

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна

---

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М. І. Березовий

2020 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: **УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ  
СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ КС В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ  
РОБОТИ**

Theme: **IMPROVING THE DESIGN OF TRACK DEVELOPMENT OF THE  
SORTING STATION KS IN TERMS OF INCREASING THE WORK AMOUNT**

Керівник дипломної роботи	<u>доцент</u>	_____	<u>О. О. Мазуренко</u>
Нормоконтролер	<u>доцент</u>	_____	<u>В. В. Малашкін</u>
Студент групи	<u>У31926</u>	_____	<u>В. Р. Пешков</u>
Student	<u>Pieshkov Vladyslav</u>		

Дніпро  
2020

Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені  
академіка В. Лазаряна

Факультет УПП

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 дипломної роботи на здобуття ОС магістр

(рівень вищої освіти)

студента групи УЗ1926  
(номер групи)

Пешков Владислав Русланович  
(ПІБ)

1 Тема дипломного проекту (роботи) Удосконалення конструкції колійного розвитку сортувальної станції КС в умовах збільшення обсягів роботи

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

2 Термін подання студентом закінченого проекту (роботи) 14.12.2020 р.

3 Вихідні дані до дипломного проекту (роботи) Схема станції. Вагоно- та поїздопотоки станції. Техніко-розпорядчий акт станції. Технологічний процес роботи станції.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) аналіз проблеми підвищення якості роботи залізничних станцій; техніко-експлуатаційна характеристика станції; визначення розрахункових обсягів роботи станції та розмірів руху поїздів на прилеглих лініях; розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій та необхідного технічного оснащення станції; аналіз схеми станції та удосконалення її колійного розвитку в умовах збільшення обсягів роботи; розробка технологічного процесу роботи станції; розробка добового плану-графіка роботи станції та розрахунок її показників; забезпечення охорони навколишнього середовища при перевезенні вантажів залізничним транспортом.

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) план сортувальної станції КС; діаграма вагоно- та поїздопотоків сортувальної станції КС; нормування тривалості виконання технологічних операцій; варіанти удосконалення колійного розвитку станції; визначення доцільного варіанту конструкції парку; приклад розрахунку завантаження горловини; добовий план-графік роботи сортувальної станції КС; показники добового плану-графіку роботи сортувальної станції КС.

## 6 Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Обсяг розділу, %
1. Аналіз проблеми підвищення якості роботи залізничних станцій	12.10.2020	15
2. Техніко-експлуатаційна характеристика станції	12.10.2020	5
3. Визначення розрахункових обсягів роботи станції та розмірів руху поїздів на прилеглих лініях	12.10.2020	10
4. Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій та необхідного технічного оснащення станції	09.11.2020	20
5. Аналіз схеми станції та удосконалення її колійного розвитку в умовах збільшення обсягів роботи	09.11.2020	25
6. Розробка технологічного процесу роботи станції	30.11.2020	10
7. Розробка добового плану-графіка роботи станції та розрахунок її показників	30.11.2020	10
8. Забезпечення охорони навколишнього середовища при перевезенні вантажів залізничним транспортом	30.11.2020	5

Дата видачі завдання: «03» жовтня 2020 р.

Керівник дипломного проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Мазуренко О. О.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис)

Пешков В. Р.

(ПІБ)

4.4	Визначення тривалості заняття колії приймально-відправного парку Б транзитним поїздом.....	52
4.5	Розрахунок потрібної кількості колій в приймальному парку А .....	53
4.6	Розрахунок потрібної кількості колій в приймально-відправному парку Б .....	54
4.7	Розрахунок потрібної кількості колій в сортувально-відправному парку .....	54
5	АНАЛІЗ СХЕМИ СТАНЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ЇЇ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ РОБОТИ .....	57
5.1	Методика аналізу конструкції горловин станції.....	57
5.2	Розробка та аналіз варіантів колійного розвитку парної горловини парку прийому.....	60
5.3	Розробка та аналіз варіантів колійного розвитку непарної горловини парку прийому .....	69
5.4	Техніко-економічне обґрунтування удосконалення конструкції парку А.....	75
6	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ .....	80
6.1	Технологія обробки поїздів, що прибувають у розформування.....	80
6.2	Технологія розформування і формування составів .....	81
6.3	Технологія роботи з складами свого формування.....	84
6.4	Технологія роботи з транзитними поїздами .....	86
6.5	Технологія роботи з місцевими вагонами .....	89
7	РОЗРОБКА ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКА РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ПОКАЗНИКІВ .....	90
8	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	95
	ВИСНОВКИ.....	100
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	102
	ДОДАТОК А. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	107
	ДОДАТОК Б. РОЗКЛАД ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ .....	109
	ДОДАТОК В. РОЗКЛАД ПОЇЗДІВ ПО ПРИЗНАЧЕННЯМ .....	111
	ДОДАТОК Г. МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ДЕМОСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ.....	113
	ДОДАТОК Д. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	125

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І  
ТЕРМІНІВ**

БМРЦ	- блочна маршрутно-релейна централізація
ГП	- гальмівна позиція
ДНЦ	- станційний диспетчер
ДСП	- черговий по станції
ДСПП	- черговий по парку
ДСПО	- черговий по відправленню
ЕОМ	- електронно – обчислювальна машина
МП	- маневровий пост
ПК	- під'їзна колія
ПКО	– пункт комерційного обслуговування вагонів
ПТО	– пункт технічного обслуговування вагонів
ПТЕ	- правила технічної експлуатації
СТЦ	- станційний технологічний центр
ТРА	- техніко-розпорядчий акт

## ВСТУП

Важлива роль в роботі залізничного транспорту належить сортувальним станціям, які виконують майже 70% загального об'єму всієї сортувальної роботи і приблизно 50% всієї переробки транзитного вагонопотоку на залізничному транспорті. Від якості роботи сортувальної станції залежить і якість роботи прилягаючих до неї дільниць.

Сортувальні станції призначені для сортування вагонів за планом формування і масового формування з них поїздів дальніх призначень. Також сортувальні станції виконують роботу по обслуговуванню составів транзитних поїздів. Крім цього, на сортувальних станціях виконуються технічне обслуговування і комерційний огляд вагонів, усунення виявлених несправностей, зміна локомотивів і локомотивних бригад, завантаження і вивантаження вагонів, обслуговування під'їзних колій, формування збірних поїздів та інші операції.

Для якісної роботи станції необхідно так розробити технологію її роботи по обслуговуванню поїздів, щоб вона відповідала не тільки всім вимогам типового технологічного процесу, але й враховувала особливості її розміщення на мережі залізниць України.

В даній дипломній роботі розглядається сортувальна станція КС, яка розташована на напрямку Кр-В. Останнім часом на напрямку Кр-В відбулося збільшення вагонопотоку, як з переробкою так і без переробки, що призвело до збільшення обсягів роботи на станції КС. Таким чином в роботі виникла необхідність визначити обсяги роботи сортувальної станції КС. Також буде розраховано норми часу на виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій в парках станції та перевірено технічне оснащення сортувальної станції на відповідність існуючим обсягам роботи – кількість колій у парках, техніко-експлуатаційні параметри сортувальної гірки, кількість бригад ПТО та груп у них. Крім цього буде виконано аналіз та виявлено недоліки у технології роботи існуючої станції та її колійному розвитку. Буде розроблено пропозиції щодо

удосконалення як колійного розвитку станції, так і її технології по обслуговуванню поїздів різних категорій.

За допомогою техніко-економічного порівняння розроблених варіантів удосконалення колійного розвитку визначимо оптимальний варіант конструкції парку прийому, який буде застосовано для удосконалення колійного розвитку станції.

Для перевірки працездатності та взаємодії всіх елементів технологічного процесу, після введення запропонованих змін, розробимо добовий план-графік роботи станції та визначимо його основні показники, на основі яких можливо буде зробити висновок про ефективність застосування на станції обраного варіанту удосконалення колійного розвитку та технології роботи.

Крім цього в дипломній роботі буде розглянуто питання забезпечення охорони навколишнього середовища на залізничному транспорті.

# 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

## 1.1 Аналіз проблем розвитку залізничного транспорту

Залізничний транспорт України є основою транспортної системи країни та однією з найважливіших складових економіки, яка забезпечує ефективне функціонування виробництва.

На даний час нагальним питанням для транспортної галузі України є інтеграція національної транспортної системи в світову, затвердження країни як транзитної держави з метою залучення додаткових обсягів перевезень та валютних надходжень, скорочення транспортних витрат, наближення до міжнародних стандартів перевезень пасажирів та вантажів, енергетичних та екологічних показників роботи транспорту і збільшення частки експортного потенціалу України на міжнародному ринку транспортних послуг шляхом значного підвищення конкурентоспроможності українських перевізників [1, 2].

Серед багатьох проблем, які існують на залізничному транспорті України, значну увагу привертає питання зниження витрат на організацію перевезень вантажів. Вирішення цього питання має багато напрямків, так як витрати на організацію перевезень залежать від значної кількості впливаючих факторів.

Одним з напрямків зниження витрат на організацію перевезень є зменшення витрат на просування вагонів до кінцевої станції за рахунок раціонального використання ресурсів станцій та залізничних перегонів.

За стабільної ситуації в країні реформування залізничного транспорту має проходити з урахуванням, насамперед, необхідності комплексного розвитку мережі залізниць. Це означає, що державі за допомогою різних методів регулювання слід стимулювати не стільки виключно використання інфраструктури, скільки її відновлення і розвиток [3-5].

Стратегією розвитку залізничного транспорту України на період до 2020 року [6] визначено основні напрями її реалізації, до яких віднесено, зокрема підвищення конкурентоспроможності залізниць на ринку транспортних послуг, удо-

сконалення технології організації перевезень, в т. ч. за рахунок збалансування інтересів залізниць та споживачів їх послуг і створення мережі логістичних структур тощо.

Основним завданням реформування залізничного транспорту України має бути, перш за все, ефективність функціонування галузі як цілісної інфраструктурної системи.

Реформування залізничного транспорту в Україні - це найбільший проект, який переслідує досягнення важливих соціально-економічних та інших цілей. Тому, як будь-який великомасштабний проект, реформи вимагають великих витрат і потребують техніко-економічного обґрунтування з визначенням витрат на реформування та оцінку його ефективності.

Перспективними напрямками модернізації залізничного транспорту України, згідно з [7, 8], є: 1) організаційна та 2) техніко-технологічна модернізація з метою динамічного розвитку та нарощування обсягів перевезень вантажів і пасажирів відповідно до потреб соціально-економічного розвитку країни. Техніко-технологічна модернізація залізничного транспорту України передбачає модернізацію залізничної інфраструктури (електрифікація залізничної мережі; усунення «вузьких» місць в інфраструктурі залізничного транспорту; модернізація інфраструктури транзитних перевезень; впровадження швидкісного руху) та модернізацію рухомого складу залізничного транспорту (оновлення локомотивного парку залізничних доріг; оновлення пасажирського рухомого складу; оновлення вантажного рухомого складу).

Нині інфраструктура залізничного транспорту, ще має резервні пропускні спроможності, але у цілому залізнична транспортна система застаріла і значною мірою втратила свою колишню працездатність [9]. За даними Укрзалізниці, за показником забезпечення тягою залізниці втратили з 1992 року 38 % потенційних перевізних можливостей, за забезпеченням вантажними вагонами – понад 50 %.

В роботі [10] вказується, що сучасні тенденції функціонування залізничного транспорту України характеризуються не тільки постійним падінням обсягів перевезень, використанням морально застарілого рухомого складу, колійної тех-

ніки та технологій ремонту й утримання виробничих запасів, а й втратою галуззю іміджу надійного транспортного перевізника. Зношена колія та висока енергомісткість перевізного процесу стали реаліями Укрзалізниці, які не дозволяють розвиватись галузі на одному рівні з європейськими залізницями.

В роботі [11] також наголошується, що на залізницях прогресує тенденція до збільшення фізичного зносу й морального старіння основних фондів. Усе це в умовах жорсткої конкуренції призводить до зниження якості транспортного обслуговування вітчизняних підприємств і населення, створює реальну загрозу економічній безпеці держави.

Пріоритетні завдання інноваційного розвитку залізничного транспорту знайшли своє відображення в Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року [6]:

- оновлення і модернізація основних фондів, насамперед рухомого складу: підвищення продуктивності роботи рухомого складу, подовження термінів його експлуатації;
- застосування ресурсозберігаючих технологій, технічного обслуговування і ремонту інфраструктури та рухомого складу;
- впровадження технологій перевізного процесу, орієнтованих на високу якість транспортних послуг і зниження ресурсоемності перевезень.

В роботах [12,13] відзначається, що залізничний транспорт України протягом тривалого часу працює в умовах відсутності державного інвестування, тому в найближчій перспективі залізницям необхідно розраховувати тільки на власні фінансові ресурси. Збільшити їх слід не тільки завдяки зростанню обсягів перевізної роботи, а й за рахунок покращення якості її здійснення. Тому підвищення якості експлуатаційної роботи залізниць у сучасних умовах набуває особливої актуальності. Крім цього, потребує істотної модернізації інфраструктура залізниць. Це вимагає проведення певних наукових досліджень якісної сторони перевізного процесу з урахуванням як змін кількісних показників роботи залізниць сьогодні і в перспективі, так і технічного стану інфраструктури [14, 15].

## 1.2 Сучасні проблеми функціонування залізничних станцій

Згідно з Державною програмою реформування залізничного транспорту України [16] своєчасна доставка вантажів одержувачам – найважливіший обов'язок залізничного транспорту. Це є одним із шляхів забезпечення конкурентоспроможності залізниць.

Серед багатьох проблем, які існують на залізничному транспорті України, значну увагу привертає питання зниження собівартості перевезень вантажів. Вирішення цього питання має багато напрямків, так як собівартість перевезень залежить від значної кількості впливаючих факторів. Одним з них є обіг вагона. На якість роботи підрозділів залізничного транспорту значно впливає виконання одного з основних якісних показників – обігу вантажного вагону. Однією з основних задач експлуатації є приведення значення обігу вагону до нормативних значень встановлених технічними нормативами [17].

Найбільш вагомим елементом обігу вагону є простій його на технічних станціях, що становить приблизно 40-45% від загальної величини обігу [18].

Аналіз даних про виконання розрахункових термінів доставки вантажів, який було виконано в роботі [19], показав, що з простроченням доставляється кожен 7-й контейнер і кожен 20-й вагон.

В теперішній час пропускна спроможність і технологічні процеси роботи багатьох станцій не дають змоги прискорити просування вагонопотоків і скоротити тривалість простою транзитних вагонопотоків з переробкою та без переробки.

У зв'язку з цим актуальним є розгляд питання скорочення тривалості простою вагонів на сортувальних станціях, на яких виконується більше половини загального обсягу роботи. Для раціоналізації використання вагонного парку, покращення якісних та кількісних показників роботи станцій необхідно намагатися зменшувати, всіма можливими способами, час обігу вантажного вагону шляхом дотримання встановлених технологічними нормативами значень. основні резерви для прискорення обігу вагона заключаються в покращенні роботи залізничних станцій та дільниць [20].

Скорочення часу обігу вагона може бути одержано за рахунок зменшення повного рейсу вагона, підвищення технічної швидкості, зниження кількості тривалості зупинок на проміжних станціях, підвищення відстані пробігу поїздів без технічного огляду, часу простою під технічними та вантажними операціями [20,21].

Питанню скорочення тривалості простою вантажних вагонів на технічних станціях приділяється увага багатьох вчених. Так в роботі [22] автори вважають, що ефективність роботи сортувальних станцій з існуючим рівнем автоматизації та механізації знижується. З одного боку, утворилася потужність, що не використовується, з іншого – зростаючий знос засобів механізації та автоматизації призводить до погіршення якості виконання процесу та таких показників, як простій вагонів, гірковий цикл, ступінь використання станційних колій. Оптимізація технології сортувальної станції в умовах недостатнього фінансування обумовлена необхідністю скорочення експлуатаційних витрат і поліпшення показників рентабельності залізниць у цілому.

Згідно з [22] тривалість знаходження на сортувальній станції вагонопотоку, що надійшов на переробку, можна представити як функцію чотирьох величин:

$$t_{\text{п}} = f(t_{\text{техн}}, t_{\text{техн}}^{\text{оч}}, t_{\text{нак}}, t_{\text{інш}}),$$

де  $t_{\text{техн}}$  – тривалість технічних операцій;

$t_{\text{техн}}^{\text{оч}}$  – міжопераційні простої в очікуванні технологічних операцій;

$t_{\text{нак}}$  – простій вагонів під накопиченням;

$t_{\text{інш}}$  – інший час знаходження вагонів на станції (очікування локомотива, повторне сортування та ін.).

Кожна з цих чотирьох величин є достатньо складною функцією, яка залежить від технічного оснащення станції, технологічного процесу роботи та низки

випадкових факторів (зайнятість працівників, колій, метеорологічні умови, технічний стан рухомого складу і колій та ін.), і має свій коефіцієнт варіації.

До факторів, що впливають на величину простою вагонів та залежать від роботи станцій і взаємодіючих з нею ланок, відносять:

- обсяг і характер роботи, яка виконується на станції та її елементах;
- відповідність технічної потужності станції та її елементів обсягам роботи, що виконується;
- відповідність інтенсивності обслуговування вхідному потоку вимог при забезпеченні експлуатаційної надійності на кожному складовому елементі станції;
- тривалість технологічних перерв у роботі обслуговуючих пристроїв;
- наявність резервів переробної спроможності та можливостей згладжування впливу коливань тривалості обслуговування;
- ступінь відображення в прийнятій технології роботи оптимальної взаємодії між складовими елементами станції та прилеглими ділянками залізничних напрямків і графіком руху поїздів;
- взаємопов'язаність роботи станції та під'їзних колій, які вона обслуговує;
- використання методів календарного планування навантаження;
- якість оперативного та поточного планування роботи станції та взаємодіючих з нею елементів;
- рівень інформаційного забезпечення;
- ступінь використання ЕОМ та автоматизованих систем управління.

Скорочення тривалості простою вагонів на технічній станції, згідно [22], можна досягти за рахунок:

- подальшого удосконалення системи організації вагонопотоків;
- підвищення транзитності та зниження трудомісткості переробки вагонопотоків;
- впровадження в дію всіх елементів нових типів технологічних процесів роботи;

- скорочення часу на обробку поїздів, перш за все в парках приймання та відправлення, шляхом удосконалення оперативного планування, підвищення достовірності інформації про підхід поїздів та вантажів, поліпшення її використання;
- підвищення відповідальності диспетчерського апарату за своєчасне забезпечення локомотивами та вивіз поїздів;
- подальшого підвищення якості використання сортувальних пристроїв, скорочення технологічних перерв між операціями, впровадження прогресивних методів попутного та паралельного насуву та розпуску составів, утримання в справному стані гіркової техніки та профілів гірок і підгіркових колій, укладання других колій насуву та розпуску, додаткових сортувальних колій та допоміжних гірок малої потужності, обладнаних засобами механізації.

В роботі [23] акцентується увага на те, що при незначному зменшенні експлуатаційної довжини колійного розвитку залізниць України суттєво зросли середньодобові розміри робочого парку вантажних вагонів. Співвідношення розмірів даного парку до експлуатаційної довжини колій продовжує зростати.

Незважаючи на істотне зниження обсягів перевізної роботи і вивільнення виробничих потужностей, не відбулося кардинальних покращень у роботі залізниць. Як і раніше спостерігаються великі міжопераційні простоя рухомого складу, зросло його нераціональне використання. Невиправдані простоя – одна з причин зниження конкурентоспроможності залізниць [24, 25].

Величина простою вагона має найважливіше значення для експлуатаційної діяльності залізниць і безпосередньо впливає на ефективність використання вагонного парку.

Простій вагона на технічній станції складається з двох основних елементів: під технологічними операціями і в очікуванні їх. При розробці заходів щодо поліпшення використання вагонів особлива увага повинна бути приділена доведення до мінімуму тривалості часу очікування операцій.

Сутність і характер складових елементів простою перерахованих вище категорій вагонів різні як для виконання технологічних операцій, так і в очікуванні їх.

Для забезпечення мінімального простою вагонів і скорочення простою в очікуванні виконання операцій на станції технологія роботи з ними повинна передбачати взаємну узгодженість і паралельність у виконанні технічних, маневрових, вантажних і комерційних операцій.

У загальному вигляді рішення поставленого завдання, згідно [26], може бути представлено в такий спосіб:

- аналіз фактичного стану простою вагона в цілому і по складовим елементам у всіх ланках, що беруть участь в роботі з вагонами;
- виявлення причин, що впливають на завищення норм простою вагонів;
- розробка заходів щодо ліквідації труднощів при вдосконаленні взаємодії;
- розрахунки оптимальних норм простою вагонів в цілому по складовим елементам;
- складання комплексного добового плану-графіка роботи з вагонами по всіх ланках, які беруть участь в ній;
- спостереження за просуванням вагонів і прийняття взаємоузгоджених рішень по ліквідації труднощів в разі їх виникнення.

В роботі [27] відзначається, що техніко-технологічний розвиток підприємств залізничного транспорту є одним із ключових елементів забезпечення їх конкурентоспроможності. Низький рівень техніко-технологічного розвитку залізниць обумовлений недостатністю фінансових ресурсів, великим строком окупності інвестицій та значним зносом основних фондів. До першочергових заходів щодо техніко-технологічного розвитку, які є базою для реалізації стратегічних напрямків, слід віднести комплексне оновлення технічної бази за рахунок оновлення технологічної оснастки залізниць. В умовах дефіциту фінансових ресурсів забезпечення комплексного оновлення техніко-технологічної бази потребує подальшого дослідження та пошуку інноваційно-інвестиційних інструментів техніко-технологічного розвитку підприємств залізничного транспорту.

Основним конструктивним елементом, що визначає експлуатаційні показники станції, є їх колійний розвиток, який характеризується числом і корисною довжиною колій в основних парках. Від цих характеристик залежить місткість станції - максимально можлива кількість вагонів, який одночасно може знаходитися на станції при збереженні її працездатності. Крім того, цей показник грає важливу роль у її переробній спроможності, тобто кількості вагонів, які можуть бути перероблені за добу.

Положення ускладнилось з переходом на ринкові механізми господарювання, коли радикально змінилися форми взаємовідносин підприємств та магістральних залізних доріг і замість норми простою була введена плата за тривалість використання вагонів зовнішнього парку.

Однією з непередбачуваних зовнішніх та виробничих факторів стало збільшення нерівномірності перевізного процесу в умовах функціонування великої кількості власників рухомого складу, що призвело до деформації технологічних процесів переробки вагонопотоку і, як наслідок, до збільшення їх тривалості.

Відомо, що при переробці вагонопотоків з ним проводяться технологічні операції, час на виконання яких нормується, а також відбувається очікування виконання наступних технологічних операцій, час яких має імовірнісний характер і залежить від впливу окремо взятих чинників або їх груп. Ці складові утворюють загальну тривалість переробки вагонів на станціях промислових підприємств.

В останні роки на магістральних залізницях співвідношення місткості станційних колій і переробленого вагонного парку суттєво зменшується. Це обумовлено зростанням обсягів навантаження і розвантаження вантажів і загального вантажопотоку залізниць при факті скорочення станційної місткості.

Це призводить до погіршення практично всіх основних якісних показників роботи залізниць і в першу чергу до зростання обороту вантажного вагона [28].

У зв'язку з цим магістральні залізниці активно працюють над вдосконаленням існуючих нормативів співвідношення місткості колій станцій і вагонних парків. В роботі [29] на основі аналізу впливу розміщення вагонного парку на

експлуатаційну роботу залізниць і оцінки дії інших факторів пропонується методика визначення технологічних нормативів оптимального співвідношення вагонних парків і місткості колій станцій різного функціонального призначення.

У зв'язку з цим необхідно в першу чергу визначити перспективи й оцінити вплив всіх основних факторів на співвідношення місткості колій станцій і величину вагонопотоків, а потім визначити методичні підходи до розрахунку такого показника для умов підприємств.

Основні компоненти схеми колійного розвитку промислових підприємств - станції і перегінні колії - мають досить тісний функціональний і структурний взаємозв'язок з вагонопотоками. Перенасичення поїздами вхідних і розподільчих станцій підприємств призводить до порушення експлуатаційної роботи не тільки станції, а й взаємодії з виробничими цехами, а також з суміжними видами транспорту. Це призводить до того, що станція виконує ряд додаткових функцій, які не вписуються в її технологічну роботу з переробки вагонопотоків, що в першу чергу впливає на тривалість міжопераційних простоїв і експлуатаційних показників [29].

Ще один напрямок реформування залізничного транспорту пов'язаний з реалізацією поетапної концентрації сортувальної роботи на найбільш потужних крупних, технічно оснащених сортувальних станціях з відповідною їх модернізацією, впровадженням сучасних технологій і новітньої техніки для переробки і обслуговування, врахуванням перспективних обсягів роботи і перспективного раціонального розподілу продуктивних сил держави.

Остаточний варіант розміщення сортувальних станцій і розподілу між ними сортувальної роботи для конкретного етапу перспективного з економіки держави має забезпечувати дотримання наступних принципів:

- повна реалізація раціональної організації вагонопотоків (оптимального рівня плану формування поїздів) з розвитком маршрутизації перевезень і розширенням сфери використання групових поїздів;
- забезпечення мінімальних пробігів локомотивів і вагонів, скорочення простоїв на сортувальних станціях; максимальне використання існуючих сортуваль-

них станцій і їх оснащення з усуненням недоліків в колійному розвитку;

- дотримання сучасних вимог щодо реалізації раціональної місцевої роботи (реалізація оперативного управління місцевими вагонопотоками і гнучкої технології їх переробки);

- створення економічно обґрунтованих резервів потужностей і забезпечення маневровості в роботі мережі, стійкості на перспективу оптимальних варіантів розподілу роботи і завантаження сортувальних станцій (характеризується зростанням кількості призначень і вагонів з переробкою за послідовними етапами розвитку економіки);

- забезпечення найкращої взаємодії і ув'язки в роботі всіх сортувальних станцій мережі;

- більш широке впровадження ресурсозберігаючих технологій (в маневровій роботі, при розформуванні составів, визначенні оптимальних параметрів повздожнього профілю гірки та інше);

- підвищення рівня безпеки і обороноздатності держави; мінімальні обсяги інвестицій на розвиток існуючих сортувальних станцій.

Нагальним є впровадження маловитратних технологій місцевої роботи дільниць, орієнтованих на прискорення доставки вантажів з мінімальними витратами, раціональним використанням технічних засобів на дільницях і розширенням переліку сервісних послуг (підвищення якості оперативного планування місцевої роботи, використання збірно-дільничних поїздів, призначення позаграфікових вивізних поїздів та інше). Ефективність роботи кожної дільниці повинна встановлюватися з урахуванням запитів вантажовласників і інтересів залізниць щодо забезпечення рентабельності дільниць.

В роботі [30] пропонується вдосконалення технології роботи станцій з незначними капітальними вкладенням з метою скорочення простоїв вагонів на станціях та зменшення собівартості переробки одного вагона завдяки впровадженню наступного:

- проведенню незначних конструктивних змін в горловинах і тим самим зменшенню їх завантаження і затримки вагонопотоків;
- прискоренню і зменшенню витрат на маневрову роботу завдяки впровадженню економічно обґрунтованих раціональних методів формування багатогрупових составів, як на витяжних коліях, так і на сортувальних гірках з мінімальною тривалістю виконання операцій;
- здійсненню розподілу сортувальних колій на станціях між призначеннями з мінімізацією експлуатаційних витрат на формування поїздів і скороченню обсягів повторної переробки вагонів;
- підвищенню ефективності функціонування автоматизованих систем управління сортувальними станціями на підставі отримання достовірної інформації в режимі реального часу для раціоналізації планування поїзної і вантажної роботи;
- здійснення перенесення з вантажних станцій підбірки вагонів сформованих по вантажоодержувачах (вантажовідправниках), а по можливості, і по конкретних вантажних фронтах і вантажах на сортувальні і дільничні станції з наявними резервами їх переробної спроможності;
- приведенню технічного оснащення станцій до тих розмірів вагонопотоків, які переробляються на них; вдосконаленню схеми деяких станцій з метою скорочення наявною подвійної переробки вагонів на них;
- оптимізації персоналу пунктів технічного обслуговування вагонів з урахуванням реальних обсягів вагонопотоків;
- приведенню параметрів вихідних потоків готових до відправлення поїздів у відповідність до параметрів пред'явлення поїзних локомотивів під состав;
- удосконаленню технології прикордонних станцій; впровадженню раціональної системи гнучкого поїздоутворення на основі оперативних технологіко-економічних розрахунків;
- упровадженню електронних провізних документів та інше.

Слід підвищити ефективність функціонування малодіяльних дільниць з

врахуванням світового досвіду, а саме на підставі державної програми реорганізувати їх шляхом перетворення в самостійні другорядні залізниці із можливою зміною форм власності, передачею в оренду, концесію, переведенням їх на денну роботу та інше.

Слід реалізувати диференціацію вантажних перевезень з урахуванням запитів вантажовласників за режимами доставки вантажів в залежності від швидкості руху (звичайна, прискорена або термінова доставка), а також за періодами курсування (денні, нічні, постійні і тимчасові поїзди) із дотриманням гнучкого для клієнтів часу відправлення і прибуття, а також із забезпеченням бажаної швидкості, надійності і регулярності перевезень. Широка диференціація поїздів за їх категоріями представляє собою, як свідчить світовий досвід, найбільш економічну форму освоєння перевезень і створює сприятливі умови вантажовласникам, які завдяки заздалегідь розробленим і об'явленим розкладом в змозі вибрати найбільш раціональні варіанти перевезень.

В роботі [31] обґрунтовується роль ефективності операційної діяльності станції у процесі забезпечення конкурентоспроможності залізничних перевезень. Техніко-технологічна модернізація структурних підрозділів залізничного транспорту створить умови для забезпечення прозорості фінансової діяльності, забезпечення якості транспортних послуг та безпеки руху, а також підвищення рівня конкурентоспроможності залізничних перевезень. Одним з основних напрямків підвищення ефективності роботи залізничних станцій є удосконалення їх конструктивних параметрів і технології роботи. При цьому особливу актуальність здобуває проблема ефективного техніко-економічного керування станціями, основне завдання якого – приймати економічно обґрунтовані рішення як при оперативному керуванні, так і при плануванні організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення ефективності роботи станцій згідно із збалансованою системою показників. Таким чином можна констатувати, що розвиток технічних станцій та їх раціональне оснащення сприяє зменшенню простою транзитних вагонів, що в свою чергу, дозволяє знизити обіг вагону.

### 1.3 Постановка задачі дипломної роботи

При структурних змінах і зростанні економіки виникає необхідність адекватно розвивати транспортну систему, з тим, щоб вона забезпечувала всі потреби держави і одночасно мала необхідні резерви. Тому необхідно удосконалювати технології роботи сортувальних станцій в умовах приведення потужності існуючих пристроїв у відповідність до розрахункових обсягів перевезень. В першу чергу увага повинна приділятися таким заходам, що не потребують значних капіталовкладень або тимчасового обмеження функціонування об'єктів інфраструктури. При цьому залізниці України повинні безумовно виконувати свої гарантійні зобов'язання відносно строків доставки вантажів клієнтам.

У теперішній час розглядається питання концентрації сортувальної роботи на меншій кількості сортувальних станцій. На цих станціях у більшості випадків концентрується сортувальна робота, що виконувалася раніше на декількох невеликих непродуктивних станціях. У результаті концентрації досягається прискорення просування вагонів, зменшення кількості працівників, числа маневрових локомотивів і в кінцевому підсумку зниження експлуатаційних витрат.

Сортувальна станція КС розташована на одному з найбільш вантажонапружених напрямків Укрзалізниці. Відповідно до програми реструктуризації Укрзалізниці, прийнято рішення про закриття для виконання сортувальної роботи малодіяльних станцій даного залізничного напрямку та концентрацію її на сортувальній станції КС. При збільшенні вагонопотоку і незмінності технічного оснащення станції виникають додаткові простой поїздів у парках станції, що в свою чергу впливає на тривалість заняття поїздом колії. Крім цього збільшується кількість ворожих маршрутів та завантаження горловин приймально-відправних парків, що може призвести до небажаних наслідків в періоди інтенсивного надходження поїздів. Крім цього на станції існують недоліки у конструкції колійного розвитку, що накладає певні обмеження та викликає збільшення тривалості заняття колій поїздами. Одним з найбільш важливих недоліків є приймання транзитних поїздів з підходу В через горловину приймально-відправного парку, в якій вико-

нується робота по розформуванню составів. Це погіршує умови забезпечення безпеки руху поїздів.

У зв'язку з цим виникла необхідність перевірити відповідність технічного оснащення станції (кількість колій в парках, кількість бригад і груп в бригадах технічного обслуговування, кількість маневрових локомотивів і т.д.). У випадку невідповідності колійного розвитку існуючим обсягам вагонопотоків розглянути можливість удосконалення технології обслуговування поїздів різних категорій та реконструкції станції для збільшення її переробної та пропускної спроможності. При цьому метою реконструкції колійного розвитку станції буде зменшення кількості ворожих маршрутів та завантаження горловин існуючих приймально-відправних парків.

## 2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЇ

### 2.1 Технічна характеристика станції

Станція КС розташована на 89–93 км напрямку Кр – В.

За характером та розмірами роботи станція КС віднесена до сортувальних і є станцією першого класу.

Немасштабна схема станції приведена на рисунку 2.1.

#### 2.1.1 Характеристика прилягаючих підходів

Згідно вихідних даних до дипломного проекту (див. додаток А.2) у непарному напрямку до станції КС прилягають ділянки:

- Кр–КС – двоколійна, обладнана пристроями двостороннього автоблокування; поїзний локомотив – ВЛ-8; керівний ухил  $i_k=9,2$  ‰;
- Н–КС – одноколійний перегін з двоколійними вставками, обладнаний пристроями двостороннього автоблокування; поїзний локомотив – ВЛ-8; керівний ухил  $i_k=9,0$  ‰.

У парному напрямку до станції КС прилягає ділянка В–КС – двоколійна, обладнана пристроями двостороннього автоблокування; поїзний локомотив – ВЛ-8; керівний ухил  $i_k=8,7$  ‰.

#### 2.1.2 Парки та колії

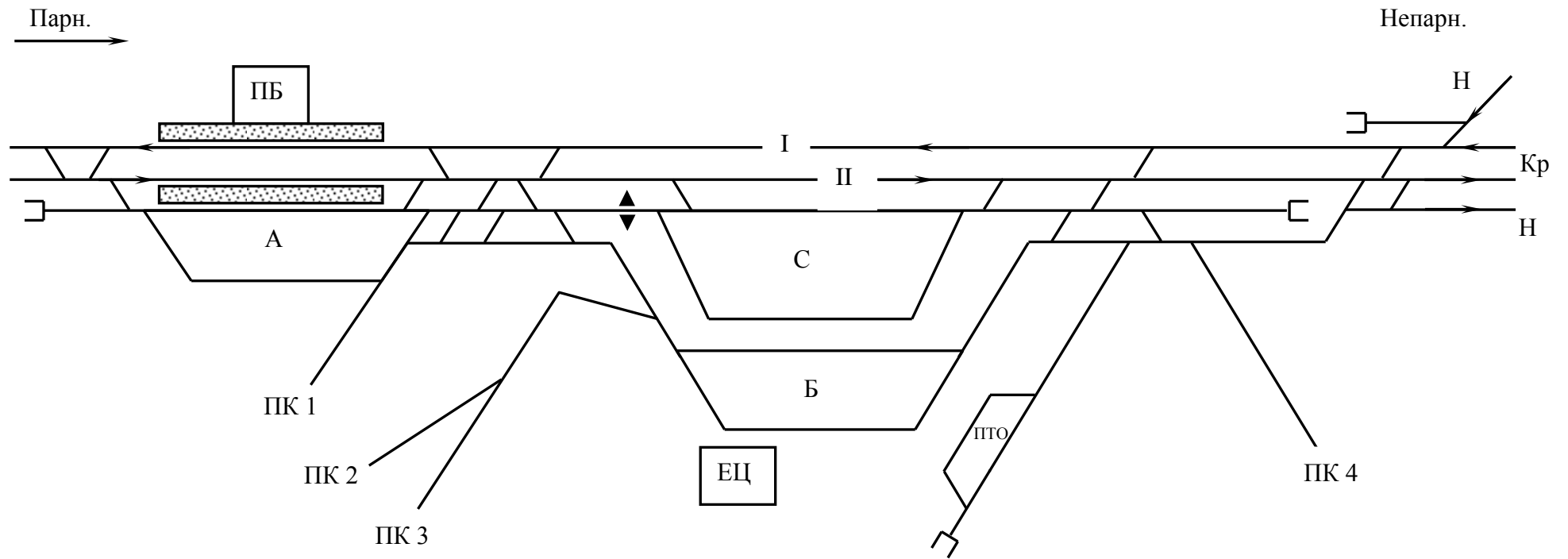
Для забезпечення виконання операцій по прийманню-відправленню, формуванню-розформуванню поїздів, сортуванню вагонів, колійний розвиток станції складається з трьох парків: парк прибуття (парк А); приймально-відправний парк (парк Б); сортувально-відправний парк (парк С).

Схема розташування парків на станції – комбінована.

Парк прибуття А та сортувально-відправний парк С розташовані послідовно, приймально-відправний парк Б розташований паралельно сортувально-відправному парку.

Парк прибуття А складається з 6 колій:

- I, II колії – для приймання, відправлення та пропуску пасажирських та вантажних поїздів;



Умовні позначення:

ПБ – пасажирська будівля;

ПТО – пункт технічного обслуговування;

ПК – під'їзна колія.

Рисунок 2.1 – Схема сортувальної станції КС

– 3, 4, 5, 6 колії – для приймання вантажних поїздів у розформування, та пропуску транзитних вантажних поїздів.

Мінімальна корисна довжина колій у парку складає 850 м.

Приймально – відправний парк Б складається з 7 колій, призначених для приймання, відправлення та обслуговування составів транзитних вантажних поїздів.

Сортувально-відправний парк складається з 24 колій, призначених для накопичення вагонів та відправлення поїздів свого формування.

Стрілочні переводи станції КС обладнані пристроями маршрутно-релейної централізації блочного типу (БМРЦ).

### 2.1.3 Сортувальні пристрої

Для забезпечення виконання операцій по формуванню составів, на станції розташована механізована гірка середньої потужності. Гіркова горловина сортувального парку має наступну конструкцію: одну колію насуву, одну обхідну колію, дві гальмові позиції. Колії парку об'єднані в три пучка. Гальмування відчепів виконується вагоноуповільнювачами, розташованими на пучковій та парковій гальмових позиціях (ГП1 – 2xВЗПГ-5 та ПГП – 2xРНЗ-2М). Стрілочні переводи гіркової горловини мають марку хрестовини 1/6 та обладнані пристроями електричної централізації. Переведення стрілок виконується операторами постів централізації №1, 9.

Для забезпечення виконання маневрової та сортувальної роботи, на станції використовується три маневрових локомотива серії ЧМЕ-3, обладнаних маневровим зв'язком.

### 2.1.4 Споруди та пристрої

Для виконання операцій по обслуговуванню пасажирів станція має дві низькі пасажирські платформи, що розташовані паралельно парку прибуття:

- перша розташована між I та 3 коліями, довжиною 500 метрів;
- друга уздовж II колії зі сторони пасажирської будівлі, довжиною 500 метрів.

Для забезпечення виконання операцій по технічному огляду, поточному ремонту вагонів та випробування автогальм, на станції розташовано пункт технічного огляду вагонів, який має необхідні пристрої.

Для оперативного керування роботою станції робочі місця працівників станції обладнані наступними засобами зв'язку:

- прямий телефонний зв'язок – чергові по станції мають з черговими по парку, операторами постів централізації.
- міжстанційний зв'язок – чергові по станції мають з черговими по станціях Кр, Н, В.
- селекторний зв'язок – чергові по станції мають з ДНЦ вузла та ДНЦ дільниці В, енергодиспетчером, постанційний та службовий зв'язок.
- поїзний зв'язок – чергові по станції мають із машиністами поїзних локомотивів.
- маневровий зв'язок – чергові по станції мають із машиністами маневрових локомотивів, складацькими бригадами, операторами МП-1, сигналістом МП-2.
- двосторонній парковий зв'язок – обладнано усі парки станції.

Маневрові пости № 1, 9 обладнані гірковим двостороннім парковим зв'язком.

Для списування составів, у непарній горловині станції – на посту РБ-1, та у парній - на посту МП-6, розташовані пости списування.

Для доставки перевізних документів між станційним технологічним центром обробки поїзної інформації та перевізних документів і постом списування МП-6, на станції обладнана електропошта.

#### 2.1.5 Характеристика під'їзних колій

До станції КС примикають чотири під'їзні колії:

- ПК 1. Подача та прибирання вагонів виконується маневровим порядком. Найбільша кількість вагонів у подачі 7, що обмежена довжиною виставочних колій;

– ПК 2. Подача та прибирання вагонів виконується маневровим порядком. Найбільша кількість вагонів у подачі 8, що обмежена довжиною виставочних колій;

– ПК 3. Подача та прибирання вагонів виконується маневровим порядком. Найбільша кількість вагонів у подачі 5, що обмежена довжиною виставочних колій;

– ПК 4. Подача та прибирання вагонів виконується маневровим порядком. Найбільша кількість вагонів у подачі 10, що обмежена довжиною виставочних колій.

## **2.2 Характеристика експлуатаційної роботи станції**

### **2.2.1 Технологія пропуску поїздопотоків**

Станція КС відкрита для приймання та видачі вантажів повагонними та дрібними відправками, завантажених цілими вагонами, тільки на під'їзних коліях та місцях незагального користування.

У парку А станції здійснюються наступні операції:

- приймання поїздів у розформування з ділянок В, Кр та Н;
- пропуск транзитних поїздів з ділянки В в парк Б;
- розформування прибуваючих наскрізних, дільничних, вивізних та збірних поїздів;
- пропуск пасажирських поїздів.

У парку Б станції здійснюються наступні операції:

- приймання та відправлення транзитних поїздів на ділянки В, Кр та Н;
- зміна поїзних локомотивів та технічне обслуговування составів поїздів.

У парку С станції здійснюються наступні операції:

- формування составів: наскрізних на ділянку В; дільничних на ділянки Кр, Н та В; вивізні на ділянки Кр та В;
- підготовка составів свого формування до відправлення на всі ділянки;
- відправлення поїздів свого формування.

На станції здійснюється продаж квитків на всі пасажирські поїзди, приймання та видача багажу не виконується.

Місце загального користування на станції немає. Усі вантажні операції виконуються на коліях незагального користування (під'їзних коліях).

### 2.2.2 Технологія розформування-формування поїздів

Вантажні поїзди, що надходять у переробку приймаються на колії парку А, після чого з ними виконується робота по їх технічному та комерційному огляду. Відчеплені локомотиви можуть подаватися на колії сортувально-відправного парку під состави свого формування, або прямувати резервом в основне депо, розташоване на сусідній станції Кр.

Поїзди свого формування, які сформовано на коліях сортувально-відправного парку, обробляються в технічному та комерційному відношенні там же, після чого відправляються на відповідні підходи.

### 2.2.3 Маневрова робота

Маневрова робота станції передбачає:

- розформування поїздів через сортувальну гірку;
- подачу вагонів під вантажні операції на під'їзні колії, пункт підготовки вагонів;
- формування поїздів через витяжну колію, накопичення вагонів на сортувальних коліях, виставлення сформованих составів на колії відправлення;
- відчеплення та ремонт технічно несправних вагонів.

Транзитні поїзди по станції КС не мають зміни локомотиву, отже в транзитному парку Б з ними виконується лише технічний та комерційний огляд вагонів та усунення відповідних несправностей.

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗМІРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ПРИЛЕГЛИХ ЛІНІЯХ

Для можливості аналізу роботи станції перш за все необхідно визначити її обсяги роботи, як у вагонах, так і в поїздах. При цьому необхідно відокремити вантажний вагоно- та поїздопотік з переробкою та без переробки.

Сумарний транзитний вагонопотік без переробки по станції КС, відповідно до додатку А таблиці А.2, складає 3920 вагонів.

Сумарний транзитний вагонопотік з переробкою по станції КС, відповідно до додатку А таблиці А.3, складає 2916 вагонів.

#### 3.1 Розрахунок маси поїзда та кількості вагонів у складі поїзда

Масу состава поїзда визначають з умови повного використання потужності та тягових характеристик локомотива при беззупинковому русі по розрахунковому ухилу з рівномірною швидкістю. В такому випадку маса составу визначається згідно [32] за формулою:

$$Q = \frac{F_{\text{кр}} - P(\omega'_0 + i_p)}{\omega''_0 + i_p}, m \quad (3.1)$$

де  $F_{\text{кр}}$  – розрахункова сила тяги локомотивів,  $\kappa H$ ;

$P$  – розрахункова маса локомотива,  $m$ ;

$i_p$  – крутизна розрахункового ухилу, ‰;

$\omega'_0$  – основний питомий опір руху локомотива,  $H/\kappa H$ ;

$\omega''_0$  – основний питомий опір руху вантажних вагонів,  $H/\kappa H$ .

Основний питомий опір руху локомотива  $\omega'_0$  залежить від швидкості руху та конструкції колії. Основний питомий опір руху для електровозів та тепловозів при русі по ланцюговій колії визначається згідно [32] за формулою:

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

де  $V_p$  – розрахункова швидкість при підйомі на розрахунковий ухил, км/год.

Основний питомий опір руху вантажних вагонів  $\omega_0''$  у складі поїзда також залежить від конструкції колії та при середній масі составу, що приходить на одну вісь колісної пари  $q_0 > 6$  т, визначається згідно [32] за формулою:

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1V_p + 0,0025V_p^2}{q_0}, \text{ Н/кН} \quad (3.3)$$

де  $q_0$  – середня маса составу, яка приходить на вісь колісної пари завантаженого вагона, т.

Маса составів для транзитних поїздів обраховується для середнього навантаження на вісь  $q_0 = 18,5$  т, тобто маса вагона складає 74 т (додаток А.2).

Ділянка Кр – КС має розрахунковий ухил  $i_p = 9,2$  ‰, В – КС має розрахунковий ухил  $i_p = 8,7$  ‰, Н – КС має розрахунковий ухил  $i_p = 9,0$  ‰, поїзди обслуговуються електровозами типу ВЛ-8 (відповідно до додатку А.2).

Визначимо величину основного питомого опору руху локомотива для ділянки Кр – КС (для електровоза ВЛ8  $F_{кр} = 46500$  кН,  $P=184$  т,  $V_p = 43,3$  км/год згідно [32]):

$$\omega_0' = 1,9 + 0,01 \cdot 43,3 + 0,0003 \cdot (43,3)^2 = 2,89 \text{ Н/кН.}$$

Визначимо величину основного питомого опору руху вагонів для ділянки Кр – КС:

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,3 + 0,0025 \cdot (43,3)^2}{18,5} = 1,35 \text{ Н/кН.}$$

Тоді маса составу складе:

$$Q = \frac{46500 - 184 \cdot (2,89 + 9,2)}{1,35 + 9,2} = 4197 \text{ т}$$

Приймаємо  $Q=4150$  т.

Визначимо кількість вагонів у складі поїзда за формулою:

$$m_{\text{сост}} = \frac{Q}{q}, \text{ ваг} \quad (3.4)$$

де  $Q$  – маса состава,  $t$ ;

$q$  – маса одного вагону,  $t$ .

Таким чином кількість вагонів у складі поїзда становить:

$$m_{\text{сост}} = \frac{4150}{74} = 56,08 \text{ вагонів.}$$

Приймаємо  $m_{\text{сост}} = 56$  вагонів.

Для ділянок В – КС, Н – КС розрахунок аналогічний. Результати розрахунків зведемо до таблиці 3.1.

### 3.2 Перевірка маси состава при рушанні з місця

Виконаємо перевірку розрахованої маси состава при рушанні з місця. Для забезпечення умови рушання з місця состава необхідно, щоб уніфікована маса состава була меншою за масу составу при рушанні з місця, яку розраховуємо згідно [32] за формулою:

$$Q_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{ктр}}}{\omega_{\text{тр}} + i_{\text{тр}}} - P, \text{ т} \quad (3.5)$$

де  $F_{\text{ктр}}$  – сила тяги при рушанні з місця,  $кН$ ;

$\omega_{\text{тр}}$  – питомий опір состава при рушанні з місця.

Питомий опір состава при рушанні з місця визначається за формулою:

$$\omega_{\text{тр}} = \frac{28}{q_0 + 7}, \text{ Н/кН} \quad (3.6)$$

Таблиця 3.1 - Розрахунок маси поїзда та кількості вагонів в його складі

Назва ділянки	Тип локомотива	Розрахункова сила тяги $F_{кр}$ , кН	Розрахункова маса $P$ , т	Розрахункова швидкість $V$ , км/год	Крутість розрахункового керівного підйому $i_p^0$ , ‰	Основний питомий опір руху локомотива $\omega'_0$ , Н/кН	Основний питомий опір руху складу $\omega''_0$ , Н/кН	Маса складу $Q$ , т	Кількість вагонів у складі поїзду	
									$m_Q$	Прийнято
Кр-КС	ВЛ-8	46500	184	43,3	9,2	2,89	1,35	4150	56	56
В-КС	ВЛ-8	46500	184	43,3	8,7	2,89	1,35	4400	60	56
Н-КС	ВЛ-8	46500	184	43,3	9,0	2,89	1,35	4250	58	56

Питомий опір состава при рушанні з місця становить:

$$\omega_{\text{пр}} = \frac{28}{18,5 + 7} = 1,10 \text{ Н/кН.}$$

Для локомотива ВЛ-8 ( $F_{\text{крп}}=66200 \text{ кН}$  згідно [32]):

$$Q_{\text{пр}} = \frac{66200}{1,10 + 9,2} - 184 = 6245 \text{ т.}$$

Так як для кожної з діляниць розрахункова маса менша ніж маса при рушанні, то поставлена умова виконується.

### 3.3 Перевірка маси поїзда по довжині приймально-відправних колій

Довжина поїзда не повинна перевищувати корисну довжину приймально-відправних колій, яка дорівнює 850 метрів, тобто  $l_{\text{п}} < l_{\text{кор}}$ .

Довжина поїзда визначається за наступною формулою:

$$l_{\text{п}} = m_{\text{с}} \cdot l_{\text{ваг}} + l_{\text{л}} + 10, \text{ м} \quad (3.7)$$

де  $l_{\text{л}}$  – довжина локомотива, м; для ВЛ-8  $l_{\text{л}}=28 \text{ м}$  [1];

$m_{\text{с}}$  – кількість вагонів у складі поїзда;

$l_{\text{в}}$  – довжина вагону, м; приймаємо  $l_{\text{в}}=14,4 \text{ м}$ .

Для ділянки Кр – КС:

$$l_{\text{п}} = 56 \cdot 14,4 + 28 + 10 = 844,4 \text{ м};$$

Для ділянки В – КС:

$$l_{\text{п}} = 60 \cdot 14,4 + 28 + 10 = 902,0 \text{ м};$$

Для ділянки Н – КС:

$$l_{\text{п}} = 58 \cdot 14,4 + 28 + 10 = 873,2 \text{ м.}$$

Виходячи з наведених вище розрахунків умова не виконується для ділянок В – КС та Н – КС, отже для всіх напрямків приймаю уніфіковану масу поїзда  $Q_{\text{уніф}}=4150 \text{ т}$  та кількість вагонів у складі поїзда  $m=56 \text{ ваг.}$

### 3.4 Визначення розмірів поїздопотоків станції

Кількість вагонів у складі передаточних поїздів на ПК1 та ПК 4 складає  $m_{\text{пер}}=30$  ваг, а на ПК2 та ПК 3 складає  $m_{\text{пер}}=28$  ваг у відповідності до договорів по обслуговуванню даних підприємств (див. додаток А.2).

Кількість поїздів розрахуємо за наступною формулою:

$$N_{\Pi} = \frac{N}{m}, \text{ поїздів} \quad (3.8)$$

де  $N_{\Pi}$  – кількість поїздів на напрямку;

$N$  – вагонопотік напрямку;

$m$  – кількість вагонів у поїзді.

Наприклад, з підходу Кр прибуває 1324 вагона, отже при  $m=56$  ваг це становить  $N_{\Pi} = \frac{1324}{56} = 23,64$  поїзда. Приймаємо 24 поїзда. На основі розрахованої кількості вагонів у складі визначаємо поїздопотоки, що надходять у розформування та проходять через станцію КС і зводимо їх відповідно до таблиці 3.2 та таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 - Вагонопотік та поїздопотік станції з переробкою

Із \ На	Кр	В	Н	КС				Разом	$N_{\text{вант}}$	З них $N_{3б}$
				ПК 1	ПК 2	ПК 3	ПК 4			
Кр	–	964	268	20	19	30	23	1324	24	1
В	552	–	207	16	20	–	19	814	15	1
Н	265	214	–	16	16	28	16	555	10	1
КС	ПК 1	22	20	16	–	–	–	58	2	
	ПК 2	21	20	11	–	–	–	52	2	
	ПК 3	25	10	20	–	–	–	55	2	
	ПК 4	23	20	15	–	–	–	58	2	
Разом	908	1248	537	52	55	58	58	2916		
$N_{\text{ван}}$	17	23	10	2	2	2	2		57	
З них $N_{3б}$	2	2	1						58	

Таблиця 3.3 - Транзитний поїздопотік станції

Із \ На	Кр	В	Н	Всього
Кр	–	30	10	40
В	12	–	7	19
Н	6	5	–	11
Всього	18	35	17	70

Таблиця 3.4 - Загальний вантажний поїздопотік станції КС

Із \ На	Кр	В	Н	КС	Всього
Кр	—	30	10	24	64
В	12	—	7	15	34
Н	6	5	—	10	21
КС	17	23	10	—	53
Всього	35	58	27	53	—

Розміри пасажирського поїздопотіку станції наведені у додатку А таблиці А.1 та загалом складають 38 пар поїздів за добу.

### 3.5 Розрахунок необхідної пропускної спроможності та кількості головних колій на прилеглих до станції КС ділянках

Потрібна пропускна здатність прилеглих до станції ліній, згідно [33], визначається за формулою:

$$N_{\Pi} = \alpha(N_{\text{вант}} + N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)), \text{ поїздів} \quad (3.9)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт резерву пропускної здатності;  $\alpha=1,2$  [33];

$N_{\text{вант}}$  – кількість вантажних поїздів на ділянці із врахуванням збірних;

$N_{\text{пас}}, N_{\text{зб}}$  – відповідно кількість пасажирських та збірних поїздів на ділянці;

$\varepsilon_{\text{пас}}, \varepsilon_{\text{зб}}$  – коефіцієнт зйому вантажних поїздів відповідно пасажирським та збірним поїздам на ділянці,  $\varepsilon_{\text{пас}}=1,5, \varepsilon_{\text{зб}}=2$  [33].

Кількість вантажних та збірних поїздів визначаємо із таблиць 3.2 та 3.3, пасажирських – з таблиці А.1 додатку А, при нерівних розмірах руху поїздів в парному та непарному напрямку приймаємо більше значення.

Для станції КС потрібна пропускна здатність прилеглих ліній складає:

Лінія Кр– КС:

$$N_{\text{п}}^{\text{Кр-КС}} = 1,2 \cdot (64 + 12 \cdot 1,5 + 1(2-1)) = 99,6 \text{ пар поїздів}$$

Приймаємо 100 пар поїздів. Отже лінія Кр – КС згідно [33] повинна бути двоколіійною обладнаною автоблокуванням;

Лінія В – КС:

$$N_{\text{п}}^{\text{В-КС}} = 1,2 \cdot (58 + 15 \cdot 1,5 + 2(2-1)) = 99 \text{ пар поїздів}$$

Приймаємо 99 пар поїздів. Лінія В – КС згідно [33] повинна бути двоколіійною обладнаною автоблокуванням;

Лінія Н – КС:

$$N_{\text{п}}^{\text{Н-КС}} = 1,2 \cdot (27 + 0 \cdot 1,5 + 1(2-1)) = 33,6 \text{ пар поїздів}$$

Приймаємо 34 пари поїздів. Лінія Н – КС згідно [33] повинна бути одноколіійною з двоколіійними вставками, оснащеною автоблокуванням.

Отримані результати потрібної пропускної спроможності порівнюємо з існуючою:

$$N_{\text{Кр-КС}}^{\text{потр}} = 100 \text{ пар поїздів} < N_{\text{Кр-КС}}^{\text{існ}} = 120 \text{ пар поїздів};$$

$$N_{\text{В-КС}}^{\text{потр}} = 99 \text{ пар поїздів} < N_{\text{В-КС}}^{\text{існ}} = 120 \text{ пар поїздів};$$

$$N_{\text{Н-КС}}^{\text{потр}} = 34 \text{ пари поїздів} < N_{\text{Н-КС}}^{\text{існ}} = 48 \text{ пар поїздів}.$$

Результати порівняння дозволяють зробити висновок, що існуюче технічне оснащення лінії та кількість колій відповідають розрахунковим розмірам руху.

## 4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТА НЕОБХІДНОГО ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ СТАНЦІЇ

Розрахунок необхідної кількості колій в парках станції базується на визначенні середньої тривалості заняття колії поїздом. В свою чергу для визначення середньої тривалості заняття колії поїздом певної категорії необхідно визначити норми часу, з яких вона складається.

### 4.1 Визначення тривалості заняття колії приймального парку А поїздом, що прибув у розформування

Середній час заняття колії поїздом, що прибув у розформування згідно [34] визначається за формулою:

$$T_{\text{зк}} = t_{\text{м}} + t_{\text{вх}} + t_{\text{о}}^{\text{тo}} + t_{\text{тo}} + t_{\text{о}}^{\text{р}} + t_{\text{нас}} + t_{\text{р}}, \text{ год.} \quad (4.1)$$

де  $t_{\text{м}}$  – час на приготування маршруту прийому поїзда, год;  $t_{\text{м}} = 0,015$  год;

$t_{\text{тo}}$  – тривалість технічного обслуговування состава, год;

$t_{\text{о}}^{\text{тo}}$  – тривалість очікування технічного обслуговування, год;

$t_{\text{р}}$  – тривалість розпуску состава, год;

$t_{\text{о}}^{\text{р}}$  – тривалість очікування составом розпуску, год;

$t_{\text{вх}}$  – час проходження поїздом вхідної відстані, год.

$$t_{\text{вх}} = \frac{L_{\text{вх}}}{V_{\text{вх}}}, \text{ год} \quad (4.2)$$

де  $L_{\text{вх}}$  – довжина вхідної відстані, км;

$$L_{\text{вх}} = L_{\text{горл}} + L_{\text{п}}, \text{ км} \quad (4.3)$$

де  $L_{\text{горл}}$  – відстань від вхідного світлофора до граничного стовпчика колії парку прийому, км;  $L_{\text{горл}} = 1,78$  км, згідно масштабного плану станції;

$L_{\text{п}}$  – довжина поїзда, км; згідно з другим розділом  $L_{\text{п}} = 0,844$  км;

$V_{\text{вх}}$  – швидкість входу поїзда на бокову колію,  $V_{\text{вх}} = 30$  км/год.

Визначимо час на проходження вхідної відстані:

$$L_{\text{вх}} = 1,78 + 0,844 = 2,6 \text{ км.}$$

$$t_{\text{вх}} = \frac{2,6}{30} = 0,0867 = 3,3 \text{ хв} = 0,055 \text{ год.}$$

Час на виконання операцій по розформуванню составів з гірки складається з тривалості заїзду, насуву, розпуску та осаджування.

Тривалість заїзду гірочного локомотива у хвіст состава складається з двох напіврейсів:

$$t_3 = t' + t'', \text{ хв} \quad (4.4)$$

де  $t'$  – тривалість виконання гірочним локомотивом напіврейсу заїзду від горба гірки в протилежну горловину парку прийому, хв;

$t''$  – тривалість виконання гірочним локомотивом напіврейсу заїзду безпосередньо під состав, хв:

$$t' = a + b \cdot m, \text{ хв} \quad (4.5)$$

де  $a, b$  – нормативні коефіцієнти, що залежать від довжини напіврейсу;

$m$  – кількість вагонів у складі поїзду,  $m = 56$  вагонів.

Тривалість насуву згідно [35] визначається за формулою:

$$t_{\text{н}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{н}}}{V_{\text{н}}^{\text{сп}}}, \text{ хв} \quad (4.6)$$

де  $l_n$  – довжина колії насуву, м;  $l_n = 850$  м згідно з масштабним кресленням станції.

$V_n^{cp}$  – середня швидкість насуву, км/год,  $V_n^{cp} = 10$  км/год.

Норма часу на осаджування вагонів на коліях парку для одного состава визначається згідно [35] за формулою:

$$t_{oc} = 0,06 \cdot m, \text{ хв.} \quad (4.7)$$

Тривалість розпуску состава визначається за наступною формулою:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot l_b \cdot m}{V_p}, \text{ хв.} \quad (4.8)$$

де  $l_b$  – довжина вагону, м.;  $l_b = 15$  м [34];

$V_p$  – середня швидкість розпуску, км/год. [34].

Час очікування составом розформування згідно [34] визначається за формулою:

$$t_o^p = \frac{\psi_r \cdot (v_{rot}^2 + v_r^2) \cdot t_r}{2 \cdot (1 - \gamma_3 \cdot \psi_r)}, \text{ год.} \quad (4.9)$$

де  $t_r$  – гiрковий технологiчний iнтервал;

$v_r$  – коефiцiєнт варiацiї гiркового технологiчного iнтервалу;  
 $v_r = 0,4$  [35];

$\gamma_3$  – частка поїздiв iз завершальними групами, що розформовуються через гiрку;  $\gamma_3 = 0,5$  [34];

$\psi_r$  – завантаження гiрки, визначається як:

$$\psi_{\Gamma} = \frac{N_p \cdot t_{\Gamma}}{24}, \quad (4.10)$$

$\nu_{\text{ГОГ}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між поїздами, що надходять після огляду працівниками ПТО:

$$\nu_{\text{ГОГ}} = \nu_{\text{ВХ}} - (\nu_{\text{ВХ}} - \nu_{\text{ТО}}) \cdot \psi_{\text{БР}}^{2 \cdot \nu_{\text{ВХ}}} \quad (4.11)$$

де  $\psi_{\text{БР}}$  – завантаження бригади ПТО;

$\nu_{\text{ТО}}$  – коефіцієнт варіації тривалості технічного обслуговування;  $\nu_{\text{ТО}} = 0,2$  [34];

$\nu_{\text{ВХ}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами надходження поїздів у розформування;  $\nu_{\text{ВХ}} = 0,7$  [34];

$$\psi_{\text{БР}} = \frac{N \cdot t_{\text{ТО}}}{24}, \quad (4.12)$$

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

$t_{\text{ТО}}$  – тривалість огляду составу:

$$t_{\text{ТО}} = \frac{\tau \cdot m}{k_{\text{ГР}}} + a, \text{ год} \quad (4.13)$$

де  $\tau$  – тривалість огляду робітниками ПТО одного вагону, хв;  $\tau = 0,015$  год.;

$k_{\text{ГР}}$  – кількість груп оглядачів у бригаді;

$a$  – тривалість підготовчо-заклучних операцій, які приходяться на один состав, год.;  $a = 0,04$  год. [35].

Визначимо тривалість заїзду:

$$t' = 3,24 + 0,052 \cdot 0 = 3,24 \text{ хв}$$

$$t'' = 0,8 + 0,018 \cdot 56 = 1,81 \text{ хв.}$$

$$t_3 = 3,24 + 1,81 = 5,05 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $t_3 = 5 \text{ хв.}$

Тривалість насуву складе:

$$t_{\text{н}} = \frac{0,06 \cdot 850}{10} = 5,1 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $t_{\text{н}} = 5 \text{ хв.}$

Тривалість розпуску складе:

$$t_{\text{р}} = \frac{0,06 \cdot 15 \cdot 56}{6,45} = 7,8 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $t_{\text{р}} = 8 \text{ хв.}$

Тривалість осаджування одного составу складе:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 56 = 3,36 \text{ хв} \approx 4 \text{ хв.}$$

Тривалість технічного огляду:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,015 \cdot 56}{3} + 0,04 = 0,32 \text{ год} = 19,2 \text{ хв.}$$

Приймаємо тривалість технічного огляду 20 хв.

Завантаження бригади ПТО при цьому складі:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{57 \cdot 20}{1440} = 0,79$$

Побудуємо технологічний графік роботи гірки який являє собою графічне відображення процесу розформування составів (див. рисунок 4.1).

На графіку відтворено роботу одного гірчного локомотива. Осаджування виконується після розпуску трьох составів. На станції також є господарчий локомотив, який займається подачею місцевих вагонів на під'їзні

колії, а у вільний час може виконувати закінчення формування составів у сортувально-відправному парку. За технологічним графіком гірковий цикл становить  $T_{\text{ц}}=75$  хв.

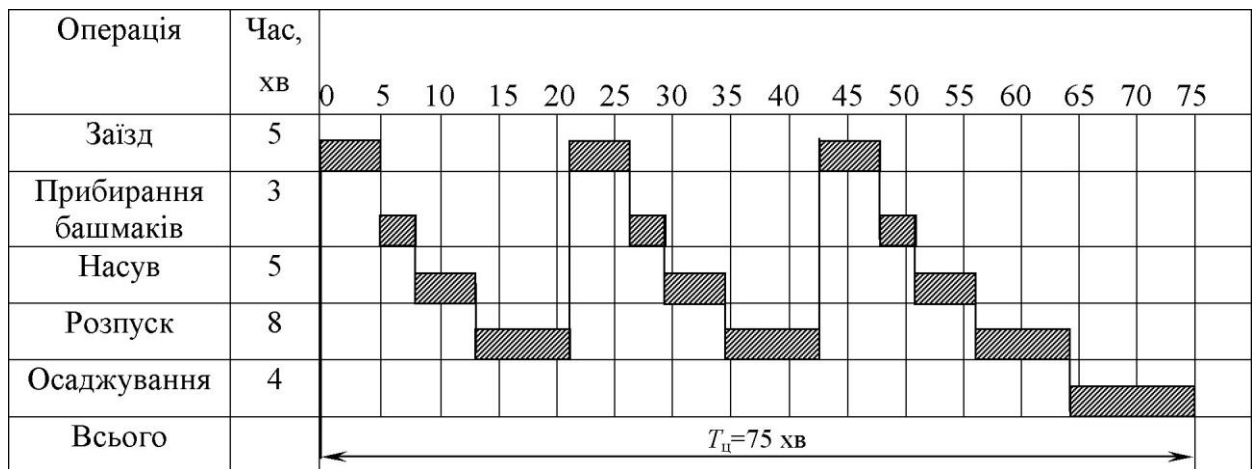


Рисунок 4.1 – Технологічний графік роботи гірки при одному гірчному локомотиві.

Відповідно гірковий технологічний інтервал складає:

$$t_r = \frac{T_{\text{ц}}}{N_p^{\text{ц}}} = \frac{75}{3} = 25 \text{ хв.}$$

Завантаження гірки при цьому складе:

$$\psi_r = \frac{57 \cdot 25}{1440} = 0,99$$

Так як коефіцієнт завантаження гірки перевищує 0,75, то це свідчить про недостатню кількість гірчних локомотивів. Отже на станції необхідно мати два гіркових локомотива. Побудуємо технологічний графік роботи гірки при роботі на ній двох локомотивів (дивитись рисунок 4.2).

За технологічним графіком гірковий цикл становить  $T_{\text{ц}}=54$  хв.

Відповідно гірковий технологічний інтервал складає:

$$t_r = \frac{T_{\text{ц}}}{N_p^{\text{ц}}} = \frac{54}{3} = 18 \text{ хв} = 0,3 \text{ год.}$$

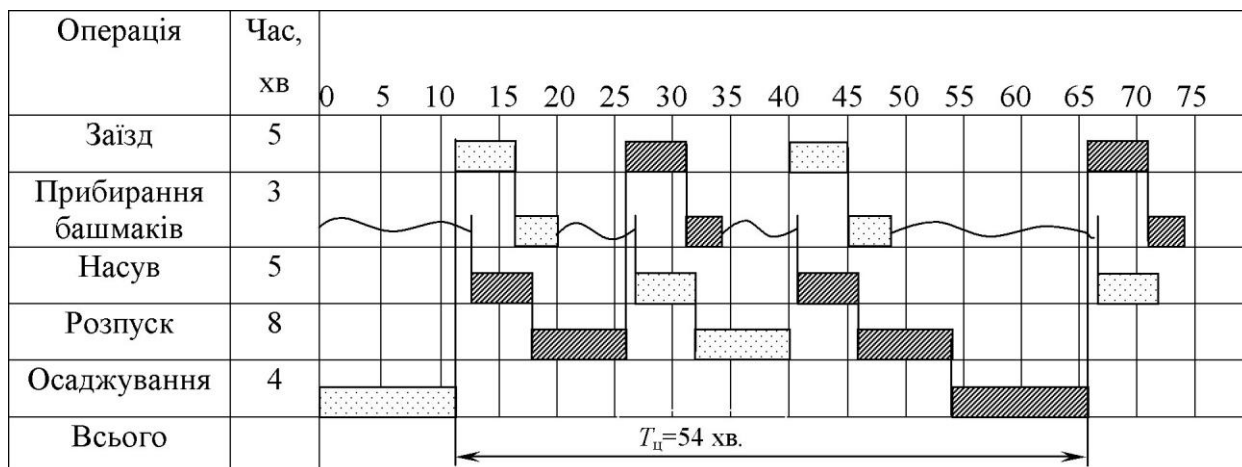


Рисунок 4.2 – Технологічний графік роботи гірки при двох гірочних локомотивах.

Завантаження гірки при цьому складі:

$$\psi_r = \frac{57 \cdot 18}{1440} = 0,71$$

Коефіцієнт варіації інтервалів між поїздами, що надходять після огляду працівниками ПТО з парку прибуття:

$$\nu_{\text{гот}} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,79^{2 \cdot 0,7} = 0,34$$

Час очікування составом, що прибуває в парк прибуття, розформування складі:

$$t_o^p = \frac{0,71 \cdot (0,34^2 + 0,4^2) \cdot 0,3}{2 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,71)} = 0,046 \text{ год.}$$

Тривалість очікування технічного огляду визначається згідно [34] за формулою:

$$t_o^{\text{то}} = \frac{\psi_{\text{бр}} (\nu_{\text{вх}}^2 + \nu_{\text{то}}^2) \cdot t_{\text{то}}}{2(1 - \psi_{\text{бр}})}, \text{ год} \quad (3.14)$$

де  $\nu_{\text{то}}$  – коефіцієнт варіації тривалості технічного обслуговування;  
 $\nu_{\text{то}} = 0,2$  [34];

$\nu_{\text{вх}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами надходження поїздів у розформування;  $\nu_{\text{вх}} = 0,7$  [34].

Необхідну кількість груп в бригаді технічного обслуговування знаходимо з нерівності:

$$\frac{57 \cdot 0,015 \cdot 56}{24} \leq K \leq \frac{57 \cdot 0,015 \cdot 56}{12}$$

$$1,995 \leq K \leq 3,99$$

В парку прийому є одна тригрупна бригада ПТО, отже кількісний склад робітників технічного обслуговування складів в даному парку є оптимальним. При цьому тривалість технічного огляду складає  $t_{\text{то}} = 20 \text{ хв} \approx 0,32 \text{ год}$ , а завантаження бригади ПТО  $\psi_{\text{бр}} = 0,79$ .

Отже тривалість очікування технічного обслуговування складе:

$$t_{\text{о}}^{\text{то}} = \frac{0,79 \cdot (0,7^2 + 0,2^2) \cdot 0,32}{2 \cdot (1 - 0,79)} = 0,32 \text{ год.}$$

Визначимо середній час заняття колії парку прийому одним составом:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,055 + 0,32 + 0,32 + 0,046 + 0,083 + 0,13 = 0,969 \text{ год.}$$

#### 4.2 Визначення тривалості операцій по формуванню составів

Згідно з планом формування поїздів станція формує одногрупні та збірні поїзди. Перевіримо норми часу на виконання всіх технологічних операцій з цими поїздами.

Тривалість закінчення формування одногрупних поїздів визначається за формулою:

$$T_{\text{зф}}^{\text{од}} = T_{\text{ПТЕ}} + T_{\text{підт}}, \text{ хв.} \quad (4.15)$$

де  $T_{\text{ПТЕ}}$  – час, необхідний на розстановку вагонів у поїзді у відповідності до вимог ПТЕ, *хв*;

$T_{\text{підг}}$  – норма часу на підтягування состава з боку витяжної колії, *хв*.

$$T_{\text{ПТЕ}} = B + E \cdot m_{\phi}, \text{ хв.} \quad (4.16)$$

де  $B, E$  – нормативні коефіцієнти, згідно [35]  $B=0,96, E=0,06$ .

$$T_{\text{ПТЕ}} = 0,96 + 0,06 \cdot 56 = 4,32 \text{ хв.}$$

Тривалість підтягування состава з боку витяжної колії визначається за формулою:

$$T_{\text{підг}} = 0,08 \cdot m_{\phi}, \text{ хв.} \quad (4.17)$$

$$T_{\text{підг}} = 0,08 \cdot 56 = 4,48 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{зф}}^{\text{од}} = 4,32 + 4,48 = 8,8 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $T_{\text{зф}}^{\text{од}} = 9 \text{ хв.}$

Формування збірної поїзда, накопиченого на одній колії, складається з сортування вагонів на кінцях колій по кількості проміжних станцій і збирання состава на колії формування, та визначається за формулою:

$$T_{\text{зф}}^{\text{зб}} = T_{\text{с}} + T_{\text{зб}}, \text{ хв.} \quad (4.18)$$

в свою чергу:

$$T_{\text{с}} = A \cdot g + B \cdot m_{\text{с}}, \text{ хв.} \quad (4.19)$$

де  $A, B$  – нормативні коефіцієнти, згідно [35]  $A=0,41$ ,  $B=0,32$ .

$$T_c = 0,41 \cdot 17 + 0,32 \cdot 56 = 24,89 \text{ хв.}$$

$$T_{зб} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{зб}, \text{ хв.} \quad (4.20)$$

де  $p$  – кількість груп, що збираються на колії формування;  $p=7$ ;

$m_{зб}$  – кількість вагонів, що збираються у групах;  $m_{зб} = 7$ .

$$T_{зб} = 1,8 \cdot 7 + 0,3 \cdot 7 = 14,7 \text{ хв.}$$

$$T_{зф}^{зб} = 24,89 + 14,7 = 39,59 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $T_{зф}^{зб} = 40 \text{ хв.}$

### 4.3 Визначення тривалості заняття колії сортувально-відправного парку поїздом свого формування

Середній час заняття колії поїздом свого формування, згідно [34], визначається за формулою:

$$T_{зк}^{сф} = t_o^{об} + t_{об} + t_o^л + t_{пр} + t_o^в + t_m + t_b, \text{ год.} \quad (4.21)$$

де  $t_{пр}$  – час на пробу гальм, год,  $t_{пр} = 0,15 \text{ год}$ ;

$t_b$  – час заняття маршруту при відправленні поїзда,  $t_b = 0,05 \text{ год}$ ;

$t_o^в$  – час очікування відправлення, год.

Середній час очікування причеплення поїзного локомотива:

$$t_o^л = \frac{n_o^л}{\lambda}, \text{ год} \quad (4.22)$$

де  $\lambda$  – інтенсивність прибуття поїздів у даний парк;

$n_o^л$  – кількість составів, що очікують причеплення локомотива:

$$n_o^л = (1,16 \cdot v_{\text{гот}}^2 + 0,81 \cdot v_{\text{л}}^2 - 0,35 + \varepsilon) + (2,58 \cdot v_{\text{гот}}^2 + 3,23 \cdot v_{\text{л}}^2 + 0,75)(\Psi_{\text{л}} - 0,7) \quad (4.23)$$

Тривалість очікування відправлення, згідно [34], визначається за формулою:

$$t_o^{\text{об}} = \frac{n_{\text{ч}}^{\text{об}}}{\lambda}, \text{ год} \quad (4.24)$$

де  $\lambda$  – інтенсивність прибуття поїздів у даний парк:

$$\lambda = \frac{N_{\text{пр(відпр)}}}{1440}, \text{ н/год} \quad (4.25)$$

$n_{\text{ч}}^{\text{об}}$  – середня довжина черги в очікуванні відправлення.

Середня довжина черги в очікуванні відправлення, згідно [34], визначається за формулою:

$$n_{\text{ч}}^{\text{об}} = \frac{\psi_y (1 + v_{\text{об}}^2) + (v'_{\text{гот}})^2 - 1}{2 \left( \frac{1}{\psi_y} - 1 \right)} + \varepsilon, \text{ поїздів} \quad (4.26)$$

де  $\psi_y$  – завантаження ділянки, на яку відправляються поїзди.

Завантаження ділянки, на яку відправляються поїзди, згідно [34], визначається за формулою:

$$\psi_y = \frac{N_{\text{гр}} + N_{\text{сф}}}{n_{\text{вант}}} \quad (4.27)$$

де  $n_{\text{вант}}$  – наявна пропускна спроможність ділянки.

Наявна пропускна спроможність ділянки, згідно [34], визначається за формулою:

$$n_{\text{вагт}} = N - N_{\text{пас}} \cdot \varepsilon_{\text{пас}} - N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1) \quad (4.28)$$

де  $\varepsilon_{\text{пас}}$ ,  $\varepsilon_{\text{зб}}$  – відповідно коефіцієнти знімання пасажирських і збірних поїздів,  $\varepsilon_{\text{пас}}=1,5$ ;  $\varepsilon_{\text{зб}}=2,0$  згідно з [32].

Тривалість технічного обслуговування в приймально-відправних парках згідно [34] визначається за формулою:

$$t_{\text{об}} = (1 - \alpha) \frac{\tau \cdot m}{K_{\text{гр}}} + \alpha \left( t_{\text{рем}} + \frac{\tau \cdot m}{2 \cdot K_{\text{гр}}} \right), \text{ год} \quad (4.29)$$

де  $t_{\text{рем}}$  – середня тривалість безвідчепного ремонту вагонів, що приходить на один состав,  $t_{\text{рем}}=0,3$  год.

$$t_{\text{об}} = (1 - 0,1) \frac{0,015 \cdot 56}{2} + 0,1 \left( 0,3 + \frac{0,015 \cdot 56}{2 \cdot 2} \right) = 0,42 \text{ год.}$$

$$\frac{58 \cdot 0,42}{24} \leq S \leq \frac{58 \cdot 0,42}{12}$$

$$1,015 \leq S \leq 2,03$$

Отже для обслуговування поїздів свого формування в сортувально-відправному парку достатньо мати одну бригаду ПТО. Але при цьому її завантаження складе  $\Psi_{\text{бр}} = \frac{58 \cdot 0,42}{24} = 1,015$ , що є недопустимим.

Отже краще прийняти дві бригади ПТО в даному парку, і завантаження кожної з них складе  $\Psi_{\text{бр}} = \frac{58 \cdot 0,42}{2 \cdot 24} = 0,51$ .

Тривалість очікування технічного обслуговування, згідно [34], визначається за формулою:

$$t_o^{об} = \frac{\Psi_{бр}^2 \cdot (v_{вх}^2 + v_{об}^2) \cdot t_{об}}{2(1 - \Psi_{бр}^2)}, \text{ год} \quad (4.30)$$

Таким чином тривалість очікування технічного обслуговування складе:

$$t_o^{об} = \frac{0,51^2 \cdot (0,7^2 + 0,2^2) \cdot 0,42}{2(1 - 0,51^2)} = 0,03 \text{ год}$$

Визначимо кількість составів, що очікують причеплення локомотива відповідно до формули (4.8):

$$v_{гот} = 0,7 - 0,5(0,7 - 0,2)0,46^{2 \cdot 0,7} = 0,62$$

$$n_o^n = (1,16 \cdot 0,62^2 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,08) + \\ + (2,58 \cdot 0,62^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75)(0,75 - 0,7) = 0,51$$

Середній час очікування причеплення поїзного локомотива складе:

$$t_o^n = \frac{0,51 \cdot 24}{58} = 0,21 \text{ год.}$$

Час в очікуванні відправлення на ділянку:

Кр–КС:

$$n_{вант} = 100 - 16 \cdot 1,5 - 2(2 - 1) = 78 \text{ поїздів}$$

$$\Psi_y = \frac{17 + 18}{78} = 0,45$$

$$n_o^B = \frac{0,45(1 + 0,4^2) + 0,7^2 - 1}{2\left(\frac{1}{0,45} - 1\right)} + 0,08 = 0,08 \text{ поїздів}$$

$$t_o^B = \frac{0,08 \cdot 24}{35} = 0,05 \text{ год.}$$

В–КС:

$$n_{\text{вант}} = 99 - 15 \cdot 1,5 - 2(2 - 1) = 79 \text{ поїздів}$$

$$\Psi_y = \frac{19 + 35}{79} = 0,68$$

$$n_o^B = \frac{0,68(1 + 0,4^2) + 0,7^2 - 1}{2\left(\frac{1}{0,68} - 1\right)} + 0,08 = 0,38 \text{ поїздів}$$

$$t_o^B = \frac{0,38 \cdot 24}{54} = 0,17 \text{ год.}$$

Н–КС:

$$n_{\text{вант}} = 34 - 0 \cdot 1,5 - 1(2 - 1) = 33 \text{ поїздів}$$

$$\Psi_y = \frac{10 + 17}{33} = 0,82$$

$$n_o^B = \frac{0,82(1 + 0,4^2) + 0,7^2 - 1}{2\left(\frac{1}{0,82} - 1\right)} + 0,08 = 1,08 \text{ поїздів}$$

$$t_o^B = \frac{1,08 \cdot 24}{27} = 0,96 \text{ год.}$$

Середній час в очікуванні відправлення:

$$t_o^B = \frac{0,05 \cdot 35 + 0,96 \cdot 27 + 0,17 \cdot 54}{35 + 27 + 54} = 0,318 \text{ год.}$$

Отже середня тривалість заняття колії сортувально-відправного парку поїздом свого формування складе:

$$T_{\text{зк}} = 0,03 + 0,42 + 0,21 + 0,15 + 0,318 + 0,015 + 0,05 = 1,193 \text{ год.}$$

#### 4.4 Визначення тривалості заняття колії приймально-відправного парку Б транзитним поїздом

Середній час заняття колії транзитним поїздом без зміни локомотива, згідно [34], визначається за формулою:

$$T_{зк}^{тр} = t_m + t_{вх} + t_o^{об} + t_{об} + t_{пг} + t_o^B + t_B, год \quad (4.31)$$

Визначимо необхідну кількість бригад ПТО:

$$\frac{70 \cdot 0,43}{24} \leq S \leq \frac{70 \cdot 0,43}{12}$$

$$1,25 \leq S \leq 2,51$$

Так як в даному парку є дві двогрупні бригади ПТО то їх кількість є достатньою, а тривалість технічного обслуговування составів за формулою (4.29) складе:

$$t_{об} = (1 - 0,1) \frac{0,015 \cdot 56}{2} + 0,1 \left( 0,3 + \frac{0,015 \cdot 56}{2 \cdot 2} \right) = 0,42 год.$$

При цьому завантаження бригади становитиме (4.12):

$$\Psi_{бр} = \frac{70 \cdot 0,42}{2 \cdot 24} = 0,61$$

Тривалість очікування технічного обслуговування складе (4.30):

$$t_o^{об} = \frac{0,61^2 \cdot (0,7^2 + 0,2^2) \cdot 0,42}{2(1 - 0,61^2)} = 0,065 год.$$

Визначимо кількість составів, що очікують причеплення локомотива:

$$v_{гот} = 0,72 - 0,5(0,72 - 0,2)0,61^{2 \cdot 0,72} = 0,59$$

$$n_o^л = (1,16 \cdot 0,59^2 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,08) + (2,58 \cdot 0,59^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75)(0,75 - 0,7) = 0,46$$

Середня тривалість очікування причеплення поїзного локомотива становить (4.22):

$$t_o^a = \frac{0,46 \cdot 24}{70} = 0,16 \text{ год.}$$

Середня тривалість очікування відправлення складе (4.24):

$$t_o^b = \frac{0,05 \cdot 35 + 0,96 \cdot 27 + 0,17 \cdot 54}{35 + 27 + 54} = 0,318 \text{ год.}$$

Таким чином, середній час заняття колії транзитним поїздом без зміни локомотива:

$$T_{зк} = 0,015 + 0,055 + 0,065 + 0,42 + 0,15 + 0,318 + 0,05 = 1,073 \text{ год.}$$

#### 4.5 Розрахунок потрібної кількості колій в приймальному парку А

У парк А прибувають поїзди у розформування зі всіх прилеглих до станції підходів.

Кількість колій у парку прийому, згідно [34], визначається за формулою:

$$П_{пш} = \frac{N_p \cdot T_{зк}}{24} \cdot \left(1 + f \cdot \sqrt{v_{вх}^2 \cdot v_{зк}^2 + v_{вх}^2 + v_{зк}^2}\right) + 1 \quad (4.32)$$

де  $T_{зк}$  – середній час заняття колії составом, год;

$v_{зк}$  – коефіцієнт варіації часу заняття колії составом,  $v_{зк} = 0,3$  [34];

$f$  – кількість середньоквадратичних відхилень,  $f = 2$  [34].

Розрахуємо необхідну кількість колій в парку прийому:

$$П_{пш} = \frac{57 \cdot 0,969}{24} (1 + 2 \sqrt{0,7^2 \cdot 0,3^2 + 0,7^2 + 0,3^2}) + 1 = 5,94 \text{ колій}$$

Приймаємо 6 колій. В даному парку існує 4 колії, з чого робимо висновок що кількість колій в парку прийому необхідно збільшувати на 2 колії.

#### 4.6 Розрахунок потрібної кількості колій в приймально-відправному парку Б

В приймально-відправний парк Б приймаються всі транзитні поїзди, що проходять через станцію КС

Кількість колій визначається, згідно [34], за формулою:

$$P_{\text{по}} = \frac{N_{\text{тр}} T_{\text{зк}}}{24} (1 + f \sqrt{v_{\text{вх}}^2 v_{\text{зк}}^2 + v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{зк}}^2}) + 1, \quad (4.33)$$

де  $T_{\text{зк}}$  – середній час заняття колії транзитним поїздом, год;

$v_{\text{зк}}$  – коефіцієнт варіації часу заняття колії составом,  $v_{\text{зк}} = 0,2$  [34];

$f$  – кількість середньоквадратичних відхилень,  $f = 2$  [34].

Отже, необхідна кількість колій в приймально-відправному парку Б становить:

$$P_{\text{по}} = \frac{70 \cdot 1,073}{24} (1 + 2 \sqrt{0,7^2 \cdot 0,2^2 + 0,7^2 + 0,2^2}) + 1 = 8,77 \text{ колій.}$$

Приймаємо 9 колій. В парку Б існує 9 колій, з чого робимо висновок, що кількість колій в приймально-відправному парку є достатньою.

#### 4.7 Розрахунок потрібної кількості колій в сортувально-відправному парку

Необхідна кількість сортувальних колій визначається виходячи з плану формування поїздів (додаток А.3 таблиця А.4), обсягів місцевої роботи, необхідності ремонту вагонів та інших колій. Спочатку для кожного призначення плану формування виділяється по одній колії, а для тих з них, що мають потужність більш 200 вагонів виділяється дві колії. Крім цього окремо визначають кількість колій для відправлення поїздів.

Розрахунок необхідної кількості сортувальних колій виконаємо у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахунок кількості сортувальних колій

Призначення колії	Потужність вагонопотоку	Кількість колій
Для наскрізних на В1	181	1
Для наскрізних на В2	305	2
Для наскрізних на В3	345	2
Для наскрізних на В4	184	1
Для дільничних на напрямок В	157	1
Для збірних на напрямок В	76	1
Для наскрізних на Н	259	2
Для дільничних на напрямок Н	189	1
Для збірних на напрямок Н	89	1
Для наскрізних на Кр1	349	2
Для наскрізних на Кр2	283	2
Для дільничних на напрямок Кр	191	1
Для збірних на напрямок Кр	85	1
Для місцевих вагонів на ПП1, ПП2	107	1
Для місцевих вагонів на ПП3, ПП4	116	1
Разом		20

Кількість колій, що необхідна для відправлення поїздів з сортувально-відправного парку, згідно [34], визначається за формулою:

$$n_{\text{св}} = 0,8 \cdot P_c, \text{ колій} \quad (4.34)$$

де  $P_c$  – кількість сортувальних колій, яка визначається за формулою:

$$P_c = \frac{N_{\text{в-зк}} T}{24} (1 + f \sqrt{v_{\text{вх}}^2 v_{\text{зк}}^2 + v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{зк}}^2}) + 1, \text{ колій} \quad (4.35)$$

Отже, необхідна кількість сортувальних колій становить:

$$P_c = \frac{58 \cdot 1,193}{24} (1 + 2 \sqrt{0,7^2 \cdot 0,3^2 + 0,7^2 + 0,3^2}) + 1 = 8,44 \text{ колій.}$$

Загалом у сортувальному парку необхідно мати:

$$n_{\text{св}} = 0,8 \cdot 8,44 = 6,8 \text{ колій.}$$

Приймаємо 7 колій. Тобто для відправлення поїздів з сортувально-відправного парку необхідно мати 7 колій, загалом в сортувально-відправному парку необхідно мати 27 колій, а існує 24. Отже будемо застосовувати змінну спеціалізацію колій.

Порівнюючи існуючий колійний розвиток та результати розрахунку потрібної кількості колій для кожного з парків станції було встановлено наступне:

- в парку А необхідно збільшити колійний розвиток на 2 колії;
- в сортувально-відправному парку С необхідно застосовувати змінну спеціалізацію колій у зв'язку з недостатньою кількістю колій для відправлення поїздів.

## **5 АНАЛІЗ СХЕМИ СТАНЦІЇ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ЇЇ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ РОБОТИ**

### **5.1 Методика аналізу конструкції горловин станції**

Сортувальні станції призначені головним чином для масової переробки вагонів, що прибувають у поїздах, по призначенням та формування нових поїздів згідно плану формування. Тому на сортувальних станціях повинен бути відповідний колійний розвиток. Колійний розвиток сортувальних станцій для приймання, відправлення поїздів, сортування вагонів об'єднуються в парки. Від якості роботи цих парків залежать експлуатаційні витрати пов'язані з простоем поїздів та вагонів.

Конструкція парку та його горловин суттєво впливає на пропускну спроможність парку та станції вцілому.

Конструкція горловин повинна забезпечувати низку важливих вимог:

- а) необхідну пропускну спроможність;
- б) безпеку руху (ізоляцію поїзної роботи від маневрової);
- в) зручність виконання маневрової роботи;
- г) взаємозамінність парків та колій.

Існуюча конструкція горловин парку прийому станції КС не відповідає переліченим вище вимогам, тому в цьому розділі ми розробимо та проаналізуємо декілька варіантів конструкції горловин парку прийому. Реконструкція парку також пов'язана зі збільшенням кількості колій у парку, яка викликана збільшенням обсягів перевезень. Буде добудовано дві колії прийому (дивись розділ 4), а також усунуто пересічення поїзних та маневрових маршрутів шляхом побудови головної обхідної колії Па.

Для аналізу конструкції горловин визначимо завантаження кожної з них та тривалість затримок на перехрещенні маршрутів.

Завантаження горловин будь-якої складності за розрахунковий період можна визначити аналітично, використавши метод обліку збігу операцій на паралельних маршрутах, який приведений у [36].

Для зручності і систематизації розрахунків складемо таблицю з переліком усіх маршрутів горловини що розглядається, спочатку по прийому, потім по відправленню поїздів, і наостанок, маневрових маршрутів.

У таблиці для кожного маршруту усі попередні маршрути, для яких даний маршрут є паралельним позначаються позначкою П. Потім визначається облікове завантаження  $T_i^{yч}$  від пересувань на кожному маршруті і відношення  $q_i^{yч}$  цього завантаження до розрахункового періоду. При нерівномірному русі розрахунок завантаження повинен вестися не на добу, а на період інтенсивного руху  $T_p$  і розміри руху  $n$ , що відповідають даному періоду.

Якщо даному маршруту нема паралельних серед попередніх, то  $T_i^{yч}$  визначається за формулою:

$$T_i^{yч} = n_i \cdot t_i, \text{ хв} \quad (5.1)$$

де  $n_i$  – кількість пересувань по кожному маршруту за обліковий час;

$t_i$  – тривалість зайняття горловини одним пересуванням, хв.

За наявності паралельних маршрутів серед попередніх  $T_i^{yч}$  визначається за формулою:

$$T_i^{yч} = n_i \cdot t_i \left( 1 - c \sum q_{пред}^{yч} \right), \text{ хв} \quad (5.2)$$

де  $\sum q_{пред}^{yч}$  – сума  $q_i^{yч}$  попередніх в таблиці паралельних маршрутів;

$c$  – коефіцієнт, який враховує тип маршруту, якщо маршрут маневровий то  $c = 1,5$ , якщо ж маршрут поїзний то  $c = 1$ .

$$q_i^{yч} = \frac{T_i^{yч}}{T_p} \quad (5.3)$$

де  $T_i^{yч}$  – облікове завантаження від пересувань на кожному маршруті, *хв*;

$T_p$  – період інтенсивного руху, *хв*.  $T_p = 200$  *хв*.

Далі, згідно [36], розраховуємо коефіцієнт завантаження горловин за наступною формулою:

$$K_{зав} = \frac{\sum T_i^{yч}}{T_p} \quad (5.4)$$

де  $\sum T_i^{yч}$  – сума усіх облікових навантажень від пересувань по кожному маршруту, *хв*.

Оптимальна величина завантаження горловини повинна бути  $K_{зав} \leq 0,75$ .

На перехрещеннях в одному рівні виникають затримки пересувань і в зв'язку з цим додатковий простій рухомого складу. Тривалість затримок може бути приблизно розрахована аналітичним розрахунком, методика розрахунку якого приведена у [36].

Маршрути які перехрещуються можуть бути рівноправними, тобто такими що відносяться до однієї категорії пересувань, або нерівноправними, коли один з маршрутів має перевагу над іншим (наприклад, поїзний маршрут перед маневровим). Якщо перехрещуються рівноправні маршрути 1 і 2 з кількістю пересувань за добу  $N_1$  і  $N_2$  та тривалістю зайняття перехрещення  $t_1$  і  $t_2$ , то вірогідність затримки кожного руху на першому маршруті буде  $\frac{N_2 \cdot t_2}{1440}$ , а кількість

затриманих пересувань на першому маршруті буде  $\frac{N_1 \cdot N_2 \cdot t_2}{1440}$ . Аналогічно цьому

кількість затриманих пересувань на другому маршруті буде дорівнювати  $\frac{N_1 \cdot N_2 \cdot t_1}{1440}$ , а загальна кількість затримок на обох маршрутах, згідно [36], буде

визначатися за формулою:

$$K_{\text{зат}} = \frac{N_1 \cdot N_2 (t_1 + t_2)}{1440} \quad (5.5)$$

Середня тривалість однієї затримки на першому маршруті складе  $\frac{t_1}{2}$  хв і на другому маршруті  $\frac{t_2}{2}$  хв. Тривалість затримки за добу визначається за формулами:

для першого маршруту

$$T_{\text{зат}} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot t_1^2}{2 \cdot 1440}, \text{ хв} \quad (5.6)$$

для другого маршруту

$$T_{\text{зат}} = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot t_2^2}{2 \cdot 1440}, \text{ хв} \quad (5.7)$$

## 5.2 Розробка та аналіз варіантів колійного розвитку парної горловини парку прийому

У парній горловині парку прийому виконуються наступні операції:

- прослідування транзитних поїздів з напрямку та на напрямок В;
- прийом поїздів у розформування з напрямку В;
- прослідування поїздів свого формування на напрямок В;
- прийом та відправлення пасажирських поїздів на напрямок В;
- заїзд маневрового локомотива в тупик № 7;
- заїзд маневрового локомотива з тупика № 7 під состав.

Розглянемо чотири конкурентноспроможні варіанти конструкції парної горловини парку прийому.

### 5.2.1 Перший варіант конструкції горловини.

Перший варіант конструкції горловини наведено на рисунку 5.1.

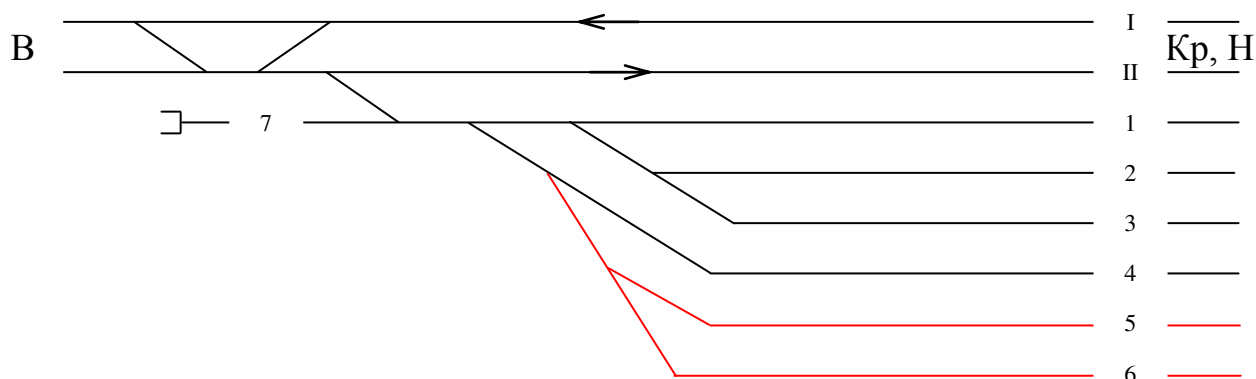


Рисунок 5.1 – Схема горловини ( варіант 1)

Розрахунки по визначенню завантаження зводимо до таблиці 5.1.

Виходячи з результатів таблиці 5.1, розрахуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_{\text{зав}} = \frac{112,25}{200} = 0,56$$

Таким чином коефіцієнт завантаження парної горловини парку прийому дорівнює 0,56, що є оптимальною величиною завантаження горловини.

В даному варіанті існують затримки маршрутів заїзду маневрового локомотива під состав (34 состава) з прибуттям поїздів у розформування з підходу В (15 поїздів). Тривалість та кількість затримок у парній горловині парку прийому по варіанту 1 складає:

$$T_{\text{зат}} = \frac{34 \cdot 15(4 + 2)^2}{2 \cdot 1440} = 6,38 \text{ хв.}$$

$$K_{\text{зат}} = \frac{34 \cdot 15(4 + 2)}{1440} = 2,13$$

Таблиця 5.1 - Розрахунок завантаження парної горловини ( варіант 1 )

№ п/п	Маршрут	$N_{\text{доб}}$	$n_i$	$t_i$	$n \cdot t_i$	$q_i^{\text{уч}}$								$\sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$c$	$1 - c \sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$T_i^{\text{уч}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8				
						0,08	0,12	0,07	0,07	0,05	0,02	0,07	0,02				
1	прослідкування тр-тних поїздів з В	19	4	4	16	X								-		-	16
2	прослідкування тр-тних поїздів на В	35	6	4	24	П	X							0,08	1	0,92	22,08
3	прибуття поїздів в розформування з В	15	3	5	15	-	П	X						0,12	1	0,88	13,2
4	прослідкування поїздів свого форм. на В	23	4	4	16	П	-	П	X					0,15	1	0,85	13,6
5	прослідкування пасажирських поїздів з В	15	3	4	12	-	П	-	П	X				0,19	1	0,81	9,72
6	відправлення пасажирських поїздів на В	11	2	3	6	П	-	П	-	П	X			0,2	1	0,8	4,8
7	заїзд локомотива в тупик № 7	53	9	4	36	-	-	-	П	П	П	X		0,14	1,5	0,79	28,44
8	заїзд локомотива з тупика № 7 під состав	53	9	1	9	П	П	-	П	П	П	-	X	0,34	1,5	0,49	4,41
																	112,25

### 5.2.2 Другий варіант конструкції горловини.

Другий варіант конструкції горловини наведено на рисунку 5.2.

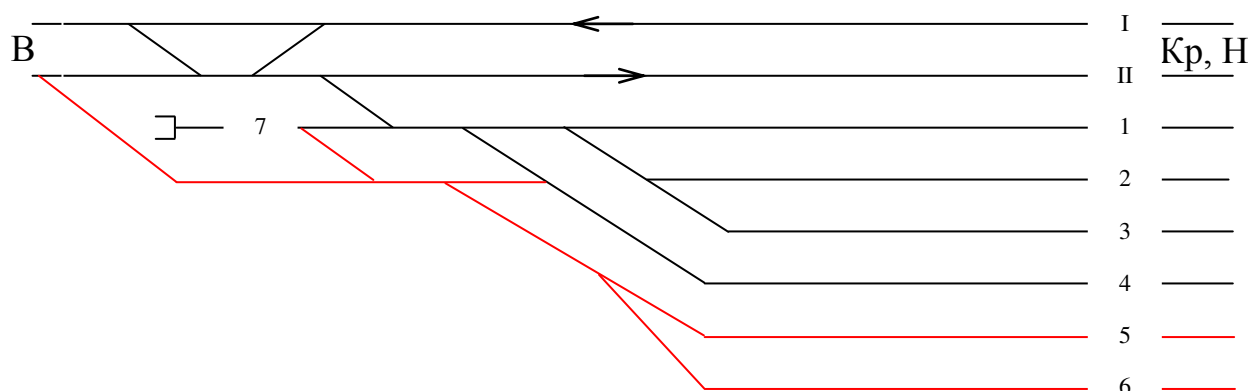


Рисунок 5.2 – Схема горловини ( варіант 2)

Розрахунки по визначенню завантаження зводимо до таблиці 5.2.

Виходячи з результатів таблиці 5.2, розрахуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_{\text{зав}} = \frac{105,26}{200} = 0,53$$

Таким чином коефіцієнт завантаження парної горловини парку прийому дорівнює 0,53, що є оптимальною величиною завантаження горловини.

В даному варіанті існують затримки маршрутів заїзду маневрового локомотива під состав (17 составів) з прибуттям поїздів у розформування з підходу В (8 поїздів) на колії 1-3, заїзду маневрового локомотива під состав (17 составів) з прибуттям поїздів у розформування з підходу В (7 поїздів) на колії 4-6. Тривалість та кількість затримок у парній горловині парку прийому по варіанту 2 складає:

$$T_{\text{зат}} = \frac{8 \cdot 17(4+2)^2}{2 \cdot 1440} = 1,7 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{8 \cdot 17(4+2)}{1440} = 0,57$$

$$T_{\text{зат}} = \frac{7 \cdot 17(4+2)^2}{2 \cdot 1440} = 1,49 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{7 \cdot 17(4+2)}{1440} = 0,5$$

$$\sum T_{\text{зат}} = 1,7 + 1,49 = 3,19 \text{ хв.}; \sum K_{\text{зат}} = 0,57 + 0,5 = 1,07$$

Таблиця 5.2 - Розрахунок завантаження парної горловини ( варіант 2)

№ мар	Маршрут	$N_{\text{доб}}$	$n_i$	$t_i$	$n_i t_i$	$q_i^{\text{уч}}$										$\sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$c$	$1 - c \sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$T_i^{\text{уч}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
						0,08	0,12	0,02	0,02	0,07	0,05	0,03	0,13	0,01	0,01				
1	прослідкування тр-тних поїздів з В	19	4	4	16	X										-		-	16
2	прослідкування тр-тних поїздів на В	35	6	4	24	П	X									0,08	1	0,92	22,08
3	прослідкування поїздів у розф. з В на 1-3 колії	8	1	5	5	-	П	X								0,12	1	0,88	4,4
4	прослідкування поїздів у розф. з В на 4-6 колії	7	1	5	5	-	П	-	X							0,12	1	0,88	4,4
5	прослідкування поїздів свого форм. на В	23	4	4	16	П	-	П	П	X						0,12	1	0,88	14,08
6	прибуття пасажирських поїздів з В	15	3	4	12	-	П	-	-	П	X					0,19	1	0,81	9,72
7	відправлення пасажирських поїздів на В	11	2	3	6	П	-	П	П	-	П	X				0,17	1	0,83	4,98
8	заїзд локомотива в тупик № 7	53	9	4	36	-	-	П	П	П	П	П	X			0,19	1,5	0,72	25,92
9	заїзд локомотива з тупика на 1-3 колії	26	4	1	4	П	П	-	П	П	П	П	-	X		0,37	1,5	0,46	1,84
10	заїзд локомотива з тупика на 4-6 колії	27	4	1	4	П	П	П	-	П	П	П	-	-	X	0,37	1,5	0,46	1,84
																			105,26

### 5.2.3 Третій варіант конструкції горловини.

Третій варіант конструкції горловини наведено на рисунку 5.3.

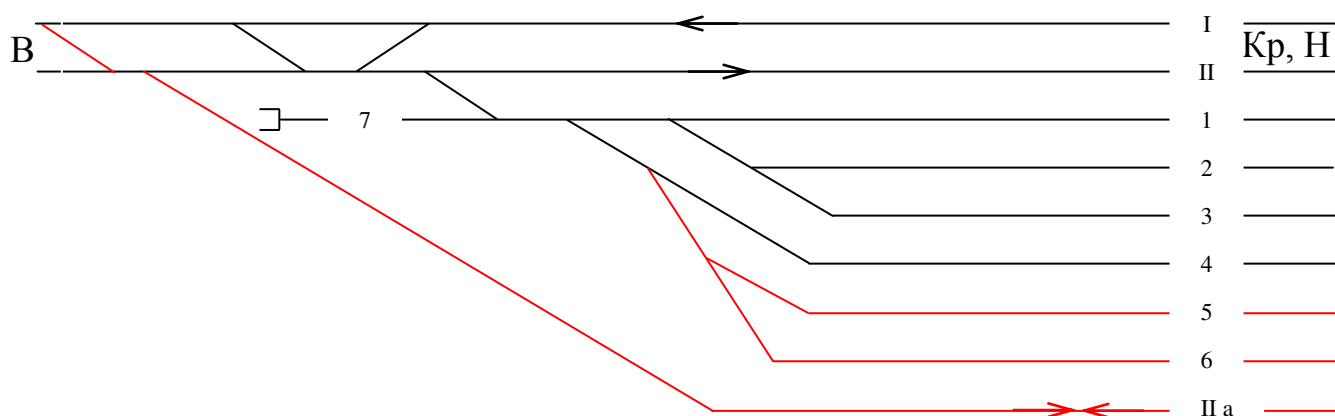


Рисунок 5.3 – Схема горловини ( варіант 3 )

Розрахунки по визначенню завантаження зводимо до таблиці 5.3.

Виходячи з результатів таблиці 5.3, розрахуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_{\text{зав}} = \frac{86,62}{200} = 0,43$$

Таким чином коефіцієнт завантаження парної горловини парку прийому дорівнює 0,43 що є оптимальною величиною завантаження горловини.

В даному варіанті існують наступні затримки маршрутів:

– затримка заїзду маневрового локомотива під состав (34 состава) з прибуттям поїздів у розформування з підходу В (15 поїздів)

$$T_{\text{зат}} = \frac{34 \cdot 15(4+2)^2}{2 \cdot 1440} = 6,38 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{34 \cdot 15(4+2)}{1440} = 2,13$$

– затримка прибуття поїздів у розформування з підходу В (15 поїздів) з відправленням транзитних на підхід В (35 поїздів)

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 15(2+2)^2}{2 \cdot 1440} = 2,92 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 15(2+2)}{1440} = 1,46.$$

– затримка прибуття транзитних поїздів з підходу В (19 поїздів) з відправленням транзитних на підхід В (35 поїздів)

Таблиця 5.3 - Розрахунок завантаження парної горловини парку ( варіант 3 )

№ мар	Маршрут	$N_{\text{доб}}$	$n_i$	$t_i$	$n_i t_i$	$q_i^{\text{уч}}$								$\sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$c$	$1 - c \sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$T_i^{\text{уч}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8				
						0,08	0,11	0,07	0,07	0,05	0,02	0,09	0,02				
1	прослідкування тр-тних поїздів із В	19	4	4	16	X								-		-	16
2	прослідкування тр-тних поїздів на В	35	6	4	24	П	X							0,08	1	0,92	22,08
3	прийом поїздів в розформ. з В	15	3	5	15	-	П	X						0,12	1	0,89	13,35
4	Прослідкування поїздів свого формув. на В	23	4	4	16	П	-	П	X					0,15	1	0,85	13,6
5	прослідкування пасажирських поїздів з В	15	3	4	12	-	П	-	П	X				0,18	1	0,82	9,84
6	відправлення пасажирських поїздів на В	11	2	3	6	П	-	П	-	П	X			0,2	1	0,8	4,8
7	заїзд локомотива в тупик № 7	53	9	4	36	П	П	-	П	П	П	X		0,33	1,5	0,51	18,36
8	заїзд локомотива з тупика № 7 під состав	53	9	1	9	П	П	-	П	П	П	-	X	0,33	1,5	0,51	4,59
																	86,62

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 19(4+4)^2}{2 \cdot 1440} = 14,78 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 19(4+4)}{1440} = 3,7.$$

Загальна тривалість та кількість затримок у парній горловині парку прийому по варіанту 3 складає:

$$\sum T_{\text{зат}} = 6,38 + 2,92 + 14,78 = 24,08 \text{ хв,}$$

$$K_{\text{зат}} = 2,13 + 1,46 + 3,7 = 7,29.$$

#### 5.2.4 Четвертий варіант конструкції горловини

Четвертий варіант конструкції горловини наведено на рисунку 5.4.

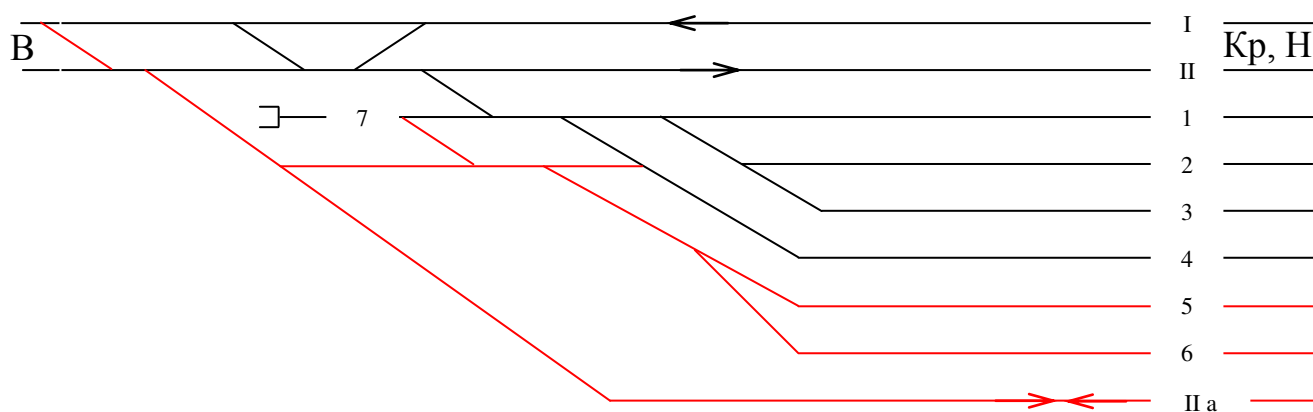


Рисунок 5.4 – Схема горловини ( варіант 4 )

Розрахунки по визначенню завантаження зводимо до таблиці 5.4.

Виходячи з результатів таблиці 5.4, розрахуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_{\text{зав}} = \frac{72,96}{200} = 0,37$$

Таким чином коефіцієнт завантаження парної горловини парку прийому дорівнює 0,37 що є оптимальною величиною завантаження горловини.

В даному варіанті існують наступні затримки маршрутів:

– затримка заїзду маневрового локомотива під состав (17 составів) з прибуттям поїздів у розформування з підходу В (8 поїздів) на колії 1–3

$$T_{\text{зат}} = \frac{8 \cdot 17(4+2)^2}{2 \cdot 1440} = 1,7 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{8 \cdot 17(4+2)}{1440} = 0,57$$

Таблиця 5.4 - Розрахунок завантаження парної горловини ( варіант 4 )

№ мар	Маршрут	$N_{\text{доб}}$	$n_i$	$t_i$	$n_i t_i$	$q_i^{\text{уч}}$										$\sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$c$	$1 - c \sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$T_i^{\text{уч}}$	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
						0,08	0,11	0,02	0,02	0,07	0,05	0,03	0,08	0,01	0,01					
1	прослідкування тр-тних поїздів із В	19	4	4	16	X											–	–	16	
	прослідкування тр-тних поїздів на В	35	6	4	24	П	X										0,08	1	0,92	22,08
3	прийом поїздів в розф. з В на 1-3 колії	8	1	5	5	–	П	X									0,11	1	0,89	4,45
4	прийом поїздів в розф. з В на 4-6 колії	7	1	5	5	–	П	–	X								0,11	1	0,89	4,45
5	Прослідкування поїздів св. форм. на В	23	4	4	16	П	–	П	П	X							0,12	1	0,88	14,08
6	прослідкування паса-жирських поїздів з В	15	3	4	12	–	П	–	–	П	X						0,18	1	0,82	9,84
7	відправлення паса-жирськ. поїздів на В	11	2	3	6	П	–	П	П	–	П	X					0,17	1	0,83	4,98
8	заїзд локомотива в тупик № 7	53	9	4	36	П	П	П	П	П	П	П	X				0,38	1,5	0,43	15,48
9	заїзд локомотива з тупика на 1-3 колії	26	4	1	4	П	П	–	П	П	П	П	–	X			0,36	1,5	0,46	1,84
10	заїзд локомотива з тупика .на 1-3 колії	27	4	1	4	П	П	П	–	П	П	П	–	–	X		0,36	1,5	0,46	1,84

72,96

– затримка заїзду маневрового локомотива під состав (17 составів) з прибуттям поїздів у розформування з підходу В (7 поїздів) на колії 4–6

$$T_{\text{зат}} = \frac{7 \cdot 17(4+2)^2}{2 \cdot 1440} = 1,49 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{7 \cdot 17(4+2)}{1440} = 0,5$$

– затримка прибуття поїздів у розформування з підходу В (15 поїздів) з відправленням транзитних на підхід В (35 поїздів)

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 15(2+2)^2}{2 \cdot 1440} = 2,92 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 15(2+2)}{1440} = 1,46$$

– затримка прибуття транзитних поїздів з підходу В (19 поїздів) з відправленням транзитних на підхід В (35 поїздів)

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 19(4+4)^2}{2 \cdot 1440} = 14,78 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 19(4+4)}{1440} = 3,7$$

Загальна тривалість та кількість затримок у парній горловині парку прийому по варіанту 4 складає:

$$\sum T_{\text{зат}} = 1,7 + 1,49 + 2,92 + 14,78 = 20,89 \text{ хв.}$$

$$\sum K_{\text{зат}} = 0,57 + 0,5 + 1,46 + 3,7 = 6,23.$$

### **5.3 Розробка та аналіз варіантів колійного розвитку непарної горловини парку прийому**

У непарній горловині парку прийому виконуються наступні операції:

- прослідування транзитних поїздів з напрямку та на напрямок В;
- прийом поїздів у розформування з напрямку Кр та Н;
- відправлення поїздів свого формування на напрямок В;
- прийом та відправлення пасажирських поїздів з напрямків В та Кр;
- подача маневрового локомотива у тупик № 7;
- насув та розпуск.

Розглянемо можливі варіанти конструкції непарної горловини парку прийому.

### 5.3.1 Перший варіант конструкції горловини

Перший варіант конструкції горловини наведено на рисунку 5.5.

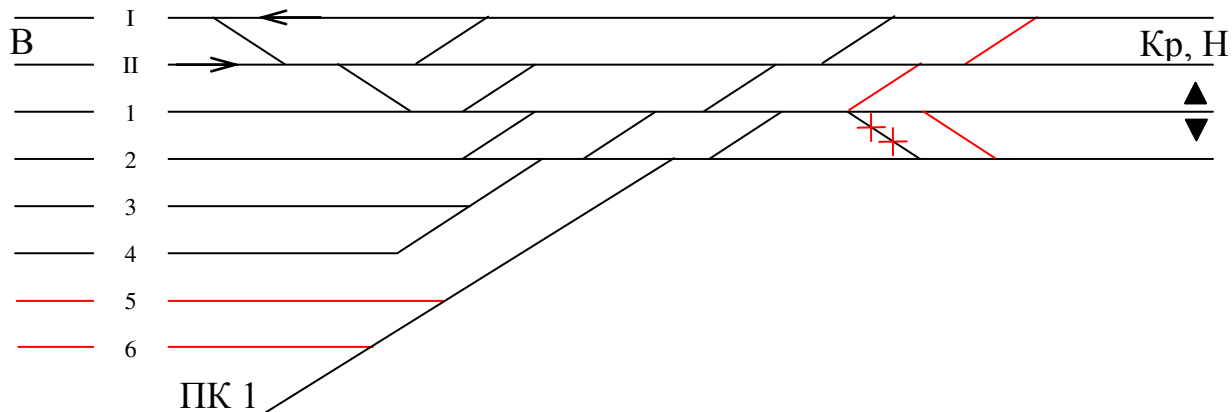


Рисунок 5.5 – Схема горловини ( варіант 1 )

Розрахунки по визначенню завантаження зводимо до таблиці 5.5.

Виходячи з результатів таблиці 5.5, розрахуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_{\text{зав}} = \frac{316,2}{200} = 1,581$$

Таким чином коефіцієнт завантаження парної горловини парку прийому дорівнює 1,581, що перевищує гранично допустимий коефіцієнт завантаження горловини і потребує переробки.

В даному варіанті існують наступні затримки маршрутів:

– затримка відправлення транзитних поїздів на підхід В (35 поїздів) з заїздом маневрового локомотива під состав (53 состава)

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 53(4+2)^2}{2 \cdot 1440} = 23,19 \text{ хв}; \quad K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 53(4+2)}{1440} = 7,73.$$

– затримка відправлення транзитних поїздів на підхід В (35 поїздів) з розпуском состава (53 состава)

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 53(4+8)^2}{2 \cdot 1440} = 92,75 \text{ хв}; \quad K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 53(4+8)}{1440} = 15,46.$$

Таблиця 5.5 - Розрахунок завантаження непарної горловини ( варіант 1 )

№ мар	Маршрут	$N_{\text{доб}}$	$n_i$	$t_i$	$n_i t_i$	$q_i^{\text{уч}}$									$\sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$c$	$1 - c \sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$T_i^{\text{уч}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8	9				
						0,08	0,12	0,1	0,05	0,08	0,04	0,04	0,17	0,45				
1	прослідкування тр-тних поїздів із В	19	4	4	16	X									-		-	16
2	прослідкування тр-тних поїздів на В	35	6	4	24	-	X								-		-	24
3	прийом поїздів в розформ. з Кр	24	4	5	20	-	-	X							-		-	20
4	прийом поїздів в розформ. з Н	10	2	5	10	-	-	-	X						-		-	10
5	відправлення поїздів св. форм. на В	23	4	4	16	-	-	-	-	X					-		-	16
6	прослідкування паса-жирських поїздів з Кр	12	2	4	8	П	-	-	-	-	X			0,08	1	0,92	7,36	
7	відправлення пасажирських поїздів з В	15	3	3	9	-	-	-	-	-	П	X		0,04	1	0,96	8,64	
8	подача маневрового лок-ва в тупик № 7	53	9	5	45	-	-	-	-	П	П	П	X	0,16	1,5	0,76	34,2	
9	насув та розпуск составу	53	9	13	117	-	-	-	-	П	П	П	-	X	0,16	1,5	0,76	88,92
																		316,2

– затримка відправлення транзитних поїздів на підхід В (35 поїздів) з прибуттям поїздів у розформування з підходів Кр, Н (34 поїзда)

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 34(4+4)^2}{2 \cdot 1440} = 26,45 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 34(4+4)}{1440} = 6,61.$$

– затримка відправлення транзитних поїздів на підхід В (35 поїздів) з прибуттям транзитних поїздів з підходу В (19 поїздів)

$$T_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 19(4+4)^2}{2 \cdot 1440} = 14,78 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{35 \cdot 19(4+4)}{1440} = 3,7$$

– затримка прийому транзитних поїздів з підходу В (19 поїздів) з заїздом маневрового локомотива під состав (53 состава)

$$T_{\text{зат}} = \frac{19 \cdot 53(4+2)^2}{2 \cdot 1440} = 12,59 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{19 \cdot 53(4+2)}{1440} = 4,2$$

– затримка прийому транзитних поїздів з підходу В (19 поїздів) з розпуском состава (53 состава)

$$T_{\text{зат}} = \frac{19 \cdot 53(4+8)^2}{2 \cdot 1440} = 50,35 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{19 \cdot 53(4+8)}{1440} = 8,4$$

– затримка прийому транзитних поїздів з підходу В (19 поїздів) з прийомом поїздів у розформування з підходів Кр, Н (34 поїзда)

$$T_{\text{зат}} = \frac{19 \cdot 34(4^2 + 4^2)}{2 \cdot 1440} = 7,18 \text{ хв.}; K_{\text{зат}} = \frac{19 \cdot 34(4+4)}{1440} = 3,6$$

Загальна тривалість та кількість затримок у парній горловині парку прийому по варіанту 1 складає:

$$\sum T_{\text{зат}} = 23,19 + 92,75 + 26,45 + 14,78 + 12,59 + 50,35 + 7,18 = 227,29 \text{ хв.}$$

$$\sum K_{\text{зат}} = 7,73 + 15,46 + 6,61 + 3,7 + 4,2 + 8,4 + 3,6 = 49,7.$$

### 5.3.2 Другий варіант конструкції горловини

Другий варіант конструкції горловини наведено на рисунку 5.6.

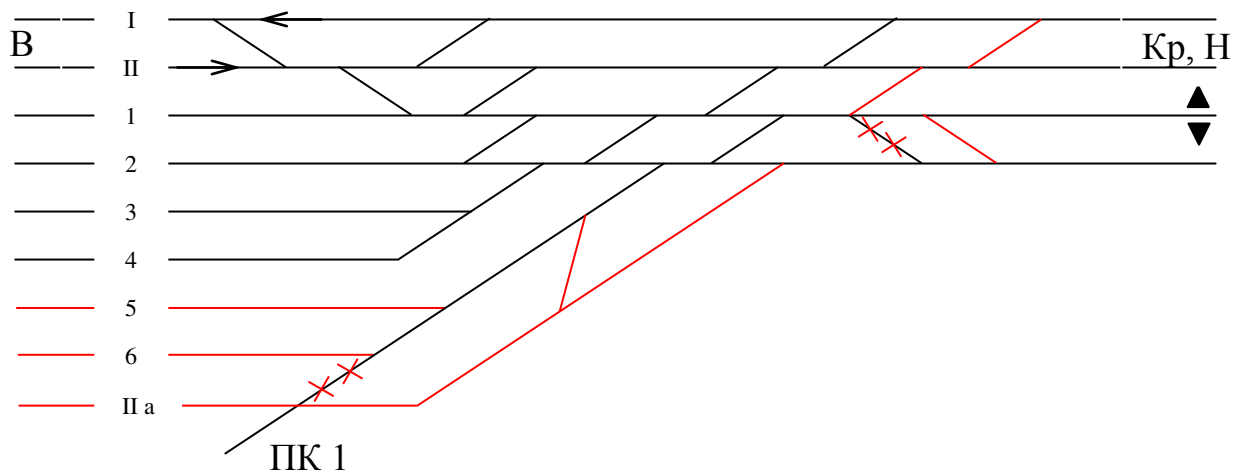


Рисунок 5.6 – Схема горловини ( варіант 2)

Розрахунки по визначенню завантаження зводимо до таблиці 5.6.

Виходячи з результатів таблиці 5.6, розрахуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_{\text{зав}} = \frac{122,14}{200} = 0,611$$

Таким чином коефіцієнт завантаження непарної горловини парку прийому дорівнює 0,611 що є оптимальним розміром завантаження горловини.

Всі затримки, які існують у першому варіанті, відсутні. Отже тривалість та кількість затримок у непарній горловині парку прийому по варіанту 2 складає:

$$T_{\text{зат}} = 0 \text{ хв}, K_{\text{зат}} = 0.$$

У зв'язку з тим, що варіант 1 непарної горловини у подальшому не розглядаємо (так як завантаження горловини перевищує 0,7), то до подальшого розгляду не приймаються і варіанти 1 та 2 парної горловини.

Виходячи з отриманих значень неможливо визначити оптимальний варіант удосконалення колійного розвитку станції, так як вони за своїми технічними характеристиками майже ідентичні, тому оптимальний варіант буде визначено за допомогою техніко-економічного порівняння.

Таблиця 5.6 - Розрахунок завантаження непарної горловини ( варіант 2 )

№ мар	Маршрут	$N_{\text{доб}}$	$n_i$	$t_i$	$n_i t_i$	$q_i^{\text{уч}}$									$\sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$c$	$1 - c \sum q_{\text{пр}}^{\text{уч}}$	$T_i^{\text{уч}}$		
						1	2	3	4	5	6	7	8	9						
						0,08	0,11	0,08	0,04	0,06	0,03	0,04	0,08	0,09						
1	прослідкування тр-тних поїздів із В	19	4	4	16	X									–	1	–	16		
2	прослідкування тр-тних поїздів на В	35	6	4	24	П	X								0,08	1	0,92	22,08		
3	прийом поїздів в розфор. із Кр	24	4	5	20	П	П	X							0,19	1	0,81	16,2		
4	прийом поїздів в розформ. із Н	10	2	5	10	П	П	–	X						0,19	1	0,81	8,1		
5	відправлення поїздів св. форм. на В	23	4	4	16	П	П	–	–	X					0,19	1	0,81	12,96		
6	прослідкування пасажирських поїздів з Кр	12	2	4	8	П	П	–	–	–	X				0,19	1	0,81	6,48		
7	відправлення пасажирських поїздів із В	15	3	3	9	П	П	–	–	–	П	X			0,22	1	0,78	7,02		
8	подача ман. лок-ва в тупик № 7	53	9	5	45	П	П	П	П	П	П	П	X		0,44	1,5	0,34	15,3		
9	насув та розпуск составу	53	9	5	45	П	П	–	–	П	П	П	П	X	0,4	1,5	0,4	18		
																	122,14			

#### 5.4 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення конструкції парку А

На основі попереднього аналізу розроблених варіантів удосконалення конструкції кожної з горловин парку А за техніко-експлуатаційними характеристиками для подальшого проектування можна прийняти два варіанта конструкції парку вцілому. Варіант 1 конструкції парку прийому А наведено на рисунку 5.7.

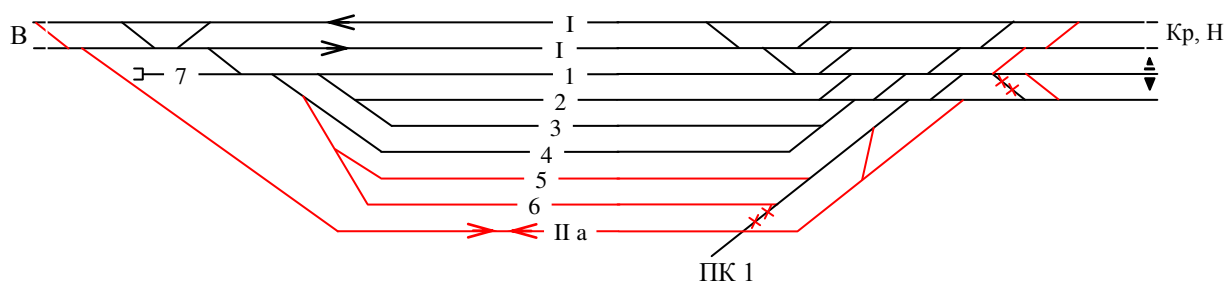


Рисунок 5.7 – Варіант 1 конструкції парку прийому А

Даний варіант характеризується тим, що існує головна колія Па, яка дозволяє приймати транзитні поїзди з підходу В в обхід парку прийому. Це дозволяє розвантажити непарну горловину парку А та забезпечити безпеку руху поїздів та розформування составів з сортувальної гірки.

Варіант 2 конструкції парку прийому А наведено на рисунку 5.8.

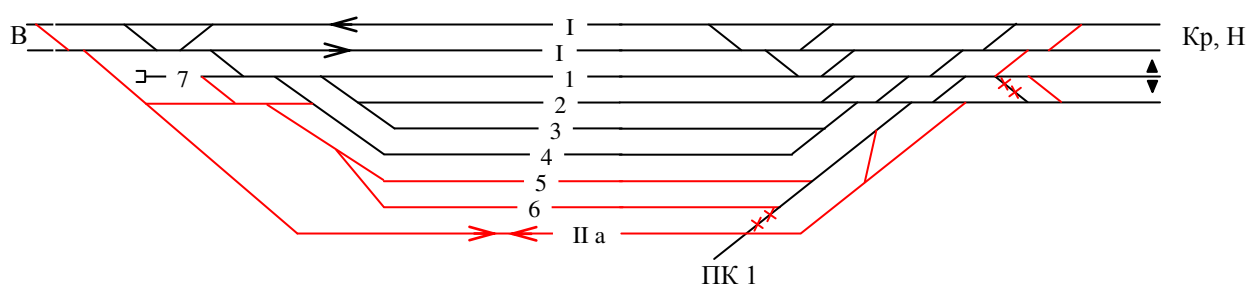


Рисунок 5.8 – Варіант 2 конструкції парку прийому А

Даний варіант відрізняється від попереднього тим, що крім головної колії Па, яка дозволяє приймати транзитні поїзди з підходу В в обхід парку прийому, існує можливість виконання паралельних операцій в парній горловині. Тобто приймання поїздів у розформування з підходу В на колії 4-6 може бути виконано одночасно з заїздом маневрового локомотива під состав на колії 1-3. Це дозволяє зменшити завантаження парної горловини парку А, але призводить

до більших капітальних вкладень, пов'язаних зі спорудженням додаткових від-  
різків колії.

Для остаточного визначення раціонального варіанту удосконалення  
конструкції парку А необхідно виконати порівняння розроблених варіантів.

Техніко-економічне порівняння варіантів конструкції парку прийому  
станції та його горловин виконаємо за допомогою приведених витрат:

$$\mathcal{E}_{\text{при}i} = K_{0i} + (1 - \gamma) \frac{C_i}{E}, \text{ тис. у.о.} \quad (5.8)$$

де  $i$  – варіант реконструкції станції;

$K_{0i}$  – одноразові капітальні вкладення, тис. у.о.;

$\gamma$  – частка податкових відрахувань від прибутку;  $\gamma=0,25$ ;

$C_i$  – річні експлуатаційні (поточні) витрати, тис. у.о.;

$E$  – норма дисконту; для будівництва залізниць приймаємо  $E = 0,12$ .

До капітальних витрат можна віднести вартість укладання залізничного  
полотна в горловині парку та укладку стрілочних переводів:

$$K_i = L_i \cdot c_{\text{км}} + n_{\text{стр}i} \cdot c_{\text{стр}}, \text{ тис. у.о.} \quad (5.9)$$

де  $L_i$  – загальна будівельна довжина залізничного полотна  $i$ -го варіанту,  
км;

$c_{\text{км}}$  – вартість укладки 1 км залізничного полотна,  $c_{\text{км}} = 100,0$  тис. у.о.;

$n_{\text{стр}i}$  – кількість стрілочних переводів в  $i$ -му варіанті конструкції горлови-  
ни;

$c_{\text{стр}}$  – вартість укладки одного комплексу стрілочного переводу марки 1/9,  
 $c_{\text{стр}} = 27,3$  тис. у.о.

Для зручності виконання розрахунків капітальних вкладень зводимо їх  
до таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 - Розрахунок капітальних вкладень по варіантах

Варіант	Загальна будівельна довжина, км	Вартість укладки залізничного полотна, тис. у.о.	Кількість стрілочних переводів марки 1/9, шт	Вартість укладки стрілочних переводів, тис. у.о.	Капітальні вкладення, тис. у.о.
1	3,56	356,00	13	354,90	710,9
2	3,76	376,00	17	464,10	840,10

Експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$C = C_{\text{пр}} + C_{\text{рт}} + C_{\text{сп к}}, \text{ тис. у.о.} \quad (5.10)$$

де  $C_{\text{пр}}$  – витрати, що пов'язані з простоем рухомого складу, тис. у.о.;

$C_{\text{рт}}$  – витрати, що пов'язані з розгоном і гальмуванням рухомого складу внаслідок затримок перед вхідним світлофором, тис. у.о.;

$C_{\text{сп к}}$  – витрати, що пов'язані з утриманням стрілочних переводів та колій парку, тис. у.о.

Річні витрати, що пов'язані з простоем рухомого складу, визначаються за формулою:

$$C_{\text{пр}} = \frac{365}{60} \sum T_3 \cdot c_{\text{п}} \cdot 10^{-3}, \text{ тис. у.о.} \quad (5.11)$$

де  $\sum T_3$  – сумарна вірогідна кількість затримок за добу, год;

$c_{\text{п}}$  – укрупнені питомі витрати на 1 поїздо-годину,  $c_{\text{п}}=33,4$  у.о.

Річні витрати, що пов'язані з розгоном і гальмуванням рухомого складу розраховуються за формулою:

$$C_{\text{рт}} = 365 \sum K_{\text{зар}} \cdot c_{\text{рт}} \cdot 10^{-3}, \text{ тис. у.о.} \quad (5.12)$$

де  $\sum K_{\text{зат}}$  – кількість затримок за добу;

$c_{\text{рг}}$  – вартість одного розгону і гальмування рухомого складу,  $c_{\text{рг}}=4,01$  у.о.

Річні витрати, що пов'язані з утриманням колії та стрілочних переводів у парку, визначаються за формулою:

$$C_{\text{спк}} = L_i \cdot e_{\text{кол}} + n_{\text{стр}} \cdot e_{\text{стр}}, \text{ тис. у.о.} \quad (5.13)$$

де  $L_i$  – загальна будівельна довжина залізничного полотна і-го варіанту, км;

$e_{\text{кол}}$  – річні витрати на утримання 1 км колії,  $e_{\text{кол}} = 2,90$  тис. у.о.;

$n_{\text{стр}}$  – кількість стрілочних переводів у горловині;

$e_{\text{стр}}$  – річні витрати на утримання одного комплекту стрілочного переводу,  $e_{\text{стр}} = 0,65$  тис. у.о.

Розрахунок експлуатаційних витрат, пов'язаних з простоем рухомого складу зведемо у таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 - Розрахунок експлуатаційних витрат пов'язаних з простоем рухомого складу

Варіант	$\sum T_3, \text{ хв.}$	$c_{\text{п}}, \text{ у.о.}$	$C_{\text{пр}}, \text{ тис. у.о.}$
1	24,08	33,40	4,89
2	20,89		4,24

Розрахунок експлуатаційних витрат, пов'язаних з розгоном і гальмуванням рухомого складу зведемо у таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 - Розрахунок експлуатаційних витрат пов'язаних з розгоном і гальмуванням рухомого складу

Варіант	$\sum K_{\text{зат}}$	$c_{\text{рг}}, \text{ у.о.}$	$C_{\text{рг}}, \text{ тис. у.о.}$
1	7,29	4,01	10,67
2	6,23		9,12

Розрахунок експлуатаційних витрат, пов'язаних з утриманням колії та стрілочних переводів зведемо у таблицю 5.10.

Таблиця 5.10 - Розрахунок експлуатаційних витрат пов'язаних з утриманням колії та стрілочних переводів

Варіант	$L_i$ , км	$e_{\text{кол}}$ , тис. у.о.	$n_{\text{стр}}$	$e_{\text{стр}}$ , тис. у.о.	$C_{\text{сп к}}$ , тис. у.о.
1	3,56	2,90	13	0,65	18,77
2	3,76		17		21,95

Ми отримали усі дані для розрахунку по варіантам приведених витрат, виходячи з яких буде обрано найвигідніший варіант конструкції парку. Визначимо приведені витрати по варіантам у вигляді таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 - Розрахунок модифікованих витрат по варіантах

Варіант	$K_i$ , тис. у.о.	$E$	$C_{\text{пр}}$ , тис. у.о.	$C_{\text{рг}}$ , тис. у.о.	$C_{\text{сп к}}$ , тис. у.о.	$C_i$ , тис. у.о.	$\mathcal{E}_{\text{прі}}$ , тис. у.о.
1	710,90	0,12	4,89	10,67	18,77	34,33	925,46
2	840,10		4,24	9,12	21,95	35,31	1060,79

Порівнюючи модифіковані витрати по варіантах між собою, робимо висновок, що найвигіднішим є варіант 1, так як витрати по ньому найменші і складають 925,46 тис. у.о. Це дозволить зменшити витрати у порівнянні з варіантом 2 на 135,33 тис. у.о. Отже, для удосконалення колійного розвитку парку А приймаємо варіант 1 його конструкції.

## **6 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ**

Технологічний процес роботи станції [37] відображає порядок обробки поїздів кожної категорії в парках станції. До його складу входять розділи, що стосуються роботи з поїздами різних категорій, функціонування СТЦ, охорони праці робітників станції та основні положення щодо організації праці кожного з робітників.

### **6.1 Технологія обробки поїздів, що прибувають у розформування**

Поїзди, які прибувають у розформування на станцію КС з ділянок В, Кр та Н приймаються на всі колії парку прийому А. Перед прибуттям поїзда в розформування ДСПП парку прийому повідомляє працівникам пункту технічного обслуговування і комерційного огляду колія прийому і номер поїзда.

Прибуваючий поїзд зустрічається працівниками ПТО, прийомоздавачами поїздів, воєнізованою охороною.

Обробка составу в парку прибуття складається з наступних операцій:

- а) технічного обслуговування вагонів;
- б) комерційного огляду вагонів;
- в) контрольної перевірки составу і перевірки наявності перевізних документів у СТЦ (станційний технологічний центр).

Після зупинки поїзда сигналісти на підставі отриманої інформації від ДСП ЕЦ-1 закріплюють состав. Після закріплення составу і відчеплення поїзного локомотива працівники ПТО огорожують состав і приступають до його огляду. У парку прийому обслуговування вагонів виконується однією бригадою з трьох груп. Состав огорожується по обидва боки світлофорами з червоним вогнем централізованого огороження. Включення світлофорів централізованого огороження робить оператор ПТО парку прийому.

При технічному огляді вагонів у парку прийому виявляються вагони, що вимагають відчіпного ремонту, а також вагони з технічними несправностями які можуть бути усунуті в парку за час стоянки поїзда. Вагони, що підлягають відчіп-

ного ремонту, розмічаються з вказівкою місця проведення ремонту (сортувальний парк, вагоноремонтний пункт, вагонне депо).

У процесі підготовки составів до розформування одночасно з технічним оглядом здійснюється ремонт автозчіпних приладів. Оглядачі роблять відпуск гальм.

Паралельно з технічним оглядом приймальники поїздів оглядають вагони в комерційному відношенні, виявляючи комерційні несправності, що загрожують безпеці руху і схоронності вантажу. Одночасно вони перевіряють наявність, стан пломб на вагонах з наступною перевіркою відповідності зведень про пломби з даними, зазначеними в натурному листі і перевізних документах.

По закінченні технічного обслуговування та комерційного огляду і зняття огороження оператор ПТО повідомляє в СТЦ номери вагонів, що вимагають відчіпного ремонту.

Порядок виконання операцій і норми часу (розраховано в розділі 4) на обробку составів у парку прийому зазначені на рисунку 6.1.

## **6.2 Технологія розформування і формування составів**

Сортувальна станція КС призначена для планової переробки вагонів відповідно до плану формування.

Поїзди, що прибувають на станцію КС у розформування в парк прийому по закінченню технічного обслуговування і комерційного огляду насуваються для наступного розпуску з гірки. На підставі натурних листів прибулих составів про кількість, розташування і вагу вагонів по призначеннях плану формування, характеристик перевезених вантажів під керівництвом маневрового диспетчера здійснюється формування составів нових призначень.

На підставі сортувального листка черговий по гірці завчасно виконує операції по осаджуванню і підтягуванню вагонів на коліях сортувального парку, щоб забезпечити розміщення вагонів розформуємого составу в межах місткості колій.

Оператори гірки, оператори третьої гальмової позиції, складач гірки перед розпуском составу знайомляться із сортувальним листком і його особливими відмітками.

Найменування операцій	До прибуття	Після прибуття поїзда час в хв.							Виконавець
		5	10	15	20	25	30	35	
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер поїзда і час його прибуття	■								Черговий по станції
Сповідання працівників СТЦ, ПТО і ПКО про час і колію прибуття поїзда	■								Черговий по станції
Контрольна перевірка состава у вхідній горловині	■								Оператор СТЦ
Закріплення состава та відчеплення поїзного локомотива		5							Оператор поста централізації, локомотивна бригада
Доставка перевізних документів в СТЦ		5							Оператор СТЦ
Коригування сортувального листка			3						Оператор СТЦ
Перевірка ТНЛ, штемпелювання і перевірка перевізних документів				10					Оператор СТЦ
Технічне обслуговування состава, відпускання гальм				20					Працівники ПТО
Комерційний огляд состава				20					Прийомоздавальники
Загальна тривалість обробки поїзда				25					

Рисунок 6.1 – Графік виконання технологічних операцій при обробці поїзда, що надійшов у переробку.

Перед початком розпуску складачі гірки повинні знаходитися на горбі гірки в зоні розчеплення вагона. При цьому, один зі складачів, під час розпуску составу, повинен робити відчеплення вагонів спеціальним розчіпним пристроєм згідно сортувального листка і розпорядження чергового по гірці, інший контролювати його дії, у необхідних випадках передавати додаткову інформацію черговому по гірці про стан рухомого складу, ходових якостей окремих відчепів, стан вантажу й інші відомості.

Про ведення розпуску одним складачем черговий по гірці зобов'язаний довести до відома машиніста гіркового локомотива і здійснювати особистий контроль за роботою складача поїздів шляхом спостереження і ведення переговорів по радіозв'язку.

У процесі розформування составу складачі роблять розчеплення вагонів відповідно до сортувального листка. При зміні напрямку руху відчепу, черговий по гірці по парковому зв'язку інформує операторів III-ї гальмової позиції про зміну напрямку руху відчепа і, при необхідності, зупиняє розпуск составу. Після зупинки розпуску составу черговий по гірці дає новий план розпуску.

Після закінчення розпуску черговий по гірці по радіостанції дає план роботи маневрового локомотива (виконувати осаджування, заїжджати під склад для витягування на гірку). Заїзд під состав одиночним локомотивом, витягування составу і насув составу до горба гірки здійснюється без супроводу складацької бригади. При підході гіркового локомотива в парку прийому до составу, машиніст, переконавшись у відсутності огороження, причіпляє локомотив. Після прибирання гальмових башмаків з під составу по команді чергового по станції і відкритому маневровому світлофорі насуває состав.

Операції по закінченню формування окремих составів виконуються з західної сторони сортувального парку складацькими бригадами. В окремих випадках ці операції можуть виконуватися і з боку гірки складацькими бригадами. По закінченні формування составу маневровий диспетчер, черговий по гірці дає завдання складачу поїздів на перевірку составу. Складач перевіряє зчеплення і збіг подовжніх осей автозчеплень, вилучає гальмові башмаки і переконується у відсу-

тності перешкод для руху. Після перевірки складу складачем поїздів і доповіді маневровому диспетчеру, черговий по гірці виконується перестановка на вільну відправну колію сортувально-відправного парку.

### **6.3 Технологія роботи з составами свого формування**

Поїзди свого формування, які було сформовано, обслуговуються та підготовлюються до відправлення на коліях сортувально-відправного парку. При цьому на підхід В працюють колії першого пучка (з 11 по 18), на підходи Н та Кр – колії 2 та третього пучків (з 21 по 28 та з 31 по 38).

Згідно з планом формування і відправлення поїздів, що намічається, маневровий диспетчер встановлює черговість огляду составів, про що інформує працівників ПТО та ПКО.

Перед відправленням поїзда свого формування працівники станції перевіряють правильність і міцність кріплення вантажів на відкритому рухомому складі, правильність формування поїзда і зчеплення вагонів у составі, переконуються в тому, що збереження вантажів повністю забезпечено.

У сортувально-відправному парку із составами свого формування виконуються наступні операції:

- а) технічний огляд і ремонт вагонів без відчеплення від складу поїзда;
- б) комерційний огляд вагонів і усунення несправностей;
- в) здача документів локомотивній бригаді;
- г) причеплення поїзного локомотива, випробування автогальм та вилучення гальмових башмаків.

Про майбутнє відправлення складу черговий по станції сповіщає працівників ПТО та ПКО з указанням колії, з якої відправляється склад.

Працівники ПТО після огороження сигналами складу, що пред'явлений до обслуговування, виконують технічний огляд і ремонт вагонів.

Технічний огляд та ремонт вагонів у сортувально-відправному парку виконується двома двогрупними бригадами оглядачів вагонів.

Одночасно з технічним оглядом і ремонтом вагонів прийомоздавальники вантажу поїздів здійснюють комерційний огляд состава та усунення виявлених несправностей, що загрожують збереженню вантажу і безпеці руху поїздів.

Після причеплення поїзного локомотива оглядачі-ремонтники виконують скорочене випробування автогальм, після випробування автогальм виконується вилучення гальмових башмаків.

Перевірка сформованих составів працівниками СТЦ, оформлення і вручення перевізних документів локомотивній бригаді здійснюється порядком, який наведений на рисунку 6.2.

Найменування операцій	До початку обробки	Після початку обробки, хв.											Виконавці		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55			
Перестановка та контрольна перевірка состава з натури	■														Оператор СТЦ
Оформлення натурального листа і підбір документів	■	■													Оператор СТЦ
Закріплення составу	■	■													Черговий по парку
Конвертування і пересилка документів в парк відправлення			■												Оператор СТЦ
Технічний огляд состава і усунення несправностей				■	■	■									Працівники ПТО
Комерційний огляд состава і усунення несправностей				■	■	■									Прийомоздавальники вантажу
Вручення документів машиністу локомотива							■								Черговий по парку
Причеплення поїзного локомотива, випробування гальм								■	■						Локомотивна бригада
Вилучення гальмових башмаків і відправлення											■	■			Черговий по парку, працівники ПТО
Загальна тривалість обробки поїзда									■	■	■	■	■	■	

Рисунок 6.2 – Графік виконання технологічних операцій по обробці поїзда свого формування в сортувально-відправному парку

Після відправлення поїзда, оператор при черговому по станції передає поїзному диспетчеру номер та індекс поїзда, вагу і кількість вагонів у поїзді, наявність в складі поїзда вагонів із вибуховими матеріалами, негабаритними вантажами та інші дані, які передбачені діючими на залізницях інструкціями по інформації.

#### **6.4 Технологія роботи з транзитними поїздами**

До транзитних поїздів належать поїзди, що проходять станцію без переробки, які прибувають у приймально-відправний парк Б.

Транзитні поїзди з усіх напрямків приймаються в приймально-відправний парк. Колії приймання поїздів обладнані повітропроводною мережею, пристроями для випробування автогальм і централізованого огороження составів, засобами механізації ремонту вагонів, двостороннім автоматичним зв'язком, зовнішнім освітленням.

Обробка транзитного поїзда складається з таких операцій:

- а) технічного обслуговування состава та випробування автогальм;
- б) комерційного огляду состава та ліквідації комерційних несправностей;
- в) зміни локомотивів або локомотивних бригад.

До прибуття поїзда оператор при черговому по станції одержує від поїзного диспетчера інформацію про номер та індекс поїзда, час прибуття, що очікується, призначення та інші дані, які характеризують состав поїзда.

Перед прийомом поїзда черговий по станції сповіщає працівників ПТО, ПКО, працівників СТЦ та чергового по парку про майбутнє прибуття поїзда, з указанням номера колії прийому.

Після зупинки поїзда на колії прийому черговий по парку закріплює состав гальмовими, після чого, за вказівкою чергового по станції, локомотив відчіплюється від поїзда. Після цих операцій працівники ПТО огорожують состав і розпочинають його технічний огляд.

При технічному огляді состава виявляються вагони, що потребують технічного огляду з відчепленням, виявляються технічні несправності, які можуть бути усунені без відчеплення вагонів від состава.

Одночасно з технічним обслуговування проводиться комерційний огляд состава та усунення несправностей, що виявлені. Про результати огляду состава в комерційному відношенні та готовність його до відправлення прийомоздавальник вантажу та багажу повідомляє оператора ПТО з подальшою відміткою про це в книзі форми ГУ-98.

При наявності вагонів з комерційними несправностями, які загрожують цілісності вантажу і безпеці руху, та неможливості усунути їх без відчеплення від состава прийомоздавальник вантажу та багажу поїздів робить крейдянні позначки на вагонах і повідомляє номери цих вагонів маневровому диспетчеру для відчеплення та подачі їх на колії, що призначені для усунення несправностей, із подальшим складанням акта загальної форми ГУ-23.

При відчепленні від транзитного поїзда вагонів з технічними або комерційними несправностями, маневровий диспетчер організовує поповнення состава до встановленої норми вагонами призначенням по плану формування поїзда, та вживає заходів до того, щоб маневри по відчепленню вагонів, не викликали затримки відправлення поїзда за графіком.

Оператор СТЦ розкриває пакет, вилучає або доповнює вантажними документами, заносить необхідні зміни в натурні листи, засвідчуючи їх штампелем станції, після чого знову конвертує документи.

Якщо вагони відчеплені від составів відправницьких маршрутів, що оформлені груповими перевізними документами, необхідні зміни вносяться також у накладні та дорожні відомості з доданням до них копії акта загальної форми про причини відчеплення вагонів.

Перед відправленням поїзда машиністу встановленим порядком вручається пакет з вантажними документами в запломбованому вигляді під розпис у спеціальній книзі.

Перед відправленням поїзда черговий по станції переконується в готовності поїзда в технічному та комерційному відношеннях.

Порядок виконання операцій і типові норми на обробку транзитного поїзда наведені на рисунку 6.3.

Найменування операцій	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда, хв.											Виконавці		
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55			
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер, час прибуття і призначення поїзда	■														Оператор при черговому по станції
Оповіднення працівників станції, ПТО, ПКО про номер, час прибуття та колію приймання поїзда	■														Черговий по станції
Вихід на колію приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда	■														Працівники ПТО, ПКО, локомотивна бригада
Огородження состава, контрольний технічний огляд.					25										Працівники ПТО
Комерційний огляд состава, усунення несправностей.				25											Працівники ПКО
Прийом і здача локомотива та пакета з перевізними документами локомотивними бригадами.						5									Локомотивна бригада
Скорочене випробування автогальм і відправлення поїзда								10							Працівники ПТО
Загальна тривалість обробки поїздів					35										

Рисунок 6.3 – Графік виконання технологічних операцій при обробці транзитного поїзда зі зміною локомотивних бригад.

## 6.5 Технологія роботи з місцевими вагонами

При прибутті місцевого вагона на станцію в поїзді, що прибув у розформування, оператор СТЦ в перевізних документах на вагон накладає штампель з указанням дати, часу прибуття, та номера поїзда. Після чого, згідно спеціалізації колій та станції призначення, при розформуванні составу з гірки, вагон попадає на колію накопичення місцевих вагонів.

Виконавши вибірку за призначенням, згідно коду вантажоодержувача, вагони подаються до фронтів розвантаження на під'їзні колії.

Прийомоздавальник перевіряє відповідність номерів вагонів групи що подається з номерами вказаними в перевізних документах, в ЕОМ робить передачу вагонів з колії станції на колію вантажоодержувача.

При отриманні повідомлення від вантажоодержувача про розвантаження-навантаження вагону прийомоздавальник вводить інформацію в ЕОМ про виконання операції з вагоном.

При забиранні вагонів з під'їзної колії прийомоздавальник звіряє відповідність номерів вагонів групи що забирається з номерами вказаними в перевізних документах.

У відповідності з кодом станції призначення, та спеціалізації колій згідно плану формування поїздів вагони розформуються на колії сортувально-відправного парку.

## 7 РОЗРОБКА ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКА РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ПОКАЗНИКІВ

Для перевірки взаємодії елементів станції між собою та з прилеглими ділянками після запропонованих змін необхідно побудувати добовий план-графік її роботи. Добовий план-графік є графічною моделлю роботи сортувальної станції за добу. На цій моделі відображається робота всіх елементів станції – зайнятість колій, робота локомотивів, робота бригад ПТО, робота сортувальної гірки, завантаження горловин парків і т.д.

Вихідними даними для розробки добового плану-графіка є [38]:

- а) схема станції та технічне оснащення парків;
- б) технологія роботи сортувальної станції та норми часу на обробку поїздів різних категорій у кожному з парків станції;
- в) розклад прибуття поїздів (додаток Б);
- г) склад составів поїздів, що надходять на станцію в розформовування (додаток В).

Тривалість всіх технологічних операцій, відображених на добовому плані-графіку, було визначено в розділі 4.

На основі цих вихідних даних розроблено добовий план-графік роботи сортувальної станції.

На підставі розробленого плану-графіка роботи станції можна визначити наступні показники її роботи:

- а) простій транзитного вагону без переробки;
- б) простій транзитного вагону з переробкою;
- в) середньозважена величина простою транзитного вагону;
- г) добовий вагонообіг;
- д) робочий парк вагонів;
- е) коефіцієнти використання маневрових локомотивів;
- ж) коефіцієнт використання гірочних механізмів.

Простій транзитного вагону без переробки, відповідно до [38], визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}}}, \text{ год} \quad (7.1)$$

де  $\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} t_{\text{тр}}^{\text{бп}}$  – сумарні вагоно-години простою транзитних поїздів без переробки у парку Б;

$n_{\text{тр}}^{\text{бп}}$  – загальне число вагонів у транзитних поїздах, що прибувають на станцію без переробки.

Згідно таблиці 3.3 (розділ 3) загальне число транзитних поїздів прибуваючих на станцію складає  $N_{\text{тр}}=70$  поїздів за добу, состав поїзда – 56 вагонів. Згідно добового плану-графіку тривалість знаходження транзитних поїздів без переробки у парках станції складає 2347 хв, тобто 39,12 год.

Отже визначимо простій транзитного вагону без переробки:

$$\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 70 \cdot 56 = 3920 \text{ ваг}$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{56 \cdot 39,12}{3920} = 0,56 \text{ год.}$$

Простій транзитного вагону з переробкою визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = t_{\text{пн}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{о}}^{\text{зф}} + t_{\text{зф}} + t_{\text{пв}}, \text{ год} \quad (7.2)$$

де  $t_{\text{пн}}$  – середня тривалість простою транзитних вагонів з переробкою під обробкою в парках станції, год;

$t_{\text{розф}}$  – середня тривалість розформування составів,  $t_{\text{розф}}=8$  хв (розділ 4);

$t_{\text{нак}}$  – середня тривалість простою вагонів під накопиченням у сортувальному парку, год;

$t_o^{\text{зф}}$  – середня тривалість простою вагонів у сортувальному парку в очікуванні формування составів, год;

$t_{\text{зф}}$  – середня тривалість закінчення формування составів у сортувальному парку, год;

$t_{\text{пв}}$  – середня тривалість знаходження составів свого формування під обробкою по відправленню у парках станції, год.

Простій транзитного вагону з переробкою складає:

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = 0,63 + 0,13 + 7,43 + 0,2 + 0,24 + 0,68 = 9,31 \text{ год.}$$

Середньозважену величину простою транзитного вагону визначаємо за формулою:

$$t = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{зп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зп}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{зп}}}, \text{ год} \quad (7.3)$$

$$t = \frac{3920 \cdot 0,56 + 2520 \cdot 9,31}{3920 + 2520} = 3,98 \text{ год}$$

Загальний вагонообіг станції визначаємо за формулою:

$$n_{\text{во}} = n_{\text{п}} + n_{\text{в}}, \text{ ваг} \quad (7.4)$$

де  $n_{\text{п}}, n_{\text{в}}$  – відповідно кількість вагонів, що прибувають та відправляються зі станції за добу.

$$n_{\text{во}} = 6836 + 6440 = 13276 \text{ ваг}$$

Робочий парк вагонів розраховується за формулою:

$$n_p = \frac{n_{\text{тр}}^{\text{зп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зп}} + n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}}}{1440}, \text{ ваг} \quad (7.5)$$

$$n_p = \frac{3920 \cdot 0,56 + 2916 \cdot 9,31}{24} \approx 1222 \text{ ваг}$$

Коефіцієнт завантаження кожного маневрового локомотиву визначаємо за формулою:

$$K_{\text{л}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{24 - T_{\text{тп}}} \quad (7.6)$$

де  $\sum t_{\text{ман}}$  – сумарні локомотиво-години роботи маневрового локомотива, згідно добового плану-графіку;

$T_{\text{тп}}$  – тривалість технологічних перерв,  $T_{\text{тп}} = 2 \text{ год}$ .

Коефіцієнт завантаження гірочного локомотива №1:

$$K_{\text{л}} = \frac{10,7}{24 - 2} = 0,49$$

Коефіцієнт завантаження гірочного локомотива №2:

$$K_{\text{л}} = \frac{10,5}{24 - 2} = 0,48$$

Коефіцієнт завантаження локомотива №3, що працює в хвості сортувального парку складає:

$$K_{\text{л}} = \frac{12,68}{24 - 2} = 0,58.$$

Коефіцієнт використання гірочних пристроїв визначається за формулою:

$$\Psi_{\text{тп}} = \frac{\sum t}{24 - T_{\text{п}}} \quad (7.7)$$

Отже, коефіцієнт використання гірочних пристроїв становить:

$$\Psi_{\text{м}} = \frac{12,75}{24 - 2} = 0,58$$

Таким чином, у даному розділі було побудовано добовий план-графік, та визначено наступні показники роботи сортувальної станції КС.

- а) простій транзитного вагону без переробки складає  $t_{\text{тр}}^{6/\text{п}} = 0,56 \text{ год}$ ;
- б) простій транзитного вагону з переробкою складає  $t_{\text{тр}}^{3/\text{п}} = 9,31 \text{ год}$ ;
- в) середньозважена величина простою транзитного вагону складає  $t = 3,98 \text{ год}$ ;
- г) добовий вагонообіг складає  $n_{\text{во}} = 13276 \text{ ваг}$ ;
- д) робочий парк вагонів, який складає  $n_{\text{р}} = 1222 \text{ ваг}$ ;
- е) коефіцієнти використання гірочних локомотивів не перевищують 0,5;
- ж) коефіцієнт використання маневрових локомотивів в хвості сортувального парку 0,58, що свідчить про його раціональне використання;
- з) коефіцієнт використання гірочних пристроїв становить 0,58, що знаходиться в межах допустимого.

Після проведення реконструкції горловин парку прийому, яка передбачає розвантаження їх за допомогою улаштування обхідної колії, тривалість заняття колій в парку прийому не перевищує нормативну (не більше 53 хв).

На основі розрахованих показників роботи сортувальної станції можна зробити висновок, що станція КС справляється з існуючим обсягом роботи після проведення удосконалення конструкції її парків.

## **8 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ**

Однією з найважливіших і найбільш гострих проблем, які стоять в даний час перед людством, є охорона навколишнього середовища. Проблема негативно-го впливу транспорту в цілому і залізничного транспорту зокрема на стан навколишнього середовища набула глобального масштабу. У зв'язку з цим транспорт визнано одним із найбільш значних джерел забруднення [39].

Збереження чистоти навколишнього середовища завжди було одним з пріоритетів Укрзалізниці при організації перевезень. Маючи на меті зменшення шкідливого впливу залізничного транспорту на довкілля, забезпечення екологічної безпеки на транспорті та раціонального використання природних ресурсів, залізничні підприємства щорічно розробляють та здійснюють цілу низку заходів, що мають природоохоронний ефект. Зокрема, такі заходи містяться у «Плані реалізації на транспортно-дорожньому комплексі Основних напрямків державної політики в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки», що затверджений наказом Міністерства транспорту України [40].

Залізничний транспорт за об'ємом вантажних перевезень займає перше місце серед інших видів транспорту, за об'ємом перевезень пасажирів – друге місце після автомобільного транспорту. Успішне функціонування і розвиток залізничного транспорту залежить від стану природних комплексів і наявності природних ресурсів, розвитку інфраструктури штучного середовища, соціально-економічного середовища суспільства. Стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури будівництва залізниць, виробництва рухомого складу, виробничого устаткування і інших пристроїв, інтенсивності використання рухомого складу і інших об'єктів на залізницях, результатів наукових досліджень і їх впровадження на підприємствах та об'єктах галузі. Кожен елемент системи має прямі та зворотні зв'язки один з одним.

Вплив залізничного транспорту на екологічну обстановку в Україні обумо-

влено наступними факторами:

- споживання не поновлюваних природних ресурсів при експлуатації залізничного транспорту в 2-5 разів більше чим у розвинутих країнах;
- використання для прокладки доріг, розміщення підприємств великої кількості земель, у тому числі родючих;
- забруднення атмосферного повітря, водяних басейнів і ґрунту токсичними викидами в результаті експлуатації рухливих засобів;
- забруднення природного середовища сипучими різними вантажами при їхньому навантаженні, вивантаженні і транспортуванні, сміттям і відходами підприємств залізничного транспорту;
- забруднення водяних басейнів стоками підприємств, що містять нафтопродукти, феноли, солі важких металів і інші шкідливі речовини, що руйнують біоценози водойм;
- забруднення навколишнього середовища в результаті аварій при перевезеннях екологічно небезпечних вантажів;
- погіршення здоров'я населення через забруднення природного середовища, зміна мутаційних процесів у живих організмів.

За характером впливу залізничного транспорту на стан середовища проблема має два аспекти: використання транспортом природних ресурсів і транспортне забруднення середовища.

Крім магістральної мережі, господарство залізничного транспорту містить у собі тисячі вокзалів і вантажних дворів, велику кількість локомотивних і вагонних депо. Тому проблема екологізації залізничного транспорту дуже важлива.

Залізничний транспорт впливає на екологію як великий споживач паливних, лісових і земельних ресурсів, мінеральних і будівельних матеріалів. Хоча в порівнянні з іншими видами транспорту (особливо автомобільним), він заподіює менше екологічного збитку.

Структура негативного впливу залізничного транспорту на середовище включає порушення стійкості природних ландшафтів транспортною інфраструк-

турою шляхом розвитку ерозій і зсувів; забруднення атмосфери відпрацьованими газами; постійний ріст рівня забруднення землі нафтою, свинцем, продуктами видування й опадання сипучих вантажів (вугілля, руда, цемент).

Основним джерелом забруднення атмосфери є відпрацьовані гази дизельних двигунів тепловозів. У них містяться оксид вуглецю, оксид і діоксид азоту, різні вуглеводні, сірчистий ангідрид, сажа. Дослідження показали, що вміст у повітряному середовищі оксиду вуглецю, оксидів азоту, сірчистого ангідриду перевищує гранично допустимі максимально разові концентрації для атмосферного повітря. Це свідчить про значне забруднення повітря залізничних станцій відпрацьованими газами тепловозів. На відстані 150 м від станції оксиди азоту виявляються в таких концентраціях, що й на станції. Проблема на сьогоднішній день вирішується заміною тепловозів на електровози [41]. Таким чином особливого значення набуває перехід залізничного транспорту на екологічно чисту електричну тягу.

Оздоровленню навколишнього середовища буде сприяти культура вантажних перевезень, тобто перехід на контейнерні перевезення й інші види прогресивних методів доставки продукції.

Реалізація заходів для зниження негативного впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище, з налагодженням ефективної природоохоронної діяльності на інших видах транспорту, може значно поліпшити екологічну ситуацію в Україні.

Стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури по будівництву залізниць, виробництва рухомого складу, виробничого устаткування й інших пристроїв, інтенсивності використання рухомого складу й інших об'єктів на залізницях, результатів наукових досліджень і їхнього впровадження на підприємствах і об'єктах галузі.

Наступним забруднюючим фактором є шум. Рівні шуму від рухомого складу ліній залізниці, що проходять поблизу жилої забудови перевищує всі припустимі норми. Другим не менш важливим фактором впливу на довкілля є вібрації. Ці вібрації часто є також причиною виникнення шуму в приміщеннях будинків. Дослідження показали, що коливання в міру віддалення на різну відстань від залізнич-

ної лінії загасають, однак це процес немонотонний, він залежить від складених ланок на шляху поширення вібрації. У тих випадках, коли у будинку розташовуються в безпосередній близькості від рейкової дороги, вібрації в них можуть перевищувати гранично-припустимі значення, встановлені Санітарними нормами, у 10 разів (на 20 дБ) [42].

Протягом кількох років проводиться робота зі створення антишумових і антивібраційних прокладок під рейкові шляхи. Проблема захисту будинків від вібрацій досить складна і здебільшого носить науково-технічний характер. Багато задач по поширенню хвиль не мають простих рішень і в основному досліджуються на чисельних моделях, що не завжди відбивають реальні властивості ґрунтових середовищ і будівельних конструкцій. Тому в більшості випадків мова йде про прогностичну оцінку вібрацій і якісне дослідження хвильових процесів.

Щодо охорони атмосферного повітря, спільними зусиллями всіх шести залізниць України створені пункти екологічного контролю тепловозних дизелів.

На підприємствах Укрзалізниці постійно розробляються та впроваджуються системи статистичної звітності підприємств залізничного транспорту з питань охорони та використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Усі структурні підрозділи залізниць як первинні природокористувачі та платники податку та оперативно підпорядковані Укрзалізниці ремонтні заводи забезпечують екологічну безпеку шляхом дотримання нормативів екологічної безпеки та використання природних ресурсів в межах лімітів та дозволів, які видаються спеціально уповноваженими органами виконавчої влади з питань охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки за місцем розташування підприємств. З метою виховання молоді, якій не байдужий екологічний стан довкілля, усіма залізницями України щорічно проводиться підготовка та підвищення кваліфікації фахівців в галузі охорони навколишнього середовища.

Слід зазначити, що фінансування програм, спрямованих на збереження навколишнього природного середовища, здійснюється за рахунок власних коштів залізниць та капіталовкладень.

У роботі [43] наголошується на тому, що вирішення всіх проблем вимагає великих зусиль органів управління державного, регіонального і локального рівнів. Потрібно вжити низку заходів технічного та організаційного характеру, щоб задіяти велику кількість ресурсів: матеріальних, фінансових, трудових та інформаційних тощо.

Щодо основних заходів зменшення негативного впливу залізничного транспорту на стан атмосферного повітря, вбачаються такі:

- системне проведення організаційно-технічних та екологічних заходів щодо поступового зниження викидів забруднюючих речовин в повітряний басейн;
- ведення постійного моніторингу, контролю та регулювання концентрації шкідливих речовин в атмосферне повітря;
- електрифікація залізниць;
- впровадження сучасних систем пиловловлювання;
- заміна пристроїв системи тягового електропостачання на екологічно чисті.

Запропоновано заходи щодо вдосконалення управління чистотою атмосферного повітря з метою вирішення проблем санітарного стану атмосфери, здоров'я населення, чистоти та збереження довкілля:

- використання хімічних речовин, які впливають на озоновий шар через їх заміну на екологічно безпечні складові;
- впровадження сучасних технологій спалювання, підготовки палива та газоочищення викидів;
- вдосконалення екологічних нормативів вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах пересувних джерел забруднення;
- впровадження сучасних інформаційних систем для визначення оцінки техногенного впливу стаціонарних джерел забруднення на якість атмосферного повітря тощо.

Отже, здійснення вище перелічених заходів буде сприяти покращенню економіко-екологічного управління підприємствами залізничного транспорту задля забезпечення чистоти навколишнього середовища.

## ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було розглянуто функціонування сортувальної станції КС та визначено обсяги її роботи.

Було перевірено норми часу на обслуговування поїздів різних категорій та визначено необхідний колійний розвиток парків станції для існуючих обсягів роботи. Після цього було виконано аналіз колійного розвитку та технології роботи існуючої станції, виявлено недоліки у організації роботи станції по обслуговуванню поїздів, зокрема такий факт, як перетин маршрутів прийому та відправлення транзитних поїздів із підходу В з розформуванням составів в парку прийому, прийомом поїздів у розформування з підходів Н та Кр. Крім цього було виявлено недостатність колійного розвитку парку прийому.

В дипломній роботі було розроблено 4 конкурентноспроможних варіанта конструкції парку прийому. Для визначення найбільш раціонального варіанту удосконалення колійного розвитку парку прийому по кожному з варіантів було визначено приведені витрати, які враховують витрати на спорудження та утримання додаткової кількості колій та витрати, пов'язані з затримкою поїздів у горловинах парку. За мінімальними приведеними витратами найкращим є варіант з улаштуванням окремої обхідної колії для транзитних поїздів, що прибувають та відправляються з транзитного парку Б, а витрати для його спорудження становлять 925,46 тис. у.о.

Виконано перевірку на достатність колій у сортувально-відправному та транзитному парках, яка показала, що для виконання заданого обсягу робіт вона є достатньою.

У дипломній роботі розглянуто технологію роботи станції з урахуванням пропозицій щодо удосконалення її колійного розвитку.

Для перевірки працездатності та взаємодії всіх елементів технологічного процесу було розроблено добовий план-графік роботи станції та визначено його показники:

- а) простій транзитного вагону без переробки складає  $t_{\text{тр}}^{6/\pi} = 0,56 \text{ год}$ ;
- б) простій транзитного вагону з переробкою складає  $t_{\text{тр}}^{3/\pi} = 9,31 \text{ год}$ ;

в) середньозважена величина простою транзитного вагону складає  $t = 3,98 \text{ год}$ ;

г) добовий вагонообіг складає  $n_{\text{во}} = 13276 \text{ ваг}$ ;

д) робочий парк вагонів, який складає  $n_{\text{р}} = 1222 \text{ ваг}$ ;

е) коефіцієнти використання гірочних локомотивів не перевищують 0,5;

ж) коефіцієнт використання маневрових локомотивів в хвості сортувального парку становить 0,58;

з) коефіцієнт використання гірочних пристроїв становить 0,58.

Отже станція справляється з існуючим обсягом роботи після проведення удосконалення конструкції її парків.

У дипломній роботі також було розглянуто питання забезпечення охорони навколишнього середовища на залізничному транспорті.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Процик О.П. Перспективи розвитку транспортної системи України при участі у розбудові МТК [Текст] / О.П. Процик, Ю.О. Сілантьєва // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. – 2011. – Вип. 8 – С. 163-166.
2. Блудова Т. В. Розвиток транзитного потенціалу України : проблеми економічної безпеки: автореф. дис. ... д-ра екон. наук : спец. 21.04.01 “Економічна безпека держави” / Т. В. Блудова. – К., 2006. – 36 с.
3. Любохинець Л.М. Реформування залізничного транспорту: Досвід країн ЄС [Текст] / Л. М. Любохинець // Зб. наук. праць ДНУЗТ ім.. акад.. В. Лазаряна.– 2016. - № 12– С. 77-83.
4. Кірпа Г.П. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: монографія / Г.П. Кірпа .- видання «ДІТ» - 2004. – 248 с.
5. Юхновський І. Р. Транспортний комплекс України. Залізничний транспорт: Проблеми та перспективи / І. Р. Юхновський, Г. Б. Лебеда, Т. І. Попова; за ред. І. Р. Юхновського. – К.: ФАДА, ЛТД, 2006. – 288 с.
6. Транспортна стратегія України на період до 2020 року, схвалена розпорядженням КМУ від 20.10.2010 р. № 2174-р [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://ten-t.org.ua/transport\\_strategy\\_of\\_ukraine](http://ten-t.org.ua/transport_strategy_of_ukraine).
7. Стасюк О.М. Пріоритетні напрями розвитку залізничного транспорту України в нових умовах [Текст] / О.М. Стасюк // Збірник наукових праць ДЕ-ТУТ. Серія «Економіка і управління». – 2016. – вип. 36. – С. 154-163.
8. Чебанова Н.В. Реструктуризація залізничної галузі – теоретичні аспекти і методичні підходи [Текст] / Н.В. Чебанова, Т.І. Єфименко // Залізничний транспорт України. – 2002. - №1. – С. 31.
9. Шапочка М.К. Впровадження європейського досвіду в оптимізацію інфраструктури залізничного транспорту України [Текст] / М.К. Шапочка, О.І. Рибіна // Збірник наукових праць Національного університету державної податкової служби України. – 2011. – №1. – С. 615-623.

10. Кірдіна О.Г. Проблеми та перспективи інноваційного розвитку залізничного транспорту [Текст] / О.Г. Кірдіна // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – № 50 – С. 285-289.

11. Пинчук Е. П. Можливі моделі реформування залізничного транспорту України [Текст] / Е. П. Пинчук // Збірник наукових праць ДНУЗТ, серія «Проблеми економіки транспорту» – 2015. – Вип. 10. – С. 50-58.

12. Дейнека О.Г. Проблеми реформування залізничного транспорту України [Текст] / О.Г. Дейнека, М.С. Маковський // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – 2015. – вип. 158, том 1 – С. 54-62.

13. Дикань В.Л., Кушнір І.Ю. Ефективність вантажних залізничних перевезень та її підвищення в умовах інтеграції залізничного транспорту України у світову транспортну систему / В.Л. Дикань, І.Ю. Кушнір // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2003. – № 4. – С. 77-82.

14. Буркхардт Э.А. Эффективна ли смешанная собственность предприятий [Текст] / Э.А. Буркхардт // Залізничний транспорт України. – 2003. - №1. – С. 58.

15. Мукмінова Т.А. Структура природної монополії на залізничному транспорті України та деякі підходи стосовно її реформування [Текст] / Т.А. Мукмінова // Вісник ХНУ ім. Каразіна: зб. наук. праць. – 2002. – Вип. 565. – С. 79-87.

16. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010—2019 роки. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mintrans.gov.ua>.

17. Габа, В.В. Оптимізація параметрів залізничної транспортної системи з метою прискорення доставки вантажів [Текст]: дис...канд. техн. наук 05.22.01 «Транспортні системи» / В.В. Габа; Київський ун-т економіки і технологій транспорту. – К. : ДЕТУТ, 2005. – 144 с.

18. Бутько Т.В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону [Текст] / Т.В. Бутько,

О.В. Лаврухін, Ю.В. Доценко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2010. – №22. – С. 18-26.

19. Котенко А.М. Пропозиції щодо виконання термінів доставки вантажів при їх перевезенні залізничним транспортом [Текст] / А.М. Котенко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2010. – вип. 112. – С. 1-5.

20. Лаврухін О.В. Формування моделі управління процесом просування поїздопотоків в умовах стабілізації обігу вантажного вагону [Текст] / О.В. Лаврухін, М.О. Шапка // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2011. – №28 – С. 11-16.

21. Марценюк Л. Аналіз обігу вантажних вагонів та шляхи його зменшення [Електронний ресурс] / Л. Марценюк // Інтернет-конференція: тези - Тернопільський інститут АПВ НААН, 2011. – Режим доступу: [http://conftiapv.at.ua/publ/konf\\_14\\_15\\_grudnja\\_2011\\_r/sekcija\\_5\\_ekonomichni\\_nauki/analiz\\_obigu\\_vantazhnikh\\_vagoniv\\_ta\\_shljakhi\\_jogo\\_zmenschennja/29-1-0-1353](http://conftiapv.at.ua/publ/konf_14_15_grudnja_2011_r/sekcija_5_ekonomichni_nauki/analiz_obigu_vantazhnikh_vagoniv_ta_shljakhi_jogo_zmenschennja/29-1-0-1353).

22. Музикіна Г.І. Скорочення простою вагонів на сортувальних станціях за рахунок ефективності їх роботи [Текст] / Г.І. Музикіна, Болвановська Т.В. // Збірник наукових праць ДЕГУТ. – 2007. – № 12–С. 131-136.

23. Журавель І.Л. Проблеми регулювання ємності колійного розвитку залізничних станцій [Текст] / І. Л. Журавель // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. – 2014. – Вип. 8 – С. 51-57.

24. Малахова О.А. Удосконалення роботи технічної станції в умовах нерівномірності вагонопотоку [Текст] / О.А. Малахова, М.І. Князєва // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2015. – вип. 152. – С. 50-55.

25. Лючков Д.С. Аналіз варіантів удосконалення технології обслуговування вантажних транзитних поїздів у міжнародному сполученні [Текст] / Д.С. Лючков, Т.В. Олешко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – 2015. – вип. 158, том 1. – С. 36-41.

26. Айтхожина А.С. Технологический процесс работы железнодорожных станций в современных условиях [Електронний ресурс] / режим доступу: <http://repository.enu.kz/bitstream/handle/123456789/8073/tehnologicheskii-process-raboty-zheleznodorozhnyh-stancii-v-sovremennyh-usloviyah.pdf>

27. Соломніков І.В. Техніко-технологічний розвиток підприємств залізничного транспорту: проблеми та стратегічні пріоритети [Текст] / І.В. Соломніков // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – № 52–С. 74-78.

28. Маслак А.В. Основные принципы определения соотношения объемов переработки вагонопотоков и вместимости путей станций металлургических предприятий [Текст] / А.В. Маслак, Е.В.Кирицева, В.Э.Парунакян // Вісник СНУ ім. В.Далія. – 2013. - № 9 (198). – С. 99-103.

29. Бородин А.Ф. Рациональное соотношение вместимости путей станций и вагонных парков с учетом увеличения доли частных вагонов [Текст] / А.Ф. Бородин, В.А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 3. – С.8-19.

30. Яновський П.О. Перспективні напрямки удосконалення технологій перевезень [Текст] / П.О. Яновський // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 4–С. 35-39.

31. Брайковська А.М. Ефективність роботи станції як фактор конкурентоспроможності залізничного транспорту [Текст] / А.М. Брайковська, Т. Кундоба // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Економіка і управління». – 2015. – вип. 34. – С. 71-78.

32. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст] – МПС. – М.:Транспорт, 1985. – 319 с.

33. Бобровский В.И. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию “Определение числа путей в приемо-отправочных парках станций” [Текст] / В.И. Бобровский // – Днепропетровск, 1987. – 27 с.

34. Сотников И.Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах [Текст] / И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1986. – 232 с.

35. Методичні вказівки з розрахунку норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті [Текст] / Міністерство транспорту України, Укрзалізниця. – Київ, 2003. – 81 с.

36. Савченко И. Е. Железнодорожные станции и узлы [Текст] / И. Е. Савченко, С. В. Земблинов, И. И. Страковский // – М.: Транспорт, 1980. – 480 с.

37. Технологический процесс работы станции Кривой Рог Сортировочный [Текст].

38. Савенко А. С. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни “Управління експлуатаційною роботою та якістю перевезень на залізничному транспорті”. Частина 1 “Організація роботи сортувальної станції” [Текст] / А. С. Савенко, О. Г. Окунь // – Дніпропетровськ, 1997. – 28 с.

39. Процько Я. І. Вплив аварійних ситуацій на довкілля у роботі залізничного транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem\\_biol/vpdaa/2010\\_1/183.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/vpdaa/2010_1/183.pdf).

40. Постанова Верховної Ради України Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/188/98-%D0%B2%D1%80>.

41. Лоза В. Г. Способи захисту навколишнього середовища на залізничному транспорті України [Текст] / В. Г. Лоза, С. В. Кухлівський, Б. Я. Косенко, О. М. Підскребаєв // Вісник ДНУЗТ. – 2008. – вип.25. – с. 92-96.

42. Двуліт З. П., Букреєва К. С. Управлінські заходи щодо зменшення шуму та вібрацій на залізницях [Текст] / З.П. Двуліт, К.С. Букреєва // Збірник наукових праць ДЕТУТ, 2013.

43. Двуліт З. П. Забруднення атмосферного повітря як один із видів впливу залізничного транспорту на довкілля / З.П. Двуліт // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Економіка і управління», 2012. – вип. 21–22, Ч. 2. – С. 99-103.

## ДОДАТОК А

## ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

## А.1 Обсяги роботи станції КС

Таблиця А.1 – Розміри пасажирського руху

Із \ На		Транзитні пасажирські			Приміські	Всього
		Кр	В	Н	КС	
Транзитні пасажирські	Кр	–	6	–	6	12
	В	10	–	–	5	15
	Н	–	–	–	–	–
Приміські	КС	6	5	–	11	11
Всього		16	11	–	–	38

Таблиця А.2 – Транзитний вагонопотік без переробки

Із \ На	Кр	В	Н	Всього
Кр	–	1680	560	2240
В	672	–	392	1064
Н	336	280	–	616
Всього	1008	1960	952	3920

Таблиця А.3 – Транзитний вагонопотік з переробкою та місцевий

Із \ На		Кр	В	Н	КС				Всього
					ПК 1	ПК 2	ПК 3	ПК 4	
Кр		–	964	268	20	19	30	23	1324
В		552	–	207	16	20	–	19	814
Н		265	214	–	16	16	28	16	555
КС	ПК 1	22	20	16	–	–	–	–	58
	ПК 2	21	20	11	–	–	–	–	52
	ПК 3	25	10	20	–	–	–	–	55
	ПК 4	23	20	15	–	–	–	–	58
Всього		908	1248	537	52	55	58	58	2916

## А.2 Характеристика примикаючих до станції ділянок

Кр – двоколійна, обладнана пристроями двостороннього автоблокування; поїзний локомотив – ВЛ-8, керівний ухил  $i_k=9,2\%$ ;

Н – одноколійна з двоколійними вставками, обладнана пристроями двостороннього автоблокування; поїзний локомотив – ВЛ-8, керівний ухил  $i_k=9,0\%$ ;

В – двоколійна, обладнана пристроями двостороннього автоблокування; поїзний локомотив – ВЛ-8, керівний ухил  $i_k=8,7\%$ .

Середня вага вантажного вагона складає 74 т.

Кількість вагонів у складі передаточних поїздів на ПК1 та ПК 4 складає  $m_{\text{пер}}=30$  ваг, а на ПК2 та ПК 3 складає  $m_{\text{пер}}=28$  ваг

## А.3 Призначення плану формування станції

Таблиця А.4 – Потужність призначень плану формування

Призначення	Потужність, ваг
Для наскрізних на В1	181
Для наскрізних на В2	305
Для наскрізних на В3	345
Для наскрізних на В4	184
Для дільничних на напрямок В	157
Для збірних на напрямок В	76
Для наскрізних на Н	259
Для дільничних на напрямок Н	189
Для збірних на напрямок Н	89
Для наскрізних на Кр1	349
Для наскрізних на Кр2	283
Для дільничних на напрямок Кр	191
Для збірних на напрямок Кр	85
Для місцевих вагонів на ПП1, ПП2	107
Для місцевих вагонів на ПП3, ПП4	116