

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ /М. І. Березовий/

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

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

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

Тема **Підвищення ефективності обробки транзитного поїздопотoku на сортувальній станції В**

Theme **Improving the efficiency of processing the transit train flow at the sorting station V**

Керівник дипломної роботи

доц. \_\_\_\_\_ О. А. Назаров

Нормоконтролер

доц. \_\_\_\_\_ В. В. Малашкін

Студент групи УЗ1921

\_\_\_\_\_ В. В. Приходько

Student

Prykhodko Vitalii

Дніпро – 2020

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, 9 розділів, висновків та 4 додатків. Повний обсяг проекту – 137 сторінок; з них основний текст на 124 сторінках містить 27 ілюстрацій, 25 таблиць та 74 літературних джерела.

**Об’єкт розробки дипломної роботи:** конструкція та технологічні процеси роботи сортувальної станції.

**Мета дипломної роботи:** удосконалення конструкції приймально-відправного парку з метою покращення обслуговування транзитних поїздів.

В проекті визначені обсяги роботи сортувальної станції В, виконано аналіз недоліків її конструкції та технології, перевірено відповідність колійного розвитку визначеним обсягам роботи, виконано удосконалення процесу обслуговування у підсистемі формування, а також побудовано добовий план-графік роботи сортувальної станції В.

**Галузь застосування:** інфраструктура залізничного транспорту України.

**Ключові слова:** СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, ПІДСИСТЕМА ФОРМУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА, ДОБОВИЙ ПЛАН-ГРАФІК.

## ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ....	7
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ПИТАННЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ .....	10
1.1 Постановка задачі аналізу публікацій .....	10
1.2 Вивчення варіантів удосконалення технічного оснащення для формування составів.....	11
1.3 Удосконалення технології формування составів .....	19
1.4 Висновки до розділу 1 .....	28
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ В .....	29
2.1 Технічна характеристика оснащення станції В .....	29
2.2 Характеристика експлуатаційної роботи станції .....	33
2.3 Аналіз недоліків роботи станції В та постановка задачі дипломної роботи .....	35
3 РОЗРАХУНОК ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ В .....	36
3.1 Аналіз розрахункових вагопотоків станції .....	36
3.2 Розрахунок маси поїзда.....	37
3.3 Визначення довжини приймально-відправних колій.....	39
3.4 Визначення розмірів поїздопотоків станції .....	40
3.5 Визначення пропускної здатності та кількості головних колій на лініях, що примикають до станції .....	41
4 ВИЗНАЧЕННЯ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ В .....	43
4.1 Нормування тривалості технологічних операцій в парках станції.....	43
4.2 Нормування тривалості операцій по розформуванню составів поїздів на сортувальній гірці.....	51

					<b>0042.150289.ДР.2020.000</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення ефективності обробки транзитного потоку на сортувальній станції В	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Приходько					Н	4	137
Керівник	Назаров					ДНУЗТ		
Н. контр.	Малашкін							

4.3 Нормування тривалості технологічних операцій у сортувальному парку «С».....	54
4.4 Визначення колійного розвитку станції В.....	57
4.4.1 Розрахунок кількості колій в парку прийому «П».....	57
4.4.2 Розрахунок кількості колій в приймально-відправному парку «ПВ» .....	60
4.4.3 Розрахунок кількості колій в сортувальному парку «С» .....	64
5 АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ .....	66
5.1 Аналіз параметрів існуючої сортувальної гірки.....	66
5.2 Розрахунок висоти сортувальної гірки .....	66
5.3 Побудова графіків втрат енергетичних висот для розрахункових бігунів ..	73
5.4 Побудова графіків швидкості і часу скочування розрахункових бігунів ....	75
5.5 Аналіз інтервалів на розділових елементах сортувальної гірки .....	76
5.6 Визначення переробної спроможності гірки .....	79
6 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ ВІД ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДСИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ	81
6.1 Постановка задачі дослідження.....	81
6.2 Розрахунок тривалості основних операцій за варіантами .....	82
6.3 Варіанти реконструкції підсистеми формування станції В .....	85
6.4 Визначення кількісних показників реконструкції станції В.....	88
6.5 Визначення модифікованих витрат .....	89
7 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ В .....	95
7.1 Технологія роботи з поїздами, що прибувають у розформування .....	95
7.2 Технологія роботи з поїздами свого формування .....	99
7.3 Технологія роботи з транзитними поїздами .....	101
7.4 Технологія обробки документів на станції.....	103
7.5 Технологія роботи з пасажирськими поїздами.....	105
7.6 Технологія роботи з місцевими вагонами.....	105

8 СКЛАДАННЯ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЇЇ ПОКАЗНИКІВ .....	107
8.1 Вихідні дані для побудови плану-графіка роботи станції .....	107
8.2 Розрахунок показників функціонування сортувальної станції.....	108
ВИСНОВКИ .....	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	113
ДОДАТОК А ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	121
ДОДАТОК Б ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ПЛАНУ-ГРАФІКУ .....	125
ДОДАТОК В МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ .....	128
ДОДАТОК Г ВІДОМОСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ .....	137

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

ВГ – вершина гірки

ВЛ-8 – серія поїзного локомотива для вантажного руху

ВЧД – вагонне депо

ГСП – гірка середньої потужності

ГП – гальмівна позиція

ДСП – черговий по станції

ДСПГ – черговий по гірці

ДСПП – черговий по парку

ДСЦ – маневровий диспетчер

ЕР-1, ЕР-2 – серії електросекцій для приміського руху

ЕЧ – дистанція контактної мережі

ЕЧК – тягова підстанція

ІД – ізольована ділянка

ІСЦ – інформаційно-статистичний центр

КНП-5 – тип вагонного уповільнювача

КР – критий вагон

МРЦ – маршрутно-релейна централізація

ПВ – напіввагон

ПГП – паркова гальмівна позиція

ПД – проміжна ділянка

ШЛ – швидкий легкий відчеп

ПКО – пункт комерційного огляду

ПТО – пункт технічного огляду

ПТЕ – правила технічної експлуатації

ПФП – план формування поїздів

ПЧ – дистанція колії

РБ – розрахунковий бігун

РЕ – розділовий елемент

РНЗ-2М – тип вагонного уповільнювача

РТ – розрахункова точка

ПВ – повільний важкий відчеп

ПЛ – повільний легкий відчеп

СЗ – стрілочна зона

СК – сортувальні колії

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

СЦБ – сигналізація, централізація, блокування

ТЧ – локомотивне депо

ЧМЕ-3 – серія маневрового локомотива

ЧС-2, ЧС-7 – серії поїзного локомотива для пасажирського руху

ШВ – швидкий важкий відчеп

ШД – швидкісна ділянка

ШЛ – швидкий легкий відчеп

## ВСТУП

Сортувальні станції, до яких належить і розглянута сортувальна станція В, призначені головним чином для масового сортування вагонів прибуваючих составів поїздів по призначеннях та формування нових составів у відповідності з загальномережевим і дорожнім планом формування поїздів. На сортувальних станціях формують наскрізні, дільничні, дільнично-збірні, вивізні та передаточні поїзди згідно інструкції по організації вагонопотоків. На них виконують також операції з транзитними вантажними поїздами, ремонт та екіпірування локомотивів, ремонт та технічне обслуговування вагонів, забезпечення поїздів водою, сортування транзитних дрібних відправок та контейнерів.

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

В даному проекті планується перевірити технічне оснащення сортувальної станції – кількість колій у парках, параметри сортувальної гірки, кількість маневрових локомотивів, кількість бригад ПТО на відповідність наявним об'ємам перевезень. Також буде виконано технічне нормування тривалості технологічного процесу, розроблено технологічний процес роботи станції.

В розділі деталі буде виконано удосконалення технології обслуговування поїздів свого формування.

В підсумку, складається добовий план-графік роботи станції В, по якому розраховуються показники роботи станції.

# 1. АНАЛІЗ ПИТАННЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

## 1.1 Постановка задачі аналізу публікацій

В умовах сьогодення виникає нагальна необхідність підвищення ефективності роботи сортувальних комплексів на станціях, яке може бути реалізовано різними шляхами: концентрація переробки вагонопотоків та приведення потужності, переробної спроможності та експлуатаційного штату сортувальних комплексів у відповідність обсягам роботи, удосконаленням конструктивно-технологічних параметрів сортувальних пристроїв та впровадженням ресурсозберігаючих технологій переробки вагонопотоків та визначення раціональних режимів функціонування підсистем розформування та формування составів.

Одним із варіантів забезпечення конкурентоздатності залізничного транспорту є зниження собівартості процесу перевезень за рахунок покращення транспортного обслуговування вантажовласників, забезпечення раціонального проектування та ефективного функціонування залізничних станцій.

Основною задачею сортувальних станцій, до яких відноситься і станція В, є переробка частини транзитного вагонопотоку, що прибуває на станцію в поїздах у розформування, в число яких входять як одnogрупні так і багатогрупні состави; як відомо до багатогрупних составів прийнято відносити збірні поїзди, технічні маршрути, подачі на під'їзні колії, вантажні фронти або причали.

З урахуванням специфіки розформування-формування багатогрупних составів на сортувальній станції, можна відзначити надзвичайну важливість удосконалення технічних засобів, які використовуються для формування таких составів, та підвищення ефективності технології роботи станцій з ними.

Дослідження станційних процесів, що відбуваються при формуванні багатогрупних составів, будуть виконуватися шляхом імітаційного моделювання за допомогою засобів обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення.

У зв'язку з вищевикладеним, в даному розділі виконаний аналіз робіт вітчизняних та зарубіжних вчених, присвячених проблемам організації та вдосконалення процесу формування составів, вибору спеціалізованих технічних засобів, застосування імітаційних моделей та ін..

## **1.2 Вивчення варіантів удосконалення технічного оснащення для формування составів**

Формування составів є досить трудомістким процесом.

З метою удосконалення зазначеного процесу рядом вчених пропонувалися різні технічні рішення для формування составів, серед яких найбільш цікавими представляються секціонування групувальних колій, удосконалення конструкції основних сортувальних пристроїв, а також використання спеціалізованих сортувальних пристроїв для багатогрупної підбірки вагонів.

Формування багатогрупних составів на витяжній колії є досить тривалим процесом, особливо при кількості груп, яка значно перевищує кількість наявних для формування колій.

Виходячи з цього М. Н. Норматовим та В. І. Аксьоновим було запропоноване виконання секціонування групувальних колій сортувальних парків для місцевого вагонопотоку та обгрунтована його ефективність. Зазначене конструкційне рішення дозволяло формувати багатогрупні состави практично без необхідності виконання витягування/збирання та повторного сортування вагонів [1].

Сортування вагонів здійснюється тільки їх осаджуванням з витяжної колії на відповідну секцію за допомогою маневрового локомотива. Використання профільованої витяжної колії дозволило б скоротити тривалість сортування вагонів по секціях, однак виникає проблема докочування вагонів, що мають призначення на дальні секції через як правило незначну висоту такого сортувального пристрою. Крім того, до недоліків запропонованого пристрою слід віднести необхідність точного врахування змінних параметрів груп вагонів при проектуванні даного технічного оснащення.

Подібне рішення для формування двогрупних та тригрупних составів було запропоновано Л. В. Абуладзе і А. Г. Біченевим [2]. Авторами вказувалося, що через недостатній колійний розвиток сортувальних парків для масового формування багатогрупних поїздів, секціонування колій сортувального парку і достатня їх довжина дозволить формувати як одногрупні так і багатогрупні поїзди, що забезпечить скорочення як простоїв вагонів на станції так і обсягу маневрової роботи на витяжках

формування. Авторами також були запропоновані вирази для визначення довжини сортувальних колій, які призначені для накопичення багатогрупних поїздів.

Подальший розвиток питання спеціалізації сортувальних колій знайшов в наукових роботах Г. Ш. Телії. Ним були запропоновані різні конструкції підгіркового парку для формування багатогрупних поїздів і переробки місцевих вагонів [3-6].

Слід зазначити, що, незважаючи на ефективність та економічність, секціонування колій сортувальних або групувальних парків практично не використовується для скорочення тривалості формування багатогрупних поїздів при будівництві нових станцій.

У 60-і роки ХХ сторіччя на залізницях формування багатогрупних поїздів було незначним з огляду на непристосовані для цього схеми сортувальних станцій.

Н. П. Галатченко у своїх публікаціях відзначає низький рівень концентрації сортувальної роботи: понад 50% цієї роботи виконується на слаборозвинених безгірочних (переважно дільничних) станціях, через розпилення сортувальної роботи за час рейсу вагон переробляється в середньому 4 рази [7]. Також зазначається неможливість здійснення в широких масштабах групової маршрутизації, пібірки вагонів по районам вивантаження вантажних станцій, портів, під'їзних колій.

Розміщення сортувальних станцій та їх колійний розвиток того часу не відповідали умовам концентрації маневрової роботи і раціональної організації перевезень. Автором пропонується скоротити до мінімуму будівництво нових станцій малої потужності і закрити ряд безгіркових станцій. Замість цього на думку Н. П. Галатченко кошти слід направити на розвиток опорних та будівництво потужних односторонніх сортувальних станцій з максимальним розвитком сортувальних парків (до 80-100 колій) при одній гірці, їх новітнє технічне оснащення та автоматизацію. Розрахунковий термін окупності запропонованих заходів за його розрахунками склав 2,1 року. За результатами проведених досліджень автором була запропонована формула для визначення економічно доцільної кількості колій в сортувальному парку (до 63 колій для механізованої гірки та до 86 колій для автоматизованої гірки з паралельним розпуском з двох колій) [7].

У той же час автором не була детально досліджена за допомогою моделей

робота станції з однієї сортувальної гіркою і наявністю в сортувальному парку такої кількості колій. Крім цього, підбірка місцевих вагонів в основному сортувальному парку неминуче негативно позначиться на переробній спроможності основної гірки для масових вагонопотоків.

Удосконаленням схем сортувальних станцій в той період займалися й інші вчені і фахівці-залізничники, серед яких необхідно відзначити роботи А. В. Абуладзе, Е. А. Вертухова, А. М. Карпова, Л. Б. Тишкова і ряду інших.

Н. К. Сологуб і А. Б. Фокеєв займалися дослідженнями проблеми вибору технічного оснащення та розміщення сортувальних пристроїв для переробки місцевих вагонопотоків у найбільших вузлах. На відміну від Н. П. Галатченко, автори вважають в ряді випадків доцільним розвивати технічне оснащення вантажних станцій вузла, на яких і буде відбуватися детальна підбірка вагонів за вантажними фронтами. Серед інших варіантів розглянуто також і застосування основної сортувальної гірки сортувальної станції вузла для детальної підбірки вагонів, а також виконання часткової вибірки на сортувальній станції з наступною детальною підбіркою на вантажній станції [8-10].

З метою прискорення роботи з формування багатогрупних составів і звільнення потужностей основного сортувального пристрою для переробки масового потоку вагонів на великих сортувальних станціях використовуються допоміжні сортувальні пристрої, обладнані в більшості випадків гіркою малої потужності. Підбірка груп вагонів багатогрупних составів у такому випадку виконується, як правило, на коліях окремих групувальних або групувально-сортувальних парків. Таке рішення дозволяє формувати багатогрупні состави ізольовано від виконання іншої маневрової роботи на станції.

До середини 70-х років ХХ сторіччя вченими транспорту було запропоновано ряд рішень по розміщенню додаткових сортувальних пристроїв на односторонніх сортувальних станціях. Зазвичай такі пристрої передбачають гірку малої потужності (ГМП) та сортувально-групувальний парк.

В цей же час А. А. Іванько запропонував для виконання допоміжної сортувальної роботи використовувати гірку малої потужності в хвості основного сорту-

вального парку [11]. При цьому для підбірки груп вагонів використовувалися частини колій сортувального парку. Зважаючи на це цікавим є питання організації безпечної роботи цієї гірки і поділ маневрової роботи на коліях зазначеного парку.

Узагальнюючи досвід станції Любліно-Сортувальна Московської дороги, а також інших передових сортувальних станцій, інженер А. Н. Сухопяткін зазначив, що застосування додаткових сортувальних пристроїв прискорює формування поїздів з вагонів місцевого потоку, дозволяє механізувати і автоматизувати даний процес [12-14]. В одній зі своїх публікацій автором були представлені формули для визначення раціонального колійного розвитку зазначених парків у залежності від кількості багатогрупних составів, що формуються. Згідно з отриманими розрахунками, при формуванні 5-50 багатогрупних составів, в середньому з 6 груп, необхідно в сортувально-групувальні парку наявність від 6 до 24 колій [14].

Крім цього, А. Н. Сухопяткіним були досліджені питання розрахунку раціональної довжини колій групувальних парків, яка залежить від розподілу кількості вагонів у групі. З метою скорочення суттєвої різниці в довжині колій було запропоновано групу з найбільшим числом вагонів розташувати на двох коліях, але в такому випадку потрібне збільшення розрахункової кількості колій [15, 16].

Як впливає з публікацій А. Н. Сухопяткіна, формування багатогрупних составів на додатковому сортувальному пристрої виконувалося без повторного сортування вагонів, що неминуче вимагало значного колійного розвитку. Також не вказувалася необхідність використання спеціальних методів формування багатогрупних составів, які вже застосовувалися на інших станціях і дозволяли значно скоротити потребу в коліях у зазначеному парку, а часто і тривалість процесу формування.

Інженер Е. В. Бакумов запропонував метод визначення кількості та довжини колій допоміжних сортувальних парків [17], а також ним були розроблені методичні вказівки з проектування допоміжних сортувальних пристроїв [18].

З метою підвищення ефективності переробки місцевих вагонів в 80-х роках ХХ сторіччя групою вчених було запропоновано використання послідовно розташованих основного і допоміжного сортувальних пристроїв. Суть даної пропозиції полягає в тому, що у разі розформування составу з переважною часткою транзитних

вагонів на окремих коліях основного сортувального парку накопичуються місцеві вагони з подальшим їх сортуванням на допоміжному сортувальному пристрої безпосередньо за призначеннями. У разі, коли в складі переважає частка місцевих вагонів, такий склад пропускається без переробки на допоміжний сортувальний пристрій, де розформують за призначеннями, причому транзитні вагони направляються на відсівні колії допоміжного сортувального парку, звідки згодом передаються на повторну переробку на основний сортувальний пристрій, з метою подальшого сортування їх на колії основного сортувального парку за призначеннями [19].

Недоліком запропонованого пристрою є істотна ресурсомісткість реконструкційних робіт для його реалізації, а також надмірний пробіг як місцевих так і транзитних вагонів.

Альтернативний пристрій формування багатогрупних складів запропоновано в [20]. Цей пристрій складається з основної сортувальної гірки і розташованих послідовно до неї сортувально-групувального та збірно-відправного парків. Сортувально-групувальний парк оснащений вагоноуповільнювачами і розташовується на двох елементах профілю, перший з яких має неперискорюючий ухил, а другий – прискорюючий ухил. Функціонування даного сортувального пристрою передбачає попереднє накопичення вагонів на коліях сортувально-групувального парку в процесі розформування складу з гірки і подальший регульований пропуск вагонів на збірно-відправні колії. У цьому випадку на таких коліях багатогрупний склад буде формуватися в автоматичному режимі.

Однак, реалізація даного пристрою пов'язана зі значними капітальними витратами, і, крім цього, не можна не відзначити обмеження максимальної кількості груп вагонів числом колій сортувально-групувального парку.

Аналіз роботи ряду сортувальних станцій, виконаний У. Т. Тулягановим і У. Т. Бахадіровим, дозволив розробити рекомендації щодо вибору раціональної спеціалізації основної та допоміжної гірок, а також доцільного розміщення пристроїв, призначених для формування багатогрупних складів [21]. У 1980 р У. Т. Туляганов і С. С. Мацкель також займалися питанням спеціалізації основної та допоміжної гірок для формування поїздів різних категорій [22].

Н. П. Берліном були виконані розрахунки і оптимізація різних параметрів сортувальних пристроїв станцій, зайнятих переробкою місцевих вагонів [23].

В. В. Григор'єв на початку 90-х років ХХ сторіччя публікує ряд робіт, присвячених використанню допоміжних сортувальних пристроїв стосовно формування багатогрупних составів [24-27]. Автор відзначає недосконалість існуючої в той час технології формування багатогрупних составів, яка обумовлювала значні витрати маневрових засобів, високе завантаження хвостових горловин сортувальних парків та витяжних колій. Також В. В. Григор'євим була відзначена обмеженість можливостей сортувальних станцій, побудованих за традиційними схемами, що призводило до масового формування односторонніх составів замість багатогрупних.

В якості одного з можливих шляхів вдосконалення сортувальної роботи з багатогрупними составами автором запропоновано застосування допоміжних сортувальних пристроїв для багатогрупної підбірки вагонів. Ним були розроблені різні схеми односторонніх сортувальних станцій з допоміжними сортувальними пристроями; вибір тієї чи іншої схеми визначався рядом факторів [27].

Узагальнений досвід вчених і практиків залізничного транспорту того часу був сконцентрований в ряді методичних вказівок по удосконаленню конструкції та оптимізації роботи гіркових сортувальних пристроїв, призначених для роботи з багатогрупними составами [28-30].

А. А. Абрамов в [31, 32] аргументує необхідність концентрації сортувальної роботи з багатогрупної підбірки на великих сортувальних станціях, але для цієї мети повинен використовуватися не основний сортувальний пристрій, а додатковий, з місцевим сортувальним парком. Основним фактором, що впливає на параметри цих парків, на думку автора, є середня кількість призначень місцевих вагонів у составі і кількість вагонів у кожній групі. На основі вивченої статистичними методами структури передавальних поїздів, ним були отримані аналітичні вирази для визначення кількості і довжини колій місцевих сортувальних парків.

В [33, 34] також розглянуто використання допоміжних сортувальних пристроїв для інтенсифікації процесу підбірки груп вагонів. При цьому авторами запропоновані схеми ефективного розташування таких пристроїв як на односторонніх, так

і на двосторонніх сортувальних станціях. В [34] було відзначено значну частку місцевих вагонів, що переробляються на сортувальних станціях (до 40-50%). Виходом з проблеми інтенсифікації переробки місцевого вагонопотоку стане, на думку авторів, використання допоміжних сортувальних пристроїв малої потужності, які слід розташувати поблизу вантажних і промислових районів. Будь-яких рекомендацій щодо удосконалення процесу переробки місцевих вагонів в [34] автори не запропонували. Помітний внесок у вирішення проблеми оптимізації конструкції сортувальних гірок, а також підвищення ефективності їх експлуатації зробив сучасний вчений Огар А. М. [35, 36].

Таким чином, з огляду на наявність значної кількості робіт, присвячених конструкції допоміжних сортувальних пристроїв, можна зробити висновок про суттєву практичну зацікавленість даним питанням як вченими, так і інженерами. У той же час, не дивлячись на значну кількість публікацій про допоміжні сортувальні пристрої, питанням оптимізації технології формування багатогрупних составів на таких пристроях приділено надто мало уваги, тому доцільно його вирішувати.

Одним із заходів щодо вдосконалення маневрової роботи з багатогрупними составами за кордоном, реалізація яких вимагає істотних економічних ресурсів, є застосування допоміжних сортувальних пристроїв.

В середині 60-х років на станціях залізниць країн Бенілюксу, а також Португалії та Швейцарії з добової переробкою на гірці до 2500 вагонів формування багатогрупних составів рекомендувалося виконувати на вільних кінцях колій сортувального парку в горловині, що протилежна гірочній. Якщо ж добова переробка перевищує 2500 вагонів, було рекомендовано частину колій сортувального парку виділити окремо у групувальний парк для формування тільки багатогрупних составів. Даний групувальний парк повинен бути обладнаний допоміжною гіркою малої потужності, розташованою з боку хвостової горловини основного сортувального парку [37].

На ряді станцій французьких залізниць для інтенсифікації маневрової роботи з формування багатогрупних составів також застосовувалися допоміжні сортувальні пристрої. Як вважають фахівці Франції, групувальні парки з довгими коліями дозволяють забезпечити одночасне формування кількох составів за допомогою лише од-

ного сортування вагонів, виключаючи всі рейси з їх збирання, що вимагають великих витрат часу [37].

На противагу французьким, на станціях залізницях Італії групувальні парки, як правило, склалися з групи коротких тупикових колій; при цьому кількість останніх була значно більшою, ніж на станціях залізниць Франції [37].

Приблизно в цей же час допоміжні сортувальні пристрої широко стали застосовувати для формування багатогрупних составів на великих сортувальних станціях Великобританії, а також США і Канади. Як правило сортування вагонів з цих допоміжних сортувальних пристроїв виконувалася на колії групувального парку, які мають невелику довжину. Число таких колій визначалося максимально можливою кількістю груп багатогрупного составу і ступенем деталізації призначень вагонів і могло досягати 10-ти, а в особливих випадках і понад 20-ти колій; довжина цих колій розраховувалася, виходячи з характеру роботи станції і кількості вагонів у групах, і могла бути рівною від 100 м до 300 м [37].

С. Рау в [38] зазначив достатню трудомісткість сортувального процесу без використання гірки. З огляду на це ним було запропоновано ряд схем сортувальних станцій для збільшення ефективності їх роботи по формуванню таких составів. Найбільш цікавим є запропонована автором схема сортувальної станції з гіркою і допоміжною напівгіркою, застосування якої дозволить значно скоротити обсяг маневрової роботи з місцевими вагонами.

Не дивлячись на високу ефективність застосування даної схеми в порівнянні з традиційними схемами, вона все ж не давала можливості повністю усунути маневрову роботу з багатогрупної підбірки вагонів з процесу формування масового потоку составів.

С. Рау в [38] вказує на те, що на залізницях Японії в цей період знайшла застосування більш ефективна схема колій, що отримала назву «ялінка». Дана конструкція розташовувалася послідовно з сортувальною гіркою та дозволяла пропускати вагони певних груп на виділену їм секцію. Для того щоб вагони не могли проїхати з однієї секції колій на іншу, на кінці кожної секції встановлювалося пристрій для зупинки вагонів – стоппер; даний пристрій приводиться в неробочий стан

на останньому етапі формування – при з'єднанні всіх вагонів, що знаходяться на лівій та правій коліях, їх витягуванні та з'єднанні двох частин составу.

Автор зазначає, що подібний пристрій вимагає виділення значних коштів на його спорудження та утримання. Крім того, в разі наявності більшої кількості вагонів на якість призначення, ніж поміщається на відповідній йому секції, потоковість процесу формування порушиться. З метою недопущення подібних випадків необхідно ще на етапі проектування пристрою враховувати структуру багатогрупних составів, що формуються. Також слід проводити навчання керівників маневрів діям в зазначеній ситуації: можна використовувати незайняту секцію через відсутність вагонів на закріплене за нею призначення в даному поїзді, або ж незайняту секцію між секціями для 8-ї та 16-ї груп.

### **1.3. Удосконалення технології формування составів**

Процес формування як одногрупних так і багатогрупних составів на існуючих станціях є досить трудомістким процесом з огляду на виділення обмеженого кількості колій для цих цілей, в той час як число призначень в багатогрупних составах може виявитися досить значним. Така невідповідність параметрів составів і технічного оснащення станцій призводить до необхідності виконання багаторазових повторних угруповань вагонів багатогрупного составу, що з неминучістю викликає істотне зростання тривалості зазначеного процесу.

Таким чином, з метою інтенсифікації процесу формування багатогрупних составів, поряд з удосконаленням технічного оснащення станцій, на яких виконується підбірка вагонів, також доцільним представляється детальне вивчення технології формування багатогрупних составів з метою її оптимізації.

Удосконалення процесу формування багатогрупних составів на станціях вітчизняних залізниць проявляється у використанні різних спеціальних способів і методів формування багатогрупних составів.

Першим в транспортній науці над проблемою оптимізації технології формування багатогрупних составів працював Н. Н. Шабалін. У своїх публікаціях [39, 40] Н. Н. Шабаліна була запропонована методика вибору раціональної технології

формування багатогрупних составів. При цьому для формування, на думку автора, доцільно використовувати кінці сортувальних колій. Критерієм оптимальності технології формування багатогрупних составів вважався мінімальний коефіцієнт повторної переробки вагонів.

Однак автором не був сформульований і не був обґрунтований принцип утворення множини різних технологій формування багатогрупних составів, з яких вибирається раціональна.

Подальший розвиток ідея Н. Н. Шабаліна знайшла в роботі В. І. Аксьонова та М. Н. Норматова [1]. Поряд із запропонованим секціонуванням колій сортувального парку (див. рис. 1.1) авторами були запропонована і технологія формування багатогрупних составів на зазначеному пристрої.

В [41] інженером В. Н. Зубковим була розглянута проблема зменшення часу формування збірних поїздів. Автором наводяться конкретні приклади скорочення часу формування багатогрупних составів за рахунок укрупнення призначень груп вагонів, можливість для якого з'явилася завдяки концентрації вантажної роботи на опорних станціях. Також відзначена ефективність розформування багатогрупних составів частинами по 15-20 ваг і попереднє відсіювання довгих груп вагонів, що на думку автора знизить час формування составу і дозволить краще використовувати потужність маневрового локомотива. У той же час, автор не пропонує використовувати який-небудь метод формування, а виконувати його з урахуванням величини груп вагонів та їх взаємного розташування, ґрунтуючись на досвіді упорядника.

В. М. Николашин пропонує спосіб вибору оптимальної черговості операцій по розформуванню поїздів з місцевими вагонами на вантажних станціях, який дозволить скоротити простої зазначених вагонів на цих станціях [42].

Питаннями організації місцевих вагонопотоків також займався Т. Р. Нурмухамедов [43, 44]. Автором була запропонована методика розрахунку плану формування місцевих поїздів в районах місцевої роботи з урахуванням нерівномірності вагонопотоків.

В наукових працях 90-х років ХХ сторіччя було підкреслено наявність про-

блеми формування багатогрупних составів, зазначено необхідність її вдосконалення. Авторами був виконаний аналіз структури груп вагонів багатогрупного составу, відзначено, зокрема, що число вагонів як правило в різних групах не однакове, а близько 20-30% вагонів составу можуть перебувати в одній найбільшій групі. Такі максимальні групи рекомендується відразу ж відставляти на окрему колію на початку формування з метою зменшення їх переміщення в його процесі.

В інструктивно-методичних вказівках були рекомендації щодо розробки та впровадженню нової технології формування багатогрупних составів [45], яка отримала назву комбінаторного методу. Подальший розвиток даний метод отримав в роботі В. М. Макарова [46], в якій, зокрема, вказується доцільність переходу від дійсних номерів груп початкового составу до умовних номерів, що дозволяє врахувати початкову впорядкованість составу, і, як наслідок, зменшити число груп, що вимагають упорядкування. Також в [46] наводиться спосіб отримання умовних номерів груп.

В [45, 46] комбінаторний метод представлений у вигляді різних схем формування для різного числа груп в составі на обмеженій кількості колій (2-4 колії).

Для перевірки ефективності комбінаторного методу співробітниками ВНІЖТу під керівництвом професора Є. М. Тішкіна було виконано практичне впровадження розробленої технології на безгірочній сортувальній станції з паралельним розташуванням парків – станції Бескудниково. Примикання до станції декількох десятків під'їзних колій на яких розміщувалося близько 100 фронтів навантаження та вивантаження, а також недостатній колійний розвиток самої станції привели до формування значного обсягу місцевого вагонопотоку на 4-х коліях. У зв'язку з цим станція з труднощами виконувала об'ємні та якісні показники [47].

Комбінаторний метод дозволяв забезпечити:

- мінімальну кількість рейсів при формуванні составів на обмеженій кількості сортувальних колій (2-4 колій);
- ефективність застосування для складачів будь-якої кваліфікації;
- одночасне формування кількох составів;
- формування одного або декількох составів двома локомотивами з двох

сторін одночасно;

- ефективність формування багатогрупних составів зі значним числом груп (5 груп і більше) на обмеженій кількості колій (не більше 4-х колій).

Як вказується в [47], застосування даного методу на станції Бескудніково дозволило скоротити простої місцевого вагона на 15-20%.

Успішне впровадження комбінаторного методу привернуло увагу до даної проблеми багатьох вчених і фахівців-залізничників. В цьому ж році з'явилися публікації присвячені вказаній проблемі [48, 49], в яких авторами вказується складність формування багатогрупних составів навіть досвідченими керівниками маневрів, зважаючи на наявність значної кількості можливих схем формування та необхідності оперативного вибору оптимального рішення.

Авторами [49] на базі зарубіжного досвіду, розроблений спосіб формування багатогрупних поїздів на значній кількості сортувальних колій (або їх кінців) з використанням макета єдиного сортувального листка. Даний макет може бути підготовлений заздалегідь, а перед формуванням составу необхідно виконати його коригування, після чого отримується готовий план маневрової роботи; при цьому з'являлася можливість визначення орієнтовної довжини колій або частин колій на кожному етапі формування.

Слід зазначити, що при використанні зазначеного в [49] методу для формування багатогрупних составів з деякою кількістю груп необхідно забезпечити наявність строго відповідної кількості колій, на відміну від [45-47] де можливе формування составу з довільним числом груп на будь-якому колійному розвитку.

У роботі [50] наводиться технологія виконання формування багатогрупних составів зі значним числом груп з двох сторін одночасно двома локомотивами; вказані відповідні схеми формування на обмеженому числі колій. Як зазначається авторами, основною проблемою при виконанні формування двома локомотивами одночасно є узгодженість виконуваних ними операцій з огляду на необхідність забезпечення безпеки маневрової роботи і зменшення невиробничих простоїв локомотивів.

В. В. Григор'єв в [27] також розглядає проблему формування багатогрупних составів. Автором було запропоновано використання допоміжного сортувального

пристрою в комплексі з ефективними методами формування составів. Автором відзначається недолік комбінаторного методу, наведеного в [45-47], що полягає в обмеженні колійного розвитку 4-ма коліями та відсутність планів підбірки груп вагонів при більшій кількості колій. В. В. Григор'євим було запропоновано використовувати два методи: комбінаторний метод повинен застосовуватися при обмеженій кількості колій, а метод послідовного виділення груп – при формуванні на кількості колій більш 4-х, що дозволить, на думку автора, досягти подальшого зменшення часу формування як це відбувається при збільшенні кількості колій з 2-х до 4-х.

У 1988 р в роботі О. А. Олійника [51] було відзначено, що інтенсифікація місцевої роботи є комплексним завданням, що включає в себе: вдосконалення диспетчерського керівництва обробкою місцевих вагонів, впровадження комбінаторного методу формування багатогрупних составів, застосування малих сортувальних пристроїв, обчислювальної техніки, а також концентрація сортувальної роботи на опорних станціях. Автором підкреслювалося, що використання одного лише комбінаторного методу без врахування інших складових не призведе до суттєвого зменшення простою місцевих вагонів, в той же час в [45] основна увага присвячена використанню лише комбінаторного методу. Також О. А. Олійником відзначалася висока ефективність врахування фактичного розташування груп вагонів у составі перед початком його формування з метою зменшення числа повторних сортувань за рахунок заміни дійсних номерів груп умовними номерами шляхом об'єднання груп з послідовними номерами в одну групу.

З огляду на все викладене раніше, в [51] наголошується на необхідності додаткової оптимізації планів маневрової роботи, отриманих за вказаними в [45] рекомендаціями.

Ефективність застосування комбінаторного методу була відзначена і білоруськими залізничниками в 1989 р. Як було відзначено в [52] на станції Центроліт був впроваджений комбінаторний метод сортування для прискорення підбірки груп вагонів на вантажні фронти. Після цього маневровий диспетчер виконував тільки попередній аналіз багатогрупного составу, який полягав у присвоєнні номерів груп в

порядку черговості подачі на вантажні фронти. Далі, в залежності від числа груп і кількості колій, диспетчер вибирав відповідну схему сортування вагонів і визначав, на які колії вагони складу будуть сортуватися при розформуванні. Таким чином, комплекс організаційних заходів, проведений на цій станції, дозволив на наявних виробничих потужностях без додаткових капітальних вкладень отримати значний ефект у використанні рухомого складу та підвищення продуктивності праці.

В [53] інженером Ю. Н. Гусевим була запропонована методика оцінки схеми формування багатогрупних складів на сортувальній гірці. Як критерії оптимальності автором пропонувалося використовувати мінімум маневрових переміщень та мінімум перероблених в їх процесі вагонів.

У 1990 р професор В. І. Бобровський в [54] показав, що формування багатогрупного складу за допомогою комбінаторного методу на конкретній кількості колій за відповідне число етапів можливо різними способами, які були названі схемою формування. Кількість таких схем визначається кількістю груп вагонів в конкретному складі та максимальною кількістю груп, яка може бути сформованою на конкретній кількості колій без зміни кількості етапів формування. Вибір раціональної схеми формування з отриманого множини дозволяє отримати план маневрової роботи з найкращими значеннями обраного критерію. Крім того В. І. Бобровським був запропонований розподільний метод формування багатогрупних складів, який базується на принципі порозрядного сортування чисел [55], а також була виконана порівняльна оцінка ефективності при формуванні багатогрупного складу як на в'тяжній колії так і на гірці. Для нового методу також була розглянута множина схем формування та доведена доцільність пошуку оптимальної схеми.

В [55] в якості критерію оптимальності використано час формування багатогрупного складу, як єдиний комплексний показник, адже зміна часу формування безпосередньо залежить від зміни обсягу маневрової роботи, на який впливають такі показники, як число переміщених або перероблених вагонів, число рейсів або етапів формування, а також ряд пробіжних показників. Порівняння раціональних схем формування комбінаторного і розподільного методів дозволяє отримати план формування багатогрупних складів, що забезпечує мінімальний час його реалізації.

У 2002 р в [56] наведена нова технологія та схема розрахунку в АСУ сорту-

вальної станції раціональної послідовності маневрових операцій по сортуванню та підбірці вагонів за станціями призначення та вантажними фронтами при формуванні багатогрупних поїздів.

Гренкевич О. О. в роботах [57, 58], присвячених даній проблемі, наводить порівняльну ефективність способів формування багатогрупних составів. В якості критерію оптимальності методу прийняті експлуатаційні витрати на маневрову роботу, які, на думку автора, найбільш повно охоплюють всі сторони процесу формування і є узагальненим показником. Як зауваження до цих публікацій слід відзначити недостатню системність запропонованої технології формування. Крім того, не зовсім зрозумілим є збільшення ефективності використання комбінаторного методу при зростанні кількості колій, особливо з урахуванням того, що він був розроблений саме для виконання ефективного формування на обмеженому числі колій.

У наукових публікаціях Яновського П. А. багато уваги приділено вдосконаленню різних технологічних процесів на залізничних станціях і дільницях; стосовно аналізованої в даній дипломній роботі проблеми особливий інтерес викликають роботи [59, 60] в яких запропоновано шляхи вдосконалення роботи з місцевими вагонами.

Значне число публікацій з проблеми формування багатогрупних составів свідчить про високий ступінь зацікавленості залізниць в пошуку ефективних шляхів її вирішення. Однак, не дивлячись на це, практичне впровадження запропонованих заходів по підвищенню інтенсивності роботи з багатогрупними складами було досить незначним.

З огляду на все сказане вище, слід зазначити високу практичну необхідність вироблення комплексного оптимізаційного рішення на базі найбільш відомих методів. При цьому необхідно використовувати раціональні способи зменшення числа груп початкового складу, раціональну технологію роботи з максимальною групою, вибір найкращої схеми з множини. Крім того, в оперативних умовах у диспетчерського персоналу повинна бути можливість варіювання критерієм оптимальності при виборі кращої схеми формування.

До технологічних заходів підвищення ефективності роботи з багатогрупними

составами відноситься використання різних способів та методів їх формування.

Серед великої різноманітності існуючих методів можна виділити методи формування багатогрупного составу одним або декількома локомотивами, а також методи одночасного формування декількох составів. Причому методи можуть вибиратися виходячи з наявної кількості та довжини колій для формування, конструкції горловини групувального парку, типу використовуваного сортувального пристрою, параметрів витяжних колій та маневрового локомотива. Зазначені методи відрізняються часом формування составу з їх допомогою, числом вагонів, що переміщуються в процесі формування, ступенем використання довжини і числа сортувальних колій та рядом пробіжних показників.

У 60-х роках ХХ сторіччя ефективну технологію формування багатогрупних составів за кордоном в [61] запропонував доктор Месарош Пал. У своїй роботі він наводить опис як методів формування, які успішно застосовувалися на угорських залізницях (статичний та одночасний методи), так і низки перспективних методів (пропорційний, ступінчастий основний, ступінчастий дублюючий і ступінчастий максимальний методи, а також метод здвоювання груп). Також автор виконав порівняльну оцінку ефективності представлених методів за критерієм мінімуму енергетичних витрат. В якості рекомендацій автор представив таблицю, в якій в залежності від числа груп і використовуваних колій запропоновані раціональні методи формування за мінімумом вказаного вище критерію.

У той же час, слід відзначити, що подібний вибір методу формування не дозволить забезпечити максимальної ефективності його застосування. Більш раціональним кроком, особливо в даний час, є пошук раціонального плану маневрової роботи для кожного конкретного составу з урахуванням особливостей конкретного технічного оснащення в оперативних умовах; рішення такого завдання в стислі терміни можливо тільки із застосуванням ЕОМ.

В цей же період на станціях швейцарських залізниць для формування багатогрупних составів застосовувався так званий метод підгрупвальних парків, який зараз широко використовується і у нас: спочатку всі вагони такого составу накопичу-

валися на одній колії, після чого сортувалися на кінцях колій, число яких відповідає числу груп у складі, а далі збиралися у потрібному порядку [62].

Складання плану маневрової роботи з багатогрупної підбірки вагонів на залізницях Франції з використанням графічного методу було відзначено в [63]. Реалізація даного методу дозволяла сформувати багатогрупний склад за мінімальну кількість етапів. Як вказують автори, складений план маневрової роботи забезпечує мінімальний час сортування і збирання частин сформованого складу.

Проведений французькими фахівцями аналіз роботи основних сортувальних станцій Франції показав, що значне скорочення маневрових пересувань, пов'язаних з перестановкою і з'єднанням окремих частин сформованих складів, може бути досягнуто при одночасному формуванні декількох багатогрупних поїздів. За цим методом вагони, що включаються в багатогрупні склади, направляються на колії накопичення основного сортувального парку відповідно до попередньо складеної програми, яка передбачає забезпечення необхідної композиції всіх багатогрупних поїздів при мінімальному числі маневрових рейсів [64]. Як вказується автором, впровадження методу одночасного формування декількох багатогрупних поїздів на більшості основних сортувальних станцій Франції, в порівнянні з послідовним їх формуванням, дозволило не менше ніж на 25% зменшити час витрачений на маневри з одним складом. У розглянутій публікації Є. В. Архангельським була вказана можливість реалізації даного методу як на основній гірці, так і на допоміжній, а також при їх злагодженій роботі.

У роботі групи співавторів під керівництвом Ф. Флодра [65] наведено ряд методів, за допомогою яких можна оптимізувати процес формування багатогрупних складів. Частина із зазначених методів призначена для використання при формуванні багатогрупного складу одним локомотивом. Серед них є методи, що забезпечують точну кількість етапів але вимагають для цього чітко визначеної кількості колій (основний і подвійний ступінчатий), або, методи, що дозволяють ефективно сформувати багатогрупний склад на мінімальній кількості колій, проте це вимагає

багатократне виконання повторного сортування (рівномірного наростання, здвоювання груп та простий ступінчастий методи), а також методи за допомогою яких можна з мінімальним повторним сортуванням сформувати состав за умови наявності достатньої кількості колій або кінців колій (класичні ступінчасті методи – основний та удосконалений). У той же час, авторами не було вироблено рекомендацій щодо використання того чи іншого методу для формування конкретного составу, що забезпечує оптимальне значення обраного критерію.

#### **1.4 Висновок до розділу 1**

У результаті можна зробити висновок, що питання удосконалення технології формування составів на даний момент часу остаточно не вирішена, тому є досить актуальною.

Також у розглянутих публікаціях відзначалась значна трудомісткість та енерговитратність формування составів, особливо, багатогрупних. Вченими та фахівцями залізниць пропонувалися різні підходи до оптимізації зазначеного процесу. В той же час, дуже рідко зустрічаються роботи, які пропонували необхідність моделювання процесу формування составів з урахуванням специфіки технічного оснащення конкретної станції. Відомо, що дослідження техніко-технологічних рішень практично неможливо виконувати на реальних станціях, то ж використання вказаних моделей дозволить дати об'єктивну оцінку кожному варіанту таких рішень та вибрати з них раціональний.

## 2. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ В

Станція В розташована на дільниці Б-М. За основним призначенням й характером роботи, що виконується, станція є сортувальною, а за обсягом роботи віднесена до позакласних станцій. Схема станції наведена на рисунку 2.1.

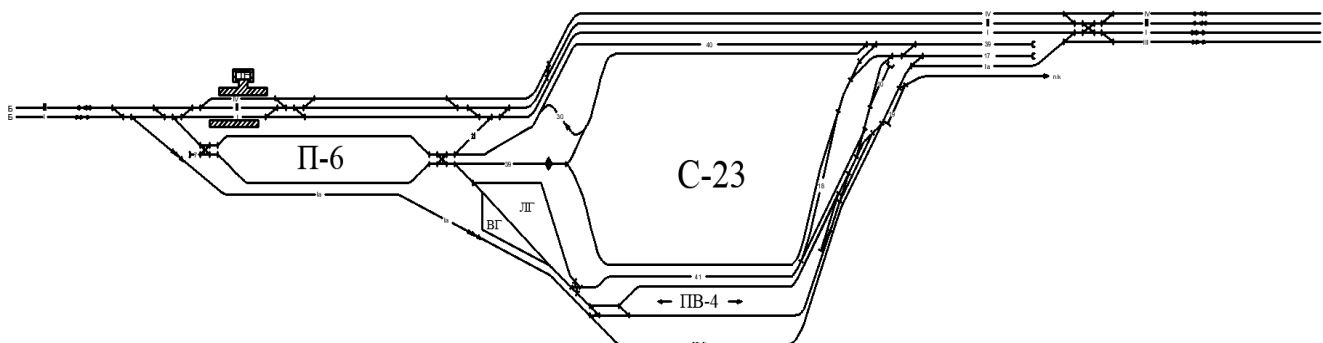


Рисунок 2.1 – Схема сортувальної станції В

### 2.1 Технічна характеристика станції В

Сортувальна станція В виконує переробку вагонопотоків, прибуваючих з трьох напрямків.

До сортувальної станції В примикають наступні дільниці:

а) у парному напрямку:

В-М – двоколійна, непарна колія обладнана засобами двостороннього автоблокування, парна колія обладнана одностороннім автоблокуванням;

В-Н – двоколійна, обладнана засобами двостороннього автоблокування;

б) у непарному напрямку:

В-Б – двоколійна, обладнана засобами двостороннього автоблокування.

Для переробки вагонопотоку на станції В є три парки, розташовані комбіновано: парк прибуття «П», приймально-відправний парк «ПВ» та сортувально-відправний парк «СВ».

Парк прибуття «П» складається з 6 колій. Він призначений для приймання та відправлення парних та непарних вантажних поїздів з напрямків М, Н, Б.

Колії № 1,2,3 – призначені для прийому поїздів із парного напрямку, а колії № 4,5,6 – з непарного.

Парк прибуття «П» розташований послідовно відносно сортувального парку «С». Парк прибуття «П» відноситься до першого маневрового району і має один маневровий локомотив серії ЧМЕ-3, призначений для відчеплення та причеплення вагонів, прибирання та подавання вагонів під вантажні операції, перестановки составів.

Приймально-відправний парк «ПВ» складається з 4-х колій. Він призначений для прийому та відправлення парних та непарних транзитних вантажних поїздів, що надходять на станцію В без переробки з напрямків Б, Н та М. Та для відправлення поїздів свого формування у напрямку Б, Н та М.

Парк «ПВ» розташований паралельно сортувально-відправному парку. Непарна сторона парку віднесена до другого маневрового району, а парна – до третього. В другому та третьому маневровому районі парку «ПВ» є по одному маневровому локомотиву серії ЧМЕ-3. Вони призначені для подачі місцевих вагонів під навантаження та розвантаження, розформування составів, відчеп несправних вагонів, прибирання та подавання вагонів на під'їзну колію.

Сортувальний парк «С» має 23 колії для накопичення та закінчення формування составів вантажних поїздів свого формування, та місцевих вагонів. Також до сортувально-відправного парку примикають: колія насуву №37, витяжні колії №38, 39 та ходова колія №40.

Непарна сторона парку «С» знаходиться в першому маневровому районі разом з парком прибуття, де виконується розформування поїздів. Парна сторона знаходиться в другому маневровому районі разом з парною стороною приймально-

відправного парку «ПВ», де виконується формування составів. Колії сортувального парку об'єднані у три пучки.

Для забезпечення виконання операцій з розформування составів на станції розташована механізована сортувальна гірка середньої потужності, яка примикає до парку прибуття з західної сторони. Сортувальна гірка обладнана пристроями ГАЦ і має одну спускню і одну обхідні колії.

На розформування составів поїздів залучено три маневрових локомотиви:

- два гіркових – для виконання розформування составів поїздів;
- локомотив третього маневого району – для перестановки составів до приймально-відправного парку «ПВ».

Насув виконується маневровим локомотивом без супроводження складача.

На першій, другій, третій гальмових позиціях сортувальної гірки гальмування відцепів здійснюється вагонними уповільнювачами.

Приготування маршрутів скочування відцепів виконується операторами постів централізації № 1 і 9.

Колія насуву № 37 розташована на підйомі, що складається з елементів ухилом від 8‰ до 21,9‰.

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

До сортувальної станції В примикає дві під'їзні колії:

ООО «Хлібокомбінат» примикає через стрілку № 33 у східній горловині приймально-відправного парку «ПВ», знак «Межа колії», який встановлено на відстані 200 м від граничного стовпчика стрілки № 33. Рух поїздів виконується маневровим порядком.

ВАТ Криворізький залізорудний комбінат ВАТ КЖРК станції Промвузол примикає до головної колії № Іа зі східної сторони приймально-відправного парку «ПВ» через стрілку № 31, сигнальний знак «Межа під'їзної колії», який встановлено на відстані 200 м від стрілки № 37. Рух виконується маневровим порядком.

Для обслуговування поїзних локомотивів вантажних поїздів на станції В є локомотивне депо. Локомотивне депо розташоване між парком прибуття «П» та сор-

тувально-відправним парком «СВ». В депо виконує всі види поточного ремонту (ТР-1, ТР-2, ТР-3) і технічного обслуговування електровозів (ТО-1, ТО-2, ТО-3). Для виконання цих операцій в депо існують: деповські споруди і майстерні, оглядові канали, деповські колії, пристрої реостатного випробовування електровозів, механізовані екіпірувальні пристрої, піскороздачі.

В локомотивному депо виконується технічне обслуговування і екіпірування всіх поїзних локомотивів – електровозів, які прямують в парному і непарному напрямках.

Для виконання обслуговування та ремонту вагонного парку на станції В є такі пристрої вагонного господарства:

- механізований пункт по ремонту вагонів (МВРП), в якому здійснюється відчіпний ремонт вагонів;
- пункти технічного обслуговування – для огляду і поточного безвідчіпного ремонту вагонів;
- автоконтрольний пункт - для ремонту повітророзподільника;
- пристрої централізованого випробовування гальм;
- вагонний пост.

Для зарядки гальмової мережі і випробовування автогальм в поїздах авто контрольний пункт має компресорну установку, повітропровідну мережу і повіт розбірні колонки.

Для здійснення оперативного керування на станції є наступні види зв'язку :

- поїзний міжстанційний зв'язок – для службових переговорів чергових по станції;
- постанційний зв'язок - для службових переговорів працівників станції між собою;
- енергодиспетчерський зв'язок – для службових переговорів енергодиспетчера з черговим по станції;
- місцевий станційний - для службових переговорів працівників виробничих підрозділів;

- поїзний диспетчерський – призначений для диспетчерського керівництва рухом поїздів;

- диспетчерський внутрішньостанційний – для зв'язку маневрового диспетчера і чергового по станції з маневровими районами;

- поїзний радіозв'язок – для зв'язку чергового по станції з машиністами поїзних локомотивів;

- маневровий радіозв'язок – для зв'язку з машиністами маневрових локомотивів чергових по станції (по сортувальній гірці), маневрового диспетчера, складачів поїздів;

- двосторонній парковий зв'язок, що дозволяє мати оперативний зв'язок чергового по станції, маневрового диспетчера, чергового по сортувальній гірці з працівниками, що беруть участь в обробці поїздів, при виконанні маневрів, з операторами ПТО. Двосторонній парковий зв'язок дає автоматичну перевагу для переговорів у наступному порядку старшинства:

- черговий по станції (черговий по сортувальній гірці);

- маневровий диспетчер;

- оператор ПТО;

- інші працівники.

## **2.2 Характеристика експлуатаційної роботи станції**

Станція організовує роботу на основі затвердженого технологічного процесу, графіка руху поїздів, плану їх формування, нормативів по навантаженню, розвантаженню, простою вагонів, що забезпечують повну безпеку руху поїздів, збереженість рухомого складу і вантажів, ефективне використання технічних засобів.

Приїом та відправлення парних та непарних поїздів на сортувальній станції В виконується на головних коліях № IV та №I.

В парку прийому «П» сортувальної станції прибувають вантажні поїзди з напрямків Б, М та Н, що будуть розформовані на сортувальній станції В. Перед розформуванням з вказаними поїздами виконується технічний і комерційний огляд, а також, у разі необхідності, усунення технічних несправностей вантажних вагонів.

В сортувальному парку виконується розформування поїздів, а також накопичення вагонів для формування дільничних і збірних поїздів на всі напрямки. Поїзди свого формування на всі напрямки М та Н переставляються до парку «ПВ» звідки і виконується їх відправлення.

До приймально-відправного парку «ПВ» виконується прийом транзитних вантажних поїздів без переробки з усіх напрямків. Після виконання необхідних технологічних операцій поїзда вказаної категорії відправляються зі станції. Також до приймально-відправного парку «ПВ» виконується перестановка сформованих составів з сортувального парку і відправлення поїздів свого формування на всі напрямки.

На сортувальній станції В всі вантажні операції з вагонами виконуються на коліях незагального користування. Станція В відкрита для приймання та видачі вантажів вагонними та дрібними відправками, а завантаження цілими вагонами виконується тільки на під'їзних коліях.

На сортувальній станції В маневрова робота розподілена між наступними маневровими районами:

- перший маневровий район (парк прибуття «П», непарна сторона сортувального парку «С») – виконується розформування поїздів і відчеплення та причеплення вагонів, прибирання та подавання вагонів під вантажні операції, перестановка составів;

- другий маневровий район (парна сторона сортувального парку «С» та приймально-відправного парку «ПВ») – виконується формування та перестановка составів, відчеплення несправних вагонів, прибирання та подавання вагонів на колії;

- третій маневровий район (парна сторона приймально-відправного парку «ПВ») – виконується подача місцевих вагонів під навантаження та розвантаження, відчеплення технічно несправних вагонів, прибирання та подавання вагонів на під'їзну колію.

## **2.3 Аналіз недоліків роботи станції В та постановка задачі дипломної роботи**

Забезпечення швидкої та своєчасної доставки вантажів до вантажоотримувача сприяє покращенню привабливості залізничного транспорту для потенційного вантажовідправника. Одним із шляхів вирішення поставленої задачі є зменшення простою вантажних поїздів на усіх станціях на маршруті їх прямування.

У зв'язку зі збільшенням у перспективі транзитного вагонопотоку у розформування, а, значить, і свого формування, в даній дипломній роботі планується виконати ретельний аналіз схеми сортувальної станції В, а також удосконалення технології її роботи з метою максимізувати її ефективність і уникнути суттєвих капітальних вкладень у реконструктивні заходи.

Відомо, що велика завантаженість існуючих маневрових локомотивів, які працюють в підсистемах розформування і формування спричиняють додаткові затримки в роботі станції в цілому. У цьому зв'язку виникає потреба у залученні додаткових маневрових локомотивів.

Слід відзначити, що для інтенсифікації обслуговування вагонів на станції та підвищення її переробної спроможності в умовах збільшення обсягів розформування, необхідно розробити та дослідити декілька варіантів організаційно-технічних заходів спрямованих на інтенсифікацію переробки вагонів на сортувальній станції.

Вибір раціонального варіанту технології обслуговування поїздів на станції являє собою дуже складну задачу у зв'язку з необхідністю обліку значної кількості різноманітних факторів по кожному варіанту.

Таким чином, у дипломній роботі поставлена задача визначити економічно обґрунтований ефективний варіант удосконалення колійного розвитку та технології роботи станції В з метою покращення обслуговування составів поїздів свого формування.

### 3 РОЗРАХУНОК ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ В

#### 3.1 Аналіз розрахункових вагонопотоків станції

До вихідних даних, що характеризують розрахунковий обсяг роботи на станції, відносяться:

- пасажирські поїздопотоки (таблиця А.1, Додаток А);
- транзитні поїздопотоки без переробки (таблиця А.2, Додаток А);
- транзитні вагонопотоки з переробкою (таблиця А.3, Додаток А).

Пасажирські поїздопотоки, що прибувають на станцію з усіх напрямків, приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розміри руху пасажирських поїздів

З	На			Всього
	Б	М	Н	
Б	<del>                    </del>	12/4	2/1	14/5
М	12/4	<del>                    </del>	-	12/4
Н	2/1	-	<del>                    </del>	2/1
Всього	14/5	12/4	2/1	28/10

Згідно з даними таблиці загальний обсяг пасажирського поїздопотоку станції складає 38 пасажирських поїздів за добу.

На станції В виконується обслуговування вантажних транзитних поїздів. Розміри транзитного вантажного вагонопотоку без переробки, згідно з Додатком А, наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розміри руху транзитних вагонопотоків без переробки

З	На			Всього
	Б	М	Н	
Б	<del>                    </del>	715	330	1045
М	770	<del>                    </del>	220	990
Н	440	165	<del>                    </del>	605
Всього	1210	880	550	2640

На станції В виконується розформування дільничних та збірних поїздів, що надходять у переробку, а також формування поїздів згідно з планом формування. Розміри транзитного вагонопотоку з переробкою, згідно з додатком А, наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розміри руху місцевих та транзитних з переробкою вагонопотоків

З	На			В	Всього
	Б	М	Н		
Б	<del>          </del>	575	173	48	796
М	552	<del>          </del>	183	35	770
Н	389	149	<del>          </del>	22	560
В	48	35	22	<del>          </del>	105
Всього	989	759	378	105	2231

Добовий обсяг вагонів, що розформується на станції складає 2231 вагон.

### 3.2 Розрахунок маси поїзда

Масу поїзда визначають з умов повного використання потужності і тягових якостей локомотивів, а також кінетичної енергії поїзда відповідно до норм, приведених в діючих ПТР [66].

Маса вантажного поїзда згідно [66] визначається за формулою:

$$Q_{\text{бр}} = \frac{F_{\text{кр}} - P(w'_0 + i_p)}{w''_0 + i_p}, \quad (3.1)$$

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

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

$i_p$  – керівний ухил, ‰;

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

$w''_0$  – основний питомий опір руху вантажних вагонів,  $H/\kappa H$ ;

До станції В примикає три ділянки (М, Н та Б). Рух поїздів на всіх цих ділянках здійснюється з використанням поїзного локомотива ВЛ8 (таблиця А.4, Додаток А).

Значення розрахункової сили тяги локомотива й основних питомих опорів руху визначають для розрахункової швидкості локомотива, встановленої діючими ПТР.

Основний питомий опір руху електровозів у режимі тяги визначають по формулі:

$$w_0' = 1,9 + 0,01V + 0,0003V^2, \quad (3.2)$$

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

Згідно з [66] для локомотива ВЛ-8  $V = 43,3 км/год$ , тоді основний питомий опір руху локомотива складає:

$$w_0' = 1,9 + 0,01 \cdot 43,3 + 0,0003 \cdot 43,3^2 = 2,90 \text{ Н / кН}.$$

Основний питомий опір руху вантажних вагонів в складі поїзда визначають за формулою:

$$w_0'' = 0,7 + \frac{a + b \cdot V + c \cdot V^2}{q_0}, \quad (3.3)$$

де  $a$ ,  $b$  та  $c$  – емпіричні коефіцієнти для чотиривісних вагонів;

$q_0$  – навантаження на вісь вагона,  $т$ ;

Згідно з [66]  $a = 3$ ,  $b = 0,1$ ,  $c = 0,0025$ , а навантаження на вісь вагона  $q_0 = 22,5 т$  (таблиця А.4, Додаток А), тоді:

$$w_{04}'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,3 + 0,0025 \cdot 43,3^2}{22,5} = 1,234 \text{ Н / кН}$$

Згідно з [66] розрахункова сила тяги локомотива ВЛ8 становить  $F_{кр} = 46500 \text{ Н}$ , маса локомотива  $P = 184 т$ , а величина керівних ухилів складає:

$i_p^B = 7,6\%$ ,  $i_p^H = 7,1\%$ ,  $i_p^M = 5,5\%$  для ділянок Б, Н, М відповідно (таблиця А.4, Додаток А). Відповідно, маса складу поїзда, що обертається на ділянках, які примикають до сортувальної станції В складає:

Для напрямку Б:

$$Q_{\text{бр}} = \frac{46500 - 184 \cdot (2,895 + 7,6)}{1,234 + 7,6} = 5045,16 \text{ т}$$

Для напрямку Н:

$$Q_{\text{бр}} = \frac{46500 - 184 \cdot (2,895 + 7,1)}{1,234 + 7,1} = 5358,88 \text{ т}$$

Для напрямку М:

$$Q_{\text{бр}} = \frac{46500 - 184 \cdot (2,895 + 5,5)}{1,234 + 5,5} = 6675,87 \text{ т}$$

Прийнято уніфіковану масу вантажного поїзда рівною мінімальному значенню із отриманих для трьох напрямків, тобто  $Q_{\text{бр}} = 5000 \text{ т}$ .

### 3.3 Визначення довжини приймально-відправних колій

Для визначення розрахункових обсягів роботи станції в поїздах необхідно визначити кількість вагонів у складі поїзда.

Кількість вагонів в складі поїзда, що обмежується силою тяги локомотива визначається за формулою:

$$m_{\text{в}} = \frac{Q}{n \cdot q_0}, \quad (3.4)$$

де  $n$  – кількість осей вагона.

Оскільки всі вагони в прибуваючих поїздах чотирьохвісні  $n=4$ , то

$$m_{\text{в}} = \frac{5000}{4 \cdot 22,5} = 55,6 \text{ ваг}$$

Прийнято, що кількість вагонів у складі вантажного поїзда становить 55 ваг.

Корисна довжина приймально-відправних колій визначається за формулою:

$$L_{\text{кор}} = m_{\text{в}} \cdot l_{\text{ваг}} + l_{\text{лок}} + a, \quad (3.5)$$

де  $l_{\text{ваг}}$  – середня довжина вагона по осях автозчеплень, *м*;

$l_{\text{лок}}$  – довжина локомотива по осях автозчеплень, *м*;

$a$  – допуск на неточність установки поїзда, *м*.

Згідно з [66]  $l_{\text{лок}} = 28 \text{ м}$ ,  $a = 10 \text{ м}$ , тоді необхідна корисна довжина приймально-відправних колій при  $l_{\text{ваг}} = 14 \text{ м}$  становить:

$$L_{\text{кор}} = 55 \cdot 14 + 28 + 10 = 808 \text{ м}.$$

Отже, існуюча корисна довжина колій ( $L_{\text{кор}} = 850 \text{ м}$ ) в парках станції В дозволяє безперешкодно приймати поїзди з усіх прилягаючих ділянок.

### 3.4 Визначення розмірів поїздопотоків станції

Число поїздів, що прибувають на станцію В визначається за формулою:

$$N = \frac{B}{m_{\text{в}}}, \quad (3.6)$$

де  $B$  – сумарний вагонопотік, який прибуває з ділянки, *ваг*;

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

Виконаємо розрахунок кількості транзитних поїздів з напрямку Б, що сліду-ють у напрямку М (табл. 3.2),:

$$N_{\text{БМ}} = \frac{715}{55} = 13 \text{ поїздів}.$$

Аналогічно визначимо число транзитних вантажних поїздів без переробки, що слідуєть через станцію В. Результати розрахунку розмірів транзитного поїздопотоку без переробки зведені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Розміри руху транзитних поїздів без переробки

З	На			Всього
	Б	М	Н	
Б	<del>6</del>	13	6	19
М	14	<del>13</del>	4	18
Н	8	3	<del>4</del>	11
Всього	22	16	10	48

Аналогічним чином визначаються поїздопотоки, що надходять у розформування на станцію і поїздопотоки свого формування. Виконаємо розрахунок кількості поїздів, що надходять у розформування з напрямку Б:

$$N_B = \frac{796}{55} = 14,47 \text{ поїздів.}$$

Отже, з напрямку Б у розформування прибуває 15 поїздів, при цьому 2 поїзда із загальної кількості збірні. Результати розрахунку для кожного напрямку наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розміри поїздопотоків з переробкою

З	на				Всього	Поїзди у розформування	
	Б	М	Н	В		всього	в т.ч. збірних
Б	<del>6</del>	575	173	48	796	15	2
М	552	<del>575</del>	183	35	770	14	2
Н	389	149	<del>173</del>	22	560	11	2
В	48	35	22	<del>48</del>	105	3	
Всього	989	759	378	105	2231	43	6
Поїзди свого формування	всього	18	14	7	3	43	
	в т.ч. збірних	2	2	2		6	

Таким чином, загальна кількість поїздів, прибуваючих на сортувальну станцію В у розформування становить 43, при цьому 6 поїздів збірних та 3 подачі місцевих вагонів по 35 вагонів у кожній (дивись Додаток А.2).

### 3.5 Визначення пропускної здатності та кількості головних колій на лініях, що примикають до станції

Потрібна пропускна здатність ліній, що примикають до станції, визначається за формулою:

$$N_{\Pi} = \alpha \cdot (N_{\text{в}} + N_{\text{пас}} \cdot \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1)), \quad (3.7)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт резерву пропускної здатності;

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

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

$\varepsilon_{\text{пас}}$  та  $\varepsilon_{\text{зб}}$  – коефіцієнт зйому вантажних поїздів відповідно пасажирськими та збірними поїздами.

Згідно з [67]  $\alpha = 1,2$ ,  $\varepsilon_{\text{пас}} = 1,5$ ,  $\varepsilon_{\text{зб}} = 2$ , тоді необхідна пропускна здатність примикаючих ліній становить

$$N_{\Pi}^{\text{Б-В}} = 1,2 \cdot (40 + 17 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 81 \text{ пара поїздів};$$

$$N_{\Pi}^{\text{М-В}} = 1,2 \cdot (33 + 16 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 70,8 \text{ пар поїздів, прийнято} - 71 \text{ пара};$$

$$N_{\Pi}^{\text{Н-В}} = 1,2 \cdot (22 + 3 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 34,2 \text{ пари поїздів, прийнято} - 35 \text{ пар.}$$

Кількість головних колій, на лініях, що примикають до станції, і технічні засоби регулювання інтервалів між поїздами приймаються в залежності від необхідної пропускної здатності.

Отже, існуюча кількість головних колій на примикаючих до станції ділянках Б – В, М – В відповідає розрахованій в залежності з пропускною здатністю діляниць, а на ділянці Н – В наявна кількість головних колій та технічне оснащення краще ніж за розрахунками, у зв'язку з чим можна зробити висновок, що реконструкція не потрібна. Всі примикаючі ділянки обладнані автоблокуванням.

## 4 ВИЗНАЧЕННЯ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ В

Технічне нормування тривалості основних операцій технологічного процесу станції у парку приймання «П», приймально-відправному парку «ПВ» та сортувальному парку «С» є однією з головних умов злагодженої роботи сортувальної станції В. Для проведення розрахунків, пов'язаних з нормуванням основних операцій, використано методику І. Б. Сотникова [68]. Крім того, результати технічного нормування тривалості технологічних операцій є основою побудови добового плану графіку роботи сортувальної станції В.

### 4.1 Нормування тривалості технологічних операцій в парках станції

На сортувальну станцію В прибувають поїзди в розформування з підходів Б, Н і М, де з ними виконуються наступні операції:

- прийом поїзда на відповідну колію;
- обробка состава бригадою ПТО;
- розформування составів на гірці.

Тривалість прийому поїзду визначається по формулі:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot l_{\text{бл}}''}{V} + \frac{0,06 \cdot (l_{\text{бл}}' + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}}, \quad (4.1)$$

де  $l_{\text{бл}}'$ ,  $l_{\text{бл}}''$  – довжина блок-ділянок, м;

$V$  – встановлена швидкість проходження по перегону, км/год;

$V_{\text{вх}}$  – середня швидкість входу поїзду на станцію, км/год;

$t_{\text{м}}$  – час приготування маршруту і відкриття сигналу, хв;

$L_{\text{вх}}$  – відстань, яку проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії парку, м.

$$L_{\text{вх}} = l_{\text{с}} + l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (4.2)$$

де  $l_{\text{с}}$  – відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини, при електричній тязі,  $l_{\text{с}} = 300$  м;

$l_{\text{гор}}$  – довжина горловини парку, м;

$l_{\text{п}}$  – довжина поїзда, м.

Довжина поїзда визначається за формулою:

$$l_{\text{п}} = m_{\text{в}} \cdot l_{\text{ваг}} + l_{\text{лок}}. \quad (4.3)$$

Час, пов'язаний з закріпленням рухомого складу на коліях парку визначається за формулою:

$$t_{\text{зак}} = \frac{l_{\text{ваг}} n_{\text{б}}}{4} \left( \frac{1}{V_1} + \frac{3}{V_0} \right) + n_{\text{б}} \cdot t_{\text{в/у}} + 20 \quad (4.4)$$

де  $l_{\text{ваг}}$  – довжина вагона, м;

$n_{\text{б}}$  – середня кількість гальмівних башмаків, що укладається під склад;

$V_1, V_0$  – відповідно швидкість підходу з одним башмаком та без башмаків м/с;

$t_{\text{в/у}}$  – час на взяття та укладку одного башмака, с.

Час, необхідний на обробку бригадою ПТО складу поїзда, що прибуває в розформування, визначаємо за формулою:

$$t_{\text{обр}}^{\text{розф}} = \frac{\tau' \cdot m_{\text{в}}}{K_{\text{гр}}} + a, \quad (4.5)$$

де  $\tau'$  – середня тривалість технічного огляду одного вагону з урахуванням нетрудомісткого безвідчипного ремонту, хв;

$m_{\text{в}}$  – число вагонів в складі поїзда,  $m_{\text{в}} = 55$  ваг (див. п. 2.2);

$K_{\text{гр}}$  – кількість груп у бригаді ПТО;

$a$  – час на підготовчо-заклучні операції, хв.

Час, необхідний на обробку бригадою ПТО складу транзитного поїзда та поїзда свого формування, визначаємо за формулою:

$$t_{\text{обр}}^{\text{тр.с.ф.}} = \frac{\tau' \cdot m_{\text{в}}}{K_{\text{гр}}} + \alpha \cdot t_{\text{рем}} + a, \quad (4.6)$$

де  $\alpha$  – частка составів, що вимагають трудомісткого безвідчіпного ремонту вагонів, що припадає на один состав;

$t_{\text{рем}}$  – середня тривалість безвідчіпного ремонту вагонів, що припадає на один состав, *хв.*

Перевірка завантаження бригади ПТО виконується за формулою:

$$\psi = \frac{N_{\text{р}} \cdot t_{\text{обр}}^{\text{розф}}}{24 \cdot S}, \quad (4.7)$$

де  $N_{\text{р}}$  – відповідно, кількість поїздів транзитних, свого формування, в розформування, які прибувають в парк;

$S$  – кількість бригад ПТО.

Час на причіпку локомотива приймаємо з [68] рівним  $t_{\text{прич}} = 2 \text{ хв.}$

Тривалість випробування автогальм визначимо за формулою:

$$t_{\text{авт}} = 3 + 0,14 \cdot m_{\text{в}}. \quad (4.8)$$

Час заняття колії при відправленні поїзда визначаємо за формулою:

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot L_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}}, \quad (4.9)$$

де  $V_{\text{вих}}$  – середня швидкість виходу поїзда з урахуванням розгону, *км/год*;

$L_{\text{вих}}$  – відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту, *м.*

Відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту визначимо за формулою:

$$L_{\text{вих}} = l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}. \quad (4.10)$$

#### 4.1.1 Розрахунок тривалості основних операцій в парку прийому «П»

В парк прийому «П» прибувають поїзди в розформування з напрямків Б, М та Н, де з ними виконуються наступні операції:

- прийом поїзда на відповідну колію;
- обробка состава бригадами ПТО та ПКО;
- розформування состава на гірці.

Схема розрахунку тривалості приймання непарних поїздів у парк «П» зображена на рисунку 4.1.

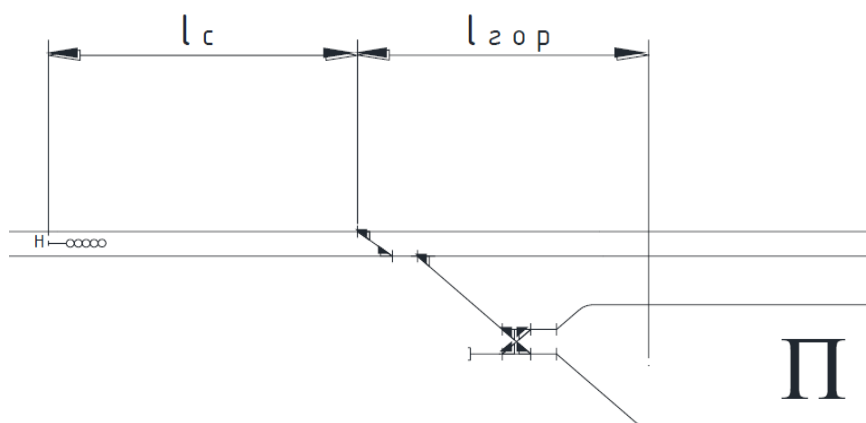


Рисунок 4.1 – Схема розрахунку тривалості приймання непарних поїздів у парк «П»

Визначимо довжину поїзда:

$$l_n = 55 \cdot 14 + 28 = 798 \text{ м.}$$

Згідно з планом станції  $l_c = 300 \text{ м}$ , тоді відстань, яку проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії парку дорівнює:

$$L_{\text{вх}} = 300 + 700 + 798 = 1798 \text{ м.}$$

Згідно з [68]  $t_m = 0,15 \text{ хв}$ ,  $l'_{\text{гл}} = 1200 \text{ м}$ ,  $l''_{\text{гл}} = 1300 \text{ м}$ ,  $V = 70 \text{ км / год}$ ,  $V_{\text{вх}} = 40 \text{ км / год}$ , тоді тривалість прийому поїзда в парк «П» становить:

$$t_{\text{пр}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1300}{70} + \frac{0,06 \cdot (1200 + 1798)}{40} = 5,76 \text{ хв.}$$

Прийнято час прийому поїздів  $t_{\text{пр}} = 5,8 \text{ хв}$ .

Тривалість закріплення рухомого складу згідно з Додатком А на 9 гальмівних башмаків при  $l_{\text{ваг}} = 14 \text{ м}$ ,  $V_0 = 1,3 \text{ м/с}$ ,  $V_I = 0,75 \text{ м/с}$ ,  $t_{\text{в/г}} = 7 \text{ с}$  складає:

$$t_{\text{зак}} = \frac{14 \cdot 9}{4} \cdot \left( \frac{1}{0,75} + \frac{3}{1,3} \right) + 9 \cdot 7 + 20 = 197,7 \text{ с.}$$

Час на закріплення рухомого складу прийнято  $t_{\text{зак}} = 197,7 / 60 = 3,3 \text{ хв.}$

Тривалість обробки состава поїзда, який прибуває в розформування, бригадою ПТО при  $\tau' = 1 \text{ хв.}$ ,  $a = 3 \text{ хв}$  [68] складає:

$$t_{\text{обр}}^{\text{розф}} = \frac{1 \cdot 55}{1} + 3 = 58 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{обр}}^{\text{розф}} = 58 \text{ хв} = 0,97 \text{ год.}$

Виконаємо перевірку завантаження бригади ПТО, при:

$$\psi = \frac{(15 + 14 + 11) \cdot 0,97}{24} = 1,57.$$

З перевірки бачимо, що коефіцієнт завантаження перевищує допустиму норму, отже, необхідно збільшити кількість груп в бригаді.

Подальші розрахунки зведено до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок завантаження бригади ПТО у парку прийому «П»

Кількість груп у бригаді ПТО, $K_{\text{гр}}$	Тривалість обробки состава, $t_{\text{обр}}^{\text{тр.с.ф.}}$ , год	Завантаження бригади ПТО, $\psi$
1	0,97	1,57
2	0,51	0,85
3	0,36	0,6

Більш детальні розрахунки для парку прийому будуть виконані далі у розділі деталі проекту.

#### 4.1.2 Розрахунок тривалості основних операцій в приймально-відправному парку «ПВ»

В приймально-відправний парк «ПВ» прибувають транзитні вантажні поїзди з напрямків М, Н та Б. Для розрахунку операцій наведемо схему на рисунку 4.2.

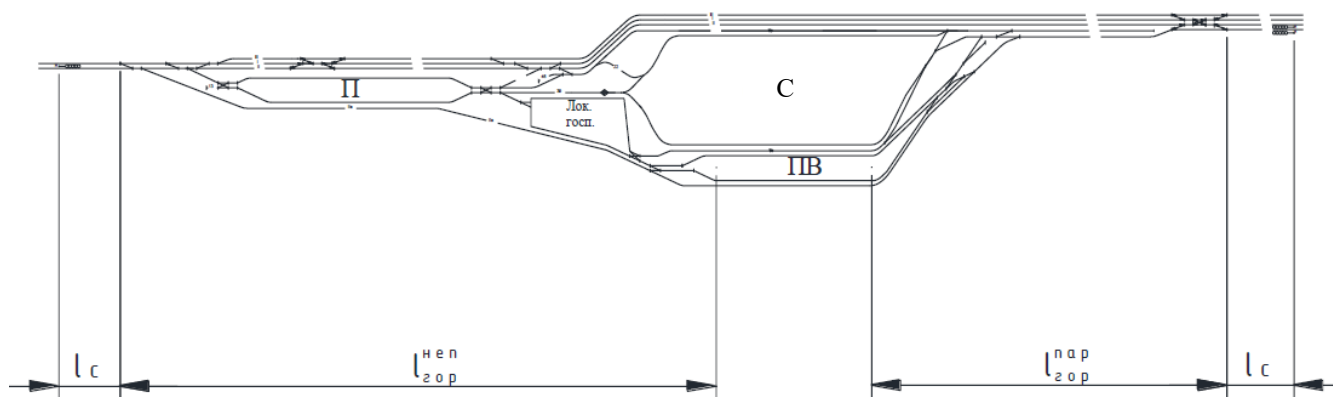


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості операцій у парку «ПВ»

З використанням плану станції при довжині проходу від вхідного сигналу до колій парку "ПВ" рівній 1600 м, загальна відстань, яку проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії парку з парного напрямку становить:

$$L_{\text{вх}}^{\text{пар}} = 300 + 1600 + 798 = 2698 \text{ м.}$$

Відстань, яку проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії парку з непарного напрямку (при аналогічній довжині 2800 м):

$$L_{\text{вх}}^{\text{неп}} = 300 + 2800 + 798 = 3898 \text{ м.}$$

Згідно з Додатком А.2  $t_m = 0,15 \text{ хв}$ ,  $l'_{\text{бл}} = 1200 \text{ м}$ ,  $l''_{\text{бл}} = 1300 \text{ м}$ ,  $V = 70 \text{ км/год}$ ,  $V_{\text{вх}} = 40 \text{ км/год}$ , тоді тривалість прийому поїзда в приймально-відправний парк «ПВ» з парного напрямку становить:

$$t_{\text{пр}}^{\text{пар}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1300}{70} + \frac{0,06 \cdot (1200 + 2698)}{40} = 7,11 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{пр}} = 7,1 \text{ хв.}$

Тривалість прийому поїзда в приймально-відправний парк «ПВ» з непарного напрямку становить:

$$t_{\text{пр}}^{\text{неп}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1300}{70} + \frac{0,06 \cdot (1200 + 3898)}{40} = 8,91 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{пр}} = 8,9 \text{ хв.}$

Тривалість обробки состава транзитного поїзда та поїзда свого формування бригадою ПТО при  $\alpha = 0,2$  та  $t_{\text{рем}} = 20 \text{ хв}$  (прийнято згідно з [68]) становить:

$$t_{\text{обр}}^{\text{тр.с.ф.}} = \frac{1 \cdot 55}{1} + 0,2 \cdot 20 + 3 = 62 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{обр}}^{\text{тр.с.ф.}} = 62 \text{ хв} = 1,03 \text{ год.}$

Виконаємо перевірку завантаження бригади ПТО в приймально-відправному парку «ПВ»:

$$\psi = \frac{1,03 \cdot ((19 + 18 + 11) + (14 + 7))}{24} = 2,94.$$

Як видно з розрахунків, завантаження більше допустимого, отже виконаємо розрахунки для двох і більше груп в бригаді ПТО.

Подальші розрахунки зведено у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок завантаження бригади ПТО в приймально-відправному парку «ПВ»

Кількість бригад ПТО, $S$	Кількість груп у бригаді ПТО, $K_{\text{гр}}$	Тривалість обробки состава, $t_{\text{обр}}^{\text{тр.с.ф.}}$ , год	Завантаження бригади ПТО, $\psi$
1	1	1,03	2,94
	2	0,58	1,66
	3	0,4	1,15
	4	0,36	1,01
2	1	1,03	1,48
	2	0,58	0,83
	3	0,4	0,58
	4	0,36	0,51

Раціональна розрахункова кількість бригад і груп ПТО в парку «ПВ» складає по дві групи у двох бригадах ПТО, а наявна їх кількість становить три групи у двох бригадах ПТО. Для подальших розрахунків прийнято, що в приймально-відправному парку «ПВ» працює дві бригади ПТО з трьох груп працівників, що забезпечує завантаження кожної з бригад, яке рівне 0,58.

Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості операцій відправлення у парку «ПВ» зображена на рисунку 4.3.

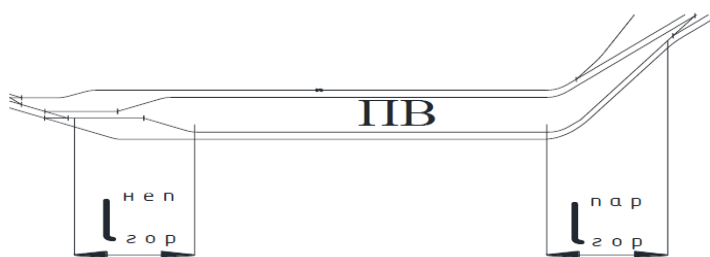


Рисунок 4.3 – Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості операцій відправлення у парку «ПВ»

Відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту при відправленні в парному напрямку:

$$L_{вих}^{пар} = 200 + 798 = 998 \text{ м.}$$

Згідно з Додатком А  $V_{вих} = 35 \text{ км / год}$ , тоді час заняття колії під час відправлення поїзда становить:

$$t_{відпр}^{пар} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 998}{35} = 1,86 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{відп} = 1,9 \text{ хв.}$

Відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту при відправленні в непарному напрямку:

$$L_{вих}^{неп} = 250 + 798 = 1048 \text{ м.}$$

Згідно з Додатком А  $V_{вих} = 35 \text{ км / год}$ , тоді час заняття колії під час відправлення поїзда становить:

$$t_{відпр}^{неп} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1048}{35} = 1,95 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{відп} = 2 \text{ хв.}$

#### 4.2 Нормування тривалості операцій по розформуванню составів поїздів на сортувальній гірці

Технологічний час на розформування составів поїздів на сортувальній гірці складається з наступних операцій:

- заїзду гіркового локомотива у парк «П» за составом,  $t_3$  ;

- прибирання гальмових башмаків,  $t_{\text{приб(башм)}}$ ;
- насув составу до вершини гірки,  $t_{\text{нас}}$ ;
- розпуск составу з сортувальної гірки,  $t_{\text{роз}}$ ;
- осаджування составу в сортувальному парку,  $t_{\text{ос}}$ .

Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості операцій по розформуванню составів поїздів на сортувальній гірці показана на рисунку 4.6.

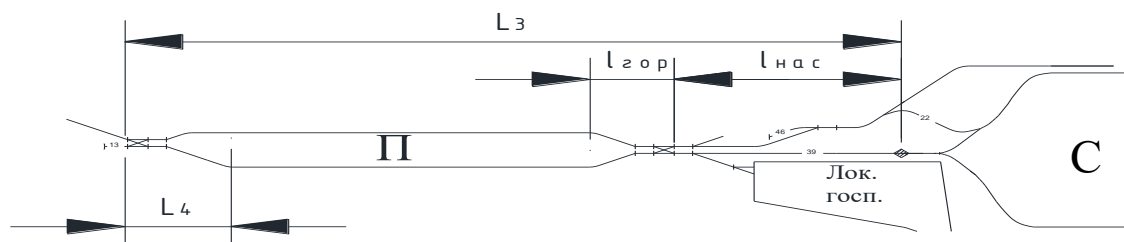


Рисунок 4.6 – Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості операцій по розформуванню составів поїздів на сортувальній гірці

Таким чином, час на розформування составів поїздів на сортувальній гірці становить:

$$t_{\text{рф}} = t_3 + t_{\text{приб}} + t_{\text{нас}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{ос}}. \quad (4.11)$$

Тривалість маневрового напіврейсу заїзду визначається за формулою:

$$t_3 = a. \quad (4.12)$$

Довжина напіврейсу заїзду:

$$l_3 = L_3 + l_{\text{лок}} + L_4, \text{ м},$$

$$l_3 = 1805 + 27 + 245 = 2077 \text{ м}.$$

Згідно з [68] при  $l_3 = 2077 \text{ м}$ ,  $a = 4,06$ , тоді тривалість заїзду складає  $t_3 = 4,06 \text{ хв}$ . Приймаємо  $t_3 = 4,1 \text{ хв}$ .

Час на прибирання гальмівних башмаків прийнято  $t_{\text{приб(башм)}} = 4 \text{ хв}$ .

Тривалість насуву составу на вершину гірки визначимо за формулою:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,068 \cdot \frac{l_{\text{нас}} - 60}{10}, \quad (4.13)$$

де  $l_{\text{нас}}$  – відстань насуву, м.

Отже тривалість насуву при  $l_{\text{нас}} = 720$  м:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,068 \cdot \frac{720 - 60}{10} = 5,905 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{нас}} = 6$  хв.

Час на розпуск составу з сортувальної гірки визначається за формулою:

$$t_{\text{роз}} = \frac{l_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}}}{V_{\text{п}} \cdot 60}, \quad (4.14)$$

де  $V_{\text{п}}$  – середня швидкість розпуску, м/с.

Згідно з [69] для гірки середньої потужності  $V_{\text{п}} = 1,4$  м/с, тоді тривалість розпуску становить:

$$t_{\text{розп}} = \frac{55 \cdot 14}{1,4 \cdot 60} = 9,1 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $t_{\text{розп}} = 9,1$  хв.

Час на осаджування вагонів на коліях сортувально-відправного парку «СВ» визначається як:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot m_{\text{в}}, \quad (4.15)$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 55 = 3,3 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{ос}} = 3,3$  хв.

Таким чином, технологічний час на розформування составу на сортувальній гірці складає:

$$t_{\text{рф}} = 4,1 + 4 + 6 + 9,1 + 3,3 = 26,5 \text{ хв.}$$

Графік організації роботи сортувальної гірки при одному маневровому локомотиві наведено на рисунку 4.7 (осаджування проводиться після розпуску кожних трьох составів).

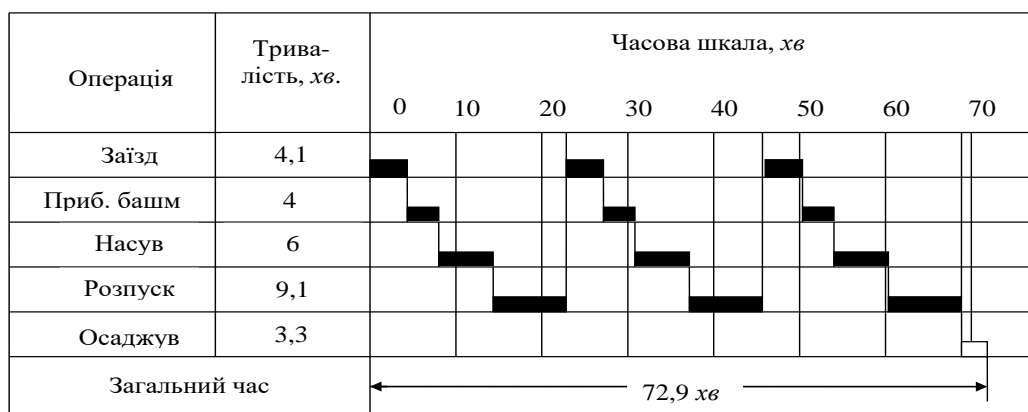


Рисунок 4.7 – Технологічний графік роботи сортувальної гірки

Як видно з вищенаведеного графіка, технологічний цикл роботи гірки, тобто, час між початком (закінченням) одного осаджування до початку (закінчення) наступного, дорівнює  $T_{\text{ц}} = 67 \text{ хв}$ , а гірковий інтервал (час від початку розпуску одного составу до моменту можливого початку розпуску наступного составу) визначається як

$$t_{\text{г}} = \frac{T_{\text{ц}}}{n_{\text{ц}}}, \quad (4.16)$$

де  $n_{\text{ц}}$  – кількість составів, розформованих за один цикл ( $n_{\text{ц}} = 3 \text{ состава}$ ).

Таким чином, гірковий технологічний інтервал складає:

$$t_{\text{г}} = \frac{72,9}{3} = 24,3 \text{ хв.}$$

### 4.3 Нормування тривалості технологічних операцій у сортувальному парку «С»

У сортувальному парку станції В, крім процесу накопичення вагонів на відповідні напрямки, виконується також і закінчення формування поїздів. Згідно табл. 3.5, сортувальна станція В формує 6 збірних та 42 наскрізних поїздів.

Як правило, на сортувальних станціях процес закінчення формування збірних поїздів виконується через сортувальну гірку у наступному порядку.

Маневровий диспетчер, після накопичення необхідної кількості вагонів, дає вказівку на проведення закінчення формування збірного поїзда. Для цього він візуально і по документам визначає, які сортувальні колії найменш заповнені. Після цього состав збірного поїзда розпускається через сортувальну гірку на наперед визна-

чені колії відповідно до станцій призначення вагонів. Після закінчення розпуску маневровий локомотив збирає вагони з вищезгаданих колій у необхідному порядку. Таким чином, тривалість закінчення формування збірної поїзда можна визначити по формулі:

$$T_{зф}^{зб} = t_{з,п} + t_{вит} + t_{роз} + T_{зб}, \quad (4.17)$$

де  $t_{з,п}$  – час на заїзд та причіпку локомотива до складу збірної поїзда, *хв*;

$t_{вит}$  – час на витягування складу, *хв*;

$t_{роз}$  – час на розпуск складу збірної поїзда, *хв*;

$T_{зб}$  – час збирання вагонів з відповідних колій, *хв*.

Розрахункова схема для розрахунку тривалості закінчення формування збірної поїзда показана на рисунку 4.8.

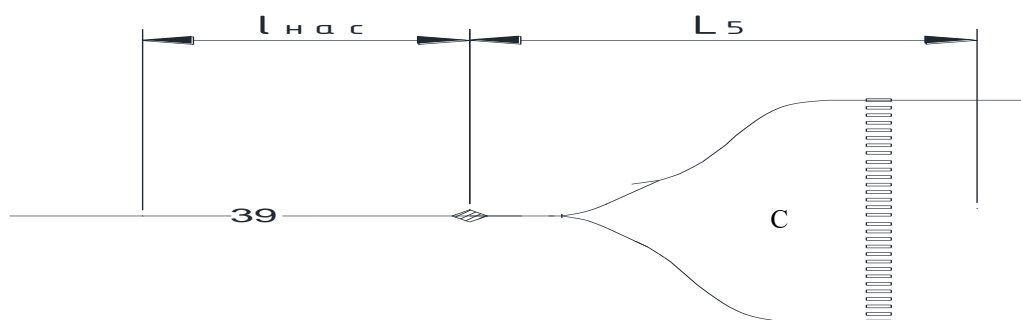


Рисунок 4.8 – Розрахункова схема для розрахунку тривалості закінчення формування збірної поїзда

Визначимо час на заїзд маневрового локомотиву та причіпку його до складу збірної поїзда. Використовуючи вираз (4.12) у якому  $t_3 = a$  та  $l_{п/р}^3 = L_5$ , то  $l_{п/р}^3 = 400m$ , при цьому згідно з [68]  $a = 1,32$ , тоді тривалість заїзду становить  $t_3 = 1,32$  *хв*.

Час на причіпку локомотива прийнято 2 *хв*. Таким чином, час на заїзд маневрового локомотива та причіпку його до складу збірної поїзда становить  $t_{з,п} = 1,32 + 2 = 2,32$  *хв*. Приймаємо  $t_{з,п} = 2,4$  *хв*.

Довжина напіврейсу витягування складає:

$$l_{п/р}^{вит} = L_5 + l_{нас} + l_{зб},$$

$$l_{п/р}^{внт} = 400 + 200 + 490 = 1090 \text{ м.}$$

Відповідно з [68] при довжині напіврейсу витягування 1090 м  $a = 2,25$ ,  $b = 0,074$ .

Таким чином  $t_{внт} = 2,25 + 0,074 \cdot 35 = 4,84 \text{ хв.}$

Прийнято  $t_{внт} = 4,9 \text{ хв.}$

Визначимо тривалість розпуску составу збірною поїзда за формулою (4.14):

$$t_{роз} = \frac{14 \cdot 35}{1,4 \cdot 60} = 5,83 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{роз} = 5,9 \text{ хв.}$

Визначимо тривалість збирання вагонів з відповідних колій:

$$T_{зб} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_c, \quad (4.18)$$

де  $p$  – кількість колій, з яких збираються вагони.

Середня кількість призначень вагонів у збірному поїзді дорівнює п'яти, тоді кількість колій, з яких збираються вагони згідно Додатку А.3 приймаємо  $p = 5$ . Тривалість збирання вагонів дорівнює:

$$T_{зб} = 1,8 \cdot 5 + 0,3 \cdot 35 = 19,5 \text{ хв.}$$

Таким чином, тривалість закінчення формування збірною поїзда складає:

$$T_{зф}^{зб} = 2,4 + 4,9 + 5,9 + 19,5 = 32,7 \text{ хв.}$$

Приймаємо  $T_{зф}^{зб} = 33 \text{ хв.}$

У зв'язку з наявністю 6 збірних поїздів та значною тривалістю закінчення формування кожного з них загальна тривалість зайняття гірки роботою з цими поїздами є надто великою ( $6 \cdot 33 = 198 \text{ хв.}$ ), при цьому протягом вказаного періоду на гірці не можливо буде виконувати розформування масових вагонопотоків, що надходять у переробку. Таким чином, у подальшому будемо вважати, що збірні поїзди формуються у горловині формування сортувального парку, що дозволить звільнити від цієї роботи основну сортувальну гірку.

Нормативний час на закінчення формування дільничних поїздів визначається за формулою:

$$T_{зф}^{дільн} = T_{ПТЕ} + T_{підт}, \quad (4.19)$$

де  $T_{ПТЕ}$  – час, необхідний на розпуск вагонів у складі поїзда відповідно до вимог ПТЕ [5] (усунення неспівпадінь осей автозчеплення більш ніж на 100 мм, постановка вагонів прикриття та інше), *хв*;

$T_{підт}$  – час, необхідний на підтягування вагонів з боку парку відправлення для ліквідації «вікон» на сортувальних коліях, *хв*.

Час, необхідний на розстановку вагонів у составі поїзда відповідно до вимог ПТЕ визначимо за формулою:

$$T_{ПТЕ} = B + E \cdot m_c, \quad (4.20)$$

де  $B, E$  – нормативні коефіцієнти.

Згідно з [68] при середній кількості операцій по розчепленню вагонів  $n_0 = 0,5$  на один состав  $B = 1,6$ ,  $E = 0,1$ ; тоді тривалість розстановки вагонів відповідно до вимог ПТЕ становить:

$$T_{ПТЕ} = 1,6 + 0,1 \cdot 55 = 7,1 \text{ хв}.$$

Час, необхідний на підтягування вагонів з боку парку відправлення для ліквідації «вікон» на сортувальних коліях визначимо за формулою:

$$T_{підт} = 0,08 \cdot m, \quad (4.21)$$

$$T_{підт} = 0,08 \cdot 55 = 4,4 \text{ хв}.$$

Тривалість закінчення формування дільничного поїзда становить:

$$T_{зф}^{дільн} = 7,1 + 4,4 = 11,5 \text{ хв}.$$

Прийнято  $T_{зф}^{дільн} = 12 \text{ хв}$ .

#### 4.4 Визначення колійного розвитку станції В

Колійний розвиток парків сортувальної станції повинен відповідати розрахунковим обсягам роботи станції і забезпечувати найменші простоя поїздів, пов'язані з

відсутністю вільних колій для приймання чи перестановки составів. Існуючий колійний розвиток включає: в парку прийому – 6 колій, в сортувальному парку – 23 колії, в приймально-відправному парку – 6 колій.

При визначенні необхідної кількості колій використана методика запропонована в [68].

#### 4.4.1 Розрахунок кількості колій в парку прийому «П»

В парк прийому прибувають вантажні поїзди в розформування з усіх напрямків. Існуючий колійний розвиток парку «П» становить 6 колій для прийому поїздів. У даному підрозділі визначимо відповідність вказаної кількості колій новим обсягам роботи у цьому парку.

Кількість колій, що необхідна в парку «П» визначається за формулою [68]:

$$П_{\text{шт}} = 0,01 \cdot N_p + n_{\text{оч}}^c + n_{\text{оч}}^p + f \cdot \sqrt{(n_{\text{то}}^c)^2 + (n_{\text{оч}}^p + \Delta)^2}, \quad (4.22)$$

де  $N_p$  – кількість поїздів, що прибувають в розформування;

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

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

$f$  – кількість середніх квадратичних відхилень кількості составів, що одночасно знаходяться в парку, від середнього значення цього числа составів, згідно з [68] прийнято  $f = 2$  для надійної роботи станції;

$\Delta$  – параметр, що залежить від коефіцієнтів варіації інтервалів між моментами надходження составів в систему  $\nu_{\text{вх}}$  і завантаження системи  $\psi$ .

Середня кількість составів, що знаходяться в парку в очікуванні і в процесі технічного огляду визначається за формулою:

$$n_{\text{то}}^c = n_{\text{оч}}^{\text{то}} + \psi_{\text{бр}}, \quad (4.23)$$

де  $n_{\text{оч}}^{\text{то}}$  – середня кількість составів, що знаходяться в очікуванні технічного огляду;

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

Середня кількість составів, що знаходяться в очікуванні технічного огляду, визначається за формулою:

$$n_{\text{оч}}^{\text{то}} = \frac{\psi_{\text{бр}} \cdot (1 + \nu_{\text{то}}^2) + \nu_{\text{вх}}^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{\psi_{\text{бр}}} - 1 \right)} + \varepsilon, \quad (4.24)$$

де  $\nu_{\text{то}}$  – коефіцієнт варіації тривалості технічного огляду складів бригадою ПТО;

$\nu_{\text{вх}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами прибуття поїздів в парк прийому «П»;

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

Згідно з п. 4.1.1  $\psi_{\text{бр}} = 0,6$ , а з [68]  $\nu_{\text{то}} = 0,25$ ,  $\nu_{\text{вх}} = 0,9$ , а  $\varepsilon = 0,03$ . Тоді кількість составів, що знаходяться в очікуванні технічного огляду становить:

$$n_{\text{оч}}^{\text{то}} = \frac{0,6 \cdot (1 + 0,25^2) + 0,9^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{0,6} - 1 \right)} + 0,03 = 0,37 \text{ поїздів};$$

$$n_{\text{то}}^{\text{с}} = 0,37 + 0,7 = 0,97 \text{ состава}.$$

Середня кількість составів, що знаходяться в парку прийому в очікуванні розформування визначається за формулою:

$$n_{\text{р}}^{\text{оч}} = \frac{\psi_{\text{г}} \cdot (1 + \nu_{\text{г}}^2) + \nu_{\text{вх.г}}^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{\psi_{\text{г}}} - 1 \right)} + \varepsilon, \quad (4.25)$$

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

$v_2$  – коефіцієнт варіації гіркового інтервалу;

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

Коефіцієнт завантаження сортувальної гірки визначається за формулою:

$$\psi_{\Gamma} = \frac{N_p \cdot t_{\Gamma}}{1440}, \quad (4.26)$$

де  $t_{\Gamma}$  – гірковий інтервал, *хв.* Згідно з п. 4.2  $t_{\Gamma} = 24,3$  *хв.*

$$\psi_{\Gamma} = \frac{40 \cdot 24,3}{1440} = 0,68.$$

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

$$v_{\text{вх.г}} = v_{\text{вх}} - 0,5 \cdot (v_{\text{вх}} - v_{\text{то}}) \cdot \psi_{\text{бр}}^{2 \cdot v_{\text{вх}}}. \quad (4.27)$$

Тоді отримаємо :  $v_{\text{вх.г}} = 0,9 - 0,5 \cdot (0,9 - 0,25) \cdot 0,6^{2 \cdot 0,9} = 0,77$ .

Згідно з [68]  $v_{\Gamma} = 0,4$ , а значення  $\varepsilon$  залежить від  $v_{\text{вх.г}}$ , тому приймаємо, що  $\varepsilon = 0,03$ .

Тоді розрахуємо  $n_{\text{оч}}^p$  за формулою (4.27):

$$n_{\text{оч}}^p = \frac{0,68 \cdot (1 + 0,4^2) + 0,77^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{0,68} - 1 \right)} + 0,03 = 0,44 \text{ поїздів.}$$

Значення  $\Delta$  згідно з [68] прийнято рівним  $\Delta = 0,35$ , тоді необхідна кількість колій в парку прийому становить:

$$П_{\text{пн}} = 0,01 \cdot 40 + 0,97 + 0,44 + 2 \cdot \sqrt{0,97^2 + (0,44 + 0,35)^2} = 4,31 \text{ колій.}$$

Прийнято, що розрахункова кількість колій в парку прийому становить 5 колій. З урахуванням ходової колії для маневрового локомотива колійний розвиток парку становить  $П_{\text{пн}} = 6$  колій, що відповідає існуючій кількості колій в парку прийому. Виходячи з цього робимо висновок, що колійний розвиток парку прийому достатній для обслуговування заданих добових розмірів руху.

#### 4.4.2 Розрахунок кількості колій в приймально-відправному парку «ПВ»

В приймально-відправний парк «ПВ», колійний розвиток якого становить 6 колій, прибувають транзитні вантажні поїзди з усіх напрямків, а також виставляються состави свого формування з сортувально-відправного парку «СВ» для відправлення в непарному напрямку.

Необхідна кількість колій в приймально-відправному парку «ПВ» визначається за формулою [68]:

$$P_{пв} = 0,015 \cdot (N_{тр} + N_{сф}) + n_c^{обр} + n_{оч}^л + 1,5 \cdot \sqrt{(n_c^{обр})^2 + (n_{оч}^л + 0,5)^2 + \sum (n_{оч}^{від} + 0,5)_i^2} \quad (4.28)$$

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

$N_{тр}$  – кількість транзитних поїздів;

$d$  – кількість напрямків відправлення поїздів;

$n_{оч}^л$  – середня кількість составів в очікуванні причіпки локомотива;

$n_{оч}^{від}$  – середня кількість поїздів в очікуванні відправлення;

$n_c^{обр}$  – середня кількість составів в очікуванні обробки;

$$n_c^{обр} = \frac{\psi_{бр} \cdot (1 + v_{обр}^2) + v_{вх}^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{\psi_{бр}} - 1 \right)} + \varepsilon, \quad (4.29)$$

де  $\psi_{бр}$  – коефіцієнт завантаження бригади ПТО; згідно з п.4.1.2  $\psi_{бр} = 0,58$ ;

$v_{вх}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами появи в парку составів, що відправляються на всі напрямки;

$v_{обр}$  – коефіцієнт варіації тривалості обробки;

Отже, середня кількість составів в очікуванні обробки при  $v_{вх} = 0,9$  [68] та  $v_{обр} = 0,2$  [68] становить:

$$n_c^{обр} = \frac{0,58 \cdot (1 + 0,2^2) + 0,9^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{0,58} - 1 \right)} + 0,03 = 0,29 \text{ поїзда,}$$

Середня кількість составів, що знаходяться в очікуванні причіпки локомотива визначається за формулою [68]:

$$n_{\text{оч}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot v_{\text{гот}} + 0,81 \cdot v_{\text{л}}^2 - 0,35 + \varepsilon) + (2,58 \cdot v_{\text{гот}}^2 + 3,23 \cdot v_{\text{л}}^2 + 0,75) \cdot (\psi_{\text{л}} - 0,7), \quad (4.30)$$

де  $v_{\text{гот}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами завершення технічного огляду составів, що відправляються на дані ділянки;

$\psi_{\text{л}}$  – коефіцієнт завантаження локомотивів. Згідно з [68]  $\psi_{\text{л}} = 0,75$ ;

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

Коефіцієнт варіації інтервалів між моментами завершення технічного огляду составів, що відправляються на дані ділянки, визначається за формулою:

$$v_{\text{гот}} = v_{\text{вх}} - \frac{1}{2 \cdot S} \cdot (v_i + v_{\text{обр}}) \cdot \psi_{\text{обр}}^{2 \cdot v} \quad (4.31)$$

Згідно з [68]  $v_{\text{обр}} = 0,2$ , тоді отримаємо :

$$v_{\text{гот}} = 0,9 - \frac{1}{2 \cdot 2} \cdot (0,9 + 0,2) \cdot 0,58^{2 \cdot 0,9} = 0,8.$$

Згідно з [68] прийнято, що  $v_{\text{л}} = 0,7$ , тоді кількість составів, що знаходяться в очікуванні причіпки локомотива становить:

$$n_{\text{оч}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot 0,8 + 0,81 \cdot 0,70^2 - 0,35 + 0,03) + (2,58 \cdot 0,8^2 + 3,23 \cdot 0,70^2 + 0,75) \times \\ \times (0,75 - 0,7) = 1,2 \text{ поїздів.}$$

Середня кількість поїздів в очікуванні відправлення визначається за формулою:

$$n_{\text{від}}^{\text{оч}} = \frac{\psi_i^{\text{діл}} \cdot (1 + (v_i^{\text{від}})^2) + (v_{\text{гот}}')^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{\psi_i^{\text{діл}}} - 1 \right)} + \varepsilon, \quad (4.32)$$

де  $\psi_i^{\text{діл}}$  – коефіцієнт завантаження для  $i$ -ї ділянки;

$v_i^{\text{від}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами відправлення поїздів.

$\nu'_{\text{гот}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами фактичної причіпки локомотивів до поїздів, що відправляються на дану ділянку.

Завантаження ділянки напрямку визначається за формулою:

$$\psi_i^{\text{діл}} = \frac{(N_{\text{тр}} + N_{\text{сф}})_i}{n_i^{\text{гр}}}, \quad (4.33)$$

де  $n_i^{\text{гр}}$  – максимальна кількість вантажних поїздів, що може відправлятися в  $i$ -ому напрямку:

$$n_i^{\text{гр}} = N_{\text{нал}} - \varepsilon_{\text{пас}} \cdot n_{\text{пас}} - n_{\text{сб}} \cdot (\varepsilon_{\text{сб}} - 1). \quad (4.34)$$

Визначимо максимальну кількість вантажних поїздів, що відправляються на напрямки, що примикають до сортувальної станції В.

Для напрямку Б:

$$n_i^{\text{гр}} = 100 - 1,5 \cdot 19 - 2 \cdot (2 - 1) = 69 \text{ поїздів};$$

$$\psi_B^{\text{діл}} = \frac{(22 + 18)}{69} = 0,58.$$

Для напрямку М:

$$n_i^{\text{гр}} = 100 - 1,5 \cdot 16 - 2 \cdot (2 - 1) = 74 \text{ поїздів};$$

$$\psi_M^{\text{діл}} = \frac{(16 + 14)}{74} = 0,41.$$

Для напрямку Н:

$$n_i^{\text{гр}} = 48 - 1,5 \cdot 3 - 2 \cdot (2 - 1) = 41 \text{ поїздів};$$

$$\psi_H^{\text{діл}} = \frac{10 + 7}{41} = 0,41.$$

Прийнято згідно [68] для ділянки В-Н  $\nu_i^{\text{від}} = 0,4$ , для ділянок В-П та В-Г  $\nu_i^{\text{від}} = 0,8$ , а  $\nu'_{\text{гот}} = 0,7$ ; тоді середня кількість поїздів в очікуванні відправлення буде:

$$n_{\text{відБ}}^{\text{оч}} = \frac{0,58 \cdot (1 + 0,8^2) + 0,7^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{0,58} - 1 \right)} + 0,03 = 0,335 \text{ сост};$$

$$n_{\text{ВідМ}}^{\text{оч}} = \frac{0,41 \cdot (1 + 0,8^2) + 0,7^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{0,41} - 1 \right)} + 0,03 = 0,086 \text{ сост};$$

$$n_{\text{ВідН}}^{\text{оч}} = \frac{0,41 \cdot (1 + 0,4^2) + 0,7^2 - 1}{2 \cdot \left( \frac{1}{0,41} - 1 \right)} + 0,03 = 0,018 \text{ сост.}$$

Тоді необхідна кількість колій в приймально-відправному парку «В» складає:

$$P_{\text{ПВ}} = 0,015 \cdot (48 + 39) + 0,29 + 1,2 + 1,5 \cdot \sqrt{0,29^2 + (1,2 + 0,5)^2 + (0,335 + 0,5)^2 + (0,086 + 0,5)^2 + (0,018 + 0,5)^2} = 7,2 \text{ колії.}$$

Таким чином, для обслуговування заданих розмірів поїздопотоків в приймально-відправному парку необхідно мати 8 колій, а є 4 колії.

#### 4.4.3 Розрахунок кількості колій в сортувальному парку «С»

Колійний розвиток парку «С» становить 23 колії. В сортувальному парку «С» виконується накопичення вагонів по призначенням плану формування. Необхідну кількість колій можна визначити по кількості призначень плану формування поїздів і по кількості вагонів на ці призначення. Якщо на даний напрямок за добу надходить більше 200 вагонів, то для цього напрямку необхідно виділити дві сортувальні колії, якщо менше – одну. Кількість вагонів на кожне призначення плану формування наведено в додатку А (таблиця А.5).

Розрахунок кількості сортувальних колій за призначеннями плану формування виконано в табличній формі (див. таблиця 4.3).

В результаті виконання розрахунків в даному розділі була перевірена відповідність існуючого колійного розвитку в парках сортувальної станції. Перевірка показала, що кількість колій не в усіх парках сортувальної станції В є достатньою і відповідає добовим розмірам руху поїздів.

Таким чином, в подальших розділах даної дипломної роботи будуть визначені варіанти удосконалення колійного розвитку станції В з метою приведення його до збільшених розмірів руху.

Таблиця 4.3 – Розрахунок необхідної кількості колій в сортувальному парку

№ п/п	Спеціалізація колій	Кількість вагонів за добу	Кількість колій	
1	Для накопичення вагонів на Б1	202	989	2
2	Для накопичення вагонів на Б2	206		2
3	Для накопичення вагонів на Б3	164		1
4	Для накопичення вагонів на Б4	123		1
5	Для накопичення вагонів на Б5	224		2
6	Для накопичення збірних на Б	70		1
7	Для накопичення вагонів на М1	190	759	1
8	Для накопичення вагонів на М2	174		1
9	Для накопичення вагонів на М3	152		1
10	Для накопичення вагонів на М4	173		1
11	Для накопичення збірних на М	70		1
12	Для накопичення вагонів на Н1	160	378	1
13	Для накопичення вагонів на Н2	148		1
14	Для накопичення збірних на Н	70		1
15	Для накопичення місцевих	105		2
16	Для вагонів з небезпечними вантажами	-		1
17	Для несправних вагонів	-		1
Разом		2231		21

## 5 АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

### 5.1 Аналіз параметрів існуючої сортувальної гірки

Розформування составів вантажних поїздів виконується на сортувальній гірці великої потужності (ГВП). Колійний розвиток сортувально-відправного парку С складається з 23 колій, що ув'язані в 3 пучки – по 8 в пучках 2,3 і 7 колій у першому. Згідно з додатком А (таблиця. А.5) гальмування відчепів при розпуску здійснюється на трьох гальмових позиціях (ГП), обладнаних вагонними уповільнювачами:

- перед першим стрілочним переводом на спускній частині гірки розташована ГП1, що обладнана двома вагонними уповільнювачами типу КНП-5;
- перед пучковими стрілочними переводами розташована ГП2 (пучкова), що обладнана двома уповільнювачами типу КНП-5;
- паркова гальмова позиція (ППП), розташована безпосередньо на кожній сортувальній колії за круговими кривими, обладнана двома уповільнювачами РНЗ-2М.

Згідно з [69] у гірковій горловині укладаються симетричні стрілочні переводи марки 1/6, тип рейок Р65. Також гіркова горловина обладнана однією колією насуву. Радіуси, що сполучають колії, коливаються від 200 до 1000 м. Сортувальна гірка обладнана пристроями гіркової автоматичної централізації (ГАЦ). Від якості роботи сортувальної гірки в значній мірі залежить ефективність функціонування всієї сортувальної системи і станції в цілому. У зв'язку з цим в дипломному проекті необхідно виконати перевірку техніко-експлуатаційних параметрів існуючої сортувальної гірки на відповідність її нормам проектування.

### 5.2 Розрахунок висоти сортувальної гірки

Висотою гірки  $H_T$  називається різниця між відмітками умовної вершини гірки (УВГ) і розрахункової точки (РТ), що лежить на розрахунковій «важкій» колії на відстані 50 м від кінця ППП [69].

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

$$H_p = h_{\text{осн}} + h_{\text{ск}} + h_{\text{св}} + h_{\text{сн}} - h_0, \quad (0.1)$$

де  $k_p$  – міра відхилення розрахункового значення  $h_w$  від його середнього значення;

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

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

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

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

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

Розгорнутий план розрахункової «важкої» колії

Розрахунок висоти гірки і подальше проектування її поздовжнього профілю здійснюється для розрахункової «важкої» колії. У якості розрахункової приймається сортувальна колія, по маршруту скочування на якій сумарна питома робота всіх сил опору руху відчепів буде максимальна. Для даної схеми гіркової горловини такою колією є сортувальна колія №11, оскільки від вершини гірки до цієї колії розташовано п'ять стрілочних переводів і сума кутів повороту всіх кривих є найбільшою. Суміжною колією є колія №12. Для розрахунку втрат енергетичних висот розрахункового бігуна побудований розгорнутий план «важкої» колії №11, на якому вказуються усі відстані і координати, стрілочні переводи, криві й кути повороту.

При розрахунку висоти гірки весь шлях скочування відчепу з гірки розбивається на три розрахункових ділянки (див. таблиця 0.1), кожна з котрих характеризується розрахунковою швидкістю скочування, яка прийнята згідно з [69].

Параметри кожної розрахункової ділянки (довжина, число стрілочних переводів і сума кутів повороту) приведені в таблиці 0.2.

Таблиця 0.1 – Середні швидкості скочування відчепів на ділянках

Розрахункова ділянка	Межа ділянки	$V_i, \text{ м/с}$
1	УВГ – початок ГП2	5,0
2	початок ГП2 – початок ППП	4,0
3	початок ППП – початок РТ	1,5

Таблиця 0.2 – Параметри розрахункових ділянок

Розрахункова ділянка	Довжина $L, \text{ м}$	Число стрілочних переходів $n, \text{ шт}$	Сума кутів повороту $\alpha, \text{ град.}$
1	134,182	1	13,94
2	168,696	4	27,24
3	59,85	0	12,32

## Визначення сил опору руху розрахункового відчепу

На кожній розрахунковій ділянці визначаються величини сил опору. Розрахунок втрат енергетичних висот при визначенні  $H_T$  виконується для розрахункового бігуна. Відповідно до [7], розрахунковий бігун характеризується наступними параметрами:

тип вагона – критий, 4-вісний;

тип підшипників – роликові;

вага вагона  $Q – 22 \text{ т}$ ;

основний питомий опір руху  $w_0 – 4,5 \text{ Н/кН}$ .

Таблиця 0.3 – Метеорологічні умови проектування

Параметри	Позначення	Значення
Середня швидкість зустрічного вітру, $\text{ м/с}$	$V_B$	3,73
Розрахункова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	$t$	– 17

Таким чином,  $H_T$  визначається за умови докочування розрахункового поганого бігуна від УВГ до РТ на розрахунковій важкій колії №11.

Питома робота основних сил опору руху визначається за формулою:

$$h_{\text{оч}} = w_0 \cdot L_p \cdot 10^{-3}, \quad (0.2)$$

де  $w_0$  – основний питомий опір руху відчепу,  $H/\kappa H$ ;

$L_p$  – розрахункова довжина маршруту від УВГ до РТ.

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

$$h_{\text{ск}} = (0,56n + 0,23 \sum \varphi) \cdot \bar{V}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (0.3)$$

де  $n$  – число стрілочних переводів на маршруті скочування;

$\sum \varphi$  – сума кутів повороту на маршруті скочування, включаючи кути повороту стрілочних переводів, *град.*;

$\bar{V}$  – середня швидкість скочування відчепа на ділянці, *м/с*.

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

$$h_{\text{св}} = \sum_{i=1}^k w_{\text{св}_i} \cdot L_i \cdot 10^{-3}, \quad (0.4)$$

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

$L_i$  – розрахункова довжина  $i$ -ої ділянки, *м*.

$$w_{\text{св}} = K_{\text{вс}} \cdot C_x \cdot V_p^2, \quad (0.5)$$

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

$C_x$  – коефіцієнт повітряного опору вагона;

$V_p$  – результуюча (відносна) швидкість вагона і вітру, *м/с*, тобто  $V_p = V + V_{\text{в}}$ .

$$K_{\text{вс}} = \frac{17,8 \cdot S}{(273 + t^\circ) \cdot Q}, \quad (0.6)$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу вагона,  $\text{м}^2$ ;

$t^{\circ}$  – температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$Q$  – вага розрахункового відчепу,  $\text{тс}$ .

$$h_{\text{осн}} = 4,5 \cdot 362,728 \cdot 10^{-3} = 1,632 \text{ м.е.в.}$$

$$K_{\text{вс}} = \frac{17,8 \cdot 8,5}{(273 + (-17)) \cdot 22} = 0,026$$

Виконаємо розрахунок сил опору руху від стрілок і кривих для 1-ї ділянки:

$$h_{\text{ск}} = (0,56 \cdot 1 + 0,23 \cdot 13,94) \cdot 5,0^2 \cdot 10^{-3} = 0,094 \text{ м.е.в.}$$

Результати розрахунку питомих робіт сил опору руху від стрілок і кривих для інших ділянок маршруту скочування наведено в таблиці 0.4.

Таблиця 0.4 – Результати розрахунку опору від стрілок і кривих

Ділянки	$L, \text{ м}$	$\Sigma\varphi, \text{ град}$		$n, \text{ шт.}$	$V_i, \text{ м/с}$	$h_{\text{ск}}, \text{ м.е.в.}$	
		№37	№38			№12	№11
1	134,182	13,94		1	5,0	0,094	
2	168,696	27,246	34,83	4	4,0	0,136	0,164
3	59,85	12,32	14,205	0	1,5	0,006	0,007
Всього	380,699					0,237	0,266

Згідно [5]  $C_x$  складає 1,61, а  $S = 9,7 \text{ м}^2$ , тоді виконаємо розрахунок сил опору руху від середовища і вітру для 1-ї ділянки маршруту скочування:

$$V_p = 6,56 + 4,0 = 10,56 \text{ м/с}$$

$$w_{\text{св}} = 0,026 \cdot 1,61 \cdot 50,957 = 2,21 \text{ Н / кН}$$

$$h_{\text{св}} = 2,21 \cdot 134,182 \cdot 10^{-3} = 0,297 \text{ м.е.в.}$$

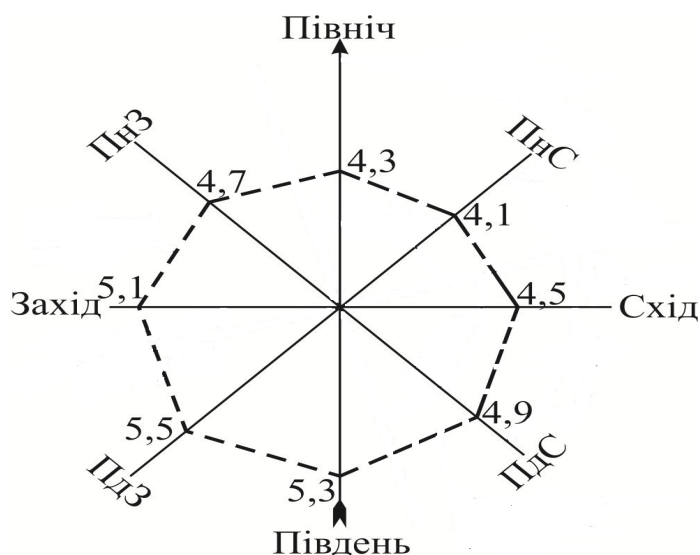


Рисунок 2.1 – Роза вітрів та напрямок розпуску

Результати розрахунку питомих сил опору руху від середовища і вітру для інших ділянок маршруту скочування наведені в таблиці 0.5.

Таблиця 0.5 – Результати розрахунку опору від середовища і вітру

Ділянки	$L, м$	$V, м/с$	$V_p, м/с$	$w_{св}, Н/кН$	$h_{св}, м.е.в.$
1	134,182	5,0	10,56	2,21	0,297
2	168,696	4,0	9,56	3,996	0,738
3	59,85	1,5	7,08	2,275	0,132
Всього					1,107

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

$$h_{сн} = w_{сн} \cdot L_{сн} \cdot 10^{-3}, \quad (0.7)$$

де  $w_{сн}$  – питомий опір від снігу й інею на  $i$ -й ділянці,  $Н/кН$ ;

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

Опір від снігу й інею розраховується для зимових умов у межах стрілочної зони і на сортувальних коліях, тобто на ділянці від кінця ГП2 до РТ. Таким чином,

$$L_{сн} = 168,696 + 59,85 = 228,54 м.$$

Згідно з [7]  $w_{\text{сн}} = 0,34 H/\kappa H$ , тоді опір від снігу й інею становить

$$h_{\text{сн}} = 0,34 \cdot (168,696 + 59,85) \cdot 10^{-3} = 0,078 \text{ м.е.в.}$$

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

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2 \cdot g'}, \quad (0.8)$$

де  $V_0$  – початкова швидкість розпуску,  $\text{м/с}$ ;

$g'$  – приведенне прискорення вільного падіння, що враховує енергетичний вплив ваги колісних пар, що обертаються,  $\text{м/с}^2$ , визначається за формулою (0.9).

$$g' = \frac{g}{1 + \frac{0,42 \cdot n_{\text{ос}}}{Q}}, \quad (0.9)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;

$n_{\text{ос}}$  – кількість колісних пар вагона (відчепу).

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

Згідно [69] для ГСП  $V_0$  складає  $1,40 \text{ м/с}$ , тоді

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

Знаючи сумарні втрати від кожного виду опору, а також енергетичну висоту, що відповідає початковій швидкості розпуску розрахункового бігуна на вершині гірки, по формулі (0.1) визначимо розрахункову профільну висоту сортувальної гірки, при цьому згідно з [69]  $k_p$  складає  $1,75$ :

$$H_p = 1,632 + 0,266 + 1,145 + 0,078 - 0,108 = 3,013 \text{ м.}$$

Таким чином, розрахункова профільна висота гірки складає 3,013 м, а висота існуючої гірки – 3,16 м. Тому дана сортувальна гірка забезпечить докочування розрахункового бігуна до розрахункової точки на «важкій» колії.

### 5.3 Побудова графіків втрат енергетичних висот для розрахункових бігунів

Для того, щоб перевірити працездатність сортувальної гірки, а також спрогнозувати її переробну спроможність, необхідно промодельювати процес розпуску відчепів з гірки. Однією з найпростіших моделей є графічна модель, що значно спрощує побудову кривих швидкості і часу скочування для розрахункових відчепів, на підставі яких робиться висновок про працездатність гірки і прогноз її переробної спроможності.

План і профіль гірки повинні забезпечувати розділення розрахункової групи відчепів на стрілочних переводах (СП), уповільнювачах і граничному стовпчику (ГС). Розрахунковою групою відчепів для ГСП приймається: (ШЛ/ПЛ)<sub>1</sub> – (ШВ/ПВ)<sub>2</sub> – (ШЛ/ПЛ)<sub>3</sub> згідно [70], де (Л) – легкої, (В) – важкої категорії маси. Характеристика розрахункових бігунів згідно [70] приведена в таблиці 0.6.

Швидкість розпуску 1,40 м/с, умови розпуску несприятливі: зимовий період ( $t^{\circ} = -17^{\circ}\text{C}$ ), вітер зустрічний, під кутом 30 градусів.

Таблиця 0.6 – Характеристика розрахункових бігунів

РБ	$M, \text{т}$	$\omega_0, \text{Н/кН}$	$g', \text{м/с}^2$	$K_{BC}$	$F, \text{м}^2$	$l_a, \text{м}$	$b_k, \text{м}$
ПЛ	22,0	4,5	9,11	0,026	8,5	13,92	10,50
ШЛ	28,0	0,5	9,76	0,021			
ПВ	72,0	2,6	9,59	0,008			
ШВ	100,0	0,5	9,65	0,006			

Крім того, криві втрат енергетичних висот для бігунів ШВ і ШЛ будуються для двох режимів: без гальмування і з гальмуванням на гальмівних позиціях. Це пов'язано з його великою швидкістю скочування, а швидкість виходу відчепів в РТ

відповідно до ПТЕ [5] повинна бути не більше припустимої швидкості співударяння, тобто 5 км/год (1,39 м/с).

Розрахунки втрат енергетичної висоти для розрахункових бігунів зведені до таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 - Розрахунок втрат енергетичної висоти

Параметри бігунів				РД	Лрд	h <sub>осн</sub>	h <sub>ск</sub>	h <sub>св</sub>	h <sub>сн</sub>	hw	Hw	У
тип	M <sub>рб,т</sub>	w <sub>0</sub>	w <sub>сн</sub>									
ПЛ	22	4,5	0,34	1	134,182	0,604	0,094	0,536	-	1,234	1,23	61,7
				2	168,696	0,759	0,164	0,528	0,06	1,508	2,74	137,1
				3	59,85	0,269	0,007	0,082	0,02	0,378	3,12	156
ШЛ	28	0,5		1	134,182	0,067	0,094	0,421	-	0,582	0,58	29,1
				2	168,696	0,084	0,136	0,415	-	0,635	1,22	60,9
				3	59,85	0,03	0,006	0,064	-	0,1	1,32	65,9
ПВ	72	2,6	0,1	1	134,182	0,349	0,094	0,164	-	0,607	0,61	30,4
				2	168,696	0,439	0,164	0,161	0,02	0,781	1,39	69,4
				3	59,85	0,156	0,007	0,025	0,01	0,194	1,58	79,1
ШВ	100	0,5		1	134,182	0,067	0,094	0,118	-	0,279	0,28	14
				2	168,696	0,084	0,136	0,116	-	0,336	0,62	30,8
				3	59,85	0,03	0,006	0,018	-	0,054	0,67	33,5

Відповідно до табл. 5.8, бігун ПВ у кінці маршруту скочування втрачає в цілому 1,582 м.е.в., тобто він ще має запас енергії, що відповідає деякій швидкості, яка перевищує припустиму швидкість співударяння вагонів. У цьому зв'язку необхідно виконати гальмування цього бігуна на гальмівних позиціях. Гальмування виконується таким чином, щоб зрівняти швидкості бігунів на розрахункових ділянках. При цьому варто враховувати максимальну потужність гальмівних позицій.

## 5.4 Побудова графіків швидкості і часу скочування розрахункових бігунів

Криві швидкості і часу скочування  $V = f(S)$  і  $T = f(S)$  будуються для кожного з трьох розрахункових бігунів, що беруть участь у моделюванні процесу скочування  $(ШЛ/ПЛ)_1 - (ШВ/ПВ)_2 - (ШЛ/ПЛ)_3$ , для яких були побудовані графіки втрат енергетичних висот.

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

$$V_i = \sqrt{2 \cdot g' \cdot h_i}, \quad (0.10)$$

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

$$h_i = y_{hi} \cdot 20 \cdot 10^{-3}, \quad (0.11)$$

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

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

$$t_{i,i+1} = \frac{2 \cdot \Delta S_{i,i+1}}{V_i + V_{i,i+1}} \quad (0.12)$$

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

$$T_j = \sum_{i=1}^j t_i \quad (0.13)$$

Інтервал між відчепами на вершині гірки можна визначити за формулою:

$$I_0 = \frac{l_{\text{ваг}}^1 + l_{\text{ваг}}^2}{2 \cdot V_0}, \quad (0.14)$$

Інтервал між відчепами ПЛ-(ШВ/ПВ)-ШЛ на вершині гірки складає

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

Результати розрахунків швидкості та тривалості скочування наведені в таблицях 5.9 та 5.10. Виконаний в табл. 5.9 розрахунок швидкості та тривалості скочування відчепів дозволить виконати аналіз умов інтервального регулювання швидкості скочування відчепів на існуючій сортувальній гірці станції С.

### 5.5 Аналіз інтервалів на розділових елементах сортувальної гірки

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

Перевірка умови розділення відчепів виконується на базі графіків часу скочування бігунів ( $T = f(S)$ ). Перевірка виконується графічним і аналітичним способами.

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

$$\delta t = I_0 + T_{\text{вх}2} - T_{\text{вих}1}, \quad (0.15)$$

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

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

Виконаємо розрахунок інтервалу між відчепами на стрілочному переводі №1 ( $TG_{\text{ПЛ}}=23,21\text{с}$ ,  $TE_{\text{ШВ}}=17,66\text{с}$ ,  $TG_{\text{ПВ}}=22,31\text{с}$ ,  $TG_{\text{ШЛ}}=17,99\text{с}$ ):

$$\text{ПЛ-ШВ} \quad \delta t = 9,94 + 17,66 - 23,21 = 4,29\text{с},$$

$$\text{ПВ-ШЛ} \quad \delta t = 9,94 + 17,99 - 22,31 = 5,62\text{с}.$$

Таблиця 0.9 – Розрахунок графіків швидкості і часу скочування відчепів ПЛІ та ШВ

Найменування	Параметри бігуна ПЛІ						Параметри бігуна ШВ				Δt,c
	S,м	ΔS,м	Yh,мм	V,м/с	t,c	T, c	Yh,мм	V, м/с	t, c	T, c	
УВГ	0		5,4	1,4		0	5,4	1,4		0	0
	10	10	21,08	2,77	4,8	4,8	24,63	3	4,55	4,55	0,25
	20	10	36,75	3,66	3,11	7,91	43,86	4	2,86	7,41	0,5
	30	10	52,43	4,37	2,49	10,4	63,09	4,79	2,28	9,69	0,71
	40	10	61,86	4,75	2,19	12,6	76,08	5,27	1,99	11,68	0,91
Вхід ІД ГП 1	44,55	4,55	63,3	4,8	0,95	13,5	79,14	5,37	0,86	12,54	1
Вхід ГП 1	45,05	0,5	63,46	4,81	0,1	13,6	79,48	5,38	0,09	12,63	1,01
	57,05	12	67,27	4,95	2,46	16,1	76,19	5,27	2,25	14,88	1,22
Вихід ІД ГП 1	68,53	11,5	70,92	5,08	2,29	18,4	73,05	5,16	2,2	17,08	1,31
Вхід ІД СП 1	71,5	2,97	71,86	5,12	0,58	19	72,24	5,13	0,58	17,66	1,31
Вихід ГП 1	81,5	10	74,08	5,2	1,94	20,9	68,54	5	1,97	19,63	1,28
Вихід ІД СП 1	93,38	11,9	72,77	5,15	2,3	23,2	71,46	5,1	2,35	21,98	1,23
	110,38	17	70,9	5,08	3,32	26,5	75,64	5,25	3,29	25,27	1,26
Вхід ІД ГП 2	128,432	18,1	68,92	5,01	3,58	30,1	80,07	5,4	3,39	28,66	1,45
Вхід ГП 2	128,932	0,5	68,87	5,01	0,1	30,2	80,2	5,41	0,09	28,75	1,46
	140,932	12	67,63	4,96	2,41	32,6	70,58	5,07	2,29	31,04	1,58
Вихід ІД ГП 2	152,412	11,5	66,52	4,92	2,32	34,9	61,39	4,73	2,34	33,38	1,56
Вихід ГП 2	165,382	13	64,7	4,86	2,65	37,6	50,43	4,29	2,88	36,26	1,33
Вхід ІД СП 31	187,488	22,1	57,03	4,56	4,69	42,3	50,44	4,29	5,15	41,41	0,87
Вихід ІД СП 31	209,368	21,9	49,44	4,24	4,97	47,3	50,45	4,29	5,1	46,51	0,74
Вхід ІД СП 33	211,448	2,08	48,72	4,21	0,49	47,7	50,45	4,29	0,48	46,99	0,75
Вихід ІД СП 33	233,328	21,9	41,13	3,87	5,42	53,2	50,46	4,29	5,1	52,09	1,07
Вхід ІД СП 37	235,418	2,09	40,4	3,84	0,54	53,7	50,46	4,29	0,49	52,58	1,12
Вихід ІД СП 37	257,298	21,9	32,81	3,46	5,99	59,7	50,47	4,29	5,1	57,68	2,01
Вхід ГС	275,918	18,6	26,35	3,1	5,68	65,4	50,48	4,29	4,34	62,02	3,35
Вихід ГС	289,838	13,9	21,52	2,8	4,72	70,1	50,49	4,29	3,24	65,26	4,83
Вхід ППП	297,628	7,79	18,82	2,62	2,87	73	50,47	4,29	1,82	67,08	5,88
Вихід ППП	317,978	20,4	12,82	2,16	8,51	81,5	5,68	1,44	7,1	74,18	7,29
	337,978	20	7,1	1,61	10,6	92,1	5,37	1,4	14,08	88,26	3,82
	357,978	20	1,39	0,71	17,2	109	5,07	1,36	14,49	102,75	6,57
РТ	362,728	4,75	0	0	13,4	123	5	1,35	3,51	106,26	16,44

Таблиця 0.10 – Розрахунок графіків швидкості і часу скочування відчепів ПВ та ШЛ

Найменування точки	Параметри бігуна ПЛ						Параметри бігуна ШВ				$\Delta t, c$
	$S, m$	$\Delta S, m$	$Yh, mm$	$V, m/c$	$t, c$	$T, c$	$Yh, mm$	$V, m/c$	$t, c$	$T, c$	
УВГ	0		5,4	1,4		0	5,4	1,4		0	0
	10	10	23,41	2,92	4,63	4,63	23,51	2,93	4,62	4,62	0,01
	20	10	41,42	3,89	2,94	7,57	41,61	3,89	2,93	7,55	0,02
	30	10	59,43	4,65	2,34	9,91	59,72	4,66	2,34	9,89	0,02
	40	10	71,19	5,09	2,05	11,96	71,57	5,11	2,05	11,94	0,02
Вхід ІД ГП 1	44,55	4,55	73,69	5,18	0,89	12,85	74,13	5,2	0,88	12,82	0,03
Вхід ГП 1	45,05	0,5	73,97	5,19	0,1	12,95	74,41	5,21	0,1	12,92	0,03
	57,05	12	80,58	5,42	2,26	15,21	74,61	5,21	2,3	15,22	-0,01
Вихід ІД ГП 1	68,53	11,48	71,09	5,09	2,18	17,39	74,81	5,22	2,2	17,42	-0,03
Вхід ІД СП 1	71,5	2,97	70,73	5,08	0,58	17,97	74,86	5,22	0,57	17,99	-0,02
Вихід ГП 1	81,5	10	68,54	5	1,98	19,95	74,08	5,2	1,92	19,91	0,04
Вихід ІД СП 1	93,38	11,88	70,01	5,05	2,36	22,31	75,66	5,25	2,27	22,18	0,13
	110,38	17	72,11	5,13	3,34	25,65	77,92	5,33	3,21	25,39	0,26
Вхід ІД ГП 2	128,432	18,052	74,34	5,2	3,5	29,15	80,32	5,41	3,36	28,75	0,4
Вхід ГП 2	128,932	0,5	74,4	5,21	0,1	29,25	80,39	5,41	0,09	28,84	0,41
	140,932	12	66,69	4,93	2,37	31,62	75,41	5,24	2,25	31,09	0,53
Вихід ІД ГП 2	152,412	11,48	59,32	4,65	2,4	34,02	70,65	5,07	2,23	33,32	0,7
Вихід ГП 2	165,382	12,97	50,43	4,29	2,9	36,92	64,7	4,86	2,61	35,93	0,99
Вхід ІД СП 31	187,488	22,106	47,53	4,16	5,23	42,15	62,74	4,78	4,59	40,52	1,63
Вихід ІД СП 31	209,368	21,88	44,66	4,03	5,34	47,49	60,81	4,71	4,61	45,13	2,36
Вхід ІД СП 33	211,448	2,08	44,39	4,02	0,52	48,01	60,62	4,7	0,44	45,57	2,44
Вихід ІД СП 33	233,328	21,88	41,52	3,89	5,53	53,54	58,69	4,62	4,7	50,27	3,27
Вхід ІД СП 37	235,418	2,09	41,25	3,88	0,54	54,08	58,5	4,62	0,45	50,72	3,36
Вихід ІД СП 37	257,298	21,88	38,38	3,74	5,74	59,82	56,57	4,54	4,78	55,5	4,32
Вхід ГС	275,918	18,62	35,93	3,62	5,06	64,88	54,92	4,47	4,13	59,63	5,25
Вихід ГС	289,838	13,92	34,11	3,53	3,89	68,77	53,69	4,42	3,13	62,76	6,01
Вхід ПГП	297,628	7,79	33,09	3,47	2,23	71	52,98	4,39	1,77	64,53	6,47
Вихід ПГП	317,978	20,35	10,91	1,99	7,45	78,45	7,4	1,64	6,75	71,28	7,17
	337,978	20	8,27	1,74	10,72	89,17	6,32	1,52	12,66	83,94	5,23
	357,978	20	5,63	1,43	12,62	101,79	5,25	1,38	13,79	97,73	4,06
РТ	362,728	4,75	5	1,35	3,42	105,21	5	1,35	3,48	101,21	4

Розрахунок інтервалів на всіх розділових елементах маршруту скочування приведений в таблиці 0.7.

Таблиця 0.7 – Розрахунок інтервалів на розділових елементах

№	Розділовий елемент	$SE, м$	$SG, м$	$ПЛ_1 - ШВ_2$			$ПВ_1 - ШЛ_2$			$\delta t_p, c$	$\delta t_{min}, c$
				$TE_2$	$TG_1$	$\delta t_1, c$	$TE_2$	$TG_1$	$\delta t_2, c$		
1	ІД ГП 1	44,55	68,53	12,54	18,39	4,09	12,82	17,59	5,37	4,09	0,8
2	ІД СП 1	71,5	93,38	17,66	23,21	4,39	17,99	22,31	5,62	5,005	1
3	ІД ГП 2	128,432	132,412	28,66	34,94	3,66	28,75	34,02	4,67	4,165	1
4	ІД СП 31	187,488	209,368	41,41	47,25	4,1	40,52	47,49	2,97	3,535	1
5	ІД СП 33	211,448	233,328	46,99	53,16	3,77	45,57	53,54	1,97	2,87	1
6	ІД СП 37	235,418	257,258	52,58	59,69	2,83	50,72	59,82	0,84	1,835	1
7	ГС	275,918	289,838	62,02	70,09	1,87	59,63	68,77	0,8	1,335	0

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

## 5.6 Визначення переробної спроможності гірки

Потенційна переробна спроможність гірки визначається за формулою:

$$N_{\Pi} = \frac{1440\alpha_{вр} - \sum T_{пост}}{\rho_{\Gamma} t_{\Gamma}} \cdot m_c, \quad (0.16)$$

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

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

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

$m_c$  – кількість вагонів у складі поїзду, *ваг*.

Згідно з [5]  $\alpha_{вр}=0,95$ ,  $T_{пост}=60$  *хв*, а  $t_{\Gamma}=16,78$  *хв* (див. п. 3.3), тоді потенційна переробна спроможність гірки складає

$$N_{\Pi} = \frac{1440 \cdot 0,95 - 60}{1,16,78} \cdot 55 = 3968 \text{ ваг}$$

Так як середньодобовий обсяг роботи сортувальної гірки складає 3667 вагонів на добу, то, порівнюючи його з потенційною переробною спроможністю, можна сказати, що гірка справляється з заданим обсягом роботи.

Завантаження сортувальної гірки визначається за формулою:

$$\Psi_{\Gamma} = \frac{N_{\text{д}}}{N_{\Pi}} \quad (0.17)$$

Отже маємо:

$$\Psi_{\Gamma} = \frac{2633}{3968} = 0,66$$

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

## 6 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ ВІД ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДСИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ

### 6.1 Постановка задачі дослідження

У зв'язку зі збільшенням розрахункових обсягів як вантажного транзитного вагонопотоку у переробку так і без переробки, виникла необхідність аналізу вузьких місць на схемі станції В, і особливо у підсистемі формування. Як показали розрахунки у розділі 4, не всі парки мають достатню кількість колій для нормального обслуговування вантажних поїздів. У зв'язку з цим в даному розділі буде розглянуто ряд варіантів реконструкції горловини формування станції В з метою пошуку раціонального із них.

Схема існуючої сортувальної станції В наведена на рисунку 6.1:

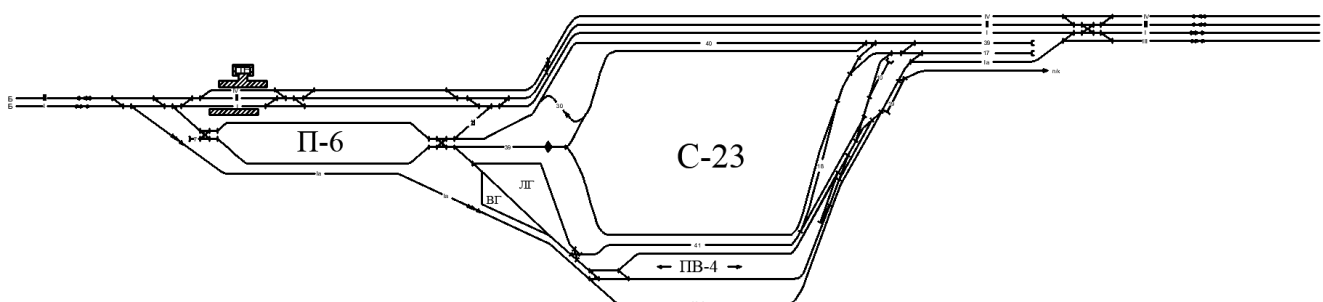


Рисунок 6.1 – Схема існуючої сортувальної станції В

Наведена сортувальна станція має горловину формування, яка призначена для виконання наступних операцій:

- прийом парних транзитних поїздів;
- відправлення непарних транзитних поїздів;
- відправлення парних поїздів свого формування;
- виставлення всіх составів поїздів свого формування із сортувального парку в парк відправлення.

Як було встановлено раніше, потрібна кількість колій в сортувальному парку складає 21 колію, а наявна кількість рівна 23 коліям, отже в сортувальному парку є 2 надлишкові колії. В той же час у приймально-відправному парку при наявній кількості колій рівній 4 коліям необхідна кількість колій складає 8 колій.

З метою приведення колійного розвитку станції В до збільшених обсягів роботи в даному розділі будуть запроєктовані варіанти збільшення кількості колій для обслуговування поїздів свого формування та транзитних. В результаті техніко-економічних розрахунків серед запропонованих варіантів буде вибрано найбільш економічно обґрунтований.

## 6.2 Розрахунок тривалості основних операцій за варіантами

Для проектування ряду варіантів реконструкції виконаємо деякі допоміжні розрахунки. Так, для варіантів 1 та 5 розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості відправлення поїзда свого формування у напрямку Б зображена на рисунку 6.2.

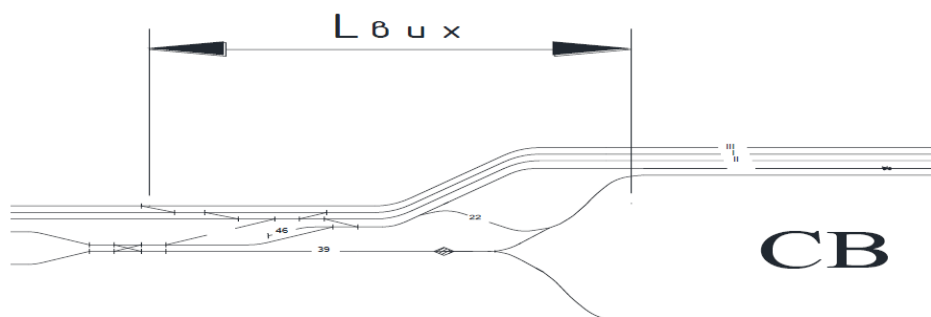


Рисунок 6.2 – Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості відправлення поїзда свого формування у напрямку Б

Відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту в парному напрямку:

$$L_{\text{вих}} = 800 + 798 = 1598 \text{ м.}$$

Час заняття колії під час відправлення поїзда з парку становить:

$$t_{\text{відп}} = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1598}{35} = 2,84 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{відп}} = 2,9 \text{ хв.}$

Тривалість перестановки поїздів свого формування з сортувально-відправного парку «СВ» в приймально-відправний парк «ПВ» для відправлення в парному напрямку визначається за формулою:

$$t_{\text{перест}} = t_3 + t_{\text{виг}} + t_{\text{ос}}, \quad (6.1)$$

де  $t_3$  – тривалість заїзду маневрового локомотива з приймально-відправного парку «ПВ» у сортувально-відправний парк «СВ», *хв*;

$t_{\text{вит}}$  – тривалість витягування составу з сортувального парку, *хв*;

$t_{\text{ос}}$  – тривалість осаджування составу у парк «ПВ», *хв*.

Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості перестановки составу з сортувально-відправного парку у приймально-відправний парк показана на рисунку 6.3

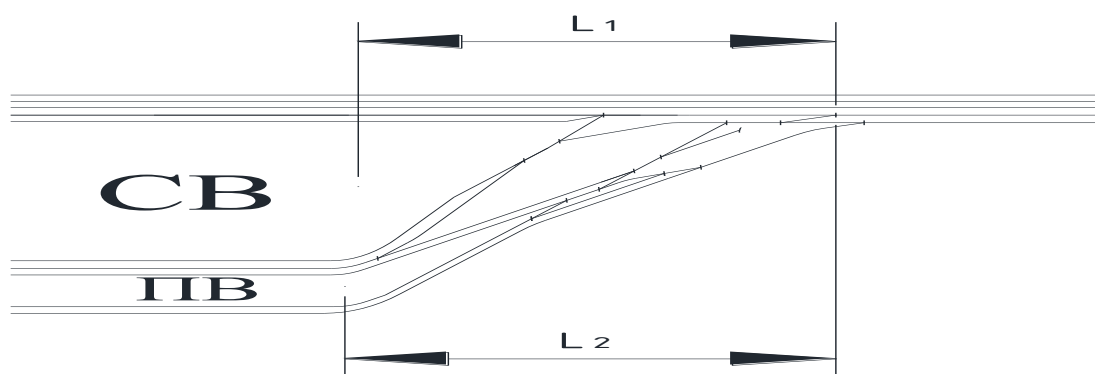


Рисунок 6.3 – Розрахункова схема станції В для розрахунку тривалості перестановки составу з сортувального парку у приймально-відправний парк

Час перестановки визначається як сума тривалості маневрових напіврейсів. Тривалість маневрового напіврейсу визначається за формулою:

$$t_{\text{н/р}} = a + b \cdot m, \quad (6.2)$$

де  $a, b$  – нормативні коефіцієнти ( $a$  – час на пересування локомотива,  $b$  – час на пересування вагона), значення яких залежить від довжини маневрового напіврейсу.

$$t_3 = a, \text{ хв};$$

$$t_{\text{вит}} = a + b \cdot m, \text{ хв};$$

$$t_{\text{ос}} = a + b \cdot m, \text{ хв}.$$

Довжина напіврейсу заїзду:

$$l_{\text{н/р}}^3 = L_1 + l_{\text{лок}}, \text{ м},$$

$$l_{п/р}^3 = 600 + 27 = 627 \text{ м.}$$

Довжина напіврейсу витягування:

$$l_{п/р}^{\text{ВИТ}} = L_1 + l_{п}, \text{ м,}$$

$$l_{п/р}^{\text{ВИТ}} = 600 + 798 = 1398 \text{ м.}$$

Довжина напіврейсу осаджування:

$$l_{п/р}^3 = L_2 + l_{п}, \text{ м,}$$

$$l_{п/р}^3 = 600 + 798 = 1398 \text{ м.}$$

Визначимо коефіцієнти  $a$  та  $b$  згідно з [68]:

$$t_3 : a = 1,69, \text{ тоді } t_3 = 1,69 \text{ хв ;}$$

$$t_{\text{ВИТ}} : a = 2,72; b = 0,086, \text{ тоді } t_{\text{ВИТ}} = 2,72 + 0,086 \cdot 55 = 7,45 \text{ хв ;}$$

$$t_{\text{ос}} : a = 2,72; b = 0,086, \text{ тоді } t_{\text{ос}} = 2,72 + 0,086 \cdot 55 = 7,45 \text{ хв ;}$$

$$t_{\text{перест}} = 1,69 + 7,45 + 7,45 = 16,59 \text{ хв.}$$

Прийнято  $t_{\text{перест}} = 17 \text{ хв.}$

Тривалість обробки состава поїзда свого формування бригадою ПТО у першому пучку сортувально-відправного парку, призначеного для відправлення поїздів свого формування на Б, становить:

$$t_{\text{обр}}^{\text{тр.с.ф.}} = \frac{1 \cdot 55}{1} + 0,2 \cdot 20 + 3 = 62 \text{ хв ,}$$

Приймаємо  $t_{\text{обр}}^{\text{тр.с.ф.}} = 62 \text{ хв} \approx 1,03 \text{ год.}$

Виконаємо перевірку завантаження бригади ПТО в сортувально-відправному парку «СВ»:

$$\psi = \frac{1,03 \cdot 18}{24} = 0,77 .$$

Як видно з розрахунків у сортувально-відправному парку достатньо однієї бригади ПТО з однією групою.

Колійний розвиток парку «СВ» становить 23 колії. В сортувально-відправному парку «СВ» виконується накопичення вагонів по призначенням плану формування, а також відправлення поїздів свого формування непарного напрямку. Необхідну кількість колій можна визначити по кількості призначень плану форму-

вання поїздів і по кількості вагонів на ці призначення. Якщо на даний напрямок за добу надходить більше 200 вагонів, то для цього напрямку необхідно виділити дві сортувальні колії, якщо менше – одну. Крім того, необхідно передбачити колії для відправлення поїздів.

$$P_{\text{св}} = P_{\text{ф}} + 0,8 \cdot P_{\text{дод}} + P_{\text{е}}, \quad (6.3)$$

де  $P_{\text{ф}}$  – кількість колій в парку, яка необхідна по плану формування;

$P_{\text{дод}}$  – кількість додаткових колій;

$P_{\text{е}}$  – кількість колій, необхідна для обробки та відправлення поїздів свого формування,  $P_{\text{дод}}$  розраховується як

$$P_{\text{е}} = 0,015 \cdot (22 + 18) + 0,29 + 1,2 + 1,5 \cdot \sqrt{(0,29)^2 + (1,2 + 0,5)^2 + (0,335 + 0,5)^2} = 2,8 \text{ колій.}$$

Як було встановлено в розділі 4, кількість колій  $P_{\text{ф}} = 21$  колій.

Визначимо кількість колій в сортувально-відправному парку «СВ»

$$P_{\text{св}} = 21 + 0,8 \cdot 3 = 23,4 \text{ колій.}$$

Прийнято, що в парку «СВ» необхідно мати 23,4 сортувальні колії, що практично відповідає існуючій їх кількості.

Таким чином, для першого варіанту реконструкції станції В розрахункова кількість колій в сортувально-відправному парку «СВ» відповідає наявній їх кількості (23 колії), що свідчить про можливість впровадження такого варіанту.

### 6.3 Варіанти реконструкції підсистеми формування станції В

В рамках деталі дипломної роботи було попередньо запропоновано 5 варіантів реконструкції існуючої підсистеми формування станції В та деяких інших колій станції, з метою забезпечення покращення якісних показників роботи станції В.

Перший варіант реконструкції станції В (див. рисунок 6.4) передбачає просте збільшення кількості колій у парку ПВ з 4-х до 6-ти, а також виділення із сортувального парку С 8-ми сортувальних колій, які рекомендується зробити сортувально-відправними, з можливістю відправлення поїздів свого формування на Б. Це дозво-

лить зменшити потребу у перестановці составів із сортувального парку в парк відправлення, що дозволить знизити завантаження горловини формування сортувального парку. Крім цього, конструкція парної горловини приймально-відправного парку дозволяє паралельно з виставленням поїздів свого формування виконувати прийом та відправлення транзитних поїздів з М та Н та навпаки.

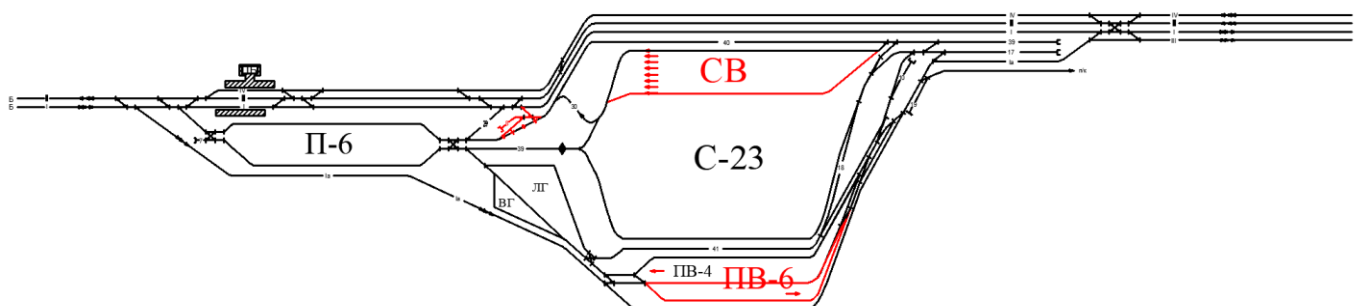


Рисунок 6.4 – Схема 1-го варіанту реконструкції станції В

Даний варіант дозволяє також подовжити приймально-відправні колії транзитного парку на таку відстань, яка забезпечить мінімальну довжину цих колій рівну 850 м.

Другий варіант реконструкції горловини формування та пов'язаних колій (див. рисунок 6.5) також забезпечує вказану паралельність операцій, проте не дозволяє зменшити завантаженість горловини формування оскільки передбачає, що всі поїзди свого формування будуть переставлятися у приймально-відправний парк. Крім того, за даним варіантом передбачається зміну положення головної колії Іа в процесі виконання реконструкції, що викличе додаткові витрати.

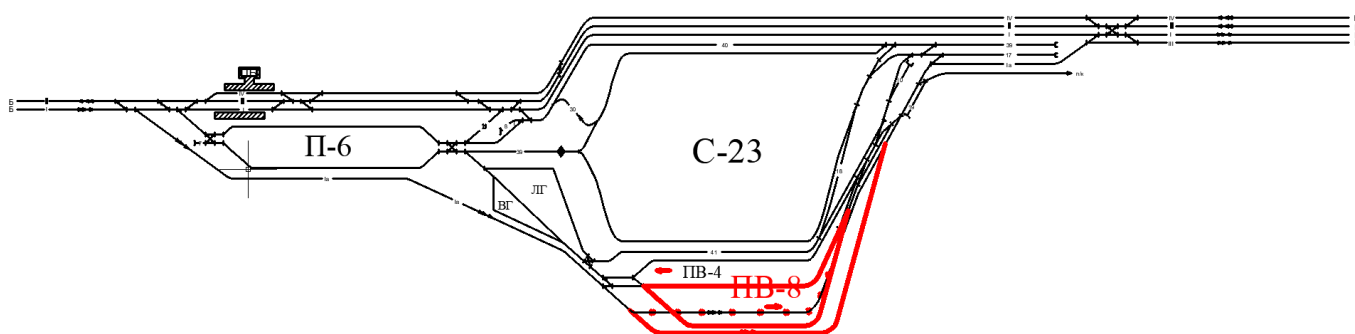


Рисунок 6.5 – Схема 2-го варіанту реконструкції станції В

Третій варіант реконструкції горловини формування та пов'язаних колій (див. рисунок 6.6) забезпечує більшу поточність операцій з поїздами свого формування, оскільки передбачає спорудження послідовно з сортувальним парком приймально-

відправного парку, де планується обслуговувати усі поїзди свого формування. В той же час приймально-відправний парк буде призначений для обслуговування як парних так і непарних транзитних поїздів.

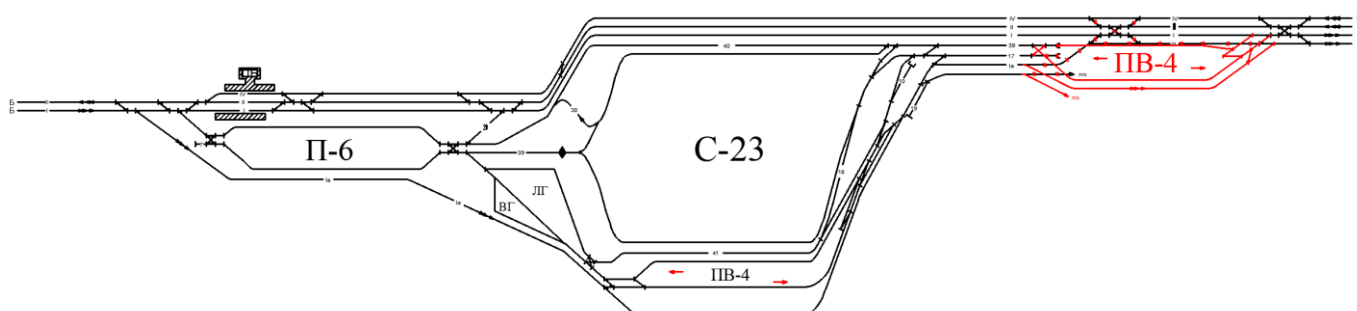


Рисунок 6.6 – Схема 3-го варіанту реконструкції станції В

Четвертий варіант реконструкції горловини формування та пов'язаних колій (див. рисунок 6.7) також передбачає спорудження окремого приймально-відправного парку, проте він планується споруджуватись паралельно до сортувального парку. Даний парк буде складатись із 4-х колій довжиною від 850 м та буде призначений для обслуговування парних транзитних вантажних поїздів та парних поїздів свого формування. Існуючий приймально-відправний парк з колійним розвитком рівним 4 колії за даним варіантом буде спеціалізуватись для обслуговування непарних вантажних поїздів свого формування та транзитних.

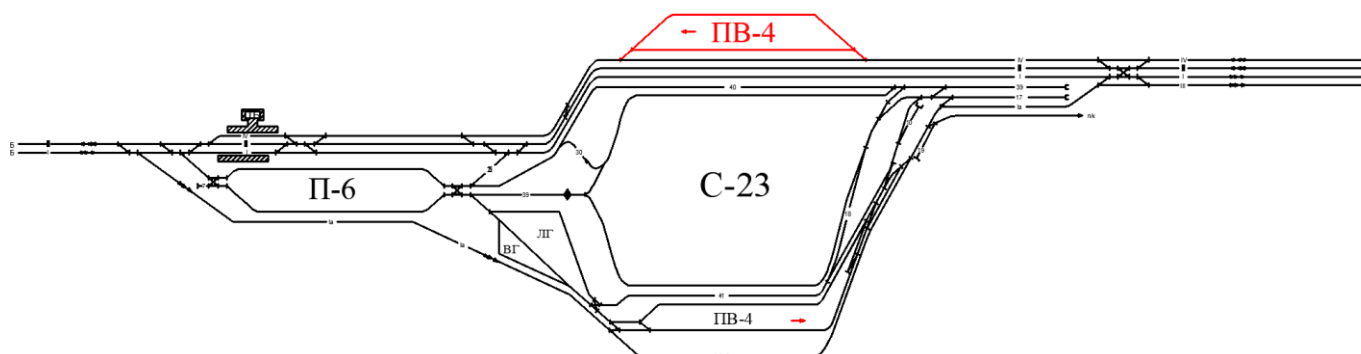


Рисунок 6.7 – Схема 4-го варіанту реконструкції станції В

П'ятий варіант реконструкції горловини формування та пов'язаних колій (див. рисунок 6.8) передбачає виділення частини сортувальних колій у окремий приймально-відправний парк ПВ-2, в якому будуть обслуговуватись поїзди свого формування та транзитні вантажні поїзди на Б. В той же час у існуючому парку ПВ будуть обслуговуватись усі непарні вантажні поїзди.

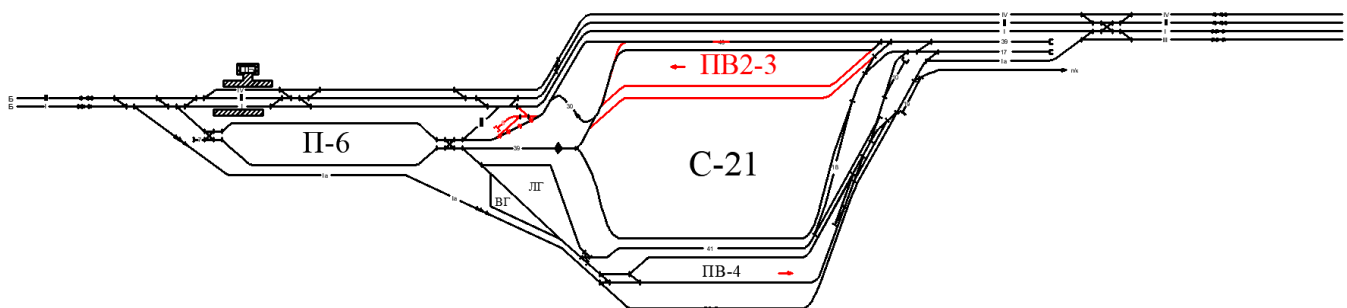


Рисунок 6.8 – Схема 5-го варіанту реконструкції станції В

Враховуючи усі переваги та недоліки кожного із запропонованих варіантів реконструкції, а також деяку подібність варіантів для подальших розрахунків було вибрано варіанти 1 та 3, що мають суттєві відмінності.

#### 6.4 Визначення кількісних показників реконструкції станції В

Для визначення витрат на реконструкцію станції В необхідно визначити будівельну довжину кожної колії яка підлягає демонтажу або спорудженню, а також кількість стрілочних переводів, що демонтуються або споруджуються.

Усі необхідні дані беремо із плану варіантів реконструкції.

Будівельна довжина колій визначається за формулою:

$$L_{\text{буд}} = L_{\text{повн}} - n L_{\text{стр}}, \quad (6.4)$$

де  $L_{\text{повн}}$  – повна довжина колії, що розбирається або споруджується, м;

$n$  – кількість стрілочних переводів, які входять в повну довжину колії;

$L_{\text{стр}}$  – довжина стрілочного переводу, м.

Згідно [68] довжина одного переводу марки 1/11 із рейок типу Р65 складає 33,36 м, а переводу марки 1/9 – 31,04 м

Відповідно до плану варіантів реконструкції станції В, загальна довжина колій які підлягають демонтажу становить:

- для першого варіанту  $L_{\text{буд}} = 486$  м;
- для другого варіанту  $L_{\text{буд}} = 1327$  м.

Крім цього, будуть демонтуватись стрілочні переводи:

- для першого варіанту  $n_{1/9}=2$  шт;
- для другого варіанту  $n_{1/9}=12$  шт.

При цьому, загальна довжина колій які підлягають спорудженню становить:

- для першого варіанту  $L_{\text{буд}}=2627$  м;
- для другого варіанту  $L_{\text{буд}}=3780$  м.

Крім цього, будуть споруджуватись стрілочні переводи:

- для першого варіанту  $n_{1/9}=9$  шт;
- для другого варіанту  $n_{1/9}=18$  шт.

З метою аналізу основних відмінностей порівнюваних варіантів та полегшення розрахунків виконаємо визначення обсягів реконструкції станції В у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Кількісні показники за варіантами реконструкції

Варіант	Демонтаж		Спорудження	
	СП1/9	Колії	СП1/9	Колії
Одиниці	шт	м	шт	м
1	2	486	9	2627
2	12	1327	18	4280

Дані табл. 6.1 далі будуть враховані при виконанні техніко-економічного порівняння варіантів удосконалення конструкції.

### 6.5 Визначення модифікованих витрат

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 [72]:

$$\mathcal{E}_{\text{при}} = K_{0i} + (1 - \gamma) \frac{C_i}{E}, \quad (6.5)$$

де  $i$  – варіант реконструкції станції;

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

$\gamma$  – частка податкових відрахувань від прибутку;

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

$E$  – норма дисконту, *тис. грн*.

Капітальні вкладення визначаються за формулою:

$$K_i = K_{\text{дем.вбк}}^i + K_{\text{вбк}}^i + K_{\text{дем.сп}}^i + K_{\text{сп}}^i, \quad (6.6)$$

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

$$K_{\text{дем.вбк}}^i = L_{\text{дем}}^i C_{\text{дем.вбк}}, \quad (6.7)$$

де  $L_{\text{дем}}^i$  – розгорнута довжина колій, що проектуються 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  $L_{\text{дем}}^I = 0,486$  *км* та  $L_{\text{дем}}^{II} = 1,327$  *км*. Згідно Додатку А  $C_{\text{дем.вбк}} = 750$  *тис. грн*.

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

$$K_{\text{дем.вбк}}^I = 0,486 \cdot 750 = 364,5 \text{ тис. грн},$$

$$K_{\text{дем.вбк}}^{II} = 1,327 \cdot 750 = 995,25 \text{ тис. грн}.$$

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

$$K_{\text{вбк}}^i = L_{\text{вбк}}^i C_{\text{вбк}}, \quad (6.8)$$

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 табл. 6.1  $L_{\text{вбк}}^I = 2,627$  км та  $L_{\text{вбк}}^{II} = 3,780$  км. Згідно Додатку А.3  $C_{\text{вбк}} = 1500$  тис. грн.

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

$$K_{\text{вбк}}^I = 2,627 \cdot 1500 = 3940,5 \text{ тис. грн},$$

$$K_{\text{вбк}}^{II} = 4,280 \cdot 1500 = 6420 \text{ тис. грн}.$$

Капітальні вкладення на демонтаж стрілочних переводів визначаються за формулою

$$K_{\text{дем.сп}}^i = n_{\text{сп}}^i C_{\text{дем.сп}}, \quad (6.9)$$

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

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

Згідно Додатку А.4 вартість демонтажу поодинокого звичайного стрілочного переводу марки 1/9 становить  $C_{\text{дем.сп}1/9} = 110$  тис. грн.

Кількість стрілочних переводів, що демонтуються за варіантами, складає, згідно табл. 6.1, для двох варіантів  $n_{\text{сп}1/11}^I = 2$  комплектів,  $n_{\text{сп}1/11}^{II} = 12$  комплектів.

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

$$K_{\text{дем.сп}}^I = 2 \cdot 110 = 220 \text{ тис. грн.},$$

$$K_{\text{дем.сп}}^{II} = 12 \cdot 110 = 1320 \text{ тис. грн.}$$

Капітальні вкладення на спорудження стрілочних переводів визначаються за формулою

$$K_{\text{сп}}^i = n_{\text{сп}}^i C_{\text{сп}}, \quad (6.10)$$

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

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

Згідно Додатку А.3 вартість поодинокого звичайного стрілочного переводу марки 1/9 становить  $C_{\text{сп}1/9} = 220$  тис. грн.

Кількість стрілочних переводів, що споруджуються, складає, згідно табл. 6.1 для першого варіанту  $n_{\text{сп}1/9}^I = 9$  комплектів, а для другого варіанту  $n_{\text{сп}1/9}^{II} = 18$  комплектів.

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

$$K_{\text{сп}}^I = 9 \cdot 220 = 1980 \text{ тис. грн.},$$

$$K_{\text{сп}}^{II} = 18 \cdot 220 = 3960 \text{ тис. грн.}$$

Загальні капітальні вкладення визначимо за формулою (6.6):

$$K_I = 364,5 + 3940,5 + 220 + 1980 = 6505 \text{ тис. грн},$$

$$K_{II} = 995,25 + 6420 + 1320 + 3960 = 12695,25 \text{ тис. грн}.$$

Експлуатаційні витрати на утримання колій та стрілочних переводів визначаються за формулою:

$$C_{\text{утрим}}^i = C_{\text{утрим.кол}}^i + C_{\text{утрим.сп}}^i, \quad (6.11)$$

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:

$$C_{\text{утрим.кол}}^i = L_p^i e_{\text{кол}}, \quad (6.12)$$

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

Згідно [72] на місячне утримання колій витрачається 1000 *грн*, тобто на рік експлуатаційні витрати на утримання 1 колії складуть  $e_{\text{кол}} = 12,0$  *тис. грн*.

Експлуатаційні витрати на утримання колій складуть:

$$C_{\text{утрим.кол}}^I = 2,627 \cdot 12,0 = 31,524 \text{ тис. грн},$$

$$C_{\text{утрим.кол}}^{II} = 4,280 \cdot 12,0 = 51,36 \text{ тис. грн}.$$

Експлуатаційні витрати на утримання стрілочних переводів визначимо за формулою:

$$C_{\text{утрим.сп}}^i = n_{\text{сп}}^i e_{\text{сп}}, \quad (6.13)$$

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

Згідно [72] місячне утримання стрілочних переводів складає 5% від вартості укладки, тобто за рік експлуатаційні витрати для СП марки 1/9 складуть  $e_{\text{сп}} = 132$  тис. грн., а для 1/11 –  $e_{\text{сп}} = 216$  тис. грн. При цьому експлуатаційні витрати на утримання стрілочних переводів складуть:

$$C_{\text{утрим.сп}}^I = 9 \cdot 132 = 1188 \text{ тис. грн.},$$

$$C_{\text{утрим.сп}}^{II} = 18 \cdot 132 = 2376 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати на утримання колій та стрілочних переводів становлять:

$$C_{\text{утрим}}^I = 31,524 + 1188 = 1219,524 \text{ тис. грн.},$$

$$C_{\text{утрим}}^{II} = 51,36 + 2376 = 2427,36 \text{ тис. грн.},$$

Визначення експлуатаційних витрат на затримки поїздів на перетинах

Загальні приведені витрати розраховуються за формулою (6.5).

Із Додатку А.3 прийнято  $\gamma=0,25$ .

$$\mathcal{E}_{\text{пр}I} = 6505 + (1 - 0,25) \frac{1219,524}{0,12} = 14127,025 \text{ тис.грн.},$$

$$\mathcal{E}_{\text{пр}II} = 12695,25 + (1 - 0,25) \frac{2427,36}{0,12} = 27866,25 \text{ тис.грн.}$$

Менші модифіковані приведені витрати на удосконалення конструкції станції В спостерігаються за першим варіантом (14127,025 тис. грн), отже саме його доцільно впроваджувати. Це дозволить зменшити витрати на простій поїздів свого формування у зв'язку зі зменшенням завантаження горловини формування.

## **7. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ В**

Тривалість формування составів в оперативних умовах залежить від порядку виконання маневрових операцій. При виборі різних методів формування тривалість формування багатогрупного составу може змінюватись в значному інтервалі, пошук мінімального значення дозволить зменшити витрати часу на цей процес. У даному розділі приведена технологія роботи з поїздами різних категорій згідно з рекомендаціями [74].

### **7.1 Технологія роботи з поїздами, що прибувають у розформування**

Прийом поїздів у розформування з підходу Б виконується через стрілку №105, з підходів Н та М – через з'єднувальну колію №29, у парк прийому П, а саме на колії № 1–6.

При відправленні поїзда із сусідньої станції черговий по станції поста МРЦ-1, попередньо погодивши із маневровим диспетчером колію приймання, сповіщає працівників станційного технологічного центру (СТЦ), пунктів технічного обслуговування (ПТО) і комерційного огляду вагонів (ПКО) про номер поїзда, колію прибуття і час його прибуття для підготовки до зустрічі поїзда, що прибуває, працівниками, які беруть участь у його обробці.

При одночасному прибутті кількох поїздів маневровий диспетчер повідомляє працівників ПТО та ПКО про черговість обробки поїздів.

Обробка состава у парку прибуття «П» складається з таких операцій:

технічного обслуговування вагонів;

комерційного огляду вагонів;

контрольної перевірки состава;

перевірки наявності перевізних документів.

Після зупинки поїзда на колії парку прийому «П» сигналіст виконує закріплення состава поїзда (згідно з розділом 4, п.4.1.1, тривалість закріплення состава по-

їзда становить  $t_{\text{зак}} = 3,3 \text{ хв}$ ) та відчеплення поїзного локомотиву ( $t_{\text{відч}} = 2 \text{ хв}$ ). Після прибирання поїзного локомотиву з колії одразу після закріплення, по команді ДСП виконується технічне обслуговування составу поїзда.

Технічний огляд у парку прибуття «П» виконує одна бригада з трьох груп (згідно з розділом б).

Тривалість технічного огляду составів у розформування становить 21,6 хв.

При технічному огляді вагонів у парку прибуття виявляються вагони, що потребують технічного обслуговування на коліях ПТО, а також вагони з технічними несправностями, які можуть бути усунені під час обробки состава.

У процесі підготовки составів до розформування, одночасно з технічним оглядом, оглядачі здійснюють відпускання автогальм та роз'єднання автогальмових рукавів. Крім цього, здійснюється ремонт автозчепних приладів.

Паралельно з технічним оглядом прийомоздавальники вантажу та багажу оглядають вагони в комерційному відношенні для виявлення та усунення комерційних несправностей, що загрожують безпеці руху та збереженню вагонів та вантажів. Одночасно встановлюється наявність ЗПП на вагонах.

Після закінчення технічного огляду і комерційного огляду вагонів, зняття огороження, старший оглядач вагонів або оператор ПТО повідомляє в СТЦ номери вагонів, які потребують відчійного ремонту, а прийомоздавальники вантажу та багажу – номери вагонів, які потребують подачі на колію вагоноремонтного тупика. Про закінчення огляду состава та зняття огороження оператор ПТО повідомляє черговому по станції. Порядок виконання технологічних операцій з поїздом, що надійшов у розформування, приведений на рисунку 7.1.

Норми часу на виконання технологічних операцій по обробці поїзда даної категорії розраховані у розділі 4, п.4.1.1.

операція	до при- буття	час, хв.					виконавець
		0	10	20	30	40	
отримання від поїзного диспетчера повідомлення про номер і час прибуття поїзда	■						черговий по станції
повідомлення відповідних робітників про номер поїзда і номер колії прийому	■						черговий по станції
прийом поїзда на відповідну колію	■						поїзний локомотив
закріплення состава	3,3	■					сигналіст
відпуск автогальм і відчепка поїзного локомотива	2	■					локомотивна бригада
технічний огляд состава	21,6		■	■	■		бригада ПТО
комерційний огляд состава	21,6		■	■	■		бригада ПКО
загальний час	26,9		■	■	■		

Рисунок 7.1 – Графік обробки поїзда, що надійшов у розформування

В процесі розформування составів на підставі даних обліку накопичення вагонів на коліях сортувально-відправного парку «СВ» і даних натурних листів составів, що прибули, під керівництвом маневрового диспетчера здійснюється формування составів нових призначень.

Перед розпуском состава складач поїздів, ознайомившись з сортувальним листком, переконується в можливості розміщення вагонів состава, що розформується, в межах корисної довжини сортувальних колій, мінімальна довжина яких складає 950 м, а максимальна 1208 м, повідомляє усім причетним працівникам план розпуску. Про підхід состава до горба гірки та початок розпуску працівники сповіщаються складачем поїздів по гучномовному зв'язку. Для найбільш повного використання місткості колій та забезпечення допустимої швидкості співударення вагонів, застосовується прицільне гальмування відчепів за рахунок паркової гальмової позиції (ПП, 1хВЗПГ-3).

З метою прискорення процесу сортування вагонів, состави розпускаються зі змінною швидкістю з врахуванням забезпечення збереження вагонів.

Зміна швидкості розпуску составів задається складачем поїздів, який в залежності від розміру відчепів, умов проходження їх в стрілочній зоні, поперемінного пропуску відчепів в пучках, ступеня заповнення колій сортувального парку дає по радіозв'язку вказання машиністу гіркового локомотива про зміну швидкості насуву состава, а в необхідних випадках дає вказівку оператору МВ-4 змінити показання гіркового світлофора.

Після закінчення розпуску складач поїздів, у разі необхідності, дає вказівки машиністу гіркового локомотива про проведення осаджування вагонів на коліях сортувально-відправного парку «СВ» або про прямування у парк прийому «П» для насуву чергового состава на гірку.

При підході гіркового локомотива в парк прийому «П» до состава, який підлягає розформуванню, машиніст локомотива причеплює локомотив і, після прибирання гальмових башмаків, за розпорядженням чергового по станції та при відкритому гірковому сигналі, насуває состав.

Тривалість елементів гіркового технологічного циклу розрахована у розділі 4, п.4.2:

- тривалість заїзду локомотива від горба сортувальної гірки під состав в парку приймання – 4,1 хв;
- тривалість насуву составу до горба сортувальної гірки – 6 хв;
- тривалість розпуску составу із сортувальної гірки – 9,1 хв;
- середня тривалість осаджування вагонів, що припадає на один розформований состав – 3,3 хв.

Складач поїздів після закінчення розформування состава, повідомляє маневрового диспетчера про всі зміни в направленні вагонів на сортувальні колії у порівнянні з наміченим планом.

## 7.2 Технологія роботи з поїздами свого формування

По закінченню процесу накопичення вагонів на сортувальній колії парку «СВ», з накопченим составом виконуються операції закінчення формування.

Операції по закінченню формування окремих составів (з'єднання груп вагонів, які накопичувались на різних коліях; постановка вагонів прикриття, перестановка окремих груп вагонів із метою поповнення або зменшення ваги та ін.), виконується локомотивом з непарної сторони станції за вказівкою маневрового диспетчера, що передається безпосередньо складачу поїздів.

Маневровий диспетчер відповідно плану відправлення поїздів дає завдання черговому по станції на перестановку сформованого состава з указанням номеру сортувальної колії, номера колії відправлення. Перестановка состава у парк відправлення «ПВ» здійснюється маневровим локомотивом через витяжну колію із супроводженням складача поїздів. Тривалість перестановки состава у приймально-відправний парк «ПВ» розрахована у розділі 4, п.4.1.3 і становить 17 хв.

Перед перестановкою состава складач поїздів особисто перевіряє зчеплення і збіг поздовжніх осей автозчепів, вилучає гальмівні башмаки та переконується у відсутності перешкод для руху. При перестановці сформованих составів на колії відправлення вагони, які стоять на колії, але не включені в состав поїзда, підтягуються до граничного стовпчика.

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

Перед відправленням поїзда свого формування працівники станції перевіряють правильність та міцність кріплення вантажів на відкритому рухомому складі, правильність формування поїзда і зчеплення вагонів у составі.

У приймально-відправному парку «ПВ» із составами свого формування виконуються такі операції:

- технічний огляд і ремонт вагонів без відчеплення від складу поїзда;
- комерційний огляд вагонів і усунення несправностей;

здача документів локомотивній бригаді;

причеплення поїзного локомотива, випробування автогальм та вилучення гальмових башмаків.

Про майбутню перестановку состава в приймально-відправний парк «ПВ», черговий по станції сповіщає працівників ПТО, ПКО парку «ПВ» на яку з колій виконується перестановка составу.

У випадку відправлення поїздів свого формування безпосередньо з колій №11–18 сортувально-відправного парку «СВ», состави пред'являють до технічного обслуговування і комерційного огляду після закінчення їх формування на вказаних коліях.

Працівники ПТО після огороження сигналами состава, що пред'явлений до обслуговування, виконують технічний огляд і ремонт вагонів. Тривалість технічного огляду, згідно з розділом 4, п.4.1.3, становить 2,9 хв.

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

Після причеплення поїзного локомотива оглядачі-ремонтники виконують скорочене випробування автогальм, після чого здійснюється вилучення гальмівних башмаків і відправлення поїзду.

Після відправлення поїзда, оператор при черговому по станції передає поїзному диспетчеру номер та індекс поїзда, вагу і кількість вагонів у поїзді, наявність в составі поїзда вагонів із вибуховими матеріалами, негабаритними вантажами та інші дані. Графік обробки поїзда свого формування, що відправляється з сортувально-відправного парку «СВ» наведений на рисунку 7.2. Тривалість виконання технологічних операцій з поїздом свого формування розрахована у розділі 4, п.4.1.3.

операція	тривалість, хв.	час, хв.					виконавець
		10	20	30	40	50	
закріплення состава	3,3	■					сигналіст
відчеплення маневрового локомотиву	2	■					локомотивна бригада
технічний огляд	34,5	■	■	■	■		бригада ПТО
комерційний огляд	34,5	■	■	■	■		бригада ПКО
причеплення поїзного локомотиву	2				■		локомотивна бригада
проба автогальм	10,7				■	■	сигналіст
Зняття закріплення	3,3					■	бригада автоматників
відправлення поїзду	2,9					■	поїзний локомотив
загальний час	58,7	■	■	■	■	■	

Рисунок 7.2 – Графік обробки поїзда свого формування

### 7.3 Технологія роботи з транзитними поїздами

До транзитних поїздів відносяться поїзди, що проходять станцію без переробки. Транзитні поїзди приймаються в приймально-відправний парк «ПВ» по головній колії Іа, із напрямку Б через стрілочний перевід №205, із напрямків М та Н через стрілочні переводи №36,34,32,30,20,18, на колії №1-6.

Обробка транзитного поїзда складається з:

- технічного обслуговування состава та випробовування автогальм;
- комерційного огляду состава та ліквідації комерційних несправностей;
- зміни локомотивів або локомотивних бригад.

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

Перед прийомом поїзда черговий по станції сповіщає працівників пункту технічного обслуговування, пункту комерційного огляду, працівників СТЦ та чергового по парку або оператора РБ-1, про майбутнє прибуття поїзда, з указанням колії прийому.

Поїзд, який прибуває, зустрічають працівники, що беруть участь у його обро-

бці. Після зупинки поїзда на колії приймання черговий по парку закріплює состав гальмівними засобами, після чого, за вказівкою чергового по станції локомотив відчіплюється від поїзда. Після цих операцій працівники ПТО огорожують состав і розпочинають його технічний огляд. Станція обладнана пристроями централізованого огороження. Сигнали огороження включає оператор ПТО, за погодженням із черговим по станції. При технічному огляді состава виявляються вагони, що потребують технічного огляду з відчепленням, виявляються технічні несправності, які можуть бути усунені без відчеплення вагонів від состава. Одночасно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд состава та усунення несправностей, що виявлені. Тривалість виконання технологічних операцій з транзитним поїздом розрахована у розділі 3.

При відчепленні від транзитного поїзда вагонів з технічними або комерційними несправностями, маневровий диспетчер організовує поповнення состава до встановленої норми вагонами призначенням по плану формування поїзда та вживає заходів до того, щоб маневри по відправленню вагонів не викликали затримки відправлення поїзда за графіком. Оператор СТЦ розкриває пакет, вилучає або доповнює вантажні документи, заносить необхідні зміни в натурні листи, засвідчуючи її штампелем станції, після чого знову конвертує документи. Перед відправленням поїзда машиністу встановленим порядком вручається пакет з вантажними документами в запломбованому вигляді під розпис у спеціальній книзі.

Перед відправленням поїзда черговий по станції переконується в готовності поїзда в технічному та комерційному відношеннях. Тривалість виконання технологічних операцій з транзитними поїздами, що прибувають на сортувальну станцію В розрахована у розділі 3, п.3.1.2. З використанням виконаних розрахунків розроблено технологічний графік обробки транзитного поїзда, який наведено на рисунку 7.3.

Операція	Тривалість, хв.	Час, хв					Виконавець
		10	20	30	40	50	
отримання від поїзного диспетчера повідомлення про номер і час прибуття поїзда							черговий по станції
повідомлення відповідних робітників про номер поїзда і номер колії прийому							черговий по станції
прийом поїзда на відповідну колію							поїзний локомотив
закріплення состава	3,3						сигналіст
відчеплення поїзного локомотиву	2						локомотивна бригада
технічний огляд	25,3						бригада ПТО
комерційний огляд	25,3						бригада ПКО
причеплення поїзного локомотиву	2						локомотивна бригада
проба автогальм	10,7						сигналіст
зняття закріплення	3,3						бригада автономників
відправлення поїзду	2						поїзний локомотив
загальний час	48,6						

Рисунок 7.3 – Графік обробки транзитного поїзда у приймально-відправному парку «ПВ»

#### 7.4 Технологія обробки документів на станції

Станційний технологічний центр забезпечує виконання всіх станційних процесів, а також роботу товарної контори інформацією про поїзди, вагони і вантажі, основою якої служить натурний лист поїзда.

У СТЦ виконуються операції, послідовність яких відповідає технології роботи сортувальної станції В.

Після прибуття поїзда на станцію В в ЕОМ вводять повідомлення 201 про прибуття поїзда, а також листок списування – повідомлення 05, після чого працівники технічної контори одержують розмічену ТГНЛ. Документи доставляються з

приймального бункера в технічну контору порядком, встановленим начальником станції.

По прибуттю виконується перевірка розміченої ТГНЛ (повідомлення 02) з перевізними документами і повідомленням 05. Невідповідності, виявлені при перевірці, видаються у виді заготовки повідомлення 09. Після обробки цього повідомлення і введення коригувального повідомлення 09 автоматично виконується складання сортувального листка і видача його на телетайпи ДСЦ, ДСПГ, бригаді складачів і операторів паркової гальмової позиції. У випадку виявлення вагонів, що вимагають відчіпного ремонту, після внесення необхідних коригувань сортувальний лист видається повторно.

Після розпуску поїзда ДСЦ уводить повідомлення 203 про фактичне закінчення розпуску поїзда. В свою чергу, після цього повідомлення ЕОМ видає накопичувальну відомість. Дані накопичувальної відомості підклеюються до аркушів накопичення на відповідні сортувальні колії.

Оператор СТЦ здійснює звірку заготовки натурального листа з даними накопичувальної відомості. При наявності невідповідностей він складає повідомлення 08 чи виконується маневрова робота з викиду з поїзда «чужих» вагонів.

Після обробки цього повідомлення на друк в СТЦ видаються:

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

На підставі натурального листа поїзда оператор СТЦ робить добірку перевізних документів, конвертує їх, і разом з натурним листом і довідкою для заповнення маршруту машиніста здає ДСПП.

При формуванні групи вагонів на під'їзні колії під вивантаження, документи передаються до товарної контори.

Після відправлення поїзда оператор при ДСП вводить повідомлення 200 про фактичне відправлення поїзда. При надходженні цього повідомлення в ЕОМ інфор-

мація про даний поїзд листується в архів і автоматично передається в дорожній обчислювальний центр.

### **7.5 Технологія роботи з пасажирськими поїздами**

Через станцію В прямують дальні, місцеві та приміські пасажирські поїзди. Деякі з цих поїздів мають зупинки на даній станції біля пасажирських платформ, а частина – прослідкує станцію без зупинки.

Дальні пасажирські поїзди з усіх підходів прямують через станцію В по головним коліям №I, II, IV без зупинки.

Непарні місцеві пасажирські поїзди зупиняються на колії №I біля низької пасажирської платформи, а парні – на колії №IV біля високої пасажирської платформи.

Непарні приміські поїзди зупиняються на станції В на колії №I біля низької пасажирської платформи, а парні приміські поїзди – на колії №IV біля високої пасажирської платформи.

### **7.6 Технологія роботи з місцевими вагонами**

Станція В обслуговує відносно велику місцеву роботу. Середньодобовий обсяг місцевої роботи складає, згідно розділу 2, 105 вагонів, або 3 подачі по 35 вагонів у кожній з них.

З метою прискорення роботи з формування подач місцевих вагонів у розділі деталі проекту були встановлені певні рекомендації щодо вибору найбільш раціональної технології роботи.

При реалізації усіх отриманих раніше рекомендацій в системі підтримки прийняття рішень диспетчерський персонал зможе отримати часову оцінку тих чи інших варіантів роботи з багатогрупним составом, що дозволить більш ефективно приймати управлінські рішення. Це в свою чергу забезпечить зменшення витрат станції на маневрову роботу в цілому.

Враховуючи все викладене вище, в даному розділі була розглянута технологія роботи з поїздами, що прибувають у розформування, з поїздами свого формування та з транзитними поїздами, а також з місцевими вагонами; приведені техноло-

гічні графіки обробки всіх категорій поїздів. Розроблена технологія роботи з поїздами різних категорій буде використана при побудові добового плану-графіка роботи сортувальної станції В.

## **8 СКЛАДАННЯ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ В 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-розпорядницького акта і технологічного процесу станції В. Добовий план-графік роботи станції 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 в техніко-економічному відношенні мінімуму всіх міжопераційних інтервалів, виявлення найбільш завантажених і потребуючих посилення елементів. За допомогою плану-графіка можна визначити ступінь нерівномірності в роботі і її вплив на використання основних технічних засобів і експлуатаційні показники станцій. При складанні добового плану-графіка перевіряють умови взаємодії основних процесів на станції і намічають заходи для їх виконання, перевіряють окремі нормативи технологічного процесу.

### **8.1 Вихідні дані для побудови плану-графіка роботи станції**

Основними вихідними даними для побудови добового плану-графіка роботи станції В є: технічне оснащення, технологія роботи і розрахункові обсяги роботи станції в цілому й окремих її елементів. До технічного оснащення станції відносяться: схема взаємного розташування основних залізничних пристроїв, потужності колійного розвитку і т.д. Дані, що представляють технологію роботи станції містять у собі: технологічні процеси роботи окремих пристроїв станції, розрахунки необхідного часу на виконання пересувань між пунктами місцевої роботи і на виконання окремих технологічних операцій і внутрішньостанційних маневрових пересувань, мережеві графіки обробки составів та ін.

При побудові добового плану-графіка будемо враховувати, що подача-збирання вагонів здійснюється чотири рази на добу господарським локомотивом. Всі інші маневрові пересування виконуються станційним маневровим локомотивом, що працює цілодобово.

Для побудови добового плану-графіку було виконано моделювання моментів прибуття усіх категорій поїздів результати якого наведені в Додатку Б.1 та розподіл вагонів за призначеннями ПФП для составів у розформування з кожного підходу, результати якого наведені в Додатку Б.2.

## 8.2 Розрахунок показників функціонування сортувальної станції

За даними виконаного добового плану-графіка роботи сортувальної станції В визначаються наступні показники:

1. Простій транзитного вагона без переробки визначимо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{\sum n_{\text{тр}} \cdot t_{\text{тр}}}{n_{\text{тр}}}, \quad (8.1)$$

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

$n_{\text{тр}}$  – кількість транзитних вагонів без переробки, що проходять станцію В за добу, *ваг.*

Кількість транзитних вагонів без переробки складає для парку ПВ  $n_{\text{тр}} = 2640$  *ваг.*

Вагоно-години простою транзитних поїздів визначимо з плану-графіка.

Загальний простій транзитних поїздів у парку ПВ рівний 1186 *ваг-год.*

Таким чином, простій транзитного вагона без переробки становить

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{1186}{2640} = 0,45 \text{ год},$$

2. Простій транзитного вагону з переробкою визначається за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = t_{\text{трзп}}^{\text{пп}} + t_{\text{трзп}}^{\text{нак}} + t_{\text{трзп}}^{\text{пв}}, \quad (8.2)$$

де  $t_{\text{трзп}}^{\text{пп}}$  – середня тривалість простою вагону до розформування; становить з урахуванням даних із плану-графіка

$$t_{\text{трзп}}^{\text{пп}} = \frac{2182}{2231} = 0,98 \text{ год.}$$

$t_{\text{нак}}$  – середня тривалість простою вагону під накопиченням з урахуванням розформування; становить з урахуванням даних із плану-графіка

$$t_{\text{трзп}}^{\text{нак}} = \frac{15448}{2231} = 6,92 \text{ год.}$$

$t_{\text{пв}}$  – середня тривалість простою вагону після пред'явлення до обробки; становить з урахуванням даних із плану-графіка

для парку ПВ

$$t_{\text{трзп}}^{\text{пв}} = \frac{1619}{1137} = 1,42 \text{ год.}$$

для парку СВ

$$t_{\text{трзп}}^{\text{пв}} = \frac{1284}{989} = 1,30 \text{ год.}$$

Середньозважена тривалість простою вагонів у відправних парках

$$t_{\text{трзп}}^{\text{пв}} = \frac{1619 + 1284}{1137 + 989} = 1,37 \text{ год.}$$

Отже, простій транзитного вагону з переробкою становить

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = 0,98 + 6,92 + 1,37 = 9,27 \text{ год.}$$

3. Середньозважений простій транзитного вагону визначається за формулою:

$$t_{\text{тр}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{сп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{сп}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{сп}}}, \quad (8.3)$$

$$t_{\text{тр}} = \frac{(1619 + 1284) + 15448}{(1137 + 989) + 2231} = 4,21 \text{ год.}$$

4. Добовий вагонообіг станції визначимо за формулою:

$$B = \Pi + Y \quad (8.4)$$

де  $\Pi$  – кількість прибувших на станцію В вагонів за добу;

$Y$  – кількість вагонів, що вибули зі станції, за добу.

$$B = 5446 + 5446 = 10892 \text{ ваг.}$$

5. Робочий парк станції визначимо за формулою:

$$n_p = \frac{n_{\text{тр}} t_{\text{тр}} + n_m t_m}{24} \quad (8.5)$$

де  $n_m$  – кількість місцевих вагонів; згідно табл. 3.3  $n_m = 146$  ваг;

$t_m$  – середня тривалість роботи з місцевим вагоном; прийmemo  $t_m = 7,20$  год.

$$n_p = \frac{5446 \cdot 4,21 + 2 \cdot 105 \cdot 7,20}{24} = 964 \text{ ваг}$$

6. Коефіцієнт завантаження кожного маневрового локомотива визначається за формулою:

$$K_{\text{лок}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{1440 - T_{\text{пер}}} \quad (8.6)$$

де  $\sum t_{\text{ман}}$  – час роботи маневрового локомотива; визначається із добового плану-графіку: для гірочного локомотива  $\sum t_{\text{ман}} = 880$  хв, для першого маневрового локомотиву, зайнятого формуванням  $\sum t_{\text{ман}} = 746$  хв, для другого локомотива  $\sum t_{\text{ман}} = 650$  хв.

$T_{\text{пер}}$  – загальна тривалість перерв у роботі локомотива; приймаємо згідно [68]

$$T_{\text{пер}} = 90 \text{ хв.}$$

Середній коефіцієнт завантаження гірочного локомотива

$$K_{\text{лок}} = \frac{880}{1440 - 90} = 0,65,$$

Середній коефіцієнт завантаження локомотивів, що займаються формуванням:

- першого локомотиву  $K_{\text{лок}} = \frac{746}{1440 - 90} = 0,55,$

- другого локомотиву  $K_{\text{лок}} = \frac{650}{1440 - 90} = 0,48.$

Як помітно із показників, які були розраховані, дана сортувальна станція справляється із заданими обсягами роботи.

## 9 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

Одним із найбільш небезпечних процесів, що пов'язаний з перевезенням вантажів на залізничному транспорті, для якого характерна значна кількість випадків виробничого травматизму, сходів вагонів, їх пошкоджень і пошкоджень вантажів є розформування-формування составів на сортувальних гірках.

Значна частина процесів, що відбуваються на залізничному транспорті, в тому числі і розформування-формування поїздів на сортувальних гірках, відносяться до відповідальних технологічних процесів [55] і несуть потенційну загрозу людям, навколишньому середовищу та іншим технологічним процесам. У зв'язку з цим забезпечення абсолютної безпеки на залізничному транспорті є практично неможливим і під безпекою руху на залізничному транспорті розуміють такий стан процесу руху залізничного рухомого складу, самого залізничного рухомого складу та об'єктів залізничної інфраструктури під час їх експлуатації, при якому ризик виникнення залізничних транспортних подій та їх наслідків не перевищує гранично допустимого рівня, а також забезпечується захист життя і здоров'я громадян, навколишнього природного середовища, майна фізичних чи юридичних осіб від наслідків таких подій.

Сортувальна гірка являє собою складний інфраструктурний та технологічний комплекс при експлуатації якого взаємодіють залізнична колія, системи автоматики, телемеханіки та зв'язку, маневрові локомотиви, вагони, вантажі, виробничий персонал, що підвищує складність проблеми забезпечення безпеки руху.

Проектування сортувальних гірок здійснюється відповідно до [58]. Цей документ встановлює вимоги щодо параметрів колійного розвитку, потужності гальмових позицій, засобів централізації та ін.

Основними факторами, які впливають на частоту порушень безпеки руху під час розформування составів поїздів на сортувальних гірках є – інтенсивність надходження вагонів у обслуговування різноманітними пристроями та регулювальниками швидкості вагонів, яка визначається швидкістю розпуску та режимами роботи галь-

мових позицій; – достовірність інформації про ходові характеристики відчепів та гальмовий опір уповільнювачів для них; обов'язкове використання уповільнювачів першої гальмової позиції для регулювання швидкості відчепів дозволить експериментально оцінити їх вплив на вагони.

Тому маневрова робота має виконуватися відповідно до технологічного процесу роботи станції за планом, що передбачає:

- своєчасне формування і відправлення поїздів;
- своєчасну подачу вагонів під вантажні операції та забирання їх після закінчення вантажних операцій;
- найменші затрати часу на переробку вагонів;
- раціональне використання всіх маневрових засобів і технічних пристроїв;
- безперебійне приймання поїздів на станцію;
- безпеку руху, безпеку працівників, пов'язаних з маневрами, і схоронність рухомого складу.

Кожна станція, пост в частині керування рухом поїздів і кожний поїзд повинні знаходитися одночасно в розпорядженні тільки одного працівника: станція - чергового по станції (диспетчера), а на ділянках, обладнаних диспетчерською централізацією - поїзного диспетчера, пост - чергового по посту; поїзд - машиніста локомотива (складача).

Прийманням, відправленням і пропусканням поїздів на кожній станції, посту може розпоряджатися лише один працівник - черговий по станції або відповідно черговий по посту, а на ділянках, обладнаних диспетчерською централізацією, - поїзний диспетчер.

На станціях з великим колійним розвитком і значним обсягом маневрової роботи колії поділяються на маневрові райони. У межах встановленого маневрового району, як правило, працює один локомотив. В окремих районах при необхідності може бути передбачена робота двох і більше маневрових локомотивів. Порядок їх роботи, що забезпечує безпеку руху, встановлюється ТРА станції.

Переведення стрілок при маневрових переміщеннях проводиться сигналістами або черговими стрілочного поста за розпорядженням особи, яка керує маневрами.

При маневрових переміщеннях на станціях з електричною централізацією у випадках передачі стрілок з центрального управління на місцеве, а також при виконанні маневрів на нецентралізованих стрілках стрілочних постів, що не обслуговуються черговими, допускається переведення стрілок працівниками складальних, локомотивних, кранових бригад, черговими по станції, начальником станції, прийомоздавачами вантажів, працівниками локомотивного і вагонного депо та іншими працівниками. Перелік номерів стрілок, а також перелік посад працівників, яким дозволяється переведення стрілок під час маневрів, і порядок їх переведення встановлюються начальником залізничного цеху підприємства і вказуються в ТРА станції.

Перед переведенням централізованої стрілки працівник, що її обслуговує, повинен переконатися (особисто або по доповіді іншого працівника) в ому, що стрілочний перевід не зайнятий рухомим складом. При електричній централізації перевірка вільності стрілочного переводу від рухомого складу здійснюється за показаннями контрольних приладів на апараті управління, а при несправності або тимчасовому виключенні цих приладів або переведенні стрілок з маневрових колонок порядок перевірки вільності стрілочного переводу від рухомого складу встановлюється ТРА станції.

Забороняється переводити стрілку з пульта до звільнення стрілочної ізольованої ділянки, а там де стрілочна ділянка не включена в залежність, до звільнення стрілки від рухомого складу.

Для організації маневрової роботи і забезпечення безпеки руху повинні використовуватися наявні на станціях пристрої радіозв'язку і двостороннього паркового зв'язку. Вказівки і повідомлення, передані по радіозв'язку і двосторонньому парковому зв'язку, повинні бути короткими та ясними; той, хто дав вказівку, зобов'язаний переконатися, що вона правильно сприйнята машиністом локомотива (коротке повторення вказівки, передача у відповідь відповідного звукового сигналу, поданого машиністом свистком локомотива тощо).

Конкретне призначення пристроїв радіозв'язку і двостороннього паркового зв'язку в кожному маневровому районі станції з вказанням працівників, яким надано право користатися цими пристроями, визначається ТРА станції.

Проїзд маневрового світлофора з заборонним показанням, (внаслідок його несправності, помилкової зайнятості стрілочної ізольованої ділянки тощо) при готовому маршруті після перевірки фактичної вільності стрілочної ділянки дозволяється за вказівкою чергового по станції, що передається ним машиністові локомотива особисто, по радіозв'язку, двосторонньому парковому зв'язку або через керівника маневрів.

При перестановці составів з парку в парк вагонами вперед порядок і умови забезпечення безпеки руху і порядок супроводу таких составів встановлюються начальником залізничного цеху підприємства. В інших випадках умови забезпечення безпеки при перестановці составів з парку в парк встановлюються ТРА станції.

Вагони з небезпечними вантажами, що стоять на станції поза поїздів або сформованих составів, за винятком тих, що знаходяться під накопиченням на сортувальних коліях, встановлюють на особливих коліях, вказаних у ТРА станції відповідно до Місцевої інструкції про порядок роботи з вагонами, завантаженими небезпечними вантажами. Такі вагони повинні бути зчеплені, надійно закріплені гальмовими башмаками й обгороджені переносними сигналами зупинки. Стрілки, що ведуть на колії стоянки таких вагонів, встановлюються в положення, що виключає можливість заїзду на ці колії.

Вагони з небезпечними вантажами повинні мати прикриття від локомотива згідно до (ІРП).

Маневри на коліях локомотивних та вагонних депо і інших коліях ремонту рухомого складу мають проводитися тільки під наглядом і за особистими вказівками чергового по депо або іншої особи, якій доручено керівництво маневрами на цих коліях. Маневри в межах виробничих цехів і ділянок виконуються за вказівкою відповідального по транспорту відповідного цеху або ділянки.

На коліях, де є вагони, з якими проводиться технічні або вантажні операції, маневри поштовхами не допускаються.

За несприятливих погодних умов (сильний вітер, туман, заметіль) маневрова робота повинна проводитися з особливою пильністю.

Робота господарчих поїздів на коліях станції проводиться під керівництвом відповідального працівника відповідної служби. Переміщення вказаних поїздів з однієї колії на іншу або в інший район станції проводиться тільки з дозволу чергового по станції та особи, яка розпоряджається маневрами.

Роз'єднання і з'єднання гальмових рукавів та електропроводки у на станціях проводиться працівниками пунктів технічного обслуговування вагонів або іншими працівниками, встановленими, в залежності від місцевих умов, технологічним процесом або технічно – розпорядчим актом станції.

При виконанні маневрів роз'єднання або з'єднання гальмових рукавів проводиться складальними бригадами.

Роз'єднання і з'єднання гальмових рукавів при відчепленні від состава і причепленні до состава поїзного локомотива проводить локомотивна бригада.

## ВИСНОВКИ

В ході розробки даної дипломної роботи були розглянуті питання удосконалення функціонування підсистеми формування сортувальної станції В з метою покращення якісних показників роботи станції.

На базі розрахункових обсягів роботи була проведена перевірка відповідності цим обсягам технічного оснащення станції. Визначено, що існуючої кількості колій в парках прийому та сортувальному – достатньо, а отже проводити реконструкцію станції з метою збільшення кількості колій в цих парках не потрібно.

В той же час для парку ПВ необхідно 6 колій, при існуючих 4-х коліях, що говорить про необхідність збільшення кількості колій в ньому у зв'язку зі збільшенням кількості поїздів, що обслуговуються. Також ситуація може покращитись при використанні частини сортувальних колій як сортувально-відправні. Вибір кращого варіанту виконано у розділі деталі дипломної роботи.

Також було визначено кількість маневрових локомотивів. Для нормальної роботи станції В достатньо 1 гірочний та 1 маневровий локомотив, в той же час на станції є два гірочні та два локомотиви району формування, а отже технічне оснащення станції переважає потрібне.

Крім того було проведено аналіз параметрів існуючої сортувальної гірки і встановлено, що її висоти, яка складає 3,16 м достатньо, щоб розрахунковий бігун докотився до РТ. Крім того було перевірено повздовжній профіль гірки на можливість розділення відчепів розрахункових відчепів. В результаті досліджень можна констатувати, що розділення виконується на усіх розділових елементах.

Можливість реалізації удосконалень було перевірено шляхом побудови добового плану-графіка організації роботи; також були визначені показники функціонування станції В.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксёнов В.И., Норматов М. Н. Эффективность секционирования путей сортировочных парков станции для переработки местного вагонопотока // Совершенствование методов организации движения поездов, грузовой работы и проектирования станций. Ташкент, 1974. с. 44-51.
2. Абуладзе Л. В., Биченов А. Г. Развитие схем сортировочных станций для широкого внедрения прогрессивной технологии работы и повышения их перерабатывающей способности // Тез. докл. и сообщ. XII всесоюз. научно-техн. совещания – К., 1984. – с. 39-41.
3. Абуладзе Л.В., Телия Г.Ш. Совершенствование конструкции подгорочного парка для формирования групповых поездов. М.: ЦНИИТЭИ МПС, серия «Организация движения и пассажирские перевозки», вып. 2, 1986, с. 13-16.
4. Телия Г.Ш. Развитие подгорочных парков и схем сортировочных станций с большой местной работой. Тезисы докладов участников инженерно-технической конференции. Тбилиси, 1987, с. 26-28.
5. Абуладзе Л.В., Биченов А. Г., Телия Г.Ш., Месхидзе З.Д. Интенсификация переработки групповых вагонопотоков // Ж.д. транспорт. - 1990. - № 7 – с. 13-16.
6. Телия Г.Ш. Совершенствование схем односторонних сортировочных станций для формирования многогруппных составов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1991. 24 с.
7. Галатченко Н. П. О концентрации сортировочной работы // Вестник ВНИИЖТа. 1967. № 6. – с. 43-45.
8. Сологуб Н. К., Фокеев А. Б. Значение грузовых станций, обслуживающих подъездные пути в крупнейших железнодорожных узлах: Тез. докл. науч.-техн. конф. / НИИЖТ. – Новосибирск, 1991. – с. 78.
9. Сологуб Н. К., Фокеев А. Б. Анализ схем и путевого развития грузовых станций, обслуживающих подъездные пути в крупнейших узлах: Межвуз. сб. научн. тр. / МИИТ. – М., 1992. – Вып. 855. – с. 75-80.

10. Сологуб Н. К., Фокеев А. Б. Распределение переработки местных вагонопотоков между сортировочными и грузовыми станциями в крупнейших узлах: Тез. докл. науч.-практ. конф. / СамИИТ. – Самара, 1993. – Ч. 1 – с. 12.

11. Иванько А. А. Проектирование горок малой мощности в хвосте сортировочных парков. Киев, 1970. – с. 143-158.

12. Сухопяткин А. Н. Проектирование устройств для формирования многогруппных поездов на сортировочных станциях: Сб. науч. Тр. ВЗРШТа. М., 1975. Вып. 80. с. 24-33.

13. Сухопяткин А. Н. Исследование вопросов проектирования сортировочных устройств для формирования многогруппных поездов на односторонних сортировочных станциях. Вопросы совершенствования проектирования и использования устройств железнодорожных и промышленных узлов: Межвуз сб. научн. тр. – Вып. 548. – М.: МИИТ, 1976. – с. 94-96.

14. Сухопяткин А. Н. Сортировочные устройства для переработки местных вагонопотоков // Ж.- д. трансп. 1976. № 1. С. 36-37.

15. Сухопяткин А. Н. Развитие сортировочно-группировочных устройств на сортировочных станциях, – Труды ВЗИИТ, 1978, вып. 98, с. 80-88.

16. Сухопяткин А. Н. Определение числа и длины путей сортировочно-группировочных парков сортировочных станций. – Труды МИИТ, 1978, вып. 593, с. 98-101.

17. Бакумов Э. В. Метод определения числа и длины путей вспомогательных сортировочных устройств // Вопросы проектирования и расчёта железнодорожных станций и узлов. М., 1976. С. 20-31.

18. Бакумов Э. В. Проектирование вспомогательных сортировочных устройств // Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций. Киев, 1988. № 113. – с. 4-13.

19. Патент СССР № 556070 Способ сортировки вагонов на последовательно расположенных основном и дополнительном сортировочных устройствах / Тишков

Л. Б., Страковский И. И., Сотников Е. А., Корш В. Б., Перминов А. С. – Оpubл. 30.04.1977 г., бюл. № 16.

20. Патент СССР № 730616 Устройство для формирования поездов / Трегубов Н. А. – Оpubл. 30.04.1980 г., бюл. № 16.

21. Туляганов У.Т., Бахадиров У.Т. К вопросу совершенствования технологии работы сортировочных станций по формированию многогруппных поездов // Совершенствование методов расчёта и проектирования железнодорожных станций и узлов в условиях Средней Азии и Казахстана. Ташкент, 1979. – с. 3-7.

22. Мацкель С.С., Туляганов У.Т. К вопросу специализации горок для формирования различных категорий поездов // Вопросы проектирования и технология транспортных узлов. М., 1980. С. 36-38.

23. Берлин Н. П. Расчеты и оптимизация параметров устройств сортировочных станций, занятых переработкой местных вагонов // Вопросы развития железнодорожных станций и узлов: Межвуз. Сб. научн. Трудов. – Гомель: БелИИЖТ, 1981, с. 66 – 74.

24. Григорьев В. В. К вопросу применения вспомогательных сортировочных устройств в железнодорожных узлах. Свердловск, 1983. – с. 19-24.

25. Григорьев В. В. Учёт изменения числа сортируемых отцепов при определении продолжительности формирования и расформирования передаточных поездов // Автоматизация и управление технологическими процессами на железнодорожном транспорте. М., 1985. – с. 54-58.

26. Григорьев В. В. Методика оценки схем размещения вспомогательных сортировочных устройств на сортировочных станциях. Свердловск, 1987. 10 с.

27. Григорьев В. В. Интенсификация сортировочной работы с местными вагонопотоками при использовании вспомогательных сортировочных устройств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1987. 24 с.

28. Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций. Киев, 1974. 30 с.

29. Методические рекомендации по проектированию горок малой мощности, оборудуемых средствами механизации и автоматизации сортировки вагонов: ЦДС-11 от 18.02.80 . МПС. 1980. 72 с.

30. Методические рекомендации по типовым решениям сортировочных устройств малой мощности и размещению их на станциях формирования многогруппных составов и подач вагонов на грузовые пункты: ЦНИИТЭИ МПС. 1986. – 53 с.

31. Абрамов А.А., Абрамова И.И. Исследование процесса подборки местных вагонов на сортировочных станциях // Проблемы наращивания мощности железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. трудов - Вып. 735. - М.: МИИТ, 1983. - с. 99 - 110.

32. Абрамов А.А., Кирьянова Е.Н. Оптимизация путевого развития местных сортировочных парков / Вопросы увеличения пропускной способности железных дорог. Ростов-на-Дону, 1985. с. 155-160.

33. Абуладзе Л.В., Телия Г.Ш. Эффективное расположение устройств на сортировочных станциях с большой местной работой. М.: ЦНИИТЭИ МПС, серия «Организация движения и пассажирские перевозки», вып. 4, 1987, с. 8-12.

34. Абуладзе Л.В., Телия Г.Ш., Джаниашвили Д. Н. Сооружение вспомогательных сортировочных устройств и местных парков на двухсторонних горочных станциях. Деп. В БИВУ Госплана ГССР, в сентябре 1988 г., номер регистрации 464-Г, с. 11.

35. Огарь, А. Н. Методика оптимизации значений уклонов элементов продольного профиля сортировочных горок [Текст] / А. Н. Огарь // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – № 3. – С. 18-22.

36. Огар, О. М. Розвиток теорії експлуатації та методів розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.20 / О. М. Огар ; Укр. держ. акад. залізн. трансп. - Х., 2011. - 40 с.

37. Длугач Б. А. Опыт проектирования и строительства сортировочных станций и узлов за рубежом. М., 1966. 27 с.

38. Рау С. Полугорка с противоуклоном для повторной сортировки – новое

эффективное средство формирования многогруппных поездов. Ж. д. мира. 1976. № 12. с. 64-68.

39. Шабалин Н.Н. Выбор технологии формирования поездов // Вопрос эксплуатации железных дорог. М., 1959. – с. 8-22.

40. Шабалин Н.Н. Формирование поездов в новых условиях // Ж.-д. трансп. 1959. № 9. – с. 56-59.

41. Зубков В. Н. Укрупнение назначений сборных поездов // Железнодорожный транспорт. - 1975. - № 3. – с. 26 - 27.

42. Николашин В. М. Выбор оптимальной очередности операций при расформированию поездов на грузовых станциях // Резервы повышения уровня комплексной механизации и автоматизации процессов на грузовых станциях. М., 1981. – с. 44-54.

43. Нурмухамедов Т. Р. Вопросы организации местных вагонопотоков // Тр. ТашИИТ. – Вып. 172/19. – Ташкент, 1981. – С. 36 – 47.

44. Нурмухамедов Т.Р. Методика расчета плана формирования местных поездов в районах местной работы с учетом неравномерности вагонопотоков / Пути совершенствования перевозочного процесса и управления транспортом / Всесоюзная научно-техническая конференция, 1985. – Тезисы к докладу. – Гомель, 1985. – с. 292-295.

45. Инструктивно - методические указания по разработке и внедрению новой технологии формирования многогруппных составов. - М.: МПС, 1985. – 24 с.

46. Макаров В. М. Ускоренное формирование многогруппных поездов на ограниченном числе сортировочных путей – Организация движения и пассажирские перевозки. – ЦНИИТЭИ МПС. – 1986. – Экспресс – информ. № 1. – с. 1 – 26.

47. Тишкин Е.М., Макаров В.М., Климанов В.С. Интенсификация местной работы // Ж.- д. трансп. 1986. № 3. – с. 54-58.

48. Грибков В. Н., Приписцова С. В. Интенсивная технология местной работы на станции Бескудниково. - Организация движения и пассажирские перевозки. -

ЦНИИТЭИ МПС. - 1986. – Экспресс-информ. № 1. - с. 26-37.

49. Казовский И. Г., Соловьева Н. П., Приписцова С. В. Формирование многогруппных поездов // Железнодорожный транспорт. - 1986. - №6. - с. 70 - 72.

50. Дерюгин И. В., Макаров В. М. По методу многогруппной сортировки // Железнодорожный транспорт. – 1987. - № 2. – с. 26 – 27.

51. Олейник О. А. Интенсивная технология местной работы // Железнодорожный транспорт. – 1988. - № 12. – с. 15 – 17.

52. Курзов Н. Р. Применение комбинаторного метода сортировки вагонов на грузовой станции // Тез. докл. XVI научно-техн. конф. кафедр БелИИЖТа и ДорНТО Бел. ж. д. – Гомель, 1989. – с. 24-25.

53. Гусев Ю.Н. Определение оптимальных схем формирования МНГ составов на сортировочной горке // Интенсификация перевозок грузов на железнодорожном транспорте. М., 1989. С. 71-77.

54. Бобровский В. И. Автоматизация составления сортировочного листа при использовании комбинаторного метода сортировки вагонов // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: Межвуз. сб. науч. трудов/ ДИИТ. – Днепропетровск, 1990. – Вып. 277/17. – с. 60-69.

55. Бобровский В. И. Оптимизация формирования многогруппных составов // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 2000. – № 6. – с. 10 – 14.

56. Макаров В. М., Олейников В. В. Оптимизация формирования многогруппных поездов и развоза местного груза // Тр. ВНИИУП МПС России. 2002. – № 1. – с. 99-109.

57. Гренкевич О. О. Выбор эффективного способа сортировки местных вагонов по критерию эксплуатационных расходов // Материалы регион. научн.-практ. конф. «ВУЗы Сибири и Дальнего Востока – Транссибу». Новосибирск: СГУПС, 2002. С. 69-75.

58. Гренкевич О. О. Сравнительная эффективность способов формирования

многогруппных составов по критерию эксплуатационных расходов по маневровой работе. Сиб. гос. ун-т путей сообщ.. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2002. – с. 179-184.

59. Яновський, П. О. Прискорення переробки місцевих вагонів в залізничних вузлах [Текст] : Перспективні системи управління на залізничному транспорті: Тези 16-тої міжнародної конференції / П. О. Яновський, В. І. Мацюк // Алушта, УкрДАЗТ.-2003.- С. 75-76.

60. Кривошей Б. О. Постановка задачі оптимізації місцевої роботи на дільниці / Б. О. Кривошей, П. О. Яновський // Залізн. трансп. України. - 2009. - № 1. - С. 30–32.

61. Месарош Пал. Способы многогруппной сортировки вагонов на вытяжках // Ж.-д. трансп. 1963. № 11. – с. 85–88.

62. Кенинг Г., Шальтеггер П. Оптимальный метод одновременного формирования местных грузовых поездов на сортировочных станциях // Ежемес. бюл. Междунар. ассоц. ж.-д. конгрессов. М., 1968. № 3. – с. 61–67.

63. Архангельский Е. В., Фарберов Я. Д. Формирование состава многогруппного поезда (Франция) // Железнодорожный транспорт за рубежом: ЦНИИТЭИ МПС. – 1975. – № 2 (164). – с. 65 – 67.

64. Архангельский Е. В. Одновременное формирование многогруппных поездов на сортировочных станциях // Железнодорожный транспорт. – 1979. – № 7. - с.72–75.

65. Флодр Ф. Технология работы станций формирования поездов / Ф. Флодр, В. Майжиш, К. Волески. - М.: Транспорт. 1989. – 134 с.

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

67. В.И. Бобровский. Определение числа путей в приемо-отправочных парках станции. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию [Текст]: – Днепропетровск, ДИИТ, 1987.

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

69. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР [Текст]: – М.: Транспорт, 1992. – 105 с.

70. Божко М. П., Муха Ю. О. Розрахунок та проектування сортувальної гірки. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. Частина 1. Дніпропетровськ, ДПТ, 2002.

71. Ветухов Е. А. Комплексные методы сокращения простоя вагонов [Текст] / Е. А. Ветухов, М. А. Авекян – М.: Транспорт – 1986 – 206.

72. Кулаєв Ю. Ф. Економіка залізничного транспорту [Текст] / Навчальний посібник. – Ніжин: Видавництво "Аспект-Поліграф", 2006. – 232 с.

73. Макаров В. М., Олейников В. В., Оптимизация формирования многогруппных поездов и развоза местного груза // Тр. ВНИИУП МПС России. 2002. – № 1. – с. 99 – 109.

74. Типовой технологический процесс работы сортировочной станции, Москва, Транспорт, 1988.