

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут «Дніпровський інститут
інфраструктури і транспорту»

Кафедра «Транспортні вузли»

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

/ М. І. Березовий /

« 14 » 12 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 27 Транспорт

Спеціальність 275 Транспортні технології (за видами)

Освітня програма 275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті

Тема Удосконалення конструкції та технології роботи вузлової дільничної станції Н

Theme Improving the design and operation technology of the nodal section station N

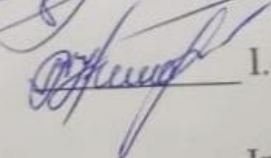
Керівник дипломної роботи

доц.  О. А. Назаров

Нормоконтролер

проф.  Р. В. Вернигора

Студентка групи УЗ2021

 І. В. Радченко

Student

Iryna Radchenko

Дніпро – 2021

Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут «Дніпровський інститут
інфраструктури і транспорту»

Факультет Управління процесами перевезень **Кафедра** «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Освітня програма 275.02 «Транспортні технології на залізничному транспорті»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / М. І. Березовий /
(підпис)

2021 р. _____ «__»

ЗАВДАННЯ

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

отримала студентка групи У32021
(номер групи)

Радченко Ірина Валеріївна
(ПІБ)

1. Тема дипломного проекту (роботи): **Удосконалення конструкції та технології роботи вузлової дільничної станції Н**

затверджена наказом по університету від «18» червня 2021 року № 324ст

2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): «10» грудня 2021 року

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

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки):

(див. календарний план)

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)

1. План вузлової дільничної станції Н

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

3. Добовий план-графік роботи вузлової дільничної станції Н

6 Перелік мультимедійного демонстраційного матеріалу (слайдів)

титульний слайд; мета, об'єкт, предмет дослідження; діаграма вагонопотоків;
діаграма поїздопотоків; варіанти конструкції гіркової горловини СП; параметри варіантів
реконструкції гіркової горловини; варіанти реконструкції горловини формування СП;
параметри реконструкції горловини формування СП; методика вибору варіанту;
вибір варіанту реконструкції; основні показники роботи станції; кінцевий слайд

7 Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту	Термін виконання	Кількість аркушів	Обсяг розділу, %
1. Проблеми залізничного транспорту та аналіз досліджень з удосконалення конструкції технічних станцій	строк 1	1	15
2. Техніко-експлуатаційна характеристика дільничної станції Н	строк 1		12
3. Визначення розрахункових обсягів роботи дільничної станції Н	строк 1		10
4. Нормування тривалості операцій технологічного процесу та розрахунок колійного розвитку станції Н	строк 2		15
5. Дослідження варіантів удосконалення конструкції сортувального парку станції Н (деталь)	строк 2		17
6. Розрахунок переробної спроможності сортувальної гірки	строк 3	1	10
7. Розробка технологічного процесу роботи дільничної станції Н	строк 3		9
8. Складання добового плану-графіку роботи станції Н та визначення її показників	строк 3	1	12
Всього		3	100

Дата видачі завдання: « 12 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

(підпис)

Назаров О. А.

(ПІБ)

Завдання прийняла до виконання

(підпис)

Радченко І. В.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків та 4-х додатків. Повний обсяг проекту – 129 сторінки; основний текст міститься на 122 сторінках і включає 16 ілюстрацій, 23 таблиці та 72 літературних джерела.

Об'єктом розробки дипломної роботи є конструкція та технологічні процеси роботи дільничної станції Н.

Метою дипломної роботи є удосконалення конструкції та технології роботи вузлової дільничної станції Н у зв'язку з суттєвим збільшенням обсягів переробки вагонів.

В роботі визначені обсяги роботи дільничної станції Н, виконано аналіз недоліків її конструкції та технології, визначено технологічні норми, перевірено відповідність колійного розвитку визначеним обсягам роботи, детально розроблено два варіанти удосконалення колійного розвитку сортувального парку, виконано їх технічне порівняння, визначено вартість реконструкції станції.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: ДІЛЬНИЧНА СТАНЦІЯ, ПЛАН КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ, СОРТУВАЛЬНА ПІРКА, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНА РОБОТА.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ..	7
ВСТУП.....	8
1 ПРОБЛЕМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ З УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ	9
1.1 Стратегічні напрямки розвитку залізничної галузі	9
1.2 Проблеми транспортної галузі	10
1.3 Етапність реконструкції колійного розвитку станцій	14
1.4 Підвищення пропускної спроможності технічних станцій	19
1.5 Аналіз критеріїв економічної ефективності реконструкції колійного розвитку технічних станцій	24
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ Н	28
2.1 Технічна характеристика станції.....	28
2.2 Експлуатаційна характеристика станції	32
3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТА- НЦІЇ Н	35
3.1 Аналіз вихідних даних для визначення обсягів роботи станції Н	35
3.2 Визначення маси вантажного поїзда	36
3.3 Визначення кількості вагонів у складі поїзда.....	39
3.4 Визначення розрахункових вагоно- та поїздопотоків станції	40
3.5 Визначення потрібної пропускної спроможності ліній, що примикають до дільничної станції Н	42
4 НОРМУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ Н	44
4.1 Розподіл поїздопотоків по паркам дільничної станції Н	44

					0042.170231.ДР.2021.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Радченко			Удосконалення конструкції та технології роботи вузлової дільничної станції Н	Стадія	Аркуш
Керівн.		Назаров				Н	4
						ДНУЗТ	
Н. контр.		Вернигора					

4.2 Методика визначення кількості колій в приймально–відправних парках станції	44
4.3 Визначення середньозваженого часу заняття колії поїздом	45
4.4 Визначення часу на випробування автогальм та закінчення формування составів	55
4.5 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально–відправні парки	57
4.6 Розрахунок кількості колій в приймально-відправних парках	60
4.7 Розрахунок кількості колій в сортувальному парку	60
5 ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СОРТУВАЛЬНОГО ПАРКУ СТАНЦІЇ Н	62
5.1 Характеристика задачі дослідження	62
5.2 Розробка варіантів реконструкції гіркової горловини сортувального парку	62
5.3 Розробка варіантів реконструкції горловини формування сортувального парку	65
5.4 Визначення техніко-експлуатаційних показників за варіантами удосконалення конструкції	66
5.5 Визначення витрат на реконструкцію сортувального парку	67
6 РОЗРАХУНОК ПЕРЕРОБНОЇ СПРОМОЖНОСТІ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ.....	72
6.1 Характеристика існуючої сортувальної гірки	72
6.2 Розрахунок необхідної висоти сортувальної гірки.....	72
6.3 Визначення втрат енергетичних висот від опору руху	75
6.4 Розрахунок опору від середовища і вітру	76
6.5 Визначення висоти гірки	79
6.6 Побудова графіків втрат енергетичних висот для розрахункових бігунів	79
6.7 Побудова графіків швидкості та тривалості скочування розрахункових бігунів ...	81
6.8 Перевірка умов розділення розрахункової групи відчепів на розділових елементах	84

6.9 Визначення розрахункової швидкості розпуску та переробної спроможності сортувальної гірки	87
6.10 Перевірка наявної гальмівної потужності гальмівних засобів гірки.....	89
7 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ Н	92
7.1 Технологія роботи з транзитними поїздами	92
7.2 Технологія роботи з поїздами, що надходять у розформування	93
7.3 Технологія роботи з поїздами свого формування	98
7.4 Обробка документів в технічній конторі	100
7.5 Пасажирська робота дільничної станції Н.....	101
7.6 Місцева робота дільничної станції Н.....	103
8 СКЛАДАННЯ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ Н ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇЇ ПОКАЗНИКІВ	106
8.1 Вихідні дані для побудови добового плану-графіку роботи дільничної станції Н	106
8.2 Визначення основних показників добового плану-графіку роботи дільничної станції Н.....	107
ВИСНОВКИ.....	113
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	115
ДОДАТОК А. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	123
ДОДАТОК Б. ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБО- ТИ СТАНЦІЇ Н	126
ДОДАТОК В. МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ПРЕЗЕНТАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ	128
ДОДАТОК Г. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	129

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

АСУ – автоматична система управління;
ГМП – гірка малої потужності;
ГП – гальмівна позиція;
ГРП – графік руху поїздів;
ДНЦ – поїзний диспетчер;
ДСП – черговий по станції;
ДСПГ – черговий по сортувальній гірці;
ДСПП – черговий по парку прийому;
ЕЦ – електрична централізація;
ІД – ізольована ділянка;
П – поганий бігун;
ПВП – приймально-відправний парк;
ППП – паркова гальмівна позиція;
ПКО – пункт комерційного обслуговування;
ПТО – пункт технічного обслуговування;
РБ – розрахунковий бігун;
РТ – розрахункова точка;
СЗ – стрілочна зона;
СП – сортувальний парк;
СТЦ – станційний технологічний центр;
СЦБ – сигналізація централізація і блокування;
ТГНЛ – телеграмо-натурний лист;
ТРА – техніко-розпорядчий акт станції;
Х – хороший бігун.

ВСТУП

До дільничних станцій відносять станції, основним призначенням яких є обслуговування транзитних поїздів, зміна локомотива та локомотивних бригад, розформування та формування составів дільничних та збірних поїздів, виконання операцій з технічного обслуговування рухомого складу, а також виконання пасажирських, вантажних та комерційних операцій.

Для виконання роботи з розформування та формування составів на дільничних станціях влаштовують сортувальні пристрої: витяжні колії або сортувальні гірки малої потужності.

В даній дипломній роботі планується визначити техніко-експлуатаційну характеристику та обсяги роботи дільничної станції Н, перевірити технічне оснащення дільничної станції на відповідність існуючим обсягам роботи, кількість бригад ПТО та груп у них, а також виконати технічне нормування тривалості операцій технологічного процесу по обслуговуванню поїздів різних категорій.

У зв'язку зі збільшенням обсягів переробки вагонів може виникнути необхідність збільшення технічного оснащення станції Н, зокрема – кількості колій у сортувальному парку. Варіанти реконструкції станції будуть розглянуті у розділі деталі роботи.

Після виконаної реконструкції дільничної станції Н необхідно розробити технологію її роботи станції з урахуванням впроваджених змін. Для перевірки працездатності, взаємодії всіх елементів технологічного процесу та визначення показників роботи станції буде розроблено добовий план-графік.

1 ПРОБЛЕМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ З УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ

1.1 Стратегічні напрямки розвитку залізничної галузі

Сьогодні залізниці України знаходяться на порозі корінних структурних змін, обумовлених необхідністю формування на залізничному транспорті ринкових відносин і конкурентного середовища.

В останній період залізниці працюють в умовах жорсткої конкуренції з іншими видами транспорту та забезпечують потреби суспільного виробництва й населення в перевезеннях. Але стан їх виробничо-технічної бази та технологічний рівень перевезень за багатьма показниками не відповідають зростаючим вимогам суспільства та європейським стандартам якості надання транспортних послуг, тому вже скоро можуть суттєво стримувати подальший соціально-економічний розвиток країни.

Дивлячись на теперішні економічні тенденції в Україні, які мають негативний вплив на потенціал економічного зростання, а також створюють надлишковий фіскальний тиск на економіку, нагальним є визначення стратегічних напрямів модернізації залізничного транспорту України. Результативна модернізація залізничної галузі є гарантією динамічного розвитку країни, який призведе до зменшення відставання України від розвинених країн світу та підніме економічну ефективність та привабливість національної транспортної системи.

Розгляду проблем визначення стратегічних напрямів розвитку залізничної галузі та розвитку її потенціалу в теперішніх економічних умовах присвячено багато праць таких дослідників, як В. М. Гурнак [1], В. М. Захарова [2], Г. Л. Савіцька [1], О.В. Савчук [2], Б.Ю. Тирусь [3], П. А. Швець [4], О. В. Ярмоліцька [5] та інші. Та варто сказати, що питання визначення стратегії організаційного складника технічної модернізації залізничного транспорту в Україні вимагає особливої уваги, надзвичайно з огляду на загальні тенденції розвитку економіки.

Завданням статті [6] є визначення стратегічних напрямків модернізації залізничного транспорту України для надання темпів реформування, збільшення рі-

вня інвестиційної привабливості національних залізниць та здобуття сталого розвитку транспортного комплексу країни.

Сьогодні українські залізниці являють собою могутню складову частину транспортного комплексу, що використовується на 70%. Основні особливості залізничного транспорту – його вагомий технічний потенціал, регулярність і відносна дешевизна. Перевагою залізничного транспорту України є розвинена мережа залізниць, низька собівартість залізничного транспорту, надійність, безпека [4].

Не дивлячись на специфіку принципів діяльності та напрямів розвитку залізничної галузі залежно від створених національних реалій розвинення економічної й соціальної сфер, можна виділити особливості, характерні для залізничного транспорту та актуальні у межах організації управління галуззю, а саме:

- взаємозалежність і взаємний вплив стану рухомого складу й інфраструктури;
- значну роль державного фінансування у розвиток інфраструктури та регіональних пасажирських перевезень;
- конкуренцію між пасажирськими й вантажними перевезеннями в одній інфраструктурі;
- різні характеристики вантажних і пасажирських поїздів;
- погані наслідки для безпеки у разі відмов та несправностей.

1.2 Проблеми транспортної галузі

Основні проблеми, що стримують розвиток залізничного транспорту в Україні:

1. недосконалість нормативно-правових актів, що визначають діяльність залізничного транспорту;
2. невідповідність організаційної структури залізничного транспорту тенденціям розвитку ринкової економіки України;
3. присутність перехресного субсидування збиткових пасажирських перевезень за допомогою вантажних;
4. недостатню грошову прозорість діяльності залізничної галузі [7].

Значною проблемою залізничного транспорту України є постійне старіння основних фондів [8]. Інвентарний парк пасажирських вагонів становить 5291 одиницю, які експлуатуються більше встановленого нормативного терміну, що складає 61,5% інвентарного парку. Частка вагонів віком 10-20 років становить 2,8%, а віком до 10 років – лише 6% [7]. За останні роки парк пасажирських вагонів стрімко зменшувався щороку на 200 одиниць [5].

Зараз фізичне зношення рухомого складу залізниць становить майже 90%, тепловози – 95,1%, електровози – 90,7%, пасажирські вагони – 88,2%. Рухомий склад наших залізниць не тільки зношений, але й конструктивно та технічно не-сучасний, так як основна частина вагонів і локомотивів побудована 1960-1970-х рр. [5]. Використання застарілого рухомого складу не є економічно вигідним, тому що це спричиняє підвищення вартості ремонтних робіт, зниження якості та безпеки перевезень, тому парк рухомого складу залізниць потребує не лише модернізації, а й заміни на сучасний, більш досконалий.

Зношеність інфраструктури та рухомого складу залізничного транспорту досягла критичного стану та разом із жахливою нестачею інвестиційних ресурсів для їх оновлення створюють масштабну державну проблему.

Модернізація – це оновлення, приведення об'єктів у відповідність із новими нормами, технічними умовами. Оновлення основних фондів, й парку рухомого складу, є однією із головних цілей Укрзалізниці.

Для забезпечення перевізного процесу потрібна організація результативної взаємодії чотирьох основних сегментів: інфраструктурного сегменту, сегменту управління перевезеннями, маркетингово-комерційного сегменту, сегменту управління пасажирськими перевезеннями.

До сфери сегменту маркетингу та комерційної роботи входять комерційні організації з перевезень вантажів і транспортного сервісу, вантажні вагони та контейнери. Підрозділи сегменту реалізують прогнозування, планування, координацію й забезпечення перевезень, доставку та збереження вантажу, розрахунки зі споживачами транспортних послуг та підрозділами інфраструктури, контроль за виконанням планів.

До складу пасажирського сегменту входять об'єкти, призначені для обслуговування пасажирських перевезень, також вагонний парк, експлуатаційні підрозділи пасажирських вагонних і моторвагонних депо, технічні пасажирські станції [7].

Зараз через відсутність результативного управління залізнична галузь не може розраховувати на покращення власного становища, застарілі методи управління лише задовольняють сталі показники, що дають можливість забезпечувати операційну діяльність на низькому, проте сталому рівні.

Пасажирські перевезення давно не є рентабельними, залізниці доводиться покривати такі витрати «перехресним субсидіюванням», тобто за рахунок доходів від вантажних перевезень. Для покращення прибутковості в перевезеннях залізницям України треба реконструювати власні джерела доходних надходжень. У перевезеннях таким продуктивним методом може стати введення інноваційної тарифної сітки перевезень:

а) для пасажирів – групові знижки на перевезення, або ж збільшення інтересу населення на подорожі у вихідні дні;

б) для вантажних перевезень – урахування територіального розміщення залізниць приналежних до них сфер ведення економічної діяльності, надання тарифного спрощення на західному кордоні країни для швидшого проходження товарів між Україною та західними державами.

Введення сучасних методів тарифікації із застосуванням актуальних маркетингових інструментів може створити для Укрзалізниці позитивний ефект у підвищенні власних доходних надходжень [1].

До сфери діяльності сегмента інфраструктури входять такі суб'єкти:

- залізниці, у тому числі експлуатаційні підрозділи колійного господарства, сигналізації та зв'язку, водо-, тепло-, енергопостачання, станції, пункти технічного огляду (ПТО), відновлювального ремонту й підготовки під навантаження вагонів, вокзали, павільйони

- технологічні центри з обробки перевізних документів;

- головний і регіональні центри управління перевезеннями, інформаційно-обчислювальні та телекомунікаційні центри;

– локомотиви й експлуатаційна частина локомотивних депо [7].

Технічне та технологічне реконструкція й розвиток локомотивного господарства залізниць України є одним із головних напрямів роботи залізничної галузі. Стан локомотивного парку відіграє важливу роль у перевізній спроможності залізничного транспорту України, тому його покращення є одним зі стратегічних завдань і необхідною умовою задоволення потреб економіки країни в перевезеннях [9].

Постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2011 р. № 840 ухвалено Програму оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012-2016 рр. Метою цієї програми є модернізація локомотивного парку залізниць України для забезпечення безперебійного перевезення пасажирів і вантажів [10]. Її виконання проводиться за рахунок власних та залучених коштів залізниць України, а також інших джерел в обсязі не менш як 28 674,63 млн грн [11].

Здійснення Програми переоснащення локомотивного парку залізниць України спонукає розвиток вітчизняної науково-технічної бази в результаті залучення українських науковців до спільних проектів із провідними виробниками залізничної техніки, а також спонукатиме розвинення вітчизняної виробничо-технічної бази локомотивобудівної галузі та створення нових робочих місць під час виробництва сучасних локомотивів із використанням у їх конструкції комплектуючих вітчизняного виробництва [10].

Техніко-технологічна модернізація залізничного транспорту як результат реформування створить умови для забезпечення прозорості фінансової діяльності; формування ринку транспортних послуг та підвищення рівня конкурентоспроможності операторських і транспортно-експедиторських компаній, що здійснюють перевезення за транзитними напрямками й у межах міжнародних транспортних коридорів; вирішення питання щодо надання підтримки в закупівлі рухомого складу, будівництві об'єктів залізничного транспорту, які мають соціальне значення, та компенсації збитків, пов'язаних із пільговими перевезеннями; досягнення рівня

європейських світових стандартів, що сприятиме прискоренню темпів євроінтеграції та максимальній реалізації транзитного потенціалу держави [1, 12].

1.3 Етапність реконструкції колійного розвитку станцій

Основні елементи залізничної транспортної мережі є залізничні вузли - складний комплекс пристроїв, де підв'язані практично всі одиниці залізничного транспорту, також елементи інфраструктури, які обладнані сучасною технікою і пристроями механізації, автоматизації елементів перевізного процесу. Технологічними вершинами залізничного вузла є технічні станції. Технічні станції – сортувальні та дільничні – є стратегічно важливими структурними одиницями залізничного транспорту. На дільничних станціях виконуються такі операції: обслуговування рухомого складу, пасажирські, вантажні та комерційні операції, обслуговування під'їзних колій промислових підприємств і місць загального користування, обслуговування транзитних поїздів, зміна поїзних локомотивів і локомотивних бригад, розформування і формування дільничних і збірних поїздів. Обов'язковим елементом дільничної станції є гірка малої потужності або маневрова витяжна колія зі спеціальним профілем [13]. Слід відзначити, що наразі на території України експлуатується більше 1,5 тис. залізничних станцій [14].

Питання перебудови станцій і їх елементів тою чи іншою мірою стосується кожного вченого, який займається дослідженнями аспектів і проблем залізничного транспорту. Серед найбільш пізніх привертає увагу дослідження М. В. Четчуєва, який стверджує, що у разі перебудови станцій слід дотримуватися таких положень: максимально зберегти існуючий колійний розвиток, стрілочні переводи, встановлені світлофори, забезпечити дотримання корисної довжини колій [15].

Для забезпечення ефективності капітальних вкладень нормативними документами з проектування залізничних станцій та вузлів, починаючи з перших видань технічних умов проектування станцій [16, 17] і до цього часу чинних правил і технічних норм проектування станцій та вузлів [18], будівництво залізничних вузлів та великих станцій поділяється на етапи. Тобто початкову пропускну спроможність станції або вузла передбачають такою, щоб забезпечити безперебійну роботу лише на певний початковий період експлуатації, після чого у разі збіль-

шення розмірів роботи колійний розвиток і технічне оснащення пристроїв необхідно нарощувати. При цьому ще в середині XIX ст. І. Ф. Рерберг запропонував розробляти більш детальні проекти розвитку станцій і вузлів на перспективу, але реалізовувати їх поступово у відповідності до збільшення розмірів руху [19]. Цей принцип був підтриманий С. Д. Карейшей [20] і Е. Л. Фішером [21], надалі ними найбільш чітко були сформульовані вимоги до етапності розвитку і технічні умови проектування станцій (ТУПС-33), там вже конкретно наголошувалося на тому, що окремі етапи розвитку станції чи вузла повинні виходити з проекту повного розвитку шляхом викидання не потрібних на цих етапах колій та пристроїв. Подальший розвиток, як правило, має відбуватися без повної перебудови, шляхом лише поступового додавання парків або окремих колій. Розміри та терміни збільшення пропускної спроможності повинні встановлюватися в процесі раціональної етапності розвитку станцій. Терміни реалізації цих подій, які в сукупності з прогресивною технологією роботи повинні забезпечувати мінімум критерію оптимальності – сумарних дисконтованих будівельно-експлуатаційних витрат [22]. Іншими словами, оптимальна етапність розвитку характеризує найбільш вигідну траєкторію зміни наявної пропускної здатності станційних пристроїв в координатах «час - стан».

Варіант технічного стану станції складається з сукупності параметрів, які характеризуються рівнем технічного оснащення та технологічного забезпечення станції, тобто кількості колій в парках, а також схеми їх взаємного розташування, кількості маневрових локомотивів, що приписані до станції, бригад пункту технічного обслуговування вагонів (ПТО) і пункту комерційного огляду вагонів (ПКО), і ще пристроїв автоматизації сортувальної гірки. Зміна хоча б одного параметру призводить станцію до зовсім іншого стану. Поєднання таких параметрів повинно бути ідеальним, збалансованим, таким, щоб усі елементи станції забезпечували певний, спільний рівень пропускної спроможності.

В практиці проектування станцій етапи розвитку потрібно розмежовувати моментами переходу із одного технічного стану в інший, котрий співпадатиме з введенням в експлуатацію інших додаткових колій, парків, що можна реалізувати

без незміни схеми або зі зміною схеми дільничної станції. Аналіз наукових досліджень з обґрунтуванням етапності розвитку, виконаних з додаванням сучасних математичних методів, починаючи з 1960-х рр. в роботах Лівшиця В. Н. [23], Бикадорова А. В. [24], Булавченка І. Д. [25], Няшкова Ю. П. [26], Архангельського Є. В. [27], Сотнікова Є. А. [28], Грунтова П. С. [29], Правдіна Н. В. [30], Єфименка Ю. І. [31], Олейнікової Л. А. [32], Губаря М. В. [33], Четчуєва М. В. [34] показав, що наразі для цієї мети найбільш слушним є метод динамічного програмування.

В основі методу динамічного програмування лежить розбиття обчислювального процесу на відокремлені один від одного кроки. У межах кожного кроку підрахунків визначають набір умовно-оптимальних управлінь, у результаті яких станція переходить з одного стану в інший або залишається без змін. Умовно-оптимальні переходи на кожному кроці визначають з урахуванням усіх попередніх кроків від початку розрахункового періоду, після визначення умовно-оптимальних переходів на останньому кроці. Найкращий варіант розвитку системи знаходять шляхом проходження від кращого варіанту на цьому кроці в зворотному напрямку по знайдених умовно-оптимальних переходах до початку розрахункового періоду.

Обчислювальному процесу оптимізації передують розробка і оцінка варіантів технічного стану об'єкта, що проектується, які являють собою найбільш трудомістку частину завдання. Для кожного варіанта технічного стану необхідно запроектувати масштабний план повної розбудови, на основі якого підрахувати обсяг і вартість будівництва, яка згодом увійде у масив початкових капіталовкладень. Далі слід розробити і оцінити проекти перебудови для реалізації всіх можливих переходів між варіантами технічного стану і підрахувати вартість перебудови для матриці капітальних вкладень. Також необхідні значення експлуатаційних витрат для всіх варіантів технічного стану по всіх роках експлуатації. З огляду на великий обсяг робіт, необхідно прагнути до реалізації тільки необхідних варіантів технічного стану та необхідних переходів між ними.

У разі розвитку станції або вузла в рамках однієї принципової схеми число варіантів технічного стану буде малим, а переходи повинні бути можливі між усіма варіантами. Але в процесі розвитку станції або вузла ефективним може стати перехід від існуючої до іншої, і момент доцільності цього переходу повинен бути встановлений в процесі оптимізації етапності розвитку шляхом порівняння різних варіантів схемних рішень, які прийнято називати альтернативними варіантами технічного стану. Наприклад, дільничні станції на одноколійних лініях краще проектувати поперечного типу, а на двоколійних лініях за великих розмірів руху – напівпоздовжнього типу або поздовжнього [35].

Схеми сортувальних та інших великих станцій можуть відрізнятися кількістю і взаємним розташуванням парків та інших пристроїв. Альтернативні варіанти залізничних вузлів можуть відрізнятися не лише взаємним розташуванням, а й кількістю станцій та їх спеціалізацією, а також наявністю або відсутністю обходів вузла. Аналогічно визначають і число варіантів технічного стану вузлових станцій. В цьому випадку для кожної градації розмірів руху необхідно розглянути не менше трьох варіантів розв'язки маршрутів:

- в одному рівні без пристрою шлюзів;
- в одному рівні зі спорудженням шлюзів;
- в різних рівнях з будівництвом колієпровідної розв'язки.

Крім того, необхідно виявити і відкинути нераціональні переходи, що дозволить позбутися від непотрібних розрахунків. У разі зростання розмірів роботи для вузлових станцій слід виключати переходи між варіантами однієї групи, а також від варіантів з колієпровідною розв'язкою до варіантів з перетином маршрутів в одному рівні без шлюзу або з таким, а від варіантів зі шлюзом до варіантів з перетином маршрутів в одному рівні без шлюзу. Прибрати нелогічні або неприйнятні з інших причин переходи найлегше завданням в матриці капітальних вкла-

день для таких переходів свідомо завищених значень капітальних вкладень за умов швидкого зростання обсягів роботи [35].

Перевірка запропонованого методу здійснюється на прикладі вузлової дільничної станції напівпоздовжнього типу, при якій можна забезпечити найкращі умови для поетапного нарощування колійного розвитку парків з мінімальною реконструкцією, а також мінімальні пробіги змінних поїзних локомотивів, що доведено в дослідженнях [32, 36].

Для економічної оцінки варіантів технічного стану станції і підходів до неї, а також переходів між варіантами необхідно визначити зазначені вище вартісні показники: початкові капіталовкладення по всіх варіантах технічного стану, які представляються у вигляді масиву; капіталовкладення, необхідні для переходу від кожного варіанта технічного стану до інших можливих варіантів, що подаються у вигляді матриці капіталовкладень; експлуатаційні витрати по кожному року розрахункового періоду і варіанту технічного стану у вигляді матриці експлуатаційних витрат.

Для отримання вартісних показників були розроблені масштабні плани з усіх варіантів і розраховані затримки рухомого складу, що залежать від варіанту етапності. Масштабні плани і розрахунки вартісних показників зберігаються на кафедрі «Залізничні станції та вузли» Петербургського державного університету колій і сполучень Імператора Олександра І.

Таким чином, використання альтернативних варіантів технічного стану залізничних станцій і вузлів у разі обґрунтування раціональної етапності їх розвитку націлене на проведення більш глибокого аналізу можливих проектних рішень, хоча і вимагає значних збільшення підготовленої роботи і обсягу обчислень.

Ефективним способом скорочення обсягів масштабного проектування і економічної оцінки переходів між варіантами технічного стану є запропонований в статті особливий порядок їх нумерації і попередні виключення нелогічних або свідомо нераціональних переходів.

1.4 Підвищення пропускної спроможності технічних станцій

Під час проектування залізничних станцій та вузлів найбільш важкими є розрахунки з'єднань колій, що дало поштовх до розробки програм і використання ЕОМ для здійснення цих розрахунків. Дослідження методів розрахунків з'єднань колій розпочались в 60-х роках водночас з початком широкого впровадження ЕОМ до практики інженерно-технічних розрахунків [37].

Основний документ, що визначає розвиток залізничного транспорту [38] передбачає перспективні види робіт, спрямовані на підвищення пропускної спроможності залізниць і залізничних станцій та вузлів зокрема.

Він передбачає перспективні види робіт, спрямовані на підвищення пропускної спроможності залізниць взагалі, і залізничних станцій та вузлів зокрема.

Технічні станції – дільничні, сортувальні – є найважливішими, тому що на них зароджуються і погашаються поїздопотоки, виконуються технічні операції з транзитними поїздами, на які припадають значні часові, фінансові та інші витрати. Заходи, спрямовані на вдосконалення технології їх роботи, підвищення пропускної спроможності, повинні бути ретельно розглянуті і оцінені. До одного з таких заходів відноситься будівництво обходів, які можуть бути застосовані для вирішення широкого спектра завдань у межах станцій, залізничних вузлів (паралельні ходи) і за їх межами (глибокі обходи).

Одним із способів підвищення пропускної спроможності, є побудова обходів, які на практиці поширені давно як в мирні, так і у воєнні часи [39] та використовуються у відношенні як залізничних вузлів [40], так і окремих станцій і їх елементів [41], причому, як в нашій країні, так і за кордоном [42].

В інших публікаціях [41, 43] авторами вже згадувалось питання, пов'язане з потребою зведення місцевого обходу в центральній горловині дільничної станції поздовжнього та напівпоздовжнього типу, в цьому дослідженні [44] розглянуті варіанти горловини, при яких було б враховано будівництво обхідної ділянки. В технічній, навчальній літературі, про залізничні станції, описували схеми горло-

вини при присутності обходу, але не наголошували увагу на можливих варіантах його використання в горловині [44, 45].

Але, не дивлячись на давню історію застосування обходів на практиці, в літературі дуже мало наукових досліджень, присвячених важливому елементу вузловій і станційній інфраструктурі, якщо не брати до уваги роботи по паралельним ходам в вузлах [46].

У чинних правилах і нормах проектування залізничних станцій та вузлів інформація про застосування місцевих обходів на дільничних станціях представлена у вигляді рекомендації, що вказує на можливість їх використання за певних розмірів руху [38]. Враховуючи те, що дані рекомендації з'явилися в нормативній літературі з середини XX століття, а умови в яких працює залізничний транспорт, в першу чергу, економічні, давно змінилися, автори вважають, що проблема обґрунтування доцільності спорудження місцевих обходів може бути дуже актуальною, тому на першому етапі необхідно проаналізувати вплив різних чинників.

У [38] визначено, де і для чого на дільничних станціях можуть бути застосовані місцеві обходи. Типовими схемами для дільничних станцій є станції поперечного, напівпоздовжнього і поздовжнього типів.

На станціях двоколійних і багатоколійних ліній слід передбачати головну колію в обхід локомотивного господарства. Крім того, на станціях поздовжнього (напівпоздовжнього) типу може укладатися колія в обхід локомотивного тупика, що дозволяє розвантажити горловину, прискорити пропуск змінюваних поїзних локомотивів.

Розглянемо фактори, що можуть вплинути на доцільність будівництва обходів.

З переліку можливих чинників, які можуть бути віднесені до обходу [47], виділимо в першу чергу експлуатаційні, а саме:

- схема тягового обслуговування, яка визначає де відбувається зміна поїзних локомотивів у транзитних поїздах або зміна локомотивних бригад;
- розміри і нерівномірність пасажирських і вантажних поїздопотоків.

- пробіг рухомого складу;
- затримки просування поїздів і локомотивів;
- наявність і тривалість технічних і комерційних операцій з вагонами.

Схема тягового обслуговування визначає значимість спорудження місцевого обходу на дільничній станції. Зміна поїзного локомотива є масовою операцією, яка виконується в центральній горловині на рис. 1.1.

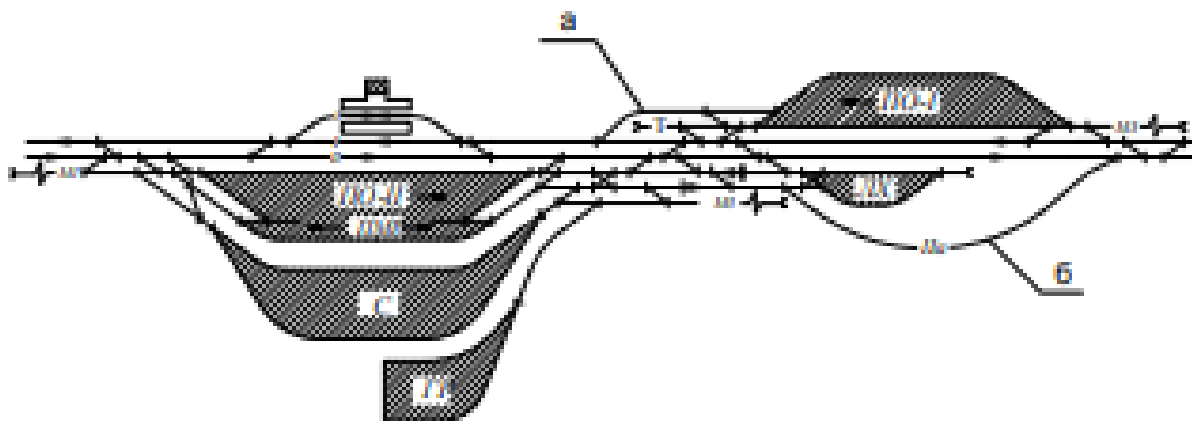


Рис. 1.1 – Схема дільничної станції поздовжнього типу з обходом:

а – обхід локомотивного тупика; б – обхід локомотивного господарства;

На даному рисунку прийнято наступні позначення:

ПО – приймально-відправний парк;

С – сортувальний парк;

ЛХ – локомотивне господарство;

ГР – вантажний район.

Розміри поїздопотоків є другою необхідною умовою, поряд зі зміною поїзних локомотивів, при визначенні доцільності будівництва місцевих обходів. Очевидно, що ефективність запропонованого заходу безпосередньо залежить від кількості поїздів, у яких будуть змінюватися локомотиви, тому завдання полягає у пошуку рівня заповнення пропускної спроможності, за якої поточні витрати будуть настільки великі, що не дозволять працювати станції в нормальному режимі, отже не забезпечують необхідний рівень пропускної спроможності.

Нерівномірність поїздопотоків, в даному випадку внутрішньодобова, причому як пасажирських, так і вантажних, впливає на умови роботи, визначаючи інтенсивність прибуття-відправлення поїздів, а отже й те зростання завантаження, яке повинне бути компенсовано передбачуваним заходом. Також на цей фактор може впливати наявність або відсутність, а також кількість примикань додаткових підходів головних колій до даної горловини станції. Він впливає на число потрібних паралельних операцій в горловині, а значить і на її завантаження.

Для обліку даної нерівномірності в повній мірі необхідно виконати імітаційне моделювання роботи станції, яке успішно застосовується для вирішення аналогічних завдань [48].

Пробіг рухомого складу, а саме, поїздів, котрі відхиляються на обхідну колію, для даного типу обходів матиме не настільки значний вплив, як для обходів іншого типу – глибоких або паралельних ходів, але також потребує досліджень.

Затримки рухомого складу. Розглянемо варіант з обходом локомотивного тупика. Основними причинами затримок даному випадку є: ворожість маршрутів пропуску поїзних локомотивів для зміни в депо і назад, і поїздів, що прямують в центральній горловині станції на рис. 1.2.

На даному рисунку прийнято наступні позначення:

- 1 – маршрут слідування поїзного локомотива в депо і назад;
- 2 – маршрут відправлення поїздів.

Причому це ті затримки, які опосередковано залежать від вантажного поїздопотоків (відправлення готових поїздів з парку ПО-I), що розглядається, так і ті, що створюються іншими категоріями поїздів (пасажирські, прискорені) або поїздами тієї ж категорії протилежного спрямування (з парку ПО-II). Для зменшення впливу поїздів, що відправляються з парку ПО-II може бути побудований обхідний шлях локомотивного депо (див рис. 1.1)

Ступінь впливу збільшення тривалості затримок поїзних локомотивів під час їх зміни залежить від наявності та тривалості технічного і комерційного оглядів вагонів при стоянці поїзда, а можливо і позапланового безвідчіпного ремонту на приймальній колії.

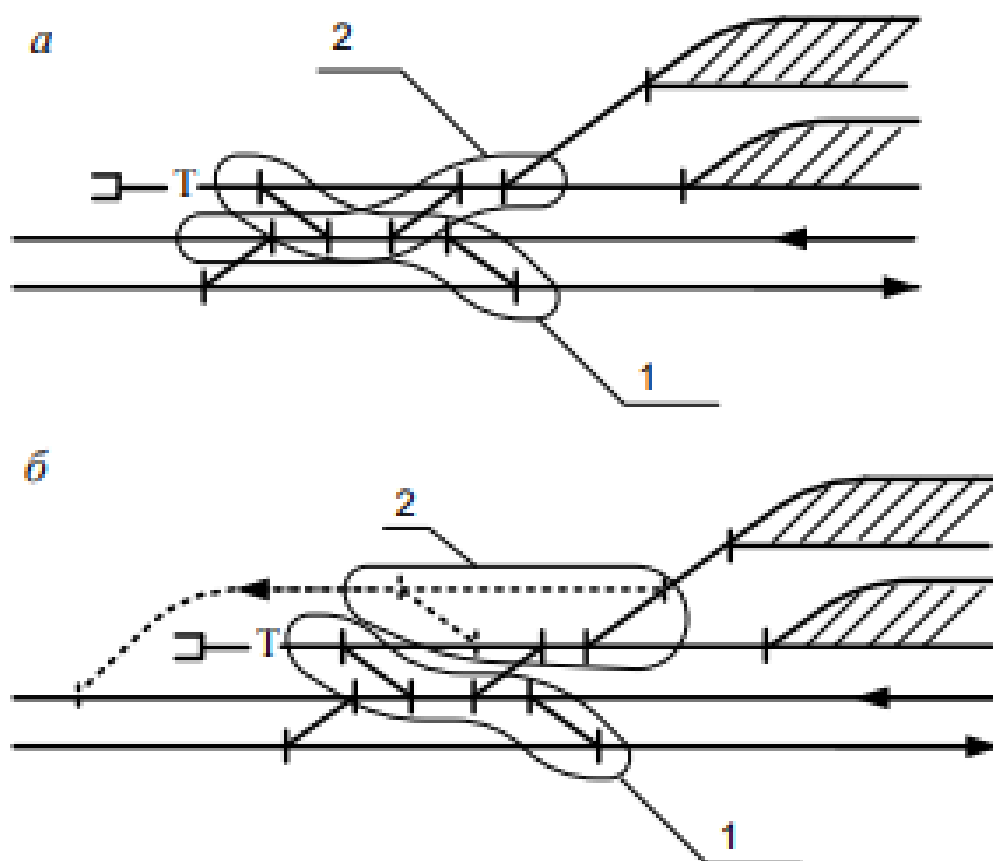


Рис. 1.2 – Схема центральної горловини дільничної станції:

а) за відсутності обхідної колії, б) за наявності обхідної колії.

Крім експлуатаційних факторів, необхідно розглядати також будівельний, який буде виражатися в капітальних вкладеннях, необхідних для відсіпання земляного полотна, включаючи водовідвідні пристрої, влаштування верхньої будови колії (баласту, стрілочних переводів), пристрої електричної централізації, контактної мережі. [41].

Наведені фактори визначають порядок визначення ефективності пропонованого заходу, при цьому, по-перше, обов'язковою умовою буде наявність зміни локомотивів, по-друге, має бути достатня їх кількість, яка залежить від розмірів поїздопотоків, а по-третє, наявність обходу локомотивного господарства для відправлення поїздів, позитивно впливає на ефективність обходу локомотивного тупика, тобто один обхід доповнює інший.

І звичайно, маючи з одного боку капітальні вкладення на будівництво об'їждних колій і додаткові експлуатаційні витрати на їх утримання, а з іншого боку ефект від скорочення затримок рухомого складу, розвантаження горловини і підвищення пропускної спроможності горловини, і в цілому станції, можна розглядати питання про доцільність їх використання. І тут багато що залежатиме від прийнятих величин витратних ставок для економічного обґрунтування.

На основі досліджень [49] було виявлено, що вдосконалення технічного оснащення елементів станції, що відповідають за реалізацію основного технологічного процесу, веде до покращення низки показників, на кшталт гіркового технологічного інтервалу, переробної спроможності сортувальної гірки, резерву переробної спроможності.

1.5 Аналіз критеріїв економічної ефективності реконструкції колійного розвитку технічних станцій

Взагалі реконструкцію станцій здійснюють для посилення пропускної спроможності. Наприклад, реконструкція на ділянці Одеської залізниці напрямку Знам'янка – Долинська – Миколаїв у 2017 році [50-52]. Цей проект планувалося завершити до кінця 2021 року.

Фінансування проекту планувалося здійснити за кредитні кошти, закупівлі проводити відповідно до правил ЄБРР і ЄІБ на основі відкритих міжнародних тендерів. Голова АТ УЗ Євген Кравцов зазначив, що будівництво другої колії, електрифікація напрямку Долинська – Миколаїв та оновлення систем сигналізації та зв'язку ліквідує вузькі місця, сприяє збільшенню обсягів перевезень у напрямку морських портів, зменшить термін доставки вантажів, збільшить енергозбереження, зменшить експлуатаційні витрати і покращить екологічну ситуацію в регіоні [53, 54].

У 2017 році ЄІБ провів тендер і відібрав компанію COWI (Бельгія) для надання консультаційної підтримки АТ "Укрзалізниця" при здійсненні закупівель, зокрема в розробці конкурсної документації та проведенні тендерів.

"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.

Вже 32 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.

Реконструкція колійного розвитку станції Підбірці надасть можливість збільшити швидкості руху поїздів по головних коліях станції до 140 км/год. Проект включає:

- 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.

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 [55].

Ліквідація «вузьких місць» на напрямку до Маріупольського вузла надасть можливість збільшити пропускну спроможність залізничного напрямку Запоріж-

жя – Пологи – Комиш-Зоря – Волноваха – Маріуполь. Термін окупності – 7 років. Орієнтовна вартість – 20,8 млн. євро Орієнтовний строк реалізації – 2018-2020 роки. Можливі джерела фінансування – грантові кошти, кредитні кошти.

Проект будівництва стаціонарної тягової підстанції ст. Роздільна має забезпечити збільшення вантажопотоку та пропускної спроможності на ділянці, надійне електропостачання електрорухомого складу. Значне зменшення експлуатаційних витрат на залізниці; підвищення діляничних 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.

Створенню системи автоматизованого проектування станцій передувало те, що зросла складність станцій та вузлів, варто збільшити продуктивність праці проєктувальників також розвинення математичних методів та технічних засобів ЕОМ [56, 57].

Процес проектування залізничних станцій важкий і не може бути повністю формалізованим. Щоб успішно проектувати станції потрібно встановити показники, які визначають якість конструкції їх колійного розвинення [58].

Велику зацікавленість викликають роботи [59-60], в них висувається пропозиція щодо зменшення енерговитрат на рух поїздів, питомої будівельної довжини колій, витрат на облаштування колій та рухомий склад за рахунок вибору раціональної конструкції горловин станцій.

Підхід, що описаний в роботі [61] визначає економічно вигідну послідовність здійснення робіт з удосконалення конструкцій станцій, але у разі реалізації підходу виникають складнощі та сумніви у виборі системи показників (якісні та кількісні) і формулюванні їх значень при діяльності об'єктів на різних етапах переобладнання.

Щоб знайти рішення даної проблеми в роботі [62] наведено методику оцінювання та визначення результативних варіантів проєктних рішень, спрямованих

на покращення технічних, а також технологічних параметрів залізничних станцій. Кожний спосіб удосконалення пропонується охарактеризувати двома інтегральними показниками: кількісним (витратами на реалізацію варіанту) та якісним (переробна спроможність станції).

Підвищення пропускної спроможності залізничної інфраструктури є важливою задачею, як на державному рівні [63], так і в окремих регіонах [64], і тому дослідження, спрямоване на пошук резервів її збільшення на рівні технічної залізничної станції, що забезпечує тягове обслуговування перевізного процесу, є дуже актуальним.

Залізничний транспорт – фундаментальна галузь економіки України, що забезпечує її внутрішні й зовнішні транспортно-економічні зв'язки. Залізничний транспорт забезпечує виробничі та невиробничі вимоги матеріального виробництва, невиробничої сфери, населення в усіх видах перевезень. Перевагами залізничного транспорту є велика розгалуженість, низькі тарифи. Він поєднує в собі важливі техніко-економічні показники: регулярність руху й високу швидкість перевезень, велику пропускну та провізну спроможність.

2 ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ Н

2.1 Технічна характеристика станції

Станція Н (рисунок 2.1) за основним призначенням та характером роботи є дільничною, а за обсягом роботи віднесена до І класу.

Прилеглі до станції перегони та основні засоби сигналізації та зв'язку під час руху поїздів (згідно Додатку А, табл. А.1) обладнані:

1) у непарному напрямку:

- перегін Н – В – двоколійний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням.

2) у парному напрямку:

- перегін Н – Л – двоколійний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням;

- перегін Н – К – двоколійний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням.

Для забезпечення виконання операцій по прибуттю, відправленню, формуванню – розформуванню поїздів, колійний розвиток станції складається з трьох парків: двох приймально–відправних парків та одного сортувального парку.

По взаємному розташуванню приймально – відправних парків схема станції напівпоздовжня.

Приймально – відправний парк (ПВ І) складається з 3-х колій (мінімальна довжина колії складає 1050 м, а максимальна 1084 м), призначених для приймання та відправлення транзитних поїздів, обробки транзитних вантажних поїздів з напрямку В.

Сортувальний парк складається з 5-ти колій (мінімальна довжина колії складає 1050 м, а максимальна 1134 м), призначених для розформування составів, накопичення вагонів за напрямками, закінчення формування составів поїздів.

Станція Н обладнана електричною централізацією стрілок та сигналів, управління якими здійснюється з поста ЕЦ.

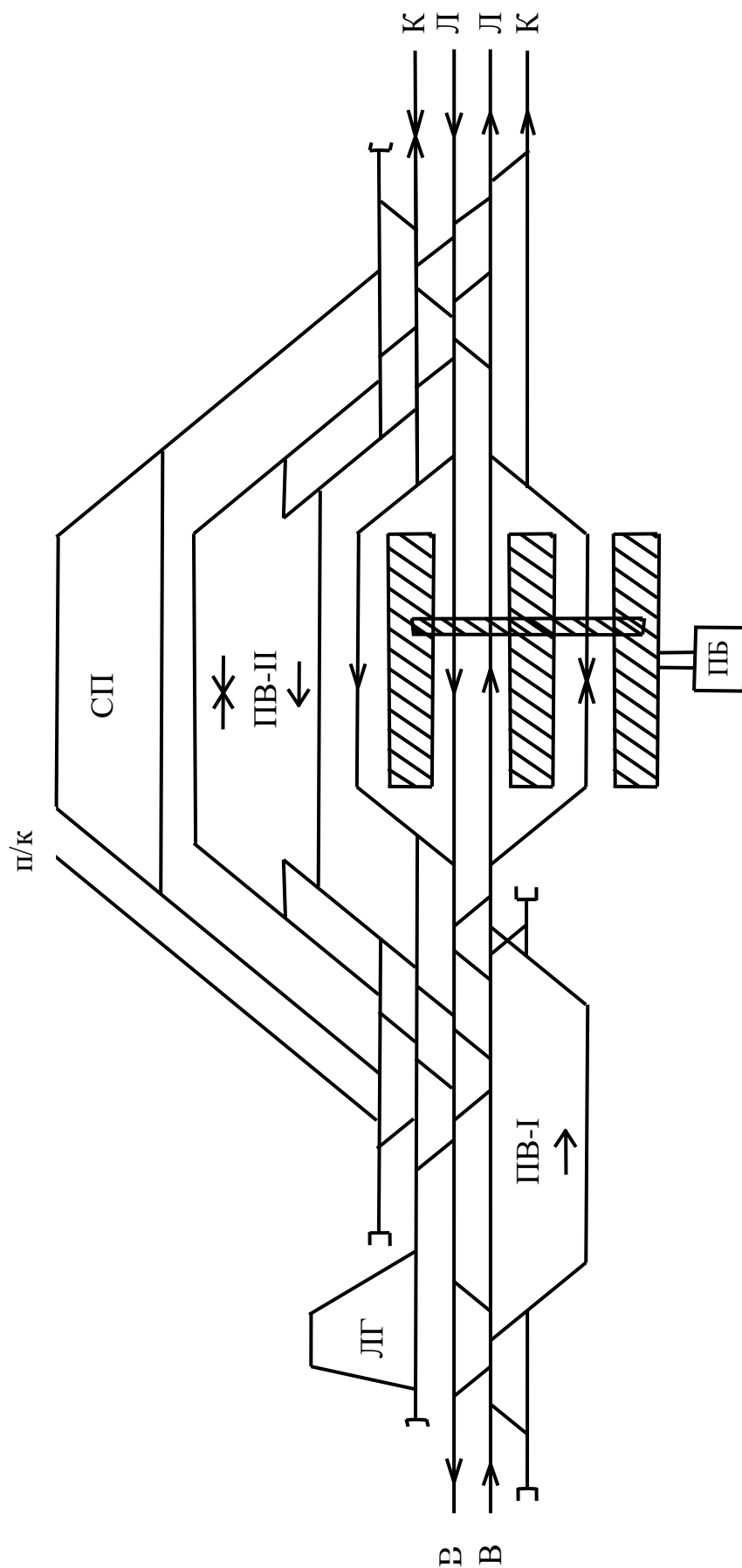


Рисунок 2.1 – Схема дільничної станції Н

Приймально–відправний парк (ПВ II) має 5 колії (мінімальна довжина колії складає 1050 м, а максимальна 1152 м), призначені для приймання, відправлення, обробки всіх категорій вантажних поїздів з напрямків К та Л, враховуючи кутові, приймання поїздів в розформування з напрямку В та відправлення составів свого формування на всі напрямки.

Розформування поїздів на станції виконується неперервним чином. Гіркові стрілочні переводи обладнані пристроями електричної централізації.

Для виконання маневрової роботи, подачі та прибирання вагонів на навантажувально-розвантажувальні фронти на станції є один маневровий локомотив серії ЧМЕ-3. Манєврова робота виконується на сортувальних та приймально-відправних коліях станції.

Екіпірування маневрових локомотивів дизельним паливом здійснюється в локомотивному депо станції Н.

Маневровий тепловоз виконує:

- подачу та прибирання вагонів на вантажний район;
- формування та розформування составів дільничних та збірних поїздів.

Для оперативного керівництва роботою черговий по станції (ДСП) має:

- поїзний диспетчерський зв'язок між ДСП, оператором при ДСП та поїзними диспетчерами дільниць- для передачі та прийому оперативної інформації про рух поїздів, планування поїзної роботи;

- поїзний міжстанційний зв'язок ДСП з черговими по станціям К, Л та В.

Прямий внутрішньостанційний зв'язок ДСП з черговим по парку (ДСПП), оператором поста централізації, сигналістами, оператором СТЦ, старшим прийомоздавальником вантажу та багажу, черговим по вокзалу, черговим по депо, оператором ПКТО, електромеханіком СЦБ – для прийому та передачі розпоряджень, обміну оперативної інформації стосовно руху поїздів та виконання маневрової роботи.

Поїзний радіозв'язок ДСП з машиністами поїзних локомотивів ДНЦ дільниці Н на прилеглих перегонах та станції про особливості приймання, відправлення поїздів і маневрових переміщень.

Маневровий радіозв'язок ДСП з машиністами маневрових локомотивів, складачем поїздів, сигналістами, ДСПП, операторами поста централізації - для забезпечення оперативного управління технологічними операціями на станції.

Двосторонній парковий зв'язок – для повідомлення працівників, що пов'язані з технологічним процесом.

Телеграфний інформаційний зв'язок СТЦ з ІСЦ та СТЦ станцій К, Л, В – для прийому попередньої інформації про підхід поїздів, наявність вагонів, що прямують під вивантаження на станцію, передачі змісту ТНЛ та інше.

Сповідувальний (вокзальний) зв'язок – для передачі інформації черговим по вокзалу пасажирам, на пасажирських платформах та в приміщенні вокзалу про рух поїздів.

Телефонний зв'язок залізничної АТС для зв'язку з підприємствами, організаціями залізниці та підприємствами населеного пункту Н.

На станції Н впроваджена автоматизована система управління (АСУ) процесом перевезень, яка дозволяє виконувати автоматизоване складання натурального листа форми ДУ-1, обмін інформацією та обробку повідомлень.

На вокзалі станції Н впроваджена автоматизована система продажу квитків «Експрес-УЗ-Є».

На території станції Н знаходяться:

- пост електричної централізації (ЕЦ);
- пасажирська будівля (ПБ);
- приміщення складачів поїздів;
- приміщення ПТО;
- локомотивне депо.

В пасажирській будівлі знаходяться:

- зал очікування для пасажирів, квиткова каса, буфет;

- службово-технічні приміщення, кабінети начальника станції та заступника начальника станції, відділу кадрів, начальника штабу ЦО, кабінет охорони праці.

Для обслуговування пасажирів на станції Н є такі пристрої: 3 низькі пасажирські платформи та пішохідний міст із виходом на них.

На посту ЕЦ розміщені робочі місця чергового по станції Н, оператора при черговому по станції, поруч з ним є пости приймальника поїздів та станційний технологічний центр обробки поїзної інформації та перевізних документів (СТЦ).

2.2 Експлуатаційна характеристика станції

На станції Н здійснюється зміна локомотивів всіх транзитних поїздів, які прибувають з напрямку К, для яких локомотивне депо даної станції є оборотним. Схема тягового обслуговування наведена на рисунку 2.2 згідно Додатку А, рисунок А.1.

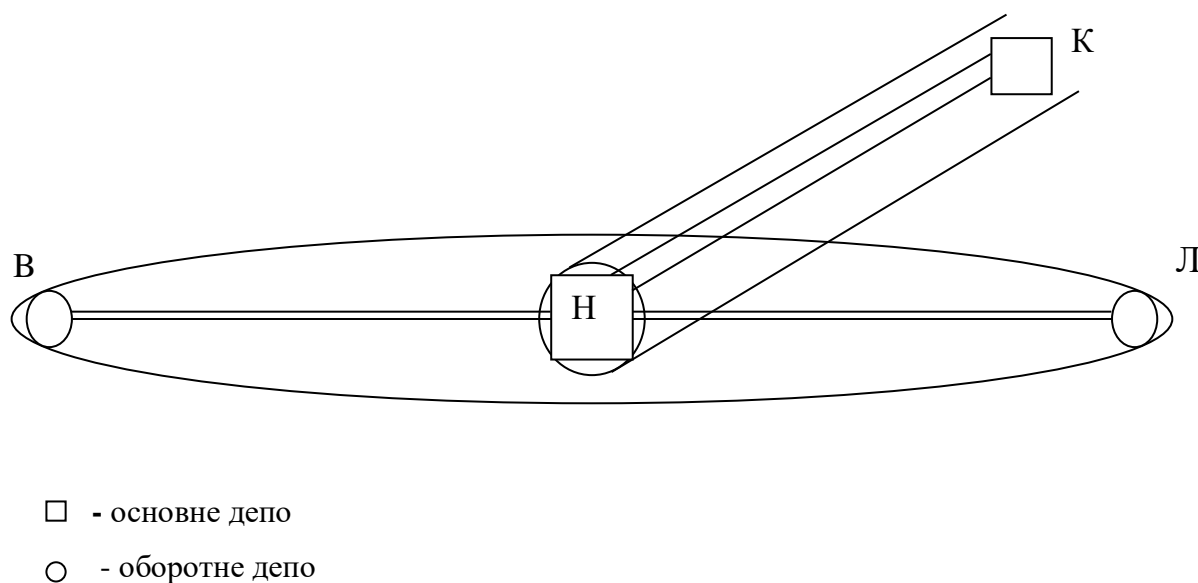


Рисунок 2.2 – Схема тягового обслуговування вантажного руху

2.2.1. Робота станції з пасажирськими поїздами

Пасажирські дальні та приміські поїзди приймаються з напрямку В на колії І та 3, після зупинки поїзда виконується посадка та висадка пасажирів, після цих операцій пасажирський поїзд відправляється зі станції в напрямку Л або К.

Пасажирські дальні, місцеві, приміські поїзди які рухаються із напрямку Л в напрямку К і навпаки приймаються на колії ІІ та 4. Після приймання дальнього,

місцевого пасажирських поїздів на ці колії виконується посадка та висадка пасажирів, паралельно посадці та висадці пасажирів відбувається зміна локомотива, після причеплення локомотива в хвіст состава та повного випробовування автогалем пасажирський поїзд відправляється на напрямки Л або К.

Приміські поїзди які рухаються із напрямку Л в напрямку К і навпаки приймаються на колії П, 4 або 3. Після приймання приміського поїзда на ці колії виконується посадка та висадка пасажирів, паралельно посадці та висадці пасажирів відбувається зміна кабіни управління електропоїздом, після зміни кабіни управління та повного випробовування автогалем пасажирський поїзд відправляється на напрямки Л або К.

Пасажирські дальні та приміські поїзди без зміни локомотива або локомотивної бригади приймаються з напрямку Л та К на колії П та 4, після зупинки поїзда виконується посадка та висадка пасажирів, після цих операцій пасажирський поїзд відправляється зі станції в напрямку В.

2.2.2 Робота станції з вантажними поїздами

При підході поїздів з напрямків Л, К, В черговий по станції повідомляє всім працівникам, що беруть участь у його обробці потрібні їм дані та приймає його в ПВ П.

Обробка поїзда в ПВ П складається із наступних операцій:

- закріплення составу поїзду;
- відчеплення локомотива та відправлення його в депо;
- технічного огляду вагонів;
- комерційного огляду вагонів разом із ВОХР;
- контрольної перевірки поїзда;
- перевірки наявності перевізних документів.

Після виконання всіх необхідних операцій з составами, їх розформовують поштовхами маневровим локомотивом.

У процесі розформування поїздів, на основі даних обліку накопичення вагонів на коліях сортувального парку і даних натурних листів, під керівництвом маневрового диспетчера здійснюється формування поїздів нових призначень.

Після завершення накопичення состава поїзда на відповідні призначення згідно ПФП, виконуються операції із закінчення формування состава, після чого він готовий для подачі у ПВ II.

В ПВ I состави оглядаються бригадою ПТО та ПКО, після чого, при готовності документів, причіпляється локомотив та поїзд відправляється.

Транзитний вагонопотік без переробки прибуває із Л та К в ПВ II, а із В у ПВ I.

В дані парки прибувають транзитні поїзди як з зміною так і без зміни локомотивів. Так, транзитні поїзди із Л на К, а також із К на Л змінюють локомотив, а всі інші не змінюють.

Після прибуття транзитного поїзду на колію парку ПВ I чи ПВ II, при зміні локомотива, состав закріплюється, локомотив відчіплюється і направляється в депо. Состав оглядається бригадою ПТО та ПКО, і, при відсутності несправних вагонів, подається локомотив під состав, знімається закріплення і поїзд відправляється.

Якщо даний состав без зміни локомотива, то всі вищеназвані операції виконуються без закріплення, відчеплення та причеплення.

У зв'язку з деяким збільшенням вагонопотоків станції Н, у тому числі суттєвим збільшенням вагонопотоку, що надходить в переробку, існуюча сортувальна система не зможе переробити потрібний вагонопотік. У зв'язку з цим в даному дипломному проекті буде виконано вибір варіанту реконструкції колійного оснащення сортувального парку, а також розглянуто питання удосконалення роботи з місцевими вагонами.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ Н

3.1 Аналіз вихідних даних для визначення обсягів роботи станції Н

Вихідними даними для проектування є план існуючої станції та завдання, що визначають обсяг та характеристику роботи. Обсяги вагоно- та поїздопотоків наведені в Додатку А.

У відповідності з Додатком А до даної станції примикають три двоколійні підходи Н – В, Н – Л, Н – К. На всіх (трьох) ділянках використовується локомотив ВЛ-80.

На станцію Н прибувають пасажирські поїзди з зупинкою, розміри руху яких наведено в таблиці 3.1 (згідно з Додатком А.2, таблиця А.2)

Таблиця 3.1 – Пасажирський поїздопотік станції Н

На Із	Л	К	В	Н	Разом
Л	-	1	5	2	8
К	1	-	1	1	3
В	5	1	-	1	7
Н	2	1	1	-	4
Разом	8	3	7	4	22

Дільнична станція Н обслуговує транзитні поїзди без зміни локомотива та зі зміною локомотива. Зміна локомотива відбувається для ділянки, для якої станція Н є станцією оборотного депо – ділянка Н – К. Розміри руху транзитних поїздів наведено в таблиці 3.2 (згідно з Додатком А.2, таблиця А.3).

Таблиця 3.2 – Транзитний поїздопотік станції Н

На Із	Л	К	В	Разом
Л	-	5	17	22
К	4	-	12	16
В	27	12	-	39
Разом	31	17	29	77

Станція Н розформовує дільничні та збірні поїзди, що надходять у переробку, а також формує поїзди згідно з планом формування. Розміри транзитного вагонопотоку з переробкою наведено в таблиці 3.3 (згідно з Додатком А.2, таблиця А.4).

Таблиця 3.3 – Вагонопотік станції Н з переробкою

На З	Л	К	В	Місцеві	Разом
Л	-	77	254	24	355
К	82	-	124	12	218
В	214	49	-	36	299
Місцеві	21	18	33	-	72
Разом	317	144	411	72	944

3.2 Визначення маси вантажного поїзда

Масу поїзда визначають із умови повного використання потужності та тягових якостей локомотиву, а також кінетичної енергії поїзду у відповідності з нормами, що приведені в [65].

Розрахунок маси составу виконують виходячи з наступних умов безупинного руху:

- а) за розрахунковим підйомом з рівномірною швидкістю;
- б) за найважчим підйомом з урахуванням використання кінетичної енергії поїзда.

Розрахунковий підйом приймають виходячи з аналізу найважчих елементів подовжнього профілю, рівня допустимої швидкості прямування поїздів по стану колії, розташування зупинкових пунктів.

Максимальну масу составу визначимо за формулою згідно [65]:

$$Q = \frac{F_{кр} - P(\omega_0' + i_p)}{\omega_0'' + i_p}, \quad (3.1)$$

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

P – розрахункова маса локомотива, m ;

ω_0' – основний питомий опір руху локомотива, n/kH ;

ω_0'' – основний питомий опір руху поїзда, n/kH ;

i_p – крутизна розрахункового керівного підйому, $^0/_{00}$.

Основний питомий опір руху локомотива ω_0' в режимі тяги під струмом залежить від швидкості руху і конструкції колії. Основний питомий опір руху для електровозів при русі по ланковій колії визначається за формулою:

$$\omega_0' = 1,9 + 0,01V_p + 0,0003V_p^2, \quad (3.2)$$

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

Основний питомий опір руху вантажних вагонів ω_0' у складі поїзда визначається за формулою:

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

де q_0 – навантаження на вісь вагона, $т/вісь$.

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

де $n_{осей}$ – кількість осей вагона.

Маса вагону брутто визначається за формулою

$$q_{бр} = q_n + q_t, \quad (3.5)$$

де q_n – маса вагону нетто; приймаємо, зважаючи на характер вантажу, що переважно перевозиться у вантажних вагонах через станцію, згідно Додатку А $q_n = 54 \text{ т}$;

q_t – тара вагону, приймаємо, згідно Додатку А $q_t = 22 \text{ т}$, тоді

$$q_{\text{бп}} = 54 + 22 = 76 \text{ т}$$

Навантаження на вісь 4-хосного вагона становитиме

$$q_0 = \frac{76}{4} = 19 \text{ т/вісь}$$

Визначимо масу поїзда для ділянки Н – Л.

Згідно Додатку А.1 прийнято електровоз ВЛ-80 та керівний ухил на ділянці $i_p = 8,2\text{‰}$, при цьому згідно [66] взято $V_p = 42,2 \text{ км/год}$, $F_{\text{кр}} = 49000 \text{ Н}$.

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 44,2 + 0,0003 \cdot (44,2)^2 = 2,92 \text{ Н/кН};$$

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 44,2 + 0,0025 \cdot (44,2)^2}{19} = 1,34 \text{ Н / кН}$$

$$Q = \frac{49000 - 192 \cdot (2,92 + 8,2)}{1,34 + 8,2} = 4912 \text{ т};$$

Приймаємо $Q = 4900 \text{ т}$.

Визначимо масу поїзда для ділянки Н – В.

Керівний ухил на ділянці $i_p = 7,7\text{‰}$ згідно Додатку А.1, таблиці А.1.

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 44,2 + 0,0003 \cdot (44,2)^2 = 2,92 \text{ Н/кН};$$

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 44,2 + 0,0025 \cdot (44,2)^2}{19} = 1,34 \text{ Н/кН};$$

$$Q = \frac{49000 - 192 \cdot (2,92 + 7,7)}{1,34 + 7,7} = 5194 \text{ т};$$

Приймаємо $Q = 5150 \text{ т}$.

Визначимо масу поїзда для ділянки Н – К.

Керівний ухил на ділянці $i_p = 6,9^{0/00}$ згідно Додатку А.1, таблиці А.1.

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 44,2 + 0,0003 \cdot (44,2)^2 = 2,92 \text{ Н/кН};$$

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 44,2 + 0,0025 \cdot (44,2)^2}{19} = 1,34 \text{ Н/кН};$$

$$Q = \frac{49000 - 192 \cdot (2,92 + 6,9)}{1,34 + 6,9} = 5717 \text{ т};$$

Приймаємо $Q = 5700 \text{ т}$.

Оскільки із трьох ділянок маса состава на ділянці А–Л найменша, то для даної станції на всі напрямки приймаємо уніфіковану норму маси поїзда $Q = 4900 \text{ т}$.

3.3 Визначення кількості вагонів у складі поїзда

Для визначення корисної довжини станційних колій необхідно визначити кількість вантажних вагонів в складі поїзда за формулою:

$$m_{\text{п}} = \frac{Q}{q_{\text{н}} + q_{\text{т}}}, \quad (3.6)$$

$$m_{\text{п}} = \frac{4900}{54 + 22} = 65 \text{ ваг.}$$

Виконуємо перевірку довжини поїзда по довжині приймально-відправних колій. Згідно вихідних даних на станції найменша корисна довжина колій дорівнює 1050 м, тобто довжина поїзда не повинна перевищувати 1050 м з урахуванням відстані на неточність установки поїзда.

Довжина поїзда визначається за формулою:

$$l_{\text{п}} = m_{\text{п}} l_{\text{в}} + l_{\text{л}} + a, \quad (3.7)$$

де $l_{\text{л}}$ – довжина локомотива, м; для ВЛ-80 $l_{\text{л}} = 33 \text{ м}$;

$m_{\text{п}}$ – кількість вагонів у складі поїзда, ваг; $m_{\text{п}} = 65 \text{ ваг}$;

$l_{\text{в}}$ – довжина вагона, м; $l_{\text{в}} = 14,5 \text{ м}$;

a – неточність установки поїзда при прийомі на станційну колію, згідно [66] $a=10$ м.

$$l_n = 65 \cdot 14,5 + 33 + 10 = 985,5 \text{ м.}$$

Оскільки 985,5 менше 1050 м то умова виконується.

Отже, приймаємо 65 вагонів у складі поїзда. Це задовольняє вимогам щодо умов повного використання потужності та тягових якостей локомотива. При цьому довжина поїзда не перевищує корисну довжину приймально-відправних колій станції Н.

3.4 Визначення розрахункових вагоно- та поїздопотоків станції

Транзитний вагонопотік без переробки станції Н визначимо з використанням значень табл. 3.2 та визначеної кількості вагонів у складі вантажного поїзда, яка складає 65 вагонів.

Транзитний вагонопотік без переробки можна визначити за формулою:

$$n_i = m_n N_i, \quad (3.8)$$

де N_i – добовий поїздопотік на i -му напрямі.

Для прикладу визначимо транзитний вагонопотік без переробки із Л на К при транзитному поїздопотоці 5 поїздів (див. табл. 3.2) та кількості вагонів у складі 65 ваг.

$$n_T^{Л-К} = 65 \cdot 5 = 325 \text{ ваг}$$

Аналогічним чином визначимо вагонопотоки без переробки на інших напрямках. Результати розрахунків занесені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Транзитний вагонопотік без переробки станції Н

На \ Из	Л	К	В	Разом
Л	-	325	1105	1430
К	260	-	780	1040
В	1755	780	-	2535
Разом	2015	1105	1885	5005

Поїздопотік станції Н, що надходить у переробку розраховуємо за допомогою отриманих раніше даних.

Кількість поїздів в розформування можна визначити за формулою:

$$N_i = \frac{\sum n_i}{m_{\text{п}}}, \quad (3.9)$$

де $\sum n_i$ – добовий вагонопотік в переробку на i -му напрямі.

Для прикладу визначимо кількість поїздів в розформування із Л при вагонопотіці з переробкою 355 ваг та кількості вагонів у составі 65 ваг (див. табл. 3.3).

$$N_{\text{р}}^{\text{Л}} = \frac{355}{65} = 5,4 \approx 6 \text{ поїздів}$$

Крім цього, за точними результатами розрахунку кількості поїздів у розформування визначаємо кількість дільничних та кількість збірних поїздів на кожному напрямку. Так, у випадку наявності залишку від ділення на 1 більшого ніж 0,5 приймається один збірний поїзд, а решта поїздів – дільничні. В іншому випадку приймається 2 збірних, а решта будуть дільничними. В даному випадку залишок 0,4 менше 0,5, тож із 6-ти поїздів 2 будуть збірними, а 4 дільничними.

Аналогічно визначаються поїзди у розформування по іншим напрямкам. Результати обчислень заносимо у таблицю 3.5.

Таблиця 3.5– Вагоно- та поїздопотік, що переробляється на станції Н

Із \ На		Л	К	В	Н	Разом	Поїздопотік у розформування	
							Дільн.	Збірні
Вагонопотік у розформ.	Л	-	77	254	24	355	4	2
	К	82	-	124	12	218	2	2
	В	214	49	-	36	299	4	1
	Н	21	18	33	-	72	-	-
Разом		317	144	411	72	944	-	-
Поїздопотік у розформ.	Дільничні	4	1	6	-	-	11	-
	Збірні	2	2	1	-	-	-	5

За результатами розрахунків складемо сумарну таблицю поїздопотоків станції Н (таблиця 3.6). В чисельнику наведена кількість вантажних поїздів, в знаменнику – кількість пасажирських поїздів.

Наведені дані будуть використані для побудови діаграм вагоно- та поїздопотоків, а також для перевірки технічного оснащення станції Н та розрахунку показників її роботи.

Таблиця 3.6 – Загальний поїздопотік станції Н

Із \ На		Л	К	В	Н			Разом
					Дільн.	Збірні	Приміські	
Л		-	5/1	17/5	4	2	2	28/8
К		4/1	-	12/1	2	2	1	20/3
В		27/5	12/1	-	4	1	1	44/9
Н	Дільничні	4	1	6	-	-	-	11
	Збірні	2	2	1	-	-	-	5
	Приміські	2	1	1	-	-	-	4
Разом		36/8	20/3	36/9	10	5	4	93/20

3.5 Визначення потрібної пропускної спроможності ліній, що примикають до дільничної станції Н

Потрібна пропускна спроможність ліній, які примикають, визначається як:

$$N_{\Pi} = \alpha(N_{\text{в}} + N_{\text{пас}}\epsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\epsilon_{\text{зб}} - 1)), \quad (3.10)$$

де α - коефіцієнт резерву пропускної спроможності, приймаю $\alpha = 1,2$ [67];

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

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

$\epsilon_{\text{пас}}, \epsilon_{\text{зб}}$ - коефіцієнт зйому вантажних поїздів [66], $\epsilon_{\text{пас}} = 1,3$, $\epsilon_{\text{зб}} = 2$.

Визначаємо потрібну пропускну спроможність на прилеглих лініях:

$$N_{\Pi}^{Л-Н} = 1,2 \cdot (36 + 8 \cdot 1,3 + 2 \cdot (2 - 1)) = 59 \text{ пар поїздів};$$

$$N_{\Pi}^{К-Н} = 1,2 \cdot (20 + 3 \cdot 1,3 + 2 \cdot (2 - 1)) = 32 \text{ пари поїздів};$$

$$N_{\Pi}^{В-Н} = 1,2 \cdot (44 + 9 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) = 65 \text{ пар поїздів}.$$

Виходячи з отриманих даних робимо висновок, що підходи В–Н та Л–Н повинні мати 2 головні колії та бути оснащені автоматичним блокуванням, а підхід К – Н повинен мати одну головну колію та диспетчерську централізацію, проте, згідно Додатку А.1 таблиці А.1 усі підходи до станції Н є двоколійними.

4 НОРМУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЙ Н

4.1 Розподіл поїздопотоків по паркам дільничної станції Н

Розподіл поїздопотоків по паркам визначено згідно з розділом 1 та наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1– Розподіл поїздопотоків по паркам станції Н

На \ З	Л	К	В	Н		Разом
				дільничні	збірні	
Л	-	5*/ ПВ II	17 / ПВ II	4 / ПВ II	2 / ПВ II	28
К	4*/ ПВ II	-	12 / ПВ II	2 / ПВ II	2 / ПВ II	20
В	27 / ПВ I	12 / ПВ I	-	4 / ПВ II	1 / ПВ II	44
Н	дільничні	3/ ПВ II	1/ ПВ II	1/ ПВ II		
	збірні	2/ ПВ II	2/ ПВ II	1/ ПВ II		
Разом		36	20	36		92

Примітки: чисельник – кількість вантажних поїздів;

знаменник – номер парку, в який надходять поїзда;

* - транзитні поїзди, що проходять станцію зі зміною локомотива.

4.2 Методика визначення кількості колій в приймально–відправних парках станції

Кількість колій в приймально-відправному парку визначається за формулою згідно [66]:

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

де $\bar{t}_{\text{зан}}$ – середньозважений час заняття колії поїздом (визначений в розділі 3);

I_j – розрахунковий інтервал прибуття поїздів j -ї лінії;

γ_j – частка поїздів, які поступають з j -ї лінії від загальної кількості поїздів, прибуваючих на станцію з цієї лінії;

n – кількість ліній, що примикають до станції.

4.3 Визначення середньозваженого часу заняття колії поїздом

Щоб визначити середньозважений час заняття колій приймально – відправного парка, необхідно всі поїзди розділити на групи, для яких час заняття буде однаковим.

Середньозважений час визначається згідно [66] за формулою:

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

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

N_i – середньодобова кількість поїздів i -ї групи, які оброблюються;

k - кількість груп поїздів.

Час заняття колії приймально–відправного парку кожної групи складається з двох елементів:

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

де $t_{\text{т}}$ – час виконання всіх технологічних операцій з урахуванням міжопераційних простоїв;

$t_{\text{ов}}$ – час очікування виводу (відправлення чи прибирання) поїзда з парка.

4.3.1 Визначення тривалості технологічних операцій з поїздами

Тривалість технологічних операцій з поїздами залежить від їх категорії і визначається за наступними формулами:

Транзитний без зміни локомотива:

$$t_{\text{т}}^{\text{тб}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оч}}^{\text{тб}} + t_{\text{ож}}^{\text{тб}} + t_{\text{в}}, \quad (4.4)$$

Транзитний зі зміною локомотива:

$$t_{\text{т}}^{\text{тз}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оч}}^{\text{тз}} + t_{\text{об}}^{\text{тз}} + t_{\text{в}}, \quad (4.5)$$

Дільничний, який поступає у переробку:

$$t_{\tau}^{\text{д}} = t_{\pi} + t_{\text{оч}}^{\text{д}} + t_{\text{об}}^{\text{д}} + t_{\text{пр}} , \quad (4.6)$$

Збірний, який поступає у переробку:

$$t_{\tau}^{\text{зб}} = t_{\pi} + t_{\text{оч}}^{\text{зб}} + t_{\text{об}}^{\text{зб}} + t_{\text{пр}} , \quad (4.7)$$

Поїзд свого формування (дільничний, збірний):

$$t_{\tau}^{\text{сф}} = t_{\text{под}} + t_{\text{оч}}^{\text{сф}} + t_{\text{об}}^{\text{сф}} + t_{\text{в}} , \quad (4.8)$$

де t_{π} – час заняття колії при прийманні поїзда на станцію;

$t_{\text{об}}^{\text{тб}}, t_{\text{об}}^{\text{тз}}, t_{\text{об}}^{\text{д}}, t_{\text{об}}^{\text{зб}}, t_{\text{об}}^{\text{сф}}$ - час обробки поїзда відповідної категорії;

$t_{\text{оч}}^{\text{тб}}, t_{\text{оч}}^{\text{тз}}, t_{\text{оч}}^{\text{д}}, t_{\text{оч}}^{\text{зб}}, t_{\text{оч}}^{\text{сф}}$ - час очікування обробки поїзда відповідної категорії, який

виникає в період згущеного прибуття поїздів на станцію, згідно [66] $t_{\text{оч}} = 0,35 \cdot t_{\text{об}}$;

$t_{\text{пр}}$ – час заняття колії при прибиранні з неї поїзда на витяжну колію;

$t_{\text{под}}$ – час заняття колії при подачі на неї поїзда з витяжної колії;

Час заняття колії при прийомі поїзда на станцію у випадку, коли поїзд в момент відкриття вхідного сигналу знаходиться від нього на відстані двох блок-ділянок, визначається за формулою:

$$t_{\pi} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot l_{\text{бл}}''}{V} + \frac{0,06(l_{\text{бл}}' + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}} , \quad (4.9)$$

де $l_{\text{бл}}'$, $l_{\text{бл}}''$ - довжини блок-ділянок, згідно [66] $l_{\text{бл}}' = 1300 \text{ м}$, $l_{\text{бл}}'' = 1100 \text{ м}$;

V - встановлена швидкість слідування поїзда по перегону, вона складає 80% від конструкційної, так як конструкційна швидкість становить 110 км/год то $V = 88 \text{ км/год}$.

$V_{\text{вх}}$ – середня швидкість входу поїзда на станцію, за [66] $V_{\text{вх}} = 38 \text{ км/год}$;

t_m – час приготування маршруту і відкриття сигналу, згідно [66] $t_m = 0,1 м$;

$L_{вх}$ – відстань, яку проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії приймально–відправного парка:

$$L_{вх} = l_c + l_{гор} + l_{п}, \quad (4.10)$$

де l_c – відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини, при електровозній тязі, згідно [66] $l_c = 300 м$;

$l_{гор}$ – довжина горловини парка, $l_{гор} = 330 м$;

$l_{п}$ – довжина поїзда, з розділу 2 взято $l_{п} = 975,5 м$.

Тоді

$$L_{вх} = 300 + 330 + 975,5 = 1605,5;$$

$$t_{п} = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1100}{88} + \frac{0,06 \cdot (1300 + 1605,5)}{38} = 5,4 хв;$$

Час заняття маршруту при відправленні поїзда визначається за формулою:

$$t_b = t_m + \frac{0,06 L_{вх}}{V_{вх}}, \quad (4.11)$$

де $V_{вх}$ – середня швидкість виходу поїзда з урахуванням розгону, $V_{вх} = 30 км/год$ [66];

$L_{вих}$ – відстань, яку проходить поїзд до моменту визволення маршруту:

$$L_{вих} = l_{гор} + l_{п},$$

$$L_{вих} = 330 + 975,5 = 1305,5 м;$$

$$t_b = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1305,5}{30} = 2,71 хв.$$

Час заняття приймально–відправної колії при подачі і прибиранні поїзда визначається як тривалість відповідних напіврейсів подачі $t_{под}$ і прибирання $t_{пр}$:

$$t = a + b m_{п}, \quad (4.12)$$

де: a, b – нормативні коефіцієнти згідно [66];

$$l = l_{\Pi} + l_{\text{гор}} = 975,5 + 320 = 1295,5 \text{ м.}$$

Таким чином згідно [66]: $a = 2,56$, $b = 0,082$:

$$t_{\text{под}} = 2,56 + 0,082 \cdot 65 = 7,89 \text{ хв}$$

$$l = l_{\Pi} + l_{\text{гор}} = 975,5 + 380 = 1355,5 \text{ м.}$$

Таким чином згідно [66]: $a = 2,72$, $b = 0,086$:

$$t_{\text{пр}} = 2,72 + 0,086 \cdot 65 = 8,31 \text{ хв.}$$

Тривалість технічного обслуговування складу транзитного поїзда без зміни локомотива та поїзда, що надходить в переробку, визначається за формулою:

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau m_{\text{с}}}{K_{\text{гр}}} + a, \quad (4.13)$$

де τ – середня тривалість технічного огляду одного вагона, $\tau=0,9 \text{ хв}$;

$K_{\text{гр}}$ – число груп оглядачів у бригаді ПТО, $K_{\text{гр}}=1 \dots 4$;

a – час підготовчо-заклучних операцій, що припадає на один состав, $a=2 \text{ хв}$.

Тривалість технічного обслуговування складу транзитного поїзда зі зміною локомотива та поїзда свого формування визначається за формулою:

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau m_{\text{с}}}{K_{\text{гр}}} + \alpha t_{\text{рем}} + a, \quad (4.14)$$

де α – частка составів, що потребують трудомісткого безвідчіпного ремонту вагонів, $\alpha=0,2$;

$t_{\text{рем}}$ – середній час виконання безвідчіпного ремонту вагонів, що припадає на один состав, $t_{\text{рем}}=12 \text{ хв}$.

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО визначається за формулою:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{Nt_{\text{то}}}{1440S}, \quad (4.15)$$

де N – кількість составів, що обслуговуються у парку протягом доби;

S – кількість бригад ПТО, $S=1$.

Отримане за формулою (4.15) значення повинне знаходитись у діапазоні 0,75...0,85. Якщо коефіцієнт завантаження менший, ніж 0,75, то приймаємо найближче до нього значення.

Згідно з табл. 4.1 для парка ПВ II кількість транзитних поїздів без зміни локомотива та поїздів, що надходять в переробку, дорівнює 44, кількість транзитних поїздів зі зміною локомотива та поїздів свого формування – 24. Для парку ПВ I кількість транзитних поїздів без зміни локомотива дорівнює 39, транзитних поїздів зі зміною локомотива немає.

Наприклад, якщо $m = 65$ вагонів, $\tau = 0.9$ хв, $K_{\text{гр}} = 1$ група для парка ПВ II:

- тривалість технічного обслуговування складу транзитного поїзда без зміни локомотива та поїзда, що надходить в переробку:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,9 \cdot 65}{1} + 2 = 60,2 \text{ хв};$$

- тривалість технічного обслуговування складу транзитного поїзда зі зміною локомотива та поїзда свого формування:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,9 \cdot 65}{1} + 0,2 \cdot 12 + 2 = 62,9 \text{ хв};$$

- коефіцієнт завантаження бригади ПТО:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{44 \cdot 67 + 24 \cdot 69,4}{1440 \cdot 1} = 2,9.$$

Результат розрахунку тривалостей технічного обслуговування складів поїздів і коефіцієнтів завантаження бригади ПТО у парках ПВ I і ПВ II заносимо у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 Тривалість технічного обслуговування составів поїздів і коефіцієнти завантаження бригади ПТО

К _{гр}	Тривалість технічного обслуговування $t_{то}$, хв		Коефіцієнт $\Psi_{бр}$ для парку	
	для транзитного поїзда без зміни локомотива та поїзда, що надходить в переробку	для транзитного поїзда зі зміною локомотива та поїзда свого формування	ПВ II	ПВ I
1	60,2	62,9	2,9	1,63
2	31,2	33,65	1,51	0,84
3	21,5	23,9	1,05	0,58
4	16,6	19	0,82	0,44

Для парку ПВ II у діапазоні 0,75...0,85 знаходиться значення коефіцієнта завантаження бригади ПТО при 4 групах у ній ($\Psi_{бр} = 0,82$). Для парку ПВ I у діапазоні 0,75...0,85 знаходиться значення коефіцієнта завантаження бригади ПТО у разі 2 груп у ній ($\Psi_{бр} = 0,84$). Фактично на станції в ПВ II є 2 бригади ПТО по чотири групи кожна.

Також, для збірного поїзда, що надходить у переробку, додається 5 хв. на складання сортувального листка, а для транзитного зі зміною локомотива та поїзда свого формування – 10 хв. на причеплення локомотива та випробування автогальм.

Таким чином, тривалість виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій становитиме:

Приймально-відправний парк II:

$$t_T^{T6} = 5,4 + 10,9 + 31,2 + 2,8 = 50,3 \text{ хв};$$

$$t_T^{T3} = 5,4 + 15,3 + 43,65 + 2,8 = 67,2 \text{ хв};$$

Приймально-відправний парк I:

$$t_T^{16} = 5,4 + 5,2 + 16,6 + 2,8 = 30,7 \text{ хв};$$

$$t_T^{13} = 5,4 + 10,2 + 29 + 2,8 = 47,4 \text{ хв};$$

$$t_T^{\text{дїл}} = 5,4 + 5,9 + 16,6 + 8,4 = 36,3 \text{ хв};$$

$$t_T^{36} = 5,4 + 7,6 + 21,6 + 8,4 = 43,0 \text{ хв};$$

$$t_T^{\text{сф}} = 7,9 + 10,2 + 29 + 2,8 = 49,9 \text{ хв}.$$

Час очікування відправлення вантажних поїздів визначається окремо для кожної лінії, яка примикає до парку.

4.3.2 Визначення середнього часу простою поїздів в очікуванні відправлення

Середній час простою поїздів в очікуванні відправлення на дану лінію визначається за формулою:

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 N_{\epsilon} (1 + \mathcal{G}_{\epsilon}^2)}{N_{\text{в}}^{\text{max}} (N_{\text{в}}^{\text{max}} - N_{\text{в}})}, \quad (4.16)$$

де $\mathcal{G}_{\text{в}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів відправлення поїздів на дану лінію, $\mathcal{G}_{\text{в}} = 0,7$ згідно [66].

Максимальна кількість вантажних поїздів $N_{\text{гр}}^{\text{max}}$ визначається за формулою:

$$N_{\text{в}}^{\text{max}} = N - N_{\text{пас}} \epsilon_{\text{пас}} - N_{36} (\epsilon_{36} - 1), \quad (4.17)$$

де N – наявна пропускна спроможність даної лінії, визначається згідно [67].

Максимальна кількість вантажних поїздів та середній час простою в очікуванні відправлення на лінію Н – В: $N_{\text{п}} = 65$ пар поїздів, $N = 100$ пар поїздів;

$$N_{\text{в}}^{\text{max}} = 100 - 7 \cdot 1,3 - 2 \cdot (2 - 1) = 88 \text{ поїздів};$$

$$t_{\text{об}}^{\text{В}} = \frac{720 \cdot 36 \cdot (1 + 0,7^2)}{88 \cdot (88 - 36)} = 8,43 \text{ хв.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів та середній час простою в очікуванні відправлення на лінію Н – Л: $N_{\text{н}} = 59 \text{ пар поїздів}$, $N = 100 \text{ пар поїздів}$;

$$N_{\text{в}}^{\text{max}} = 100 - 8 \cdot 1,3 - 2 \cdot (2 - 1) = 87 \text{ поїздів};$$

$$t_{\text{об}}^{\text{Л}} = \frac{720 \cdot 36 \cdot (1 + 0,7^2)}{87 \cdot (87 - 36)} = 8,7 \text{ хв.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів та середній час простою в очікуванні відправлення на лінію Н – К: при $N_{\text{і}} = 32 \text{ пар поїздів}$, $N = 48 \text{ пар поїздів}$;

$$N_{\text{в}}^{\text{max}} = 48 - 3 \cdot 1,3 - 1 \cdot (2 - 1) = 43 \text{ поїздів};$$

$$t_{\text{об}}^{\text{К}} = \frac{720 \cdot 20 \cdot (1 + 0,7^2)}{43 \cdot (43 - 20)} = 21,7 \text{ хв.}$$

4.3.3 Визначення середнього часу простою поїздів в приймально–відправному парку в очікуванні розформування

Середній час простою поїздів в приймально–відправному парку в очікуванні розформування визначається за формулою:

$$t_{\text{опр}} = \frac{N_{\text{п}} t_{\text{г}}^2 (1 + \mathcal{G}_{\text{г}}^2)}{2(1440 - N_{\text{п}} t_{\text{г}})}, \quad (4.18)$$

де $\mathcal{G}_{\text{г}}$ – коефіцієнт варіації гірочного інтервалу, $\mathcal{G}_{\text{г}} = 0,5$ згідно [66].

Гірочний технологічний інтервал при одному локомотиві на гірці визначається з виразу:

$$t_{\Gamma} = t_3 + t_{\text{пр}} + t_{\text{над}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{ос}} , \quad (4.19)$$

де t_3 – час заїзду гірочного локомотива із сортувального в приймально-відправний парк;

$t_{\text{пр}}$ – час прибирання поїзда з колії приймально–відправного парка на витяжну колію;

$t_{\text{над}}$ – час насуву поїзда до вершини гірки;

$t_{\text{роз}}$ – час розпуску складу поїзда;

$t_{\text{ос}}$ – час на осаджування, яке приходиться на один поїзд.

Тривалість заїзду t_3 і прибирання $t_{\text{пр}}$ визначаються за аналогічно тривалості подачі. Таким чином при $m_{\text{п}} = 65$ вагонів величина t_3 визначається наступним чином. Заїзд локомотива складається із двох напіврейсів $l_1 = 140\text{м}$ і $l_2 = 380\text{м}$. У відповідності з [66] $a_1 = 0,81$; $a_2 = 1,21$.

Таким чином $t_3 = 0,81 + 1,21 = 2,02$ хв.

Час прибирання складу поїзда із приймально–відправного парка на витяжну колію дорівнює $t_{\text{пр}} = 2,72 + 65 \cdot 0,086 = 8,31$ хв.

Величини $t_{\text{над}}$, $t_{\text{роз}}$, $t_{\text{ос}}$ визначаються відповідно за формулами:

$$t_{\text{над}} = \frac{0,06l_{\text{над}}}{V_{\text{над}}} , \quad (4.20)$$

$$t_{\text{роз}} = \frac{0,06m_{\text{п}}l_{\text{в}}}{V_{\text{роз}}} , \quad (4.21)$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06m_{\text{п}} , \quad (4.22)$$

де $l_{\text{над}}$ – довжина колії насуву;

$V_{\text{над}}$ – швидкість насуву, згідно [66] $V_{\text{над}} = 7$ км/год ;

$V_{\text{роз}}$ – швидкість розпуску, згідно [66] $V_{\text{роз}} = 4$ км/год ;

m_{Π} – кількість вагонів в складі поїзда;

$l_{\text{в}}$ – середня довжина вагона.

Таким чином величини $t_{\text{над}}$, $t_{\text{роз}}$, $t_{\text{ос}}$ становлять:

$$t_{\text{над}} = \frac{0,06 \cdot 140}{7} = 1,2 \text{ хв}; \quad t_{\text{роз}} = \frac{0,06 \cdot 65 \cdot 14,5}{4} = 14,14 \text{ хв};$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 5 = 3,9 \text{ хв}.$$

Технологічний гірочний інтервал дорівнює:

$$t_{\Gamma} = 2,02 + 8,31 + 1,2 + 14,14 + 3,9 = 29,57 \text{ хв}.$$

Тоді час очікування прибирання становить:

$$t_{\text{опр}} = \frac{15 \cdot 29,57^2 \cdot (1 + 0,5^2)}{2 \cdot (1440 - 15 \cdot 29,57)} = 8,22 \text{ хв}.$$

Розрахунок часу \bar{t}_3 для приймально-відправного парку виконується в табличній формі (табл. 4.2). Табл. 4.2. заповнюється на базі табл. 4.1 і отриманих значень тривалості технологічних операцій.

Середньозважений час заняття колії розраховуємо за формулою (4.1) за підсумками таблиці 4.2.

Приймально-відправний парк I:

$$\bar{t}_{\text{зан}} = \frac{3322}{68} = 48,85 \text{ хв}.$$

Приймально-відправний парк II:

$$\bar{t}_{\text{зан}} = \frac{2457}{39} = 63,00 \text{ хв}.$$

Таблиця 4.2–Тривалість зайняття колій t_3

№	Категорія поїзда	Напрямок слідування	$t_{\text{т}}, \text{хв.}$		$t_{\text{об}}, \text{хв.}$	$t_{\text{зан}}, \text{хв.}$		ПВ II		ПВ I	
			ПВ II	ПВ I		ПВ II	ПВ I	N	Nt	N	Nt
1	Транзитні без зміни локомотива	На Л	-	50,3	8,70	-	59,0	-	-	27	1593
		На К	-	50,3	21,7	-	72,0	-	-	12	864
		На В	30,7	-	8,43	39,13	-	29	1134,7	-	-
2	Транзитні зі зміною локомотива	На Л	47,4	-	8,7	56,1	-	4	224,4	-	-
		На К	47,4	-	21,7	69,1	-	5	345,5	-	-
		На В	-	-	8,43	-	-	-	-	-	-
3	Дільничні	В розф.	36,3	-	8,22	44,52	-	10	445,2	-	-
4	Збірні	В розф.	43,0	-	8,22	51,22	-	5	256,1	-	-
5	Свого формування	На Л	49,9	-	8,7	58,6	-	5	293,0	-	-
		На К	49,9	-	21,7	71,6	-	3	214,8	-	-
		На В	49,9	-	8,43	58,33	-	7	408,3	-	-
	Всього							68	3322	39	2457

4.4 Визначення часу на випробування автогалъм та закінчення формування составів

Тривалість випробування автогалъм визначається за формулою:

$$t_{\text{гал}} = 3,0 + 0,14 \cdot m, \quad (4.23)$$

де m – кількість вагонів в составі, приймаємо згідно [68]

$$t_{\text{гал}} = 3,0 + 0,14 \cdot 65 = 12,1 \text{ хв.}$$

Час на закінчення формування состава дільничного поїзда визначається за формулою:

$$t_{\text{зф}}^{\text{д}} = B + Em_{\text{ф}}, \quad (4.24)$$

де B , E – нормативи часу, які вибираються у залежності від середньої кількості розчеплених вагонів n_0 .

$$n_0 = 0.5 \quad B = 1.6, \quad E = 0.1$$

$$t_{\text{зф}}^{\text{л}} = 1,6 + 0,1 \cdot 65 = 8,1 \text{ хв}$$

Час на закінчення формування состава збірною поїзда визначається за формулою:

$$t_{\text{зф}}^{\text{зб}} = T_{\text{с}} + T_{\text{зб}}, \quad (4.25)$$

де $T_{\text{с}}$ – час на сортування поїзда;

$T_{\text{зб}}$ – час на збирання вагонів.

$$T_{\text{с}} = Ag + Bm_{\text{с}} \quad (4.26)$$

де A, B – нормативні коефіцієнти, що залежать від способу сортування, ухилу втяжних колій і стрілочної зони;

g – кількість відчепів у поїзді, що сортується; визначається по натурному листку і становить $g = 13$.

$$g = 13 \quad A = 0.81, \quad B = 0.4$$

$$T_{\text{с}} = 0,81 \cdot 13 + 0,4 \cdot 40 = 26,53 \text{ хв};$$

$$T_{\text{зб}} = 1.8p + 0.3m_{\text{зб}}, \quad (4.27)$$

де p – кількість колій, з яких вагони переставляють на колію збірки;

$m_{\text{зб}}$ – кількість вагонів, що переставляються на колію збірки, $m_{\text{зб}} = 40$.

$$p = k_{\text{ст}} - 1 \quad (4.28)$$

де $k_{\text{ст}}$ – кількість проміжних станцій, що обслуговуються збірним поїздом, $k_{\text{ст}} = 7$;

$$p = 7 - 1 = 6 \text{ станцій};$$

$$T_{\text{зб}} = 1,8 \cdot 6 + 0,3 \cdot 40 = 22,8 \text{ хв};$$

$$t_{\text{зф}}^{\text{зб}} = 27,2 + 22,8 = 50 \text{ хв};$$

4.5 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально–відправні парки

Розрахунковий інтервал прибуття визначається для кожної лінії, що приймає до станції, в тому числі і для сортувального парку, з якого поступають поїзда свого формування:

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\min}}{2}, \quad (4.29)$$

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

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії приймаємо згідно [66, 67]; він залежить від прийнятої пропускної спроможності ділянки N .

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування із сортувального парку визначається за формулою:

$$I_{\min}^{\text{сф}} = \frac{\bar{t}_{\text{лф}}}{m_{\text{в}}}, \quad (4.30)$$

де $\bar{t}_{\text{лф}}$ - середньозважений час зайнятості маневрового локомотива формуванням і виставкою поїздів в приймально–відправний парк;

$m_{\text{в}}$ – кількість витяжних колій, на яких може одночасно виконуватися формування і перестановка поїздів в приймально-відправний парк, $m_{\text{в}} = 2$ [66].

Значення часу $\bar{t}_{\text{лф}}$ визначається, як середньозважене для дільничних і збірних поїздів:

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{N_{\text{д}} t_{\text{лф}}^{\text{д}} + N_{\text{зб}} t_{\text{лф}}^{\text{зб}}}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}}, \quad (4.31)$$

де $t_{\text{лф}}^{\text{д}}, t_{\text{лф}}^{\text{зб}}$ – час зайнятості маневрового локомотива формуванням і виставкою в парк відповідно дільничних і збірних;

$N_{\text{д}}, N_{\text{зб}}$ – відповідно, кількість дільничних і збірних поїздів, які формуються на станції.

Час зайнятості локомотива визначається для дільничних і збірних поїздів за формулами:

$$t_{\text{лф}}^{\text{д}} = t_3 + t_{\text{ф}}^{\text{д}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{под}}, \quad (4.32)$$

$$t_{\text{лф}}^{\text{зб}} = t_3 + t_{\text{ф}}^{\text{зб}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{под}}, \quad (4.33)$$

де t_3 – час заїзду маневрового локомотива із приймально–відправного парка в сортувальний, згідно розділу 3, $t_3 = 2,02$ хв;

$t_{\text{ф}}^{\text{д}}, t_{\text{ф}}^{\text{зб}}$ – час формування відповідно дільничного і збірного поїзда, згідно [66] $t_{\text{ф}}^{\text{д}} = 5$ хв, $t_{\text{ф}}^{\text{зб}} = 30$ хв.

$t_{\text{пр}}$ – час прибирання поїзда із сортувального парка на витяжну колію, згідно розділу 3, $t_{\text{пр}} = 8,31$ хв.;

$t_{\text{под}}$ – час подачі поїзда з витяжної колії в приймально–відправний парк, згідно розділу 3, $t_{\text{под}} = 7,89$ хв.

Таким чином:

$$t_{\text{лф}}^{\text{д}} = 2,02 + 5 + 8,31 + 7,89 = 23,22 \text{ хв};$$

$$t_{\text{лф}}^{\text{зб}} = 2,02 + 30 + 8,31 + 7,89 = 48,22 \text{ хв};$$

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{10 \cdot 23,22 + 5 \cdot 48,22}{10 + 5} = 31,55 \text{ хв};$$

$$I_{\text{мін}}^{\text{сф}} = \frac{31,55}{2} = 15,77 \text{ хв.}$$

Середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної лінії визначається за формулою [66]:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{N} (\beta (N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) + (\beta - 1) N_{\text{в}})}{N_{\text{в}}}, \quad (4.34)$$

де β - коефіцієнт місячної нерівномірності розмірів вантажного руху,
 $\beta = 1,1$;

$N_{\text{в}}$ – кількість вантажних поїздів, які прибувають на станцію з даної лінії;

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

Лінія Н – В:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} \cdot (1,1 \cdot (7 \cdot 1,3 + 1 \cdot (2 - 1)) + (1,1 - 1) \cdot 44)}{44} = 27,65 \text{ хв};$$

Лінія Н – Л:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} \cdot (1,1 \cdot (8 \cdot 1,3 + 2 \cdot (2 - 1)) + (1,1 - 1) \cdot 28)}{28} = 42,97 \text{ хв};$$

Лінія Н – К:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{48} \cdot (1,1 \cdot (3 \cdot 1,3 + 2 \cdot (2 - 1)) + (1,1 - 1) \cdot 20)}{20} = 59,26 \text{ хв};$$

Середній інтервал виставки в приймально–відправний парк поїздів свого формування визначається як:

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{сф}}}, \quad \bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{15} = 96 \text{ хв}.$$

Розрахункові інтервали прибуття для кожної лінії дорівнюють:

$$I_{\text{Н-В}} = \frac{27,65 + 10}{2} = 18,83 \text{ хв}; \quad I_{\text{Н-Л}} = \frac{42,97 + 10}{2} = 26,49 \text{ хв};$$

$$I_{\text{Н-К}} = \frac{59,26 + 18}{2} = 38,63 \text{ хв}; \quad I_{\text{сф}} = \frac{15,77 + 96}{2} = 55,89 \text{ хв}.$$

4.6 Розрахунок кількості колій в приймально-відправних парках

Всі поїзди з напрямків Л та К, а також поїзда свого формування поступають в приймально-відправний парк П, тому $\gamma = 1$, з напрямку В у даний парк поступають дільничні та збірні поїзда, тому $\gamma = \frac{5}{44} = 0,113$.

Остаточна кількість колій в приймально-відправному парку П дорівнює:

$$m = \frac{48,85}{26,49} + \frac{48,85}{38,63} + \frac{48,85}{18,83} \cdot 0,113 + \frac{48,85}{55,89} = 4,28 \text{ колій}$$

Таким чином, необхідна кількість колій в ПВ П $m = 5$ колій.

В приймально-відправний парк І надходять всі транзитні поїзди з напрямку В $\gamma = \frac{39}{44} = 0,886$ кількість колій в ПВ І дорівнює:

$$m = \frac{63,00}{18,83} \cdot 0,886 = 2,96 \text{ колій}$$

Таким чином необхідна кількість колій в ПВ І дорівнює $m = 3$ колій, що відповідає тому що є в дійсності.

4.7 Розрахунок кількості колій в сортувальному парку

Щоб визначити необхідну кількість колій в сортувальному парку, встановлюють спеціалізацію колій в залежності від призначень по оптимальному плану формування поїздів (з врахуванням призначень, з яких формуються групові маршрути), добової кількості вагонів кожного призначення, довжини колій парку та технологічного процесу роботи.

Якщо кількість вагонів на одне призначення більше за 200, то для цього призначення виділяються дві сортувальні колії. При цьому також враховують необхідність виділення колій для вагонів, що прибули під навантаження та в необхідних випадках для порожніх вагонів.

Крім цього, в сортувальному парку передбачають колії для вагонів, що потребують відчіпного ремонту, вагонів, які підлягають перевантаженню чи сортуванню, вагонів з розрядними вантажами, зрідженими газами, а також колію для

перестановки составів під час очистки парку від снігу чи виконання ремонтних колійних робіт.

Розрахунок кількості колій в сортувальному парку виконується з використанням даних таблиці 2.5 та наводиться в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Кількість колій в сортувальному парку

№ п/п	Призначення	Кількість поїздів	Кількість вагонів у составі	Добова кількість вагонів на призначення		Кількість колій
1	Дільничний на Л	4	65	237	317	2
2	Збірний на Л	2	40	80		1
3	Дільничний на К	1	65	64	144	1
4	Збірний на К	2	40	80		1
5	Дільничний на В	6	65	371	411	2
6	Збірний на В	1	40	40		1
7	Для місцевих вагонів	2	40	72	72	2
Всього				944		10

Отже в сортувальному парку необхідна кількість колій становить 10 колій, що більше фактичної їх кількості. Таким чином необхідно передбачити збільшення кількості колій в сортувальному парку з п'яти до десяти.

5. ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СОРТУВАЛЬНОГО ПАРКУ СТАНЦІЇ Н

5.1 Характеристика задачі дослідження

Дільнична станція Н обслуговує значну кількість вантажних поїздів, а також виконує посадку та висадку пасажирів пасажирських поїздів. Від злагодженої роботи усіх елементів станції залежать її якісні показники, одним із яких є простій транзитного вагону з переробкою.

У зв'язку зі збільшенням обсягів переробки вагонів в розрахунковий період у розділі 4 було виконано перевірку існуючого технічного оснащення станції на відповідність збільшеним розмірам руху; аналіз результатів вказаної перевірки дозволив відмітити, що колійного оснащення приймально-відправних парків станції цілком достатньо для обслуговування більшої кількості поїздів, однак кількість колій у сортувальному парку необхідно збільшити з п'яти колій до десяти.

Таким чином необхідно розробити варіанти конструкції обох горловин сортувального парку станції Н та вибрати таке їх сполучення, яке забезпечить мінімальні приведені витрати на реконструкцію станції.

5.2 Розробка варіантів реконструкції гіркової горловини сортувального парку

При проектуванні гіркової горловини сортувального парку необхідно прагнути до того, щоб дана горловина була якомога компактною та забезпечувала прямий вихід на головні колії з усіх або частини колій сортувального парку [68].

Для складання двох варіантів реконструкції гіркової горловини сортувального парку скористаємося двома типовими схемами таких горловин.

План першого варіанту конструкції нової гіркової горловини наведено на рисунку 5.1.

Таблиця 5.1 – Порівняння варіантів конструкції гіркової горловини сортувального парку станції Н

Параметр		Варіанти горловин	
		I	II
Стрілочні переводи в гірочній горловині СП		1/6, симетричні	1/6, симетричні
Регулювання швидкості		Вагоноуповільнювачі	Вагоноуповільнювачі
Довжина гірочної горловини (до розрахункової точки на важкій колії)		313,69 м	343,554 м
Довжина розрахункових ділянок	1 ділянка	69,89 м	53,48 м
	2 ділянка	183,95 м	230,224 м
	3 ділянка	59,85 м	59,85 м
Мінімально необхідна (розрахункова) висота гірки		2,046 м	2,16 м
Середня швидкість розпуску		1,2 м/с	1,2 м/с
Докочування поганого бігуна		до РТ	до РТ
Швидкість бігуна на РТ	П	0 м/с	0 м/с
	Х	1,39 м/с	1,39 м/с
Максимальна швидкість розпуску		2,07 м/с	2,02 м/с
Середня експлуатаційна швидкість розпуску		1,64 м/с	1,61 м/с
Переробна спроможність гірки		3373 ваг/добу	3337 ваг/добу
Коефіцієнт завантаження гірки		0,27	0,28
Висновок		Прийнято	Не прийнято

З урахуванням переваг першого варіанту реконструкції гіркової горловини стосовно кращого контролювання та регулювання скочування відчепів, а також того, що за даним варіантом спостерігається менша довжина та висота сортувальної гірки за достатньої переробної спроможності, для подальшого проектування вибирається гіркова горловина, що пропонується за першим варіантом реконструкції (див. рис. 5.1).

Таким чином, спорудження вибраного варіанту горловини на існуючій станції буде мати наступний вигляд (див. рисунок 5.3).

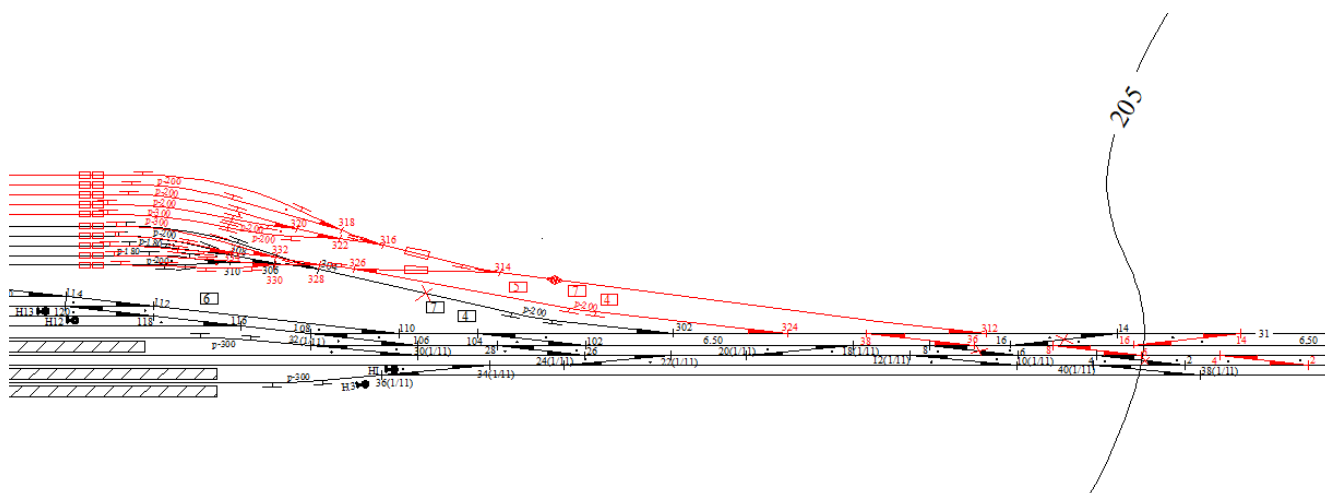


Рисунок 5.3 – План реконструкції гіркової горловини за першим варіантом на існуючій станції Н

5.3 Розробка варіантів реконструкції горловини формування сортувального парку

При проектуванні горловини формування сортувального парку необхідно, щоб вона забезпечувала прямий вихід на головні колії з усіх або частини колій сортувального парку. Крім того, при виконанні реконструкції необхідно максимально використовувати існуючий колійний розвиток сортувального парку з метою зменшення витрат на реконструкцію горловини.

План першого варіанту реконструкції горловини формування сортувального парку наведено на рисунку 5.4.

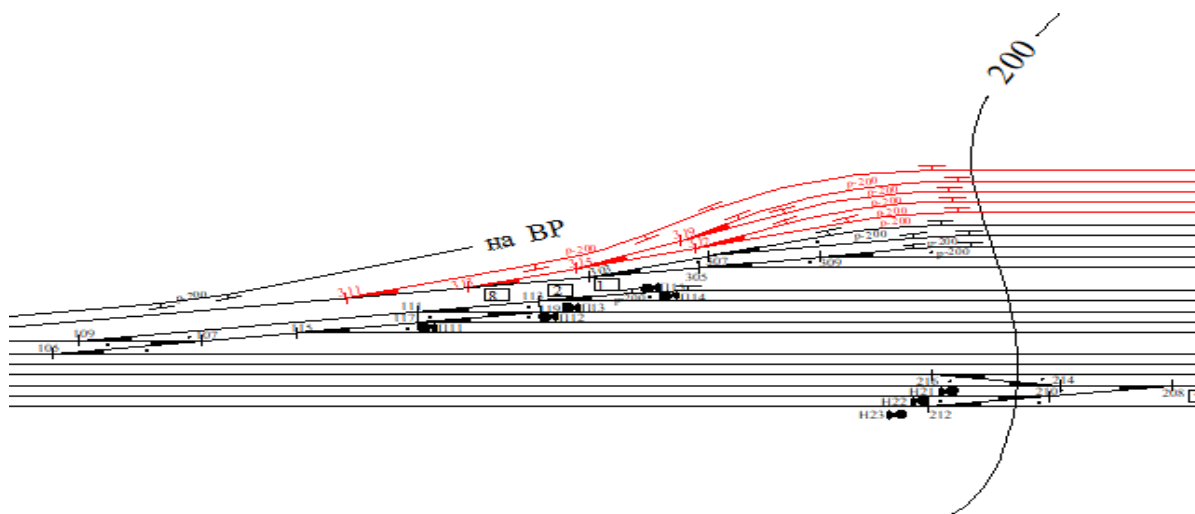


Рисунок 5.4 – План першого варіанту удосконалення конструкції горловини формування сортувального парку станції Н

Даний варіант передбачає примикання нових колій сортувального парку під кутом α та 2α до існуючої стрілочної вулиці цього парку, причому на деяких із колій необхідно проектувати зворотні криві.

Іншим можливим варіантом реконструкції даної горловини є примикання нових сортувальних колій під кутом α до існуючої стрілочної вулиці цього парку, однак недоліком такої конструкції є більша довжина горловини, що проектується (дивись рисунок 5.5).

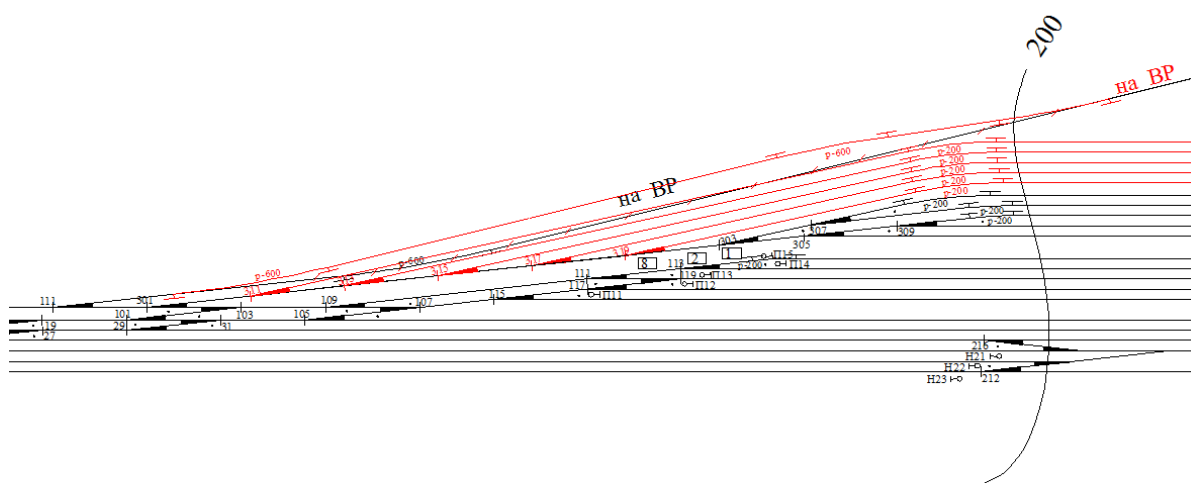


Рисунок 5.5 – План другого варіанту удосконалення конструкції горловини формування сортувального парку станції Н

Обидві горловини дозволяють виконувати основні операції, які відбуваються у горловині формування.

Вибір конкретного варіанту реконструкції сортувального парку виконаємо за економічними показниками.

5.4 Визначення техніко-експлуатаційних показників за варіантами удосконалення конструкції

У результаті сполучення вибраного варіанту реконструкції гіркової горловини сортувального парку та двох варіантів горловини формування отримаємо два варіанти реконструкції сортувального парку станції Н.

З метою аналізу основних відмінностей порівнюваних варіантів та полегшення розрахунків зведемо параметри, що відрізняються за варіантами у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Зведена характеристика варіантів реконструкції станції Н

Варіант	Демонтаж			Спорудження		
	СП1/9	СП1/6	Колії	СП1/9	СП1/6	Колії
Одиниці	<i>шт</i>	<i>шт</i>	<i>м</i>	<i>шт</i>	<i>шт</i>	<i>м</i>
1	6	4	486	15	10	5227
2	6	4	627	15	10	5430

Дані табл. 5.2 будуть враховані при виконанні техніко-економічного порівняння варіантів реконструкції сортувального парку.

5.5 Визначення витрат на реконструкцію сортувального парку

Для варіантів з одноетапними капіталовкладеннями і постійними в часі експлуатаційними модифікованими витратами приведені річні витрати визначаємо за сумарними приведеними капітальними та експлуатаційними витратами, які визначаються для кожного варіанту за формулою:

$$МПВ_{pri} = K_{0i} + (1 - \gamma) \frac{C_i}{E}, \quad (5.1)$$

де i – варіант реконструкції станції;

K_{0i} – одноразові капітальні вкладення, *тис. грн*;

γ – частка податкових відрахувань від прибутку;

C_i – річні експлуатаційні (поточні) витрати, *тис. грн*;

E – норма дисконту, *тис. грн*.

Капітальні вкладення визначаються за формулою:

$$K_i = K_{\text{дем.вбк}}^i + K_{\text{вбк}}^i + K_{\text{дем.сп}}^i + K_{\text{сп}}^i, \quad (5.2)$$

де $K_{\text{дем.вбк}}^i$ – капітальні вкладення на демонтаж верхньої будови колій;

$K_{\text{вбк}}^i$ – капітальні вкладення на верхню будову колій, що споруджуються;

$K_{\text{дем.сп}}^i$ – капітальні вкладення на демонтаж стрілочних переводів;

$K_{\text{сп}}^i$ – капітальні вкладення на стрілочні переводи.

Капітальні вкладення на демонтаж верхньої будови колій визначаються за формулою

$$K_{\text{дем.вбк}}^i = L_{\text{дем}}^i C_{\text{дем.вбк}}, \quad (5.3)$$

де $L_{\text{дем}}^i$ – розгорнута довжина колій, що проектується за i -м варіантом, км;
 $C_{\text{дем.вбк}}$ – вартість демонтажу 1 км верхньої будови колії, тис. грн.

Розгорнута довжина колій, що демонтуються, складає згідно масштабного плану варіантів удосконалення конструкції

1-й варіант $L_{\text{дем}} = 0,486$ км.

2-й варіант $L_{\text{дем}} = 0,627$ км.

Прийmemo $C_{\text{дем.вбк}} = 1000$ тис. грн [71].

Таким чином величина капітальних вкладень на демонтаж верхньої будови колій за варіантами реконструкції складе:

1-й варіант $K_{\text{дем.вбк}} = 0,486 \cdot 1000 = 486$ тис. грн

2-й варіант $K_{\text{дем.вбк}} = 0,627 \cdot 1000 = 627$ тис. грн,

Капітальні вкладення на верхню будову колій, що споруджуються, визначаються за формулою

$$K_{\text{вбк}}^i = L_{\text{вбк}}^i C_{\text{вбк}}, \quad (5.4)$$

де $L_{\text{вбк}}^i$ – розгорнута довжина колій, що проектується за i -м варіантом, км;
 $C_{\text{вбк}}$ – вартість спорудження 1 км верхньої будови колії, тис. грн.

Розгорнута довжина колій, що проектується, складає згідно плану колійного розвитку варіантів $L_{\text{вбк}}^I = 5,227$ км та $L_{\text{вбк}}^{II} = 5,430$ км.

Прийmemo $C_{\text{вбк}} = 2000$ тис. грн [71].

Таким чином величина капітальних вкладень на верхню будову колій за варіантами реконструкції складе:

$K_{\text{вбк}}^I = 5,227 \cdot 2000 = 10454$ тис. грн,

$$K_{\text{вбк}}^{\text{II}} = 5,430 \cdot 2000 = 10860 \text{ тис. грн},$$

Капітальні вкладення на демонтаж стрілочних переводів визначаються за формулою

$$K_{\text{дем.сп}}^i = n_{\text{сп}}^i C_{\text{дем.сп}}, \quad (5.5)$$

де $n_{\text{сп}}^i$ – кількість стрілочних переводів за i -м варіантом, комплект;

$C_{\text{дем.сп}}$ – вартість демонтаж 1 стрілочного переводу, тис. грн.

Вартість демонтажу поодинокого звичайного стрілочного переводу марки 1/9 становить $C_{\text{дем.сп1/9}} = 250 \text{ тис. грн}$, а марки 1/6 – $C_{\text{дем.сп1/6}} = 200 \text{ тис. грн}$ [71].

Вартість демонтажу стрілочних переводів за кожним варіантом становить:

$$K_{\text{дем.сп}} = 6 \cdot 250 + 4 \cdot 200 = 2300 \text{ тис. грн}$$

Капітальні вкладення на спорудження стрілочних переводів визначаються за формулою

$$K_{\text{сп}}^i = n_{\text{сп}}^i C_{\text{сп}}, \quad (5.6)$$

де $n_{\text{сп}}^i$ – кількість стрілочних переводів за i -м варіантом, комплект;

$C_{\text{сп}}$ – вартість укладання 1 стрілочного переводу, тис. грн.

Вартість поодинокого звичайного стрілочного переводу марки 1/9 становить $C_{\text{сп1/9}} = 500 \text{ тис. грн}$, а марки 1/6 – $C_{\text{сп1/11}} = 400 \text{ тис. грн}$ [71].

Кількість стрілочних переводів, що споруджуються, складає, згідно табл. 5.2 для обох варіантів $n_{\text{сп1/9}}^{I,II} = 15 \text{ комплектів}$, $n_{\text{сп1/6}}^{I,II} = 10 \text{ комплектів}$.

Таким чином величина капітальних вкладень на спорудження стрілочних переводів за варіантами реконструкції складе:

$$K_{\text{сп}}^I = 15 \cdot 500 + 10 \cdot 400 = 7500 + 4000 = 11500 \text{ тис. грн},$$

Загальні капітальні вкладення визначимо за формулою (5.2):

$$K_I = 486 + 10454 + 2300 + 11500 = 22640 \text{ тис. грн},$$

$$K_{II} = 627 + 10860 + 2300 + 11500 = 25287 \text{ тис. грн},$$

Експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$C_i = C_{\text{утрим}}^i, \quad (5.7)$$

де $C_{\text{утрим}}^i$ – експлуатаційні витрати на утримання колій, стрілочних переводів, тис. грн.

Експлуатаційні витрати на утримання колій, стрілочних переводів, контактної мережі, пристроїв СЦБ визначаються за формулою:

$$C_{\text{утрим}}^i = C_{\text{утрим.кол}}^i + C_{\text{утрим.сп}}^i, \quad (5.8)$$

де $C_{\text{утрим.кол}}^i$ – експлуатаційні витрати на утримання колій, тис. грн;

$C_{\text{утрим.сп}}^i$ – експлуатаційні витрати на утримання стрілочних переводів, тис. грн;

Експлуатаційні витрати на утримання колій визначимо за формулою:

$$C_{\text{утрим.кол}}^i = L_p^i e_{\text{кол}}, \quad (5.9)$$

де $e_{\text{кол}}$ – експлуатаційні витрати на утримання 1 км експлуатаційної довжини колій, тис. грн.

Місячне утримання 1 км колії складає 58 тис. грн. На рік експлуатаційні витрати на утримання 1 км колії складуть $e_{\text{кол}} = 58 \cdot 12 = 696$ тис. грн. [71].

Експлуатаційні витрати на утримання колій складуть:

$$C_{\text{утрим.кол}}^I = 5,227 \cdot 696 = 3637,992 \text{ тис. грн},$$

$$C_{\text{утрим.кол}}^{II} = 5,430 \cdot 696 = 3779,28 \text{ тис. грн},$$

Експлуатаційні витрати на утримання стрілочних переводів визначимо за формулою:

$$C_{\text{утрим.сп}}^i = n_{\text{сп}}^i e_{\text{сп}}, \quad (5.10)$$

де $e_{\text{сп}}$ – експлуатаційні витрати на утримання 1 стрілочного переводу, *тис. грн.*

Місячне утримання стрілочних переводів складає 11 тис. грн, тобто за рік експлуатаційні витрати для СП складуть $e_{\text{сп}} = 132$ *тис. грн.* При цьому експлуатаційні витрати на утримання стрілочних переводів складуть:

$$C_{\text{утрим.сп}}^{I,II} = (15 + 10) \cdot 132 = 3300 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати на утримання колій та стрілочних переводів становлять:

$$C_{\text{утрим}}^I = 3637,992 + 3300 = 6937,992 \text{ тис. грн.},$$

$$C_{\text{утрим}}^{II} = 3779,28 + 3300 = 7079,28 \text{ тис. грн.}$$

Загальні приведені витрати розраховуються за формулою (6.1).

Із [71] прийнято $\gamma=0,25$. Тоді отримаємо

$$МПВ_I = 26740 + (1 - 0,25) \frac{6937,992}{0,12} = 70102,45 \text{ тис.грн.},$$

$$МПВ_{II} = 27287 + (1 - 0,25) \frac{7079,28}{0,12} = 71532,5 \text{ тис.грн.}$$

Менші модифіковані приведені витрати на реконструкцію станції Н спостерігаються за першим варіантом (70102,45 *тис. грн.*), отже саме його доцільно впроваджувати.

6 РОЗРАХУНОК ПЕРЕРОБНОЇ СПРОМОЖНОСТІ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

6.1 Характеристика існуючої сортувальної гірки

Розформування составів на станції Н виконується на механізованій сортувальній гірці малої потужності (ГМП). Колійний розвиток сортувального парку станції А включає 10 колій. Гальмування відчепів при розпуску здійснюється на двох гальмівних позиціях (ГП), обладнаних вагонними уповільнювачами: I ГП – КНП-5; II ГП - 2 РНЗ-2М.

Дані метеорологічних спостережень наведено в таблиці 6.1. згідно таблиці А.5 Додатку А.3.

Таблиця 6.1 Дані метеорологічних спостережень

Параметри вітру	Розрахункова температура повітря -30°C							
	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Швидкість, м/с	3,5	4,5	5,6	3,7	2,5	3,2	4,7	3,7
Повторюваність	0,13	0,16	0,25	0,11	0,14	0,08	0,05	0,08

Від якості її роботи сортувальної гірки в значній мірі залежить ефективність функціонування всієї сортувальної системи і станції в цілому. В цьому зв'язку в дипломній роботі буде виконано розрахунок параметрів сортувальної гірки на відповідність її нормам проектування.

6.2 Розрахунок необхідної висоти сортувальної гірки

Висота гірки H_r повинна забезпечувати докочування розрахункового бігуна від вершини гірки (ВГ) до розрахункової точки (РТ), яка лежить на розрахунковій «важкій» колії на відстані 50 м від кінця паркової гальмівної позиції (ПГП).

Розрахунок висоти сортувальної гірки і подальша перевірка її подовжнього профілю здійснюється для розрахункової колії, тобто колії, для якої по маршруту прямування сумарна питома робота всіх сил опору руху відчепів буде максимальна. Зазвичай це колія, що найбільш віддалена від вершини гірки, на яку веде найбільше число стрілочних переводів і кривих. Оскільки є декілька колій, яким властиві значні значення кутів повороту (колія № 25) та максимальна кількість стрі-

лочних переводів (колія №14) за допомогою відповідних програмних засобів були визначені розрахункові значення висоти гірки, які склали 1,72 м для колії №25 та 1,69 м для колії №14. Таким чином у якості важкої колії взято колію №25, при цьому суміжною до неї буде колія №24. Для розрахунку втрат енергетичних висот розрахункового відчепу побудований розгорнутий план колії №25, на якій вказано всі відстані, стрілочні переводи, криві (дивись рисунок 6.1).

При розрахунку висоти гірки весь маршрут прямування відчепу з гірки розбито на 3 розрахункові ділянки, кожна з яких характеризується розрахунковою швидкістю скочування [69]:

I – від вершини гірки до початку I ГП $V_1 = 3,5 \text{ м/с}$;

II – від початку I ГП до початку ПГП $V_2 = 3,0 \text{ м/с}$;

III – початок ПГП до РТ $V_3 = 1,4 \text{ м/с}$.

Параметри кожної розрахункової ділянки (довжина, число стрілочних переводів і сума кутів повороту) приведені в табл. 6.2.

Висота є одним з головних параметрів сортувальної гірки і визначається згідно [69, 70] за формулою:

$$H_p = k_{\text{осн}} (\bar{h}_{\text{осн}} + \bar{h}_{\text{ск}} + \bar{h}_{\text{св}}) + h_{\text{сн}} - h_0, \quad (6.1)$$

де k_p - міра відхилення розрахункового значення h_w від його середньої величини (для ГМП $k_{\text{осн}} = 1,5$);

$\bar{h}_{\text{осн}}, \bar{h}_{\text{ск}}, \bar{h}_{\text{св}}$ - середні величини питомої роботи відповідних сил опору руху: основного, стрілочних переводів і кривих ділянок, середовища і вітру, *м е. в.*;

$h_{\text{сн}}$ - питома робота опору руху від снігу та інію, *м е. в.*;

h_0 - енергетична висота, яка відповідає швидкості розпуску, *м е. в.*

На кожній з розрахункових ділянок визначається величина сил опору.

Розрахунок втрат енергетичних висот при визначенні H_T виконується для розрахункового бігуна, який характеризується наступними параметрами [69] – критий, 4-вісний вагон на роликових підшипниках, $Q=25 \text{ т}$, $w_0 = 1,75 \text{ Н/кН}$. Таким чином, H_T визначається по умові докочування розрахункового поганого бігуна від ВГ до РТ.

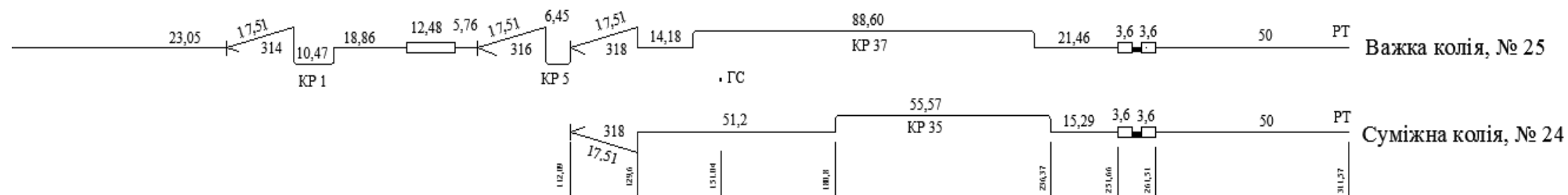


Рисунок 6.1 – Розгорнута схема маршруту скочування розрахункового бігуна

6.3 Визначення втрат енергетичних висот від сил опору

Втрати енергетичних висот розраховуються згідно [70] по наступних формулах:

- від основного опору:

$$\bar{h}_{\text{осн}} = \bar{w}_0 \cdot L_p \cdot 10^{-3}, \quad (6.2)$$

де L_p - розрахункова довжина маршруту від ВГ до РТ, м. ($L_p = 317,34$ м);

w_0 – основний питомий опір розрахункового бігуна, $H/кН$.

$$h_{\text{осн}} = 1,75 \cdot 317,34 \cdot 10^{-3} = 0,555 \text{ м. е. в.}$$

- від опору стрілок і кривих:

$$\bar{h}_{\text{ск}} = (0,56 \cdot n + 0,23 \Sigma \phi) \cdot \bar{V}^2 10^{-3} \quad (6.3)$$

де $n \Sigma \phi$ - кількість стрілочних переводів і сума кутів повороту (включаючи стрілочні) на маршруті або ділянці скочування;

\bar{V} - середня швидкість вагону на маршруті (ділянці) скочування, $м/с$.

Розрахунок опору від стрілок і кривих для розрахункових ділянок по маршруту на колії №25 і №24 виконаний в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2- Розрахунок опору від стрілок і кривих.

Ділянка	$L, м$	Кути повороту		$n, шт$	$V_i, м/с$	$h_{\text{ск}}, м.е.в$	
		25	24			25	24
1	69,89	7,73		1	3,5	0,029	
2	183,95	36,69	27,33	2	3,0	0,086	0,066
3	63,5	0	0	0	1,4	0	0
Разом	317,34					0,117	0,097

- від опору снігу і інію згідно [70]:

$$h_{\text{сн}} = w_{\text{св}} \cdot L \cdot 10^{-3} \quad (6.4)$$

де w_{cb} - питомий опір від снігу та інію на i -ї ділянці, $H/\kappa H$. Для температури -30°C $w_{cb} = 0,50 H/\kappa H$.

Опір від снігу та інію розраховується для зимових умов в межах стрілочної зони і на сортувальних коліях.

$$L_{ch} = L_3 + L_2 - l_{гп1} = 63,5 + 183,95 - 12,48 = 234,97 \text{ м} \quad (6.5)$$

$$h_{ch} = 0,5 \cdot 234,97 \cdot 10^{-3} = 0,117 \text{ м. е. в.}$$

Енергетична висота відчепу на вершині гірки згідно [70]:

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g'} \quad (6.6)$$

де V_0 - швидкість розпуску (для ГМП $V_0 = 1,20 \text{ м/с}$);

g' - прискорення вільного падіння з урахуванням інерції частин, що обертаються, м/с^2

$$g' = \frac{g}{1 + \frac{0,42 \cdot n_{oc}}{Q}} \quad (6.7)$$

де g - нормальне прискорення вільного падіння ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);

n_{oc} - число осей в розрахунковому відчепі ($n_{oc} = 4$);

Q - вага розрахункового відчепа ($Q = 25 \text{ т}$):

$$g' = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{25}} = 9,19 \text{ м/с}^2$$

$$h_0 = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,19} = 0,078 \text{ м. е. в.}$$

6.4 Розрахунок опору від середовища і вітру

Питомий опір від середовища і вітру залежить від типу вагону, швидкості його руху, швидкості і напрямку вітру і визначається по формулі згідно [70]:

$$\pm w_{\text{св}} = K_{\text{вс}} C_x V_p^2 \quad (6.8)$$

де $K_{\text{вс}}$ - приведений коефіцієнт параметрів відчепу і середовища;

C_x - коефіцієнт повітряного опору вагону;

V_p - результуюча (відносна) швидкість вагону і вітру, м/с.

Коефіцієнт $K_{\text{вс}}$ для окремих вагонів визначається по формулі згідно [70]:

$$K_{\text{вс}} = \frac{17.8 \cdot S}{(273 + t^0) Q}, \quad (6.9)$$

де S - площа поперечного перетину вагону, м^2 (для критого вагону $S = 9,7 \text{ м}^2$);

t^0 - температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ ($t^0 = -30^{\circ}\text{C}$);

Q - вага вагону, т ($Q = 25 \text{ т}$).

Для визначення результуючої швидкості V_p необхідно розрахувати середню швидкість вітру $V_{\text{вітру}}$. Швидкість вітру в даному випадку визначається по «рози вітрів» (рис. 6.1), яка складається за даними метеорологічних спостережень (табл. 6.1.) на станції і азимуту напрямку розпуску (170°). При цьому беруться до уваги тільки ті напрямки вітру, які є зустрічними напрямку розпуску.

За даними таблиці А.6 будується «роза вітрів» (рисунок 6.1), виходячи з якої видно, що зустрічними напрямку розпуску будуть вітри Пд, Пд-Зх, Сх., Пд-Сх.

Середня швидкість вітру згідно [70] визначається по формулі:

$$V_{\text{вітру}} = \frac{\sum V_i P_i}{\sum P_i} \quad (6.10)$$

де V_i - швидкість вітру i -го напрямку, м/с;

P_i – вірогідність того, що вітер буде i -го напрямку.

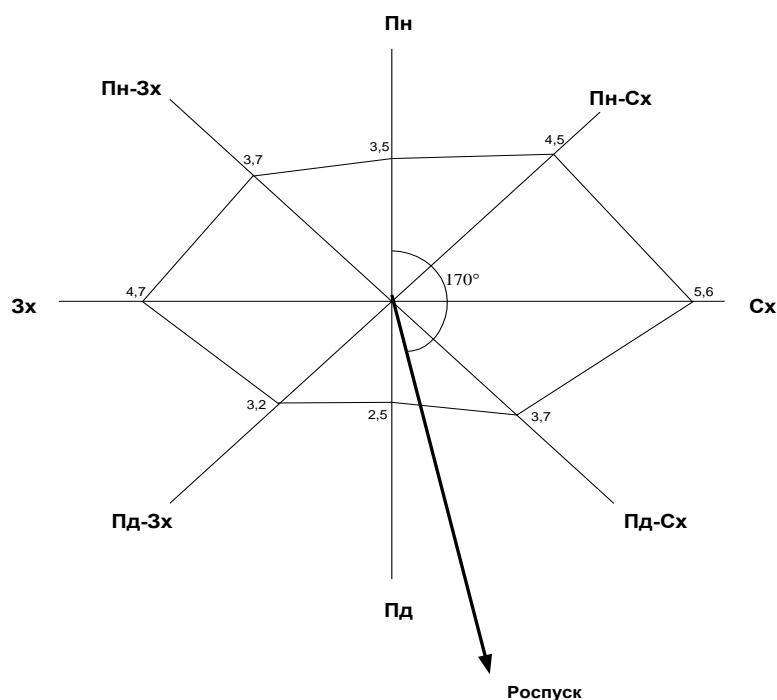


Рисунок 6.2 «Роза вітрів»

Таким чином, середньозважена швидкість вітру складе

$$V_{\text{вітру}} = \frac{5,6 \cdot 0,25 + 3,7 \cdot 0,11 + 2,5 \cdot 0,14 + 3,2 \cdot 0,08}{0,25 + 0,11 + 0,14 + 0,08} = 4,16 \text{ м / с}$$

Кут напрямку вектора $V_{\text{вітру}}$ вважаємо рівним $\beta = 0$ (вітер зустрічний – лобовий). При кутах $\beta < 30^\circ$ результуюча швидкість розраховується по формулі:

$$V_p = V_{\text{ваг}} + V_{\text{вітру}}, \quad (6.11)$$

де $V_{\text{ваг}}$ – швидкість вагону на i -м ділянці.

Кут α між напрямком руху вагону і напрямком результуючої вітру: $\alpha = \beta/2 = 0$ (так як $\beta = 0$). По [70] визначимо значення C_x (при $\alpha = 0$, $C_x = 1,12$):

$$K_{\text{вс}} = \frac{17,8 \cdot 9,7}{(273 - 30) \cdot 25} = 0,0272$$

Розрахунок втрат від опору середовища і вітру виконано в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 Розрахунок втрат від опору середовища і вітру

Ділянка	$L, м$	$V, м/с$	$V_p, м/с$	$w_{св}, кгс/мс$	$h_{св}, м. е. в$
1	69,89	3,5	7,66	1,787	0,125
2	183,95	3,0	7,16	1,562	0,287
3	59,85	1,4	5,56	0,942	0,060
Разом	317,34				0,472

6.5 Визначення висоти гірки

Знаючи сумарні втрати $h_{\Sigma\omega}$ від кожного виду опору, а також енергетичну висоту розрахункового бігуна на вершині гірки ($h_0 = 0,078 м. е. в.$), по формулі (6.1) визначимо розрахункову висоту сортувальної гірки:

$$H_p = 1,5 (0,555 + 0,117 + 0,472) + 0,117 - 0,078 = 1,72 м$$

Для подальших розрахунків використовуємо значення висоти гірки рівне $H_r = 2,046 м$ так, як висота $H_r = 1,72 м$ не забезпечує докочування поганого бігуна до РТ. Згідно нормативів розробимо поздовжній профіль нової сортувальної гірки та наведемо його в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Параметри поздовжнього профілю сортувальної гірки

Параметри	№ елементів профілю						
	1	2	3	4	5	6	7
Ухил, ‰	0,6	1,5	1,5	2,0	7,0	18,68	28,68
Довжина, м	48	17,5	100,8	65,67	18,48	33,89	33,0

6.6 Побудова графіків втрат енергетичних висот для розрахункових бігунів

Для того, щоб перевірити працездатність сортувальної гірки, необхідно промодельовати процес розпуску составів з гірки. Однією з найпростіших моделей є графічна модель, що значно спрощує побудову кривих швидкості і часу для розрахункових відчепів, на підставі аналізу яких робиться висновок про працездатність гірки. План і профіль існуючої сортувальної гірки повинен забезпечувати

розділення розрахункової групи відчепів на стрілочних переводах (СП), уповільнювачах, граничному стовпчику (ГС).

Розрахунковою групою відчепів для гірки малої потужності приймається: П – Х – П [70], де П – поганий бігун, Х – хороший бігун. При цьому П скочується на «важку колію» (№ 25), Х – на суміжну з ним (№24).

Характеристика розрахункових бігунів наведена в таблиці 6.5

Таблиця 6.5- Характеристики розрахункових бігунів

Тип	Рід	Осей	Q, m	$w_0, H/\kappa H$	l_b, m	b_k, m	S, m^2	$g', m/c^2$	K_{bc}
П	пв	4	25	4,0	13,92	10,5	8,5	9,19	0,0272
Х	пв	4	70	0,8	13,92	10,5	8,5	9,58	0,0089

При моделюванні прийнято наступні умови: швидкість розпуску 1,2 м/с, зимовий період ($t = -20^\circ C$), вітер зустрічний – боковий ($\beta = 30^\circ$). Крім того, криві втрат енергетичних висот для Х будуються для двох режимів: без гальмування та з гальмуванням на гальмівних позиціях.

Розрахунки втрат енергетичної висоти для розрахункових бігунів зведені в таблицю 6.6.

Таблиця 6.6- Розрахунок втрат енергетичної висоти для П і Х

6	Параметри		Параметри розрахункових бігунів								
	$L, м$	$V, м/с$	$V_B, м/с$	$w_0, H/κH$	$V_p, м/с$	$w_{CB}, H/κH$	Втрати енергетичної висоти				
							$h_{очн}$	$h_{ск}$	h_{CB}	h_w	H_w
Поганий ($K_{BC} = 0,0272, C_x = 1,75$)											
1	69,89	3,5	4,16	4	7,66	2,80	0,279	0,0286	0,195	0,503	0,503
2	183,95	3	4,16	4	7,16	2,45	0,736	0,086	0,451	1,273	1,776
3	63,5	1,4	4,16	4	5,56	1,48	0,254	0,000	0,094	0,348	2,124
Хороший ($K_{BC} = 0,0089, C_x = 1,75$)											
1	69,89	3,5	4,16	0,8	7,66	0,89	0,056	0,0286	0,062	0,147	0,147
2	183,95	3	4,16	0,8	7,16	0,77	0,147	0,0666	0,142	0,356	0,503
3	63,5	1,4	4,16	0,8	5,56	0,47	0,051	0,000	0,030	0,081	0,584

Визначимо енергетичну висоту розрахункових бігунів на вершині гірки:

$$g_{п}' = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{25}} = 9,19 м / с^2 ; \quad h_0 = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,19} = 0,078 м.$$

$$g_{x}' = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{70}} = 9,58 м / с^2 ; \quad h_0 = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,58} = 0,073 м.$$

Отже, виходячи із отриманих даних можна сказати, що висота гірки не забезпечує докочування поганого бігуна до РТ, для того щоб цей недолік ліквідувати потрібно підвищити висоту гірки на 0,326 м.

Швидкість бігуна Х в розрахунковій точці значно перевищує допустиму швидкість зіткнення вагонів (1,4 м/с). В цьому зв'язку необхідно виконати гальмування цього бігуна на гальмівних позиціях. Гальмування виконується так, щоб вирівняти швидкості П і Х на розрахункових ділянках. При цьому слід ураховувати максимальну потужність гальмівних позицій.

6.7 Побудова графіків швидкості та тривалості скочування розрахункових бігунів

Графіки швидкості і часу руху $V = f(S)$ і $T = f(S)$ будуються для кожного з трьох розрахункових бігунів, що беруть участь в моделюванні процесу скочування (П – Х – П), для яких були побудовані втрати енергетичних висот.

Розрахунки швидкості виконуються перш за все в характерних (контрольних) точках, якими є:

- вхід на гальмову позицію (координата SE ГП) і вихід із неї (SG ГП);
- вхід на ізольовану секцію стрілочного перевodu, уповільнювача (SE ІД) і вихід із неї (SG ІД);
- підхід до граничного стовпчика (SE ГС) і прохід за нього (SG ГС).

Координати SE, SG відповідають положенню центра ваги вагона (ЦВ) у моменти заняття (входу) та звільнення (виходу) відповідних елементів:

- для зон гальмування

$$SE = SPI - b_K/2; \quad SG = SPI + l_{ГП} + b_K/2;$$

– для ізолюваних ділянок стрілок

$$SE = SPI - b_K/2; \quad SG = SPI + l_{Д} + b_K/2;$$

– для граничного стовпчика

$$SE = SPI - l_B/2; \quad SG = SPI + l_B/2,$$

де SPI – координата початку відповідного елемента, визначається, користуючись розгорнутим планом маршруту;

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

b_K , l_B – відповідно колісна база та довжина вагона.

Координати контрольних точок наведені в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 Розрахунок координат контрольних точок маршруту скочування

Найменування елементів	СП, м	$l_{ГП}$, $l_{Д}$, м	SE, м	SG, м
ІД СП 314	17,79	11,38	12,54	34,42
ІД ГП 1	69,39	13,48	64,14	88,12
ІД СП 316	82,87	11,38	77,62	99,5
ІД СП 318	106,83	11,38	101,58	123,46
ГС	151,04	0	144,08	158
ПГП	253,84	13,5	248,59	272,59
ГП 1	69,89	12,48	64,64	87,62

Для визначення швидкості в будь-якій точці використовується формула:

$$V_i = \sqrt{2g'h_i}, \quad (6.12)$$

де h_i - залишкова енергетична висота в i -й точці, м е. в.

Побудова графіків тривалості скочування $T = f(S)$ виконується на тому ж кресленні, що і $V=f(S)$. Знаючи швидкість відчепа в кожній точці (V_i і V_{i+1}), а також відстань між цими точками ($S_{i,i+1}$), визначається час ходу відчепа між i -ю і $i+1$ точками:

$$t_{i,i+1} = \frac{2 \cdot \Delta S_{i,i+1}}{V_i + V_{i+1}}, \quad (6.13)$$

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

$$T_j = \sum_{i=1}^j t_i, \quad (6.14)$$

Інтервал між відчепами на вершині гірки приблизно можна визначити як:

$$I_0 = \frac{S}{V_0} = \frac{l_{\epsilon}^1 + l_{\epsilon}^2}{2 \cdot V_0}, \quad (6.15)$$

де $l_{\epsilon 1}, l_{\epsilon 2}$ - довжина відповідно першого і другого відчепів (13,92 м).

$$I_0 = \frac{13,92 + 13,92}{2 \cdot 1,2} = 11,60 \text{ с}$$

Тобто Х з'явиться на ВГ через 11,60 с після П, а наступний за Х П з'явиться на ВГ через 11,60 с після Х і через 23,20 с після першого ДП.

«Дифом» називається різниця часу ходу П і Х від ВГ до певної точки. Тобто „диф” показує, наскільки швидше (або пізніше) прийде Х в дану точку, якщо вважати, що Х і П вийдуть з ВГ одночасно, «дифи» визначаються в кожній розрахунковій точці:

$$\Delta t_j = T_j^{\text{П}} - T_j^{\text{Х}}, \quad (6.16)$$

Швидкість та тривалість скочування відчепів наведені в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 Розрахунок швидкості та тривалості скочування вагонів

Найменування точок	$S, м$	ΔS	Параметри бігуна П				Параметри бігуна Х				Δt
			Y_h	V	t	T	Y_h	V	t	T	
УВГ	0		0	1,2		0	0	1,2		0	0
Вх.ІД СПЗ14	12,54	12,54	16,5	2,45	6,87	6,87	20	2,77	6,31	6,31	0,56
Пром.	25	12,46	29,5	3,28	4,35	11,2	35	3,67	3,88	10,2	1,04
Вих.ІД СПЗ14	34,42	9,42	38,5	3,75	2,68	13,9	47	4,25	2,38	12,6	1,34
Пром.	48,42	14	47	4,14	3,55	17,5	59,5	4,78	3,1	15,7	1,79
Вх.ІД ГП1	64,14	15,72	57	4,56	3,61	21,1	73,5	5,32	3,11	18,7	2,29
Вх. ГП 1	64,64	0,5	57,5	4,58	0,11	21,2	74	5,34	0,09	18,9	2,31
Вх.ІД СПЗ16	77,62	12,98	59	4,64	2,82	23,9	55	4,6	2,61	21,5	2,51
Вих. ГП1	87,62	10	58,5	4,62	2,16	26,2	38,5	3,85	2,37	23,8	2,31
Вих.ІД ГП1	88,12	0,5	58	4,60	0,11	26,3	38,5	3,85	0,13	23,9	2,29
Вих.ІД СПЗ16	99,5	11,38	55,5	4,5	2,50	28,7	38,5	3,85	2,96	26,9	1,83
Вх.ІД СПЗ18	101,58	2,08	55	4,48	0,46	29,2	38,5	3,85	0,54	27,5	1,76
Вих.ІД СПЗ18	123,46	21,88	49,5	4,25	5,01	34,2	38,5	3,85	5,68	33,2	1,09
Вх. ГС	144,08	20,62	44,5	4,03	4,98	39,2	38,5	3,85	5,36	38,5	0,71
Вих. ГС	158	13,92	41	3,87	3,53	42,7	38,5	3,85	3,62	42,1	0,62
Пром.	178	20	35,5	3,60	5,36	48,1	38	3,82	5,21	47,3	0,77
Пром.	198	20	30	3,31	5,79	53,9	37,5	3,8	5,25	52,6	1,31
Пром.	223	25	23	2,9	8,06	61,9	37	3,77	6,6	59,2	2,77
Вх. ПГП	248,59	25,59	16	2,42	9,64	71,6	36,5	3,75	6,81	65,9	5,6
Вих. ПГП	272,59	24	11	2,0	10,8	82,4	7	1,64	8,91	74,9	7,56
Пром.	294,59	22	5,5	1,42	12,8	95,3	6	1,52	13,9	88,8	6,51
РТ	317,34	22,75	0	0	32,3	127,5	5	1,39	15,6	104,0	22,9

6.8 Перевірка умов розділення розрахункової групи відчепів на розділових елементах

Конструкція і технічне оснащення сортувальної гірки повинні забезпечувати розмежування відчепів на окремих елементах: стрілочних переводах, вагоноуповільнювачах, граничних стовпчиках, проміжних ізольованих ділянках. Розмежування потрібно для можливості переведення між суміжними відчепами стрілок і вагоноуповільнювачів з одного положення в інше, можливості безперешкодного прослідкування відчепами граничних стовпчиків, можливості нормального функ-

ціонування пристроїв ГАЦ і систем автоматизації. Умовою розмежування є наявність інтервалу часу між послідовними моментами звільнення елемента відчепом і заняття його наступним відчепом. Для окремого елемента моментами заняття і звільнення його відчепами вважаються: для стрілочного переводу, вагоноуповільнювача, проміжної ділянки – вхід на їх ізольовану секцію і вихід з неї крайніх колісних пар відчепа, для граничного стовпчика – підхід до нього і прохід за нього торцевих стінок відчепа.

Для забезпечення розмежування суміжних відчепів кожен з них повинен входити на елемент після його звільнення попереднім відчепом, тобто повинна витримуватись умова:

$$I_o + TE_2 > TG_1, \quad (6.16)$$

де I_o - інтервал відриву суміжних відчепів на ВГ;

TE_2 - тривалість скочування другого відчепа в парі від ВГ до входу на елемент;

TG_1 - тривалість скочування першого відчепа від ВГ до виходу з елемента.

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

$$\delta t = I_o + TE_2 - TG_1, \quad (6.17)$$

Для надійного розмежування відчепів на окремому розподільному елементі потрібно мати резерв інтервалу не менше δt_{\min} , величина якого залежить від типу елемента:

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

– для ізольованих ділянок стрілочних переводів враховується інерційність (запізнення) релейної апаратури на звільнення елемента, яка згідно з [70] становить $\delta t_{\min} = 1$ с;

– для ізольованих ділянок вагонних уповільнювачів враховується тривалість переведення уповільнювача з одного стану в інший, тобто $\delta t_{\min} = t_{\text{пу}}$.

Величина $t_{\text{пу}}$ приймається по табл. 3.1 [70] у залежності від типу вагонного уповільнювача і враховується як тривалість його переведення у гальмовий стан (τ_r) для сполучення бігунів $\Pi_1 - X_2$ і як тривалість розгальмування (τ_p) - для сполучення $X_1 - \Pi_2$. Наприклад, для уповільнювачів КНП-5: $\tau_r = 0,8 \text{ с}$, $\tau_p = 1,2 \text{ с}$.

Таким чином, можливість розмежування відчепів відповідає умові:

$$\delta t \geq \delta t_{\min}, \quad (6.18)$$

Для перевірки умови розмежування відчепів для кожного елемента згідно з координатами входу (SE) і виходу (SG) на кривих $T=f(S)$ кожного бігуна, приведених на кресленні, визначаються відповідні моменти входу (TE) і виходу (TG), показуються фактичні (δt) і мінімальні (δt_{\min}) резерви інтервалів. Графічне співставлення цих резервів на відповідність умові (6.18) дозволяє зробити висновок щодо можливості розмежування відчепів.

Більш точно аналіз можна виконати аналітичним розрахунком резервів інтервалів δt з допомогою TE і TG з таблиці швидкості і тривалості скочування відчепів (табл. 6.8).

Розрахунок інтервалів між відчепами на розділювальних елементах наведені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 Розрахунок інтервалів між відчепами на розділювальних елементах

№ п/п	Найменування елементів	Сполучення $\Pi_1 - X_2$				Сполучення $X_1 - \Pi_2$			
		TE_2	TG_1	$\delta t, \text{ с}$	$\delta t_{\min}, \text{ с}$	TE_2	TG_1	$\delta t, \text{ с}$	$\delta t_{\min}, \text{ с}$
1	ІД СП 314	6,81	31,9	4,01	1	6,31	12,56	5,91	1
2	ІД ГП 1	21,06	26,26	4,11	0,8	18,77	23,97	8,69	1,2
3	ІД СП 316	23,99	28,76	4,31	1	21,47	26,93	8,66	1
4	ІД СП 318	29,22	34,24	4,83	1	27,47	33,15	7,67	1
5	ГС	39,22	42,75	7,36	0	38,51	42,12	8,7	0

Відповідність отриманих значень δt умові (6.18) свідчить про можливість розмежування відчепів і відповідність конструкції гірки вимогам [70] щодо можливості реалізації встановленої швидкості розпуску.

6.9 Визначення розрахункової швидкості розпуску та переробної спроможності сортувальної гірки

Виконана перевірка умов розділення відчепів показала наявність резервів інтервалів на розділювальних елементах, що свідчить про можливість підвищення швидкості розпуску, а відповідно можливості підвищення переробної спроможності.

Максимально можлива швидкість розпуску по умові розділення відчепів на окремо взятому елементі розраховується за формулою:

$$V_{0\max} = \frac{l_{\text{ваз1}} + l_{\text{ваз2}}}{2(I_0 - \delta t + \delta t_{\min})} \quad (6.19)$$

Розрахунки виконано у вигляді таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Визначення максимально можливої швидкості розпуску для окремих розділювальних елементів

№ п/п	Найменування елементів	Сполучення П ₁ -Х ₂			Сполучення Х ₂ -П ₁			V _o max, м/с
		$\delta t, c$	$\delta t_{\min}, c$	V _o max, м/с	$\delta t, c$	$\delta t_{\min}, c$	V _o max, м/с	
1	ІД СП 314	4,01	1	2,07	5,91	1	2,96	2,07
2	ІД ГП1	4,11	0,8	2,08	8,69	1,2	8,14	2,08
3	ІД СП 316	4,31	1	2,21	8,66	1	7,17	2,21
4	ІД СП 318	4,83	1	2,41	7,67	1	4,83	2,41
5	ГС	7,36	0	3,28	8,7	0	4,8	3,28

Середньозважене значення максимальної швидкості розпуску визначається за формулою:

$$V_{0\max} = \sum_{i=1}^n V_{0\max i} \cdot P_i, \quad (6.20)$$

де $V_{0\max i}$ - максимальна швидкість розпуску по умовам розділення відчепів на стрілочних переводах i -ї стрілочної позиції. В значенні $V_{0\max i}$ береться мінімальне з значень, визначених для сполучень Π_1-X_2 та $X_1-\Pi_2$;

P_i - ймовірність розділення відчепів на i -й стрілочній позиції визначаємо за формулою:

$$P_i = P_{\text{стр}} \cdot K, \quad (6.21)$$

де n - кількість стрілочних позицій;

$P_{\text{стр}}$ - ймовірність розділення відчепів на окремому стрілочному переводі, розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{стр}} = \frac{2 \cdot n_{\text{л}} \cdot n_{\text{п}}}{m_{\text{сп}} (m_{\text{сп}} - 1)}, \quad (6.22)$$

де $n_{\text{л}}$, $n_{\text{п}}$ – кількість сортувальних колій, на які можна потрапити слідуючи по даному стрілочному переводі ліворуч чи праворуч відповідно.

В стрілочну позицію входять всі стрілочні переводи, що знаходяться приблизно на однаковій відстані від вершини гірки.

Всі необхідні розрахунки виконано у вигляді таблиці 6.11.

Середня експлуатаційна швидкість розпуску состава розраховується за формулою:

$$\bar{V}_c = \frac{V_0 + \bar{V}_{0\max}}{2}, \quad (6.23)$$

$$\bar{V}_c = \frac{1,2 + 2,07}{2} = 1,64 \text{ м / с.}$$

Переробна спроможність гірки визначається за формулою:

$$N_{\text{п}} = \frac{\alpha_{\text{вр}} \cdot (1440 - T_{\text{пост}})}{p_{\Gamma} t_{\Gamma}} \cdot m_c, \quad (6.24)$$

де $\alpha_{\text{вр}}$ - коефіцієнт, що враховує перерви в роботі гірки через ворожі пересування, $\alpha_{\text{вр}} = 0,95$;

$T_{\text{пост}}$ - час заняття гірки за добу постійними технологічними перервами для технічного обслуговування та ремонту гірочних пристроїв, зміни локомотивних бригад і т.і., $T_{\text{пост}}=90 \text{ хв}$;

Таблиця 6.11 – Визначення максимально можливої швидкості розпуску на сортувальній гірці

№ Стрілоч- ної позиції	К	n _л	n _п	Рстр	V _{о max} , м/с			V _{0maxi} стр/гп/гс	V _{0maxi} ·Р
					стр	гп	гс		
1	1	5	5	0,55555	2,07	-	-	2,07	1,149
2	1	3	2	0,13333	2,21	2,08	-	2,08	0,277
3	1	1	1	0,19999	2,41	2,08	-	2,08	0,415
	1	1	2						
	1	2	3						
4	1	1	1	0,08888	2,41	2,08	-	2,08	0,184
	1	2	1						
	1	1	1						
5	1	1	1	0,2225	22,41	2,08	3,28	2,8	0,046
Всього	9			1					2,07

$t_{\text{г}}$ – гірочний технологічний інтервал, згідно попередніх розрахунків, $t_{\text{г}}=22 \text{ хв}$;

$m_{\text{с}}$ – кількість вагонів в составі, згідно розділу 2 $m_{\text{с}}=65 \text{ ваг}$;

$p_{\text{г}}$ – коефіцієнт надійності технічних засобів гірки, $p_{\text{г}}=1,12$.

$$N_{\text{п}} = \frac{0,95 \cdot (1440 - 120)}{1,12 \cdot 21,57} \cdot 65 = 3373 \text{ ваг / добу}$$

Тоді коефіцієнт завантаження гірки буде дорівнювати:

$$\Psi_{\text{г}} = \frac{944}{3373} = 0,27$$

Оскільки коефіцієнт завантаження гірки не перевищує 0,85, то можна зробити висновок, що гірка відповідає обсягам роботи.

6.10 Перевірка наявної гальмівної потужності гальмівних засобів гірки

Відповідно з правилами та нормами проектування сортувальних пристроїв на УЗ потужність гальмівних засобів в межах спускної частини гірки по маршруту

скочування відчепів повинна забезпечувати при сприятливих умовах скочування, зупинку 4-х вісного вагону вагою 100 тс та опором 0,5 кс/тс на пучковій гальмівній позиції. При цьому гальмування вагону на першій ГП передбачається до рівня, що визначається по умовам оптимізації розрахункової швидкості розпуску.

В умовах розрахунково-графічної роботи при гальмуванні на першій ГП використовується половина її наявної гальмівної потужності.

$$h_{0\max} = \frac{V_{0\max}^2}{2g'}, \quad (6.36)$$

При відомій максимальній швидкості розпуску $V_{0\max} = 2,5 \text{ м/с}$

$$g' = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{100}} = 9,65 \text{ м.е.в.}$$

Тоді

$$h_{0\max} = \frac{2,5^2}{9,65} = 0,324 \text{ м.е.в.}$$

Виконаємо розрахунок у вигляді таблиці 6.13.

Таблиця 6.13. Перевірка наявної потужності гальмівних засобів гірки

№№ ділянок	$L, \text{ м}$	$w_0, \text{ кгс/тс}$	Втрати енергетичної висоти, <i>м.е.в.</i>				$Y, \text{ мм}$
			$h_{\text{осн}}$	$h_{\text{ск}}$	h_w	H_w	
1	59,74	0,5	0,03	0,029	0,059	0,059	2,95
2	176,045		0,088	0,088	0,176	0,235	11,75
3	15,1		0,008	0	0,008	0,243	12,15

Перевірка потужності гальмівних засобів показала, що є можливість загальмувати бігун ДХ100 на спускній частині гірки, використовуючи для цього потужність одного сповільнювача ГП1 та двох сповільнювачів ПГП.

Враховуючи це, для забезпечення переробки заданого обсягу вагонів на гірці, проектувати підвищення гальмівної потужності гірки не потрібно.

Таким чином, здійснивши розрахунки та виконавши масштабні креслення профілю сортувальної гірки, кривих скочування, швидкості та часу бігунів П та Х і їх сполучень є можливим стверджувати наступне:

- профіль розглянутої гірки забезпечує докочування бігуна типу П по важкій колії за ПГП;
- на всіх розділювальних елементах виконується розділення сполучень відчепів типу П-Х та Х-П.

Іншими словами, гірка відповідає усім технічним нормам.

7 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ Н

У зв'язку зі збільшенням вагонопотоку та недостатнім для його обслуговуванням технічним оснащенням станції Н у розділі 4 було встановлено нову кількість колій, що необхідно мати в усіх парках станції Н, а в розділі 4 визначено раціональний варіант реконструкції сортувального парку.

З врахуванням виконаної реконструкції у роботі даної станції були внесені деякі корективи, які дозволили пришвидшити процес переробки вагонопотоку на сортувальній гірці, що покращило якісні показники роботи станції Н.

У цьому розділі приведена технологія роботи дільничної станції Н з вагонопотоками різних категорій після виконання реконструкції станції. При цьому використовувались рекомендації [70], а розрахунки тривалості технологічних операцій були виконані у розділі 4.

7.1 Технологія роботи з транзитними поїздами

З напрямків Л-Н та К-Н транзитні поїзди приймаються в приймально-відправний парк І, з напрямку В-Н транзитні поїзди приймаються в приймально-відправний парк ІІ для технічного огляду, зміни поїзного локомотива або локомотивних бригад.

До прибуття транзитного поїзда ДСП одержує від поїзного диспетчера інформацію про номер, індекс поїзда, очікуваний час прибуття, а також інші особливі умови подальшого проходження.

ДСП по двосторонньому парковому зв'язку повідомляє працівників станції про приймання і подальші дії з поїздом, що надходить на станцію.

За фактом прибуття поїзда на станцію оператор технічної контори вводить відповідне повідомлення АСК ВП УЗ. Якщо поїзд слідує із зміною локомотива, локомотивної бригади то склад закріплюється. Якщо склад поїзда вимагає обробки то порядок огородження і закріплення складу аналогічний огородженню і закріпленню щодо поїздів, які прибули в розформовування.

В цьому випадку обробка транзитного поїзда складається з наступних операцій:

- технічного обслуговування і безвідчіпного ремонту;
- зміни локомотивів або локомотивних бригад;
- перевірки документів операторами технічної контори;
- опробування гальм у разі зміни локомотива або локомотивної бригади;

Після прибуття кутового поїзда, вони надходять у ПВП- I, із зміною локомотива або локомотивної бригади машиніст віддає документи ДСПП або оператору технічної контори, який доставляє документи в технічну контору для перевірки. При виявленні розбіжностей даних про склад поїзда з ТГНЛ, а також у разі змін у складі поїзда, оператор технічної контори зобов'язаний ввести в ЕОМ повідомлення коректування 08 і одержує відкоректований натурний лист і довідку про склад поїзда.

Після відправлення транзитного поїзда із станції готується і вводиться в ЕОМ повідомлення 200 про факт відправлення поїзда. Підключення станції до системи АСК ВП УЗ забезпечує передачу інформації в СТЦ про всі події, які відбуваються з поїздом, про зміну складу транзитного поїзда і т. д.

Для кутових поїздів або поїздів із зміною локомотива слід провести опробування автогальм тривалістю 12 хв. Після цього оглядачі заповнюють довідку про гальма і вручають її машиністу локомотива. Тривалість виконання технічного огляду поїздів розрахована в розділі 3, тривалості виконання інших технологічних операцій прийняті згідно з [72].

Графіки обробки транзитних поїздів без зміни та зі зміною локомотива наведені на рисунку 7.1., 7.2 відповідно [72] з використанням даних розділу 4.

7.2 Технологія роботи з поїздами, що надходять у розформування

Після виходу поїзда з сусідньої станції ДСП сповіщає працівників технічної контори, ПТО і ПКО про номер, індекс поїзда, колію прийому і час його прибуття для підготовки до зустрічі поїзда працівників, що беруть участь в обробці.



Найменування операцій	До при- буття по- їзда	Після прибуття по- їзда, хв				Виконавці
		0	10	20	30	
Одержання від поїзного диспетче- ра повідомлення про номер, час прибуття і призначення поїзда						Черговий по стан- ції
Повідомлення працівників станції, ПТО про номер, час прибуття та колію приймання поїзда						Черговий по стан- ції
Вихід на колію приймання праців- ників, що беруть участь в обробці поїзда		3				Працівники стан- ції, ПТО
Технічний огляд состава, усунення несправностей, скорочена проба гальм та перевірка документів			23			Працівники ПТО, лок. бригада, СТЦ
Загальна тривалість обробки по- їзда			23			

Рисунок 7.1. Графік виконання технологічних операцій при обробці транзитного поїзда без зміни локомотива

Перевірка состава працівниками технічної контори з нанесенням крейдяної розмітки проводиться після прибуття поїзда на станцію. При одночасному прибутті декількох поїздів ДСП повідомляє працівникам ПТО черговість їх обробки. Обробка составів, які надійшли в розформовування складається з наступних операцій:

- технічного обслуговування складу і підготовки його до розформовування;
- контрольної перевірки складу і наявності документів;
- комерційного огляду.

Після прибуття поїзд закріплюють гальмівними башмаками. Про закріплення складу сигналіст повідомляє безпосередньо ДСП. ДСП дає дозвіл локомотивній бригаді, провести відчеплення локомотива від складу і після фактичного відчеплення проводиться огороження составу.



Рисунок 7.2. Графік виконання технологічних операцій при обробці транзитного поїзда зі зміною локомотива

Здійснивши огороження, оператор ПТО сповіщає про це по двосторонньому парковому зв'язку всіх працівників, які приступають до роботи по огляду і ремонту вагонів в складі. Технічне обслуговування вагонів здійснює в ПВП-І двома бригадами, які складаються з чотирьох груп, а у ПВП- II – одна бригада, яка складається з двох груп. Проводиться необхідний ремонт вагонів. Після його закінчення працівники ПТО доповідають оператору ПТО про закінчення робіт, після чого старший оглядач дає вказівку оператору ПТО про зняття огорожі на даній колії і повідомлення про це ДСП.

У разі виявлення вагонів, що вимагають відчіпного ремонту, оглядач повідомляє оператора ПТО номера вагонів, що вимагають відчіпного ремонту, для внесення змін в план розформовування составу.

Сстави оглядаються також бригадою комерційного огляду на наявність порушень в правильності навантаження і фактів розкрадання або доступу до вантажу.

Керуючись даними інформації про підхід поїздів, розміченими ТГНЛ на поїзди, які прибувають на станцію, наявністю вагонів на коліях сортувального парку по безперервному обліку і планом відправлення поїздів, ДСПГ встановлює черговість розформовування составів з урахуванням якнайшвидшого накопичення вагонів і формування составів з метою зменшення простою під накопиченням. ДСПГ дає вказівки причетним працівникам про послідовність розпуску, зміни в сортувальному листі, спеціалізацію сортувальних колій і т.д.

Процес розформовування поїздів через гірку включає наступні операції

- заїзд гірочного локомотиву під состав;
- витягування составу;
- насув составу на гірку;
- розпуск составу поїзда;
- осадження вагонів на коліях сортувального парку для ліквідації “вікон”, що утворюються;

- закінчення формування на коліях сортувального парку.

Маневровою роботою по розформовуванню – формуванню поїздів в сортувальному парку керує ДСПГ, якому підлеглі:

- оператор гальмівної позиції на спусковій частині сортувальної гірки;
- регулювальники швидкості руху вагонів;
- складачі сортувальної гірки;
- складачі маневрового району хвостової горловини сортувального парку.

ДСП готує маршрут заїзду маневрового локомотива під состав і маршрут насуву його на гірку по вказівці маневрового диспетчера. Черговий по гірці, у свою чергу, попереджає працівників ПВП- I про насув складу і дає команду машиністу гірко-

вого локомотива. Перед безпосереднім початком розпуску черговий по гірці повинен переконатися в готовності всіх працівників, причетних до розпуску.

Розпуск составу веде черговий по гірці, керуючись сортувальним листком, отриманим з технічної контори.

Розчеплення відчепів ведеться на основі сортувального листка.

ДСПГ в процесі розпуску повинен контролювати ступінь заповнення колій сортувального парку, шляхи проходження відчепів. Також він повинен контролювати правильність відчеплення вагонів на горбу гірки по номерах вагонів, вказаних в сортувальному листку.

ДСПГ зобов'язаний готувати колії сортувального парку, щоб забезпечити мінімальний час на розпуск составів з гірки. Для цього періодично проводиться осаджування і підтягування вагонів. Осаджування або підтягування проводить маневровий локомотив по вказівці ДСПГ після закінчення розпуску составу.

Тривалість виконання технічного огляду поїздів розрахована в розділі 3, тривалості виконання інших технологічних операцій прийняті згідно з [72]. Графік обробки поїзда, що надійшов у розформування та графік роботи гірки по розформуванню составів наведені на рисунку 7.3 та 7.4.

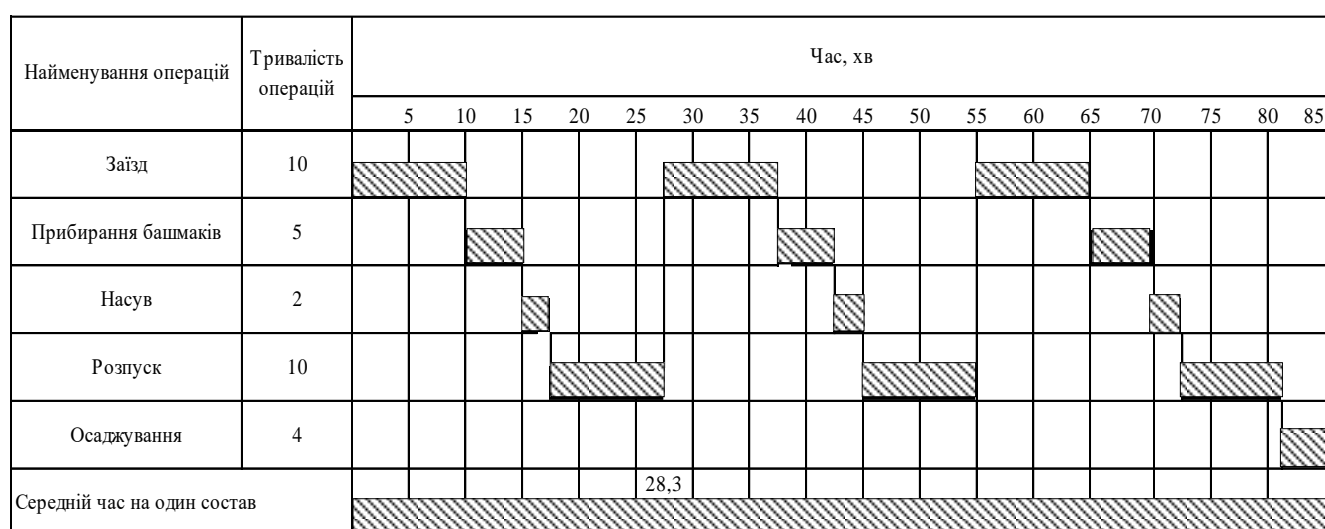


Рисунок 7.3 Графік роботи гірки по розформуванню составів

Найменування операцій	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда, хв					Виконавець
		0	5	10	15	20	
Сповіщення працівників СТЦ, ПКО, ПТО, сигналіста про час і колію прибуття поїзда							Черговий по станції
Контрольна перевірка состава у вхідній горловині							Оператор СТЦ
Доставка перевізних документів в СТЦ							Оператор СТЦ
Закріплення состава гальмовими башмаками і відчеплення поїзного локомотива, огороження состава							Сигналіст, локомот. бригада, оператор ПТО
Перевірка ТГНЛ, штемпелювання і перевірка перевізних документів							Оператор СТЦ
Технічне обслуговування состава, відпускання гальм							Працівники ПТО
Коригування сортувального листка							Оператор СТЦ
Комерційний огляд состава							Приймальник поїздів
Загальна тривалість обробки поїзда							

Рисунок 7.4 Графік виконання технологічних операцій при обробці поїзда, що надійшов у переробку

7.3 Технологія роботи з поїздами свого формування

По завершенню процесу закінчення формування составів та перестановки його на колії ПВП-I відбувається закріплення составів гальмівними башмаками, огороження під обробку і подальша обробка бригадами ПТО і ПКО.

З составом свого формування проводяться наступні операції:

- технічне обслуговування і поточний безвідчипний ремонт вагонів;
- комерційний огляд вагонів і усунення несправностей;
- видача локомотивній бригаді документів на поїзд і бланк діючих попереджень по колії проходження поїзда;
- причепка локомотива і опробування автогальм по повній схемі;

- навішування хвостових сигналів.

Відправлений із станції Н поїзд повинен бути сформований відповідно до плану формування поїздів, і мати встановлені сигнали.

При технічному обслуговуванні составів перед відправленням виявляються технічні несправності, отримані в процесі розпуску і накопичення составу. Несправності, отримані в процесі навантаження або розвантаження вагонів, виявляються і усуваються відповідними працівниками на під'їзних коліях і місцях загального користування. Інформація про необхідність ремонту інших вагонів (призначенням на під'їзні колії), передається ДСПГ оператором ПТО, проводиться закріплення вагонів, колія огорожується, і працівники ПТО приступають до ремонту.

Після закінчення технічного обслуговування составу про це сповіщається оператор ПТО, який доповідає ДСП про готовність составу. Оператор ПТО знімає огороження і на колію подається поїзний локомотив. Проводиться повне опробування автогальм.

Паралельно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд складу шляхом одночасного проходження уздовж составу. Знайдені комерційні несправності повинні бути усунені до відправлення поїзда. По закінченню комерційного огляду і усунення несправностей старший прийомоздавальник повідомляє ДСП про готовність складу в комерційному відношенні.

Одночасно з цим ведеться обробка поїзда в документальному відношенні в технічній конторі.

ДСП може відправити поїзд після отримання підтвердження готовності в технічному і комерційному відношенні, а також за наявності документів на поїзд у локомотивної бригади, наявності хвостових сигналів. Можливість відправлення поїзда ДСП повинен погоджувати з поїзним диспетчером. Тривалість виконання технічного огляду поїздів розрахована в розділі 4.1, тривалості виконання інших технологічних операцій прийняті згідно з [72]. Графік обробки поїзда свого формування наведений на рисунку 7.5.

Найменування операцій	До перестановки в парк відпр.	Після перестановки в парк відправлення, хв						Виконавці
		0	10	20	30	40	50	
Погодження колії перестановки								ДСЦ з ДСП поста ЕЦ
Перестановка состава у парк відправлення								Локомотивна бригада
Оформлення натурного листа і підбір документів								Оператор СТЦ
Контрольна перевірка состава з натури								Списувач поїздів
Закріплення состава гальмовими башмаками. Доповідь ДСП		5						Приймальник поїздів парка відправлення
Конвертування і пересилка документів у парк відправлення		10						Оператор СТЦ
Технічний огляд состава і усунення несправностей			19					Працівники ПТО
Комерційний огляд состава і усунення несправностей			19					Приймальник поїздів
Вручення документів машиністу локомотива				3				ДСПП
Причеплення поїзного локомотива, випробування автогальм, прибирання башмаків, доповідь ДСП					19			Локомотивна бригада, працівники ПТО, прийм. поїздів
Загальна тривалість обробки поїзда				43				

Рисунок 7.5 Графік виконання технологічних операцій при обробці поїзда свого формування

7.4 Обробка документів в технічній конторі

Технічна контора забезпечує всі станційні процеси, інформацією про поїзди, вагони і вантажі, основою, якій служить натурний лист поїзда.

В технічній конторі виконуються операції, послідовність яких відповідає технології роботи станції.

В процесі прибуття поїзда на станцію в ЕОМ вводиться повідомлення 201 про прибуття поїзда, окрім цього, склад поїзда перевіряється з натури. Після прибуття проводиться обробка документів і видача сортувального листка.

Після розпуску составу ДСПГ вводить повідомлення 203 про фактичне закінчення розпуску составу. У свою чергу після цього повідомлення ЕОМ видає накопичувальну відомість. Дані накопичувальної відомості підклеюються до листів накопичення на відповідні сортувальні колії.

Після пред'явлення до огляду сформованого составу оператор технічної контори проводить перевірку номерів вагонів в составі шляхом проходження вздовж составу. Оператор технічної контори здійснює перевірку заготовки натурального листа з даними накопичувальної відомості.

Після обробки повідомлення про правильність натурального листа на друк в технічній конторі видаються:

- натурний лист поїзда форми ДУ-1;
- довідка для заповнення маршруту машиніста;
- накопичувальна відомість залишкової групи вагонів на колії, з якого був виставлений состав.

На підставі натурального листа поїзда оператор технічної контори проводить підбірку перевізних документів, конвертує їх і разом з натурним листом і довідкою для заповнення маршруту машиніста здає ДСПП.

Після відправлення поїзда оператор при ДСП вводить повідомлення 200 про фактичне відправлення поїзда. Під час вступу цього повідомлення в ЕОМ інформація про даний поїзд переписується в архів і автоматично передається в СТЦ.

7.5 Пасажирська робота дільничної станції Н

Дільнична станція Н являється пунктом посадки та висадки пасажирів, обробки пасажирських і приміських поїздів. На станції можуть виконуватися такі операції:

- посадка та висадка пасажирів;
- обробка транзитних пасажирських поїздів зі зміною локомотива;
- обробка пасажирських та приміських поїздів зі зміною напрямку руху;
- відчеплення і причеплення груп або окремих вагонів до пасажирських поїздів та інших;

- навантаження - вивантаження багажу.

Пасажи́рські поїзди приймаються і відправляються із спеціалізованих колій, що призначені для цього ТРА станції відповідно до діючого графіка руху поїздів.

У процесі чергування поїзні диспетчери, даючи точну інформацію про підхід поїздів по 2-3 годинних періодах, вказують час прибуття на станцію пасажирських поїздів.

Перед прибуттям пасажирського поїзда, черговий по станції завчасно сповіщає про колію його приймання чергового по вокзалу, а про поїзди, що потребують обробки - оглядачів вагонів. Операції по обробці поїзда, що слідує через станцію, виконуються за час стоянки, яка передбачена розкладом.

Обробка транзитного пасажирського поїзда з відчепленням та причепленням груп, або окремих вагонів організується в такій послідовності:

- група вагонів, яка причіплюється, заздалегідь готується до відправлення і ставиться на одній із колій, що суміжна з колією приймання поїзда;

- посадка пасажирів у вагони (групи), що причіплюються, як правило здійснюється на колії відправлення;

- група вагонів, яка відчіпляється від поїзда, що прибув, виставляється маневровим локомотивом на одну з колій, яка розташована поблизу колії приймання;

У такій же послідовності здійснюються операції під час перечеплення груп, або окремих вагонів безпересадочного сполучення від одного поїзда до другого.

У випадках коли відчеплення вагонів проводиться з голови поїзда, відчеплення вагонів здійснює складач поїздів станції, і після чого вагони витягуються поїзним локомотивом в горловину станції та перечіпляються до маневрового локомотива, що очікує на колії суміжній з колією приймання поїзда.

При виконанні причеплення, або відчеплення вагонів в составах пасажирських поїздів, за вказівкою чергового по станції, оператор СТЦ вносить відповідні зміни в натурний лист бригадира поїзда.

7.6 Місцева роботи дільничної станції Н

Місцева робота станції включає:

- маневрову роботу з вагонами, що поступають під розвантаження, навантаження;

- виконання вантажних операцій на місцях загального користування.

Маневрова робота з вагонами, що поступають під розвантаження, навантаження полягає в підбірці груп вагонів за вантажними фронтами. Вказана підбірка виконується на коліях №№24, 25 сортувального парку та тупикових групувальних коліях №№26, 27. Таким чином, для формування подач місцевих вагонів одночасно доступно 4 колії, що відповідає рекомендаціям, отриманим у розділі 7.

План маневрової роботи з формування багатогрупних составів формується за допомогою АРМ ДСЦ методом рівномірного наростання, та розсилається необхідним працівникам станції Н для ознайомлення та виконання. Для забезпечення високої оперативності отримання плану маневрової роботи з вказаними поїздами в АРМ маневрового диспетчера було внесені відповідні програмні корективи. Вказаний план маневрової роботи забезпечить мінімальний її обсяг, а значить, і мінімальну її тривалість.

Черговий по станції забезпечує: своєчасну подачу місцевих вагонів на вантажні пункти, розстановку та прибирання вагонів з вантажних фронтів, що обслуговуються локомотивом станції.

Старший прийомоздавальник забезпечує:

- виконання змінного плану вантажної роботи;
- погодження плану роботи з начальником виробничої ділянки механізованої дистанції вантажно-розвантажувальних робіт;

- поточне планування, облік наявності вільних місць на складах та оперативний контроль за виконанням плану навантаження-розвантаження та сортування на місцях загального користування;

- оперативний облік вантажної роботи;

- підбиття підсумків виконання змінного плану по вантажній роботі.

Керівництво місцевою роботою черговий по станції та старший прийомоздавальник здійснюють на підставі плану роботи станції на зміну, який одержують від начальника станції, або заступника начальника станції.

Перед здачею зміни, старший прийомоздавальник складає наряд на виконання вантажної роботи для вступаючої зміни, погоджує його з начальником станції, або його заступником та передає його старшому прийомоздавальнику зміни, яка вступає для вручення черговому по станції і складачу поїздів.

Керівництво місцевою роботою ґрунтується на:

- веденні безперервного обліку наявності, розташування і стану місцевих вагонів на місцях загального користування;
- постійній інформації про підхід поїздів з вантажами, про хід виконання вантажних операцій та ін.;
- планування роботи по подачі вагонів на вантажні пункти, та прибирання вагонів з вантажних пунктів.

Під час вступу на чергування черговий по станції, ознайомлюється із змінним планом, інформацією про підхід місцевих вагонів, наявністю місцевих вагонів на коліях станції та вантажних пунктах. Проаналізувавши початкові фактори повідомляє виконавців про план вантажної роботи на 4-6 годинний період.

Подальше виконання вантажної роботи черговим по станції планується:

- на підставі інформації від старшого прийомоздавальника про терміни закінчення вантажних операцій на вантажних фронтах загального користування та під'їзних коліях;
- інформацію про підхід вагонів під розвантаження та порожніх вагонів під навантаження;
- даними безперервного обліку наявності, розташування і стану місцевих вагонів.

У процесі виконання вантажних операцій старші прийомоздавальники інформують чергового по станції про хід виконання вантажних операцій та про час їх закінчення, що передбачається, а після закінчення розвантаження, завантажен-

ня вагонів повідомляють дані про вагони з вказівкою їх номера та розмітки за планом формування.

Після закінчення розвантаження старший прийомоздавальник, перед тим як дати інформацію про закінчення вантажних операцій, переконуються у відсутності остачі вантажу в вагонах та наявності габариту.

На підставі одержаної інформації про закінчення вантажних операцій черговий по станції дає вказівку про прибирання вагонів та повідомляє старшого прийомоздавальника про майбутній заїзд маневрового локомотива.

Старший прийомоздавальник здійснює комерційний огляд вагонів, що призначені під навантаження (як порожніх, так і звільнених після розвантаження) та пред'являє їх працівникам ПКТО до технічного огляду із записом в журналі форми ВУ-14 з вказівкою роду вантажу, що підлягає завантаженню.

8 СКЛАДАННЯ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЇЇ ПОКАЗНИКІВ

Добовий план-графік – це графічне відображення процесів обробки поїздів і вагонів, використання основних технічних засобів і станційних пристроїв. Він складається на основі графіка руху і плану формування поїздів, техніко-розпорядчого акта і технологічного процесу станції.

Добовий план-графік роботи станції Н визначає взаємозв'язок у часі і просторі і порядок виконання основних технологічних операцій. Добовий план-графік складають з метою узгодження роботи всіх підрозділів станції між собою, чи ліквідації зведення до виправданого мінімуму всіх між операційних інтервалів, виявлення найбільш завантажених і потребуючих посилення елементів. За допомогою плану-графіку можна визначити ступінь нерівномірності в роботі і її вплив на використання основних технічних засобів і експлуатаційні показники станції.

8.1 Вихідні дані для побудови добового плану-графіку роботи дільничної станції Н

Основними вихідними даними для побудови добового плану-графіку роботи станції є: технічне оснащення, технологія роботи і розрахункові обсяги роботи станції. До технічного оснащення станції відносяться: схема взаємного розташування основних залізничних пристроїв, колійний розвиток і т. д.

Добовий план-графік роботи дільничної станції Н будується з врахуванням розрахованих норм часу на виконання технологічних операцій (розділ 3). Для побудови плану-графіку виконано моделювання моментів прибуття поїздів (Додаток Б.1) та розподілу вагонів по коліям сортувального парку для поїздів з різних напрямків (Додатку Б.2).

8.2 Визначення основних показників добового плану-графіку роботи дільничної станції Н

На основі аналізу побудованого добового плану-графіку визначаються наступні показники роботи дільничної станції Н [72]:

- простій транзитного вагону без переробки ;
- простій транзитного вагону з переробкою;
- середньозважена величина простою транзитного вагону;
- добовий вагонообіг;
- робочий парк вагонів;
- коефіцієнти завантаження різних об'єктів станції Н.

Простій транзитного вагону без переробки визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{m_{\text{тр}} \cdot (N_{\text{тр}}^{\text{бп}} t_{\text{тех}} + \sum t_{\text{доп}})}{60 \cdot n_{\text{тр}}^{\text{бп}}}, \quad (8.1)$$

де $m_{\text{тр}}$ – кількість вагонів в складі поїзда;

$t_{\text{тех}}$ – час огляду одного состава бригадою ПТО та випробування гальм (згідно розділу 3.1);

$N_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ - загальне число вагонів у транзитних поїздах, що прибувають на станцію без переробки;

$t_{\text{доп}}$ – додатковий простій вагонів, згідно добового плану-графіку;

Отже, для парку ПВ-I простій транзитного вагону без переробки становить:

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{65 \cdot (9 \cdot (19 + 12) + 29 \cdot (17 + 6) + 206)}{60 \cdot (9 + 29) \cdot 65} = 0,50 \text{ год}$$

Для парку ПВ-II простій транзитного вагону без переробки становить:

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{65 \cdot (39 \cdot (32 + 6) + 371)}{60 \cdot 39 \cdot 50} = 0,79 \text{ год}$$

Простій транзитного вагону з переробкою визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = t_{\text{пп}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{оч}}^{\text{зф}} + t_{\text{зф}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{пвп}}, \quad (8.2)$$

де $t_{\text{пп}}$ - середній час простою вагона у приймально-відправному парку, год.;

$t_{\text{роз}}$ - середній час розформовування составів, год;

$t_{\text{нак}}$ - середній час простою вагонів під накопиченням у сортувальному парку, год.;

$t_{\text{зф}}$ - середній час закінчення формування составів у сортувальному парку, год.;

$t_{\text{пер}}$ - час на перестановку составів, год;

$t_{\text{відпр}}$ - середній час знаходження у приймально-відправному парку составів свого формування під обробкою по відправленню, год.

Середній час простою вагона у парку прийому визначається за формулою:

$$t_{\text{пп}} = \frac{m_{\text{ср}} \cdot (N_{\text{р}} \cdot (t_{\text{то}} + t_{\text{пер}}) + \sum t_{\text{доп}}^{\text{пп}})}{60 \cdot m_{\text{ср}} \cdot N_{\text{р}}}, \quad (8.3)$$

Звідси маємо:

$$t_{\text{пп}} = \frac{65 \cdot (15 \cdot (17 + 8) + 195)}{60 \cdot 65 \cdot 15} = 0,63 \text{ год}$$

Середній час розформовування составів визначається за формулою:

$$t_{\text{роз}} = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{р}} + t_{\text{ос}}}{60}, \quad (8.4)$$

Отже:

$$t_{\text{роз}} = \frac{2 + 10 + 4}{60} = 0,27 \text{ год}$$

Середній час простою вагонів під накопиченням у сортувальному парку визначається за формулою:

$$t_{\text{нак}} = \frac{\sum t_{\text{оч}} \cdot m_i}{60 \cdot (m_{\text{приб}} + m_{\text{зал}})}, \quad (8.5)$$

де $m_{\text{приб}}$ - вагони під накопиченням, згідно добового плану-графіку;

$m_{\text{зал}}$ - залишок вагонів на початку доби, згідно добового плану-графіку.

Звідси маємо:

$$t_{\text{нак}} = \frac{484628}{60 \cdot (944 + 181)} = 7,18 \text{ год}$$

Середній час закінчення формування составів у сортувальному парку визначаємо за формулою:

$$t_{\text{зф}} = \frac{N_{\text{р}}^{\text{діл}} \cdot t_{\text{діл}}^{\text{зф}} + N_{\text{р}}^{\text{зб}} \cdot t_{\text{зб}}^{\text{зф}}}{60 \cdot (N_{\text{р}}^{\text{діл}} + N_{\text{р}}^{\text{зб}})}, \quad (8.6)$$

Отже:

$$t_{\text{зф}} = \frac{10 \cdot 8 + 5 \cdot 50}{60 \cdot (10 + 5)} = 0,36 \text{ год}$$

Середній час на перестановку составів знаходимо з виразу:

$$t_{\text{пер}}^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{пер}} (N_{\text{діл}} + N_{\text{зб}})}{60 \cdot (N_{\text{діл}} + N_{\text{зб}})}, \quad (8.7)$$

$$t_{\text{пер}}^{\text{ср}} = \frac{8 \cdot (10 + 5)}{60 \cdot (10 + 5)} = 0,13 \text{ год.}$$

Середній час знаходження у приймально-відправному парку составів свого формування під обробкою по відправленню визначаємо за формулою:

$$t_{\text{від}}^{\text{ср}} = \frac{N_{\text{сф}} \cdot (t_{\text{об}} + t_{\text{в-г}}) + t_{\text{оч}}}{60 \cdot N_{\text{сф}}}, \quad (8.8)$$

$$t_{\text{від}}^{\text{ср}} = \frac{15 \cdot (19 + 12) + 226}{60 \cdot 15} = 0,76 \text{ год}$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = 0,63 + 0,27 + 7,18 + 0,36 + 0,13 + 0,76 = 9,33 \text{ год.}$$

Середньозважена величина простою транзитного вагону визначається за формулою:

$$t_{\text{тр}} = \frac{n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}} + n_{\text{тр}}^{\text{зп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зп}}}{(n_{\text{тр}}^{\text{бп}} + n_{\text{тр}}^{\text{зп}})}, \quad (8.9)$$

Звідси:

$$t_{\text{тр}} = \frac{5005 \cdot 0,79 + 944 \cdot 9,33}{(5005 + 944)} = 2,15 \text{ год}$$

Робочий парк транзитних вагонів визначається за формулою:

$$n_{\text{р}} = \frac{n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}} + n_{\text{тр}}^{\text{зп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зп}}}{24} \quad (8.8)$$

$$n_{\text{р}} = \frac{5005 \cdot 0,79 + 944 \cdot 9,33}{24} = 531,2 \text{ вагонів}$$

Приймаємо $n_{\text{р}} = 532$ вагона.

Добовий вагонообіг визначимо за формулою:

$$B_0 = \Pi + B, \quad (8.11)$$

де Π , B – кількість вагонів, що прибувають та відправляються із сортувальної станції H за добу.

$$\Pi = 5005 + 944 = 5949 \text{ вагона}$$

$$B = 5005 + 944 = 5949 \text{ вагона}$$

$$B_0 = 5949 + 5949 = 11898 \text{ вагонів}$$

Коефіцієнт використання технічних засобів визначається за формулою:

$$K = \frac{\sum t}{n \cdot (1440 - t_{\text{тех}})}, \quad (8.12)$$

де $\sum t$ – час роботи пристрою (згідно добового плану-графіку), хв;

n – кількість технічних пристроїв;

$t_{\text{тех}}$ – тривалість технічних перерв у роботі пристрою, хв.

– для сортувальної гірки:

$$K_{\text{гр}} = \frac{337}{1 \cdot (1440 - 60)} = 0,25$$

– для маневрового локомотива розформування:

$$K_{\text{г}} = \frac{428}{1 \cdot (1440 - 60)} = 0,31$$

– для маневрового локомотива формування:

$$K_{\text{сг}} = \frac{778}{1 \cdot (1440 - 60)} = 0,56$$

Завантаження бригад ПТО визначається за формулою:

$$\Psi_{\text{ПТО}} = \frac{\sum t}{1440 \cdot S}, \quad (8.13)$$

де S – кількість бригад ПТО.

- для бригади ПТО для ПВП-1

$$\Psi_{\text{ПТО}}^{\text{ПВП-I}} = \frac{1276}{1440 \cdot 2} = 0,44$$

- для бригади ПТО для ПВП-2

$$\Psi_{\text{ПТО}}^{\text{ПВП-II}} = \frac{1209}{1440 \cdot 1} = 0,84$$

Таким чином, у даному розділі був побудований добовий план-графік та визначені наступні основні показники роботи дільничної станції Н:

- простій транзитного вагону без переробки для приймально-відправних парків: для парку ПВ-I $t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 0,50 \text{ год}$, а для парку ПВ-II $t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 0,79 \text{ год}$;
- простій транзитного вагону з переробкою $t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = 9,33 \text{ год.}$;
- середньозважена величина простою транзитного вагону $t_{\text{тр}} = 2,15 \text{ год.}$;
- робочий парк вагонів, який складає $n_p = 532 \text{ ваг.}$;
- добовий вагонообіг $B_o = 11898 \text{ ваг.}$

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі був виконаний аналіз конструкції та технології роботи дільничної станції Н. Були розраховані обсяги її роботи, виконано схема та план станції, побудовано діаграми вагоно- та поїздопотоків.

Перевірка на достатність колійного розвитку приймально-відправних і сортувального парків показала, що потрібна кількість колій в непарному приймально-відправному парку ПВ I – 3 колії, в парному приймально-відправному парку ПВП II – 5 колій та у сортувальному парку – 10 колій, що відповідає існуючій їх кількості в приймально-відправних парках, та вдвічі переважає існуючу кількість сортувальних колій в сортувальному парку, у зв'язку з чим необхідно виконати реконструкцію цього парку.

Для побудови добового плану-графіку було виконано нормування технологічних операцій на станції, при цьому було розраховано необхідну кількість бригад ПТО та груп в них, яка повністю відповідає існуючій їх кількості.

В розділі деталі роботи було розроблено варіанти удосконалення горловин сортувального парку, визначено параметри варіантів реконструкції сортувального парку в цілому та за економічними показниками визначено раціональний варіант вказаної реконструкції за критерієм мінімальних витрат.

В процесі аналізу техніко-експлуатаційних параметрів нової сортувальної гірки було визначено її висоту (2,046 м) та розроблено поздовжній профіль, які забезпечать докочування вагонів до розрахункової точки та забезпечать надійне розділення відчепів на розділювальних елементах.

Після проведення всіх удосконалень конструкції була розроблена технологія роботи станції, розраховано тривалість виконання основних операцій технологічного процесу та розроблені технологічні графіки обробки поїздів.

Можливість реалізації удосконалення було перевірено шляхом побудови добового плану-графіку та визначення показників роботи дільничної станції Н.

Аналіз вказаних показників дозволяє виділити наступні: простій транзитного вагона без переробки склав 0,50 год в парку ПВ І, та 0,79 год в парку ПВ ІІ. Для вагона з переробкою вказаний показник становить 9,33 год. Добовий вагонообіг становить 11898 вагонів, а коефіцієнти завантаження локомотивів та бригад ПТО не перевищують максимальне допустиме значення, яке прийнято 0,85.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гурнак В.М. Фінансове забезпечення відтворення основних засобів підприємств залізничного транспорту / В.М. Гурнак, Г.П. Савіцька // Економіка. Менеджмент. Бізнес [Електронний ресурс].
2. Савчук О. В. Стратегічні напрямки розвитку потенціалу національної транспортної системи України / О. В. Савчук, О. В. Захарова // Вісник Маріупольського державного університету. Серія «Економіка». - 2011. - Вип. 2. - С. 42-52.
3. Тирусь Б.Ю. Стратегічні напрями модернізації економіки на державному рівні / Б.Ю. Тирусь //Актуальні проблеми державного управління. -.2016. -Ме4. - С. 34-37.
4. Швець ПА. Проблеми та пріоритети розвитку залізничного транспорту України / П.А. Швець ТЕ [лектронний ресурс].
5. Ярмоліцька О.В. Фактори впливу на інноваційно-інвестиційне відтворення основних засобів вітчизняних залізниць / О.В. Ярмоліцька // Проблеми і перспективи економіки. та управління: науковий журнал [Електронний ресурс].
6. Матвієнко В.В. Стратегічні напрями модернізації залізничного транспорту України як результат реформування галузі.
7. Про затвердження Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. Ме 1390 [Електронний ресурс]
8. Інформація про Українські залізниці / Міністерство інфраструктури України. [Електронний ресурсі].
9. Оновлення локомотивного парку залізниць України в рамках Урядової Програми зменшить експлуатаційні витрати на 1.1 млрд грн / Укрзалізниця [Електронний ресурсі].

10. Про затвердження Програми оновлення локомотивного парку залізниць України на 2012-2016 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2011 р. [Електронний ресурс].

11. Кабінет Міністрів України затвердив програму оновлення парку локомотивів // Всеукраїнська транспортна газета «Магістраль».

12. Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту // Всеукраїнська транспортна газета «Магістраль» [Електронний ресурс].

13. Акулиничев, В.М. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.М. Акулиничев, Н.В. Правдин, В.Я. Болотный [и др.]; под ред. В.А. Акулиничева. – М.: Транспорт, 1992. – 480 с.

14. Тарифне керівництво №4: Затв.: наказ Укрзалізниці НР 31-Ц від 19 січня 2001р Режим доступу http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/zmini_tarifnih_vidstaney/

15. Четчуев, М.В. Исследование типовых схем участковых станций по условию их применения в реальных проектах / М.В. Четчуев // Бюллетень результатов научных исследований. – 2012. – № 2(1). – С. 7-11.

16. Технические условия проектирования станций для дорог нормальной колеи. – М.: Транспечать, 1926. – 39 с.

17. Технические условия проектирования станций для дорог нормальной колеи. – М.: Транспечать, 1933. – 128 с.

18. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. – М.: Техинформ, 2003. – 168 с.

19. Рерберг И. Ф. Правила для расположения путей, зданий и прочих принадлежностей при проектировании станций железных дорог / И. Ф. Рерберг. – СПб. : [Б. и.], 1868. – 28 с.

20. Карейша С. Д. О проектировании расположения путей и зданий на станциях железных дорог / С. Д. Карейша. – СПб.: Тип. Ю. Н. Эрлих, 1902. – 23 с.

21. Фишер Э. Л. Записка об упорядочении путевых устройств железнодорожных станций, в частности Петроградского узла / Э. Л. Фишер. – Пг.: [Б. и.], 1917. – 46 с.

22. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте. – Приложение к указанию МПС России от 31.08.98 № В-1024у/МПС РФ. – М.: МПС РФ, 1998. – 123 с.

23. Лившиц В. Н. Выбор оптимальных решений в технико-экономических расчетах / В. Н. Лившиц. – М.: Экономика, 1971. – 255 с.

24. Быкадоров А. В. К расчету оптимальных сроков развития железнодорожного объекта / А. В. Быкадоров // Вопросы проектирования и организация работы станций: труды НИИЖТ. – Новосибирск: Изд-во НИИЖТ, 1969. – С. 18–28.

25. Булавченко И. Д. Об этапности переустройства станций / И. Д. Булавченко // Вопросы эксплуатации железных дорог: труды НИИЖТ. – Новосибирск: Изд-во НИИЖТ, 1971. – Вып. 131. – С. 93–105.

26. Наяшков Ю. П. Особенности технико-экономических расчетов при многоочередном развитии сортировочных станций / Ю. П. Наяшков // Вопросы технологии проектирования и расчета технических средств железнодорожных и промышленных узлов: труды МИИТ. – М.: Изд-во МИИТ, 1973. – Вып. 447. – С. 90–101.

27. Архангельский Е. В. Выбор этапного развития станций / Е. В. Архангельский // Повышение эффективности использования технических средств на железных станциях: труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1986. – С. 3–18.

28. Сотников Е. А. Развитие сортировочных станций при увеличении провозной способности / Е. А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 1975. – № 10. – С. 28–32.

29. Грунтов П. С. Прогнозирование оптимальной этапности развития сортировочных станций на перспективный период / П. С. Грунтов // Оптимизация технологических процессов на сортировочных станциях и участках: труды БелИИЖТ. – Гомель: Изд-во БелИИЖТ, 1976. – Вып. 152. – С. 3–23.

30. Правдин Н. В. Сортировочные станции (теория, практика, прогнозы). Ч. III: учеб. пособие / Н. В. Правдин, Т. С. Банеос, В. Я. Негрей. – Гомель: Изд-во БелИИЖТ, 1980. – 82 с.

31. Ефименко Ю. И. Обоснование этапности развития железнодорожных станций и узлов: дис. ...д-ра техн. наук / Ю. И. Ефименко. – СПб.: ПИИТ, 1992. – 394 с.
32. Олейникова Л. А. Сферы применения односторонних и двусторонних сортировочных станций при росте и спаде объемов переработки вагонов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л. А. Олейникова. – СПб.: ПГУПС, 2006. – 26 с.
33. Губарь М. В. Обоснование параметров и рациональных схем пограничных передаточных станций: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. В. Губарь. – СПб.: ПГУПС, 2007. – 24 с.
34. Четчуев М. В. Обоснование этапности развития горловин железнодорожных станций: дис. ...канд. техн. наук / М. В. Четчуев. – СПб.: ПГУПС, 2012. – 176 с.
35. Обоснование этапности развития железнодорожных станций и узлов при наличии альтернативных вариантов Ефименко Ю.И., Рыбин П.К., Филиппов А.Г., Четчуев М.В. Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2018. № 3 (46). С. 51-62.
36. Климов А. А. Станции и узлы – перспективное направление развития транспортной науки // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2007. Вып. 16. С. 188–197
37. Бобровский В. И. Формализованное представление и расчет планов путевого развития крупных железнодорожных станций / В. И. Бобровский, В. В. Малашкин // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2010. — Вип. 31. — С. 226—231.
38. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. –М. : Техинформ, 2001. – 256 с.
39. Бобцова, А.А. Обходы железнодорожных узлов в период Великой Отечественной войны / А.А. Бобцова, Д.Н. Куклев // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2020. – Т. 1. – С. 87–90.

40. Куклев, Д.Н. Обоснование целесообразности строительства обхода железнодорожного узла / Д.Н.Куклев // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. – 2006, № 2 (7). – С. 88–94.

41. О факторах, определяющих целесообразность строительства местных обходов на участковых станциях Куклев Д.Н., Трофимов А.Ю. Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2017. № 1 (10). С. 14-16.

42. Куклев, Д.Н. Развитие зарубежных железнодорожных узлов и место в них для обходов / Д.Н. Куклев// Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2016. – № 3 (8). – С. 13–16.

43. Куклев, Д.Н. Формализация процесса пропуска поездных локомотивов на участковой станции / Д.Н.Куклев, Н.В. Куклева // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2019. – № 2 (19). – С. 26–28.

44. Железнодорожные станции и узлы / В.И. Апатцев, С.П. Вакуленко, А.К. Головнич, Ю.И. Ефименко и др. – Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. – 2017. – 856 с.

45. Обоснование этапности развития железнодорожных станций и узлов: монография / Ю.И. Ефименко, П.К. Рыбин, Л.А. Олейникова, М.В. Четчуев и др. – Санкт-Петербург : ПГУПС. – 2018. – 243 с

46. Куклев Д. Н. Обоснование целесообразности сооружения обходов железнодорожных узлов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. Н. Куклев. – СПб.: ПГУПС, 2007. – 24 с.

47. Сугоровский А. В. Обоснование этапности развития пассажирских технических станций: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. В. Сугоровский. – СПб.: ПГУПС, 2010. – 16 с.

48. Калинина, А.Р. Разработка имитационной модели узловой технической станции / А.Р. Калинина //Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2015. – № 2. – С. 39–46.

49. Переустройство узловой участковой станции с целью модернизации ее технического оснащения Петрушина А.В. Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2016. № 41. С. 20-27.

50. 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>

51. Розпорядження про затвердження проекту «Реконструкція ділянки 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-dilnicizaliznichnogo-transportu-dolinska-mikolayiv-z-pidvishennyam-propusknoyispromozhnosti-napryamku-znamyanka-dolinska-mikolayiv>

52. Рішення № 736 від 2010-05-29 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>

53. 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>

54. 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/

55. Черги пріоритетності з виконання реконструкційних робіт у різних галузях залізничного транспорту терміном від 2018-2020 року [Електронний ресурс].

56. Акулиничев В.М., Бодюл В.И., Голубев В.В. Проблемы автоматизации проектирования ж.д. станций и узлов // Вопросы проектирования и технология транспортных узлов: Межвуз. сб. научн. тр. - Вып. 674. - М.: МИИТ, 1980. – с. 3 - 9.

57. Акулиничев В.М. Алаев М.М. Основы автоматизации проектирования железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. тр. - Вып.735. - М.: МИИТ, 1983. - с. 3 - 14.

58. Правдин Н. В., Головнич А. К. Компьютерное представление нормативных требований для проектирования станций // Железнодорожный транспорт. - 2000. – № 6. - с. 70 - 73.

59. Томилина Г.С. Схемы горловин участковых станций с минимальными затратами на ремонт стрелочных переводов и подвижного состава // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. тр. - Гомель: БелИИЖТ, 1987. - с. 74 - 78.

60. Томилина Г.С. Необходимые условия для автоматизации проектирования станций. // Вопросы совершенствования системы автоматизированного проектирования железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. тр. - Вып. 214/54. - Ташкент: ТашИИТ, 1989. - с. 29 - 30.

61. Малашкін В. В. Підвищення ефективності функціонування залізничних станцій на основі реалізації раціональної черговості заходів по удосконаленню їх техніко-технологічних параметрів / Малашкін В. В. // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2014. — Вип. 8. — С. 100—109. — doi: 10.15802/tstt2014/38097

62. Вернигора, Р. В. Методика технико-эксплуатационной оценки проектных решений по совершенствованию параметров железнодорожных станций / Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2016. — Вип. 11. — С. 16—25. — doi: 10.15802/tstt2016/76822

63. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. – URL : [static.government.ru/media/files/ UVA1qUtT08o60Rkt0OXl22-JjAe7irNxc.pdf](http://static.government.ru/media/files/UVA1qUtT08o60Rkt0OXl22-JjAe7irNxc.pdf) (дата обращения: 01.03.2020).

64. Стратегия социально-экономического развития – URL : khablrai.ru/officially/Gosudarstvennye-programmy/Dokumenty-strategicheskogo-planirovaniya/Strategiya_v_novoj_reda-kcii%-20.pdf

65. Правила тягових розрахунків для поїзної роботи [Текст]: П. Т. Гребенюк, А. Н. Долганов, О. А. Некрасов та ін. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.

66. Залізничні станції та вузли. Проектування дільничних станцій [Текст]: Метод. вказ. до курс. та дип. проектування / В. І. Бобровський, В. В. Журавель та ін. – Д.: ДНУЗТ. 2008. – 34 с.

67. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України [Текст]: навч.- метод. посіб. / О. Ф. Вергун та ін. – К.: Транспорт України, 2002.

68. Козлов А. М. Проектирование железнодорожных станций и узлов [Текст]: справ. и метод. руководство / А. М. Козлов, К. Г. Гусева. – М.: Транспорт, 1980. – 592 с.

69. Правила та норми проектування сортувальних пристроїв на залізницях СРСР [Текст]: ВСН 207-89 / МПС – М.: Транспорт, 1992.

70. М.П. Божко М.П. Розрахунок і проектування сортувальної гірки [Текст]: методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. Частина 1, 2. / М.П. Божко, Ю.О. Муха. – Д.: ДНУЗТ, 2001, 2009.

71. Кулаєв Ю. Ф. Економіка залізничного транспорту [Текст] / Навчальний посібник. – Ніжин: Видавництво "Аспект-Поліграф", 2006. – 232 с.

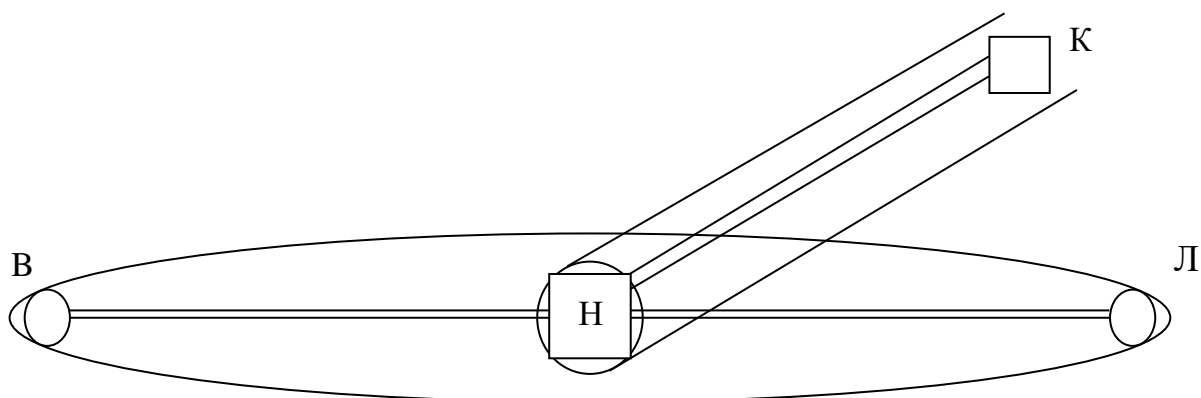
72. Типовий технологічний процес роботи дільничної станції: – К.: Транспорт України, 1990.

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

А.1 Характеристика прилеглих до станції Н ліній

Схема тягового обслуговування наведена на рисунку А.1.



- - основне депо
○ - оборотне депо

Рисунок А.1.— Схема тягового обслуговування вантажного руху

Таблиця А.1 – Основні параметри прилеглих до станції Н ліній

Вихідні дані		Умовне позначення	Значення
Кількість головних колій на усіх ділянках (Н-В, Н-К, Н-Л)		—	2 колії
Засоби СЦБ на усіх ділянках (Н-В, Н-К, Н-Л)		—	Одностороннє автоблокування
Локомотив, що обслуговує усі ділянки (Н-В, Н-К, Н-Л)		—	ВЛ-80л
Розрахунковий уклон	ділянка Н-Л	i_p	8,2 ‰
	ділянка Н-В		7,7 ‰
	ділянка Н-К		6,9 ‰
Вантажопідйомність вагона		q_n	54 т
Тара вагону		q_t	22 т

А.2 Вихідні дані для визначення обсягів роботи станції

Кількість вагонів у складі збірних та передаточних поїздів – 40 ваг.

Таблиця А.2 – Пасажирські поїздопотоки станції Н

На \ Із	Л	К	В	Н
Л	-	1	5	2
К	1	-	1	1
В	5	1	-	1
Н	2	1	1	-

Таблиця А.3 – Транзитний поїзопотік станції Н

На \ Із	Л	К	В
Л	-	5	17
К	4	-	12
В	27	12	-

Таблиця А.4 – Вагонопотік, що надходить у переробку на станцію Н

На \ Із	Л	К	В	Місцеві
Л	-	77	254	24
К	82	-	174	12
В	214	49	-	36
Місцеві	21	18	33	-

А.3 Вихідні дані для аналізу роботи сортувальної гірки

Висота існуючої сортувальної гірки 1,96 м.

Гальмівні позиції обладнані вагонними уповільнювачами:

- I ГП –КНП-5;
- II ГП - 2 РНЗ-2М.

Кліматичні дані для розрахунку гірки:

- азимут напрямку розпуску 170° ;
- розрахункова температура -30°C .

Таблиця А.5 – Вихідні дані для розрахунку гірки

Параметри вітру	Числові значення параметрів вітру за напрямками (румбами)							
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ
Швидкість, м/с	3,5	4,5	5,6	3,7	2,5	3,2	4,7	3,7
Повторюваність	0,13	0,16	0,25	0,11	0,14	0,08	0,05	0,08

ДОДАТОК Б

ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ Н

Б.1 Результати моделювання моментів прибуття поїздів на станцію Н

Результати моделювання моментів прибуття поїздів з напрямку Л:

Розклад прибуття поїздів із Л

$N_T = 22$; $N_P = 6$; $N_{\Pi} = 8$; $T_{\min} = 10.0$; $K = 2$

1	1год 49хв - Т	2	2год 34хв - Т	3	3год 11хв - Т
4	3год 50хв - Р	5	4год 12хв - Т	6	4год 50хв - Т
7	5год 6хв - Р	8	5год 50хв - Р	9	6год 3хв - Р
10	6год 32хв - Р	11	6год 58хв - Р	12	7год 55хв - Р
13	8год 22хв - Т	14	8год 57хв - Т	15	9год 54хв - Р
16	10год 36хв - Т	17	11год 04хв - Т	18	11год 33хв - Т
19	12год 13хв - Т	20	12год 51хв - Т	21	13год 23хв - Т
22	14год 10хв - Т	23	15год 18хв - Р	24	17год 18хв - Р
25	18год 14хв - Т	26	18год 44хв - Р	27	19год 28хв - Т
28	19год 41хв - Т	29	20год 0хв - Р	30	21год 17хв - Т
31	21год 37хв - Р	32	22год 10хв - Т	33	22год 22хв - Т
34	22год 46хв - Т	35	23год 18хв - Р	36	23год 30хв - Т

Результати моделювання моментів прибуття поїздів з напрямку В:

Розклад прибуття поїздів із В

$N_T = 39$; $N_P = 5$; $N_{\Pi} = 9$; $T_{\min} = 10.0$; $K = 2$

1	0год 15хв - Т	2	0год 48хв - Р	3	1год 13хв - Р
4	1год 31хв - Т	5	1год 50хв - Р	6	2год 0хв - Т
7	2год 18хв - Т	8	2год 57хв - Т	9	3год 14хв - Т
10	4год 1хв - Т	11	4год 29хв - Т	12	5год 3хв - Т
13	5год 18хв - Р	14	5год 37хв - Т	15	6год 20хв - Т
16	6год 47хв - Р	17	7год 0хв - Т	18	7год 27хв - Р
19	7год 35хв - Т	20	7год 45хв - Т	21	8год 17хв - Р
22	8год 37хв - Т	23	9год 08хв - Т	24	9год 50хв - Т
25	10год 3хв - Т	26	10год 50хв - Т	27	11год 32хв - Т
28	11год 57хв - Р	29	12год 10хв - Т	30	12год 42хв - Т
31	12год 54хв - Т	32	13год 21хв - Р	33	13год 47хв - Т
34	14год 6хв - Р	35	14год 16хв - Т	36	14год 26хв - Р
37	14год 40хв - Т	38	15год 40хв - Т	39	16год 0хв - Р
40	16год 18хв - Т	41	16год 40хв - Т	42	17год 32хв - Т
43	17год 53хв - Т	44	18год 10хв - Т	45	20год 2хв - Т
46	20год 14хв - Р	47	20год 24хв - Т	48	20год 53хв - Т
49	21год 17хв - Т	50	21год 58хв - Т	51	22год 15хв - Т
52	22год 42хв - Р	53	23год 26хв - Т		

Результати моделювання моментів прибуття поїздів з напрямку К:

Розклад прибуття поїздів із К

$N_t = 16$; $N_p = 4$; $N_{\Pi} = 3$; $T_{\min} = 18.0$; $K = 2$

1	0год	27хв	- Т	2	0год	45хв	- R	3	3год	30хв	- Т
4	4год	6хв	- Т	5	4год	32хв	- Т	6	5год	19хв	- Т
7	6год	44хв	- Р	8	7год	10хв	- Т	9	7год	32хв	- Т
10	9год	0хв	- Т	11	10год	42хв	- Т	12	11год	10хв	- R
13	11год	45хв	- Т	14	12год	34хв	- Т	15	16год	34хв	- Р
16	18год	2хв	- Р	17	18год	31хв	- Т	18	19год	4хв	- R
19	20год	11хв	- Т	20	20год	59хв	- Т	21	21год	35хв	- Т
22	21год	52хв	- Т	23	22год	30хв	- R				

Б.2 Результати моделювання розподілу вагонів по коліям СП

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з напрямку Л:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
-	-	-	7	15	-	32	5	6	-	:	65
-	-	-	5	14	-	38	3	5	-	:	65
-	-	-	4	9	-	48	2	2	-	:	65
-	-	-	3	12	-	18	14	-	-	:	47
-	-	-	7	-	-	52	-	6	-	:	65
-	-	-	1	-	-	42	-	5	-	:	48

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з напрямку В:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
18	-	10	1	4	-	-	-	6	-	:	39
42	-	14	4	1	-	-	-	4	-	:	65
30	-	16	2	9	-	-	-	8	-	:	65
40	-	6	7	6	-	-	-	6	-	:	65
30	-	8	5	10	-	-	-	12	-	:	65

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з напрямку К:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
-	-	8	-	-	34	-	-	2	-	:	44
22	-	7	-	-	5	-	6	4	-	:	44
23	-	8	-	-	25	-	5	4	-	:	65
11	-	3	-	-	44	-	5	2	-	:	65

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з ВР:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
13	-	-	8	-	15	-	-	-	-	:	36
8	-	-	10	-	18	-	-	-	-	:	36

ДОДАТОК Г

ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

№ п/п	Назва матеріалу ДР, що надано до захисту	Аркушів (слайдів)	Характеристика матеріалу	Формат листа
1	Удосконалення конструкції та технології роботи вузлової дільничної станції Н	129	Пояснювальна записка	A4
2	План вузлової дільничної станції Н	1	Аркуш 1	A4×11
3	План та профіль сортувальної гірки; графіки швидкості та часу	1	Аркуш 2	A1
4	Добовий план-графік роботи дільничної станції	1	Аркуш 3	A1
5	Мультимедійний демонстраційний матеріал	12	Слайди	A4