

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

_____ /М. І. Березовий/

«_____» _____ 20__р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

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

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

Тема **Удосконалення колійного розвитку дільничної станції Д у зв'язку зі збільшенням обсягів її роботи**

Theme **Improving the track development of the section station D due to the increase of its work amount**

Керівник дипломної роботи

доц. _____ О. А. Назаров

Нормоконтролер

доц. _____ В. В. Малашкін

Студент групи УЗ1921

_____ Р. Ю. Купрін

Student

Kuprin Roman

Дніпро – 2020

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Факультет Управління процесами перевезень Кафедра «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / М. І. Березовий /

(підпис)

2020 р. _____ «__»

ЗАВДАННЯ

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

отримав студент групи У31921
(номер групи)

Купрін Роман Юрійович
(ПІБ)

1 Тема дипломного проекту (роботи): Удосконалення колійного розвитку
дільничної станції Д у зв'язку зі збільшенням обсягів її роботи

затверджена наказом по університету від «__» _____ 2020 р. № _____

2 Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): « 9 » грудня 2020 р.

3 Вихідні дані до дипломного проекту (роботи): план станції, технологічний процес
роботи станції; техніко-розпорядчий акт станції; статистичні дані про обсяги роботи

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

5 Перелік креслень:

1. План станції до реконструкції

2. План та профіль сортувальної гірки; графіки швидкості та часу

3. План станції після реконструкції

4. Добовий план-графік роботи станції Д

6 Перелік слайдів:

титульний слайд; мета, об'єкт та предмет дослідження; характеристики вагонопотоку;
варіанти удосконалення колійного розвитку станції; вибір раціональної конструкції
горловини парку ПВ-2; технологічні графіки обробки поїздів в приймально- відправних
парках станції.

7 Розділи та консультанти:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного роботи		Термін виконання	Кількість аркушів	Обсяг розділу, %
1.	Аналіз практичного досвіду реконструкції колійного розвитку залізничних станцій	строк 1		20
2.	Техніко-експлуатаційна характеристика дільничної станції Д	строк 1	1	10
3.	Визначення розрахункових обсягів роботи станції	строк 2		10
4.	Нормування технологічних операцій та розрахунок колійного розвитку станції Д	строк 2		15
5.	Розрахунок та аналіз техніко-експлуатаційних параметрів сортувальної гірки	строк 2	1	15
6.	Розробка та дослідження варіантів удосконалення конструкції колійного розвитку станції Д (деталь)	строк 3	1	17
7.	Розробка технології та моделювання роботи станції	строк 3	1	13
Всього				100

Дата видачі завдання: « 12 » жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи

(підпис)

Назаров О. А.

(ПІБ)

Завдання прийняла до виконання

(підпис)

Купрін Р. Ю.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

В дипломній роботі розглядається питання удосконалення колійного розвитку вузлової дільничної станції Д у зв'язку зі збільшенням обсягів її роботи.

Дипломна робота складається зі вступу, 7 розділів, висновку та 5 додатків. Повний обсяг роботи – 134 сторінки; з них основний текст на 122 сторінках, який містить 17 ілюстрацій, 21 таблиця та 41 літературне джерело.

Об'єктом розробки дипломного проекту є вузлова дільнична станція.

Метою дипломної роботи є удосконалення колійного розвитку та технології роботи вузлової дільничної станції, які обумовлені збільшенням обсягів її роботи.

В дипломній роботі проаналізовано практичний досвід реконструкції колійного розвитку залізничних станцій, виконано перевірку відповідності технічного оснащення станції збільшеним обсягам роботи, запропоновані варіанти реконструкції колійного розвитку станції, виконано дослідження щодо вибору раціональної конструкції горловини приймально-відправного парку, виконано проектування колійного розвитку станції Д за обраним варіантом удосконалення, удосконалено технологію роботи, розроблено добовий план-графік та визначені показники роботи станції після реконструкції.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: ВУЗЛОВА ДІЛЬНИЧНА СТАНЦІЯ, ВАГОНОПОТІК, ПОІЗДОПОТІК, ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ, ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНИЙ ПАРК, ГОРЛОВИНА, РЕКОНСТРУКЦІЯ, СОРТУВАЛЬНА ГІРКА, ДОБОВИЙ ПЛАН-ГРАФІК.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП.....	9
1° АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ДОСВІДУРЕКОНСТРУКЦІЇ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ	11
1.1° Державні будівельні норми та сфери їх застосування	12
1.2° Рекомендовані документи для розроблення технічних умов реконструкції станції та погодження проектної документації.....	13
1.3° Визначення готовності до експлуатації об'єкта будівництва інфраструктури залізничного транспорту	15
1.4° Практичний досвід реконструкції станцій	17
1.5° Підготовка колії для підвищення швидкості руху поїздів	22
1.6° Закордонний досвід реконструкції залізничних станцій	31
2°ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ Д.....	35
2.1° Технічна характеристика станції Д	35
2.2° Експлуатаційна характеристика станції Д.....	38
2.3° Аналіз недоліків станції та постановка задачі дипломної роботи	38
3° ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ	40
3.1° Розрахунок маси та довжини поїздів	40
3.2° Визначення розрахункових розмірів поїздопотоків	44
3.3° Визначення необхідної пропускної здатності та кількості головних колій на лініях, що примикають до станції	47
4° НОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТА РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ Д.....	52
4.1° Визначення кількості колій в приймально-відправному парку дільничної станції Д.....	52

					0042.150272.ДП.2020.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення колійного розвитку дільничної станції Д у зв'язку зі збільшенням обсягів її роботи	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Купрін					Н	4	134
Керівн.	Назаров					ДНУЗТ		
Н. контр.	Березовий							

4.2	Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів.....	58
4.3	Визначення кількості колій в сортувальному парку	63
5	РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ.....	65
5.1	Визначення розрахункової висоти сортувальної гірки	65
5.2	Аналіз поздовжнього профілю сортувальної гірки	70
5.3	Побудова графіків швидкості і часу скочування розрахункових відчепів	71
5.4	Аналіз інтервалів на розділових елементах сортувальної гірки	75
5.5	Визначення розрахункової швидкості розпуску	76
5.6	Визначення переробної спроможності гірки.....	80
6	РОЗРОБКА, АНАЛІЗ ТА ВИБІР ВАРІАНТУ РОЗБУДОВИ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ	84
6.1	Розробка та аналіз варіантів розбудови станції	84
6.2	Аналіз варіантів розбудови	84
6.3	Розробка спеціалізації приймально-відправних парків та нормування технологічних операцій станції після реконструкції.....	90
6.4	Розрахунок кількості колій в приймально-відправних парках станції.....	93
6.5	Дослідження та вибір раціональної конструкції горловин парку ПВ-2.....	95
7	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ	101
7.1	Технологія роботи станції Д після реконструкції.....	101
7.2	Розробка добового плану-графіка роботи станції.....	112
7.3	Визначення основних показників функціонування станції	113
	ВИСНОВКИ	117
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	118
	ДОДАТОК А ПОЧАТКОВІ ДАНІ.....	123
	ДОДАТОК Б РОЗКЛАД ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ НА СТАНЦІЮ Д.....	126
	ДОДАТОК В РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЗНАЧЕННЯ ВАГОНІВ	128

ДОДАТОК Г ПЕРЕЛІК МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	130
ДОДАТОК Д ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	134

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ВЧДЕР – структурний підрозділ вагонного ремонтного депо;
- ВШМ – високошвидкісні магістралі;
- ГМП – гірка малої потужності;
- ДНУЗТ – Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. В. Лазаряна;
- ДСП – черговий по станції;
- ДСПП – черговий по парку відправлення;
- ДСПГ – черговий по гірці;
- ІЗТ – інфраструктури залізничного транспорту;
- ЕЦ – електрична централізація;
- МРЦ - маршрутно-релейна централізація;
- ОПЦ – оператор поста централізації;
- ПВ-1, ПВ-2 – приймально-відправні парки;
- ПГП – паркова гальмова позиція;
- ПКО – пункт комерційного огляду;
- ПЛ– повільний легкий розрахунковий відцеп;
- ПТЕ – Правила технічної експлуатації залізниць України;
- ПТО – пункт технічного обслуговування вагонів;
- ПТР – правила тягових розрахунків;
- РЕ – розділовий елемент;
- РТ – розрахункової точки;
- СЗ – стрілочна зона;
- СМО – система масового обслуговування;
- СТЦ – станційний технологічний центр обробки перевізних документів;
- СЦБ – пристрої сигналізації централізації та блокування;
- ТГНЛ – телеграма натурний лист поїзда;

ТНПС – паливний склад;

ТРА – технічно-розпорядчий акт станції;

ТУ – технічні умови;

УВГ – умовна вершина гірки;

ШВ – швидкий важкий розрахунковий відчеп.

ВСТУП

Залізничний транспорт займає провідне місце в єдиній транспортній системі країни по обсягу виконання вантажних і пасажирських перевезень.

Дільничні станції призначені для зміни локомотивів і їх екіпірування (або зміни локомотивних бригад), розформування та формування составів дільничних і збірних поїздів, виконання операцій з технічного обслуговування рухомого складу, а також виконання вантажних, пасажирських і комерційних операцій.

На відміну від сортувальних станцій, де проводиться масова переробка вагонопотоків, що мають для цього потужні сортувальні пристрої, і в невеликій кількості пропускають вагонопотік без переробки, дільничні станції покликані забезпечити організацію просування вагонопотоків і в значно меншій мірі здійснювати їх переробку. На дільничних станціях основними і найбільш потужними є транзитні парки, куди приймаються і звідки відправляються транзитні поїзди.

Кількість колій в транзитних парках повинна забезпечувати роботу напрямків не тільки в нормальних умовах, а й під час виникнення різних збурень і пікових навантажень в системі, тобто, мати додаткову кількість комплектуючих колій для регулювання руху, що особливо важливо на лініях з високим заповненням пропускної спроможності.

Залежно від ролі станції в системі тягового обслуговування на напрямку, на цих станціях виробляється або зміна локомотивів, або зміна локомотивних бригад, яка може поєднуватися з екіпіровкою локомотивів.

Для організації вантажної і комерційної роботи дільничні станції повинні мати колійний розвиток для проведення маневрової роботи з місцевими вагонами, маневрові та вантажно-розвантажувальні засоби та вантажні фронти, пристрої для роботи автотранспорту, вагове господарство і

товарну контору. На деяких станціях може проводитися підготовка вагонів під навантаження, екіпірування ізотермічних вагонів і інші операції.

Причинами перебудови дільничних станцій є:

- відсутність сучасних сортувальних пристроїв для переробки вагонів;
- недостатня місткість колій у приймально-відправних і сортувальних парках;

- близько 80% існуючих станцій побудовано за схемою поперечного типу без належних розв'язок на підходах і в горловинах;

- горловини станцій мають багато ворожих маршрутів.

На станції Д мають місце ворожі перетинання маршрутів, що чинить значний негативний вплив на організацію її експлуатаційної роботи. Це викликає проблеми в експлуатаційній роботі станції, веде до додаткових простоїв поїздів і вагонів та затримок маневрових пересувань.

У дипломній роботі розглядається удосконалення колійного розвитку та технології роботи вузлової дільничної станції Д у зв'язку зі збільшенням обсягів її роботи.

Завдання дипломної роботи – перевірити технічне оснащення станції на відповідність збільшеним обсягам руху, техніко-експлуатаційні параметри сортувальної гірки, для усунення виявлених недоліків колійного розвитку станції розробити варіанти реконструкції колійного розвитку станції, для детального проектування обрати кращий варіант з подальшою розробкою технологічного процесу роботи станції та моделюванням її роботи для перевірки спроможності станції впоратися зі збільшеними обсягами роботи.

1 АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ДОСВІДУ РЕКОНСТРУКЦІ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

Дільнична станція – роздільний пункт, призначений для обробки транзитних вантажних і пасажирських поїздів, виконання маневрових операцій з розформування-формування збірних і дільничних поїздів, обслуговування під'їзних колій. Пункт зміни локомотивів та локомотивних бригад.

При паровозній тязі дільничні станції обмежували дільниці обороту локомотива, яку визначали часом безперервної роботи локомотивних бригад і запасом вугілля в тендері локомотива. Відстань між дільничними станціями становила 100–130 км. Після впровадження тяги тепловоза і електрифікації залізниць, дільниці обороту збільшили до 500–800 км для тепловозів і можуть досягати декількох тисяч кілометрів для електровозів, тому багато дільничних станцій втратили своє первинне значення. На подовжених дільницях оборотні локомотиви обслуговують змінні бригади, довжина плечей роботи локомотивних бригад досягає 300 км при тепловозній тязі і 400 км при електротязі. На дільничних станціях виконують зміну локомотивних бригад або зміну локомотивних бригад та локомотивів.

Дільничні станції мають приймально-відправні парки, пасажирські та вантажні пристрої, локомотивне і вагонне господарство. Локомотивне господарство включає в себе екіпірувальні пристрої, а також, на станціях зі зміною локомотивів, основне або оборотне локомотивне депо. На коліях приймально-відправних парків проводять технічний та комерційний огляд вагонів вантажних поїздів, а також їх безвідчепний ремонт. Дільничні та збірні потяги, розформовують на станції, подають на витяжну колію і розпускають на колії сортувального парку. При значних обсягах переробки для розформування складів можуть використовувати гірку. Вагони, прямуючі під вивантаження, подають на вантажний район та під'їзні колії.

Серед інших видів транспорту України залізничний транспорт, як і в багатьох промислово-розвинених країнах, посідає провідне місце - практично не має конкурентів за перевезеннями масових вантажів, за енергетичними та екологічними показниками переважає авіаційний і автомобільний, а за рівнем виконуваних обсягів перевезень залізниці України є однією з чотирьох найбільших транспортних систем Європи після Німеччини, Франції та Польщі: 40 % вантажообігу і 62 % пасажирообігу в Україні виконується залізничним транспортом, а перевізна робота, що здійснюється на залізницях України, за обсягом дорівнює такій, яка виконується залізницями країн-членів ЄЕС, разом узятими [1].

1.1 Державні будівельні норми та сфери їх застосування

Державні будівельні норми поширюються на проектування і будівництво залізниць колії 1520 мм зі звичайним рухом поїздів та прискореним рухом пасажирських та приміських поїздів: нових залізничних ліній; додаткових (других, третіх, четвертих) головних колій; технічне переоснащення та реконструкцію існуючих ліній; окремих споруд і пристроїв загальної мережі залізниць України. Ці норми поширюються також на проектування і будівництво зовнішніх залізничних під'їзних колій, на яких швидкості руху поїздів встановлюються окремими нормативними документами [2].

Норми для проектування і будівництва верхньої будови колії розроблено з урахуванням максимальних навантажень на осі рухомого складу та максимальних погонних навантажень на залізничну колію (на 2 рейки) від рухомого складу: - для вантажних вагонів: максимального навантаження на вісь – 235 кН (24,0 тс), максимального погонного навантаження – 108 кН/м (11,0 тс/м); - для локомотивів: максимального навантаження на вісь – 230–250 кН (23,5–25,5 тс), максимального погонного навантаження – 95,2–104 кН/м (9,7– 10,6 тс/м).

Для земляного полотна норми розроблено з урахуванням навантаження на вісь чотиривісного вантажного вагона 294 кН (30 тс), погонного навантаження восьмивісного вагона 135 кН (13,8 тс).

Ці норми не поширюються на проектування залізничних ліній зі швидкісним рухом пасажирських поїздів

Ці норми не поширюються на проектування залізничних ліній і під'їзних колій, на яких передбачається замкнене обертання рухомого складу з більш високими осьовими і погонними навантаженнями.

У випадках, коли виникає потреба в організації обертання рухомого складу з розміром колії 1435 мм у межах мережі залізниць України (як правило в місцях, де облаштовуються або існують пункти пропуску через державний кордон), під час проектування необхідних споруд слід керуватися вимогами норм АТ «Укрзалізниця» з устрою та утримання суміщеної залізничної колії 1520 мм і 1435 мм і колії 1435 мм для облаштування верхньої будови колії [2].

1.2 Рекомендовані документи для розроблення технічних умов реконструкції станції та погодження проектної документації

З 01.11.2020 встановлено новий порядок видачі технічних умов, погодження проектної документації та визначення технічної готовності об'єктів будівництва інфраструктури залізничного транспорту щодо прийняття в експлуатацію при будівництві, реконструкції, капітальному ремонті та технічному переоснащенні об'єктів будівництва [3].

Для розробки технічних умов (ТУ) реконструкції колійного розвитку станції потрібно підготувати пакет документів відповідно до переліку рекомендованих документів.

1. Правовстановлюючі документи замовника, а саме: свідоцтво про державну реєстрацію юридичної особи, довідка з Єдиного державного

реєстру підприємств та організацій України (копії, завірені печаткою замовника).

2. Правовстановлюючі документи на земельну ділянку, яку планує використати Замовник, та майно (будівлі, колії, складські приміщення тощо).

3. Ситуаційний план із зазначенням місця примикання проекрованої колії або будівництва окремих споруд на під'їзній колії, або місця перетину.

4. Письмова згода власника на примикання до наявної під'їзної колії, за умови примикання до інших під'їзних колій.

5. Містобудівні умови та обмеження забудови земельної ділянки, які надають відповідні уповноважені органи містобудування та архітектури у випадках, визначених Законами України «Про архітектурну діяльність» та «Про регулювання містобудівної діяльності».

6. Фотофіксація місця примикання (із нанесеною датою фотографування).

7. Відомості щодо обсягів перевезень на розрахункові терміни (на другий та п'ятий рік експлуатації).

8. Технічні умови сторонніх організацій (копії, завірені печаткою замовника) (за необхідності).

У разі перетину під час реконструкції інших комунікацій надають документи, зазначені в пунктах 1, 3 та 8.

За результатами розгляду листа-звернення керівництвом регіональної філії надається доручення щодо видачі ТУ дирекціям залізничних перевезень (згідно територіальної приналежності), або службі колії (з питань перетину інфраструктури залізничного транспорту (ІЗТ) згідно з п.3.28 [4]).

Дирекція залізничних перевезень (служба колії) організовує проведення комісії по обстеженню місця та можливості виконання робіт, а також погодження проекту ТУ та їх видачу після оплати Замовником рахунків відповідно до наданих послуг.

Розвиток наявних і будівництво нових станцій залізниць та інших об'єктів залізничного транспорту у зв'язку з будівництвом або реконструкцією під'їзних колій проводять власники цих колій за свій рахунок (відповідно до ст. 10 та 21 Закону України «Про залізничний транспорт»).

Якщо у проекті ТУ передбачена передача майна на баланс Філії по закінченні об'єкта будівництва, передачу майна здійснюють відповідно до встановленого в АТ «Укрзалізниця» порядку.

Замовник може розпочинати будівельні роботи в межах земель філії лише після попереднього отримання дозволу керівництва філії.

ТУ є підставою для розроблення проектної документації.

Зміни до ТУ можуть бути внесені за згодою замовника [5].

Замовник листом звертається до підрозділу, що видав ТУ (дирекції залізничних перевезень, чи регіональної філії) стосовно розгляду та погодження проектної документації та надає її в чотирьох примірниках.

Проектну документацію пропонується розробляти підрозділами АТ «Укрзалізниця» або іншими організаціями, що мають досвід роботи з проектування залізничних об'єктів та мають у своєму складі фахівців з відповідними кваліфікаційними сертифікатами відповідно до порядку, встановленого центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері містобудування, з урахуванням вимог містобудівної документації та вихідних даних і дотриманням вимог законодавства, будівельних норм, державних стандартів і правил.

1.3 Визначення готовності до експлуатації об'єкта будівництва інфраструктури залізничного транспорту

Після закінчення будівельних робіт, що виконані відповідно до вимог законодавства у сфері містобудівної діяльності, будівельних норм, стандартів і правил, прийняття об'єкта будівництва в експлуатацію проводять

відповідно до порядку прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 № 461 [6].

Після виконання повного обсягу робіт, передбачених проектною документацією щодо примикання до ІЗТ, перетину ІЗТ, Об'єкта будівництва окремих споруд ІЗТ, Об'єкта будівництва ІЗТ, замовник письмово повідомляє регіональну філію про закінчення робіт (надає копію повідомлення або дозволу залежно від класу наслідків (відповідальності), направляючи лист щодо проведення комісії з визначення технічної готовності до експлуатації об'єктів будівництва ІЗТ з копіями необхідних документів згідно з містобудівним законодавством (zareєстрована декларація про готовність об'єкта до експлуатації або отриманий сертифікат відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» [7]). Після розгляду листа-звернення керівництво регіональної філії надає доручення дирекції залізничних перевезень на проведення комісійного огляду з визначення готовності об'єктів будівництва ІЗТ до прийняття в експлуатацію.

У випадку виявлення невідповідностей проектної документації, порушення вимог ПТЕ залізниць України (відсутності технічних паспортів, відомостей перевірки габаритності обладнання і споруд, комісійно заповнених таблиць перевірок залежностей пристроїв СЦБ, виконавчих планів та повздовжніх профілів колійного розвитку й під'їзних колій, інструкцій про забезпечення безпечної експлуатації під'їзної колії) та інших нормативних документів, Робоча комісія дирекції залізничних перевезень складає акт недоліків та направляє його Замовнику для усунення.

Після усунення виявлених недоліків Замовник звертається до дирекції залізничних перевезень стосовно повторного комісійного обстеження об'єкта будівництва [5].

Зареєстрована декларація про готовність об'єкта до експлуатації або отриманий сертифікат (відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» [7]), затверджений акт технічної готовності до експлуатації об'єкта будівництва ІЗТ на відповідність вимогам затвердженої проектною документацією, стандартів, норм і правил, ПТЕ залізниць України та можливості здійснення операцій із залізничним рухомим складом є підставою для укладення з Замовником договору щодо здійснення операцій із залізничним рухомим складом.

1.4 Практичний досвід реконструкції станцій

У нормативних документах, підручниках та навчальних посібниках не в повній мірі відображено питання раціонального розташування сортувальних станцій та їх інформаційні технології, за допомогою яких можливо забезпечити підвищення якості перевезень. У дослідженнях було розглянуто сучасні підходи до визначення технічного рівня сортувальних станцій при перерозподілі сортувальної роботи з урахуванням ринкових умов та прогнозування попиту на вантажні перевезення. Малодослідженим на даний момент є питання перспектив розвитку сортувальних станцій на базі удосконалення взаємодії залізничних адміністрацій і власників рухомого складу на умовах ресурсозбереження. При цьому слід зазначити, що в Україні частка власних вагонів складає більше 65 % від загального парку вагонів.

Реконструкцію станцій проводять як для збільшення пропускної спроможності станції, так і для збереження навколишнього середовища. Випадки таких ситуацій можна побачити на прикладах ситуації з реконструкцією дільниці Одеської залізниці напрямку Знам'янка – Долинська – Миколаїв у 2017 році [8-10].

«Це масштабний проект реалізовуватимуть до 2021 року. Передбачається спільне фінансування проекту за кредитні кошти, закупівлі в

рамках проекту будуть проводитися відповідно до правил закупівель ЄБРР і ЄІБ на основі відкритих міжнародних тендерів. Будівництво другої колії, електрифікація напрямку Долинська - Миколаїв і модернізація систем сигналізації та зв'язку ліквідує вузькі місця, допоможе збільшити обсяги перевезень у напрямку морських портів, зменшить термін доставки вантажів, підвищить енергозбереження, значно зменшить експлуатаційні витрати і поліпшить екологічну ситуацію в регіоні», - зазначив глава АТ Євген Кравцов [8, 11].

У повідомленні нагадується, що в 2017 році ЄІБ провів тендер і відібрав компанію COWI (Бельгія), яка найближчим часом почне роботу з надання консультаційної підтримки АТ "Укрзалізниця" при здійсненні закупівель, зокрема в розробці конкурсної документації та проведенні тендерів. Після схвалення конкурсної документації міжнародні банки оголосять відкриті міжнародні тендери з відбору підрядника для виконання робіт і FIDIC-інженера для здійснення технічного нагляду.

В окремі проекти виділено реконструкцію споруд залізниці з електрифікацією і будівництвом нових пристроїв СЦБ і зв'язку на ділянці Миколаїв - Колосівка, що в межах Миколаївської області, і зовнішнє електропостачання стаціонарних тягових підстанцій 150/27,5/10 кВ "Новополтавка", "Миколаїв - тягова" на території Миколаївської області.

"Впровадження нових технологій, будівництво нових пристроїв управління рухом і переведення ділянок із тепловозів на електротягу поліпшить динаміку перевезень до портів Чорного моря і сприятиме реалізації економічного потенціалу промислових регіонів", - зазначив Є. Кравцов.

19 грудня 2016 року із ЄІБ було укладено фінансову угоду "Проект модернізації української залізниці (Модернізація інфраструктури АТ «Укрзалізниця»)", що передбачає надання кредиту в розмірі EUR150 млн. Зараз фінансова угода вимагає ратифікації парламенту України.

Вже 30 грудня 2017 року з ЄБРР укладено угоду про надання позики за проектом електрифікації напрямку Долинська - Миколаїв - Колосівка, що передбачає надання кредитних коштів в розмірі EUR150 млн під держгарантію.

Еколого-експертна оцінка підготовлена підприємством «Центр еколого-експертної аналітики» заявки від 18.10.2017 р .. № Е-164773. 1.2 Розгляд матеріалів проведено з метою:

- перевірки відповідності об'єкта експертами Державного чинного природоохоронного законодавства;

- визначення переліку можливих екологічно небезпечних факторів і зон діяльності на навколишнє середовищі;

- оцінки ступеня екологічної безпеки, достатності екологічних обґрунтувань діяльності об'єкта з питань екології;

- оцінки ефективності, повноти і обґрунтованості заходів, що вживаються для охорони навколишнього природного середовища на об'єкті [12].

Далі я збираюсь надати проекти та описи роботі по реконструкції та діяльності дільниць та станцій:

Реконструкція колійного розвитку станції Підбірці надасть можливість збільшити швидкості руху поїздів по головних коліях станції до 140 км/год. Соціальний проект. Характер робіт (будівництво, реконструкція...), необхідне устаткування, стандарт: Колійне господарство: - виконання робіт в межах існуючої смуги відведення залізниці із збільшенням радіуса кривих, перевлаштування колійного розвитку для реалізації швидкості 140 км/год. із влаштуванням другої головної колії, будівництвом додаткової колії з правої сторони по ходу кілометражу від першої головної колії; - модернізацію непарної колії; - облаштування стрілочних переводів освітленням та пристроями електрообігріву; - виконання робіт по перевлаштуванню системи СЦБ, зв'язку, контактної мережі у відповідності

до зміни колійного розвитку. Господарство автоматики та телекомунікацій: Виконання робіт з часткової модернізації пристроїв ЕЦ, що пов'язано зі змінами колійного розвитку станції та паркового станційного зв'язку гучномовного оповіщення. Орієнтовна вартість – 5,4 млн. євро Орієнтовний термін реалізації – 2018-2020 роки Можливі джерела фінансування – кредитні кошти, гарантові кошти [13].

Ліквідація «вузьких місць» на напрямку до Маріупольського вузла надасть можливість збільшити пропускну спроможність залізничного напрямку Запоріжжя – Пологи – Комиш-Зоря – Волноваха – Маріуполь. Строк окупності – 7 років. Орієнтовна вартість – 20,8 млн. євро Орієнтовний термін реалізації – 2018-2020 роки. Можливі джерела фінансування – грантові кошти, кредитні кошти.

Проект будівництва стаціонарної тягової підстанції ст. Роздільна має забезпечити збільшення вантажопотоку та пропускну спроможності на дільниці, надійне електропостачання електрорухомого складу. Значне зменшення експлуатаційних витрат на залізниці; підвищення дільничних швидкостей руху вантажних поїздів до 20 %; забезпечення зростання обсягів перевезень. Орієнтовна вартість – 20,8 млн. євро. Орієнтовний термін реалізації – 2019-2020 роки. Можливі джерела фінансування – кошти інвесторів або кредитні.

В сучасних умовах роботи залізничного транспорту працівники колійного господарства використовують нові ресурсозберігаючі технології при ремонтах колії, проводять реконструкцію колійного розвитку станцій, магістралей для швидкісного руху, укладають стрілочні переводи на залізобетонних брусах, готують колію для підвищення швидкостей руху поїздів на напрямках міжнародних залізничних транспортних коридорів, ефективно ведуть машинізоване поточне утримання безстикової колії, в тому числі з довгими рейковими плітями, підвищують терміни служби елементів верхньої будови колії.

Зниження обсягів перевізної роботи і вантажонапруженості, наступне збільшення міжремонтних термінів і періодичності ремонтів колії викликає необхідність зміни підходів до організації утримання і ремонтів колії та підвищення її надійності, для підвищення у майбутньому швидкостей. В усі часи транспорт відігравав, відіграє та буде відігравати важливе значення в життєзабезпеченні економіки держави. По суті транспорт є четвертою сферою життєдіяльності людини після землеробства, видобувної та переробної промисловості.

Також Укрзалізниця запрошує до участі в тендерах усіх виробників матеріалів верхньої будови колії, які зацікавлені у довгостроковому партнерстві та впевнені в якості своєї продукції. А інформація про Навмисне спотворення технічних вимог до предмету закупівлі — це, ймовірно, спроба одного вітчизняного виробника нагадати про себе. Зокрема, хибними є твердження щодо показника притиснення рейки до шпали. Звертаємо увагу, що нормативне притиснення рейки до шпали не менше 25 кН, про що йдеться в публікації, передбачено лише в технічних умовах окремих вітчизняних виробників пружних скріплень, що також не суперечить вимогам Укрзалізниці, однак обмежує коло можливих учасників тендеру [14].

«Орієнтуючись на досвід європейських міст та враховуючи світові тенденції розвитку електротранспорту, у Львові вперше серед українських міст застосують європейські матеріали та технології при закладанні контактної мережі, що дозволить суттєво знизити витрати із бюджету міста на обслуговування та подальшу підтримку її роботи», – повідомив Іван Бондар, речник комунального підприємства «Львівелектротранс».

Також вперше у практиці Львова будуть використані надійні та елегантні металеві опори контактної мережі від словацького виробника, що дозволять мінімізувати загальну кількість опор та кабелів контактної мережі в повітрі. На опорах передбачено розміщення світильників

зовнішнього вуличного освітлення, для уникнення перевантаження площі великою кількістю електричних опор.

Транспортна галузь України задовольняє сьогодні лише базові потреби економіки та населення у перевезеннях. Рівень безпеки, показники якості та ефективності перевезень пасажирів та вантажів, енергоефективності, техногенного навантаження на довкілля не відповідають сучасним вимогам. Складний стан вітчизняної інноваційної та високотехнологічної складової транспортної галузі пояснюється недостатнім рівнем інвестування, обмеженим фінансуванням з державного та місцевих бюджетів, відсутністю коштів на відтворення основних фондів, відсутністю інвестицій на умовах концесій.

Нестача інвестицій призвела до стрімкого старіння рухомого складу та транспортної інфраструктури, що зумовлює невідповідність технічного і технологічного рівня вітчизняного транспорту європейським вимогам. У зв'язку з цим перед АТ «Укрзалізниця» стоять завдання забезпечення розвитку матеріально-технічної бази, впровадження інноваційних технологій діагностики та обслуговування інфраструктури.

Мета роботи – показати інноваційні процеси, що відбуваються в колійному господарстві і перспективні напрямки інтенсифікації діяльності. М. Курган, д. т. н., професор, завідувач кафедри, Д. Курган, к.т.н., доцент кафедри «Колія та колійне господарство», Н. Хмелевська, асистент кафедри «Проектування і будівництво доріг», Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. В. Лазаряна(ДНУЗТ) [15].

1.5 Підготовка колії для підвищення швидкості руху поїздів

Подальший розвиток залізничної інфраструктури повинен здійснюватися шляхом інноваційного розвитку і вдосконалення науково-технічного потенціалу. Якщо реконструкція залізниці не виконується своєчасно, то стан інфраструктури погіршується з часом. Дійсно, якщо

розглянути період за 10 років, картина вимальовується така: при середній потребі модернізації залізничної колії 700–800 км на рік планові показники були виконані тільки у 2007 і 2008 роках. У 2016 році Укрзалізниця здійснила реконструкцію 213,5 км колій, а планується реконструювати 355 км, тобто на рівні 2004 року. На залізницях України станом на 01.01.2015 р. експлуатуються 1288 км колії з простроченими термінами виконання модернізації та 5795 км із простроченими термінами капітального ремонту колії [16].

Специфічні умови експлуатації українських залізниць у порівнянні із західноєвропейськими, характеризуються значно більшим обсягом перевізної роботи, більшою інтенсивністю руху поїздів, істотно більшою масою поїздів і осьових навантажень рухомого складу. На сьогодні резерви технічних потужностей залізничного транспорту, його провізної спроможності практично вичерпані. Тому збільшення пропускнуої спроможності та впровадження швидкісного руху на українських.

Планові й фактичні показники реконструкції колії (км) – набагато складніше завдання, ніж на західноєвропейських коліях, і його вирішення вимагає комплексу особливих і специфічних підходів. Перехід на інвестиційно-інноваційний етап розвитку економіки, вступ до світової організації торгівлі (СОТ), набуття асоційованого членства у Європейському Союзі потребує кардинальних змін у стратегії подальшого розвитку залізниць України, переведення її на інноваційний шлях розвитку.

Для реалізації переваг швидкісного й високошвидкісного залізничного транспорту у провідних промислових країнах ведуться роботи з розробки нового рухомого складу, удосконалення всього комплексу верхньої будови колії, від стану якої залежить швидкість і безпека руху поїздів, допустиме осьове навантаження. Саме тому одним з основних завдань є забезпечення подальшого інноваційного розвитку колійного господарства, а також підвищення швидкостей руху пасажирських поїздів до 160–200 км/год. на

напрямах міжнародних транспортних коридорів, що проходять територією України.

Наразі залізничний транспорт функціонує в складних конкурентних умовах і для збереження ринкових позицій повинен активізувати свою інноваційну діяльність. З метою підтримки розвитку економіки України, у 2002 р. Верховна Рада України прийняла Закон «Про інноваційну діяльність» [17], який визначає правові, економічні, організаційні принципи державного регулювання інноваційної діяльності в Україні й установлює форми стимулювання державою інноваційних процесів.

Термін «інновація» може використовуватись як нововведення нового продукту, процесу або системи – статичний аспект і як опис процесів дослідження, проектування, розроблення, організації виробництва та комерціалізації нового продукту, процесу або системи – динамічний аспект. У цій роботі акцент зроблено саме на другому аспекті. Використання інноваційних технологій при створенні в Україні швидкісних залізниць – нова форма діяльності, яка набуває все більшого поширення в Україні.

Інноваційний підхід полягає у виконанні всіх етапів еволюційного циклу: від наукових досліджень, конструкторських і технологічних розробок, створення необхідних машин до використання в практиці будівництва та експлуатації залізничної мережі. Отже, проблема колії повинна розглядатись не ізольовано, а в комплексі: рейки, стрілочні переводи, скріплення, баластовий шар, створення вітчизняного виробництва колійних машин, що забезпечують будівництво та обслуговування швидкісних магістралей.

Основні напрямки реорганізації й розвитку колійного господарства, впровадження швидкісного руху ґрунтуються на наступних складових інноваційної діяльності:

- створення й впровадження перспективних конструкцій колії, що потребують зменшений обсяг ремонтно-профілактичних робіт для

- різних умов експлуатації (суто пасажирський рух, переважно пасажирський рух, суміщений і вантажний рух);
- розширення обсягу застосування безстикової колії (на 01.01.2017 р. близько 22 тис. км, з них довгих плітей довжиною в блок-ділянку 15%, довжиною в перегін — 13% від загальної довжини). Укладання безстикової колії довжиною від станції до станції, безстикових стрілочних переводів і нових конструкцій пружних рейкових скріплень на залізобетонних шпалах дозволяє вирішувати потреби внутрішньодержавних та транзитних перевезень, питання підвищення швидкостей руху поїздів;
 - збільшення обсягу виробництва залізобетонних шпал і перевідних брусів (протяжність колій на залізобетоні на 01.01.2017 р. близько 25 тис. км); – перехід на безбаластну підрейкову основу;
 - створення й впровадження технологій, що дозволяють заощаджувати матеріальні, енергетичні ресурси при поточному утриманні та усіх видах ремонтів колійної інфраструктури;
 - реконструкція мостів, труб, шляхопроводів, тунелів і «оздоровлення» земляного полотна (в тому числі розробки ДНУЗТ щодо визначення раціонального методу підсилення земляного полотна на основі математичного моделювання [15];
 - впровадження нових типів прогонових будов для підвищення їхньої довговічності та досягнення комфортності пасажирів при проходженні рухомого складу по мосту);
 - удосконалення методів діагностики й засобів контролю колійної інфраструктури (застосування діагностичних комплексів, які дозволяють здійснювати діагностику об'єктів інфраструктури безконтактним способом);
 - оснащення залізниць сучасними, надійними, високопродуктивними машинами та механізмами, забезпечення їхнього ремонту, підвищення

- ефективності використання (із загального парку колійних машин на залізницях України експлуатується більше ста одиниць високопродуктивних колійних машин таких як виправочні, стабілізатори, планувальники, щибенеочисні, рейкошліфувальний поїзд, укладальні крани, вакуумні навантажувачі баласту, кюветоочисні);
- удосконалення структури й системи управління колійним господарством на основі інформаційних технологій.

Однієї з причин обмеження швидкості в кривих і прямих ділянках колії є наявність відступів у плані і профілі. Ці відступи є наслідком накопичення залишкових деформацій, що з'являються після укладання колії і розвиваються в процесі експлуатації. Дотримання критеріїв міцності та стійкості колії, за якими встановлюються умови обертання рухомого складу, не виключає виходу з ладу окремих елементів верхньої будови колії і, головне, не обмежує інтенсивність накопичення в колії розладів і зносу.

Якщо таке питання постало на порядку денному, то виникає й наступне – як впливають геометричні параметри колії на інтенсивність накопичення деформацій, яка також залежить від параметрів кривих. Так, неправильно встановлене підвищення зовнішньої рейки призводить до зсувів колії, розладів ширини колії, прискоренню бічного зносу рейок. Створення багаторадіусних кривих замість однорадіусних з метою зменшення обсягу зсувів при рихтуванні не тільки швидше дестабілізує колію, але й викликає появу численних перехідних зон, які при неправильному улаштуванні представляють загрозу безпеці руху поїздів. До цього часу, для постановки кривих в проектне положення використовується метод «згладжування» [18].

Вважається, що три сусідні точки кривої лежать на колі, і на такому принципі побудована робота виправочно-підбивочно-рихтувальних машин (ВІПР). Незважаючи на низьку точність, даний спосіб широко поширений на залізницях України, завдяки своїй простоті і відсутності попередніх робіт і розрахунків. В результаті виконання рихтувальних робіт з метою зменшення

обсягів зсувів, крива не відповідає вихідним паспортним даним, з однорадіусної може стати багаторадіусною (складовою) [15].

Наведено приклад двох варіантів визначення розрахункових параметрів проектною кривою (однорадіусна і складова з 4-х радіусів), які дають різні результати щодо оцінки стану кривої, обсягів рихтувальних робіт і, в кінцевому результаті, різну величину допустимої швидкості руху. При виправці плану залізниці для підвищення швидкості руху поїздів можуть розглядатись інноваційні технології з використанням імпоротної техніки, наприклад, DYNAMIC STOPFEXPRESS 09-3X (фірма «Плассер і Тойрер»), і сучасної української, наприклад, ВПР-09-32 CSM (виготовлена на ВАТ «Старокраматорському машинобудівному заводі» по кооперації з австрійською фірмою «Плассер і Тойрер» і ВПР02, обладнаною автоматизованою системою виправки колії «Стріла».

Комп'ютерна система, що використовується в АС «Стріла» була розроблена на кафедрі «Проектування та будівництво доріг» ДНУЗТ. Програма призначена для виконання розрахунків, виправки, перебудови плану залізничної колії з різноманітними обмеженнями на проектне рішення, а також для контролю міжколійя, дозволяє визначити максимальну допустиму швидкість для пасажирських і мінімальну швидкість для вантажних поїздів, знаходити оптимальне значення зсувів по заданим критеріям [19].

Перехід на безбаластну підрейкову основу — складова інноваційної технології Сучасне залізничне сполучення неможливо уявити без високих швидкостей як основи інноваційного розвитку залізниць. В даний час на високошвидкісних магістралях світу використовуються дві принципово різні конструкції залізничної колії: традиційна залізнична колія на баласті і безбаластна. Безбаластні конструкції верхньої будови колії високошвидкісних магістралей (ВШМ) нерідко вважають головним інноваційним рішенням останніх десятиліть у галузі будівництва залізниць.

Під терміном безбаластна колія поєднується декілька доволі різноманітних конструкційних рішень.

Суттєва різниця полягає в конструкції підрейкової основи: це може бути колія на окремих опорах (на шпалах, напівшпалах або спеціальних блоках) та на безперервній основі у вигляді плит. При колії на окремих опорах можливі такі варіанти: залізобетонні шпали (або напівшпали) встановлені монолітно в шарі бетону; залізобетонні шпали укладені на бетонну або асфальтно-бетонну основу з анкерним кріпленням; бетонні блоки з встановленими в заводських умовах рейковими скріпленнями.

Особливої уваги в плані еволюції конструкції залізничної колії заслуговує приклад Японії. З огляду на сприятливі топографічні умови, на більшій частині (54 %) магістралі була застосована класична будова залізничної колії — на земляному полотні. Інша ж частина лінії (46 %) розміщувалася на тих чи інших штучних спорудах. На поточне утримання ділянок колії, що була укладена на жорсткій основі, витрати виявилися в 3–5 разів меншими. Ці обставини сприяли тому, що надалі було зроблено вибір на користь жорсткої основи конструкції колії і ширшого використання віадуків та естакад замість земляного полотна [20].

Французькі вчені та спеціалісти також виконали широкі дослідження з питань вибору оптимального типу залізничної колії. У результаті наукових вишукувань була сформульована аргументована концепція з вибору конструкції головних колій для першої французької високошвидкісної магістралі — шпально-баластна колія на земляному полотні. При цьому враховувалися дві суттєві переваги баластної колії перед плитною: великий запас стійкості колії проти поперечного зсуву від впливу рухомого складу та значно менша вартість самої конструкції. Багаторічний досвід експлуатації ВШМ Париж – Ліон підтвердив високі експлуатаційні якості, що прогнозувалися, і надійність колії на баласті.

Дещо відмінною від французької є німецька концепція колії ВШМ. Спочатку німецькі вчені та спеціалісти відмовилися від плитної основи через невивченість її якостей. Пізніше, коли виникла проблема будівництва ділянок для спрямлення траси з великою кількістю тунелів та інших штучних споруд, було досліджено й випробувано колію на жорсткій основі типу «Rheda». На першому етапі в цій конструкції рейко-шпальну решітку заливали в бетон чи асфальт. Обидві ці конструкції коштували дуже дорого, насамперед через високу вартість процесу будівництва і самих матеріалів. Більш широкий огляд цієї проблеми наведено в монографії [21].

Таким чином, можна говорити про два основні типи конструкції колії – японський (плитний) та західноєвропейський (баластний). Перший тип конструкцій колії на ВШМ, спочатку широко застосований у Японії, сьогодні використовується і в багатьох інших країнах — Німеччині, Китаї, Нідерландах та ін. У країнах Європи плитна основа застосовується переважно на ділянках з великою кількістю штучних споруд. Дослідження напружень у земляному полотні під плитою безбаластної колії, підтвердили, що безбаластна конструкція колії більш рівномірно розподіляє вертикальні напруження на основній площадці і в тілі земляного полотна, але їх загасання відбувається менш інтенсивно, порівняно з класичною конструкцією на баласті. Тим самим до роботи під дією рухомого складу залучається більша товща ґрунтів земляного полотна. У результаті це приводить до зростання вертикальних напружень на основній площадці земляного полотна.

Практика експлуатації земляного полотна на підходах до мостів з безбаластним мостовим полотном показує, що деформації при наближенні до устоїв зростають, що пов'язано з різким збільшенням жорсткості колії при переході з насипу на безбаластовий залізничний міст. Різка зміна модулю пружності впливає на збільшення коливань у баластовому шарі й у ґрунтах земляного полотна.

У результаті різкої зміни характеристик колії в зоні сполучення двох конструкцій виникає силова нерівність що приводить до виникнення великих динамічних сил і, як наслідок, до перевантаження елементів колії. Проблема переходу рухомого складу від звичайної конструкції верхньої будови колії на земляному полотні й баласті до залізничних мостів виявилась настільки складною, що й зараз в багатьох країнах світу досліджуються різні способи її вирішення.

У зв'язку з впровадженням швидкісного руху на залізницях України, проблема «передмостових ям» стала досить актуальною. Тому, виникає необхідність зниження додаткової вібродинамічної дії на ділянках сполучення за рахунок плавної зміни модуля пружності підрейкової основи. Аналіз існуючих методів сполучення земляного полотна залізниць з мостами дозволив виділити наступні найбільш розповсюджені групи рішень: улаштування перехідних конструктивних елементів; заміна матеріалу насипу на підходах до моста; посилення земляного полотна конструкцією змінної жорсткості, улаштування ділянки змінної жорсткості з шарів геосіток, заповнених щебенем тощо. Улаштування конструкції змінної жорсткості дає реальне зниження рівня динаміки на підходах до мостів. Порівняння результатів експериментів до і після посилення явно свідчить про зниження рівня амплітуд коливань у зоні устою в середньому на 30%.

З використанням перерахованих інноваційних принципів були встановлені вимоги й нормативи укладання мостового полотна на плитах, розроблена система ведення колійного господарства. Моделювання розвитку нерівності колії з часом відображення в Положенні про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України [22].

Використання інноваційних технологій при виконанні великого комплексного проекту будівництва і реконструкції залізничної мережі України на високому науково-технічному рівні зробило можливою активну участь академічної, вузівської, галузевої науки, промислових і транспортних

організацій як при розробці технологій та обладнання для зварювання рейок та стрілочних переводів, виконання інших робіт у складі неформальної інноваційної структури нового типу — інноваційного кластеру «Оksamитовий шлях», структури національного рівня з світовим значенням окремих напрямів своєї діяльності. Інноваційна діяльність в структурах колійного господарства й інших суміжних галузях піднімає досягнення технічного прогресу на рівень світових стандартів і дозволяє вирішувати задачі щодо якісного та ефективного забезпечення високих показників по перевезенню пасажирів і вантажів.

На початку незалежності у 1991 р. на мережі залізниць України перероблялося і відправлялося понад 850 млн. т вантажів на рік. Через 8 років цей обсяг зменшився на дві третини із темпами 12,5 % на рік, протягом наступних 8 років почав поступово збільшуватися з темпами 5,6 % на рік. У зв'язку із переходом економіки країни до ринкових відносин виникає необхідність в аналізі стану і перспектив розвитку сортувальних станцій залізниць України та дослідженні закордонного досвіду експлуатації вказаних станцій.

1.6 Закордонний досвід реконструкції залізничних станцій

Основне призначення сортувальних станцій у вузлових точках мережі — переробка вагонопотоків, розформування та формування поїздів дальніх призначень. Для виконання цих робіт типова сортувальна станція має спеціальні колії, маневрові засоби, сортувальний комплект (систему), що включає, як правило, парки приймання, сортування, відправлення, сортувальні пристрої, пристрої підприємств локомотивного, вагонного господарств та інші.

У Європі споруджувалися переважно односторонні сортувальні станції, що мають об'єднані парки колій для всіх напрямків руху поїздів. У США перевага була віддана двостороннім станціям. Техніка і технологія

переробки вагонопотоків особливо інтенсивно вдосконалювалася у країнах Західної Європи (Німеччина, Франція, Великобританія) і США, а останнім часом – в Японії. Великий внесок у проектування і розвиток сортувальних станцій зробили фахівці залізничного транспорту Росії, України, Білорусі та інших держав СНД.

У зв'язку із зменшенням обсягів перевезень та переходом на контейнерні перевезення автомобільним транспортом останнім часом багато сортувальних станцій закриваються. Зокрема, закриті всі сортувальні станції Великобританії, Норвегії, Данії, Японії та Австралії. Відомо, що на залізницях США, Канади, Франції, ФРН здійснено роботи з модернізації існуючих сортувальних станцій, оснащених сучасним обладнанням. На цих станціях у більшості випадків концентрується сортувальна робота, що виконувалася раніше на декількох невеликих непродуктивних станціях. У результаті концентрації простежується прискорення просування вагонів, зменшення кількості працівників, числа маневрових локомотивів і в кінцевому підсумку зниження експлуатаційних витрат [23].

Нове залізничне будівництво практично не ведеться. Надмірність залізничної мережі США дозволила оптимізувати її конфігурацію, вивести з експлуатації нерентабельні лінії. Особливості реконструкції сортувальних станцій закордоном такі: – застосування сортувальних станцій одностороннього типу. Їх переробна спроможність при сучасному обладнанні значно підвищилася і у багатьох випадках забезпечує прогнозовані розміри роботи; – укладання великої кількості колій в основних сортувальних парках і побудова, крім того, на багатьох станціях з великим місцевим вагонопотоком групувальних або місцевих парків з додатковим сортувальним комплексом для повторного сортування; – використання сучасного обладнання, що забезпечує автоматизацію гальмування, управління стрілками і інформатизацію інших процесів на основі сучасних телекомунікаційних систем та ін. Поряд з цим розвиток сортувальних станцій

у кожній країні має деякі особливості. У США функціонує більше 60 односторонніх і двосторонніх сортувальних станцій [24].

Станція Конвей має 107 колій в обох сортувальних парках і переробну спроможність 9000 ваг/доб. У числі односторонніх великі станції Янг, Гейтвей, Альфред Перлман та ін. У парках приймання і відправлення число колій сягає 20. Також є додаткові парки (для відстою порожніх, несправних вагонів та ін.) На односторонніх станціях число колій менше (в об'єднаному парку приймання приблизно 12-15 колій), а в парках відправлення по 5-6 колій у кожному напрямку [25].

У Канаді п'ять великих автоматизованих односторонніх станцій: Монктон, Монреаль, Сімінгтон, Торонто і Алайт. На станції Монреаль послідовно з основним сортувальним парком із 84 коліями розміщується другий сортувальний парк (40 колій) для сортування місцевих вагонів і формування багатогрупних поїздів з механізованою двопозиційною гіркою.

Для залізниць Франції також характерна концентрація сортувальної роботи на меншій кількості станцій. Характерною є наявність великої кількості колієпровідних розв'язок маршрутів приймання та відправлення поїздів і внутрішньостанційних пересувань. Ряд колишніх двосторонніх станцій перебудовано в односторонні (Вільнев, Жеврей, Бурже).

Особливістю організації вантажного руху та сортувальної роботи на залізницях Франції є спеціалізація станцій або парків для прискорених вантажних поїздів. В одних випадках для цього призначаються окремі станції (Лілль-Сен-Совер), в інших – одна система парків служить для переробки прискорених, інша – звичайних вантажних поїздів (станції Трапп, Сотвіль). Формування звичайних поїздів концентрується на 38, а прискорених – на 29 станціях [26].

У ФРН проводиться концентрація сортувальної роботи, яка супроводжується повним або частковим закриттям окремих малопотужних станцій. Кілька великих сортувальних станцій (Брауншвейг, Гремберг,

Мангейм, Корнвестгейм, Бебра та ін.) реконструйовані з метою збільшення переробної спроможності. Двосторонні станції Брауншвейг, Оффенбург, Соте перевлаштовані в односторонні.

На двосторонній станції Мангейм реконструйована сортувальна система, що працює зі сходу на захід, при цьому число колій в сортувальному парку було збільшено до 42 за рахунок допоміжної (третьої) системи. У Гамбурзькому вузлі двостороння сортувальна станція Maschen Rbf (Машен) з 64 і 48 коліями у сортувальних парках має переробну спроможність 9200 вагонів на добу. При реконструкції число колій у парках приймання збільшилось до 12, в парках відправлення – до 9, у сортувальному – до 32-42 колій. Довжина колій у парках приймання і відправлення 700-800 м, у сортувальному – 800-900 м.

2 ТЕХНІКО-ЕСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ Д

2.1 Технічна характеристика станції Д

Станція Д за своїм основним призначенням та характером роботи є дільничною станцією, а за обсягом і складністю роботи відноситься до станцій першого класу.

Принципова схема станції наведена на рисунку 2.1.

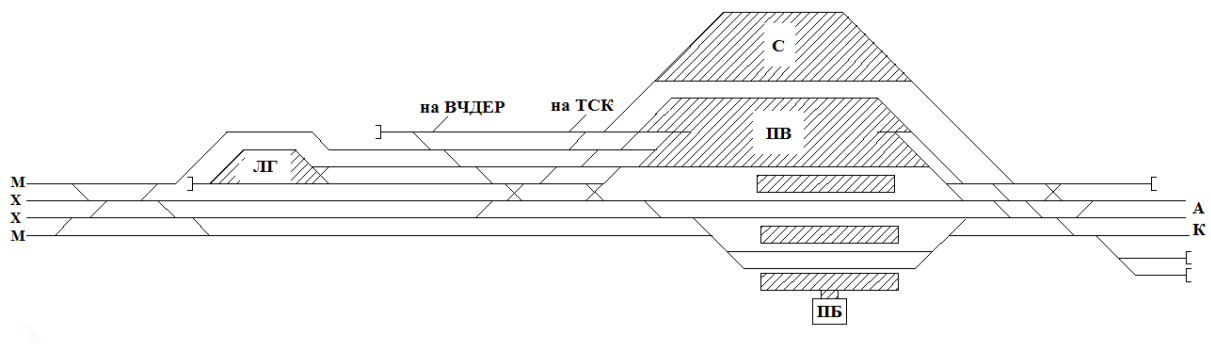


Рисунок 2.1 – Принципова схема колійного розвитку дільничної станції Д

З парного напрямку до станції примикає двоколійна дільниця Д – А та одноколійна дільниця Д – К.

З непарного напрямку до станції двоколійна дільниця Д – К та одноколійна дільниця Д – Х.

На прилеглих до станції дільницях обертаються:

- у вантажному русі – електровози серії ВЛ80 (додаток А, таблиця А.1);
- у пасажирському русі – тепловози серії ЧС7 (додаток А, таблиця А.1);
- в приміському русі – тепловози серії 2ТЕ116 (додаток А, таблиця А.1).

Колійний розвиток станції складається з двох паралельно розташованих парків: приймально-відправного (ПВ) та сортувального (С) і перонних колій.

Колії парка ПВ мають корисну довжину від 1050 до 1155 метрів. Всі колії спеціалізовані для приймання та відправлення парних і непарних транзитних вантажних поїздів, приймання поїздів у розформування та виставлення поїздів свого формування.

Колії № 31, 32 спеціалізовані для приймання та відправлення приміських та пасажирських поїздів парного і непарного напрямків. В міжколіях 32 – II та

I – I розташовані низькі пасажирські платформи острівного типу; біля колії 31 знаходиться висока пасажирська платформа разом з пасажирською будівлею. Для переходу на низькі пасажирські платформи до пасажирської будівлі станція має пішохідний міст.

Парк С має корисну довжину колій від 1133 до 1246 метрів і включає 10 сортувальних колій (колії № 11 – 15 та 21 – 24) у тому числі одну колію для місцевих вагонів № 25; одну маневрову витяжну колію № 36 ; гірку малої потужності (ГМП). На коліях парка накопичуються вагони за призначеннями плану формування, формуються дільничні та збірні поїзди.

Усі приймально-відправні і сортувальні колії, стрілочні переводи включені в систему маршрутно-релейної централізації. Централізовані стрілки і ділянки по маршрутах приймання, відправлення поїздів обладнані рейковими електричними колами для забезпечення контролю пересувань поїздів і маневрових составів на коліях станції і стрілочних горловинах, надання інформації черговому по станції (ДСП) про наближення або відправлення рухомого складу.

Для забезпечення безпеки руху під час виконання маневрової роботи станція поділяється на два маневрових райони: непарна горловина станції – маневровий район № 1; парна горловина – маневровий район № 2. У кожному

маневровому районі працює по одному маневровому локомотиву, які обладнані маневровим радіозв'язком з індивідуальною радіочастотою.

Для розвантаження ДСП, поста маршрутно-релейної централізації (МРЦ) і прискорення виконання маневрової роботи передбачена передача централізованих стрілок на місцеве управління у маневровому районі № 1 та № 2, кожен із яких обслуговується одним працівником станції – оператором поста централізації (ОПЦ).

Манєврова робота зосереджена у парній та непарній горловинах парка: розформування поїздів здійснюється через витяжну колію № 36 за допомогою гірки малої потужності, яка розташована в парній горловині парка; формування здійснюється за допомогою витяжної колії № 35, яка розташована в непарній горловині парка.

В третій чверті станції розташовано основне локомотивне депо для обслуговування пасажирських і вантажних електровозів. На території депо розташований паливний склад (ТНПС), є поворотний круг, пристрої для екіпірування електровозів та тепловозів.

Вагонне експлуатаційно-ремонтне депо (ВЧДЕР), спеціалізоване для ремонту вагонів вантажного парка. Манєврова робота на коліях ВЧДЕР проводиться манєвровим тепловозом, який належить депо.

Всі колії сортувального парка обладнані башмакоскидачами. Гальмування вагонів виконує один регулювальник швидкості руху вагонів. Для здійснення управління роботою з розпуску вагонів з гірки малої потужності є гірковий манєвровий радіозв'язок.

Манєврова робота виконується манєвровими локомотивами серії ЧМЕ-3.

Станція обладнана двостороннім парковим зв'язком. Переговорні колонки є на всіх манєврових постах, на горбі гірки малої потужності, на міжколійях приймально-відправних і сортувально-відправних колій.

2.2 Експлуатаційна характеристика станції Д

Відповідно до плану формування на станцію надходять у переробку поїзди з напрямків А, К, Х, М. Згідно з планом формування поїздів станція Д формує дільничні та збірні поїзди. Всі ці категорії вантажних поїздів, а також транзитні поїзди, в тому числі і кутові обслуговуються на коліях парка ПВ. Пасажирські та приміські поїзди приймаються на перонні колії №№ I, II, 31, 32.

На станції виконуються наступні основні технологічні операції:

- а) прийом і відправлення вантажних і пасажирських поїздів;
- б) технічний огляд і усунення технічних несправностей;
- в) комерційний огляд і усунення комерційних несправностей;
- г) розформування і формування дільничних поїздів;
- д) зміна поїзних локомотивів та локомотивних бригад;
- е) прийом і видача багажу та вантажобагажу;
- ж) обслуговування пасажирів прямого, місцевого та приміського сполучення.

Місцева робота станції складається з подавання та прибирання вагонів на ТСК.

2.3 Аналіз недоліків станції та постановка задачі дипломної роботи

Виходячи з аналізу принципової схеми дільничної станції Д, яка являє собою вузлову дільничну станцію поперечного типу можна виділити наступні недоліки:

- ворожість маршрутів прийому вантажних транзитних поїздів з Х та М з маршрутами відправлення пасажирських поїздів на Х та М;
- ворожість маршрутів прийому пасажирських поїздів з А та К з маршрутами відправлення вантажних транзитних поїздів на А та К;
- складно подавати та прибирати поїзні локомотиви в парну горловину станції;

– відсутність спеціалізованої колії для снігоборотьби та «хворих» вагонів.

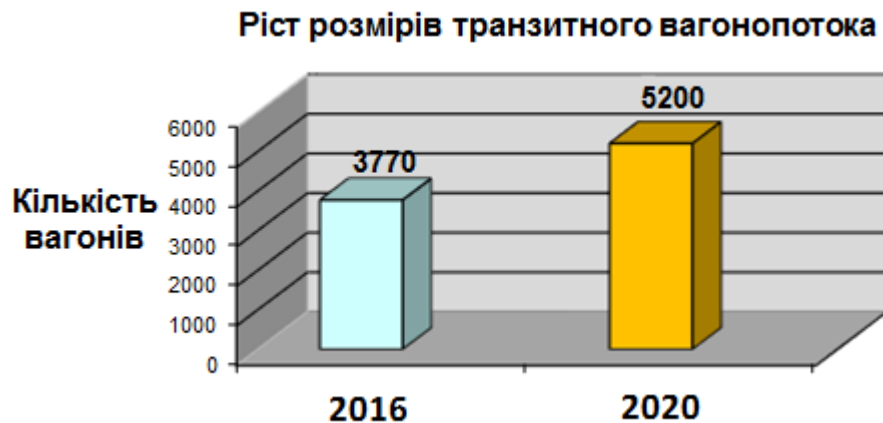


Рисунок 1.2 – Діаграма зростання обсягів вагонопотоку

Згідно до додатку А, таблиці А.2 та А.4 зростає обсяг перевезень (див. рисунок 1.2). У зв'язку з цим може виникнути потреба удосконалення колійного розвитку станції.

Таким чином розбудова станції Д має на меті збільшити її переробну спроможність у зв'язку зі збільшенням обсягів руху, а також усунути низку виявлених недоліків.

4 НОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТА РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ Д

У зв'язку зі збільшенням розмірів руху необхідно виконати перевірку достатності колійного розвитку у парку ПВ та парку С станції Д.

4.1 Визначення кількості колій в приймально-відправному парку дільничної станції Д

4.1.1 Визначення середнього часу зайняття колії поїздом

Кількість колій в приймально-відправних парках дільничної станції (без ходових) визначається згідно [34] за формулою

$$m = \sum_{j=1}^n \frac{\bar{t}_{\text{зан}}}{I_j} \gamma_j, \quad (4.1)$$

де $\bar{t}_{\text{зан}}$ – середній час зайняття колії поїздом даному парку;

I_j – розрахунковий інтервал прибуття поїздів в даний парк з j -ї лінії;

γ_j – доля поїздів, які надходять в даний парк з кожної лінії від загальної кількості поїздів, що прибувають на станцію.

$$\bar{t}_{\text{зан}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{зан}_i} N_i}{\sum_{i=1}^k N_i}, \quad (4.2)$$

де $t_{\text{зан}}$ – час зайняття колії поїздом i -ї групи;

N_i – середньодобова кількість поїздів i -ї групи;

k – кількість груп поїздів.

Час зайняття колій приймально-відправного парку поїздом кожної групи складається із двох елементів

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{Т}} + t_{\text{ОВ}}, \quad (4.3)$$

де $t_{\text{Т}}$ – час виконання всіх технологічних операцій з поїздом в парку з урахуванням всіх простоїв під технологічними операціями;

$t_{\text{ОВ}}$ – час очікування виводу (відправлення або прибирання) поїзда із парку.

4.1.2 Визначення часу очікування виводу поїздів (відправлення, прибирання) із приймально-відправного парку

Час очікування відправлення поїздів (транзитних і свого формування) визначається для кожної лінії, яка примикає до парку. Для його розрахунку використовуємо методи теорії масового обслуговування.

Приймально-відправний парк разом з лінією, що до нього примикає можна розглянути як одноканальну систему масового обслуговування (СМО) з необмеженою чергою. На її вхід надходить звичайний потік заяв (поїздів, що готові до відправлення) з інтенсивністю λ ; час обслуговування заявки (інтервал часу від моменту відправлення попереднього поїзда до відправлення даного) може мати довільний закон розподілу. Для таких СМО середній час очікування заявок у черзі визначається за формулою Полячека-Хінчина

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{\varphi^2(1+\nu^2)}{2\lambda(1-\varphi)}, \quad (4.4)$$

де φ – коефіцієнт завантаження СМО;

ν – коефіцієнт варіації часу обслуговування.

Для приймально-відправного парку інтенсивність потоку поїздів, що відправляються, визначаємо як

$$\lambda = \frac{N_{\text{вант}}}{1440}, \quad (4.5)$$

де $N_{\text{вант}}$ – кількість вантажних поїздів, що відправляються на дану лінію в середньому за добу.

Коефіцієнт завантаження лінії визначаємо за формулою

$$\varphi = \frac{N_{\text{вант}}}{N_{\text{вант}}^{\text{max}}}, \quad (4.6)$$

Підставив вирази (4.4) і (4.5) в (4.6), отримуємо формулу для розрахунку середнього простою поїздів в очікування відправлення на дану лінію

$$t_{\text{оч}} = \frac{720N_{\text{вант}} \left(1 + \nu_{\text{відпр}}^2\right)}{N_{\text{вант}}^{\text{max}} \left(N_{\text{вант}}^{\text{max}} - N_{\text{вант}}\right)}, \quad (4.7)$$

де $\nu_{\text{відпр}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів на дану лінію, згідно [34] приймаємо $\nu_{\text{від}} = 0,7$.

Максимальна кількість вантажних поїздів визначається за формулою

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = N - N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} - N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1), \quad (4.8)$$

де N – наявна пропускна спроможність лінії, приймаємо згідно з [34].

За формулою (4.8) визначимо максимальну кількість вантажних поїздів для лінії Д – А

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 100 - 10 \cdot 1,3 - 1 \cdot (2 - 1) = 86 \text{ поїздів.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів для лінії Д – К

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 48 - 5 \cdot 1,3 - 1 \cdot (2 - 1) = 40,5, \text{ приймаємо } 40 \text{ поїздів.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів для лінії Д – Х

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 54 - 8 \cdot 1,3 - 1 \cdot (2 - 1) = 42,6, \text{ приймаємо } 42 \text{ поїзда.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів для лінії Д – М

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 100 - 11 \cdot 1,3 - 2 \cdot (2 - 1) = 83,7; \text{ приймаємо } 83 \text{ поїзда.}$$

Зробимо розрахунок часу очікування відправлення по формулі (4.7) для кожної лінії

- лінія Д – А

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 27 (1 + 0,7^2)}{86 \cdot (86 - 27)} = 5,71 \text{ хв;}$$

- лінія Д – К

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 17(1 + 0,7^2)}{40 \cdot (40 - 17)} = 24,49 \text{ хв};$$

- лінія Д – Х

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 21(1 + 0,7^2)}{42 \cdot (42 - 21)} = 25,54 \text{ хв.}$$

- лінія Д – М

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 33(1 + 0,7^2)}{83 \cdot (83 - 33)} = 8,53 \text{ хв.}$$

Час очікування прибирання состава, який надходить до розформування із парку ПВ на витяжну колію визначається також за допомогою теорії масового обслуговування. Приймально-відправний парк разом з витяжною колією, яка до нього примикає, можна розглянути як одно канальну систему з необмеженою чергою. На її вхід надходить потік заявок (поїздів, що готові до розформування) з інтенсивністю λ

$$\lambda = \frac{N_p}{1440}, \quad (4.9)$$

де N_p – середньодобова кількість составів, що розформуються.

Часом обслуговування заявки в дипломному проекті є гірковий технологічний інтервал.

Коефіцієнт завантаження даної СМО визначається як

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (4.10)$$

де μ – інтенсивність розформування составів

$$\mu = \frac{\lambda}{t_r}, \quad (4.11)$$

де t_r – гірковий технологічний інтервал (розраховано в розділі 4).

Підставив вирази (4.9) і (4.10) в (4.11), отримуємо формулу для розрахунку середнього простою поїздів в приймально-відправному парку в очікуванні розформування

$$t_{\text{опр}} = \frac{N_p t^2 (1 + \nu_r^2)}{2(1440 - N_p t_r)}, \quad (4.12)$$

ν_r - коефіцієнт варіації гіркового інтервалу, приймаємо $\nu_r = 0,5$ [35].

Час очікування прибирання состава розраховуємо за формулою (4.12)

$$t_{\text{опр}} = \frac{18 \cdot 27,27^2 (1 + 0,5^2)}{2 \cdot (1440 - 18 \cdot 27,27)} = 8,81 \text{ хв.}$$

Розрахунок середнього часу зайняття колії поїздом зробимо за допомогою таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Тривалість знаходження поїздів у парку ПВ

Категорія поїзда	Напрямок	$t_{\text{т}}, \text{хв}$	$t_{\text{оч}}, \text{хв}$	$t_{\text{зан}}, \text{хв}$	N	$Nt_{\text{зан}}$
Транзитні без зміни локомотива	на А	32,07	5,71	37,78	23	868,94
	на Х	32,07	25,54	57,61	11	633,71
	на М	32,07	8,53	40,6	12	487,2
Транзитні зі зміною локомотива	на К	48,81	24,49	73,3	13	952,9
	на Х	48,81	25,54	74,35	6	446,1
	на М	48,81	8,53	57,34	15	860,1
Дільничні	у розф.	37,74	8,81	46,55	13	605,15
Збірні		44,29	8,81	53,1	5	265,5
Свого формування	на А	51	5,71	56,71	4	226,84
	на К	51	24,49	75,49	4	301,96
	на Х	51	25,54	76,54	4	306,16
	на М	51	8,53	59,53	6	357,18
Всього					116	6311,7

Середній час зайняття колії поїздом визначимо за формулою (4.2) за підсумковими даними табл. 4.1

$$\bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ПВ}} = \frac{6311,7}{116} = 54,41 \text{ хв.}$$

4.2 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів

Розрахунковий інтервал прибуття визначається для кожної лінії, що примикає до станції, у т.ч. і для сортувального парку станції по формулі

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\min}}{2}, \quad (4.13)$$

де \bar{I} , I_{\min} - відповідно середній і мінімальний інтервали прибуття поїздів з даної лінії.

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії приймаємо згідно [34] в залежності від прийнятої наявної пропускної спроможності дільниці:

- лінія Д - А $N= 100$, $I_{\min} = 10$ хв;

- лінія Д - К $N= 48$, $I_{\min} = 18$ хв;

- лінія Д - Х $N= 54$, $I_{\min} = 15$ хв.

- лінія Д - М $N= 100$, $I_{\min} = 10$ хв;

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування із сортувально-відправного парку визначаємо за формулою

$$I_{\min} = \frac{\bar{t}_{\text{лф}}}{m_{\text{в}}}, \quad (4.14)$$

де $\bar{t}_{\text{лф}}$ - середній час зайнятості маневрового локомотива формуванням составів;

$m_{\text{в}}$ - кількість витяжних колій, на яких може виконуватися одночасно формування, $m_{\text{в}}=2$.

Значення часу зайнятості маневрового локомотива визначається як середнє для дільничних і збірних поїздів

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{N_{\text{д}} t_{\text{лф}}^{\text{д}} + N_{\text{зб}} t_{\text{лф}}^{\text{зб}}}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}}, \quad (4.15)$$

де $t_{\text{лф}}^{\text{д}}, t_{\text{лф}}^{\text{зб}}$ - час зайнятості маневрового локомотива формуванням дільничних і збірних поїздів;

$N_{\text{д}}, N_{\text{зб}}$ - кількість дільничних і збірних поїздів свого формування.

Згідно з [34] $t_{\text{лф}}^{\text{д}} = 25$ хв, $t_{\text{лф}}^{\text{зб}} = 50$ хв, тоді за формулою (4.15) при $N_{\text{д}} = 13$ поїздів, $N_{\text{зб}} = 5$ поїздів (див. табл. 2.6).

Визначимо час зайнятості маневрового локомотива для дільничних і збірних поїздів за формулою (4.15)

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{13 \cdot 25 + 5 \cdot 50}{13 + 5} = 31,9 \text{ хв.}$$

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування із сортувально-відправного парку визначаємо за формулою (4.14)

$$I_{\text{мін}}^{\text{сф}} = \frac{31,9}{2} = 16 \text{ хв.}$$

Середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної лінії визначаємо по формулі

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{N} (\beta (N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) + (\beta - 1) N_{\text{вант}})}{N_{\text{вант}}}, \quad (4.16)$$

де β - коефіцієнт збільшення розмірів вантажного руху внаслідок нерівномірності, приймаємо $\beta=1,15$;

$N_{\text{вант}}$ - кількість вантажних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії (з урахуванням збірних);

$N_{\text{пас}}$, $N_{\text{зб}}$ - відповідно, кількість пасажирських і збірних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії.

По формулі (4.16) визначимо середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної лінії

- лінія Д - А

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} (1,15 \cdot (10 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 27)}{27} = 42,59 \text{ хв};$$

- лінія Д - К

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{48} (1,15 \cdot (5 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 15)}{15} = 74,25 \text{ хв};$$

- лінія Д - Х

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{54} (1,15 \cdot (8 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 23)}{23} = 43,41 \text{ хв};$$

- лінія Д - М

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} (1,15 \cdot (11 \cdot 1,3 + 2 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 33)}{33} = 33,3 \text{ хв}.$$

Середній інтервал готовності состава свого формування в сортувально-відправному парку визначаємо як

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{сф}}}, \quad (4.17)$$

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{18} = 80 \text{ хв.}$$

Отримані дані дозволяють знайти розрахункові інтервали за формулою (4.13)

$$I_{\text{А}} = \frac{42,59 + 10}{2} = 26,3 \text{ хв};$$

$$I_{\text{К}} = \frac{74,25 + 18}{2} = 46,13 \text{ хв};$$

$$I_{\text{Х}} = \frac{43,41 + 15}{2} = 29,21 \text{ хв};$$

$$I_{\text{М}} = \frac{33,3 + 10}{2} = 21,65 \text{ хв};$$

$$I_{\text{сф}} = \frac{80 + 16}{2} = 48 \text{ хв.}$$

Через те, що поїзди всіх напрямків та всіх категорій обробляються в ПВ, доля поїздів дорівнює одиниці:

$$\gamma_{\text{А}} = 1; \quad \gamma_{\text{К}} = 1; \quad \gamma_{\text{Х}} = 1; \quad \gamma_{\text{М}} = 1 \quad \gamma_{\text{сф}} = 1.$$

За формулою (4.1) визначимо кількість колій в парках станції

$$m_{\text{ПВ}} = \frac{54,41}{26,3} \cdot 1 + \frac{54,41}{46,13} \cdot 1 + \frac{54,41}{29,21} \cdot 1 + \frac{57,15}{21,65} \cdot 1 + \frac{54,41}{48} \cdot 1 = 8,75, \text{ приймаємо}$$

9 колій.

Відповідно до розрахунків кількість колій в парках дільничної станції Д повинно бути рівним $m_{\text{ПВ}} = 9$, що не відповідає наявній кількості колій у парку ПВ.

4.3 Визначення кількості колій в сортувальному парку

Кількість сортувальних колій визначається в залежності від кількості призначень за планом формування поїздів і добової кількості вагонів кожного призначення. На кожне призначення плану формування виділяється окрема сортувальна колія [36]. Для призначень з добовим вагонопотоком більш ніж 200 вагонів виділяють дві колії. Корисна довжина сортувальних колій повинна відповідати встановленій довжині поїздів, збільшеній на 10 %.

Для місцевих вагонів слід передбачити одну колію. Якщо кількість місцевих вагонів, що прибувають на станцію протягом доби, перевищує 30, то рекомендується виділяти дві колії.

Згідно з додатком А, таблиці А.8 розраховано кількість колій у сортувальному парку. Результати розрахунку наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. – Кількість колій у сортувальному парку

Призначення	Добовий вагонопотік	Кількість колій
1	2	3
Для дільничних поїздів на А	195	1
Для дільничних поїздів на К	195	1
Для дільничних поїздів на Х	195	1
Для дільничних поїздів на М	260	2
Для збірних поїздів на ділянку Д–А	49	1

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
Для збірних поїздів на ділянку Д–К	33	1
Для збірних поїздів на ділянку Д–Х	35	1
Для збірних поїздів на ділянку Д–М	80	1
Для місцевих вагонів	40	1
Разом		10

У цьому розділі даного проекту встановлено, що колійного розвитку в парку ПВ дільничної станції Д недостатньо. В приймально-відправному парку налічується 6 колій, а в зв'язку зі збільшенням обсягів руху на залізничному напрямку, потрібно мати 9 колій. Тому необхідно розглянути питання щодо розбудови дільничної станції.

4 НОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТА РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ Д

У зв'язку зі збільшенням розмірів руху необхідно виконати перевірку достатності колійного розвитку у парку ПВ та парку С станції Д.

4.1 Визначення кількості колій в приймально-відправному парку дільничної станції Д

4.1.1 Визначення середнього часу зайняття колії поїздом

Кількість колій в приймально-відправних парках дільничної станції (без ходових) визначається згідно [34] за формулою

$$m = \sum_{j=1}^n \frac{\bar{t}_{\text{зан}}}{I_j} \gamma_j, \quad (4.1)$$

де $\bar{t}_{\text{зан}}$ – середній час зайняття колії поїздом даному парку;

I_j – розрахунковий інтервал прибуття поїздів в даний парк з j -ї лінії;

γ_j – доля поїздів, які надходять в даний парк з кожної лінії від загальної кількості поїздів, що прибувають на станцію.

$$\bar{t}_{\text{зан}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{зан}_i} N_i}{\sum_{i=1}^k N_i}, \quad (4.2)$$

де $t_{\text{зан}}$ – час зайняття колії поїздом i -ї групи;

N_i – середньодобова кількість поїздів i -ї групи;

k – кількість груп поїздів.

Час зайняття колій приймально-відправного парку поїздом кожної групи складається із двох елементів

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{Т}} + t_{\text{ов}}, \quad (4.3)$$

де $t_{\text{Т}}$ – час виконання всіх технологічних операцій з поїздом в парку з урахуванням всіх простоїв під технологічними операціями;

$t_{\text{ов}}$ – час очікування виводу (відправлення або прибирання) поїзда із парку.

4.1.2 Визначення часу очікування виводу поїздів (відправлення, прибирання) із приймально-відправного парку

Час очікування відправлення поїздів (транзитних і свого формування) визначається для кожної лінії, яка примикає до парку. Для його розрахунку використовуємо методи теорії масового обслуговування.

Приймально-відправний парк разом з лінією, що до нього примикає можна розглянути як одноканальну систему масового обслуговування (СМО) з необмеженою чергою. На її вхід надходить звичайний потік заяв (поїздів, що готові до відправлення) з інтенсивністю λ ; час обслуговування заявки (інтервал часу від моменту відправлення попереднього поїзда до відправлення даного) може мати довільний закон розподілу. Для таких СМО середній час очікування заявок у черзі визначається за формулою Полячека-Хінчина

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{\varphi^2(1+\nu^2)}{2\lambda(1-\varphi)}, \quad (4.4)$$

де φ – коефіцієнт завантаження СМО;

ν – коефіцієнт варіації часу обслуговування.

Для приймально-відправного парку інтенсивність потоку поїздів, що відправляються, визначаємо як

$$\lambda = \frac{N_{\text{вант}}}{1440}, \quad (4.5)$$

де $N_{\text{вант}}$ – кількість вантажних поїздів, що відправляються на дану лінію в середньому за добу.

Коефіцієнт завантаження лінії визначаємо за формулою

$$\varphi = \frac{N_{\text{вант}}}{N_{\text{вант}}^{\text{max}}}, \quad (4.6)$$

Підставив вирази (4.4) і (4.5) в (4.6), отримуємо формулу для розрахунку середнього простою поїздів в очікування відправлення на дану лінію

$$t_{\text{оч}} = \frac{720N_{\text{вант}} \left(1 + \nu_{\text{відпр}}^2\right)}{N_{\text{вант}}^{\text{max}} \left(N_{\text{вант}}^{\text{max}} - N_{\text{вант}}\right)}, \quad (4.7)$$

де $\nu_{\text{відпр}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів на дану лінію, згідно [34] приймаємо $\nu_{\text{від}} = 0,7$.

Максимальна кількість вантажних поїздів визначається за формулою

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = N - N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} - N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1), \quad (4.8)$$

де N – наявна пропускна спроможність лінії, приймаємо згідно з [34].

За формулою (4.8) визначимо максимальну кількість вантажних поїздів для лінії Д – А

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 100 - 10 \cdot 1,3 - 1 \cdot (2 - 1) = 86 \text{ поїздів.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів для лінії Д – К

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 48 - 5 \cdot 1,3 - 1 \cdot (2 - 1) = 40,5, \text{ приймаємо } 40 \text{ поїздів.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів для лінії Д – Х

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 54 - 8 \cdot 1,3 - 1 \cdot (2 - 1) = 42,6, \text{ приймаємо } 42 \text{ поїзда.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів для лінії Д – М

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 100 - 11 \cdot 1,3 - 2 \cdot (2 - 1) = 83,7; \text{ приймаємо } 83 \text{ поїзда.}$$

Зробимо розрахунок часу очікування відправлення по формулі (4.7) для кожної лінії

- лінія Д – А

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 27(1 + 0,7^2)}{86 \cdot (86 - 27)} = 5,71 \text{ хв;}$$

- лінія Д – К

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 17(1 + 0,7^2)}{40 \cdot (40 - 17)} = 24,49 \text{ хв};$$

- лінія Д – Х

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 21(1 + 0,7^2)}{42 \cdot (42 - 21)} = 25,54 \text{ хв.}$$

- лінія Д – М

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 \cdot 33(1 + 0,7^2)}{83 \cdot (83 - 33)} = 8,53 \text{ хв.}$$

Час очікування прибирання состава, який надходить до розформування із парку ПВ на витяжну колію визначається також за допомогою теорії масового обслуговування. Приймально-відправний парк разом з витяжною колією, яка до нього примикає, можна розглянути як одно канальну систему з необмеженою чергою. На її вхід надходить потік заявок (поїздів, що готові до розформування) з інтенсивністю λ

$$\lambda = \frac{N_p}{1440}, \quad (4.9)$$

де N_p – середньодобова кількість составів, що розформуються.

Часом обслуговування заявки в дипломному проекті є гірковий технологічний інтервал.

Коефіцієнт завантаження даної СМО визначається як

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (4.10)$$

де μ – інтенсивність розформування составів

$$\mu = \frac{\lambda}{t_r}, \quad (4.11)$$

де t_r – гірковий технологічний інтервал (розраховано в розділі 4).

Підставив вирази (4.9) і (4.10) в (4.11), отримуємо формулу для розрахунку середнього простою поїздів в приймально-відправному парку в очікуванні розформування

$$t_{\text{опр}} = \frac{N_p t^2 (1 + \nu_r^2)}{2(1440 - N_p t_r)}, \quad (4.12)$$

ν_r - коефіцієнт варіації гіркового інтервалу, приймаємо $\nu_r = 0,5$ [35].

Час очікування прибирання состава розраховуємо за формулою (4.12)

$$t_{\text{опр}} = \frac{18 \cdot 27,27^2 (1 + 0,5^2)}{2 \cdot (1440 - 18 \cdot 27,27)} = 8,81 \text{ хв.}$$

Розрахунок середнього часу зайняття колії поїздом зробимо за допомогою таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Тривалість знаходження поїздів у парку ПВ

Категорія поїзда	Напрямок	$t_{\text{т}}, \text{хв}$	$t_{\text{оч}}, \text{хв}$	$t_{\text{зан}}, \text{хв}$	N	$Nt_{\text{зан}}$
Транзитні без зміни локомотива	на А	32,07	5,71	37,78	23	868,94
	на Х	32,07	25,54	57,61	11	633,71
	на М	32,07	8,53	40,6	12	487,2
Транзитні зі зміною локомотива	на К	48,81	24,49	73,3	13	952,9
	на Х	48,81	25,54	74,35	6	446,1
	на М	48,81	8,53	57,34	15	860,1
Дільничні	у розф.	37,74	8,81	46,55	13	605,15
Збірні		44,29	8,81	53,1	5	265,5
Свого формування	на А	51	5,71	56,71	4	226,84
	на К	51	24,49	75,49	4	301,96
	на Х	51	25,54	76,54	4	306,16
	на М	51	8,53	59,53	6	357,18
Всього					116	6311,7

Середній час зайняття колії поїздом визначимо за формулою (4.2) за підсумковими даними табл. 4.1

$$\bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ПВ}} = \frac{6311,7}{116} = 54,41 \text{ хв.}$$

4.2 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів

Розрахунковий інтервал прибуття визначається для кожної лінії, що примикає до станції, у т.ч. і для сортувального парку станції по формулі

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\min}}{2}, \quad (4.13)$$

де \bar{I} , I_{\min} - відповідно середній і мінімальний інтервали прибуття поїздів з даної лінії.

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії приймаємо згідно [34] в залежності від прийнятої наявної пропускної спроможності дільниці:

- лінія Д - А $N= 100$, $I_{\min} = 10$ хв;

- лінія Д - К $N= 48$, $I_{\min} = 18$ хв;

- лінія Д - Х $N= 54$, $I_{\min} = 15$ хв.

- лінія Д - М $N= 100$, $I_{\min} = 10$ хв;

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування із сортувально-відправного парку визначаємо за формулою

$$I_{\min} = \frac{\bar{t}_{\text{лф}}}{m_{\text{в}}}, \quad (4.14)$$

де $\bar{t}_{\text{лф}}$ - середній час зайнятості маневрового локомотива формуванням составів;

$m_{\text{в}}$ - кількість витяжних колій, на яких може виконуватися одночасно формування, $m_{\text{в}}=2$.

Значення часу зайнятості маневрового локомотива визначається як середнє для дільничних і збірних поїздів

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{N_{\text{д}} t_{\text{лф}}^{\text{д}} + N_{\text{зб}} t_{\text{лф}}^{\text{зб}}}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}}, \quad (4.15)$$

де $t_{\text{лф}}^{\text{д}}, t_{\text{лф}}^{\text{зб}}$ - час зайнятості маневрового локомотива формуванням дільничних і збірних поїздів;

$N_{\text{д}}, N_{\text{зб}}$ - кількість дільничних і збірних поїздів свого формування.

Згідно з [34] $t_{\text{лф}}^{\text{д}} = 25$ хв, $t_{\text{лф}}^{\text{зб}} = 50$ хв, тоді за формулою (4.15) при $N_{\text{д}} = 13$ поїздів, $N_{\text{зб}} = 5$ поїздів (див. табл. 2.6).

Визначимо час зайнятості маневрового локомотива для дільничних і збірних поїздів за формулою (4.15)

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{13 \cdot 25 + 5 \cdot 50}{13 + 5} = 31,9 \text{ хв.}$$

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування із сортувально-відправного парку визначаємо за формулою (4.14)

$$I_{\text{мін}}^{\text{сф}} = \frac{31,9}{2} = 16 \text{ хв.}$$

Середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної лінії визначаємо по формулі

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{N} (\beta (N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) + (\beta - 1) N_{\text{вант}})}{N_{\text{вант}}}, \quad (4.16)$$

де β - коефіцієнт збільшення розмірів вантажного руху внаслідок нерівномірності, приймаємо $\beta=1,15$;

$N_{\text{вант}}$ - кількість вантажних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії (з урахуванням збірних);

$N_{\text{пас}}$, $N_{\text{зб}}$ - відповідно, кількість пасажирських і збірних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії.

По формулі (4.16) визначимо середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної лінії

- лінія Д - А

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} (1,15 \cdot (10 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 27)}{27} = 42,59 \text{ хв};$$

- лінія Д - К

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{48} (1,15 \cdot (5 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 15)}{15} = 74,25 \text{ хв};$$

- лінія Д - Х

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{54} (1,15 \cdot (8 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 23)}{23} = 43,41 \text{ хв};$$

- лінія Д - М

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} (1,15 \cdot (11 \cdot 1,3 + 2 \cdot (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 33)}{33} = 33,3 \text{ хв}.$$

Середній інтервал готовності состава свого формування в сортувально-відправному парку визначаємо як

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{сф}}}, \quad (4.17)$$

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{18} = 80 \text{ хв.}$$

Отримані дані дозволяють знайти розрахункові інтервали за формулою (4.13)

$$I_{\text{А}} = \frac{42,59 + 10}{2} = 26,3 \text{ хв};$$

$$I_{\text{К}} = \frac{74,25 + 18}{2} = 46,13 \text{ хв};$$

$$I_{\text{Х}} = \frac{43,41 + 15}{2} = 29,21 \text{ хв};$$

$$I_{\text{М}} = \frac{33,3 + 10}{2} = 21,65 \text{ хв};$$

$$I_{\text{сф}} = \frac{80 + 16}{2} = 48 \text{ хв.}$$

Через те, що поїзди всіх напрямків та всіх категорій обробляються в ПВ, доля поїздів дорівнює одиниці:

$$\gamma_{\text{А}} = 1; \quad \gamma_{\text{К}} = 1; \quad \gamma_{\text{Х}} = 1; \quad \gamma_{\text{М}} = 1 \quad \gamma_{\text{сф}} = 1.$$

За формулою (4.1) визначимо кількість колій в парках станції

$$m_{\text{ПВ}} = \frac{54,41}{26,3} \cdot 1 + \frac{54,41}{46,13} \cdot 1 + \frac{54,41}{29,21} \cdot 1 + \frac{57,15}{21,65} \cdot 1 + \frac{54,41}{48} \cdot 1 = 8,75, \text{ приймаємо}$$

9 колій.

Відповідно до розрахунків кількість колій в парках дільничної станції Д повинно бути рівним $m_{\text{ПВ}} = 9$, що не відповідає наявній кількості колій у парку ПВ.

4.3 Визначення кількості колій в сортувальному парку

Кількість сортувальних колій визначається в залежності від кількості призначень за планом формування поїздів і добової кількості вагонів кожного призначення. На кожне призначення плану формування виділяється окрема сортувальна колія [36]. Для призначень з добовим вагонопотоком більш ніж 200 вагонів виділяють дві колії. Корисна довжина сортувальних колій повинна відповідати встановленій довжині поїздів, збільшеній на 10 %.

Для місцевих вагонів слід передбачити одну колію. Якщо кількість місцевих вагонів, що прибувають на станцію протягом доби, перевищує 30, то рекомендується виділяти дві колії.

Згідно з додатком А, таблиці А.8 розраховано кількість колій у сортувальному парку. Результати розрахунку наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. – Кількість колій у сортувальному парку

Призначення	Добовий вагонопотік	Кількість колій
1	2	3
Для дільничних поїздів на А	195	1
Для дільничних поїздів на К	195	1
Для дільничних поїздів на Х	195	1
Для дільничних поїздів на М	260	2
Для збірних поїздів на ділянку Д–А	49	1

Продовження таблиці 4.2

1	2	3
Для збірних поїздів на ділянку Д–К	33	1
Для збірних поїздів на ділянку Д–Х	35	1
Для збірних поїздів на ділянку Д–М	80	1
Для місцевих вагонів	40	1
Разом		10

У цьому розділі даного проекту встановлено, що колійного розвитку в парку ПВ дільничної станції Д недостатньо. В приймально-відправному парку налічується 6 колій, а в зв'язку зі збільшенням обсягів руху на залізничному напрямку, потрібно мати 9 колій. Тому необхідно розглянути питання щодо розбудови дільничної станції.

5 РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

Розформування составів вантажних поїздів виконується на сортувальній гірці малої потужності (ГМП). Колійний розвиток парку С складається з 10 колій, що ув'язані в 2 пучки – 5 колії у першому та 5 колії у другому. Гальмування відчепів під час розпуску здійснюється на гальмових позиціях вагонними уповільнювачами типів ВЗПГ-5 та РНЗ-2М. Сортувальна гірка має одну колію насуву. У гірковій горловині укладені симетричні стрілочні переводи марки 1/6, тип рейок Р50.

Від якості роботи сортувальної гірки в значній мірі залежить ефективність функціонування станції. У зв'язку з цим в дипломному проекті необхідно виконати перевірку техніко-експлуатаційних параметрів існуючої сортувальної гірки на відповідність її нормам проектування.

5.1 Визначення розрахункової висоти сортувальної гірки

Висотою гірки H_p називається різниця між відмітками умовної вершини гірки (УВГ) і розрахункової точки (РТ), що лежить на розрахунковій важкій колії на відстані 50 м від кінця ППП [36].

Висота є одним з головних параметрів сортувальної гірки і визначається за формулою:

$$H_p = h_{\text{осн}} + h_{\text{ск}} + h_{\text{св}} + h_{\text{сн}} - h_0, \quad (5.1)$$

де $h_{\text{осн}}$ – середня величина питомої роботи основних сил опору руху, м ен.в.;

$h_{\text{ск}}$ – середня величина питомої роботи сил опору руху від стрілок і кривих, м ен.в.;

$h_{\text{св}}$ – середня величина питомої роботи сил опору руху від середовища і вітру, м ен.в.;

$h_{\text{сн}}$ – питома робота сил опору руху від снігу й інею, *м ен.в.*;

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

Розрахунок висоти гірки і подальше проектування її поздовжнього профілю здійснюється для розрахункової важкої колії. У якості розрахункової приймається сортувальна колія, по маршруту скочування, на якій сумарна питома робота всіх сил опору руху відчепів буде максимальна [36]. Для даної схеми гіркової горловини такою колією є сортувальна колія №13, оскільки від вершини гірки до цієї колії розташовано чотири стрілочних переводи і сума кутів повороту всіх кривих є найбільшою. Для розрахунку висоти сортувальної гірки побудований розгорнутий план важкої колії №13 .

При розрахунку висоти гірки весь шлях скочування відчепа з гірки розбивається на три розрахункових ділянки (див. таблицю 5.1), кожна з яких характеризується розрахунковою швидкістю скочування, яка прийнята згідно з [36].

Таблиця 5.1 – Середні швидкості скочування відчепів на ділянках

Розрахункова ділянка	Межа ділянки	$V_i, \text{ м/с}$
1	УВГ – початок СЗ	5,0
2	початок СЗ – початок ПГП	4,0
3	початок ПГП – РТ	1,5

На кожній розрахунковій ділянці визначаються величини сил опору. Відповідно до [36], розрахунковий відчеп характеризується наступними параметрами:

- тип вагона – критий, 4-вісний;
- тип підшипників – роликові;
- маса розрахункового поганого бігуна Q – 22 т;

– основний питомий опір руху $w_0 – 4,50 \text{ Н/кН}$.

Дані метеорологічних умов проектування наведені у додатку А (таблиця А.9)

Таким чином, H_p визначається за умови докочування розрахункового відчепа з поганими ходовими властивостями від УВГ до РТ на розрахунковій важкій колії №13.

Питома робота основних сил опору руху визначається за формулою:

$$h_{\text{осн}} = w_0 \cdot L_p \cdot 10^{-3}, \quad (5.2)$$

де w_0 – основний питомий опір руху відчепа, Н/кН ;

L_p – розрахункова довжина маршруту від УВГ до РТ.

Питома робота сил опору руху від стрілок і кривих визначається за формулою:

$$h_{\text{ск}i} = (0,56n + 0,23 \sum \varphi) \cdot V^2 \cdot 10^{-3}, \quad (5.3)$$

де n – кількість стрілочних переводів;

$\sum \varphi$ – сума кутів повороту на маршруті чи ділянці скочування;

V – середня швидкість вагона на маршруті чи ділянці скочування, м/с ;

Питома робота сил опору руху від середовища і вітру на маршруті скочування визначається за формулою:

$$h_{\text{св}} = \sum_{i=1}^k w_{\text{св}i} \cdot L_i \cdot 10^{-3}, \quad (5.4)$$

де $w_{\text{св}_i}$ – питомий опір від середовища і вітру на i -й ділянці, $H/\kappa H$;

L_i – розрахункова довжина i -ої ділянки, m .

$$w_{\text{св}} = K_{\text{вс}} \cdot C_x \cdot V_p^2, \quad (5.5)$$

де $K_{\text{вс}}$ – приведений коефіцієнт параметрів відчепа і середовища;

C_x – коефіцієнт повітряного опору вагона;

V_p – результуюча (відносна) швидкість вагона і вітру, m/c , тобто

$$V_p = V + V_B$$

$$K_{\text{вс}} = \frac{17,8 \cdot S}{(273 + t^\circ) \cdot Q}, \quad (5.6)$$

де S – площа поперечного перерізу вагона, m^2 ;

t° – температура зовнішнього повітря, $^\circ C$;

Q – вага розрахункового відчепа, tc .

Питома робота сил опору руху від снігу й інею визначається за формулою:

$$h_{\text{сн}} = w_{\text{сн}} \cdot L_{\text{сн}} \cdot 10^{-3}, \quad (5.7)$$

де $w_{\text{сн}}$ – питомий опір від снігу й інею на i -й ділянці, $H/\kappa H$;

$L_{\text{сн}}$ – довжина ділянки колії, на якій розглядається дія сил опору снігу й інею, m .

Опір від снігу й інею розраховується для зимових умов у межах стрілочної зони і на сортувальних коліях, тобто на ділянці від кінця СЗ до РТ. Таким чином, для другої ділянки $L_{\text{сн}} = 160,02 \text{ м}$.

Виконаємо розрахунок сил опору для 2-ї ділянки:

Параметри другої розрахункової ділянки:

- довжина: $L_{\text{сн}} = 160,02 \text{ м}$;
- число стрілочних переводів: $n = 4$;
- сума кутів повороту: $\sum \varphi = 29,69 \text{ град}$.

$$h_{\text{осн}} = 4,50 \cdot 160,02 \cdot 10^{-3} = 0,720 \text{ м.ен.в.}$$

$$h_{\text{ск}} = (0,56 \cdot 4 + 0,23 \cdot 29,69) \cdot 4,0^2 \cdot 10^{-3} = 0,136 \text{ м.ен.в.}$$

Згідно з [37] $w_{\text{сн}} = 0,34 \text{ Н/кН}$, тоді опір від снігу й інею становить:

$$h_{\text{сн}} = 0,34 \cdot 160,02 \cdot 10^{-3} = 0,049 \text{ м.ен.в.}$$

Розрахунки роботи сил опору виконані автоматизовано за допомогою програми *GORKA*, що розроблена на кафедрі транспортних вузлів ДНУЗТ. Результати автоматизованих розрахунків наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати розрахунку сил опору

Ділянки	$h_{\text{осн}}, \text{ м}$	$h_{\text{ск}}, \text{ м/с}$	$h_{\text{св}}, \text{ м/с}$	$h_{\text{сн}}, \text{ Н/кН}$	Всього
1	0,304	0,053	0,171	0,000	0,528
2	0,720	0,136	0,430	0,049	1,336
3	0,297	0,000	0,097	0,022	0,417
Всього	1,322	0,190	0,698	0,072	2,281

Енергетична висота, що відповідає початковій швидкості розпуску розраховується за формулою:

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2 \cdot g'}, \quad (5.8)$$

де V_0 – початкова швидкість розпуску, м/с ;

g' – приведенне прискорення вільного падіння, що враховує енергетичний вплив ваги колісних пар, що обертаються, $м/с^2$, визначається за формулою (5.9).

$$g' = \frac{g}{1 + \frac{0,42 \cdot n_{oc}}{Q}}, \quad (5.9)$$

де g – прискорення вільного падіння, $м/с^2$;

n_{oc} – кількість колісних пар вагона (відчепа).

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

Згідно [37] для ГМП V_0 складає 1,20 $м/с$, тоді

$$h_0 = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,11} = 0,055 \text{ м ен.в.}$$

Знаючи сумарні втрати від кожного виду опору, а також енергетичну висоту, що відповідає початковій швидкості розпуску розрахункового бігуна на вершині гірки, по формулі (5.1) визначимо розрахункову профільну висоту сортувальної гірки:

$$H_p = 1,322 + 0,190 + 0,698 + 0,072 - 0,055 = 2,226 \text{ м ен.в.}$$

Таким чином, розрахункова профільна висота гірки складає 2,226 $м$, а висота існуючої гірки – 2,232 $м$. Тому, дана сортувальна гірка забезпечить докочування розрахункового бігуна до розрахункової точки на важкій колії.

5.2 Аналіз поздовжнього профілю сортувальної гірки

Параметри поздовжнього профілю існуючої на станції Д сортувальної гірки малої потужності згідно з додатком А (табл. А.6) представлені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Поздовжній профіль існуючої сортувальної гірки

Назва елемента профілю	Довжина елемента $L, м$	Ухил $i, ‰$	$\Delta h, м$
Сортувальна колія	48,670	0,6	0,029
Елемент ПГП	18,760	1,0	0,019
Стрілочна зона	143,210	1,5	0,215
Елемент ГПШ	18,480	7,0	0,129
Швидкісна ділянка 2	33,440	16,54	0,553
Швидкісна ділянка 1	36,17	41,54	1,287

Згідно [38] поздовжньому профілю сортувальної гірки малої потужності пред'являються наступні вимоги:

- максимальний ухил швидкісної ділянки повинен бути не менше 25,0‰;
- проміжна ділянка проектується на ухилі 7-15 ‰;
- ухил ділянки стрілочних зон повинен бути в межах від 1,5 до 2,0 ‰;
- ухил ділянки початку сортувальних колій не повинний перевищувати ухилу стрілочних зон, а ухил ділянки, де продовжуються сортувальні колії, повинний бути рівним 0,6 ‰;
- паркова гальмівна позиція проектується ухилом не більше 1,5 ‰;
- точки перелому поздовжнього профілю не повинні бути розташовані безпосередньо на уповільнювачах, початках кругових кривих у плані – вони повинні бути розташовані на відстані не менше ніж тангенс вертикальної кривої від зазначених елементів.

5.3 Побудова графіків швидкості і часу скочування розрахункових відчепів

Криві швидкості і часу скочування $V = f(S)$ і $T = f(S)$ будуються для кожного з розрахункових відчепів, що беруть участь у моделюванні процесу скочування (ПЛ–ШВ–ПЛ).

Визначити швидкість відчепа влюбій точці по маршруту скочування можливо за формулою:

$$V_i = \sqrt{2 \cdot g' \cdot h_i}, \quad (5.10)$$

де h_i – залишкова енергетична висота в i -й точці, *м ен.в.*

$$h_i = y_{hi} \cdot 20 \cdot 10^{-3}, \quad (5.11)$$

де y_{hi} – відстань від лінії профілю до лінії енергетичної висоти відчепа в i -й точці, *мм.*

З урахуванням швидкості відчепа в кожній точці (V_i і V_{i+1}), а також відстані між цими точками (ΔS), визначається час ходу відчепа між i -ю і $(i+1)$ -ою точкою:

$$t_{i,i+1} = \frac{2 \cdot \Delta S_{i,i+1}}{V_i + V_{i,i+1}}. \quad (5.12)$$

Визначивши $t_{i, i+1}$ на всіх ділянках ΔS можна визначити загальний час ходу відчепа від УВГ до j -ї точки:

$$T_j = \sum_{i=1}^j t_i. \quad (5.13)$$

Інтервал між відчепами на вершині гірки можна визначити за формулою:

$$I_0 = \frac{l_{\text{ваг}}^1 + l_{\text{ваг}}^2}{V_0}. \quad (5.14)$$

Розрахунок I_0 для розрахункових бігунів ПЛ–ШВ та ШВ–ПЛ виконаний автоматизовано за допомогою програми *GORKA* та дорівнює:

- ПЛ–ШВ – $I_0 = 11,60$ с;
- ШВ–ПЛ – $I_0 = 11,60$ с.

Розрахунок V_i та T_j для розрахункових бігунів ПЛ–ШВ–ПЛ в точках маршруту скочування виконаний автоматизовано за допомогою програми *GORKA* та неведений в табличній формі (див. таблиці 5.4-5.5).

Таблиця 5.4 – Розрахунок графіка швидкості і часу скочування відчепа ПЛ

Найменування	S, м	ПЛ	
		V, м/с	T, с
1	2	3	4
Точка ВІДРИВУ	5,032	1,2	4,19
Вхід на 1 РЕ	31,88	3,74	17,15
	50	4,57	21,41
Вихід із 1 РЕ	53,76	4,62	22,23
Вхід на 2 РЕ	72,11	4,89	26,09
Вхід із 1 ГП	72,61	4,9	26,19
Початок стрілочної зони	88,09	4,93	29,33
Вихід на 1 ГП	95,59	4,88	30,85
Вихід із 2 РЕ	96,09	4,88	30,96
	100	4,84	31,76
Вхід на 3 РЕ	117,09	4,57	35,39
Вихід із 3 РЕ	138,97	4,23	40,36
Вхід на 4 РЕ	141,56	4,18	40,98
	150	4,04	43,03
Вихід із 4 РЕ	163,44	3,81	46,45
Вхід на 5 РЕ	165,49	3,78	46,99
Вихід із 5 РЕ	187,37	3,41	53,08

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4
	200	3,18	56,92
Вхід на 2 ГП	232,63	2,58	68,27
	250	2,22	75,51
Вихід із 2 ГП	259,23	1,99	79,89
Розрахункова точка	298,73	0,02	120,07

Таблиця 5.5 – Розрахунок графіка швидкості і часу скочування відчепа ШВ

Найменування	S, м	ШВ	
		V, м/с	T, с
Точка ВІДРИВУ	2,559	1,2	2,13
Вхід на 1 РЕ	31,88	4,19	15,66
	50	5,19	19,45
Вихід із 1 РЕ	53,76	5,27	20,17
Вхід на 2 РЕ	72,11	5,72	23,51
Вхід із 1 ГП	72,61	5,73	23,59
Початок стрілочної зони	88,09	4,4	26,58
Вихід на 1 ГП	95,59	3,76	28,44
Вихід із 2 РЕ	96,09	3,76	28,57
	100	3,78	29,61
Вхід на 3 РЕ	117,09	3,75	34,14
Вихід із 3 РЕ	138,97	3,71	40
Вхід на 4 РЕ	141,56	3,71	40,7
	150	3,69	42,98
Вихід із 4 РЕ	163,44	3,66	46,64
Вхід на 5 РЕ	165,49	3,65	47,2
Вихід із 5 РЕ	187,37	3,62	53,21
	200	3,6	56,71
Вхід на 2 ГП	232,63	3,57	65,83
	250	2,24	71,57
Вихід із 2 ГП	259,23	1,48	76,65
Розрахункова точка	298,73	1,4	104,07

Виконаний в таблицях розрахунок швидкості та тривалості скочування відчепів ПЛ–ШВ–ПЛ дозволяє виконати аналіз умов

інтервального регулювання швидкості скочування відчепів на існуючій сортувальній гірці станції Д.

5.4 Аналіз інтервалів на розділових елементах сортувальної гірки

Однією з головних умов якості запроєктованої гірки є розподіл відчепів на розділових елементах. До розділових елементів відносяться уповільнювачі гальмівних позицій, стрілочні переводи, що розділяють маршрути скочування, а також граничні стовпчики.

Перевірка умови розділення відчепів виконується на базі графіків часу скочування відчепів ПЛ–ШВ і ШВ–ПЛ ($T = f(S)$). Перевірка виконується графічним і аналітичним способом. На кожному розділовому елементі розглядаються дві пари відчепів: ПЛ–ШВ і ШВ–ПЛ.

Інтервал на розділовому елементі між моментом виходу першого відчепа з розділового елемента та моментом входу другого відчепа на розділовий елемент може бути знайдений за формулою:

$$\delta t = I_0 + T_{\text{вх}2} - T_{\text{вих}1}, \quad (5.15)$$

де $T_{\text{вх}2}$ – момент входу другого відчепа на розділовий елемент, с;

$T_{\text{вих}1}$ – момент виходу першого відчепа з розділового елемента, с.

Розрахунок інтервалів на всіх розділових елементах маршруту скочування виконаний автоматизовано та приведений в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок інтервалів на розділових елементах

Розділовий елемент	$\delta t, \text{с}$	
	ПЛ-ШВ	ШВ-ПЛ
СП 304	5,03	8,58
ГП I	4,15	9,12
СП 310	5,38	6,99
СП 320	5,85	5,94
СП 324	5,72	5,38

Як видно з результатів розрахунків, розділення відчепів виконується на всіх елементах гіркової горловини, що каже про достатню якість поздовжнього профілю існуючої сортувальної гірки.

5.5. Визначення розрахункової швидкості розпуску

Наявність на розділових елементах резерву інтервалу $\delta t > \delta t_{\min}$ свідчить про можливість підвищення швидкості розпуску. Швидкість розпуску, яка відповідає умові $\delta t = \delta t_{\min}$, являє собою найбільшу можливу (розрахункову) швидкість розпуску V_{0p} . Цю швидкість можна визначити виходячи з того, що на величину $(\delta t - \delta t_{\min})$ може бути зменшений інтервал відриву I_0 , мінімальна величина якого може складати:

$$I_{0 \min} = I_0 - (\delta t - \delta t_{\min}). \quad (5.16)$$

Враховуючи, що $I_{0 \min} = \frac{l_{B1} + l_{B2}}{2V_{0p}}$, з (5.16) отримаємо

$$V_{0p} = \frac{l_{B1} + l_{B2}}{2(I_0 - \delta t + \delta t_{\min})}. \quad (5.17)$$

Оскільки резерви інтервалів на окремих розділових елементах відрізняються, кожен з них має відповідну величину V_{0p} . Розрахуємо для прикладу величину V_{0p} при $I_0 = 11,60$ с:

– для стрілочного переводу № 304, $\delta t_p = 5,03$ с

$$V_{0p} = \frac{13,92 + 13,92}{2(11,60 - 5,03 + 1,0)} = 1,84 \text{ м/с};$$

– для граничного стовпчика $\delta t_p = 6,43$ с

$$V_{0p} = \frac{13,92 + 13,92}{2(11,60 - 6,43 + 0)} = 2,69 \text{ м/с.}$$

Аналогічно виконуються розрахунки V_{0p} для кожного розділового елемента, вихідні дані та результати яких наводяться у табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Визначення розрахункових швидкостей розпуску

№№ п/п	Найменування елементів	$\delta t_p, c$	$\delta t_{min}, c$	$V_{0p}, м/с$
1	ІД СП № 304	5,03	1,0	1,84
2	ІД ГП1	4,15	0,7	1,71
3	ІД СП № 310	5,38	1,0	1,93
4	ІД СП № 320	5,85	1,0	2,06
5	ІД СП № 324	5,38	1,0	1,93
6	ГС СП №324	6,43	0	2,69

Найменша величина розрахункової швидкості розпуску за умовою розділення на ГП1 дорівнює $V_{0p} = 1,71 \text{ м/с}$, тобто на даній гірці можливо виконувати розпуск составів з постійною швидкістю до $V_{0п.мах} = 1,71 \text{ м/с}$.

Застосування систем автоматичного завдання швидкості розпуску дає можливість розпуску состава зі змінною для відчепів або частини состава швидкістю. У цьому випадку для кожного відчепа задається відповідна швидкість розпуску залежно від його довжини і стрілки розділення суміжних відчепів. Окремі стрілочні переводи при розформуванні состава мають різну частоту, або ймовірність P , їх переведення між суміжними відчепами, і відповідну розрахункову швидкість розпуску, тому можливу величину середньозваженої швидкості розпуску составів на гірці можна визначити як

$$\tilde{V}_0 = \sum V_{0p_j} P_j. \quad (5.18)$$

Величину P_j для окремого стрілочного перевodu (за умови рівномірного розподілу відчепів по коліях) можна розрахувати за формулою:

$$P_j = \frac{2m_{\text{л}}m_{\text{п}}}{m_{\text{н}}(m_{\text{н}} - 1)}, \quad (5.19)$$

де $m_{\text{л}}$, $m_{\text{п}}$ – кількість сортувальних колій, що примикають відповідно до лівого та правого відхилення стрілочного перевodu;

$m_{\text{н}}$ – кількість колій накопичення сортувального парку.

Враховуючи, що в курсовому проекті V_{0p} визначаються тільки для стрілочних переводів за маршрутом на важку колію, розрахунок \tilde{V}_0 в цілому для гірки виконується таким чином.

По-перше, розділювальні (протишерсні) стрілочні переводи об'єднують в окремі групи (позиції) за ознакою їх однакової відстані від ВГ. При цьому не беруть до уваги розділювальні переводи, які ведуть на колії: ходові, стоянки вагонів, які заборонені до розпуску з гірки, та інші колії, що не призначені для направлення на них вагонів у процесі розпуску. Ці колії не беруться до уваги і при визначенні $m_{\text{н}}$ в (5.19).

По-друге, слід розглядати розпуск состава з одної окремої колії насуву.

Для окремої стрілочної позиції визначається кількість стрілочних переводів (K_c) та кількість колій, що примикають відповідно до лівого та правого відхилень. Наприклад, до стрілочної позиції № 3 входить три стрілки, з яких одна має $m_{\text{л}} = 1$ і $m_{\text{п}} = 1$, одна – $m_{\text{л}} = 1$ і $m_{\text{п}} = 2$, одна – $m_{\text{л}} = 2$ і $m_{\text{п}} = 3$. Ймовірність розділення відчепів на стрілочних переводах позиції можна визначити за формулою

$$P_i = \Sigma K_c P_j, \quad (5.20)$$

яка для позиції № 3 буде дорівнювати:

$$P_3 = 1 \frac{2 \cdot 1 \cdot 1}{10(10-1)} + 1 \frac{2 \cdot 1 \cdot 2}{10(10-1)} + 1 \frac{2 \cdot 2 \cdot 3}{10(10-1)} = 0,2.$$

Аналогічно виконуються розрахунки ймовірностей на інших стрілочних позиціях, вихідні дані й результати яких наводяться у табл. 5.8

Таблиця 5.8 – Розрахунок середньозваженої швидкості розпуску

№ позицій	K_c	$m_{л}$	$m_{п}$	P_i	$V_{ор}, м/с$			$V_{орi}, м/с$	$P_i V_{орi}, м/с$
					стр.	гп	гс		
1	1	5	5	0,55556	1,84			1,84	1,02
2	1	2	3	0,13333	1,91	1,71		1,71	0,23
3	1	1	1	0,2	1,93	1,71		1,71	0,34
	1	1	2						
	1	2	3						
4	2	1	1	0,08888	2,06	1,71		1,71	0,15
	1	2	1						
5	1	1	1	0,02222	1,93	1,71	2,69	1,71	0,04
Всього	29	–	–	1,000				$\tilde{V}_0 =$	1,78

Величина $V_{ор(стр)}$ окремої стрілочної позиції дорівнює визначеній (табл. 5.7) для стрілочного переводу, який належить до позиції і знаходиться на розрахунковому маршруті. Якщо в окремій стрілочній позиції відсутні переводы, які входять до розрахункового маршруту, то $V_{ор(стр)}$ визначається як середня величина суміжних стрілочних позицій. Для стрілочної позиції № 2

величина $V_{op(2)}$, як середня між позиціями № 1 і № 3, становить:

$$V_{op(2)} = 1,84 + (3(1,93 - 1,84) / 4) = 1,91 \text{ м/с.}$$

Отримані значення $V_{op(стр)}$ наводять у відповідній колонці табл. 5.8. Крім того, для кожної стрілочної позиції визначають і наводять у табл. 5.8 найменшу величину $V_{op(гн)}$ усіх гальмових позицій, які передують стрілочній. Для останньої стрілочної позиції наводять також величину $V_{op(гс)}$ граничного стовпчика. Найменшу величину з усіх поданих для стрілочної позиції приймають як результуючу V_{opi} . Останню використовують для визначення згідно з (5.17) середньозваженої швидкості розпуску, яка становить $\tilde{V}_0 = 1,78 \text{ м/с.}$

5.6. Визначення переробної спроможності гірки

Потенційна переробна спроможність гірки визначається за формулою:

$$N_{\Pi} = \frac{\alpha_{вр} \cdot (1440 - T_{пост})}{t_{г}} \cdot m_{с}, \quad (5.21)$$

де $\alpha_{вр}$ – коефіцієнт, що враховує перерви в роботі гірки через наявність ворожих пересувань;

$T_{пост}$ – тривалість заняття гірки протягом доби постійними технологічними перервами для технічного обслуговування і ремонту гіркових пристроїв, зміни локомотивних бригад і ін., *хв*;

$t_{г}$ – гірковий технологічний інтервал, *хв*;

$m_{с}$ – кількість вагонів у складі поїзду, *ваг*.

Гірковий технологічний інтервал при одному локомотиві на гірці визначається за формулою

$$t_{г} = t_{з} + t_{пр} + t_{нас} + t_{роз} + t_{ос}, \quad (5.22)$$

де t_3 - тривалість заїзду маневрового локомотива із сортувального в парк ПВ;

$t_{\text{пр}}$ - тривалість прибирання состава з колії приймально-відправного парку на витяжну колію (див.п.3.4);

$t_{\text{нас}}$ - тривалість насуву состава до вершини гірки;

$t_{\text{роз}}$ - тривалість розпуску состава;

$t_{\text{ос}}$ - тривалість на осаджування.

Заїзд складається з двох напіврейсів: 1) від вершини гірки за стрілку №302 примикання колії насуву до витяжної колії №6, $l' = 250\text{ м}$; 2) від цієї стрілки до состава, що знаходиться на приймально-відправній колії ПВ-1, $l'' = 500\text{ м}$. Тривалості першого t'_3 і другого t''_3 напіврейсів заїзду визначаються за формулою

$$t = a + bm_c, \quad (5.23)$$

де a, b – нормативи часу на виконання піврейсів [34], $хв$;

m_c – кількість вагонів у маневровому складі.

Значення a і b приймаються в залежності від довжини піврейсу, яка визначається довжиною поїзда та горловини парку.

Тоді для першого напіврейсу при $m_c = 0$ $a = 1хв$, $b = 0$, $t'_3 = 1 хв$.

Для другого напіврейсу при $m_c = 0$ $a = 1,44хв$, $b = 0$, $t''_3 = 1,44 хв$.

Тоді тривалість заїзду можна визначити як

$$t_3 = t'_3 + t''_3. \quad (5.24)$$

$$t_3 = 1 + 1,44 = 2,44 хв.$$

Величини $t_{\text{нас}}$, $t_{\text{роз}}$, $t_{\text{ос}}$ визначаються за формулами [36]:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \frac{l_{\text{нас}} - 60}{10}, \quad (5.25)$$

$$t_{\text{роз}} = \frac{m_c l_B}{60 V_{\text{роз}}}, \quad (5.26)$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06 m_c, \quad (5.27)$$

де $l_{\text{нас}}$ - довжина колії насуву, $l_{\text{нас}} = 250 \text{ м}$;

$V_{\text{роз}}$ - швидкість розпуску состава (див.п.5.4).

Тривалість насуву состава до вершини гірки

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \frac{250 - 60}{10} = 2,69 \text{ хв.}$$

Тривалість розпуску составу

$$t_{\text{роз}} = \frac{65 \cdot 15}{60 \cdot 1,2} = 9,50 \text{ хв.}$$

Час на осаджування

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 65 = 3,9 \text{ хв.}$$

За формулою (5.22) зробимо розрахунок гіркового інтервалу

$$t_{\Gamma} = 2,44 + 8,74 + 2,69 + 9,5 + 3,9 = 27,27 \text{ хв.}$$

Згідно з [37] $\alpha_{\text{вр}} = 0,97$, $T_{\text{пост}} = 120 \text{ хв}$, а $t_{\Gamma} = 27,27 \text{ хв}$, тоді потенційна

переробна спроможність гірки складає:

$$N_{\Pi} = \frac{0,97 \cdot (1440 - 120)}{27,27} \cdot 65 = 3052 \text{ ваг.}$$

Так як середньодобовий обсяг роботи сортувальної гірки складає 1082 вагонів на добу, то, порівнюючи його з потенційною переробною

спроможністю, можна сказати, що гірка впорається з заданим обсягом роботи.

Завантаження сортувальної гірки визначається за формулою:

$$\Psi_{\Gamma} = \frac{N_{\text{д}}}{N_{\text{п}}} \quad (5.28)$$

$$\text{Отже маємо: } \Psi_{\Gamma} = \frac{1082}{3052} = 0,35$$

Таким чином, після виконаних розрахунків, можна зробити висновок, що сортувальна гірка відповідає всім нормам та правилам проектування і здатна переробити розрахункові обсяги вагонопотоку.

6 РОЗРОБКА, АНАЛІЗ ТА ВИБІР ВАРІАНТУ РОЗБУДОВИ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ

6.1 Розробка та аналіз варіантів розбудови станції

Під час розбудови дільничної станції необхідно враховувати наступні вимоги [39]:

- конструкція елементів станції повинна забезпечувати безперебійне виконання необхідних технологічних операцій, пов'язаних з виконанням графіка руху поїздів;
- мінімальну кількість перетинань маршрутів прямування поїздів, локомотивів, передач і ізоляцію маневрової роботи від операцій з пропуску поїздів;
- найменші пробіги рухомого складу по території станції;
- зручне взаємне розташування і можливість подальшого розвитку технічних пристроїв станції;
- економічність в будівництві і експлуатації;
- забезпечення максимальних зручностей пасажирам при виконанні операцій з пасажирськими поїздами.

Для розбудови дільничної станції розробимо варіанти її розвитку.

6.2 Аналіз варіантів розбудови

Перший варіант передбачає розбудову станції шляхом збільшення кількості колій у приймально-відправному парку за рахунок сортувальних колій, що потребує розширення станційної площадки та реконструкції колій сортувального парку. Принципова схема розбудови станції за першим варіантом наведена на рисунку 6.1

Перевагами такого варіанту є:

- компактне розташування і хороша видимість основних пристроїв;
- концентрація в одному районі всіх операцій з пропуску поїздів;

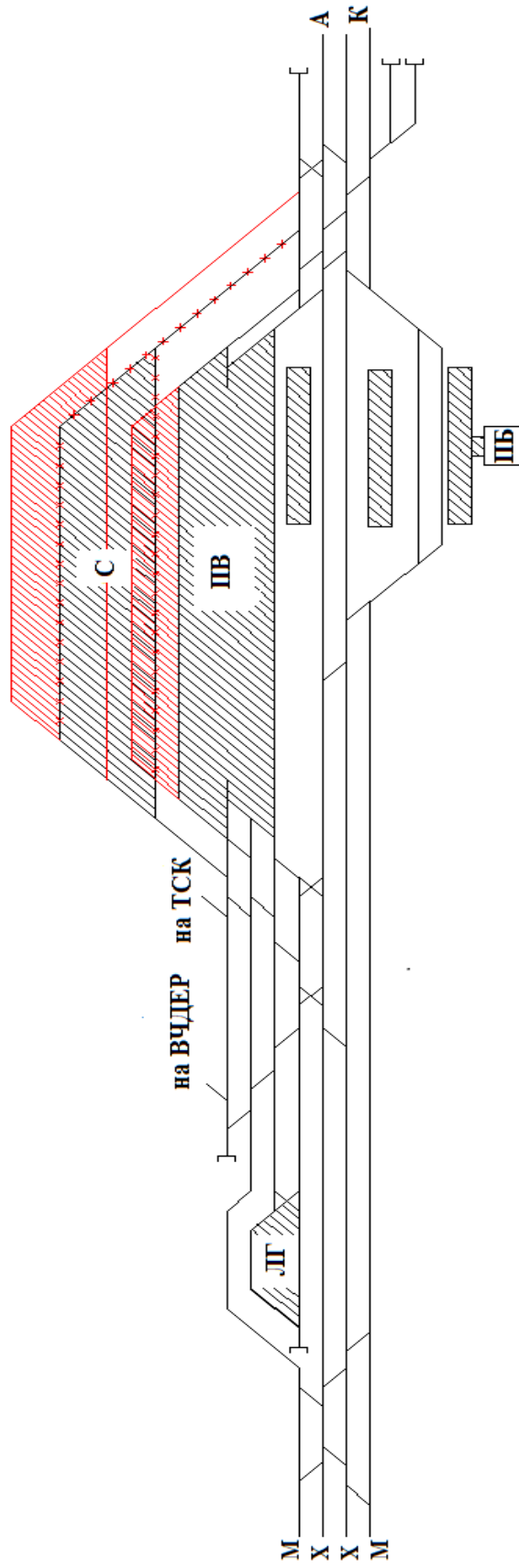


Рисунок 6.1 – Схема розбудови по першому варіанту

- коротка станційна площадка;
- зосередження роботи в одному парку, дає можливість обійтися меншим штатом працівників служби руху і вагонної служби;
- висока ступінь безпеки при обслуговуванні пасажирів, тому що по пасажирських коліях вантажні поїзди не пропускаються.

Однак зберігаються суттєві недоліки цієї схеми, наприклад:

- ворожість маршрутів вантажних і пасажирських поїздів з усіх напрямків;
- в парній горловині є ворожі перетини маршрутів вантажних і пасажирських поїздів з усіх напрямків;
- при збиранні або подачі поїзного локомотива з локомотивного депо виникає ворожість маршрутів відправлення поїзда з парку ПВ на напрями А та К;
- великий пробіг по коліям станції поїзних локомотивів парних поїздів яким необхідна зміна локомотива, рівний приблизно подвоєній довжині приймально-відправних колій.
- необхідна реконструкція насувної, хвостової частини та колій сортувального парку

Другий варіант передбачає розбудову станції по подовжньому типу з розміщенням другого парку зі сторони непарного підходу поїздів. Принципова схема розбудови станції за другим варіантом наведена на рисунку 6.2.

Переваги станцій цього типу такі :

- відсутність властивих першому варіанту розбудови поперечного типу перетину маршрутів прибуття і відправлення: прийом пасажирського поїзда з підходів А і К та відправлення на ці ж підходи вантажного поїзда; відправлення пасажирського поїзда на напрямок Х та М та прийом вантажних поїздів з цих же напрямків;

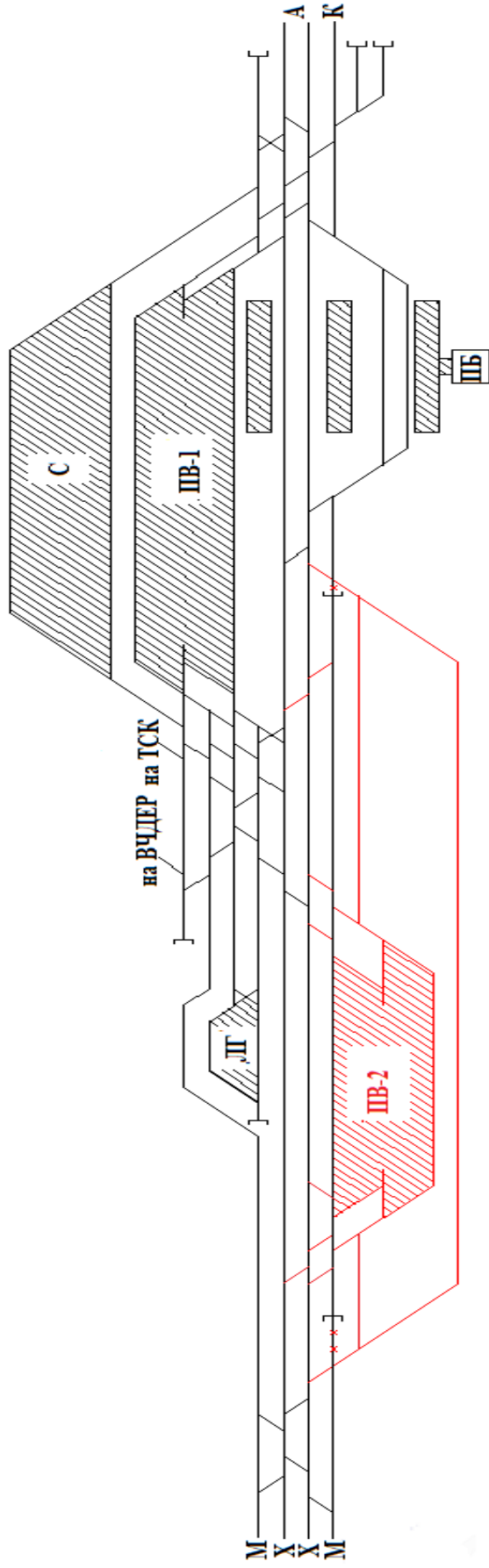


Рисунок 6.2 – Схема розбудови по другому варіанту

- забезпечується менший пробіг по коліям станції змінюваних поїзних локомотивів з напрямків Х та М на відміну від першого варіанту;
- безпосередній вихід з колій парного транзитного парку до сортувального парку, що полегшує маневрову роботу в порівнянні з першим варіантом;

Недоліками станції повздовжнього типу є:

- більша довжина станційної площадки в порівнянні з першим варіантом;
- маршрути прибирання та подачі поїзних локомотивів у парк ПВ-2 перетинають головні колії;
- потрібен більший штат працівників для обслуговування парку ПВ-2;

Третій варіант передбачає розбудову станції по напівповздовжньому типу з розміщенням другого парку з боку пасажирських пристроїв. Принципова схема розбудови станції за третім варіантом наведена на рисунку 6.3.

Перевагами станцій цього типу є:

- відсутність властивих першому варіанту розбудови поперечного типу перетину маршрутів прибуття і відправлення: прийом пасажирського поїзда з підходу А та К та відправлення на ці ж підходи вантажного поїзда; відправлення пасажирського поїзда на напрямок Х та М та прийом вантажних поїздів з цих же напрямків;
- забезпечується менший пробіг по коліям станції змінюваних поїзних локомотивів в порівнянні з іншими варіантами;
- менша довжина станційної площадки а порівняні з другим варіантом;

Недоліками цього варіанту є:

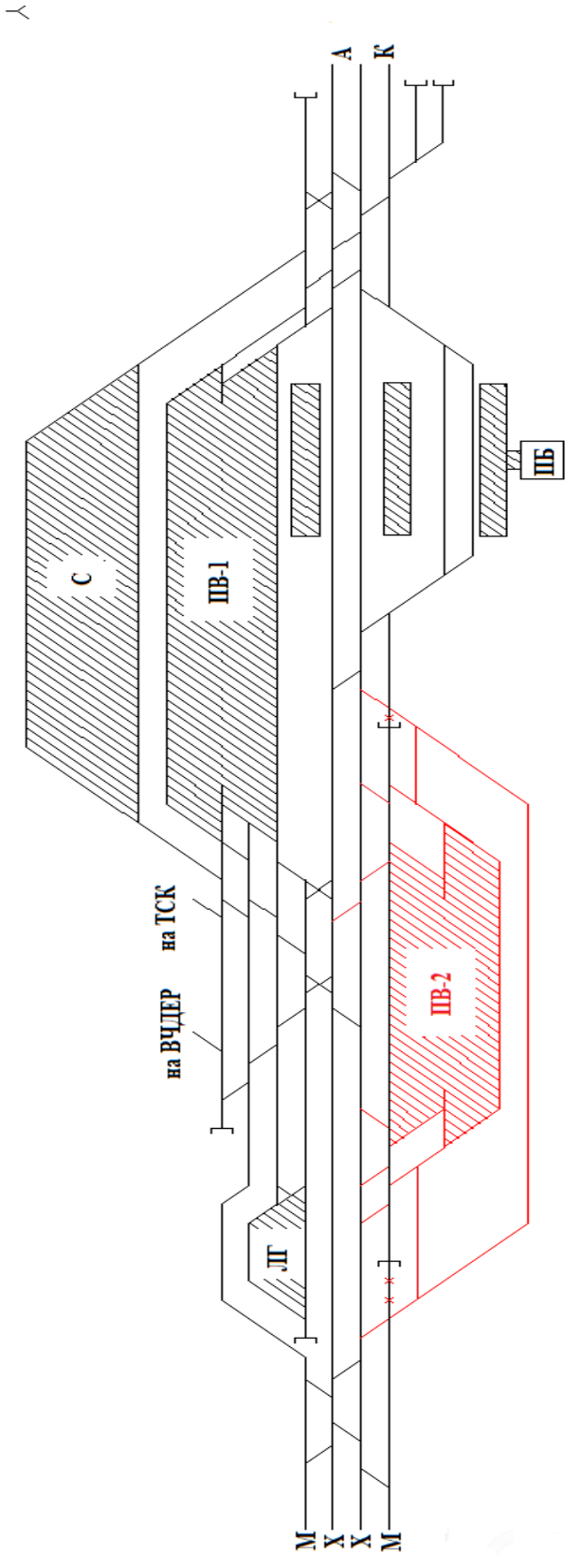


Рисунок 6.3 – Схема розбудови по третьому варіанту

- більша довжина станційної площадки в порівнянні з першим варіантом;
- маршрути прибирання та подачі поїзних локомотивів у парк ПВ-2 перетинають головні колії;
- потрібен більший штат працівників для обслуговування парку ПВ-2 у порівнянні з першим варіантом;
- відсутність безпосереднього виходу з колій парку ПВ-2 до сортувального парку в порівнянні з першим варіантом.

За результатами порівняння переваг та недоліків варіантів розбудови станції обираю третій варіант розбудови станції з напівповздовжнім розташуванням приймально-відправних парків.

6.3 Розробка спеціалізації приймально-відправних парків та нормування технологічних операцій станції після реконструкції

Спеціалізація приймально-відправних парків станції розроблюється на підставі типового технологічного процесу дільничної станції з використанням немасштабної схеми станції Д, визначеної варіантом розбудови [40]. Спеціалізація парків дозволяє мінімізувати пробіг поїздів і локомотивів, а також кількість перетинів маршрутів, що покращує умови роботи станції.

Приймаємо таку спеціалізацію парків станції Д:

1. Парк ПВ-1:

- прийом всіх вантажних поїздів з напрямків А та К;
- прийом поїздів у розформування з напрямків Х та М;
- відправлення поїздів свого формування на усі напрямки.

2. Парк ПВ-2:

- прийом транзитних поїздів з напрямків М та Х.

Розроблену спеціалізацію надаємо в вигляді таблиці 6.1

Таблиця 6.1 – Спеціалізація парків станції Д після реконструкції

Зі станції		На станцію					
		А	К	Х	М	Д	
						дільничні	збірні
А		-	0	11(I)	12(I)	3(I)	1(I)
К		0	-	1(I) *	10(I) *	3(I)	1(I)
Х		12(II)	2(II) *	-	5(II)*	3(I)	1(I)
М		11(II)	11(II)*	5(II)*	-	4(I)	2(I)
Д	дільничні	3(I)	3(I)	3(I)	4(I)	-	
	збірні	1(I)	1(I)	1(I)	2(I)		

Оскільки за формулами (3.9) та (3.10) тривалість виконання технологічних операцій залежить від кількості вагонів у составі, то розрахунки за цими формулами будуть аналогічні наведеним у розділі 3:

$$t_{\text{ТО}}^{\text{пер}} = \frac{0,9 \cdot 65}{1} + 2 = 60,5 \text{ хв};$$

$$t_{\text{ТО}}^{\text{тр}} = \frac{0,9 \cdot 65}{1} + 0,2 \cdot 12 + 2 = 62,9 \text{ хв}.$$

Однак розрахунки завантаження бригад ПТО за формулою (3.11) будуть розраховуватися для кожного парку ПВ-1 та ПВ-2 окремо:

$$\Psi_{\text{бр}}^{\text{I}} = \frac{18 \cdot 60,5 + (34 + 18) \cdot 62,9}{1440 \cdot 2} = 1,51;$$

$$\Psi_{\text{бр}}^{\text{II}} = \frac{46 \cdot 62,9}{1440 \cdot 1} = 2,01.$$

Оскільки $\Psi_{\text{бр}} > 0,85$, то виконуємо розрахунки аналогічно наведеним у розділі 3 та зводимо результати розрахунків до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Тривалість технічного обслуговування складів поїздів і коефіцієнти завантаження бригади ПТО

K _{гр}	Час технічного обслуговування поїздів, хв		Ψ _{бр}	
	у переробку	транзитних	ПВ-1	ПВ-2
1	60,5	62,9	1,51	2,01
2	31,25	33,65	0,86	1,08
3	21,5	23,9	0,63	0,76
4	16,63	19,03	0,52	0,61

Для парку ПВ-1 жодне зі значень не знаходиться у діапазоні 0,75...0,85. Тому приймається найближчий до 0,75 коефіцієнт завантаження бригади ПТО – 0,63. Кількість груп у бригаді ПТО дорівнює трьом.

Для парку ПВ-2 також, жодне зі значень не знаходиться у цьому діапазоні. Тому приймається найближчий до 0,75 коефіцієнт завантаження бригади ПТО – 0,76. Кількість груп у бригаді ПТО дорівнює трьом.

Отже, у подальших розрахунках необхідно використовувати тривалості технічного обслуговування складів поїздів, які отримані для двох бригад та двох груп у бригаді ПТО для парку ПВ-1 і для однієї бригади і трьох груп для парку ПВ-2.

Згідно формул (3.1-3.5) розрахуємо тривалість виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій у парку ПВ-1:

$$t_T^{T6} = 6,55 + 7,53 + 23,9 + 3,07 = 41,05 \text{ хв};$$

$$t_T^{T3} = 6,55 + 11,87 + 33,9 + 3,07 = 55,39 \text{ хв};$$

$$t_T^D = 6,55 + 7,53 + 21,5 + 8,74 = 44,32 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{зб}} = 6,55 + 9,28 + 26,5 + 8,74 = 51,07 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{сф}} = 8,74 + 11,87 + 33,9 + 3,07 = 57,58 \text{ хв}.$$

Тривалість виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій у парку ПВ-2 буде дорівнювати:

$$t_{\text{Т}}^{\text{тб}} = 6,55 + 7,53 + 23,9 + 3,07 = 41,05 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{тз}} = 6,55 + 11,87 + 33,9 + 3,07 = 55,39 \text{ хв}.$$

6.4 Розрахунок кількості колій в приймально-відправних парках станції

Розрахунки кількості колій в приймально-відправному парку станції Д за новими розмірами руху до реконструкції наведені у розділі 4. Розрахуємо кількість колій в приймально-відправних парках станції Д після реконструкції. Таблиця загальної кількості поїздів і тривалості їх знаходження в кожному приймально-відправному парку для станції Д після розбудови має вигляд, наведений в таблиці 6.3.

На основі даних таблиці 7.1 за формулою (4.2) розрахуємо середній час зайняття колій у кожному парку

$$\bar{t}_{\text{зан}}^{\text{I}} = \frac{4293,1}{70} = 61,33 \text{ хв};$$

$$\bar{t}_{\text{зан}}^{\text{II}} = \frac{2783}{46} = 60,5 \text{ хв}.$$

Розрахункові інтервали прибуття поїздів за збільшеними розмірами руху наведені у розділі 4.

Для розрахунку кількості колій у парках ПВ-1 та ПВ-2 необхідно визначити долю поїздів, що надходять у парк з кожної лінії від загальної кількості поїздів, що прибувають на станцію:

Таблиця 6.3 – Загальна кількість поїздів і тривалість їх знаходження в кожному приймально-відправному парку

Категорія поїзда	Напря́м	$t_{т}, хв$		$t_{оч}, хв$	$t_{зан}, хв$		ПВ-1		ПВ-2	
		ПВ-1	ПВ-2		ПВ-1	ПВ-2	N	$Nt_{зан}$	N	$Nt_{зан}$
Транзитні без зміни локомотива	на А		38,65	5,71		45,33			23	1020,3
	на Х	51,78		25,54	55,92		11	850,52		
	на М	51,78		8,53	41,19		12	723,72		
Транзитні зі зміною локомотива	на К		55,39	24,49		88,82			13	1038,4
	на Х	68,55	55,39	25,54	72,66	79,24	1	94,09	5	404,65
	на М	68,55	55,39	8,53	57,93	64,51	10	770,8	5	319,6
Дільничні	у	57,48		8,81	46,55		13	861,77		
Збірні	розф.	64,23		8,81	53,1		5	365,2		
Свого формування	на А	70,63		5,71	57,68		4	305,36		
	на К	70,63		24,49	84,43		4	380,48		
	на Х	70,63		25,54	74,85		4	384,68		
	на М	70,63		8,53	60,12		6	474,96		
Всього							70	4293,1	46	2783

Для ПВ-1:

$$- \gamma_A^I = \frac{27}{27} = 1; \quad \gamma_K^I = \frac{15}{15} = 1; \quad \gamma_X^I = \frac{4}{23} = 0,17; \quad \gamma_M^I = \frac{6}{33} = 0,18; \quad \gamma_{сф}^I = \frac{18}{18} = 1.$$

Для ПВ-2:

$$- \gamma_M^{\text{II}} = \frac{27}{33} = 0,82; \quad \gamma_X^{\text{II}} = \frac{19}{23} = 0,83.$$

На основі розрахованих даних визначимо кількість колій в парках станції:

$$m_{\text{ПВ-1}} = \frac{61,33}{26,3} \cdot 1 + \frac{61,33}{46,13} \cdot 1 + \frac{61,33}{29,21} \cdot 0,17 + \frac{61,33}{21,65} \cdot 0,18 + \frac{61,33}{48} \cdot 1 = 5,8,$$

приймаємо 6 колій

$$m_{\text{ПВ-2}} = \frac{60,5}{29,21} \cdot 0,83 + \frac{60,5}{21,65} \cdot 0,82 = 4,02, \text{ приймаємо 5 колій.}$$

Відповідно до розрахунків у парку ПВ-1 повинно бути 6 колій та у ПВ-2 також 5 колій.

6.5 Дослідження та вибір раціональної конструкції горловин парку ПВ-2

Горловина парка – найвідповідальніший елемент колійного розвитку станції, від якого залежать пропускна спроможність станції, вартість її спорудження, безпека руху поїздів і маневрової роботи на станції. Горловина станції повинна забезпечувати:

- одночасний прийом поїздів на станцію зі всіх напрямків, що примикають до неї;
- виконання декількох операцій одночасно, для чого колії об'єднують в секції і укладають відповідні з'єднання для паралельних пересувань;
- безпека руху, для чого маршрути поїздів повинні бути відокремлені від маневрових;
- якомога меншу довжину;
- найменшу кількість стрілочних переводів та кривих;
- незалежний рух поїздів по кожній головній колії.

Ефективність експлуатації залізничних станцій прямо залежить від оптимальності рішень, прийнятих при проектуванні або реконструкції їх горловин. Істотне підвищення якості проектування, збільшення

продуктивності праці проектувальників може бути досягнуте в результаті впровадження нової інформаційної технології, основою якою є система автоматизованого проектування.

За таку систему була обрана програма NeckExplorer.exe, за її допомогою буде проведений аналіз параметричних моделей пар горловин розроблених у програмі автоматизованого проектування SaprConv.exe.

6.3.1 Розробка та обґрунтування варіантів конструкції горловин приймально-відправного парку ПВ-2

Розробимо 6 варіантів горловин (2 парних і 4 непарних) та на їх основі розробимо 8 можливих варіантів проектування парку ПВ-2.

Перший варіант являє собою горловину з розміщенням локомотивного тупика між головною колією № I та стрілочною секцією 6-10, що забезпечує паралельний прийом транзитних поїздів з напрямків X та M та заїзд локомотива під состав, що змінює напрямок слідування. Схема горловини наведена на рисунку 6.4.

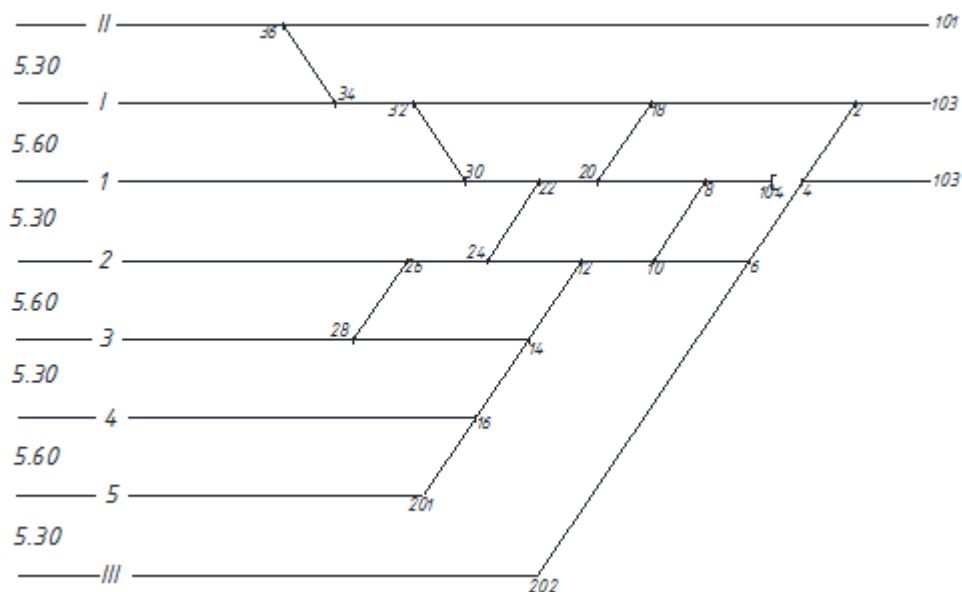


Рисунок 6.4 – Перший варіант парної горловини парку ПВ-2

Другий варіант представлений на рисунку 6.5. Від першого варіанту його відрізняє примикання приймально-відправної колії №5 під кутом 2α та відсутність стрілочної секції 18-36

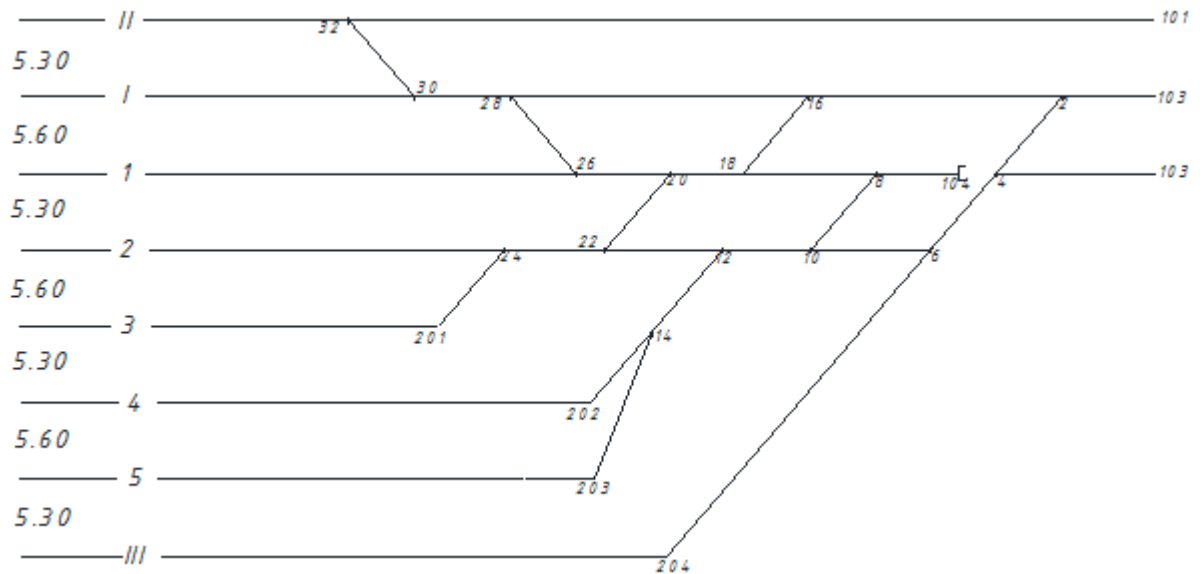


Рисунок 6.5 – Другий варіант парної горловини парку ПВ-2

Перший варіант парної горловини являє собою горловину з розміщенням витяжної колії між головною колією № I та стрілочною секцією 5-9, що забезпечує паралельний прийом транзитних поїздів з напрямків А та К та заїзд локомотива під состав що змінює напрямок слідування.

На рисунках 6.6 та 6.7 наведено варіанти непарної горловини парку ПВ-2.

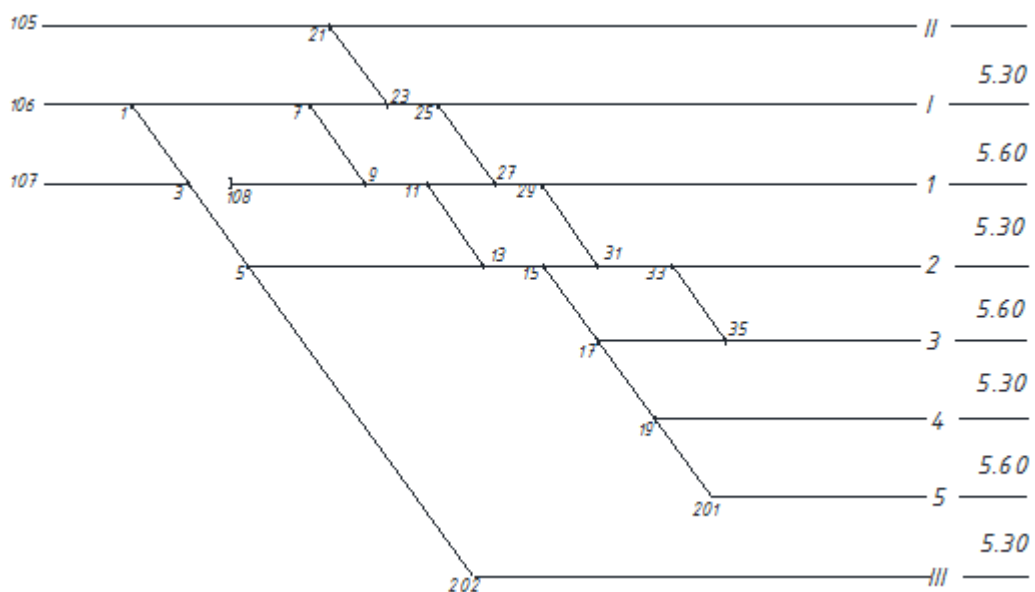


Рисунок 6.6 – Перший варіант непарної горловини парку ПВ-2

Другий варіант відрізняється від першого лише конструкційно. Приймально-відправна колія №5 примикає під кутом 2α та відсутнє замикання колії №3 на дві секції горловини в порівнянні з першим варіантом.

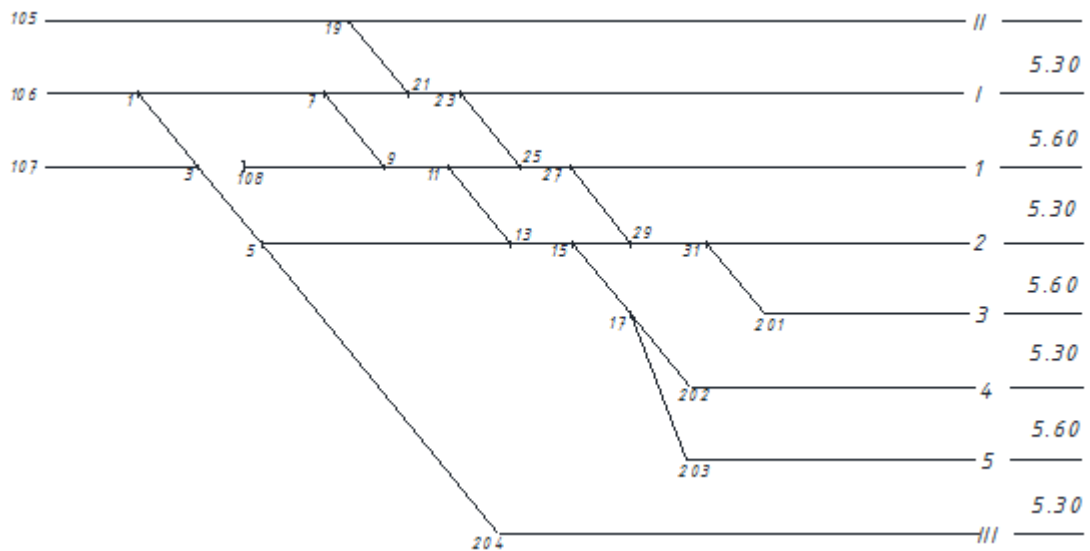


Рисунок 6.7 – Другий варіант непарної горловини парку ПВ-2

Третій варіант проекту парної горловини принципово відрізняється від першого та другого послідовністю примикання витяжної колії, яка в цьому варіанті є продовженням приймально-відправної колії №2. Схему наведено на рисунку 6.8.

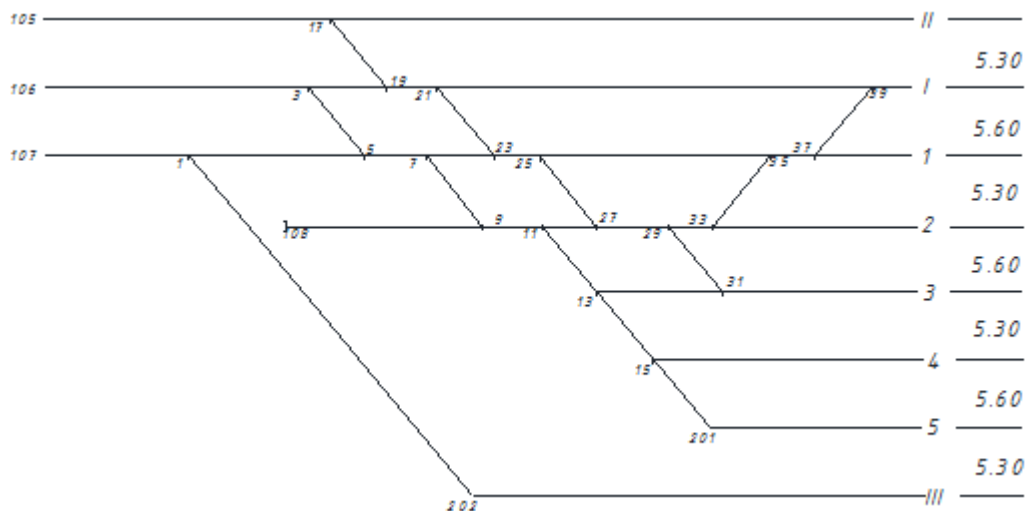


Рисунок 6.8 – Третій варіант непарної горловини парку ПВ-2

Четвертий варіант непарної горловини парку ПВ-2 відрізняється від третього примиканням приймально-відправної колії №5 під кутом 2α . Схему четвертого варіанту горловини наведено на рисунку 6.9.

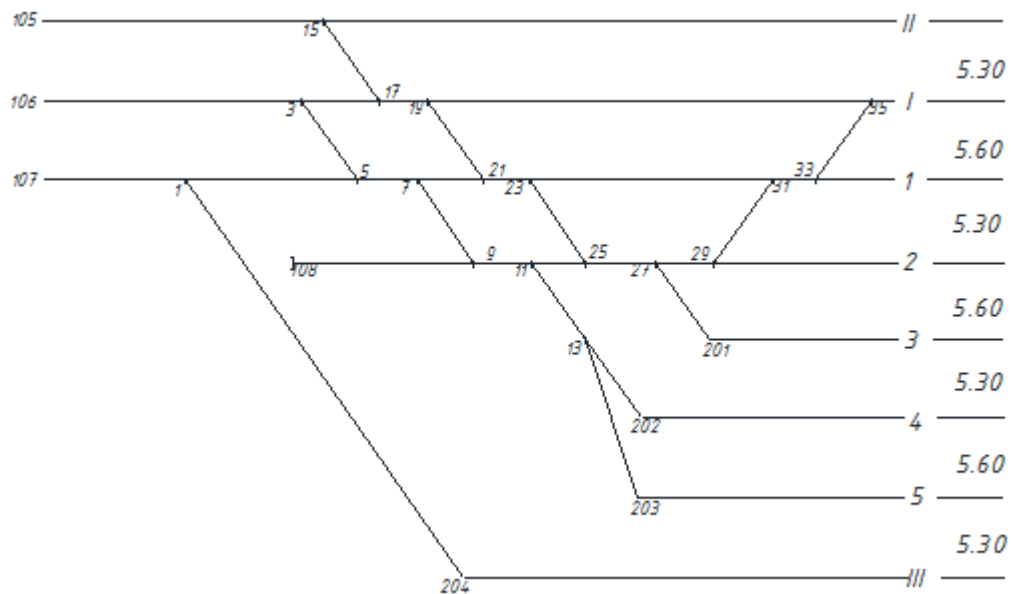


Рисунок 6.9 – Четвертий варіант непарної горловини парку ПВ-2

На основі розроблених варіантів горловин парку ПВ-2 складено 8 параметричних моделей пар горловин, та кожену пару горловин парку закодовано відповідно до інструкції програми SaprConv.exe.

6.3.2 Розробка та обґрунтування варіантів конструкції горловин приймально-відправного парку ПВ-2

На основі отриманих параметричних моделей з координатами контрольних точок проведено аналіз варіантів пар горловин за допомогою програми NeckExplorer.exe.

Кожну пару горловин проаналізовано за критерієм мінімуму сумарної будівельної довжини колій парку ПВ-2. У таблиці 6.1 наведено розподіл сумарної будівельної довжини по парам горловин парку ПВ-2.

Таблиця 6.4 – Будівельна довжина приймально-відправних колій по варіантах

Варіант пари горловин	№ непарної горловини	№ парної горловини	$L_{\text{буд}}, \text{ м}$
1	1	1	15235
2	1	2	15279
3	1	3	14581
4	1	4	14646
5	2	1	14502
6	2	2	14566
7	2	3	14646
8	2	4	14710

Серед перелічених варіантів пар горловин найменша сумарна будівельна довжина колій парку ПВ-2 виявилася у 5-му варіанті, тому для подальшого проектування парку буде використаний другий варіант непарної горловини та перший варіант парної горловини ПВ-2.

7 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ

Для реконструйованої дільничної станції розроблено технологію та побудовано добовий план-графік роботи.

7.1 Технологія роботи станції Д після реконструкції

7.1.1 Операції по прибуттю поїздів. Залежно від наявного транзитного поїздопотока, схеми станції та її колійного розвитку транзитні поїзди повинні прийматися в об'єднані приймально-відправні або спеціалізовані транзитні парки або колії.

Обробка состава у парку прибуття включає в себе наступні технологічні операції:

- контрольну перевірку состава;
- звірення перевізних документів з телеграмою натурним листом поїзда (ТГНЛ);
- технічне обслуговування вагонів;
- комерційний огляд вагонів і вантажів.

До прибуття поїзда черговий по залізничній станції одержує від диспетчера поїзної інформацію про номер та індекс поїзда, час прибуття, призначення та інші дані, які характеризують склад поїзда (кількість вагонів, вагу поїзда, наявність вагонів з небезпечними вантажами, негабаритними вантажами, тваринами тощо).

Перед прийманням поїзда черговий по залізничній станції сповіщає чергового по локомотивному депо, працівників пункту технічного обслуговування вагонів (ПТО) та пункту комерційного огляду вагонів (ПКО), станційного технологічного центру обробки перевізних документів (СТЦ) та працівників станції, що відповідають за закріплення составів поїздів, про передбачуване прибуття поїзда із зазначенням номера колії приймання.

Поїзд, який прибуває, зустрічають працівники, які беруть участь у його обробці.

Всі виконавці операцій з обробки транзитного поїзда займають вихідні позиції відповідно до технічно-розпорядчого акту і технологічного процесу роботи станції, технологічних процесів роботи станції – ПТО, станції – ПКО, станції – локомотивного депо.

Після зупинки поїзда на колії приймання состав закріплюється гальмовими башмаками у порядку, що встановлений ТРА станції, після чого локомотив відчеплюється від поїзда. Працівники ПТО огороджують состав і розпочинають його технічний огляд.

Технічний огляд починається після повідомлення про здійснення огороження.

На станціях, що обладнані пристроями централізованого огороження, сигнали огороження составів включаються оператором ПТО за погодженням з ДСП.

Під час технічного огляду состава виявляються вагони, що потребують відчіпного ремонту, виявляються технічні несправності, що можуть бути усунені без відчеплення вагонів від состава (за час стоянки поїзда за графіком).

На вагонах, що підлягають відчіпному ремонту, оглядачі роблять крейдяні надписи із зазначенням місця прямування вагона (депо, перевантаження тощо) і через старшого оглядача чи оператора ПТО повідомляють номери цих вагонів черговому по залізничній станції. На ці вагони виписуються повідомлення форми ВУ-23 у двох примірниках, один примірник повідомлення через оператора ПТО чи старшого оглядача передається черговому по залізничній станції.

Про несправності у вагонів, що підлягають усуненню без відчеплення від состава, оглядачі вагонів роблять крейдяні позначки, а оглядачі-ремонтники, що слідує за ними, проводять відповідні ремонтні роботи.

Після закінчення ремонту оглядачі-ремонтники вагонів витирають крейдянні надписи.

Старший оглядач кожної групи, переконавшись в закінченні виконання технічних операцій, відсутності людей під вагонами, повідомляє оператора ПТО про закінчення технічного огляду та ремонту вагонів, про можливість зняття сигналів огороження.

Оператор ПТО, після одержання повідомлення від усіх груп, знімає або дає вказівку про зняття сигналів огороження, сповіщає про це через парковий зв'язок всіх працівників, що знаходяться в парку, після чого доповідає черговому по залізничній станції про готовність состава, можливість виконання операцій по відчепленню вагонів, що потребують відчіпного ремонту.

Якщо штатним розписом не передбачено посаду оператора ПТО, тоді доповіді про закінчення робіт приймає старший оглядач вагонів, який, переконавшись у закінченні виконання технічних операцій, відсутності під вагонами людей, дає вказівку про зняття сигналів огороження, доповідає про результати технічного обслуговування вагонів ДСП.

Порядок огляду та ремонту вагонів, час на виконання операцій, кількість бригад, груп встановлюється технологічним процесом роботи станції та ПТО.

Одночасно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд состава, усунення виявлених комерційних несправностей вагонів. Про результати огляду состава в комерційному відношенні та готовність його до відправлення приймальник поїздів повідомляє ДСП з подальшою відміткою про це в Книзі форми ГУ-98.

За наявності вагонів з комерційними несправностями, що загрожують схоронності вантажу, безпеці руху, а також коли неможливо усунути їх без відчеплення від состава, приймальники поїздів повинні нанести крейдянні позначки на вагонах і повідомити номери цих вагонів ДСП для відчеплення

та подачі їх на колії, що призначені для усунення несправностей, з подальшим складанням акту загальної форми ГУ-23.

Технологічний графік обробки поїзда в розформування в наведено на рисунку 7.1.

Операція	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда				Виконавці
		Час, хв.				
		10	20	30	40	
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер, час прибуття і призначення поїзда						Черговий по станції
Сповіднення працівників станції, ПКО, ПТО, чергового по локомотивному депо про номер, час прибуття, колію приймання поїзда						Черговий по станції
Вихід на колію приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда						Працівники ПТО, ПКО, локомотивна бригада
Закріплення состава, відчеплення поїзного локомотива, огороження состава	3					Локомотивна бригада, сигналіст, працівники ПТО
Контрольний технічний та комерційний огляди состава, усунення несправностей	21					Працівники ПТО і ПКО
Зняття огороження, причеплення локомотива, зняття закріплення состава	3					Локомотивна бригада, працівники ПТО, сигналіст
Скорочення випробування гальм	10					Локомотивна бригада
Загальна тривалість обробки поїзда	37					

Рисунок 7.1 – Графік обробки поїзда в розформування

7.1.2 Технологія розформування і формування составів. ДСП, ознайомившись з сортувальним листком, перевіряє можливість розміщення вагонів состава, який підлягає розформуванню, в межах сортувальних колій. При необхідності готує сортувальні колії (здійснює осаджування чи підтягування до хвостової горловини вагонів, які стоять на коліях), повідомляє всіх причетних працівників про план розпуску состава, переконується через відповідних працівників у відсутності під вагонами гальмових башмаків і дає вказівку машиністу про перестановку состава на витяжну колію.

У процесі розформування составів на підставі даних обліку накопичення вагонів на сортувальних коліях і даних натурних листів (про

кількість, розташування, вагу вагонів за призначенням плану формування, характеристик вантажу, що перевозиться) на состави, що прибули, під керівництвом ДСП здійснюється формування составів за новими призначеннями.

ДСП відповідно до плану формування та наміченому відправленню поїздів встановлює черговість огляду вагонів на сортувальних коліях, про що доводить до відома працівників ПТО і ПКО.

Завдання на розформування (формування) составів з двох боків сортувального парку ДСП дає складацьким бригадам, указуючи при цьому місце розділення состава, з врахуванням мінімальної витрати часу на проведення маневрів.

Одержавши сортувальний листок, черговий по сортувальній гірці (оператор гірки) ознайомлює складача поїздів та працівників бригад з планом наступної роботи, особисто чи через членів бригади переконується у відсутності під вагонами гальмових башмаків і сторонніх предметів. Після цього через парковий сповіщувальний зв'язок повідомляє про початок розпуску состава і дає вказівку машиністу про перестановку состава на витяжку.

Копія сортувального листка состава, що розформовується, направляється старшому регулювальнику швидкості руху вагонів, який інформує регулювальників швидкості руху вагонів про кількість вагонів у відчепі і порядок їх надходження на сортувальні колії, попереджуючи про наявність відчепів, які потребують при гальмуванні особливої обережності (рефрижераторні вагони, вагони з провідниками, тваринами тощо).

Підчас розпуску состава черговий по сортувальній гірці (оператор гірки) та складач поїздів слідкує за правильністю розчеплення та прямування відчепів і, при необхідності, через парковий сповіщувальний зв'язок інформує регулювальників швидкості руху вагонів про зміну напрямлення відчепів, а також про відчепи, які потребують при гальмуванні особливої

обережності (рефрижераторні вагони, вагони з вантажами класу небезпеки 1 ВМ, з провідниками, тваринами тощо). Порядок сповіщення працівників про наявність в составі, що розпускається, і на сортувальних коліях вагонів з вантажами окремих категорій, які потребують особливої обережності, встановлюється місцевими інструкціями.

Для рівномірного розподілу роботи між регулювальниками швидкості руху вагонів, а також забезпечення безпеки руху і охорони праці старший регулювальник швидкості руху вагонів залежно від майбутнього обсягу роботи та ступеня заповнення колій вагонами, в необхідних випадках здійснює перестановку регулювальників швидкості руху вагонів по сортувальних коліях.

Для найбільш повного використання місткості сортувальних колій та забезпечення безпечного співударення відчепів з вагонами, які стоять на коліях, зі швидкістю, що не перевищує допустиму, застосовується прицільне гальмування відчепів. На гірках, які не обладнані засобами автоматизації, прицільне гальмування здійснюється регулювальниками швидкості руху вагонів на постійних гальмових позиціях, що обладнані башмакоскидачами, за допомогою ручних гальмових башмаків. Башмакоскидачі встановлюються на кожній нитці сортувальної колії, як правило, в одному створі по кожному пучку. Для забезпечення охорони праці регулювальників швидкості руху вагонів гальмові башмаки повинні укладатися на рейки за допомогою башмаконакладачів або спеціальних вилок.

У необхідних випадках (при прямуванні відчепів на вільну колію, наявності в парку прискорюючих ухилів, розпуску рефрижераторного рухомого складу, вагонів з небезпечними вантажами, тощо) прицільне гальмування відчепів на початку сортувальних колій повинне поєднуватися з гальмуванням їх у глибині парку.

З метою прискорення процесу сортування вагонів состави необхідно розпускати із змінною швидкістю з врахуванням забезпечення збереження вагонів.

Після закінчення розпуску черговий по гірці (ДСПГ) чи складач поїздів дає вказівку машиністу гіркового локомотива про виконання осаджування вагонів на сортувальних коліях, про прямування в приймально-відправний парк для насуву чергового состава чи вказівку на перестановку сформованого состава в парк відправлення.

Перед перестановкою состава складач поїздів особисто чи через помічника (регулювальників швидкості руху вагонів) перевіряє зчеплення й збіг поздовжніх осей автозчепів, вилучає з-під вагонів гальмові башмаки та переконується у відсутності перешкод для руху. При перестановці сформованих составів на колії відправлення вагони, які стоять на колії, але не включені до складу поїзда, підтягаються до граничного стовпчика.

Черговий по сортувальній гірці (оператор гірки) чи складач поїздів після закінчення розформування состава повідомляє оператора СТЦ про всі зміни в направленні вагонів на сортувальні колії порівняно з раніше наміченим планом для внесення виправлення до листка обліку накопичення вагонів.

7.1.3 Підготовка составів свого формування до відправлення. Технологічні операції з підготовки составів свого формування до відправлення можуть виконуватися в парку відправлення чи на коліях сортувального парку відповідно до плану формування поїздів і плану їх відправлення за черговістю, що встановлює ДСП.

У парку відправлення з составами свого формування виконуються такі операції:

- технічний огляд, поточний, безвідчіпний ремонт вагонів;
- комерційний огляд вагонів і вантажів, усунення комерційних несправностей;

- вручення перевізних документів локомотивній бригаді;
- причеплення поїзного локомотива, випробування гальм і відправлення поїзда.

Про планову перестановку состава в парк відправлення черговий по парку (ДСПП) сповіщає працівників ПТО, ПКО із зазначенням колії, на яку переставляється состав. Після перестановки состава в парк відправлення ДСП (ДСПП) через парковий гучномовний зв'язок чи телефоном пред'являє оператору ПТО состав до технічного обслуговування із зазначенням номера колії, кількості вагонів в составі, номерів головного й хвостового вагонів, часу відправлення поїзда.

У випадку відправлення поїздів свого формування безпосередньо з сортувального парку состави пред'являються до технічного обслуговування й комерційного огляду після закінчення їх формування безпосередньо на сортувальних коліях.

Після закріплення й огороження сигналами состава, пред'явленого до обслуговування, працівники ПТО виконують технічний огляд і ремонт вагонів; працівники пункту ПКО здійснюють комерційний огляд состава та усунення виявлених комерційних несправностей, що загрожують збереженню вантажу й безпеці руху поїздів.

Визначається порядок зняття огороження, повідомлення чергового по залізничній станції (парку) про технічну готовність состава з подальшим записом про це в Книзі форми ВУ-14.

Про готовність поїзда в комерційному відношенні працівники ПКО доповідають черговому по залізничній станції (парку) з подальшим записом у Книзі форми ГУ-98.

Комерційний огляд состава і перевірка правильності закріплення вантажів на відкритому рухомому складі виконуються відповідно до Правил безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях. Порядок перевірки встановлюється начальником залізниці.

Порядок перевірки сформованих составів працівниками СТЦ, оформлення, вручення перевізних документів локомотивній бригаді встановлюється з урахуванням місцевих умов.

У цьому розділі був виконаний розрахунок кількості колій у приймально-відправному парку ПВ-2, побудовані технологічні графіки з обробки поїздів різних категорій та розроблений технологічний процес.

Технологічний графік обробки поїзда свого формування наведено на рисунку 7.2.

Операція	Тривалість	Після прибуття поїзда				Виконавці
		Час, хв.				
		10	20	30	40	
Перестановка состава в приймально-відправний парк						Працівники ПТО, ПКО, локомотивна бригада
Закріплення состава, відчеплення маневрового локомотива, огороження состава	3					Локомотивна бригада, сигналіст, працівники ПТО
Контрольний технічний та комерційний огляди состава, усунення несправностей	24					Працівники ПТО і ПКО
Зняття огороження, причеплення локомотива, зняття закріплення состава	3					Локомотивна бригада, працівники ПТО, сигналіст
Скорочення випробування гальм	10					Локомотивна бригада
Загальна тривалість обробки поїзда	40					

Р

исунок 7.2 – Графік обробки поїзда свого формування

7.1.4 Технологія роботи з транзитними поїздами. До транзитних поїздів відносяться поїзди, що проходять станцію без переробки. Транзитні поїзди, що прибувають з напрямків А та К, приймаються приймально-відправний парк ПВ-1, а транзитні поїзди, що прибувають з напрямків Х та М – на колії приймально-відправного парку ПВ-2.

До прибуття транзитного поїзда ДСП одержує від поїзного диспетчера (ДНЦ) інформацію про номер, індекс поїзда, очікуваному часі прибуття,

станцію призначення, а також інформацію про інші особливі умови подальшого прямування поїзда.

ДСП по двосторонньому парковому зв'язку чи по телефону сповіщає чергового по локомотивному депо, працівників СТЦ, ПТО і ПКО про прибуття поїзда з вказівкою часу, найменування парку і номер колії прибуття.

До прибуття поїзда на станцію надходить повідомлення 02 про состав поїзда. По прибуттю поїзда на станцію оператор при ДСП вводить повідомлення 201 про фактичне прибуття поїзда. Порядок огороження і закріплення поїзда аналогічний огороженню і закріпленню поїздів, що прибувають на станцію в розформування.

Обробка транзитного поїзда складається з таких операцій:

- технічного обслуговування і безвідчепного ремонту;
- зміни локомотивів чи локомотивних бригад;
- перевірки документів операторами технічної контори;
- випробування гальм.

Після прибуття поїзда машиніст віддає перевізні документи і ТГНЛ поїзда ДСПП для перевірки. При виявленні розбіжності даних про состав поїзда з ТГНЛ, а також у випадку змін у составі поїзда ДСПП надсилає перевізні документи і ТГНЛ пневмопоштою в СТЦ для складання нової ТГНЛ. Оператор СТЦ зобов'язаний ввести в ЕОМ коректувальне повідомлення 08. При введенні повідомлення 08 ЕОМ по запиті забезпечує видачу скоректованого ТГНЛ та і довідки про состав поїзда для відання маршруту машиніста.

Перед відправленням поїзда ДСП повинний переконатися в готовності поїзда в технічному і комерційному відношенні, наявності хвостових

сигналів, наявності у машиніста поїзного локомотива перевізних документів, ТГНЛ і попередження. Відправити поїзд ДСП може тільки з дозволу ДНЦ.

Технологічний графік обробки транзитного поїзда зі зміною та без зміни локомотива наведено на рисунках 7.3-7.4.

Операція	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда				Виконавці
		Час, хв.				
		10	20	30	40	
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер, час прибуття й призначення поїзда						Черговий по станції
Сповіднення працівників станції, ПКО, ПТО, чергового по локомотивному депо про номер, час прибуття, колію приймання поїзда						Черговий по станції
Вихід на колію приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда						Працівники ПТО, ПКО, локомотивна бригада
Закріплення состава, відчеплення поїзного локомотива, огороження состава	3					Локомотивна бригада, сигналіст, працівники ПТО
Контрольний технічний та комерційний огляди состава, усунення несправностей	24					Працівники ПТО і ПКО
Зняття огороження, причеплення локомотива, зняття закріплення состава	3					Локомотивна бригада, працівники ПТО, сигналіст
Скорочення випробування гальм	10					Локомотивна бригада
Загальна тривалість обробки поїзда	40					

Рисунок 7.3 – Графік виконання технологічних операцій з обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива у парках ПВ-1 та ПВ-2

Операція	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда			Виконавці
		Час, хв.			
		10	20	30	
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер, час прибуття й призначення поїзда					Черговий по станції
Сповіднення працівників станції, ПКО, ПТО, чергового по локомотивному депо про номер, час прибуття, колію приймання поїзда					Черговий по станції
Вихід на колію приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда					Працівники ПТО, ПКО, локомотивна бригада
Огороження состава	3				Працівники ПТО
Контрольний технічний та комерційний огляди состава, усунення несправностей	24				Працівники ПТО і ПКО
Зняття огороження, причеплення локомотива, зняття закріплення состава	3				Працівники ПТО
Загальна тривалість обробки поїзда	30				

Рисунок 7.4 – Графік виконання технологічних операцій з обробки транзитного поїзда без зміни локомотива у парках ПВ-1 та ПВ-2

7.2 Розробка добового плану-графіка роботи станції

З метою узгодження роботи усіх парків станції, під'їзних колій, визначення завантаження основних елементів станції, скорочення міжопераційних інтервалів і визначення найбільш напружених періодів у роботі станції складають добовий план-графік. План-графік є графічною моделлю роботи станції і визначає порядок і взаємозв'язок у часі та просторі основних технологічних операцій.

Для розробки добового плану-графіка вихідними даними є: розклад прибуття поїздів та їх призначення; технологія обробки поїздів та тривалість виконання операцій, що розрахована в попередніх розділах (див. розділи 3,7). Розклад прибуття пасажирських та вантажних поїздів на станцію виконується за допомогою спеціальної програми. Для моделювання розкладу прибуття поїздів на сортувальну станцію з окремого напрямку необхідно ввести наступні вихідні дані: добовий вагонопотік із напрямку; состав поїзда; мінімальний інтервал прибуття поїздів з напрямків; кількість транзитних та збірних вантажних поїздів, а також кількість пасажирських поїздів; параметр Ерланга $k = 1$.

Розкладання поїздів в розформування за призначеннями плану формування моделюється за допомогою ЕОМ. Для цього необхідно ввести такі вихідні дані: склад поїзда; кількість призначень плану формування, на які можуть поступати вагони з даного напрямку; середньодобова кількість поїздів, які прибувають у розформування з даного напрямку; кількість збірних поїздів, які прибувають у розформування з даного напрямку; середньодобова кількість вагонів, які поступають з напрямку на кожне призначення.

Отримані результати моделювання для побудови добового плану-графіка наведені у додатках Б, В.

7.3 Визначення основних показників функціонування станції

Після закінчення побудови плану-графіку роботи дільничної станції на його підставі розраховуються наступні показники [41]:

- простій транзитного вагона без переробки

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

де $\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ - вагоно-години простою транзитних вагонів за добу;

$\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ - кількість вагонів які проходять станцію без переробки;

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{101400}{5135} = 19,74 \text{ хв.};$$

- простій транзитного вагона з переробкою [41]

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = t_{\text{пв}}^{\text{пр}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{оч}}^{\text{фор}} + t_{\text{фор}} + t_{\text{пв}}^{\text{відп}}, \quad (7.2)$$

де $t_{\text{пв}}^{\text{пр}}, t_{\text{пв}}^{\text{відп}}$ - середній час простою вагона в парку ПВ-1 по прибуттю

та відправленню відповідно:

$$t_{\text{пв}}^{\text{пр}} = \frac{4666}{977} = 4,77 \text{ хв.};$$

$$t_{\text{пв}}^{\text{відп}} = \frac{15925}{970} = 16,42 \text{ хв.};$$

$t_{\text{розф}}$ - середній час на розформування состава включає середній

час на витягування состава із парку прибуття на гіркову витяжку, насув до горба гірки й розпуск. Згідно добового плану графіку $t_{\text{розф}} = 21 \text{ хв.};$

$t_{оч}^{фор}$ - середній час очікування вагонами початку формування состава;

$t_{фор}$ - середній час на формування состава, визначається за формулою, сюди ж включається час на перестановку сформованих составів на колію відправлення;

$$t_{фор} = \frac{(t_{\phi}^д + t_{пер}) \cdot n_д + (t_{\phi}^{зб} + t_{пер}) \cdot n_{зб}}{n_д + n_{зб}}, \quad (7.3)$$

де $t_{пер}$ - час на перестановку состава на колію відправлення;

$$t_{фор} = \frac{(16 + 9) \cdot 13 + (41 + 9) \cdot 5}{13 + 5} = 31,9 \text{ хв.}$$

$t_{нак}$ - середній час знаходження вагонів під накопиченням у сортувальному парку визначається діленням загальної суми вагоно-годин простою під накопиченням усіх призначень на загальну кількість вагонів, які включені до поїздів свого формування:

$$t_{нак} = \frac{413006}{3528} = 117,06 \text{ хв.}$$

$$t_{тр}^{зп} = 4,77 + 16,42 + 21 + 31,9 + 117,06 + 13 = 204,15 \text{ хв.}$$

- середньозважена величина простою транзитного вагона

$$t = \frac{\sum n_{тр}^{бп} t_{тр}^{бп} + \sum n_{тр}^{зп} t_{тр}^{зп}}{\sum n_{тр}^{бп} + \sum n_{тр}^{зп}}, \quad (7.4)$$

де $\sum n_{тр}^{бп} t_{тр}^{бп}$, $\sum n_{тр}^{зп} t_{тр}^{зп}$ - вагоно-години простою транзитних вагонів відповідно без переробки та з переробкою;

$$\sum n_{тр}^{бп} + \sum n_{тр}^{зп} - \text{загальна кількість вагонів за добу.}$$

$$t = \frac{101400 + 20591}{5135 + 977} = 19,96 \text{ хв};$$

- простої місцевого вагона

$$t_{.M} = t_{\text{пв}}^{\text{пр}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}}^{\text{под}} + t_{\text{под}} + t_{\text{вант}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{сорт}}^M + t_{\text{нак}} + t_{\text{оч}}^{\text{фор}} + t_{\text{фор}} + t_{\text{пв}}^{\text{відп}}, \quad (7.5)$$

де $t_{\text{нак}}^{\text{под}}$ - час накопичення подачі;

$t_{\text{под}}, t_{\text{пов}}$ - час подачі і збирання вагонів з вантажного фронту;

$t_{\text{вант}}$ - час знаходження вагонів під вантажними операціями;

$t_{\text{сорт}}^M$ - час розформування вагонів після забирання їх з фронтів.

$$t_{.M} = 670 \text{ хв.}$$

- добовий вагонообіг

$$n_{\text{во}} = n_{\text{пр}} + n_{\text{відп}}, \quad (7.6)$$

де $n_{\text{пр}}, n_{\text{відп}}$ - кількість вагонів, що прибувають і відправляються із станції за добу.

$$n_{\text{во}} = 6112 + 6105 = 12217 \text{ ваг};$$

- робочий парк вагонів

$$n_{\text{р}} = \frac{n_{\text{тр}}^{\text{зп}} t_{\text{тр}}^{\text{зп}} + n_{\text{тр}}^{\text{бп}} t_{\text{тр}}^{\text{бп}} + n_{\text{м}} t_{\text{м}}}{24}, \quad (7.7)$$

$$n_{\text{р}} = \frac{20591 + 101400 + 26800}{1440} = 103,33 \text{ ваг.}$$

- коефіцієнт використання маневрових локомотивів

$$K_{\text{л}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{24 - T_{\text{тп}}}, \quad (7.8)$$

де $\sum t_{\text{ман}}$ - час роботи маневрового локомотива;

$T_{\text{тп}}$ - тривалість технологічних перерв.

$$K_{\text{л}}^{\text{форм}} = \frac{468}{1440 - 60} = 0,34;$$

$$K_{\text{л}}^{\text{розф}} = \frac{694}{1440 - 60} = 0,50;$$

- коефіцієнт завантаження бригад ПТО

$$K_{\text{ПТО}} = \frac{\sum t_{\text{ТО}}}{24} \quad (7.9)$$

де $\sum t_{\text{ТО}}$ - час роботи бригади за добу.

$$K_{\text{ПТО-1}}^{\text{ПВ-1}} = \frac{798}{1440} = 0,55;$$

$$K_{\text{ПТО-2}}^{\text{ПВ-1}} = \frac{690}{1440} = 0,48;$$

$$K_{\text{ПТО-1}}^{\text{ПВ-2}} = \frac{1008}{1440} = 0,77.$$

Показники роботи станції Д свідчать, що колійний розвиток та технічне оснащення після реконструкції забезпечує стабільну роботу станції в умовах збільшення обсягів її роботи.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано практичний досвід реконструкції колійного розвитку залізничних станцій, виконано аналіз схеми та технології роботи вузлової дільничної станції Д, розраховано обсяги роботи, виконано перевірку існуючого технічного оснащення прилеглих ліній, за умов збільшення обсягів її роботи, виконано розрахунок та аналіз техніко-експлуатаційних параметрів сортувальної гірки малої потужності.

В роботі виконано нормування тривалості технологічних операцій та перевірку технічного оснащення станції, яка показала, що в приймально-відправному парку наявна кількість колій є недостатньою, тобто станція не справляється зі збільшеними обсягами роботи.

Для удосконалення конструкції колійного розвитку станції розроблено та проаналізовано варіанти розбудови. За результатами аналізу обрано раціональний варіант розбудови другого приймально-відправного парку. Для нового парку розроблені варіанти стрілочних горловин (2 непарні горловини та 4 парні). Пари горловин проаналізовано та обрано раціональний варіант за критерієм мінімуму сумарної будівельної довжини колій.

Для реконструйованої дільничної станції Д розроблено технологічний процес її роботи, а для перевірки взаємодії всіх елементів станції між собою та з прилеглими ділянками після реконструкції побудовано графічну модель роботи у вигляді добового плану-графіка та визначено ряд показників, що характеризують роботу дільничної станції.

Згідно отриманих показників роботи станції можна зробити висновок, що за умов удосконалення колійного розвитку, станція Д впорається зі збільшеними обсягами роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Журавель І. Л. Дослідження впливу технічного оснащення сортувального парку вантажної станції на показники її функціонування. І. Л. Журавель, В. В. Журавель, О. А. Лучук, П. О. Яновський 2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/doslidzhennya-vplivu-tehnichnogo-osnaschennya-sortuvalnogo-parku-vantazhnoyi-stantsiyi-na-pokazniki-yiyi-funktsionuvannya/viewer>
2. ДБН В.2.3-19:2018 Споруди транспорту. Норми для проектування і будівництва верхньої будови колії <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/01/V2319.pdf>
3. Порядок видачі технічних умов, погодження проектною документації та визначення готовності об'єктів будівництва щодо прийняття в експлуатацію в регіональній філії «Львівська залізниця» від 01.11.2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://railway.lviv.ua/info/vidacha-tekhnikh-umov/>
4. Правила технічної експлуатації залізниць України – Київ, 2000
5. Реконструкція колійного господарства станції Калинівка-1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gr.troll.km.ua/archives/1766>
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 № 461 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/461-2011-%D0%BF#Text>
7. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
8. Затверджений проект реконструкції ділянки залізничного шляху Долинська – Миколаїв № 47-р від 31 січня 2018 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.interfax.com.ua/news/economic/482737.html>
9. Розпорядження про затвердження проекту «Реконструкція дільниці залізничного транспорту Долинська — Миколаїв з підвищенням пропускної спроможності напрямку Знам'янка — Долинська — Миколаїв» від 31 січня

2018 р. № 47-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-proektu-rekonstrukciya-dilnitsi-zaliznichnogo-transportu-dolinska-mikolayiv-z-pidvishennyam-propusknoyi-spromozhnosti-napryamku-znamyanka-dolinska-mikolayiv>

10. Рішення № 736 від 2010-05-28 Про надання Одеській залізниці вихідних даних для проектування та реконструкції колійного розвитку перегонів і станцій з улаштуванням автоблокування, електрифікації колій та будівництва виробничо-технічних приміщень на ділянці Долинська-Миколаїв в межах міста Миколаєва [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mkrada.gov.ua/documents/16534.html>

11. Кабінет Міністрів України затвердив проект реконструкції ділянки залізничного транспорту Долинська – Миколаїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-2/468552/

12. Висновок державної екологічної експертизи по матеріалам оцінки впливу на навколишнє середовище від 15.11.2017 № Е-16/5806 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/files/EcoAnaliz/Visnovki/%D0%92%D0%94%D0%95%D0%95%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%9C%D0%9E%D0%92%D0%9D%D0%A1%20-%20%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%B4%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%96%20%D0%97%D0%A2%20%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0-%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%97%D0%B2%20%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%BA%D1%83%20%D0%97%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D0%BD%D0%BA%D0%B0-%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0-%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%97%D0%B2.pdf>

13. Черги пріоритетності з виконання реконструкційних робіт у різних галузях залізничного транспорту терміном від 2018-2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/files/%D0%86%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0>

%B8%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%20%D0%B2%20%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%83%D0%B7%D1%96%20%20%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83.pdf

14. Спростування хибної інформації щодо закупівлі Укрзалізницею неякісних матеріалів для реконструкції верхньої будови колії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vezha.net.ua/economy/ukrzaliznicya-zdijsnyuye-zakupivli-materialiv-dlya-rekonstrukciyi-koliiyi-za-pravilami-yebrt/>

15. Курган М. Підготовка колії для підвищення швидкості руху поїздів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/10358/1/Kurgan.pdf>

16. Науково-технічна рада Львівської залізниці прийняла рішення про реконструкцію станції Ковель [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://info.uz.ua/news/naukovo-tekhnichna-rada-lvivskoi-zalznitsi-priynuala-rishennya-pro-rekonstruktsiyu-stantsii-kovel>

17. Закон України «Про інноваційну діяльність» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text>

18. Технічний стан і причини реконструкції залізничної колії та їх інноваційний розвиток. Українська залізниця, № 9–10 (51–52), 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/10358/1/Kurgan.pdf>

19. Проектування реконструкції залізниць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://works.doklad.ru/view/tSuDZkrklG8.html>

20 . Хемлани Л. Высокоскоростные железнодорожные магистрали [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.cadmater.ru/magazin/articles/cm_81_17.html

21. Журавель В. В. Аналіз досвіду використання високошвидкісних залізничних сполучень [Електронний ресурс] / В. В. Журавель // Міжнародний техніко – економічний журнал «Українська залізниця». – 2016.

– Режим доступу: <http://ukrrailways.com/statti/1892-analiz-dosvidu-vikoristannya-visokoshvidkisnikh-zalznichnikh-spoluchen.html>

22. ЦП-0113 – Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт по залізницях України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://scbist.com/dokumenty-ukrzal-znic/21681-cp-0113-polozhennya-pro-provedennya-planovo-zapob-zhnih-remontno-kol-inih-rob-t-po-zal-znicyah-ukra-ni.html>

23. Аналіз перспектив розвитку сортувальних станцій за кордоном та на залізницях України в умовах реформування транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Znpudazt_2013_136_4.pdf

24. Костюк Б.С., Куренков П.В., Нехаев М.А., Рувинов І.Р. Модернизация сортировочных станций на железных дорогах Северной Америки. - ООО «Тема», МИИТ, 2013.- 33- 41с

25. Kube K. Modernization of Marshalling Yards in North America [Text] / Kube K. // Progressive Railroading. – 2002. – No 7. – Pg. 50-52.

26. Сортировочные станции Западной Европы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studref.com/395657/tehnika/sortirovochnye_stantsii_zapadnoy_evropy

27. Гребенюк П.Т. Правила тягових розрахунків для поїзної роботи [Текст] / П.Т. Гребенюк, А.Н. Долганов, А.І. Скворцова // – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.

28. Подвижной состав и тяга поездов / Под ред. М. А. Фуфрянського и В. В. Деева. – М.: Транспорт, 1979.

29. Бобирь Д.В. Теорія локомотивної тяги. Технічне обслуговування транспортних засобів: Методичні вказівки до виконання курсової роботи [Текст] / Д.В. Бобирь, О.М. Гончаров, М.І. Капіца, В.Н. Сердюк // – Д., 2003.

30. 2. Бабичков А. М. Тяга поездов и тяговые расчеты [Текст] / А. М. Бабичков, П. А. Гурский, А. П. Новиков // – М.: Транспорт, 1971.

31. Осипов С. І. Основы электрической и тепловозной тяги [Текст] / С. І. Осипов // – М.: Транспорт, 1985.