з розформування-формування поїздів на початок денної зміни і вивільнити від сортувальної роботи технічні засоби та персонал в нічну зміну, що дасть значну економію експлуатаційних витрат. Крім того, передбачається першочергове формування й відправлення дальніх і наскрізних поїздів, а відправлення інших сформованих поїздів – переважно наприкінці та після денної зміни. Це забезпечить економію за зонними тарифами на електроенергію для тяги поїздів та вказане вище ущільнене підведення поїздів до станції розформування. Технологія сортувальних станцій з транзитними поїздами залишається без змін.

За оцінками [5] реалізація вказаних заходів дозволить: вивільнити 720 працівників нічних змін; вивести з маневрової роботи сортувальних станцій 20 маневрових локомотивів, що були задіяні перед тим у нічну зміну; скоротити простої транзитного вагона з переробкою на сортувальній станції в середньому на 1,36 год; зменшити потребу у робочому парку вагонів на 650 вагонів щодоби. Це дозволить отримати річний сумарний економічний ефект для Укрзалізниці в розмірі 120,4 млн. грн.

В той же час, процес скорочення кількості сортувальних станцій вивчений не в повній мірі, оскільки за існуючої мережі станцій, кожна з них взаємодіє з багатьма іншими. Крім того, таке скорочення тягне за собою серйозні соціальні наслідки, тому

воно повинно проводитися максимально помірено та обґрунтовано. У роботі [12] наведено результати дослідження інтенсивності вантажних поїздопотоків по основним сортувальним станціям України. Встановлено залежності між обсягами поїзної роботи сортувальних станцій та періодами тижня і доби. Також автор проводив дослідження процесів составоутворення на сортувальних станціях методами імітаційного моделювання [13]. Аналіз результатів виконаних досліджень показує, що найбільш доцільним шляхом підвищення ефективності процесу составоутворення на сортувальних станціях є розробка методів оптимізації розподілу парку поїзних локомотивів для зниження непродуктивного простою готових до відправлення составів у парку відправлення; іншим ефективним напрямком є підвищення точності гальмування відчепів при розформуванні составів, в тому числі і за рахунок впровадження сучасних автоматизованих систем управління розпуском.

До аналізу роботи сортувальних станцій також долучився автор [15], де виконав аналіз показників роботи сортувальних гірок і параметрів вагонопотоків, які підлягають переробці на них, що дозволило встановити: під час регулювання швидкості скочування відчепів з гірки мають місце похибки швидкості виходу відчепів з гальмових позицій, які складаються з похибки завдання та похибки його реалізації. Похибка реалізації заданої швидкості виходу відчепів з гальмових позицій перевищує нормативне значення для систем автоматичного регулювання швидкості; середня швидкість підходу відчепів до вагонів, які знаходяться на коліях сортувального парку, перевищує нормативну (5 км/год), що може призводити до пошкодження вагонів і вантажів; у структурі вагонопотоку, який переробляється на сортувальних гірках, спостерігається значне коливання за кількістю вагонів у відчепі, ваговою категорією вагонів і типом вагонів; вагони, які заборонено спускати з гірки без локомотива, складають значну частку загального вагонопотоку, якій підлягає переробці на сортувальних гірках.

Виконавши аналіз статі [16], автори якої розглядали вплив параметрів накопичення вагонів на їх простій на сортувальній станції, можна зробити висновок, що по скороченню витрат часу на накопичення составів потрібна організація підведення

більш крупних груп вагонів до завершення процесу накопичення, також було визначено: для підвищення ефективності процесу накопичення необхідні конкретний підхід і облік особливостей роботи як кожної сортувальної станції, так і прилеглих ділянок і напрямів.

2.3 Висновки до розділу

Вантажообіг територією України з року в рік зменшується, в тому числі на залізничному транспорті з 468,4 млн. тон за 2010 рік до 312,9 млн. тон за 2019 рік. Хоча за перевезенням деяких видів вантажу спостерігається збільшення обсягів, наприклад, зернові вантажі, металопродукат. Причиною такому спаду є зменшення експорту, імпорту та транзитних вантажів зі сходу або до країн сходу.

Розформування составів вантажних поїздів виконується в основному на сортувальних гірках, якими головним чином обладнано сортувальні станції. На мережі залізниць України експлуатується 35 сортувальних станцій та 49 сортувальних гірок. 28 сортувальних гірок підвищеної, великої та середньої потужності обладнано засобами автоматизації та механізації сортувального процесу.

На сортувальних комплексах станцій спостерігається тенденція до зменшення обсягів переробки вагонопотоків. Так для ст. Нижньодніпровськ-Вузол найбільші обсяги переробки спостерігалися в 2007, 2008 та 2011 роках, в той час як мінімальна кількість перероблених вагонів зафіксована в 2013 та 2014 роках. При цьому слід зазначити, що вказані середньодобові обсяги переробки вагонів значно менші за нормативи, встановлені для двосистемних сортувальних станцій.

За теперішніх тенденцій доцільно розглянути програму реорганізації роботи існуючих на мережі Укрзалізниці сортувальних станцій. Що дозволить значно зменшити витрати, пов'язані з перевезенням вантажів, та зменшити час на доставку вантажу, за рахунок зменшення простою вагонів під час переробки на сортувальних станціях.

3 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОБСЯГИ РОБОТИ СТАНЦІЇ Л

3.1 Технічна характеристика станції

Станція Л, схема якої наведена на рис.3.1, за характером роботи є сортувальною, а за обсягом роботи відноситься до позакласних станцій.

Станція Л за кількістю прилеглих до неї підходів є вузловою сортувальною станцією. Згідно Додатку А до станції примикають наступні лінії:

– з непарного напрямку:

а) В-Л – двоколіїний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням, керівний ухил 7,1 ‰;

б) Г-Л – одноколіїний, обладнаний двостороннім автоматичним блокуванням, керівний ухил 11,7 ‰;

– з парного напрямку:

а) Д-Л – двоколіїний, обладнаний двостороннім автоматичним блокуванням, керівний ухил 7,4 ‰;

б) Б-Л – двоколіїний, обладнаний двостороннім автоматичним блокуванням, керівний ухил 10,4 ‰.

Вказані лінії обладнано контактною мережею змінного струму. Тягове обслуговування прилеглих до станції ліній виконується:

- у вантажному русі – електровозами ВЛ80Р;
- у пасажирському русі – електровозами ЧС4;
- у приміському русі – електропоїздами ЕР9П.

Колійний розвиток станції Л об'єднано в 5 парків. Парки прийому П, сортувальний С та відправлення О розташовані послідовно. Транзитний парк ТР-1 розташовано паралельно парку П, транзитний парк ТР-2 – паралельно парку О.

Парк прийому П, розвиток якого включає 7 колій, використовується для приймання поїздів, що надходять в переробку з усіх напрямків. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах від 1306-1488 м.

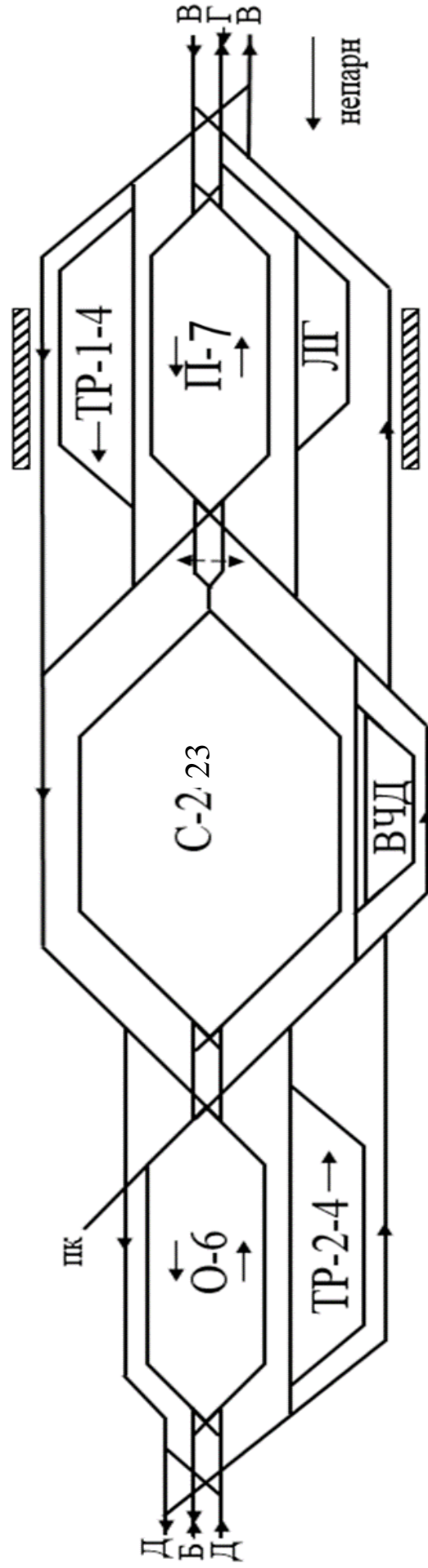


Рисунок 3.1 – Принципова схема сортувальної станції Л

Транзитний парк ТР-1 включає 4 колії, що призначені для приймання транзитних поїздів з напрямків В, Г та наступного відправлення цих поїздів на напрямки Д та Б. Окрім цього в даному парку виконується обслуговування кутових поїздів з В та Г. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах від 1050-1180 м.

Транзитний парк ТР-2 включає 6 колій, що призначені для приймання транзитних поїздів з напрямків Д, Б та наступного відправлення цих поїздів на напрямки В та Г. Окрім цього в даному парку виконується обслуговування кутових поїздів з Б та Д. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах від 1050 -1200 м.

Сортувальний парк С складається з 23 колій, що об'єднано в пучки за схемою $1 \times 7 + 2 \times 8$ колій; при цьому обхід сортувальної гірки можливий з 4 крайніх колій 3-го пучка. Вказані сортувальні колії використовуються для накопичення вагонів за призначеннями плану формування. Закінчення формування поїздів та їх наступна перестановка в парк відправлення виконується по 2 витяжним коліям, розміщеним в хвості парку. Корисна довжина сортувальних колій складає від 1173-1296 м.

Парк відправлення О включає 6 колій, об'єднаних в 2 секції. Верхня секція парку використовується для відправлення поїздів свого формування на напрямки Д та Б, а нижня – на напрямки В та Г. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах від 1130-1470 м.

Розформування-формування составів поїздів та підбір місцевих вагонів по вантажним об'єктам виконується на механізованій сортувальній гірці середньої потужності, що знаходиться з непарної сторони сортувального парку станції. Сортувальна гірка має дві колії насуву, одну колію розпуску, обладнана гірковою автоматичною централізацією (ГАЦ) блочного типу та пристроями для регулювання швидкості відчепів – вагонними уповільнювачами типів ВЗПГ-5 та ВЗПГ-3.

Стрілки і сигнали парків станції обладнані маршрутно-релейною централізацією. Управління стрілками і сигналами станції здійснює черговий по станції (ДСП), стрілками гіркової горловини – черговий по гірці (ДСПГ). Для організації маневрової роботи із закінчення формування поїздів або перестановки груп вагонів в хвостовій

частині сортувально-відправного парку розташована маневрова вишка МВ-2. Для забезпечення безпечного виконання технічного обслуговування составів поїздів колії парків П, ТР-1, ТР-2 та О обладнано засобами дистанційного огороження составів.

На станції розташовані такі структурні підрозділи залізниці:

- вагоноремонтне депо (ВЧД), що розташоване паралельно парку С;
- локомотивне депо (ЛГ), що розташоване паралельно парку П.

Для забезпечення виконання операцій по технічному огляду, поточному ремонту вагонів та випробуванню автогальм, на станції розташований пункт технічного обслуговування вагонів (ПТО). Перевірка составів поїздів в комерційному відношенні виконується працівниками пункту комерційного огляду (ПКО).

3.2 Експлуатаційна характеристика станції

Згідно з планом формування та графіком руху поїздів станція Л виконує наступні операції:

- пропуск пасажирських поїздів (по головним коліям);
- приймання і відправлення приміських поїздів, що мають зупинку на станції, продаж квитків на ці поїзди сполучень (по головним коліям);
- пропуск, приймання і відправлення транзитних вантажних поїздів зі зміною локомотива (парки ТР-1 та ТР-2);
- операції з транзитними поїздами з причеплення та відчеплення вагонів (парки ТР-1 та ТР-2);
- приймання вантажних поїздів в розформування (парк П);
- відправлення вантажних поїздів свого формування (парк О);
- розформування составів вантажних поїздів, маневрових составів з під'їзних колій підприємств (парки П, С);
- формування наскрізних, дільничних, передаточних, вивізних, збірних вантажних поїздів згідно з порядком направлення вагонопотоків (парк С);
- подача вагонів на під'їзні колії для виконання вантажних операцій та їх наступне забирання (парк С, О);
- подача вагонів в ВЧД для виконання поточного і деповського ремонту та їх

наступне забирання (парк С);

Вантажна робота станції (навантаження, вивантаження вагонів) зосереджена на коліях незагального користування – під'їзній колії заводу залізобетонних конструкцій (ЗБК), що примикає до непарної горловини парку відправлення О.

Маневрова робота з формування, розформування, подачі, забирання і перестановки вагонів виконується чотирма маневровими локомотивами серії ЧМЭЗ. Станція розділена на три маневрових райони:

1) маневровий район № 1 – охоплює непарний бік станції (парки П, ТР-1, гіркова горловина парку С). Основний характер роботи – формування і розформування составів поїздів, підбирання місцевих вагонів, причеплення, відчеплення та перестановка окремих груп вагонів.

2) Маневровий район № 2 – охоплює парний бік станції (парки О, ТР-2 та хвостова горловина парку С). Основний характер роботи – формування составів поїздів, причеплення, відчеплення та перестановка окремих груп вагонів.

3) Маневровий район № 3 – включає під'їзні колії. Основний характер роботи – подавання вагонів під вантажні операції та забирання після їх закінчення.

3.3 Розрахункові обсяги роботи сортувальної станції

На сортувальну станцію Л прибувають поїзди: пасажирські, вантажні транзитні, вантажні в розформування.

Обсяги середньодобового пасажирського поїздопотоку станції Л прийнято згідно таблиці А.1 Додатку А та наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Середньодобові пасажирські поїздопотоки станції Л

З	На				Всього
	В	Д	Г	Б	
В		2/2	-	2/1	4/3
Д	2/2		2/1	-	4/3
Г	-	2/1		-	2/1
Б	2/1	-	-		2/1
Всього	4/3	4/3	2/1	2/1	12/8

Примітка: в чисельнику вказана кількість пасажирських поїздів далекого сполучення, в знаменнику – кількість приміських поїздів.

Обсяги середньодобових транзитних вагонопотоків без переробки прийнято згідно таблиці А.2 Додатку А та наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Середньодобові транзитні вагонопотоки без переробки сортувальної станції Л

З	На				Всього
	В	Д	Г	Б	
В		306	102	51	459
Д	204		102	102	408
Г	102	153		51	306
Б	102	51	102		255
Всього	408	510	306	204	1428

Обсяги середньодобових вагонопотоків з переробкою прийнято згідно таблиці А.3 Додатку А та наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Середньодобові вагонопотоки сортувальної станції Л, що надходять в переробку

З	На					Всього
	В	Д	Г	Б	Л	
В		430	129	106	5	670
Д	434		106	110	4	654
Г	117	127		112	3	359
Б	112	110	114		2	338
Л	4	5	3	2		14
Всього	667	672	352	330	14	2035

Для визначення розмірів прибуття поїздів в розформування та відправлення поїздів свого формування необхідно визначити масу та состав поїзда.

3.4 Визначення параметрів составу поїзда

Маса составу визначається для умов його рівномірному руху по заданому розрахунковому керівному ухилі та може бути розрахована за формулою [58]:

$$Q = \frac{F_{кр} - P(w_0' + i_{кр}')}{w_0'' + i_{кр}''}, \quad (3.1)$$

де $F_{кр}$ – розрахункова сила локомотива, H ;

P – розрахункова маса локомотива, m ;

w'_0 – основний питомий опір руху локомотиву, $H/кН$;

w''_0 – основний питомий опір руху складу, $H/кН$;

$i_{кер}$ – крутизна розрахункового керівного ухилу, %.

Основний питомий опір руху локомотива w'_0 в режимі тяги залежить від швидкості та конструкції колії. Основний питомий опір руху для тепловозів при русі по ланковій колії визначається за формулою [58]:

$$w'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot V_p + 0,0003 \cdot V_p^2, \quad (3.2)$$

де V_p – розрахункова швидкість, $км/год$.

Відповідно до Додатку А на прилеглих до станції лініях обертаються вантажні електровози серії ВЛ80Р. Розрахункова швидкість даного електровозу згідно [58] дорівнює $V_p = 43,5 км/год$, отже основний питомий опір локомотива дорівнює:

$$w'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 43,5 + 0,0003 \cdot 43,5^2 = 2,90 H/кН.$$

Основний питомий опір руху вантажних вагонів w''_0 у складі поїзда також залежить від конструкції колії та при середній масі складу, яка припадає на одну вісь колісної пари, визначається за формулою [58]:

$$w''_0 = 0,7 + (a + b \cdot V_p + c \cdot V_p^2) / q_0, \quad (3.3)$$

де a, b, c – емпіричні коефіцієнти;

q_0 – навантаження на вісь, $т/вісь$, яке розраховується як

$$q_0 = \frac{q_{ср}}{n_{осей}}, \quad (3.4)$$

де $q_{ср}$ – середня вага вагону, згідно Додатку А $q_{ср} = 72 т$;

$n_{осей}$ – кількість осей вагону, $n_{осей} = 4 осі$.

Розрахуємо навантаження на вісь вагону за формулою (3.4):

$$q_0 = \frac{72}{4} = 18,00 т/вісь.$$

Згідно [58] для чотиривісних вагонів маємо: $a = 3$; $b = 0,1$; $c = 0,0025$. Таким чином, основний питомий опір руху вагонів дорівнює:

$$w_{04}'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,5 + 0,0025 \cdot 43,5^2}{18} = 1,37 \text{ Н/кН};$$

Тоді маса поїзда для електровоза ВЛ80^р при $F_{кр} = 51200 \text{ Н}$; $P=192 \text{ т}$ згідно [58 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**], розрахована за формулою (3.1), складатиме:

- для ділянки В-Л, при керівному ухилі $i_{кер} = 7,1 \text{ ‰}$:

$$Q = \frac{51200 - (2,9 + 7,1) \cdot 192}{1,37 + 7,1} = 5818,2 \text{ т}; \text{ приймається } Q = 5800 \text{ т}.$$

- для ділянки Г-Л, при керівному ухилі $i_{кер} = 11,7 \text{ ‰}$:

$$Q = \frac{51200 - (2,9 + 11,7) \cdot 192}{1,37 + 11,7} = 3702 \text{ т}; \text{ приймається } Q = 3700 \text{ т}.$$

- для ділянки Д-Л, при керівному ухилі $i_{кер} = 7,4 \text{ ‰}$:

$$Q = \frac{51200 - (2,9 + 7,4) \cdot 192}{1,37 + 7,4} = 5612 \text{ т}; \text{ приймається } Q = 5600 \text{ т}.$$

- для ділянки Б-Л, при керівному ухилі $i_{кер} = 10,4 \text{ ‰}$:

$$Q = \frac{51200 - (2,9 + 10,4) \cdot 192}{1,37 + 10,4} = 4133,1 \text{ т}; \text{ приймається } Q = 4100 \text{ т}.$$

Довжина поїзда розрахункової маси не повинна перевищувати корисну довжину найкоротшої приймально-відправної колії, яка для станції Л, згідно з додатком А, складає 1050 м.

Потрібна довжина колії L_k визначається за наступною формулою:

$$L_k = m_c l_{ваг} + l_{лок} + a, \quad (3.5)$$

де m_c – кількість вагонів в складі поїзда, ваг;

$l_{ваг}$ – довжина вагону по осях автозчепів, м;

$l_{\text{лок}}$ – довжина поїзного локомотива, м;

a – допуск на неточність установки поїзду.

Кількість вагонів в складі поїзда розраховується як [58]:

$$m_c = \frac{Q_{\text{бр}}}{q_{\text{ср}}}. \quad (3.6)$$

Перевіримо розрахункову масу поїзда для кожної лінії по довжині приймально-відправних колій; при цьому згідно [58] прийнято $l_{\text{ваг}} = 15$ м, $l_{\text{лок}} = 33$ м, $a = 10$ м:

– лінія Л-Г:

$$m_c = \frac{3700}{72} = 51,4 \text{ ваг, приймається рівною } 51 \text{ ваг;}$$

$$L_{\text{к}} = 51 \cdot 15 + 33 + 10 = 808 \text{ м, } 808 \text{ м} < 1050 \text{ м;}$$

– лінія В-Л:

$$m_c = \frac{5800}{72} = 80,55 \text{ ваг, приймається рівною } 80 \text{ ваг;}$$

$$L_{\text{к}} = 80 \cdot 15 + 33 + 10 = 1243 \text{ м, } 1243 \text{ м} > 1050 \text{ м;}$$

– лінія Д-Л:

$$m_c = \frac{5600}{72} = 77,78 \text{ ваг, приймається рівною } 78 \text{ ваг;}$$

$$L_{\text{к}} = 78 \cdot 15 + 33 + 10 = 1213 \text{ м, } 1213 \text{ м} > 1050 \text{ м;}$$

– лінія Б-Л:

$$m_c = \frac{4100}{72} = 56,9 \text{ ваг, приймається рівною } 56 \text{ ваг;}$$

$$L_{\text{к}} = 56 \cdot 15 + 33 + 10 = 883 \text{ м, } 883 \text{ м} < 1050 \text{ м.}$$

Таким чином, на всіх лініях розрахункова маса поїзда задовольняє умові розміщення складу в межах корисної довжини приймально-відправної колії. При цьому в якості уніфікованої маси поїзда приймається найменша по дільницям розрахункова маса $Q_{\text{уніф}} = 3700 \text{ т}$ з кількістю вагонів у складі поїзда $m_{\text{в}} = 51 \text{ ваг.}$

3.5 Розрахунок середньодобового поїздопотоку станції

Кількість поїздів визначається за формулою:

$$N_{\text{п}} = \frac{n_{\text{в}}}{m_{\text{в}}}, \quad (3.7)$$

де $n_{\text{в}}$ – сумарний вантажний вагонопотік з окремого підходу, *вагонів*;

$m_{\text{в}}$ – розрахункова кількість *вагонів* в складі поїзда.

Наприклад, згідно табл. 3.2 через станцію Л з напрямку В на напрямок Д слідує 306 *ваг.* Тоді згідно формули (3.7) кількість транзитних поїздів складе:

$$N_{\text{п}}^{\text{В-Д}} = \frac{306}{51} = 6 \text{ поїздів.}$$

Аналогічно, на станцію Л з напрямку В надходить в розформування $n_{\text{п}}^{\text{В-Л}} = 670 \text{ ваг.}$ Кількість поїздів, що відповідає вказаному вагонопотоку становить:

$$N_{\text{п}}^{\text{В-Л}} = \frac{670 - 78 * 3}{51} = 8,54 \text{ поїздів.}$$

Приймається $N_{\text{п}}^{\text{В-Л}} = 12 \text{ поїздів}$, в т.ч. 8 дільничних, 3 довгосоставних та 1 збірний поїзда.

Результати розрахунку зведено до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Загальні розміри вантажних поїздопотоків станції Л

Із \ На	В	Д	Г	Б	Л		Всього прибуває
					в розф.	в т.ч. збірні	
В		6	2	1	12(3*)	1	21
Д	4		2	2	12(2*)	1	20
Г	2	3		1	8	2	14
Б	2	1	2		7	1	12

Л	в розформування	14	14	7	7	39(5*) 42	-	-
	в т.ч. збірні	2	2	1	2	-	5 7	-
Всього відправляється		22	24	13	11	-	-	67 70

Примітка:5* кількість довгосоставних поїздів, що прибувають у розформування.

3.6 Визначення потрібної пропускної спроможності прилеглих ділянок

Потрібна пропускна спроможність прилеглих до станції Л ліній визначається за формулою:

$$N = \alpha(N_{\text{ван}} + N_{\text{пас}}\varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)), \quad (3.8)$$

де α – коефіцієнт резерву пропускної спроможності;

$N_{\text{ван}}$ – число вантажних поїздів на даній лінії (з урахуванням збірних);

$N_{\text{пас}}, N_{\text{зб}}$ – відповідно число пасажирських і збірних поїздів на даній лінії;

$\varepsilon_{\text{пас}}, \varepsilon_{\text{зб}}$ – коефіцієнти зйому вантажних поїздів відповідно пасажирськими і збірними поїздами.

На основі даних таблиць 3.1 та 3.4 та прийнявши згідно [59] $\alpha = 1,2$; $\varepsilon_{\text{пас}} = 1,5$; $\varepsilon_{\text{зб}} = 2,0$, за формулою (3.8) розрахуємо потрібну пропускну спроможність прилеглих ліній:

$$N_{\text{В-Л}} = 1,20 \cdot (22 + 7 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 41,4 \text{ пар поїздів};$$

Приймається 41 пара поїздів;

$$N_{\text{Д-Л}} = 1,20 \cdot (24 + 7 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 43,8 \text{ пар поїздів};$$

Приймається 43 пари поїздів;

$$N_{\text{Г-Л}} = 1,20 \cdot (14 + 3 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 24,6 \text{ пар поїздів};$$

Приймається 25 пари поїздів;

$$N_{\text{Г-Л}} = 1,20 \cdot (12 + 3 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 22,2 \text{ пар поїздів};$$

Приймається 23 пари поїздів.

Згідно розрахованій потрібній пропускній спроможності прилеглих до станції Л ліній, обирається кількість головних колій і технічні засоби регулювання інтервалів між поїздами для цих ліній, результати зведені до таблиці 3.5. При цьому існуюче обладнання примикаючих ліній прийнято згідно Додатку А.

Таблиця 3.5 – Потрібна кількість головних колій на лініях примикання та їх технічне оснащення

Лінія	Кількість головних колій		Пристрої СЦБ	
	існуюча	потрібна	існуючі	потрібні
В-Л	2	1 (з двоколійними вставками)	АБ	ДЦ
Д-Л	2	1 (з двоколійними вставками)	АБ	ДЦ
Г-Л	1	1	АБ	АБ
Б-Л	1	1	АБ	АБ

Оскільки кількість головних колій на лініях примикання відповідає чи перевищує фактичну, то реконструкція головних колій не потрібна.

Таким чином, у даному розділі було визначено розрахункові обсяги роботи сортувальної станції Л, в т. ч.:

- маса вантажного поїзда – 3700 т;
- кількість вагонів у складі вантажного поїзда – 51 ваг; кількість вагонів у складі довгосоставного вантажного поїзда – 78 ваг.
- кількість поїздів, що прибувають на станцію Л у розформування – 39 поїздів, в т.ч. 5 збірних, 5 поїздів довгосоставних;
- кількість поїздів свого формування – 42 поїздів, в т.ч. 7 збірних;

За результатами розрахунків побудовано діаграми вагоно- та поїздо-потоків сортувальної станції Л.

4 ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

4.1 Спеціалізація парків та обсяги їх роботи

Спеціалізація парків сортувальної станції Л розроблена з використанням даних, наведених в розділі 3.2 **Ошибка! Источник ссылки не найден.** та в таблиці 3.4. Вказана спеціалізація представлена у вигляді таблиці поїздообороту (таблиця 4.1). В даній таблиці поряд з кількістю поїздів в дужках вказано парк прийому (відправлення) поїздів. Слід зазначити, що відповідно до розділу 3.2 у всіх транзитних поїздів виконується зміна локомотива.

Таблиця 4.1 – Поїздооборот сортувальної станції Л

Із	На	В	Д	Г	Б	Л		Всього прибуває
						Разом	в т.ч. збірні	
	В		6(ТР-1)	2(ТР-1)	1(ТР-1)	12(3*) (П)	1	21
	Д	4(ТР-2)		2(ТР-2)	2(ТР-2)	12(2*) (П)	1	20
	Г	2(ТР-1)	3(ТР-1)		1(ТР-1)	8 (П)	2	14
	Б	2(ТР-2)	1(ТР-2)	2(ТР-2)		7 (П)	1	12
Л	Разом	14 (О)	14 (О)	7 (О)	7 (О)	39 42	-	-
	в т.ч. збірні	2	2	1	2	-	5 7	-
Всього відправляється		22	24	13	11	-	-	67 70

4.2 Технологія роботи з поїздами, що прибувають у розформування

Поїзди, що надходять на станцію Л в розформування, приймаються на колії парку прийому П. При цьому для забезпечення паралельності виконання технологічних операцій, поїзда, що надходять в парк П з напрямків В та Г доцільно примати на колії 11, 13, 14, з напрямків Д та Б – на колії 15, 16. На колії 16, 17 слід приймати довгосоставні поїзди з В та Д відповідно. Колію 12 доцільно використовувати для виконання заїзду гіркових локомотивів за складами, що підлягають розформуванню. Тривалість прийому поїзда в парк з усіх напрямків згідно Додатку А становить $t_{\text{пр}} = 6,7$ хв.

Поїзди, що прибули у парк, закріплюють гальмівними башмаками. Тривалість даної операції згідно Додатку А становить $t_6 = 2,0$ хв. Закріплення поїздів виконує сигналіст, який по закінченні даної операції безпосередньо повідомляє ДСП.

Після доповіді сигналіста про закріплення ДСП дає дозвіл локомотивній бригаді на відчеплення локомотива від складу. Після відчеплення та прибирання локомотива виконується огороження складу.

Огороження складів виконується дистанційно. Здійснивши огороження, оператор ПТО повідомляє про це по двосторонньому парковому зв'язку всіх працівників, що причетні до технічного і комерційного огляду. Під час технічного огляду бригада ПТО виконує огляд складу з метою виявлення несправних вагонів і при необхідності може здійснювати безвідчипний ремонт.

В парку II технічне обслуговування складів виконується 1 бригадою ПТО. Тривалість вказаної операції розраховується за формулою [59]:

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau \cdot m}{k_{\text{гр}}} + a, \quad (4.1)$$

де $k_{\text{гр}}$ – число груп у бригаді;

τ – середня тривалість технічного огляду одного вагона, год;

m – кількість вагонів у поїзді;

a – тривалість підготовчо-заклучних операцій, год.

При обробці поїздів одною бригадою завантаження бригади визначається за формулою [59]:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{N^{36} \cdot t_{\text{то}}^{36} + N^{nd} \cdot t_{\text{то}}^{nd}}{1440}, \quad (4.2)$$

де N – кількість поїздів, що прибувають у даний парк.

Згідно [60] прийнято $\tau = 0,016$ год; $a = 0,04$ год.

Визначимо тривалість технічного обслуговування складу бригадою ПТО при $k_{\text{гр}} = 1$ група:

$$t_{\text{то}}^{36} = \frac{0,016 \cdot 51}{1} + 0,04 = 0,856 \text{ год, або } 51,36 \text{ хв};$$

Згідно табл. 4.1 в парку П обслуговується $N = 39$ поїздів (з них 5 поїздів довго-составних), тоді завантаження бригади ПТО становитиме:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{34 \cdot 51,36 + 5 \cdot 77,28}{1440} = 1,481.$$

Як видно, завантаження бригади ПТО перевищує допустиму норму ($\Psi_{\text{бр}} > 1$).

В цьому зв'язку виконаємо розрахунки для $k_{\text{гр}} = 2$ групи:

$$t_{\text{то}}^{\text{зг}} = \frac{0,016 \cdot 51}{2} + 0,04 = 0,448 \text{ год, або } 26,88 \text{ хв};$$

$$t_{\text{то}}^{\text{нд}} = \frac{0,016 \cdot 78}{2} + 0,04 = 0,664 \text{ год, або } 39,84 \text{ хв};$$

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{34 \cdot 26,88 + 5 \cdot 39,84}{1440} = 0,773.$$

При $k_{\text{гр}} = 2$ групи завантаження бригади ПТО знаходиться на межі допустимого значення. Таким чином приймається, що в парку П состави обслуговує одна бригада ПТО, яка складається з двох груп; при цьому тривалість технічного обслуговування становитиме $t_{\text{то}}^{\text{зг}} = 26,9$ хв., $t_{\text{то}}^{\text{нд}} = 39,84$ хв.

Комерційний огляд составу виконує бригада ПКО, яка перевіряє вагони на наявність порушень у правильності навантаження і фактів розкрадання чи доступу до вантажу. По закінченні технічного і комерційного огляду працівники ПТО і ПКО доповідають по двосторонньому парковому зв'язку оператору ПТО про закінчення робіт, після чого старший оглядач дає вказівку оператору ПТО про зняття огороження на даній колії і повідомлення про це ДСП.

4.2.1 Технологічний графік обробки нормального поїзда.

Технологічний графік обробки поїзда, що прибув в розформування представлено на рисунку 4.1

Операція	до при- буття	час, хв.					виконавець
		0	10	20	30	40	
Отримання від поїзного диспетчера повідомлення про номер і час прибуття поїзда	■						черговий по станції
Повідомлення працівників про номер поїзда і номер колії прийому	■						черговий по станції
Приєм поїзда	■						поїзний локомотив
Закріплення состава	2	■					сигналіст
Відчеплення поїзного локомотива	2	■					локомотивна бригада
Технічний огляд состава	27		■				бригада ПТО
Комерційний огляд состава	27		■				бригада ПКО
Загальний час	31		■				

Рисунок 4.1 – Графік обробки поїзда, що надійшов у розформування

4.2.2 Технологічний графік обробки довгосоставного поїзда

В дипломній роботі розглядаються наступні два варіанти технології роботи з довгосоставними поїздами, що надходять у розформування.

Перший варіант передбачає прийом довгосоставних поїздів з В, Д на існуючі колії 16, 17 парку П відповідно. Корисна довжина вказаних колій є недостатньою для розміщення всього составу таких поїздів у її межах; при цьому частина вагонів буде розміщуватись за межами колій на стрілочних переводах (СП) 131, 133 та 113. Це унеможливорює прийом поїздів у розформування з В, Г на колії 15,16 та не дозволяє проводити маневрові пересування за маршрутами, що включають зайняті СП.

Після прибуття довгосоставного поїзда сигналістом парку П виконується закріплення основної частини составу, що розташовується в межах корисної довжини колії. Після доповіді сигналіста про закріплення черговий по станції (ДСП) дає дозвіл локомотивній бригаді на відчеплення поїзного локомотива від составу та готує маршрут його прибирання з колії прийому.

Для звільнення СП 131, 133 та 113, зайнятих вагонами довгосоставного поїзду, необхідно маневровим локомотивом з використанням локомотивного тупика 19 заїхати у хвостову частину складу та з'єднатися з ним. Складач проходить від маневрового локомотива вздовж групи вагонів, що підлягає відчепленню та відпускає гальма. Після відчеплення вказаної групи вагонів складач доповідає ДСП. Черговий по станції готує маршрут та дає команду на перестановку групи вагонів на вільну колію парку П. При цьому витягування вказаної групи вагонів може здійснюватись у напрямку тупика 19 або головної колії III з додержанням умов забезпечення безпеки руху. Після перестановки група вагонів закріплюється сигналістом парку П.

Тривалість операцій з перестановки вказаної групи вагонів прийнята згідно Додатку А та становить:

- Заїзд маневрового локомотива 4,9 хв;
- Відчеплення групи вагонів 15 хв;
- Перестановка 8 хв.

Технологічний графік обробки за першим варіантом довгосоставного поїзда, що прибув в розформування представлено на рисунку 4.1 4.2

Операція	до при- буття	час, хв.										виконавець
		0	10	20	30	40	50	60	70	80		
Отримання від поїзного диспетчера повідомлення про номер і час прибуття поїзда		■										черговий по станції
Повідомлення працівників про номер поїзда і номер колії прийому		■										черговий по станції
Прийом поїзда		■										поїзний локомотив
Закріплення состава	2	■										сигналіст
Відчеплення поїзного локомотива	2	■										локомотивна бригада
Заїзд маневрового локомотива	5	■										Машиніст локомотиву
Відчеплення вагонів	15		■	■	■							Складач поїздів
Перестановка групи вагонів	8				■	■						складач
Закріплення состава	2					■						сигналіст
Технічний огляд состава	40						■	■	■	■		бригада ПТО
Комерційний огляд состава	40						■	■	■	■		бригада ПКО
Загальний час	72		■	■	■	■	■	■	■	■		

Рисунок 4.2 – Графік обробки довгосоставного поїзда, що надійшов у розформування за першим варіантом

Другий варіант передбачає збільшення корисної довжини колій 16, 17 парку П для розміщення довгосоставних поїздів з В та Д. В цьому випадку технологія прийому та обробки довгосоставного поїзда не відрізняється від технології прийому та обробки поїзда нормальної довжини, крім відповідного збільшення часу на технічний та комерційний огляд состава.

Технологічний графік обробки за другим варіантом довгосоставного поїзда, що прибув в розформування представлено на рисунку 4.14.3

Операція	до при- буття	час, хв.					виконавець
		0	10	20	30	40	
Отримання від поїзного диспетчера повідомлення про номер і час прибуття поїзда	■						черговий по станції
Повідомлення працівників про номер поїзда і номер колії прийому	■						черговий по станції
Приєм поїзда	■						поїзний локомотив
Закріплення состава	2	■					сигналіст
Відчеплення поїзного локомотива	2	■					локомотивна бригада
Технічний огляд состава	40		■				бригада ПТО
Комерційний огляд состава	40		■				бригада ПКО
Загальний час	44		■				

Рисунок 4.3 – Графік обробки довгосоставного поїзда, що надійшов у розформування за другим варіантом

4.3 Технологія розформування составів на сортувальній гірці

Керуючись інформацією про підхід поїздів, розміченими телеграмами-натурними листами (ТГНЛ), наявністю вагонів на коліях сортувального парку і планом відправлення поїздів, маневровий диспетчер (ДСЦ) установлює черговість розформування поїздів з урахуванням найшвидшого накопичення вагонів і формування поїздів з метою зменшення простою вагонів на станції. ДСЦ дає вказівки причетним працівникам про послідовність розпуску, змінах у сортувальному листі, спеціалізації сортувальних колій і ін.

Процес розформування составів через сортувальну гірку складається з наступних операцій (тривалість прийнято згідно Додатку А):

- заїзд гірочного локомотива за составом – $t_3 = 4,9$ хв; $t_3^{пл} = 4,9$ хв;
- зняття гальмових башмаків – $t_6 = 2,0$ хв;
- насув составу на гірку – $t_n^{зб} = 6,0$ хв; $t_n^{пл} = 11,0$ хв
- розпуск состава – $t_p^{зб} = 9,4$ хв; $t_p^{пл} = 14,4$ хв

– осаджування вагонів на коліях сортувального парку – $t_{oc} = 3,1$ хв.

ДСП готує маршрут заїзду гірчного локомотива під состав і маршрут насуву його на гірку за вказівкою ДСЦ. Заїзд гірчного локомотива за составом виконується через локомотивний тупик 18, що розташований у непарній горловині парку П. ДСПГ, у свою чергу, попереджає працівників парку прийому про насув поїзда і дає команду машиністу гірчного локомотива. Перед безпосереднім початком розформування составу ДСПГ повинний переконатися в готовності всіх причетних до розпуску працівників.

Під час розпуску составу ДСЦ, ДСПГ, оператори паркових гальмівних позицій та бригада складачів гірки користуються сортувальним листком.

Розчеплення вагонів на горбу гірці виконує складальна бригада. При неможливості розчеплення вагонів, складальна бригада припиняє роботу, повідомляє ДСЦ про несправність і за його вказівкою розчіплює на один вагон більше. Відчеплена група направляється на одну з колій сортувального парку. Дана несправність усувається працівниками ПТО чи працівниками пункту відчіпного ремонту вагонів після перестановки.

Основним показником, що характеризує тривалість розформування составів на сортувальній гірці є гірковий технологічний інтервал t_r . При одному гірковому локомотиві всі операції з розформування составів виконуються послідовно, тому величина гіркового інтервалу становитиме:

$$t_r = 4,9 + 2,0 + 6,0 + 9,4 + 3,1 = 25,4 \text{ хв.}$$

Якщо виконувати розформування довгосоставного составу, то тривалість виконання насуву та розпуску збільшиться, відповідно і збільшиться величина гіркового інтервалу, що становитиме:

$$t_r = 4,9 + 2,0 + 11,0 + 14,4 + 3,1 = 35,4 \text{ хв.}$$

Завантаження сортувальної гірки при цьому складе:

$$\psi_r = \frac{34 \cdot 25,4 + 5 \cdot 35,4}{1440} = 0,72.$$

Для визначення гірочного інтервалу при роботі на гірці 2-х локомотивів необхідне складання технологічного графіка, також врахувати, що у розформування прибувають довгосоставні поїзди. За першим варіантом поїзд буде поділено на дві частини та його графік обробки буде аналогічним до графіка обробки нормального поїзда. За другим варіантом, коли будуть проводити розформування состава з 78 вагонів, графік обробки зміниться, через збільшення тривалості виконання операцій (див. рисунок 4.4 та див. рисунок 4.5 для довгосоставних составів).

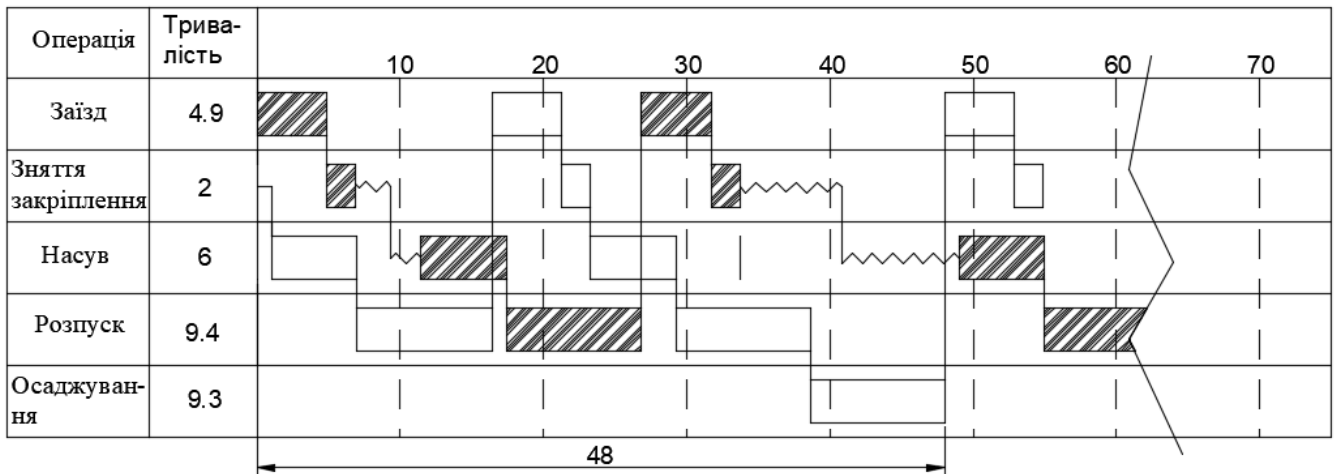


Рисунок 4.4 – Графік обробки нормального поїзда, що надійшов у розформування

Як видно з рисунку, гірочний цикл складає $T_{\text{ц}} = 48$ хв. Тоді гірочний інтервал складе:

$$t_{\text{г}} = \frac{48}{3} = 16 \text{ хв.}$$

Технологічний графік обробки довгосоставного поїзда рисунок 4.5

Як видно з рисунку 4.4, гірочний цикл складає $T_{\text{ц}} = 68$ хв. Тоді гірочний інтервал складе:

$$t_{\text{г}} = \frac{68}{3} = 22,7 \text{ хв.}$$

Тоді завантаження гірки становитиме:

$$\psi_{\text{г}} = \frac{34 \cdot 16 + 5 \cdot 22,7}{1440} = 0,46.$$

Прийнято, що розформування на гірці виконується двома локомотивами.

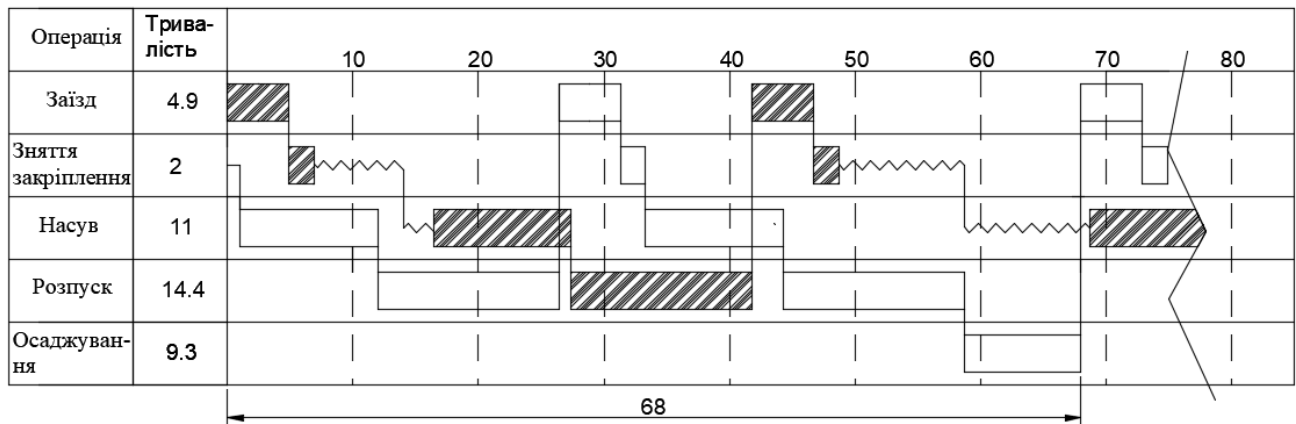


Рисунок 4.5 – Графік обробки довгосоставного поїзда, що надійшов у розформування

4.4 Технологія роботи з поїздами свого формування

По закінченні процесу накопичення вагонів на сортувальній колії, з составом виконується операція закінчення формування. Тривалість закінчення формування одногрупних поїздів розраховується за формулою [59]:

$$T_{зф} = T_{ПТЕ} + T_{підт}, \quad (4.3)$$

де $T_{ПТЕ}$ – час, необхідний на розставлення вагонів в поїзді у відповідності з вимогами ПТЕ, хв;

$T_{підт}$ – норма часу на підтягування состава, хв.

Час, необхідний на розставлення вагонів в поїзді у відповідності з вимогами ПТЕ, розраховується за формулою [59]:

$$T_{ПТЕ} = B + E \cdot m_{\phi}, \quad (4.4)$$

де B, E – нормативні коефіцієнти.

Норма часу на підтягування состава розраховується за формулою [Ошибка! Источник ссылки не найден.]:

$$T_{підт} = 0,08 \cdot m_{\phi}. \quad (4.5)$$

де m_{ϕ} – кількість вагонів, що розташовані на коліях формування.

Формування поїзда, накопиченого на одній колії, складається з сортування вагонів на кінцях колій і збирання состава на колії формування, і розраховується за формулою [59]:

$$T_{\text{зф}} = T_{\text{с}} + T_{\text{зб}}, \quad (4.6)$$

де $T_{\text{с}}$ – час на сортування вагонів, *хв*;

$T_{\text{зб}}$ – час на збирання вагонів на коліях формування, *хв*.

Тривалість сортування вагонів визначається за формулою [59]:

$$T_{\text{с}} = A \cdot g + B \cdot m, \quad (4.7)$$

де A , B – нормативні коефіцієнти;

g – кількість відчепів в составі.

Час на збирання вагонів визначається за формулою [59]:

$$T_{\text{зб}} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{\text{зб}}, \quad (4.8)$$

де p – кількість груп, які збираються на колії формування;

$m_{\text{зб}}$ – кількість вагонів, які збираються в групах.

Таким чином, тривалість закінчення формування становитиме:

– для одnogрупних поїздів (згідно [59] прийнято $B = 0,8$; $E = 0,05$)

$$T_{\text{ПТЕ}} = 0,8 + 0,05 \cdot 51 = 3,35 \text{ хв}; \quad T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot 51 = 4,1 \text{ хв}; \quad \text{отже } T_{\text{зф}}^{\text{од}} = 3,35 + 4,1 = 7,45 \text{ хв}.$$

– для збірних поїздів (згідно [59] прийнято $A = 0,81$; $E = 0,4$)

$$T_{\text{с}} = 0,81 \cdot 8 + 0,4 \cdot 30 = 18,5 \text{ хв}; \quad T_{\text{зб}} = 1,8 \cdot 5 + 0,3 \cdot 10 = 12 \text{ хв}; \quad \text{отже } T_{\text{зф}}^{\text{зб}} = 18,5 + 12 = 30,5 \text{ хв}.$$

Після закінчення формування состав переставляється маневровим локомотивом у парк відправлення O . В залежності від напрямку відправлення поїзду перестановка виконується у верхню або нижню частину парку Π : якщо поїзд сформований на напрямки B чи D , то він переставляється у парк O на колії 41, 43, 45, в іншому випадку (на напрямки V чи Γ) – на колії № 42, 44, 46.

Після перестановки состав закріплюється та, після відчеплення маневрового локомотива, огорожується для виконання технічного обслуговування. В парку О виконується обслуговування поїздів свого формування в кількості $N_{сф} = 42$ поїздів. Тривалість технічного обслуговування розраховується за формулою:

$$t_{то} = \frac{\tau \cdot m}{k_{гр}} + \alpha \cdot t_{рем} + a; \quad (4.9)$$

де: α – частка составів, що вимагають трудомісткого безвідчіпного ремонту;

$t_{рем}$ – середня тривалість безвідчіпного ремонту вагонів, що припадає на один состав, год.

Згідно [Ошибка! Источник ссылки не найден.] прийнято $\tau = 0,016$ год; $a = 0,04$ год; $\alpha = 0,2$ год; $t_{рем} = 0,2$ год. Визначимо тривалість технічного обслуговування бригадою ПТО при $k_{гр} = 1$ група:

$$t_{то} = \frac{0,016 \cdot 51}{1} + 0,2 \cdot 0,2 + 0,04 = 0,9 \text{ год, або } 54 \text{ хв};$$

Тоді завантаження бригад ПТО в парках становитиме:

$$\Psi_{бр} = \frac{42 \cdot 54}{1440} = 1,58.$$

Як видно завантаження бригади ПТО перевищує допустиму норму. Виконаємо розрахунки для $k_{гр} = 2$ групи:

$$t_{то} = \frac{0,016 \cdot 51}{2} + 0,2 \cdot 0,2 + 0,04 = 0,50 \text{ год, або } 30,0 \text{ хв}; \quad \Psi_{бр} = \frac{42 \cdot 30}{1440} = 0,87.$$

Як видно, завантаження бригади ПТО при $k_{гр} = 2$ групи знаходиться в межах допустимої величини. Таким чином приймається, що в парку О для обслуговування составів використовується одна бригада ПТО з двома групами; при цьому тривалість технічного обслуговування становитиме $t_{то} = 30,0$ хв.

Після закінчення технічного і комерційного обслуговування поїзда про це сповіщає оператор ПТО, який доповідає ДСП про готовність поїзда. Оператор ПТО зні-

має огороження і на колію під состав подається поїзний локомотив після чого виконується випробування автогальм. Після одержання локомотивною бригадою перевізних документів ДСП може відправити поїзд. Згідно Додатку А тривалість відправлення $t_{\text{відп}}$ складає 3 хв. Технологічний графік обробки поїзда свого формування представлено на рисунку 4.6.

Операція	тривалість, хв.	час, хв.						виконавець
		10	20	30	40	50	60	
Перестановка состава в приймально-відправний парк	█							маневровий локомотив
Закріплення состава	2 █							сигналіст
Відчеплення маневрового локомотиву	2 █							локомотивна бригада
Технічний огляд	30 █							бригада ПТО
Комерційний огляд	30 █							бригада ПКО
Зняття закріплення	2 █							локомотивна бригада
Причеплення поїзного локомотиву	2 █							сигналіст
Проба автогальм	10 █							бригада автоматників
Відправлення поїзду	3 █							поїзний локомотив
Загальний час	51 █							

Рисунок 4.6 – Графік обробки поїзда свого формування

4.5 Технологія роботи з транзитними поїздами

Транзитні поїзди, що прибувають з напрямку В та Г приймаються у транзитний парк ТР-1, а поїзди, що прибувають з напрямків Д та Б – на колії транзитного парку ТР-2.

До прибуття транзитного поїзда ДСП одержує від поїзного диспетчера інформацію про номер, індекс поїзда, очікуваному часі прибуття, станції призначення, а також інших особливих умовах подальшого проходження.

ДСП по двосторонньому парковому зв'язку чи по телефону сповіщає чергового по локомотивному депо, працівників технічної контори, ПТО і ПКО про прибуття поїзда з указівкою часу і колії прибуття.

Після прибуття поїзда його состав закріплюється, відчеплюється поїзний локомотив та здійснюється огороження для виконання ТО. В кожному транзитному парку для технічного обслуговування составів мається по одній бригаді ПТО. Тривалість технічного обслуговування розраховується за формулою (4.9); при цьому згідно [60] прийнято $\tau = 0,016 \text{ год}$; $a = 0,04 \text{ год}$; $\alpha = 0,2 \text{ год}$; $t_{\text{рем}} = 0,2 \text{ год}$. Визначимо тривалість технічного обслуговування составу бригадою ПТО при $k_{\text{гр}} = 1 \text{ група}$:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,016 \cdot 51}{1} + 0,2 \cdot 0,2 + 0,04 = 0,90 \text{ год}, \text{ або } 54 \text{ хв.}$$

Тоді завантаження бригад ПТО в парках становитиме:

– для парку ТР-1

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{15 \cdot 54}{1440} = 0,56;$$

– для парку ТР-2

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{13 \cdot 54}{1440} = 0,49.$$

Як видно, завантаження бригади ПТО в обох транзитних парках знаходиться в межах допустимої величини. Таким чином приймається, що в парках ТР-1 та ТР-2 для обслуговування составів використовується по одній бригаді ПТО з одною групою; при цьому тривалість технічного обслуговування становитиме $t_{\text{то}} = 54 \text{ хв}$.

Причеплення поїзного локомотива до поїзда виконується не пізніше чим за 10 хв до відправлення поїзда. Після цього оглядачі-автоматники роблять випробування автогальм, заповнюють довідку про гальма і вручають її машиністу локомотива. Перед відправленням поїзда ДСП повинний переконатися в готовності поїзда в технічному і комерційному відношенні, наявності на локомотиві документів і попередження. Відправити поїзд ДСП може тільки з дозволу ДНЦ. Технологічний графік обробки транзитного поїзда представлено на рисунку 4.7).

Операція	тривалість, хв.	час, хв.									виконавець
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Прийом поїзда на відповідну колію	■										ДСП, лок. бригада
Закріплення состава	2	■									сигналіст
Відчеплення поїзного локомотиву	2	■									локомотивна бригада
Технічний огляд	54		■	■	■	■	■	■	■	■	бригада ПТО
Комерційний огляд	54		■	■	■	■	■	■	■	■	бригада ПКО
Причеплення поїзного локомотиву	2								■		локомотивна бригада
Проба автогальм	10							■	■		сигналіст
Зняття закріплення	2								■		бригада автоматників
Відправлення поїзду	3								■		ДСП, лок. бригада
Загальний час	75		■	■	■	■	■	■	■	■	

Рисунок 4.7 – Графік обробки транзитного поїзда

4.6 Технологія роботи з пасажирськими поїздами

Непарні пасажирські дальні поїзди проходять сортувальну станцію Л без зупинки по головній колії І в обхід транзитного парку ТР-1, сортувального парку С та парку відправлення О. Парні пасажирські дальні поїзди також проходять сортувальну станцію Л без зупинки по головній колії ІІ.

Приміські поїзди на станції Л мають короткочасну зупинку для посадки та висадки пасажирів, що виконується на низьких пасажирських платформах, які розташовані біля головних колій І та ІІ в районі парку ТР-1 та ЛГ. Після виконання посадки-висадки пасажирів, приміські пасажирські поїзди прямують далі маршрутами, аналогічними маршрутам дальніх пасажирських поїздів.

4.7 Технологія роботи з місцевими вагонами

Сортувальна станція Л виконує обслуговування під'їзної колії ЗБВ підприємств, що примикає до неї в непарній горловині парку О. Вагони, призначенням на під'їзну колію прибувають в складах поїздів, що надходять в розформування.

Після накопичення на колії сортувального парку С на витяжній колії, в разі потреби, може бути виконане додаткове сортування вагонів з метою їх підбору за вантажними фронтами колії ЗБВ. Після підбирання вагони переставляються в парк О, звідки після випробування автогальм подаються маневровим локомотивом підприємства на під'їзну колію.

Після повернення подачі місцевих вагонів до станції Л вони потрапляють у парк П. Далі подача розформовується через сортувальну гірку на колії парку С за призначеннями вагонів згідно плану формування поїздів.

5 РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ ПАРКІВ СТАНЦІЇ Л

Колійний розвиток парків повинен відповідати розрахунковим обсягам роботи станції і забезпечувати найменші простоя поїздів, пов'язані з відсутністю вільних колій для приймання. Існуючий колійний розвиток включає: в парку прийому П – 7 колій, в сортувальному парку С – 23 колій, в транзитних парках ТР-1 та ТР-2 – по 4 колій. В даному розділі виконано перевірку відповідності колійного розвитку парків розрахунковим обсягам поїзної та маневрової роботи.

5.1 Потрібна кількість колій в парку прийому П

В парк прийому П прибувають поїзди в розформування з усіх прилеглих до станції напрямків. Кількість колій, що необхідна в парку прийому визначається за формулою [59]:

$$П = 0,01 \cdot N_p + n_{оч}^c + n_{оч}^p + f \cdot \sqrt{(n_{оч}^c)^2 + (n_{оч}^p + \Delta)^2}, \quad (5.1)$$

де N_p – число поїздів, що прибуває в розформування;

$n_{оч}^c$ – середня кількість составів, що знаходяться в парку в очікуванні і в процесі технічного огляду;

$n_{оч}^p$ – середня кількість составів, що знаходяться в парку прийому в очікуванні розформування;

f – кількість середніх квадратичних відхилень кількості составів, що одночасно знаходяться в парку, від середнього значення цього числа составів;

Δ – параметр, що залежить від коефіцієнтів варіації інтервалів між моментами надходження составів в систему $v_{вх}$, коефіцієнта варіації тривалості обслуговування $v_{об}$ і завантаження системи Ψ .

Середнє число составів, що знаходяться в парку в очікуванні і в процесі технічного огляду визначається за формулою [59]:

$$n_{оч}^c = n_{оч}^{то} + \Psi_{бр}, \quad (5.2)$$

де $n_{оч}^{то}$ – середнє число составів, що знаходяться в очікуванні технічного огляду;

$\Psi_{\text{бр}}$ – завантаження бригади ПТО.

Згідно розрахункам, проведеним в п 4.2, в парку П обслуговується $N_p = 39$ поїздів, огляд здійснює одна бригада ПТО з двома групами, коефіцієнт завантаження якої складає $\Psi_{\text{бр}} = 0,773$; при цьому час на обробку одного составу складає: $t_{\text{то}}^{3\text{б}} \approx 27$ хв., $t_{\text{то}}^{\text{нд}} \approx 40$ хв.

При вказаному завантаженні середнє число составів, що знаходяться в очікуванні технічного огляду, визначається за формулою [59]:

$$n_{\text{оч}}^{\text{то}} = (1,16v_{\text{вх}}^2 + 0,81v_{\text{то}}^2 - 0,35 + \varepsilon) + (2,58v_{\text{вх}}^2 + 3,23v_{\text{то}}^2 + 0,75)(\Psi - 0,7), \quad (5.3)$$

де $v_{\text{то}}$ – коефіцієнт варіації тривалості технічного огляду составів бригадою ПТО, згідно рекомендаціям;

$v_{\text{вх}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами прибуття поїздів в парк прийому;

ε – коефіцієнт, що залежить від коефіцієнта варіації інтервалів між моментами прибуття поїздів в парк прийому.

Згідно [59] прийнято $v_{\text{вх}} = 0,8$; $v_{\text{то}} = 0,3$; $\varepsilon = 0,06$. Тоді величина черги в очікуванні обслуговування складе:

$$\begin{aligned} n_{\text{оч}}^{\text{то}} &= (1,16 \cdot 0,8^2 + 0,81 \cdot 0,3^2 - 0,35 + 0,06) + \\ &+ (2,58 \cdot 0,8^2 + 3,23 \cdot 0,3^2 + 0,75)(0,773 - 0,7) = 0,722 \text{ сост.} \end{aligned}$$

Загальна кількість вимог, що знаходиться в очікуванні та під обслуговуванням визначається за формулою (5.2) та складає:

$$n_{\text{оч}}^{\text{с}} = 0,722 + 0,773 = 1,495 \text{ сост.}$$

Згідно розрахункам, проведеним в п. 4.3, завантаження гірки складає $\Psi_{\text{г}} = 0,54$. При вказаному завантаженні середнє число составів, що знаходяться в парку прийому в очікуванні розформовування визначається за формулою [59]:

$$n_{\text{оч}}^{\text{п}} = \frac{\Psi_{\text{г}} \cdot (1 + v_{\text{г}}^2) + v_{\text{вх.г}}^2 - 1}{2 \cdot (\Psi_{\text{г}}^{-1} - 1)} + \varepsilon, \quad (5.4)$$

де $\Psi_{\text{г}}$ – коефіцієнт завантаження сортувальної гірки;

v_{Γ} – коефіцієнт варіації гірочного інтервалу;

$v_{\text{ВХ.}\Gamma}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами надходження составів на сортувальну гірку.

Коефіцієнт варіації інтервалів між моментами надходження составів на гірку визначається за формулою [59]:

$$v_{\text{ВХ.}\Gamma} = v_{\text{ВХ}} - 0,5(v_{\text{ВХ}} - v_{\text{ТО}}) \cdot \Psi_{\text{бр}}^{2v_{\text{ВХ}}}, \quad (5.5)$$

Маємо:

$$v_{\text{ВХ.}\Gamma} = 0,8 - 0,5(0,8 - 0,3) \cdot 0,773^{2 \cdot 0,8} = 0,63$$

Згідно [59] прийнято $\varepsilon = 0,1$; $v_{\Gamma} = 0,35$. Тоді розрахуємо $n_{\text{оч}}^{\text{р}}$ складе:

$$n_{\text{оч}}^{\text{р}} = \frac{0,54 \cdot (1 + 0,35^2) + 0,63^2 - 1}{2 \cdot (0,54^{-1} - 1)} + 0,1 = 0,102 \text{ поїздів.}$$

Згідно [59] прийнято $\Delta = 0,3$; $f = 2$. Тоді кількість колій в парку прийому складатиме:

$$П = 0,01 \cdot 39 + 1,495 + 0,102 + 2 \cdot \sqrt{1,495^2 + (0,102 + 0,3)^2} = 5,1 \text{ колій.}$$

Приймаємо 6 колій. З урахуванням однієї ходової колії для гіркового локомотива, в парку прийому потрібно мати 7 колій. Наявна кількість колій в парку П відповідає потрібній кількості колій.

5.2 Потрібна кількість колій в парках ТР-1 та ТР-2

Транзитні парки за характером роботи є прийнятно-відправними. Необхідна кількість колій в прийнятно-відправному парку може бути визначена за наступною формулою [59]:

$$\Pi = 0,015 \cdot (N_{\text{тр}} + N_{\text{сф}}) + n_{\text{с}}^{\text{обр}} + n_{\text{оч}}^{\text{л}} + \sum_{i=1}^d n_{\text{оч}}^{\text{від}} +$$

$$+ 1,5 \sqrt{(n_{\text{с}}^{\text{обр}})^2 + (n_{\text{оч}}^{\text{л}} + 0,5)^2 + \sum_{i=1}^d (n_{\text{оч}}^{\text{від}} + 0,5)_i^2}, \quad (5.6)$$

де $N_{\text{сф}}$ – кількість поїздів свого формування;

$N_{\text{тр}}$ – кількість транзитних поїздів;

d – число напрямків, на яке здійснюється відправлення поїздів з парку;

$n_{\text{оч}}^{\text{л}}$ – середнє число составів в очікуванні причеплення локомотива;

$n_{\text{оч}}^{\text{від}}$ – середнє число поїздів в очікуванні відправлення;

$n_{\text{с}}^{\text{обр}}$ – середнє число составів в очікуванні обробки.

Згідно розрахунків, проведених в п. 4.5 в кожному транзитному парку обслуговування здійснюється одною бригадою ПТО; при цьому завантаження бригад складає для ТР-1 – $\Psi_{\text{бр}} = 0,56$, для парку ТР-2 – $\Psi_{\text{бр}} = 0,49$. При вказаному завантаженні середнє число составів в очікуванні обробки може бути визначено за формулою:

$$n_{\text{оч}}^{\text{то}} = \frac{\Psi_{\text{бр}} (1 + v_{\text{то}}^2) + v_{\text{вх}}^2 - 1}{2(\Psi_{\text{бр}}^{-1} - 1)} + \varepsilon. \quad (5.7)$$

Згідно [59] прийнято $v_{\text{вх}} = 0,8$; $v_{\text{то}} = 0,3$; $\varepsilon = 0,06$. Розрахуємо середнє число составів в очікуванні обробки в транзитних парках:

– парк ТР-1

$$n_{\text{с}}^{\text{обр}} = \frac{0,56(1 + 0,3^2) + 0,8^2 - 1}{2(0,56^{-1} - 1)} + 0,06 = 0,219 \text{ cost};$$

– парк ТР-2

$$n_{\text{с}}^{\text{обр}} = \frac{0,49(1 + 0,3^2) + 0,8^2 - 1}{2(0,49^{-1} - 1)} + 0,06 = 0,144 \text{ cost}.$$

Загальна кількість вимог, що знаходиться в очікуванні та під обслуговуванням визначається за формулою (5.2) та складає:

- парк ТР-1

$$n_{\text{обр}}^c = 0,219 + 0,56 = 0,779 \text{ сост};$$

- парк ТР-2

$$n_{\text{обр}}^c = 0,144 + 0,49 = 0,634 \text{ сост.}$$

Згідно п. 4.1 у всіх транзитних поїздів, що прибувають на станцію Л, виконується зміна локомотивів. Завантаження поїзного локомотива згідно рекомендацій [59] приймається $\Psi_{\text{л}} = 0,75$. Для вказаного завантаження середнє число составів, що знаходяться в очікуванні причеплення поїзного локомотива визначається за формулою:

$$n_{\text{оч}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot v_{\text{гот}} + 0,81 \cdot v_{\text{л}}^2 - 0,35 + \varepsilon) + (2,58 \cdot v_{\text{гот}}^2 + 3,23 \cdot v_{\text{л}}^2 + 0,75)(\Psi_{\text{л}} - 0,7) \quad (5.8)$$

де $v_{\text{гот}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами завершення технічного огляду составів;

$v_{\text{л}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами готовності локомотивів для подачі їх до составів поїздів.

Величина $v_{\text{гот}}$ визначається за формулою (5.5) та становить:

- парк ТР-1

$$v_{\text{гот}} = 0,8 - 0,5(0,8 - 0,3) \cdot 0,56^{2 \cdot 0,8} = 0,7;$$

- парк ТР-2

$$v_{\text{гот}} = 0,8 - 0,5(0,8 - 0,3) \cdot 0,49^{2 \cdot 0,8} = 0,7.$$

Згідно [59] прийнято $v_{\text{л}} = 0,5$, $\varepsilon = 0,08$. Тоді середнє число составів в очікуванні причеплення локомотива для обох парків складе :

$$n_{\text{оч}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot 0,72 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,08) + \\ + (2,58 \cdot 0,72^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75)(0,75 - 0,7) = 0,886 \text{ сост.}$$

Середнє число поїздів в очікуванні відправлення визначається за наступною формулою [59]:

$$n_{\text{оч}}^{\text{від}} = \frac{\Psi_{\text{діл}} \cdot (1 + v_{\text{від}}^2) + (v'_{\text{гот}})^2 - 1}{2 \cdot (\Psi_{\text{діл}}^{-1} - 1)} + \varepsilon, \quad (5.9)$$

де $\Psi_{\text{діл}}$ – коефіцієнт завантаження дільниці;

$v_{\text{від}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між розкладами відправлення поїздів по графіку;

$v'_{\text{гот}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами фактичного причеплення локомотивів до поїздів, що відправляються. Коефіцієнт $v'_{\text{гот}}$ визначається за наступною формулою [59]:

$$v'_{\text{гот}} = v_{\text{гот}} - 0,5 \cdot (v_{\text{гот}} - v_{\text{лок}}) \cdot \Psi_{\text{лок}}^{2 \cdot v_{\text{гот}}}. \quad (5.10)$$

Тоді для обох парків маємо:

$$v'_{\text{гот}} = 0,7 - 0,5 \cdot (0,7 - 0,5) \cdot 0,75^{2 \cdot 0,7} = 0,63.$$

Коефіцієнт завантаження лінії $\Psi_{\text{діл}}$ можна визначити як відношення кількості фактично відправлених вантажних поїздів $N_{\text{вант}}$ до максимальної кількості вантажних поїздів $N_{\text{вант}}^{\text{max}}$, яке може бути відправлено на цю лінію за добу при заданих розмірах пасажирського руху [59]:

$$\Psi_{\text{діл}} = \frac{N_{\text{вант}}}{N_{\text{вант}}^{\text{max}}}. \quad (5.11)$$

Максимальна кількість вантажних поїздів, яка може бути відправлена на окрему лінію за добу, визначається за формулою [59]:

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = N - N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} - N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1), \quad (5.12)$$

де N – наявна пропускна спроможність окремої лінії.

Наявна пропускна спроможність наближено може бути визначена за потрібною пропускною спроможністю N_{Π} [60], та становить для ліній В-Л та Д-Л 54 пари поїздів, для ліній Г-Л та Б-Л – 36 пар поїздів.

Розрахуємо $N_{\text{вант}}^{\text{max}}$ для лінії В-Л; при цьому згідно п. 3.6 $N_{\text{пас}} = 7$ поїздів; $N_{\text{сб}} = 2$ поїзд; $\epsilon_{\text{пас}} = 1,5$; $\epsilon_{\text{сб}} = 2$:

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 54 - 7 \cdot 1,5 - 2(2 - 1) = 41,5 \Rightarrow 41 \text{ пар поїздів.}$$

Тоді завантаження лінії В-Л (згідно п. 3.6 $N_{\text{вант}} = 22$ поїзд):

$$\Psi_{\text{діл}} = \frac{22}{41} = 0,54.$$

Згідно [59] прийнято величина $v_{\text{від}}$ для двоколійних ліній з АБ складає 0,6; для одноколійних ліній – 0,5. Отже середнє число поїздів в очікуванні відправлення на лінію В-Л складе:

$$n_{\text{оч}}^{\text{від}} = \frac{0,54 \cdot (1 + 0,6^2) + 0,63^2 - 1}{2 \cdot (0,54^{-1} - 1)} + 0,1 = 0,177 \text{ сост.}$$

Розрахунок за формулами (5.9)-(5.12) виконаний у вигляді таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок кількості поїздів в очікуванні відправлення

Показник	Напрямок			
	В	Д	Г	Б
$N_{\text{вант}}$, пар поїздів	22	23	13	11
$N_{\text{пас}}$, пар поїздів	7	7	3	3
$N_{\text{зб}}$, пар поїздів	1	1	1	2
N_{Π} , пар поїздів	41	42	23	23
N , пар поїздів	54	54	36	36
$N_{\text{вант}}^{\text{max}}$, пар поїздів	41	41	29	29
$\Psi_{\text{діл}}$	0,52	0,58	0,48	0,41
$n_{\text{оч}}^{\text{від}}$, составів	0,177	0,243	0,123	0,084

Розрахунок потрібної кількості колій в транзитних парках виконано у вигляді таблиці 5.2; згідно зі спеціалізацією парків прийнято $d = 4$ дільниці.

Таблиця 5.2 – Розрахунок кількості колій в приймально-відправних парках

Параметри	ТР-1	ТР-2
$N_{\text{тр}}, \text{ поїздів}$	15	13
$N_{\text{сф}}, \text{ поїздів}$	0	0
$n_{\text{с}}^{\text{обр}}, \text{ составів}$	0,779	0,634
$n_{\text{оч}}^{\text{л}}, \text{ составів}$	0,886	
$\Pi, \text{ колій}$	3,24	2,87
Потрібно колій	4	3

Як видно з результатів розрахунку, наявна кількість колій в парках ТР-1 та ТР-2 відповідає розрахунковим обсягам роботи.

5.3 Потрібна кількість колій в парку відправлення О

Потрібна кількість колій в парку відправлення О може бути визначена за формулою (5.6). Згідно розрахунків, проведених в п. 4.44.4 в парку О обслуговування здійснюється одною бригадою ПТО; при цьому завантаження бригади складає $\Psi_{\text{бр}} = 0,87$. При вказаному завантаженні середнє число составів в очікуванні обробки може бути визначено за формулою:

$$n_{\text{оч}} = \frac{(7\Psi_{\text{бр}} - 1)(3\Psi_{\text{бр}} - 1)}{32\Psi_{\text{бр}}(7\Psi_{\text{бр}} - 1)} (\Psi_{\text{бр}}(1 + v_{\text{то}}^2) + v_{\text{вх}}^2 - 1), \quad (5.13)$$

Згідно [59] прийнято $v_{\text{вх}} = 0,8$; $v_{\text{то}} = 0,3$; $\varepsilon = 0,06$. Розрахуємо середнє число составів в очікуванні обробки в парку:

$$n_{\text{оч}} = \frac{(7 \cdot 0,87 - 1)(3 \cdot 0,87 - 1)}{32 \cdot 0,87(7 \cdot 0,87 - 1)} (0,87(1 + 0,3^2) + 0,8^2 - 1) = 0,034 \text{ сост.}$$

Загальна кількість вимог, що знаходиться в очікуванні та під обслуговуванням визначається за формулою (5.2) та складає:

$$n_{\text{обр}}^{\text{с}} = 0,034 + 0,83 = 0,904 \text{ сост.}$$

Коефіцієнт варіації інтервалів між моментами завершення технічного огляду составів визначається за формулою (5.5) та складає:

$$v_{\text{гот}} = 0,8 - 0,5(0,8 - 0,3) \cdot 0,87^{2 \cdot 0,8} = 0,6.$$

Тоді середнє число составів, які знаходяться в очікуванні причеплення поїзного локомотива, що визначається за формулою (5.8), складе:

$$n_{\text{оч}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot 0,6 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,1) + (2,58 \cdot 0,6^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75)(0,75 - 0,7) = 0,263 \text{ сост.}$$

Коефіцієнт варіації інтервалів між моментами фактичного причеплення локомотивів до поїздів, що відправляються, визначається за формулою (5.10) та складає:

$$v'_{\text{гот}} = 0,6 - 0,5 \cdot (0,7 - 0,5) \cdot 0,75^{2 \cdot 0,6} = 0,5.$$

Завантаження ліній, що примикають до станції, визначено в табл. 5.1. Середнє число поїздів в очікуванні відправлення визначається за формулою (5.9) та складе:

– лінія В-Л

$$n_{\text{оч}}^{\text{від}} = \frac{0,52 \cdot (1 + 0,6^2) + 0,6^2 - 1}{2 \cdot (0,52^{-1} - 1)} + 0,1 = 0,136 \text{ сост.};$$

– лінія Д-Л

$$n_{\text{оч}}^{\text{від}} = \frac{0,58 \cdot (1 + 0,6^2) + 0,6^2 - 1}{2 \cdot (0,58^{-1} - 1)} + 0,1 = 0,203 \text{ сост.};$$

– лінія Г-Л

$$n_{\text{оч}}^{\text{від}} = \frac{0,48 \cdot (1 + 0,6^2) + 0,6^2 - 1}{2 \cdot (0,48^{-1} - 1)} + 0,1 = 0,106 \text{ сост.};$$

– лінія Б-Л

$$n_{\text{оч}}^{\text{від}} = \frac{0,41 \cdot (1 + 0,6^2) + 0,6^2 - 1}{2 \cdot (0,41^{-1} - 1)} + 0,1 = 0,071 \text{ сост.}$$

Таким чином необхідна кількість колій в парку відправлення становитиме:

$$\begin{aligned} \Pi = & 0,015 \cdot 42 + 0,904 + 0,263 + 0,516 + \\ & + 1,5 \sqrt{0,904^2 + (0,263 + 0,5)^2 + (0,136 + 0,5)^2 +} \\ & \sqrt{(0,203 + 0,5)^2 + (0,106 + 0,5)^2 + (0,071 + 0,5)^2} = 4,91 \text{ колій.} \end{aligned}$$

Таким чином, прийнято $\Pi = 5$ колій.

Як видно з результатів розрахунку, потрібна кількість колій менша за існуючу кількість. Наявна кількість колій в парку О відповідає потрібній кількості колій.

5.4 Потрібна кількість колій в сортувальному парку С

В сортувальному парку С виконується накопичення вагонів за призначенням плану формування та завершення формування поїздів. Необхідна кількість колій в даному парку визначається за потужністю вагонопотоку на кожне призначення плану формування поїздів. Так, якщо на напрямок за добу надходить 200 та більше вагонів, то для даного напрямку необхідно виділити дві сортувальні колії, в протилежному випадку – одну. Додатково виділяються колії для постановки технічно несправних вагонів, вагонів з небезпечними вантажами та ін.

Потужність струменів вагонопотоків прийнята згідно Додатку А. Розрахунок необхідної кількості колій в парку С виконано у вигляді таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок числа колій в сортувальному парку

№	Призначення	Вагонопотік	Число колій
1	Для накопичення на В1	207	2
2	Для накопичення на В2	215	2
3	Для накопичення на В3	205	2
5	Для збірною на В	40	1
6	Для накопичення на Г1	121	1
7	Для накопичення на Г2	100	1
8	Для накопичення на Г3	91	1
9	Для збірною на Г	40	1
10	Для накопичення на Д1	211	2
12	Для накопичення на Д2	211	2
13	Для накопичення на Д3	210	2
14	Для збірною на Д	40	1
15	Для накопичення на Б1	136	1
16	Для накопичення на Б2	114	1
17	Для збірною на Б	80	1
18	Для місцевих вагонів	14	1
19	Для технічно несправних вагонів	-	1
20	Для вагонів з небезпечними вантажами	-	
Всього		2035	23

Таким чином, за допомогою розрахунків, проведених в даному розділі, встановлена необхідна кількість колій в парках станцій.

6 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

Сортувальні гірки є основними пристроями для розформування составів на залізничних станціях. Конструкція, технічне оснащення і технологія роботи сортувальної гірки у значній мірі визначають ефективність переробки вагонів на станції.

Аналіз параметрів сортувальної гірки буде проведено згідно норм [61], які є обов'язковими при проектуванні, будівництві і реконструкції сортувальних пристроїв на станціях загальної мережі залізниць України.

6.1 Основна характеристика сортувальної гірки

Технічне оснащення і потужність сортувальної гірки, що проектується, необхідно визначати на основі розрахункових обсягів вагонопотоку, що підлягає переробці, і кількості сортувальних колій [62].

На основі середньодобового обсягу переробки $N_{\text{пер}}$ визначається потрібна переробна спроможність гірки:

$$N_{\text{потр}} = \frac{\alpha_{\text{нр}} N_{\text{пер}}}{K}, \quad (6.1)$$

де $\alpha_{\text{нр}}$ – коефіцієнт нерівномірності обсягів переробки, $\alpha_{\text{нр}} = 1,05..1,15$;

K – коефіцієнт використання переробної спроможності, $K = 0,85..0,90$.

Колійний розвиток горловини включає 2 колії насуву, 1 спускную колію, які з'єднані між собою на спускній частині за допомогою стрілочного перевodu, 1 обхідную колію, що має вихід із 1x2 зовнішніх колій сортувального парку.

Кількість колій у сортувальному парку становить 23 колій, які об'єднані у 3 пучки з наступною формулою кількості колій 7+8+8. Гіркова горловина запроектована симетричними стрілочними переводами марки 1/6 з рейок типу Р50, параметри яких становлять: $a = 6,95$ м; $b = 10,56$ м; $l_{\text{сп}} = 17,51$ м; $\alpha = 9^{\circ}27'45''$; $\alpha/2 = 4^{\circ}43'52,5''$.

Згідно із планом горловини перша гальмова позиція має 2 вагонні уповільнювачі типу ВЗПГ-5, друга гальмова позиція має 2 вагонні уповільнювачі типу ВЗПГ-5. На сортувальних коліях передбачається механізована паркова гальмова позиція

(ПГП), на якій передбачено 1 уповільнювачі ВЗПГ-3 на кожній колії, які не дозволяється розташувати в кривих ділянках на початку сортувальних колій.

Для заданого середньодобового обсягу переробки 2035 вагонів і прийнятих величин $\alpha_{\text{нр}} = 1,1$, $K = 0,9$ за формулою (6.1) визначається потрібна переробна спроможність гірки:

$$N_{\text{потр}} = \frac{1,1 \cdot 2035}{0,9} = 2487 \text{ ваг}$$

Згідно [6262 Галузеві будівельні норми України. Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування ГБН В.2.3-37472062-1:2012.] при $m_{\text{сп}} = 23$ колій та $N_{\text{потр}} = 2487$ вагонів потрібно проектувати гірку середньої потужності.

6.2 Визначення розрахункового маршруту та його параметрів

Розрахунок і проектування сортувальної гірки здійснюється за розрахунковим важким маршрутом на окрему сортувальну колію від умовної вершини гірки (УВГ) до розрахункової точки (РТ). Розрахунковий важкий маршрут можна орієнтовно визначити з умов:

- а) найбільша довжина (L) маршруту до останнього стрілочного переводу;
- б) найбільша сума кутів повороту ($\Sigma\phi$), якщо декілька маршрутів мають однакову найбільшу довжину;
- в) найбільша кількість стрілочних переводів ($n_{\text{сп}}$), якщо декілька маршрутів мають однакову найбільшу довжину та суму кутів повороту.

Найбільш віддаленим в горловині є стрілочний перевід № 37, кінцеві з'єднання після якого мають сумарний кут повороту на колію № 38 $\Sigma\phi = 24^{\circ}33'34''$; а на колію № 37 сумарний кут становитиме $\Sigma\phi = 15^{\circ}5'49,00''$. Оскільки $\Sigma\phi_{38} > \Sigma\phi_{37}$, важкою слід вважати колію № 38, а колію № 37 слід розглядати як суміжну з важкою.

Приймемо з [63] $l_{\text{тс}} = 33$ м, а положення ПГП взято на відстані 2 м від КР47. Розрахункова точка приймається на відстані 50 м від кінця ПГП.

Розгорнутий маршрут на важку колію наведений на рисунку 6.1, а розрахунки координат точок розгорнутого плану виконуються у таблиці 6.1 (Також результат наведений в таблиці Б.1 Додатку Б.).

За таблицею 6.2 координата ГС становить $S_{ГС} = 237,883 + 6,95 + 33 = 277,833$ м.

6.3 Визначення розрахункової висоти сортувальної гірки

Висота гірки (H_p) повинна забезпечувати скочування вагонів від ВГ до РТ усіх колій у несприятливих для роботи гірки умовах і визначається за формулою:

$$H_p = h_{осн} + h_{ск} + h_{сн} + h_{св} - h_0, \quad (6.2)$$

Таблиця 6.1 – Розрахунок координат точок розгорнутого плану маршруту

№ п/п	Точки або елементи	Довжина l , м	Координата S , м
Важка колія			
1.	УВГ	-	0
2.	Крива 49, $\varphi=2^\circ11'29,63''$	7,65	7,65
3.	Пряма	20,58	28,23
4.	СП№201, 1/6 сим	17,51	45,74
5.	Пряма	5,76	51,5
6.	ГП1, 2хВЗПГ-5	25,95	77,45
7.	Пряма	5,76	83,21
8.	СП№1, 1/6 сим	17,51	100,72
9.	Крива 2, $\varphi=8^\circ31'4''$	29,733	130,453
10.	Пряма	3,5	133,953
11.	ГП2, 2хВЗПГ-5	25,95	159,903
12.	Пряма	5,76	165,663
13.	СП№31, 1/6 сим	17,51	183,173
14.	Крива 10, $\varphi=1^\circ50'52''$	6,45	189,623
15.	СП№33, 1/6 сим	17,51	207,133
16.	Пряма	7,98	215,113
17.	СП№38, 1/6 сим	17,51	232,623
18.	Пряма	5,26	237,883
19.	СП№37, 1/6 сим	17,51	255,393
20.	Крива 47, $\varphi=24^\circ33'34''$	77,155	332,548
21.	Пряма	2	334,548
22.	ПГП, 1хВЗПГ-3	7,9	342,448
23.	Пряма	50	392,448
24.	РТ	-	392,448
Суміжна колія			
20.	Пряма	21,97	277,363

21.	Крива 46, $\varphi=15^{\circ}5'49''$	52,698	330,061
22.	Пряма	4,487	334,548
23.	ПГП, 1хВЗПГ-3	7,9	342,448
24.	Пряма	50	392,448
25.	РТ	-	392,448

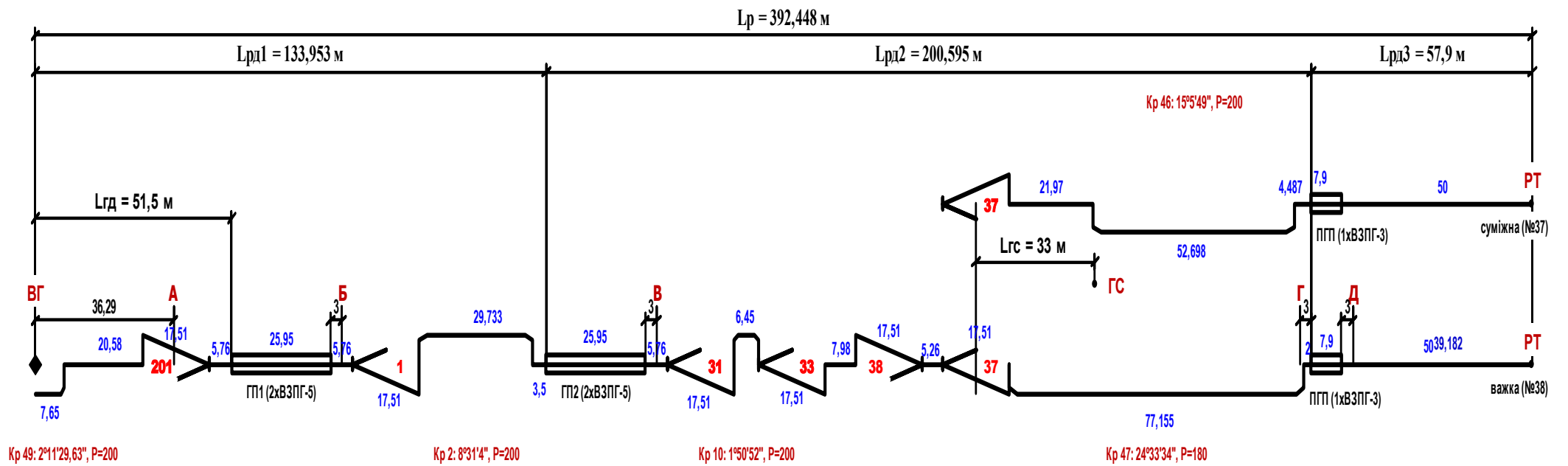


Рисунок 6.1 – Розрахунковим маршрут скокування на важку та суміжну колії

де $h_{\text{осн}}, h_{\text{ск}}, h_{\text{сн}}, h_{\text{св}}$ – питома робота відповідних сил опору руху: основного, стрілок і кривих, снігу та інію, середовища і вітру, м ен. в.;

h_0 – енергетична висота, що відповідає швидкості розпуску, м ен. в.

Конструкційні і технологічні розрахунки сортувальних гірок виконуються з використанням наведених в [63] та таблиці 6.2 нормативних величин швидкостей розпуску V_0 та скочування вагонів $V_{\text{ваг}}$ окремими ділянками гірки (РД).

Таблиця 6.2– Нормативні швидкості розпуску і скочування вагонів

Потужність гірки	Гальмові позиції спускної частини	Швидкість розпуску, м/с		Середня швидкість скочування вагонів на ділянках гірок, $V_{\text{ваг}}$, м/с		
		номінальна $V_{0.\text{ном}}$	максимальна $V_{0.\text{max}}$	РД1	РД2	РД3
		ГСП	механізовані			

Елементи h у виразі (6.2) визначаються для 4-вісного піввагона з характеристиками повільного легкого бігуна (ПЛ), який скочується важким маршрутом у несприятливих метеорологічних умовах.

Величина $h_{\text{осн}}$ розраховується за допомогою виразу:

$$h_{\text{осн}} = w_{\text{о.пл}} L_p 10^{-3}, \quad (6.3)$$

де L_p – розрахункова довжина маршруту від ВГ до РТ, м;

w_0 – основний питомий опір руху вагонів при скочуванні їх з гірки.

Згідно з рис.6.1 Рисунок 6.1 довжина маршруту становитиме $L_p = S_{\text{рт}} = 392,448$ м, а основний питомий опір руху за [63] взято $w_{\text{о.пл}} = 4,5$ Н/кН.

При цьому матимемо

$$h_{\text{осн}} = 4,5 \cdot 392,448 \cdot 10^{-3} = 1,766 \text{ м ен. в.}$$

Величина $h_{\text{ск}}$ визначається як сума середніх величин питомої роботи сил опору руху стрілок і кривих на окремих ділянках гірки:

$$\bar{h}_{\text{ск}} = (0,56n + 0,23 \sum \varphi) V_{\text{ваг}}^2 10^{-3}, \quad (6.4)$$

де n , $\Sigma\varphi$ – кількість стрілочних переводів та сума кутів повороту (включаючи стрілочні) на маршруті чи ділянці скочування.

Визначимо параметри розрахункових ділянок маршруту скочування бігуна ПЛ: довжину $L_{рдi}$, суму кутів повороту $\Sigma\varphi_{рдi}$ та кількість стрілочних переводів $n_{рдi}$.

Ділянка 1 – від УВГ до початку ГП2.

$$L_{рд1} = S_{п.гп2} = 133,953 \text{ м};$$

$$\Sigma\varphi_{рд1} = 2^{\circ}11'29,63'' + 8^{\circ}31'4'' + 2 \cdot 4^{\circ}43'52,5'' = 20^{\circ}10'18,63'' = 20,172^{\circ}.$$

$$n_{рд1} = 2, \text{ (гіркова горловина не має глухе пересічення);}$$

Ділянка 2 – від початку ГП2 до початку ПГП.

$$L_{рд2} = S_{п.пгп} - S_{п.гп2} = 334,548 - 133,953 = 200,595 \text{ м};$$

$$n_{рд2} = 4;$$

$$\Sigma\varphi_{рд2} = 1^{\circ}50'52'' + 24^{\circ}33'34'' + 4 \cdot 4^{\circ}43'52,5'' = 45^{\circ}19'56'' = 45,332^{\circ}$$

Ділянка 3 – від початку ПГП до РТ.

$$L_{рд3} = S_{рт} - S_{п.пгп} = 392,448 - 334,548 = 57,9 \text{ м};$$

$$n_{рд3} = 0;$$

$$\Sigma\varphi_{рд3} = 0^{\circ}0'0'' = 0^{\circ}$$

Розрахунки $\Sigma\varphi_2$ і $\Sigma\varphi_3$ виконуються також для маршруту на суміжну колію.

$$\Sigma\varphi_{рд2}^{\text{сум}} = 1^{\circ}50'52'' + 15^{\circ}5'49'' + 4 \cdot 4^{\circ}43'52,5'' = 35^{\circ}52'11'' = 35,87^{\circ}$$

$$\Sigma\varphi_{рд3}^{\text{сум}} = 0^{\circ}0'0'' = 0^{\circ}$$

Результати розрахунків наведені у таблиці 6.3.

Величина $h_{св}$ визначається як сума величин питомої роботи сил опору руху середовища і вітру на окремих ділянках гірки:

$$h_{св} = \sum_{i=1}^k h_{сви} = \sum_{i=1}^k w_{сви} L_{рдi} 10^{-3} \quad (6.5)$$

де $w_{сві}$ – величина питомого опору руху середовища і вітру на i -й ділянці, Н/кН.

Таблиця 6.3 – Розрахунок питомої роботи опору стрілок і кривих

Ділянка	$L_{рді}$, м	$\Sigma\varphi_{рді}$, градусів		n , шт	$\bar{V}_{вагі}$, м/с	$\bar{h}_{скі}$, м еН. в.	
		колія 38	колія 37			колія 38	колія 37
1	133,953	20,172°	20,172°	2	5	0,144	0,144
2	200,595	45,332°	35,87°	4	4	0,203	0,168
3	57,9	0°	0°	0	1,5	0,000	0,000
Σ	392,448				$h_{ск} =$	0,347	0,312

Згідно з [63], $w_{сві}$ слід визначати для несприятливих умов роботи гірки – за параметрами температури повітря, швидкості і напрямку вітру, при яких $h_{св}$ має найбільшу величину.

Опір руху від повітряного середовища і вітру визначається з виразу:

$$\pm w_{св} = K_{вс} C_x V_p^2, \quad (6.6)$$

де $K_{вс}$ – приведений коефіцієнт параметрів відчепа та середовища;

C_x – коефіцієнт повітряного опору вагона;

V_p – результуюча (відносна) швидкість вагона та вітру, м/с.

Коефіцієнта $K_{вс}$ для окремого вагона визначається за формулою:

$$K_{вс} = \frac{17,8F}{(273 + t^\circ)M} \quad (6.7)$$

де F – площа поперечного перерізу вагона, м²;

t° – температура зовнішнього повітря, °С.

При температурі $t_p = -11$ °С, масі $M_{пл} = 22,0$ т та площі $F = 8,5$ м² приведений коефіцієнт параметрів відчепа та середовища становитиме

$$K_{вс} = \frac{17,8 \cdot 8,5}{(273 - 11) \cdot 22} = 0,0262$$

Скалярне значення V_p та кут обдуву α розраховується за виразами

$$V_p^2 = V_{\text{ваг}}^2 + V_{\text{віт}}^2 + 2V_{\text{ваг}}V_{\text{віт}} \cos\beta \quad \text{та} \quad \alpha = \arcsin \frac{V_{\text{віт}} \sin\beta}{V_p} \quad (6.8)$$

де β – кут між напрямом скочування вагона і напрямом вітру.

Розподіл швидкості вітру подається у вигляді рози вітрів, з напрямком розпуску $A_{\text{нр}} = 190^\circ$ наведена на рисунку 5.2.

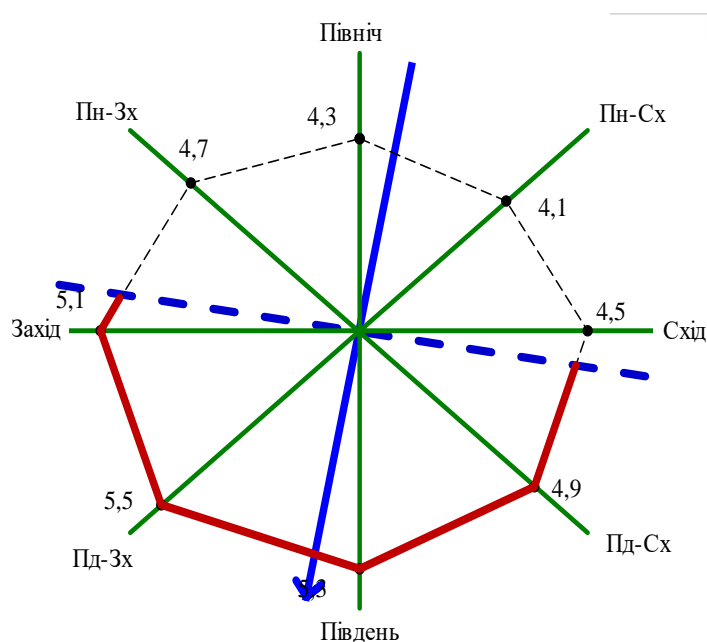


Рисунок 5.2 – Роза вітрів та напрямок розпуску

Для визначення параметрів несприятливих умов роботи гірки потрібно розрахувати питому роботу сил опору руху від повітряного середовища і вітру $h_{\text{св},j}$ бігуна ПЛ для зустрічних румбів вітру з відповідними кутами до напрямку розпуску: румб Пд-Сх ($\beta = 55^\circ$), румб Пд ($\beta = 10^\circ$), румб Пд-Зх ($\beta = 35^\circ$), румб Зх ($\beta = 80^\circ$).

Аналогічно виконуються розрахунки $h_{\text{св},i}$ для інших ділянок, результати яких наводяться у таблиці Б.2 Додатку Б.

За даними табл. Б.2 Додатку Б встановлюється, що несприятливим умовам роботи гірки відповідає Пд-Зх вітер зі швидкістю $V_{\text{віт}} = 5,5$ м/с під кутом $\beta = 35^\circ$ до

напрямку розпуску. При цьому питома робота опору середовища і вітру має максимальну величину $h_{св} = 1,555$ м еп. в., що і приймається для розрахунку висоти гірки.

Величину $h_{сн}$ визначають за виразом:

$$h_{сн} = w_{сн}(L_{рд2} + L_{рд3} - L_{тп2}) \cdot 10^{-3}, \quad (6.9)$$

де $w_{сн}$ – питома величина опору снігу та інею. Для бігуна ПЛ при температурі

з

о В результаті отримаємо

$$h_{сн} = 0,21 \cdot (200,60 + 57,90 - 25,95) \cdot 10^{-3} = 0,049 \text{ м еп. в.}$$

н Значення h_0 розраховують з допомогою виразу:

і

ш

н

ь

о де g' – приведене прискорення вільного падіння, що враховує енергетичний

вплив маси колісних пар, що обертаються .

о Величина g' розраховується за формулою:

п

о

в

і

т

р

я

$$g' = \frac{g}{1 + \frac{0,42n_o}{M}}, \quad (6.11)$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;

n_o – кількість колісних пар вагона (відчепа);

M – маса відчепа, т.

З урахуванням параметрів бігуна ПЛ отримаємо:

$$g'_{ПЛ} = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{22}} = 9,11 \text{ м/с}^2;$$

-11 °С згідно [63] отримаємо $w_{сн} = 0,21 \frac{\text{Н}}{\text{кН}}$.

$$h_0 = \frac{1,4^2}{2 \cdot 9,11} = 0,108 \text{ м ен.в}$$

За допомогою (6.2) визначається розрахункова висота гірки:

$$H_p = 1,766 + 0,347 + 1,555 + 0,049 - 0,108 = 3,609 \text{ м.}$$

Прийнято висоту гірки $H_p = 3,61 \text{ м.}$

6.4 Перевірка параметрів поздовжнього профілю сортувальної гірки

Параметри поздовжнього профілю існуючої гірки наведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Параметри поздовжнього профілю гірки

Точка перелому профілю	l , м	i , ‰	h , м	H_j , м	Y_j , мм
РТ	–	–	–	0	0
Д	47	0,6	0,028	0,028	1,4
Г	13,9	1,5	0,021	0,049	2,45
В	168,645	2	0,337	0,386	19,3
Б	82,453	7	0,578	0,61	30,5
А	44,16	21,6	0,954	1,918	95,9
ВГ	36,29	46,6	1,691	3,61	180,5

Аналіз поздовжнього профілю дозволяє стверджувати, що параметри всіх його окремих елементів відповідають вимогам [63].

Для забезпечення допустимих швидкостей входу вагонів на ГП1 профільна висота головної частини гірки $h_{ГД}$ повинна відповідати умові:

$$h_{ГД} \leq h_{ГД.мах} \quad (6.12)$$

Профільна висота головної ділянки даної гірки складає

$$h_{ГД} = \sum_{ГП1}^{УВГ} i l 10^{-3} \quad (6.13)$$

$$h_{ГД} = (46,6 \cdot 36,29 + 21,6 \cdot 15,21) \cdot 10^{-3} = 2,02 \text{ м ен. в.}$$

Максимальна профільна висота головної ділянки $h_{ГД.мах}$ визначається для швидкого бігуна важкої категорії маси (ШВ) і сприятливих умов скочування:

$$h_{ГД.мах} = \frac{V_{вх.доп}^2 - V_{0.мах}^2}{2g'_{ШВ}} + h_{w.ГД}, \quad (6.14)$$

де $g'_{ШВ}$ – приведенне прискорення вільного падіння для бігуна ШВ з урахуванням інерції маси елементів, що обертаються, $g'_{ШВ} = 9,65 \text{ м/с}^2$;

$h_{w.ГД}$ – сумарна питома робота усіх сил опору руху для бігуна ШВ у межах головної ділянки, м ен. в.; розраховується як:

$$h_{w.ГД} = \left(w_{o.ШВ} L_{ГД} + (0,56n_{ГД} + 0,23\sum \phi_{ГД}) V_{ГД}^2 \right) 10^{-3} \quad (6.15)$$

де $w_{o.ШВ}$ – основний питомий опір руху для бігуна ШВ, $w_{o.ШВ} = 0,5 \text{ Н/кН}$;

$L_{ГД}$, $n_{ГД}$, $\sum \phi_{ГД}$ – параметри плану головної ділянки, відповідно: довжина, кількість стрілочних переводів та сума кутів повороту;

$V_{ГД}$ – середня швидкість скочування бігуна ШВ головною ділянкою, м/с.

У розрахунках $h_{ГД.мах}$ опором середовища і вітру допускається нехтувати, приймаючи при скочуванні бігуна ШВ $w_{св} = 0$, а величину $V_{ГД}$ визначаємо як:

$$V_{ГД} = \frac{V_{вх.доп} + V_{0.мах}}{2}. \quad (6.16)$$

Для розрахунку висоти $h_{ГД.мах}$ визначимо необхідні значення параметрів: допустима швидкість входу вагонів на ГП1 для КНП-5 $V_{вх.доп} = 8 \text{ м/с}$, максимальна

швидкість розпуску для ГСП $V_{0.\max} = 1,9$ м/с, а параметри бігуна ШВ: 4-вісний піввагон, $M_{\text{ШВ}} = 100$ т, $w_{0.\text{ШВ}} = 0,5$ Н/кН, $g'_{\text{ШВ}} = 9,65$ м/с². За рис. 6.1 визначають параметри головної ділянки гірки: $L_{\text{Гд}} = 51,5$ м, $n_{\text{Гд}} = 1$, $\Sigma\varphi_{\text{Гд}} = 6,923^\circ$.

Середня швидкість скочування бігуна ШВ головною ділянкою становить:

$$V_{\text{Гд}} = \frac{8 + 1,9}{2} = 4,95 \text{ м/с}$$

З використанням (6.15) визначається сумарна питома робота всіх сил опору руху для бігуна ШВ у межах головної ділянки:

$$h_{w.\text{Гд}} = (0,5 \cdot 51,50 + (0,56 \cdot 1 + 0,23 \cdot 6,923) \cdot 4,95^2) \cdot 10^{-3} = 0,078 \text{ м ен. в.}$$

Максимальна профільна висота головної ділянки гірки визначається за формулою (6.14) і становить:

$$h_{\text{Гд.макс}} = \frac{8^2 - 1,9^2}{2 \cdot 9,65} + 0,078 = 3,207 \text{ м ен. в.}$$

Отримане значення головної ділянки $h_{\text{Гд}} = 2,02$ м ен. в. менше максимального значення $h_{\text{Гд.макс}} = 3,207$ м ен. в., тобто існуюча висота головної ділянки допустима та не потребує реконструкції.

6.5 Моделювання скочування відчепів з гірки

Згідно з [63] конструкція і технічне оснащення гірки (план, висота, поздовжній профіль, технічні засоби механізації і автоматизації) повинні забезпечувати безперервне, безперебійне і безпечне розформування составів з вказаною номінальною швидкістю розпуску залежно від потужності і оснащення гірки. Перевірка викладених вимог виконується шляхом моделювання процесу скочування вагонів з гірки. Моделюванням одержують дані швидкості $V = f(S)$ і тривалості $T = f(S)$ скочування вагонів, які використовують для аналізу працездатності гірки.

Перевірка вимог виконується за результатами моделювання скочування розрахункового сполучення відчепів легкої (Л) і важкої (В) категорій маси, що скочуються у послідовності Л₁-В₂-Л₃ у несприятливих і сприятливих кліматичних умовах.

Розрахунковими бігунами згідно з [63] вважаються 4-вісні піввагони з параметрами, наведеними в таблиці 6.5. Параметри M , w_0 прийняті за [63], а g' і K_{bc} розраховані відповідно за формулами (6.11) і (6.7).

Таблиця 6.5 – Параметри розрахункових бігунів

РБ	M , т	w_0 , Н/кН	g' , м/с ²	K_{bc}	F , м ²	l_b , м	b_k , м
ПЛ	22,0	4,5	9,11	0,0262	8,5	13,92	10,50
ШЛ	28,0	0,5	9,26	0,0206			
ПВ	72,0	2,6	9,59	0,0080			
ШВ	100,0	0,5	9,65	0,0058			

Для побудови ліній енергетичних висот виконуються розрахунки втрат енергетичної висоти кожного розрахункового бігуна на подолання діючих сил опору руху в межах кожної розрахункової ділянки гірки. Моделювання скочування бігунів здійснюється за маршрутами: повільних (П) – на важку колію, швидких (Ш) – на суміжну з важкою колію.

Враховуючи, що скочуються однотипні вагони в однакових кліматичних умовах, величину h_{cb} для деякого розрахункового бігуна (РБ) можна розрахувати за результатами бігуна ПЛ пропорційно їх масам:

$$h_{cb}^{рб} = h_{cb}^{пл} \frac{M_{пл}}{M_{рб}}, \quad (6.17)$$

де $h_{cb}^{пл}$ – втрата енергетичної висоти від середовища і вітру для бігуна ПЛ;

$M_{пл}$, $M_{рб}$ – маса відповідно бігуна ПЛ і іншого бігуна.

Розрахунок втрат енергетичної висоти наведені у вигляді таблиці Б.3 Додатку Б.

Використовуючи побудовані лінії енергетичної висоти, можна розрахувати швидкість відчепу у певній координаті шляху S :

$$V = \sqrt{2g'h_v}, \text{ де } h_v = Y_h M \cdot 10^{-3} \text{ і тоді } V = \sqrt{2g'Y_h M \cdot 10^{-3}}. \quad (6.18)$$

де M – масштабний коефіцієнт; для вертикального масштабу 1:20 буде $M=50$.

Ордината Y_h визначається з креслення заміром відстані між лінією енергетичної висоти і лінією поздовжнього профілю.

Розрахунки швидкості виконуються перш за все в характерних точках, до яких відносять:

- вхід на гальмову позицію ($SE_{ГП}$) і вихід із неї ($SG_{ГП}$);
- вхід на ізолювану ділянку розділового елемента ($SE_{ід}$) і вихід з неї ($SG_{ід}$);
- підхід до граничного стовпчика ($SE_{Гс}$) і прохід за нього ($SG_{Гс}$).

Координати SE , SG відповідають положенню центра ваги вагона (ЦВ) у моменти зайняття (входу) та звільнення (виходу) відповідних елементів і визначаються таким чином:

- для зон гальмування $SE = SPI - b_k / 2$; $SG = SPI + l_{ГП} + b_k / 2$;
- для ізолюваних ділянок $SE = SPI - b_k / 2$; $SG = SPI + l_{ід} + b_k / 2$;
- для граничного стовпчика $SE = SPI - l_b / 2$; $SG = SPI + l_b / 2$.

де SPI – координата початку відповідного елемента;

$l_{ГП}$, $l_{ід}$ – відповідно довжина гальмової позиції та ізолюваної ділянки;

b_k , l_b – відповідно колісна база та довжина вагона (табл. 6.5).

Результати розрахунків наводяться в таблиці 6.6.

Усі точки, включаючи ВГ та РТ, наводять у таблицях розрахунку швидкості й тривалості скочування відчепів. Використовуючи координати S суміжних точок, визначають відстані між ними $\Delta S = S_{i+1} - S_i$.

Якщо відстань між суміжними точками перевищує 10 м на ділянці від УВГ до кінця ГП1 і 20,0 м – після ГП1, то її необхідно поділити проміжними точками на декілька рівних частин довжиною не більше вказаної.

Таблиця 6.6 – Розрахунок координат контрольних точок

№	Назва елемнту	$SP, м$	$L_{ід}, L_{гп}, м$	$SE, м$	$SG, м$
1	ГП1	51,5	25,95	46,25	82,7
2	ГП2	133,953	25,95	128,703	165,153
3	ППП	334,548	7,9	329,298	347,698
4	ГС	277,833	0	270,873	284,793
5	ІД ГП1	51	13,475	45,75	69,725
6	ІД ГП2	133,453	13,475	128,203	152,178
7	ІД СП1	77,95	11,38	72,7	94,58
8	ІД СП31	160,403	11,38	155,153	177,033
9	ІД СП33	184,363	11,38	179,113	200,993
10	ІД СП37	232,623	11,38	227,373	249,253

Тривалість скочування кожного бігуна між суміжними точками t_{ij} , від ВГ до заданої точки T_{i+1} , а також різницю тривалості їх скочування Δt знайдемо як

$$t_{ij} = \frac{2\Delta S_{ij}}{V_i + V_j}, \quad T_{i+1} = T_i + t, \quad \Delta t = T_1 - T_2 \quad (6.19)$$

де $V_{п}, V_{к}$ – швидкість на початку і в кінці відрізка шляху ΔS .

Результати розрахунків наводять у графічному вигляді кривими швидкості $V = f(S)$ і тривалості $T = f(S)$ скочування розрахункових.

Криві $T = f(S)$ зображуються для послідовності бігунів ПЛ₁-(ШВ/ПВ)₂-ШЛ₃ з урахуванням інтервалу часу між моментами початку скочування (відриву від состава) суміжних відцепів, величина якого при постійній швидкості розпуску V_0 може бути розрахована як

$$I_0 = \frac{l_{В1} + l_{В2}}{2V_0}. \quad (6.20)$$

Для $l_{B1} = l_{B2} = 13,92$ м (див. табл. 6.1) і $V_0 = 1,4$ м/с маємо:

$$I_0 = \frac{13,92 + 13,92}{2 \cdot 1,4} = 9,94 \text{ с}$$

Результати розрахунків швидкості та тривалості скочування наведені в таблицях Б.4 та Б.5 Додатку Б.

6.6 Визначення резервів інтервалів і розрахункової швидкості розпуску

Конструкція і технічне оснащення сортувальної гірки повинні забезпечувати розділення відцепів на окремих елементах. Умовою розділення є наявність інтервалу часу між послідовними моментами звільнення елемента відцепом і зайняття його наступним відцепом.

Проміжок часу між моментами звільнення елемента першим відцепом (TG_1) і моментом заняття другим відцепом (TE_2) являє собою резерв інтервалу δt (рисунок 6.3), величину якого можна розрахувати як

$$\delta t = I_0 + TE_2 - TG_1. \quad (6.21)$$

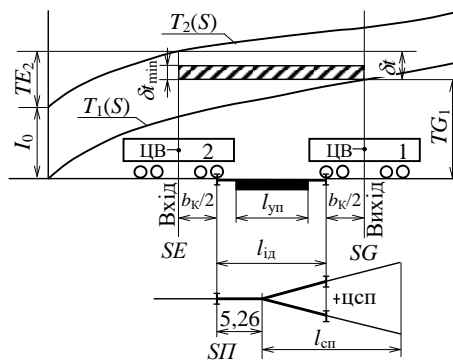


Рисунок 6.3 – Розрахункова схема визначення резерву інтервалу

Для розділення відцепів на окремому елементі резерв інтервалу повинен бути не менше мінімально необхідного δt_{\min} , тобто

$$\delta t \geq \delta t_{\min}, \quad (6.22)$$

величина якого залежить від типу елемента:

– для граничного стовпчика $\delta t_{\min} = 0$;

– для ізолюваних ділянок стрілочних переводів враховується інерційність (запізнення) релейної апаратури на звільнення елемента, яка згідно з [63] становить $\delta t_{\min} = 1,0$ с;

– для ізолюваних ділянок вагонних уповільнювачів враховується більша за величиною тривалість: загальмовування (τ_r) або розгальмування (τ_p), тобто $\delta t_{\min} = \max\{\tau_r, \tau_p\}$. Для уповільнювача ВЗПГ-5: $\tau_r = 0,7$ с, $\tau_p = 0,6$ с, тому для ізолюваних ділянок вагонних уповільнювачів приймається $\delta t_{\min} = \max\{0,7; 0,6\} = 0,7$.

Для розділових елементів, що розташовані до ГП1 включно, резерви інтервалів не залежать від режимів гальмування, а для тих, що розташовані після ГП1, резерви інтервалів залежать від режимів гальмування; величину δt_p знайдемо як:

$$\delta t_p = \begin{cases} \min(\delta t_1, \delta t_2) & \text{- до ГП1 (включно);} \\ \frac{\delta t_1 + \delta t_2}{2} & \text{- після ГП1.} \end{cases} \quad (6.23)$$

Розрахунки для усіх розділових елементів виконуються в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Розрахунок резервів інтервалів

№ п/п	Назва елеме- нту	SE м	SG м	ПЛ-ШВ			ПВ-ШЛ			δt_p	δt_{\min}
				TE ₂ , с	TG ₁ , с	δt , с	TE ₂ , с	TG ₁ , с	δt , с		
1	ГС	270,873	284,793	54,83	60,2	4,57	52,85	59,09	3,7	4,13	0
2	ІД ГП1	45,75	69,725	11,81	17,34	4,41	12,29	16,2	6,03	4,41	0,7
3	ІД ГП2	128,203	152,178	25,51	31,69	3,76	26,17	30,27	5,84	4,8	0,7
4	ІД СП1	72,7	94,58	16,3	21,58	4,66	16,92	20,41	6,45	5,56	1
5	ІД СП31	155,153	177,033	30,25	36,24	3,95	30,77	35,23	5,48	4,72	1
6	ІД СП33	179,113	200,993	35,23	40,87	4,3	35,15	40,25	4,84	4,57	1
7	ІД СП37	227,373	249,253	45,52	51,26	4,2	44,29	50,84	3,39	3,79	1

Для усіх розділових елементів дотримується умова $\delta t_p \geq \delta t_{\min}$, що свідчить про можливість розділення відчепів і відповідність конструкції гірки вимогам [62] щодо можливості реалізації встановленої швидкості розпуску.

Наявність на розділових елементах резерву інтервалу $\delta t > \delta t_{\min}$ свідчить про можливість підвищення швидкості розпуску. При цьому, швидкість розпуску, яка відповідає умові $\delta t = \delta t_{\min}$, являє собою найбільшу можливу (розрахункову) швидкість розпуску V_{0p} , яка може бути визначена за формулою:

$$V_{0p} = \frac{l_{B1} + l_{B2}}{2(I_0 - \delta t + \delta t_{\min})}. \quad (6.24)$$

Розрахунки V_{0p} для всіх розділових елементів виконуються у таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Визначення розрахункових швидкостей розпуску

№№ п/п	Назва елементу	δt_p	δt_{\min}	V_{0p} , м/с
1	ГС	4,13	0	2,4
2	ІД ГП1	4,41	0,7	2,23
3	ІД ГП2	4,8	0,7	2,38
4	ІД СП1	5,56	1	2,59
5	ІД СП31	4,72	1	2,24
6	ІД СП33	4,57	1	2,19
7	ІД СП37	3,79	1	1,95

Найменша величина розрахункової швидкості розпуску за умовою розділення на ІД СП37 дорівнює $V_{0p} = 1,95$ м/с, тобто на даній гірці можливо виконувати розпуск составів з постійною швидкістю до $V_{0п.маx} = 1,9$ м/с.

6.7 Перевірка потужності гальмових засобів

Сумарна потужність активних гальмових засобів усіх позицій спускної частини ГСП повинна забезпечувати можливість зупинки вагонів на пучковій гальмовій позиції ГП2.

Відповідність наявної потужності гальмових засобів на гірці висунутим вимогам може бути перевірена з використанням умови:

$$h_{\text{ГП1}} + h_{\text{ГП2}} \geq h_{\text{прф}} + h_{\text{о.мах}} - h_w, \quad (6.25)$$

де $h_{\text{ГП1}}$, $h_{\text{ГП2}}$ – наявна потужність відповідно ГП1 і ГП2, м ен.в.;

$h_{\text{прф}}$ – профільна висота між УВГ і кінцем зони гальмування ГП2;

$h_{\text{о.мах}}$ – енергетична висота, що відповідає максимальній швидкості розпуску $V_{\text{о.мах}}$, м ен. в.;

h_w – питома робота усіх сил опору руху на ділянці від УВГ до кінця зони гальмування ГП2.

Потужність гальмових засобів потрібно перевіряти виходячи з наявної потужності відповідних уповільнювачів на гальмівних позиціях за умови використання на ГП1 1-го уповільнювача, а на ГП2 – 2-х уповільнювачів. Так, наявна потужність позицій ГП1 становить $h_{\text{ГП1}} = 1,3$ м ен. в., а для ГП2 складе $h_{\text{ГП2}} = 2 \cdot 1,3 = 2,6$ м ен. в. Перевірка викладених умов повинна здійснюватися для чотиривісного піввагона з параметрами бігуна ШВ (табл. 5.6) в сприятливих умовах скочування.

Довжина ділянки від УВГ до кінця зони гальмування ГП2 за даними табл. 6.1 становить $SG_{\text{ГП2}} = 165,153$ м. Профільна висота цієї ділянки визначається за даними поздовжнього профілю гірки (табл. 6.5):

$$\begin{aligned} h_{\text{прф}} &= (i_{c1}l_{c1} + i_{c2}l_{c2} + i_{\text{ГП1}}l_{\text{ГП1}} + i_{\text{пр}}l_{\text{пр}} + i_{\text{ГП2}}l_{\text{ГП2}} + i_{c3}(SG_{\text{ГП2}} - S_{\text{Г}}))10^{-3} = \\ &= (46,6 \cdot 36,29 + 0 \cdot 0 + 21,6 \cdot 44,16 + 7 \cdot 50,503 + 7 \cdot 31,95 + \\ &\quad + 2 \cdot (165,153 - 162,903)) \cdot 10^{-3} = 3,227 \text{ м} \end{aligned}$$

Для бігуна ШВ з параметрами $M_{ШВ} = 100$ т, $w_0 = 0,5$ Н/кН, $g'_{ШВ} = 9,65$ м/с² визначаються:

– енергетична висота, що відповідає максимальній швидкості розпуску

$$h_{o.max} = \frac{V_{0.max}^2}{2g'_{ШВ}} = \frac{2,5^2}{2 \cdot 9,65} = 0,324 \text{ м ен. в.};$$

– втрата енергетичної висоти від основного опору

$$h_{очн} = w_0 S G_{ГП2} 10^{-3} = 0,5 \cdot 165,153 \cdot 10^{-3} = 0,083 \text{ м ен. в.};$$

– втрата енергетичної висоти від опору стрілочних переводів і кривих приймається з табл. 5.7 для РД1 і становить $h_{ск} = 0,144$ м ен. в.;

– опором середовища й вітру для сприятливих умов скочування нехтують, тому приймається $h_{св} = 0$;

– питома робота усіх сил опору руху на ділянці від УВГ до кінця зони гальмування ГП2

$$h_w = h_{очн} + h_{ск} = 0,083 + 0,144 = 0,227 \text{ м ен. в.}$$

Таким чином, підставивши усі значення, отримаємо

$$3,9 \geq 3,227 + 0,324 - 0,227$$

$$3,9 \geq 3,324$$

Як помітно, умова (6.25) витримується, тобто величина наявної потужності гальмових засобів на гірці відповідає встановленим вимогам.

6.8 Визначення переробної спроможності сортувальної гірки

Добова переробна спроможність сортувальної гірки з розформування вагонів, що прибувають на станцію, може бути визначена за формулою

$$N_{Г} = \frac{1440\alpha_{П} - \Sigma T_{пост}}{\rho_{Г} t_{Г}} m_{В}, \quad (6.26)$$

де $\alpha_{П}$ – коефіцієнт паралельності маршрутів;

$\Sigma T_{пост}$ – тривалість операцій, не пов'язаних з розпуском составів, хв;

ρ_{Γ} – коефіцієнт надійності технічних засобів гірки;

t_{Γ} – середня тривалість гіркового технологічного інтервалу, хв;

$m_{\text{В}}$ – середня кількість вагонів у складі поїзда.

Коефіцієнт α_{Π} враховує можливі перерви в роботі гірки та становить $\alpha_{\Pi} = 0,95$.
 . Період $\Sigma T_{\text{пост}}$ включає тривалість перерв в роботі гірки для екіпіровки гіркових локомотивів, зміни бригад, ремонту пристроїв, а також тривалість операцій, не пов'язаних з розформуванням составів і прийнято 60 хв. Коефіцієнт ρ_{Γ} враховує відмови технічних засобів, нерозчеплення вагонів, наявність в складах вагонів, розпуск яких з гірки заборонено, та інші випадки; прийнято $\rho_{\Gamma} = 1,1$.

Методика визначення тривалості вказаних операцій і величини t_{Γ} взята із [63].

Величину t_{Γ} можна приблизно визначити як

$$t_{\Gamma} = t_{\text{р}} + t_{\text{інт}}, \quad (6.27)$$

де $t_{\text{р}}$ – тривалість розпуску состава з гірки;

$t_{\text{інт}}$ – середня тривалість інтервалу між моментом закінчення розпуску одного состава і початком розпуску наступного.

Тривалість розпуску состава з гірки

$$t_{\text{р}} = \frac{m_{\text{В}} l_{\text{В}}}{60 V_0}, \quad (6.28)$$

де $l_{\text{В}}$ – середня довжина одного вагона, $l_{\text{В}} = 15$ м;

V_0 – середня швидкість розпуску состава, м/с.

Величину $t_{\text{інт}}$ можна приймати: $t_{\text{інт}} = 10-12$ хв – при роботі одного локомотива; $t_{\text{інт}} = 4$ хв – при роботі двох і більше локомотивів.

а) при мінімальній швидкості розпуску $V_0 = 1,4$ м/с і кількості вагонів у складі вантажного поїзда $m_{\text{В}} = 68$ ваг тривалість розпуску состава становить

$$t_p = \frac{68 \cdot 15}{60 \cdot 1,4} = 12,14 \text{ хв}$$

При роботі на гірці одного локомотива:

$$t_{\text{INT}} = 10 \text{ хв}, t_{\Gamma} = 12,14 + 10 = 22,14 \text{ хв};$$

$$N_{\Gamma} = \frac{1440 \cdot 0,95 - 60}{1,1 \cdot 22,14} \cdot 68 = 3652 \text{ ваг}$$

Коефіцієнт завантаження гірки складе $\Psi = N_{\text{пер}} / N_{\Gamma} = 2035 / 3652 = 0,56$.

б) при розпуску составів з максимальною (за умов розділення відчепів) постійною швидкістю $V_{0\text{п.маx}} = 1,9$ отримаємо:

$$t_p = \frac{68 \cdot 15}{60 \cdot 1,9} = 8,95 \text{ хв}$$

$$t_{\Gamma} = 8,95 + 10 = 18,95 \text{ хв};$$

$$N_{\Gamma} = \frac{1440 \cdot 0,95 - 60}{1,1 \cdot 18,95} \cdot 68 = 4266 \text{ ваг}$$

Коефіцієнт завантаження гірки при цьому $\Psi = 2035 / 4266 = 0,48$.

в) при мінімальній швидкості розпуску $V_0 = 1,4$ м/с і роботі на гірці двох локомотивів тривалість розпуску состава становить

$$t_{\text{INT}} = 4 \text{ хв}, t_{\Gamma} = 12,14 + 4 = 16,14 \text{ хв};$$

$$N_{\Gamma} = \frac{1440 \cdot 0,95 - 60}{1,1 \cdot 16,14} \cdot 68 = 5009 \text{ ваг}$$

Коефіцієнт завантаження гірки $\Psi = 2035 / 5009 = 0,41$.

Таким чином, для нормальної роботи на гірці необхідно мати 1 лок. при використанні мінімальної швидкості розпуску.

7 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ З ДОВГОСОСТАВНИМИ ПОЇЗДАМИ

В дипломній роботі, як вже раніше зазначалося в пункті 4.2, розглядається два варіанти роботи з довгосоставними поїздами, що прибувають у розформування. Перший варіант передбачає виконання робіт на існуючому колійному розвитку парку прийому П; другий варіант передбачає подовження колій 16, 17 парку П.

7.1 Реконструкція колійного розвитку парку П

Схема існуючого колійного розвитку парної горловини парку П наведена на рисунку 7.1. Колійний розвиток даного парку повинен забезпечувати виконання наступних технологічних операцій:

- приймання поїздів в розформування з напрямків В та Г у верхню секцію ;
- приймання поїздів в розформування з напрямків Д, Б у нижню секцію;
- приймання довгосоставних поїздів в розформування з В та Д на колії 16, 17 відповідно;
- пропуск транзитних поїздів з напрямків В та Г в парк ТР-1;
- пропуск кутових транзитних поїздів з парку ТР-1 на напрямки В та Г;
- прибирання в локомотивне депо поїзних локомотивів від поїздів, що прибули в розформування;
- прибирання та подачу з локомотивного депо поїзних локомотивів до транзитних поїздів в парку ТР-1;
- пропуск в (з) локомотивного депо локомотивів з (в) парків ТР-2 та О;
- заїзд гіркового локомотива за складами поїздів, що прибули в розформування.

Відповідно вище згаданих вимог було проведено реконструкцію парку П(див. рисунок 7.2), яка передбачає виконання робіт з подовження колій 16, 17, улаштування стрілочної вулиці (СП 133, 135).

Як видно з Рисунок 7.2, реконструкція передбачає подовження та примикання колій 16 та 17 під кутом існуючої стрілочної горловини. Вказаний варіанти примикання колій дозволяє максимально зберегти існуючу конструкцію парку П.

Обсяги будівельних робіт за вказаним варіантом реконструкції парку П зведено в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 – Обсяги будівельних робіт за варіантами реконструкції

№ з/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт		
			15	15	17
1	Демонтаж стрілочних переводів	<i>шт</i>	1	1	0
2	Укладання звичайних односторонніх стрілочних переводів	<i>шт</i>	0	1	1
3	Укладання приймально-відправних колій	1 <i>км</i>	0	0,182	0,193

7.2 Розробка добового плану-графіку роботи станції Л

Графічною моделлю роботи станції є добовий план-графік, на якому відображуються: прийом поїздів, їх обробка в станційних парках, розформування, накопичення, перестановка та відправлення. На плані-графіку відображається також робота всіх пристроїв, що знаходяться на станції (сортувальна гірка, витяжні колії, маневрові локомотиви).

Мета добового плану-графіку – узгодити роботу всіх елементів станції, їх взаємодію з графіком прибуття і відправлення поїздів, з роботою під'їзних колій підприємства. уточнити завантаження окремих парків, колій, горловин, маневрових локомотивів, визначити норми часу знаходження на станції вагонів різних категорій обробки. Перерозподіл роботи, коректування підводу і відправлення поїздів і передач в процесі складання добового плану-графіку дозволяють удосконалити технологічний процес, покращити показники роботи станції. Таким чином, добовий план-графік використовується для визначення показників роботи станції при пошуках оптимального варіанту технічного оснащення станції.

В дипломній роботі відповідно до кожного із розглянутих варіантів було розроблено добовий план-графік роботи з поїздами, що надходять у розформування до станції Л.

7.3 Визначення показників добового плану-графіку роботи станції

За добовим планом-графіком розраховуються наступні показники [64]:

1. Завантаження бригад ПТО парків станції визначається як:

$$\Psi_{\text{пто}} = \frac{\sum t_{\text{то}}}{24}, \quad (7.1)$$

де $\sum t_{\text{то}}$ - сумарна тривалість огляду поїздів в парку, год.

Згідно з добовим планом графіком прийнято

за першим варіантом $\sum t_{\text{то}} = 18,63$ год;

за другим варіантом $\sum t_{\text{то}} = 18,63$ год;

Тоді завантаження бригади ПТО парку П становитиме:

за першим варіантом:

$$\Psi_{\text{пто}} = \frac{18,63}{24} = 0,78;$$

за другим варіантом:

$$\Psi_{\text{пто}} = \frac{18,63}{24} = 0,78.$$

2. Коефіцієнт використання маневрових локомотивів становить:

$$K_{\text{л}} = \frac{\sum t}{24 - T_{\text{л}}}, \quad (7.2)$$

де $T_{\text{л}}$ – час технологічних перерв, год.

Згідно [64] прийнято $T_{\text{л}} = 1$ год. Тоді, за першим варіантом:

$$\text{гірковий локомотив 1: } K_{\text{л}} = \frac{8,51}{24 - 1} = 0,37;$$

$$\text{гірковий локомотив 2: } K_{\text{л}} = \frac{8,28}{24 - 1} = 0,36.$$

За другим варіантом:

$$\text{гірковий локомотив 1: } K_{\text{л}} = \frac{8,28}{24-1} = 0,36;$$

$$\text{гірковий локомотив 2: } K_{\text{л}} = \frac{7,82}{24-1} = 0,34.$$

3. Завантаження сортувальної гірки розраховується як

$$\Psi_{\text{ср}} = \frac{\sum t}{24 - T_{\text{г}}}, \quad (7.3)$$

де $T_{\text{г}}$ – час технологічних перерв.

Згідно [64] прийнято $T_{\text{г}} = 1 \text{ год}$. Тоді завантаження складе:

за першим варіантом:

$$\Psi_{\text{ср}} = \frac{8,15}{24-1} = 0,35;$$

за другим варіантом:

$$\Psi_{\text{ср}} = \frac{8,54}{24-1} = 0,37;$$

Аналізуючи показники роботи станції приходимо до висновку, що технічне оснащення станції відповідає розрахунковим обсягам роботи. Так як завантаження основних технічних пристроїв (маневрових локомотивів, гірки, бригад ПТО) знаходиться в межах допустимих значень ($\Psi \leq 0,8$), то даного технічного оснащення цілком достатньо для нормальної роботи станції Л.

8 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВАРІАНТІВ РОБОТИ З ДОВГОСОСТАВНИМИ ПОЇЗДАМИ

Як зазначалося раніше, розглядається робота з довгосоставними поїздами, що надходять у розформування станції Л. З цією метою було розроблено два варіанти обробки цих поїздів в парку прийому П, що зазначені в пункті 4.2. Також, за другим варіантом передбачається подовження приймальних колій 16, 17 парку П. Розроблені варіанти відрізняються розмірами витрат, адже за першим варіантом збільшуються витрати та час на оброку довгосоставного поїзда, а за другим варіантом передбаченні капіталовкладення на проведення реконструкції колій 16, 17 парку П. Обсяги будівельних робіт за варіантами реконструкції представлені в табл. 7.1. Тривалість затримок рухомого складу та завантаження (бригади ПТО, гіркових локомотивів, сортувальної гірки) за варіантами розраховані в пункті 7.3.

8.1 Методика порівняння варіантів проектних рішень

При виборі варіантів рішення технічних задач визначається порівняльна економічна ефективність, яка показує, на скільки один варіант ефективніше за інший. Порівняння варіантів виконується за величиною сумарних модифікованих приведених витрат, які розраховуються за формулою [65]:

$$\text{МПВ} = \sum_{t=1}^T \frac{3 \cdot (1 - H_{\text{нп}}) - A \cdot H_{\text{нп}} + \text{КВ}}{(1 + E)^t}, \quad (8.1)$$

Для порівняння варіантів реконструкції колійного розвитку формула (8.1) прийме вигляд:

$$\text{МПВ} = \text{КВ} + 3 \cdot (1 - H_{\text{нп}}) - A \cdot H_{\text{нп}} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (8.2)$$

де КВ – капітальні вкладення за варіантами реконструкції, грн;

3 – експлуатаційні витрати без амортизаційних відрахувань, грн;

$H_{\text{нп}}$ – норма податку на прибуток (ставка), згідно [65] $H_{\text{нп}} = 0,25$;

E – дисконтна ставка, згідно [65] $E = 0,1$;

T – тривалість життєвого циклу проекту, згідно [65] $T = 25$ років;

A – амортизаційні відрахування в податковому обліку, що розраховуються за формулою:

$$A = KB \cdot \alpha, \quad (8.3)$$

де α – середня ставка амортизаційних відрахувань, згідно [65] приймається рівною $\alpha = 0,1$.

Проведемо деякі перетворення:

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t} = \frac{(1+E)^{-1} \cdot (1-(1+E)^{-T})}{1-(1+E)^{-1}} = \frac{1-(1+E)^{-T}}{E},$$

Отже, формула (8.2) матиме вигляд:

$$\text{МПВ} = KB + 3 \cdot (1 - N_{\text{нп}}) - KB \cdot \alpha \cdot N_{\text{нп}} \cdot \frac{1 - (1+E)^{-T}}{E}. \quad (8.4)$$

8.2 Розрахунок капітальних витрат на подовження колій 16, 17 парку II

Визначення капітальних витрат на реконструкцію приймальних колій 16, 17 парку II виконується на основі одиничних вартостей проведення робіт:

- укладання стрілочного переводу (СП);
- укладання 1 км приймально-відправних колій,
- спорудження контактної мережі;
- демонтаж технічних пристроїв.

Згідно вихідних даних, приведених в Додатку А, прийняті наступні величини одиничних вартостей: вартість укладання одиночного звичайного стрілочного переводу марки 1/9 складає 656 тис. грн., вартість укладання 1 км приймально-відправних колій з рейок Р65 – 2400 тис. грн, вартість спорудження 1 км контактної мережі – 3000 тис. грн, вартість демонтажу пристроїв складає 50 % від вартості їх спорудження.

Обсяг будівельних робіт приймається згідно табл. 7.1. Розрахунок капітальних витрат за другим варіантом реконструкції парку II представлено у вигляді таблиці 8.1. За першим варіантом приймаю, що капіталовкладення не будуть здійснюватися, адже

цей варіант не передбачає реконструкцію колій парку П. Обробка довгосоставних поїздів буде виконуватись на існуючому колійному розвитку.

При цьому прийнято, що обсяг робіт зі спорудження контактної мережі дорівнює обсягам робіт зі спорудження приймальних колій.

Таблиця 8.1 – Капітальні витрати на реконструкцію парку П за другим варіантом

Найменування витрат	Одиниця виміру	Вартість за одиницю, тис. грн	Обсяг робіт			Капіталовкладення за варіантами, тис. грн		
			15	16	17	15	16	17
Демонтаж стрілочних переводів	шт	328	1	1	0	328	328	0
Укладання стрілочних переводів	шт	656	0	1	1	0	656	656
Укладання приймально-відправних колій	1 км	2400	0	0,182	0,193	0	436,8	463,2
Спорудження контактної мережі	1 км	3000	0	0,182	0,193	0	546	579
РАЗОМ						328	1966,8	1698,2
						3993		

8.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за варіантами обробки довгосоставних поїздів

Експлуатаційні витрати включають в себе витрати, пов'язані з експлуатацією укладених колій та стрілочних переводів, а також витрати, пов'язані з затримками вагонів, локомотивів.

Річні експлуатаційні витрати при реалізації певного варіанту технології визначаються за формулою:

$$E = E_{\text{утр}} + E_3, \quad (8.5)$$

де $E_{\text{утр}}$ – експлуатаційні витрати, пов'язані з утриманням колій та стрілочних переводів;

E_3 – витрати, пов'язані з простоєм поїздів та затримками рухомого складу.

Розрахунок експлуатаційних витрат, пов'язаних з утриманням колій та стрілочних переводів, виконую для другого варіанту при подовженні колій 16, 17 парку П наведено у таблиці 8.2. При розрахунку прийнято, що вартість утримання 1 км колій

складає 10 % від вартості укладання, а вартість утримання 1 стрілочного переводу – 15 %.

Таблиця 8.2 – Експлуатаційні витрати на утримання колій та стрілочних переводів, що влаштовуються при реконструкції парку П

Найменування витрат	Одиниця виміру	Вартість за одиницю, тис. грн/міс	Обсяг робіт		Експлуатаційні витрати за варіантами, тис. грн/рік	
			16	17	16	17
Утримання стрілочних переводів	<i>шт</i>	98,4	1	1	98,4	98,4
Утримання приймально-відправних колій	1 км	240,0	0,182	0,193	43,68	46,32
РАЗОМ					142,08	144,72
					286,8	

Для розрахунку витрат, пов'язаних з простоєм вагонів, локомотивів необхідно врахувати вартість відповідно 1 год простою вантажного вагона, локомотива.

Витрати з простою вагонів розраховуються за наступною формулою:

$$E_{\text{ваг}} = 365 \cdot \frac{t_3}{60} \cdot m_{\text{ваг}} \cdot e_{\text{вгод}} \cdot 10^{-3}, \quad (8.6)$$

де t_3 – тривалість затримок вагонів за добу;

$e_{\text{вгод}}$ – вартість 1 год простою вантажного вагона, приймається згідно з величиною витратних ставок 0,80 грн/год;

$m_{\text{ваг}}$ – середня кількість вагонів у складі поїзда, приймається $m_{\text{ваг}} = 51$ ваг.

Розрахунок експлуатаційних витрат, пов'язаних із простоєм вантажного вагону в парку П за варіантами виконано у вигляді таблиці В.1.

Капіталовкладення за другим варіантом розраховані в таблиці 8.1. За першим варіантом приймаю, що капіталовкладення не будуть здійснюватися, адже цей варіант не передбачає реконструкцію колій парку П.

Капіталовкладення, річні експлуатаційні витрати на утримання колій та стрілочних переводів за першим варіантом відсутні відносно другого варіанту, адже перший варіант не передбачає реконструкцію колій 16, 17 парку П, отже додаткових витрат (як за другим варіантом) не буде.

Тоді модифіковані приведені витрати за формулою (8.4) за першим варіантом складуть:

$$\text{МПВ} = 581,77(1 - 0,25) - 0,25 \cdot \frac{1 - (1 + 0,1)^{-25}}{0,1} = 434,06 \text{ тис. грн}$$

Результати розрахунків модифікованих приведених витрат за варіантами реконструкції наведені в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Модифіковані приведені витрати за варіантами реконструкції

Варіант	Капіталовкладення, K , тис грн	Річні експлуатаційні витрати, тис грн		Модифіковані приведені витрати, тис грн
		На утримання колій та стрілочних переводів, $E_{\text{утр}}$	Пов'язані із затримками рухомого складу, E_3	
1	-	-	581,77	434,06
2	3993	286,8	573,71	4636,113

Таким чином, в результаті розрахунків встановлено, що економічно не доцільно виконувати реконструкцію парку П, як передбачає другий варіант, так як капіталовкладення на реконструкцію парку П значно перевищують економію від простою вагонів в парку П, що і доводить величина сумарних модифікованих приведених витрат.

9 БЕЗПЕКА МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ НА СОРТУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ Л

На станцію Л у розформування, крім звичайних поїздів, також прибувають довгосоставні поїзди. Для забезпечення безпеки всієї роботи повинні виконуватись вимоги [66, 67, 68], вимоги місцевих посадових інструкцій, вимоги технічно-розпорядчого акту станції.

9.1 Безпека маневрової роботи в парку прийому П

На сортувальну станцію Л у розформування в парк прийому П надходять поїзди нормальної довжини (51 вагон) та довгосоставні поїзди (78 вагонів). Отже, в парку П виконуються наступні маневрові пересування:

- прийом поїздів;
- прибирання поїзного локомотива;
- насув состава на гірку для розформування;
- маневри на коліях парку з перестановки груп вагонів;
- заїзд маневрового локомотиву під состав.

За всі пересування рухомих одиниць на залізничній станції відповідає черговий по станції (ДСП). Також, забезпечує безпеку руху, виконання графіка руху і маневрової роботи; виконує розпорядження поїзного диспетчера, веде переговори з черговими сусідніх станцій, машиністами локомотивів та інших рухомих одиниць відповідно до вимог [66, 67, 68], технічно-розпорядчого акту і технологічним процесом роботи станції. Згідно ТРА станції прийом поїздів нормальної довжини виконується на колії 11, 13 з В, Г та на колії 14, 15 з Д, Б. Довгосоставні поїзди приймають на колії 16, 17 з В, Д відповідно. Отримавши інформацію про підхід поїзда від поїзного диспетчера, ДСП по гучномовному зв'язку повідомляє працівників станції про прийом поїзда на відповідно колію парку П та інформацію про поїзд, також готує маршрут прийому. Після прийому поїзда виконується закріплення составу сигналістом за командою ДСП. Норму закріплення розраховує та доводить до сигналіста ДСП з використанням натурального листа поїзда, ТРА станції, за першою або другою формулою. Закріплення составу виконує сигналіст гальмовими башмаками.

Гальмові башмаки повинні бути пофарбовані (у колір, при якому вони найбільш помітні), мати встановлене клеймо і зберігатися на спеціальних тумбочках в між колії і стелажах. Забороняється використання несправних гальмових башмаків:

- відсутня ручка;
- зігнутий полоз;
- тріщина на полозі, або упорній пластині;
- послаблення кріплення ручки з головою, або з полозом.

Також, забороняється встановлювати гальмові башмаки:

- на зовнішню рейку кривої;
- на рамну рейку стрілочного переводу, до якого прилягає вістряк;
- на рейковому стику;
- перед хрестовиною стрілочного переводу.

Виконавши закріплення сигналіст доповідає ДСП, виконується відчеплення та прибирання поїзного локомотива. Маневрові пересування виконуються за дозволяючими показаннями маневрових світлофорів у відповідності з вимогами [68]. Прибравши поїзний локомотив з колії прийому, ДСП дає команду оператору ПТО про огороження составу та обробку составу бригадами ПТО та ПКО.

Огороження виконується світлофорами, або сигналами «Зупинка», що встановлюються на осі колії на відстані не менше 50 м (на наскрізних коліях – з обох боків, а на тупикових коліях – з боку стрілочного переводу). Якщо крайній вагон знаходиться від граничного стовпчика ближче 50 м, то тимчасовий сигнал «Зупинка» з цього боку встановлюється на осі колії проти граничного стовпчика. Працівник бригади ПТО здійснює технічний огляд з пролазкою для виявлення та усунення несправностей, які загрожують безпеці руху поїздів та безвідчипний ремонт кузовів, відповідальних вузлів рами, ходових частин, автозчепних пристроїв, гальм та важільних передач. Працівники ПКО перевіряють стан люків, дверей та кузовів вагонів, розміщення та закріплення вантажів, наявність пломб, оглядають состав на предмет схоронності вантажу. Усі несправності, що загрожують безпеці руху усуваються, а за неможливості, вагон направляється на відповідні колії Сортувального парку з до-

держанням вимог безпеки руху. Про закінчення технічного огляду працівники бригади ПТО доповідають оператору ПТО, він в свою чергу по гучномовному зв'язку повідомляє про закінчення огляду ДСП та всіх причетних робітників.

Після технічного і комерційного огляду, за командою чергового по станції виконується заїзд маневрового локомотива під состав, знімається огороження. Всі пересування по станції оголошуються ДСП по гучномовному зв'язку. Кожний робітник станції, отримавши розпорядження, повинен повторити це розпорядження особі, що дала це розпорядження. Після заїзду маневрового локомотиву виконується насув составу на сортувальну гірку.

9.2 Безпека маневрової роботи під час розформування составів на сортувальній гірці

На станції Л розформування составів виконується на механізованій сортувальній гірці середньої потужності. Для забезпечення безпеки руху при розформуванні составів маневри повинні виконуватись відповідно до вимог [66, 67, 68], та місцевої Інструкції з роботи сортувальної гірки станції Л. На сортувальній гірці, гірочній горловині сортувального парку С та парній горловині парку П виконуються наступні маневрові пересування:

- насув состава на гірку для розформування;
- розпуск вагонів з сортувальної гірки;
- маневри на коліях сортувального парку С без виїзду на вершину гірки;
- маневри з виїздом з колій сортувального парку С через вершину гірки на

колії приймального парку П та назад.

Маневрові пересування виконуються за дозволяючими показаннями гіркового і маневрових світлофорів у відповідності з вимогами [68]

Керівництво процесом розформування составів на сортувальній гірці здійснюється черговим по гірці (ДСПГ). Перед розпуском вагонів з сортувальної гірки ДСПГ зобов'язаний:

- перевірити рівень вільності колій сортувального зі сторони гірки і наявність проходів на них;

– ознайомитися з планом майбутнього розпуску, послідовністю розташування відчепів, числом вагонів у кожному відчепі, ходовими якостями відчепів, наявністю вагонів, що вимагають особливої обережності при розпуску та інших необхідних даних;

– встановленим на станції Л порядком (по гучномовному зв'язку) забезпечити ознайомлення з характером майбутнього розпуску інших працівників, що беруть участь у сортуванні вагонів (операторів виконавчих постів, складача поїздів, регулювальників швидкості руху вагонів та ін.);

– включити пристрої автоматизації сортувальної роботи (ГАЦ).

ДСПГ, оператори виконавчих постів, складачі поїздів, регулювальники швидкості руху вагонів у процесі розпуску повинні регулювати швидкість насуву і ступінь гальмування вагонів у залежності від заповнення сортувальних колій сортувального парку, умов проходу відчепів у стрілочній зоні і на підгіркових коліях, довжини відчепів, призначення відчепів по коліях сортувального парку й інші умови. У процесі розпуску ДСПГ та оператори виконавчих постів повинні стежити за рухом відчепів, перевіряти правильність їх проходження по коліях сортувального парку, контролювати роботу пристроїв автоматизації сортувальної роботи й у залежності від ситуації, що складається, при необхідності коректувати вживати заходів з забезпечення безпеки маневрової роботи.

При знаходженні на коліях сортувального парку С вагонів з небезпечними вантажами маневровий диспетчер і черговий по сортувальній гірці зобов'язані вести точний облік колій, на яких такі вагони знаходяться.

У процесі розпуску черговий по гірці, оператор розпорядчого посту, складач гірки за допомогою двостороннього паркового чи іншого видів зв'язку повинен постійно інформувати операторів виконавчих постів, регулювальників швидкості руху вагонів про відчепа, що вимагають особливої обережності (вагони з небезпечними вантажами, провідниками, живністю й ін.). Усі працівники, що беруть участь у розпуску при скочуванні з гірки таких відчепів, а також при розпуску будь-яких відчепів на колію, де знаходяться вагони з вантажами, що вимагають особливої обережності,

повинні бути особливо уважними, забезпечувати безпеку розпуску і схоронність рухомого складу. Швидкість насуву, а також силу гальмування на сповільнювачах регулювати з урахуванням створення необхідних інтервалів між відчепами і безумовним дотриманням установлених швидкостей при зіткненні цих вагонів з іншими вагонами.

Згідно вимог [66] забороняється робити маневри поштовхами і розпускати з сортувальної гірки:

- вагони, що зайняті людьми, крім вагонів із провідниками (командами), які супроводжують вантажі;
- вагони з вантажами окремих категорій відповідно до Правил перевезень вантажів;
- платформи і піввагони з боковою і нижньою негабаритністю 4-6-го ступенів і з верхньою негабаритністю 3-го ступеню, а також навантажені транспортери;
- локомотиви в недіючому стані, моторвагонний рухомий склад, рефрижераторні секції, пасажирські вагони, крани на залізничному ході;
- вагони і спеціальний рухомий склад, що мають трафарет «З гірки не спускати».

Зазначений рухомий склад може бути пропущений через сортувальну гірку тільки з маневровим локомотивом.

Швидкість розпуску вагонів на сортувальній гірці при різних показаннях гіркового світлофора, а також умови, що забезпечують збереження рухомого складу, встановлено начальником залізниці. Згідно вимог [66] **Ошибка! Источник ссылки не найден.** швидкість підходу відчепа до іншого відчепу в сортувальному парку С повинна бути не більше 5 км/год, а для вагонів з вантажами окремих категорій, що вимагають особливої обережності – не більше 3 км/год.

При гальмуванні відчепів вагонними уповільнювачами необхідно забезпечити достатні інтервали між відчепами для їх розділу на стрілочних переводах, а також

безпечну швидкість при з'єднанні відчепів на сортувальних коліях. Відчепи з порожніми вагонами на уповільнювачах гальмуються таким чином, щоб виключити їх витискання.

Для забезпечення безпеки руху при скочуванні відчепів з сортувальної гірки в сортувальному парку С чергує 2 регулювальники швидкості вагонів, які виконують гальмування відчепів за допомогою гальмівних башмаків. Кожен регулювальник швидкості руху вагонів у процесі розпуску зобов'язаний стежити за наявністю вагонів на тій чи іншій сортувальній колії і при її заповненні завчасно сповіщати про це старшого регулювальника, чергового по гірці чи складача гірки. Забороняється осаджування і з'єднання вагонів у сортувальному парку С без попереднього узгодження з черговим по гірці (складачем) та іншим працівником протилежного кінця сортувального парку порядком, установленим технічно-розпорядчим актом станції Л.

Перед осаджуванням складач зобов'язаний переконатися у відсутності гальмових башмаків під вагонами, у нормальному положенні розчіпних важелів автозчеплення вагонів і у відсутності перешкод для руху.

9.3 Безпека маневрової роботи в парку відправлення

Накопичення та формування составів виконує маневровий диспетчер. Формування составів здійснюється за призначенням та обмежуються такими параметрами як: умовна довжина та маса поїзда. Після формування составу маневровий диспетчер повідомляє ДСП про готовність составу для перестановки в парк відправлення. ДСП по гучномовному зв'язку повідомляє всіх працівників про перестановку состава на відповідну колію парку відправлення та дає команду черговому по парку відправлення (ДСПП) на закріплення виставленого состава.

Після доповіді про закріплення, відчіпляється маневровий локомотив та вільною колією повертається назад в сортувальний парк. Аналогічно до парку прийому, состав огороджується та оглядається бригадами ПТО та ПКО. Виявлені несправності усуваються, при неможливості усунути виявленні несправності, після завершення

огляду і зняття огороження, ДСП готує маршрут маневровому локомотиву під состав, виконавши необхідні маневри вагон відчіпляється та повертається в сортувальний парк на відповідну колію для подальшого ремонту.

Виконується подача поїзного локомотиву під состав, що оголошується ДСП по гучномовному зв'язку. Зчеплення поїзного локомотиву виконується в присутності автоматчика та за його командою, також, він перевіряє зчеплення локомотиву з головним вагоном. Черговий по парку відправлення свою чергу готує документи до відправлення, заповнює попередження, яке буде видано машиністу поїзного локомотива. Також, ДСПП веде документацію пред'явлення составів для технічного огляду, суворий облік гальмових башмаків, проводить закріплення составів, заповнює та видає попередження разом із документами на состав машиністам рухомих одиниць. Крім попереджень ДСПП отримує накази на заповнення та видачу бланків різної форми (ДУ-54, ДУ-64, ДУ-50, ДУ-56, ДУ-61). Попередження ДУ-61 видається всім рухомих одиницям, що відправляється на перегін, а також при: несправності колії, пристроїв контактної мережі, при виконанні ремонтних робіт; при введенні в дію нових засобів сигналізації та зв'язку, при несправності світлофорів; при наявності в составі поїзда негабаритного вантажу; при наявності в составі поїзда рухомих одиниць, що не можуть слідувати з встановленою швидкістю.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сортировочные станции: учеб пособие / М.Н. Луговцов [и др.]; С65 М-во образования Респ. Беларусь - Гомель: БелГУТ, 2009. – 248с.
2. Огар О.М. Аналіз перспектив розвитку сортувальних станцій закордоном та на залізницях України в умовах реформування транспорту [Текст] / Огар О.М. // Збірник наукових праць УкрДАЗТ – 2013. - вип. 136.
3. Березовий, М. І. Аналіз технічного забезпечення сортувальних станцій України [Текст] / М. І Березовий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 3 (42). – С.60-66.
4. Ломотько, Д.В. Дослідження зміни часу знаходження місцевих вагонів у харківському вузлі [текст] / Д.В. Ломотько, Я.В. Запара // Зб. наук. праць. – 2009. – №17. – С. 9-16.
5. Мироненко, В. К. Реорганізація роботи сортувальних станцій та систем підведення вагонопотоків [Текст] // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 2. – С. 6-7.
6. Бобровский, В. И. Повышение эффективности функционирования сортировочных комплексов станций: [препринт] / В. И. Бобровский, Е. Б. Демченко // Современные методы, принципы и системы автоматизации управления на транспорте : сб. материалов Междунар. научно-практ. конф. / Московский гос. ун-т путей сообщения Императора Николая II. – Москва, 2016. – С. 22–27.
7. Совершенствование конструкции и технологии работы сортировочных комплексов железнодорожных станций : монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, А. И. Колесник, Е. Б. Демченко, А. С. Дорош ; Днепропетр. нац. ун-т ж.-д. тр-та им. акад. В. Лазаряна. – Днепропетровск : Маковецкий, 2012. – 232 с. : табл., рис. – Библиогр.: с. 204–213. – ISBN 978-966-1507-38-7.
8. Журавель, В. В. Аналіз досвіду використання технічних засобів сортувальних гірок / В. В. Журавель, І. Л. Журавель // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2013. — Вип. 6. — С. 47—50. — DOI: 10.15802/tstt2013/24449.

9. Журавель, В. В. Показники роботи сортувальної гірки та фактори, що на них впливають / В. В. Журавель // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізничн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2010. – Вип. 32. – С. 237–241. УДК 656.212

10. Бобровский, В. И. Анализ и оценка конструкции плана путевого развития горочных горловин / В. И. Бобровский, А. С. Дорош, А. И. Колесник // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 1. – С. 22–26. – DOI: 10.15802/tstt2011/17159.

11. Березовий, М. І. Підвищення ефективності роботи залізничних станцій шляхом удосконалення спеціалізації сортувальних колій : авт. дис. к. т. н. : 05.22.20 / М. І. Березовий — Д., 2010.

12. Вернигора, Р. В. Аналіз інтенсивності вантажних поїздопотоків на сортувальних станціях України / Р. В. Вернигора, Л. О. Єльнікова // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2013. — Вип. 6. — С. 32—35. — DOI: 10.15802/tstt2013/24446.

13. Вернигора, Р. В. Дослідження процесів составоутворення на сортувальних станціях методами імітаційного моделювання : [препринт] / Р. В. Вернигора, О. В. Пугач // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 6/4(48). – С. 52–55.

14. Журавель, В. В. Дослідження впливу реконструкції витяжних колій на ефективність функціонування сортувальної станції / В. В. Журавель, А. І. Маслюк, І. Л. Журавель // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2013. — Вип. 5. — С. 23—27. УДК 656.212. — DOI: 10.15802/tstt2013/19272.

15. Журавель, В. В. Аналіз показників роботи сортувальних гірок і параметрів вагонопотоків, які підлягають переробці на них / В. В. Журавель, І. Л. Журавель, В. М. Мірча // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2013. — Вип. 6. — С. 51—55. — DOI: 10.15802/tstt2013/24450.

16. Музикіна, Г. І. Вплив параметрів накопичення вагонів на їх простій на сортувальних станціях / Г. І. Музикіна, Т. В. Болвановська, Є. М. Жорова // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 20. – С. 198–201.

17. Бардась, А. А. Усовершенствование планирования процессов расформирования составов с учетом оперативных данных автоматизированных систем управления грузовыми перевозками / А. А. Бардась // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 24. – С. 150–152. УДК 656

18. Бардась, А.А. Удосконалення методів вибору черговості розпуску составів на сортувальній станції / А. А. Бардась, В.В. Скалозуб // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2010. – С.46-52.

19. Крячко Е. В. Совершенствование метода определения скорости роспуска составов на сортировочной станции / Е. В. Крячко, В. А. Буренин, И. А. Товстоноженко, У. А. Азизов // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – 2019. - №3. – С.21-24.

20. Болвановська Т. В. Удосконалення методів розрахунку переробної спроможності сортувальних комплексів : автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.22.20. Дніпропетровськ, 2015. 22 с.

21. Бобровський, В. І. Теоретичні основи удосконалення конструкції та технології роботи залізничних станцій : автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.20 / В. І. Бобровський ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2002. – 36 с.

22. Назаров, О. А. Підвищення ефективності сортувального процесу на гірках шляхом впровадження систем розподіленого регулювання швидкості відчепів : авт. дис. к. т. н.: 05.22.20 / О. А. Назаров ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012.

23. Бобровський, В. І. Базова модель колійного розвитку в імітаційних моделях залізничних станцій / В. І. Бобровський, Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора // Зб. наук. пр. Укр. держ. ун-ту залізн. трансп. – Харків, 2004. – Вип. 62. – С. 20–25.

24. Малашкін, В. В. Аналіз технічного стану приймально-відправних парків сортувальних станцій України : [препринт] / В. В. Малашкін // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 6/3 (54). – С. 55–59.

25. Козаченко, Д. Н. Исследование эффективности использования технических средств закрепления подвижного состава на станционных путях : [препринт] / Д. Н. Козаченко, Н. И. Березовый, И. В. Баркалов // Вагонный парк. – 2011. – № 4. – С. 4–6.

26. Підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничній мережі : монографія / Г. Я. Мозолевич, Ю. В. Чибісов. – Д. : Маковецький Ю. В., 2013. – 173 с. : граф., диагр., табл. – Бібліогр.: с. 133-145. – ISBN 978-966-1507-45-5. – doi: 10.15802/978-966-1507-45-5.

27. Мазуренко, О. О. Зменшення обігу вагонів за рахунок раціональної організації вагонопотоків / О. О. Мазуренко, Г. Я. Мозолевич, А. В. Кудряшов // Вагонный парк. – Харьков. – 2011. – № 5. – С. 38–41.

28. Божко, М. П. Розрахунок економії вагоно-годин накопичення вагонів при формуванні двогрупних поїздів / М. П. Божко, О. О. Мазуренко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 21. – С. 219–222.

29. О вождении длинносоставных поездов / Е. П. Блохин, К. И. Железнов, Л. В. Урсуляк, Я. Н. Романюк // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізничн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 30. – С. 48–55. УДК 629.4.015

30. Пудовиков О.Е. Управление длинносоставными тяжеловесными грузовыми поездами / О.Е. Пудовиков // Управление большими системами. – 2010. – Вип. 29. – С.214-231. УДК 681.5.033.2

31. Бубнов В.Ю. Уменьшение продольных усилий в автосцепках вагонов при движении тяжеловесных и длинносоставных грузовых поездов / В.Ю.Бубнов // Петербургский государственный университет путей сообщения. - Санкт-Петербург 2006. – С.20 – 23.

32. Архангельский, Е.В. Этапное развитие сортировочных станций и планирование потребных для этого капитальных вложений [Текст]: метод. указания / Е.В. Архангельский // Московский инс-т инженеров тр-та. – М.: Изд-во МИИТ, 1989. – 43 с.

33. Иванкова Л. Н. Этапное овладение перевозками на двухпутных линиях при обращении длинносоставных грузовых поездов / Л. Н. Иванкова, А. Н. Иванков, М.В. Фуфачева // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, - 2012. - № 2 (34). - С. 163 – 165.

34. Дослідження доцільності впровадження приватної локомотивної тяги на колії загального користування АТ «Укрзалізниця» [текст] / БУТЬКО Т. В., ХАРЛАНОВА С. В., СЕК Р. П., // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – 2019. - №6. – С3.

35. Вернигора, Р. В. Анализ простоев поездов в ожидании поездных локомотивов на сортировочных станциях / Р. В. Вернигора, Л. О. Ельникова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 5/3 (59). – С. 16–19.

36. Березовий, М. І. Аналіз нерівномірності обсягів роботи локомотивних бригад у вантажному русі / М. І. Березовий, Ю. Р. Гримак // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. Лазаряна. – Дніпро. – 2017. – Вип. 13. – С. 4–9.

37. Санницький Н. М. Формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. Дніпро, 2020. 177 с.

38. Козаченко, Д. Н. Проблемы использования частных локомотивов для выполнения перевозок на магистральном железнодорожном транспорте / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2012. — Вип. 3. — С. 40—46.

39. Козаченко, Д. Н. Перспективы использования частной локомотивной тяги на магистральном железнодорожном транспорте Украины / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Українські залізниці. – 2013. — № 1. – С. 50–54.

40. Бобровский, В. И. Анализ эффективности режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Н. В. Рогов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2006. – вип. 11. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2006. – С. 103-111.

41. Нагорный, Е. В. Решение задачи по энергосбережению при торможении отцепов на сортировочных горках [Текст] / Е. В. Нагорный, А. Я. Шейнин // Залізн. тран-сп. України. – 1998. – № 1 (4-5). – С. 70-72.

42. Огар, О. М. Науковий підхід до визначення раціональних конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок [Текст] / О. М. Огар // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2009. – № 18. – С. 9-16.

43. Яновський, П. О. Методичні основи забезпечення якісної взаємодії виробництва і транспорту [Текст] / П. О. Яновський // Залізничний транспорт України. – 2013. – №5/6. – С.104-111.

44. Яновський, П. О. Стан сучасної системи забезпечення якості перевізного процесу залізниць [Текст] / П. О. Яновський // Залізничний транспорт України. – 2013. – №3/4. – С.80-86.

45. Бузанов, С. П. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных устройств [Текст]: учебное пособие для вузов / С. П. Бузанов, А. М. Карпов, М. А. Рыцарев. – М. : Транспорт, 1965. – 232 с.

46. Жуков, В. А. Снижение эксплуатационных расходов при расформировании вагонов на совмещенных сортировочных горках [Текст] / В. А. Жуков, А. Д. Петрушин, Н. Н. Числов, О. Н. Числов // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 9. – С.32-35.

47. Топчієв, М. П. Аналіз конструкції поздовжнього профілю насувної частини сортувальних пристроїв станцій залізниць України / М. П. Топчієв, В. С. Алейник, І. В. Берестов, М. І. Данько, О. М. Огар // Збірник наукових праць / УкрДАЗТ. - Харків, 2004. - Вип. 62. с.67-75.

48. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах Союза ССР. ВСН 207-89 [Текст]. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с.
49. Никитин, В. Д. Проектирование продольного профиля парков сортировочной станции с помощью математического моделирования маневровых процессов на ЭЦВМ [Текст] / В. Д. Никитин, С. С. Мацкель // Сб. научн. тр., вып. 304. МИИТ, 1969, С. 4-41.
50. Данько, М. І. Математичне моделювання витрат палива маневровими локомотивами [Текст] / М. І. Данько, Т. В. Бутько, В. Д. Зонов, М. П. Топчієв // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 3. – С. 29-32.
51. Кобзев, В. А. Новые вагонные замедлители [Текст] / В. А. Кобзев // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 10. – С. 10-12.
52. Кобзев, В. А. Состояние и перспективы развития тормозной горочной техники [Текст] / В. А. Кобзев // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 11. – С. 2-5.
53. Луханін, М. І. Новий уповільнювач вагонний універсальний [Текст] / М. І. Луханін // Залізничний транспорт України. – 2006. – №3. – С. 48-50.
54. Назаров, О. А. Ефективність систем розподіленого регулювання швидкості вагонів на сортувальних коліях / О. А. Назаров // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2010. – Вип. 34. – С. 193-198.
55. Моргачев, В. Д. Создание эффективных электромагнитных вагозамедлителей [Текст] / В. Д. Моргачев // Автоматика, телемеханика и связь – 1991. – № 9 – С. 6-7.
56. До питання розробки методики комплексного розрахунку оптимальних конструктивних параметрів сортувальних гірок [Текст] / І. В. Берестов, О. М. Огар, О. Б. Ахієзер, М. Ю. Куценко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, – 2009. – 2/3 (38). – С. 56-60
57. Економічна статистика / Економічна діяльність / Транспорт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm

58 Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст]: – М.: Транспорт, 1981. – 287 с.

59 Сотников И.Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1990.

60 Залізничні станції та вузли: проектування дільничних станцій [Текст]: методичні вказівки до курсового та дипломного проектування / уклад.: В. І. Бобровський; В. В. Журавель; Г. Я. Мозолевиц; Р. В. Вернигора. – Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: 2008. – 35 с.

61 Галузеві будівельні норми України [Текст]: затв. наказом МТУ, наказ від 17.01.2013 р. № 25 / Мін-во транспорту України. – ДП. : Київдніпротранс, 2012. – 112 с.

62 Галузеві будівельні норми України. Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування ГБН В.2.3-37472062-1:2012.

63 Божко, М. П. Проектування сортувальних пристроїв [електронна версія] / М. П. Божко, В. І. Бобровський, Д. М. Козаченко, Т. В. Болвановська, М. І. Березовий // Методичні вказівки до виконання курсових проектів та дипломних робіт. Д.:2018.

64 Кочнев Ф. П. Управление эксплуатационной работой железных дорог [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ф. П. Кочнев, И. Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1990. – 424 с.

65 Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте [Текст]: Учеб.-метод. пособие / сост. Ю. Ф. Кулаев. – К.: Транспорт України, 2001. – 182 с.

66 Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]: / затв.: наказ Мінтрансу та зв'язку України 20.12.1996. № 411 / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2005. – 132 с.

67 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України [Текст]: затв. Наказ Мінтрансу та зв'язку України 31.08.2005 №507. / Мін-во трансп. Та зв'язку України. – К., 2005.

68 Інструкція з сигналізації на залізницях України, затверджена наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 23.06.2008 № 747.