

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Факультет транспорту і будівництва  
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної випускної роботи**

освітній ступінь – бакалавр  
спеціальність – 275 Транспортні технології (за видами)  
спеціалізація – 275.02 Транспортні технології  
(на залізничному транспорті)

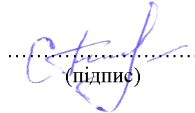
на тему: «Організація роботи промислової сортувальної станції»

Виконав здобувач вищої освіти  
групи ОПЗТ-19з

  
.....  
(підпис)

Татарчук А.Ю.

Керівник:

  
.....  
(підпис)

доц. Ключев С.О.

Завідувачка кафедри:

  
.....  
(підпис)

проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

# СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет транспорту і будівництва

Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

освітній ступінь – бакалавр

спеціальність – 275 Транспортні технології (за видами)

спеціалізація – 275.02 Транспортні технології  
(на залізничному транспорті)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

*Завідувач кафедри*

*проф. Чернецька-Білецька Н.Б.*

*29 травня 2023 р*

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ ВИПУСКНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Татарчук Аліні Юріївні

**1. Тема роботи:** Організація роботи промислової сортувальної станції.

Керівник роботи: Ключев С.О., к.т.н., доц.

затверджені наказом університету від “30” травня 2023 року № 305/14.03-С

**2. Строк подання здобувачем роботи** 22.06.2023 р.

**3. Вихідні дані до роботи:**

Схема сортувального парку, кількість колій сортувального парку, кількість колій на сортувальній гірці, кількість вагонів переробляючих за добу – 1223, нормативи часу на формування - розформування вагонів.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Організація роботи сортувальної станції
2. Визначення основних параметрів промислового вузла
3. Розрахунок вантажопотоків і вагонопотоків в промисловому вузлі.
4. Розробка принципової схеми промислової сортувальної станції.

**5. Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Схема промвузла з варіантами примикання станції АТ «УЗ» - 1 слайд.
2. Схема дільничної станції поздовжнього типу - 1 слайд.
3. Схема з паралельним розташуванням парків і комбінованої зони - 1 слайд.
4. Визначення обсягу роботи парку - 1 слайд.

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

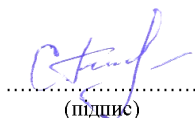
№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Робота з матеріалами	20.04.2023р.	
2	Пошук літературних джерел та обробка інформації	05.05.2023р.	
3	Аналіз діючих нормативних документів	10.05.2023р.	
4	Виконання технологічної частини	20.05.2023р.	
5	Виконання проектної частини	25.05.2023р.	
6	Принцип роботи та схеми	05.06.2023р.	
7	Розробка креслень та схем	13.06.2023р.	
8	Оформлення пояснювальної записки	17.06.2023р.	
9	Захист роботи	22.06.2023р.	

Здобувач вищої освіти

  
.....  
(підпис)

Татарчук А.Ю.  
(ініціали і прізвище)

Керівник роботи:

  
.....  
(підпис)

доц. Ключев С.О.  
(ініціали і прізвище)

Примітки:

- 1.Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання кваліфікаційної випускної роботи і контролю за ходом роботи з боку кафедри
- 2.Розробляється керівником кваліфікаційної випускної роботи. Видається кафедрою.

№ сторінки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. арк.	№екз.	Прим.
1						
2			<i>Документація загальна</i>			
3	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т1</i>	<i>Вихідні дані роботи</i>	1	-	слайд
4						
5	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т2</i>	<i>Мета, об'єкт, предмет та методи виконання роботи</i>	1	-	слайд
6						
7						
8	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т3</i>	<i>Схема промвузла з варіантами примикання станції</i>	1	-	слайд
9						
10	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т4</i>	<i>Схема дільничної станції поздовжнього типу</i>	1	-	слайд
11						
12						
13	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т5</i>	<i>Схема з паралельним розташуванням парків і комбінованої зони</i>	1	-	слайд
14						
15						
16	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т6</i>	<i>Визначення обсягу роботи парку</i>	1	-	слайд
17						
18	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т7</i>	<i>Визначення обсягу роботи парку</i>	1	-	слайд
19						
20	A1	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.Т8</i>	<i>Висновки</i>	1	-	слайд
21						
22	A1		<i>Разом листів</i>	7	-	
23						
24	A4	<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	<i>Пояснювальна записка</i>	59	-	
25						

*РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ*

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Татарчук			
Перевір.				
Керівн.	Клюєв С.О.			
Н. контр.				
Затв.	Чернецька-Біл.			

*Відомість  
кваліфікаційної випускної  
роботи бакалавра*

Літ.	Аркуш	Аркушів
н	3	59

*СНУ ім. В. Даля,  
кафедра ЛУБРТ*

## РЕФЕРАТ

Робота кваліфікаційна випускна бакалавра: 59 с., 7 рис., 12 табл., 29 джер.,  
9 граф. арк. (слайдів)

Мета роботи – організація роботи сортувального парку.

Об'єкт – робота сортувальної гірки.

Предмет – формування та розформування складів сортувальною гіркою малої потужності.

Методи виконання роботи – порівняльно-аналітичні, математичні, графічні.

Проаналізовані технологічні процеси вантажної роботи на станції „А” і прилеглих колій. Розглянуті питання організації роботи вузлової дільничної станції. Складені технологічні графіки операцій по обробці рухомих складів перед розформуванням та накопичення вагонів і складів.

Виконані розрахунки колійного розвитку станції. Проведено розрахунок обраного сортувального пристрою станції, спроектовано сортувальний парк. Визначено висоту сортувальної гірки малої потужності, що складає 1.38 м. Як загальмовуючі пристрої використовуються башмаки.

Розглянуті основні моменти організації роботи станції в цілому, та окремо роботу сортувального парку.

ВУЗЛОВА ДІЛЬНИЧНА СТАНЦІЯ, СОРТУВАЛЬНИЙ ПАРК,  
МАРШРУТНИЙ СВІТЛОФОР, ПАРК ПРИЙОМУ, АВТОМАТИЧНЕ  
БЛОКУВАННЯ, ПАРК ВІДПРАВДЕННЯ, СОРТУВАЛЬНА ГІРКА МАЛОЇ  
ПОТУЖНОСТІ, ПРОФІЛЬ ГІРКИ, СТІЛОЧНИЙ ПЕРЕВІД.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Татарчук А.Ю.</i>					4	59
<i>Перевір.</i>								
<i>Керівн.</i>		<i>Клюєв С.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Чернецька-Біл.</i>				<i>СНУ ім. В. Даля, кафедра ЛУБРТ</i>		

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	6
1. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ .....	8
1.1 Ефективність відомих заходів по підвищенню пропускної та переробної спроможності станцій .....	8
1.2 Удосконалення організації насування составів на гірку .....	11
1.3 Дослідження оптимального функціонування сортувальної гірки із застосуванням теорії масового обслуговування .....	14
2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОМИСЛОВОГО ВУЗЛА .....	26
2.1 Підвищення взаємодії станційних парків та прилеглих ділянок .....	26
2.2 Опис станції примикання АТ «УЗ» і промислового вузла ....	29
2.3 Розрахунок вантажопотоків і вагонопотоків в промисловому вузлі .....	31
3. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ .....	40
3.1 Обґрунтування і вибір принципової схеми промислової сортувальної станції .....	40
3.2 Розрахунок кількості шляхів в парку прийому.....	44
3.3 Проектування поздовжнього профілю спускної частини гірок малої потужності .....	53
Висновки .....	55
Список використаних джерел .....	56

## ВСТУП

Сортувальна станція - спеціальна залізнична станція для розформування і формування поїздів з окремих вагонів.

Зазвичай розташовані в великих залізничних вузлах і важливих промислових або портових містах.

Сортувальні станції зазвичай складаються з декількох парків шляхів: парк прийому; сортувальна гірка: шлях на штучно побудованому пагорбі для спуску окремих вагонів за допомогою сили тяжіння, на сучасних великих станціях обладнані сповільнювачами для регулювання швидкості вагонів.

Сортувальні станції бувають плоскі (коли вагони перетягуються тільки за допомогою тепловозів), з гіркою (коли вагони або їх зчипки «спускають з гори» і далі, через пости гальмування, вони самі котяться до потрібного складу), і станції, на яких прискорення вагонам надає природний ухил шляхів.

Переважає більшість сортувальних станцій має одну сортувальну систему (вагони рухаються в одному напрямку), можливі дві системи (коли вагони до складів йдуть за двома напрямками), або кілька сортувальних систем.

Вантажна і комерційна робота як виробнича сфера залізничного транспорту і як галузь експлуатаційної науки має свою більш як столітню історію розвитку. Вона займає важливе місце в експлуатаційній діяльності залізничних доріг і включає комплекс питань, пов'язаних з перевізним процесом, головним чином з його початковими і кінцевими операціями – завантаженням і розвантаженням, з організацією прогресивних видів перевезень – пакетних, контейнерних і маршрутних.

Технічною основою для виконання вантажної і комерційної роботи являються складські господарства вантажних дворів і контейнерних пунктів, засоби комплексної механізації і автоматизації завантажувальних робіт.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

Вантажна і комерційна діяльність, як і будь-яка інша вимагає постійного удосконалення, її раціональна організація повинна забезпечити потреби в перевезеннях при мінімальних витратах перш за все залізничного транспорту, а тому важливе значення для вантажних станцій, вантажних дворів (ВД) та під'їзних колій (ПК) має раціональне проектування і організація роботи. При цьому суті набуває вибір раціональних схем станцій і транспортно-складських комплексів - ТСК (вантажних дворів) взаємне розташування складів, вантажних фронтів, належного їх улаштування і технічного обладнання, досягнення як найбільш можливо високого рівня комплексної механізації та автоматизації вантажних робіт (КМАВР) і складських операцій. Також в цілях максимального використання механізмів і збільшення рівня механізації завантажувально-розвантажувальних робіт на залізниці здійснюється концентрація вантажних операцій із закриттям малодіяльних станцій і передачі їх вантажообігу на ближні опорні станції, забезпечені засобами механізації.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7



# 1. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

## 1. Ефективність відомих заходів по підвищенню пропускної та переробної спроможності станцій

Здійснювані за останні роки заходи по реконструкції залізничного транспорту і особливо впровадження нових видів тяги висувають нові вимоги до роботи станцій. При вирішенні питань технічного оснащення і вдосконалення технології роботи необхідно забезпечити таке співвідношення між обсягом виконуваної роботи і застосовуваними засобами, щоб загальні витрати в процесі експлуатації були мінімальними. Правильне рішення може бути досягнуто тільки при врахуванні реальних умов роботи станцій, т. Е. При нерівномірному завантаженні станційних пристроїв. Причин нерівномірності руху багато, однак, основними є зосереджений пропуск приміських і пасажирських поїздів, надання «вікон» для ремонту пристроїв шляху контактної мережі та інших пристроїв, незалежність руху на ділянках, що примикають до станції і т. Д.

Інтенсифікація роботи залізниць висуває в число найважливіших завдань подальшого нарощування пропускної та переробної спроможності існуючих сортувальних станцій. Необхідно поряд з широким розповсюдженням передового досвіду постійно розробляти нові способи інтенсифікації станційних процесів, в першу чергу розформування складів на сортувальних гірках. Ряд відомих заходів набувають поширення на станціях - пристрій додаткових шляхів насування составів, обхідних шляхів, збільшення числа гіркових локомотивів та ін. Висока ефективність їх вже доведена теоретично і підтверджена практичним досвідом (таблиця 1.1). Для підвищення швидкості розпуску составів також необхідно:

§ містити профіль спускної частини гірки відповідно до вимог Інструкції з проектування станцій і вузлів на залізницях;

§ в залежності від довжини отцепов і маршрутів їх скочування

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

застосовувати режими швидкості розпуску: диференційований (для елементів складу) і змінний (для окремих отцепов) з використанням пристроїв завдання швидкості розпуску (АЗСР) і телеуправління гірковими локомотивами (ТГЛ);

§ укрупнювати відчепи за допомогою календарного планування навантаження на вантажних станціях вузла по призначеннях плану формування сортувальної станції;

§ при спеціалізації шляхів підгіркового парку домагатися збільшення ймовірності поділу маршрутів послідовно скочуються отцепов на головних стрілках горочної горловини і перших розділових стрілках пучків підгіркових шляхів і зменшення ймовірності поділу маршрутів на останніх стрілках пучків;

§ систематично застосовувати підтягування вагонів маневровими локомотивами вихідний горловини сортувального парку, з метою поліпшення керівництва осаджуванням і підтягуванням влаштовувати в вихідних горловинах сортувальних парків для хорошого огляду спеціальні, на опорах висотою до 20-30 м, пости укладачів, обладнати їх пристроями зв'язку з машиністами локомотивів, черговим по гірці і парку формувань);

§ механізувати гальмування вагонів на початку підгіркових шляхів, обладнавши гальмівні позиції вагонними сповільнювачами і споруджуючи пости керування ними.

На гірках, де застосовується послідовний розпуск складів і працюють три гіркових локомотива, інтервали між розпусками можна зменшити додаванням четвертого гіркового локомотива, який використовується переважно для осаджування вагонів. Це скорочує час заняття горочної горловини пересуванням маневрових локомотивів. Введення четвертого локомотива економічно ефективний на гірках великої потужності, переробних 5000-5500 вагонів / сут. Цей захід дозволяє скоротити гірковий інтервал на 0,6-0,8 хв.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Далі розглянуто ряд нових пропозицій по скороченню непродуктивних втрат часу роботи сортувальних гірок, прискоренню виконання станційних операцій.

## 1.2 Удосконалення організації насування составів на гірку

При насуванні складів необхідно дотримуватися такі основні вимоги:

§ час насування має бути близьким до мінімально можливого;

§ в режимі послідовного розпуску, коли по одному шляху розпускають один склад, а по другому насувають інший, останній необхідно зупинити так, щоб перший вагон виявився, можливо, ближче до вершини гори.

Дані вимоги найбільш повно можна реалізувати при впровадженні системи телеуправління гірковими локомотивами. На гірках, де немає ТГЛ, цього добиваються в такий спосіб регулювання швидкості насування на гірку. На малюнку 2.1 представлений маршрут насування составів від точки 3, яка розташована на шляху парку прийому, до гіркового світлофора Л. Цей маршрут для поліпшення організації виконання операції насування составів розділяється рейковими ланцюгами на ізольовані ділянки довжиною 11, 12 і 13. За окремим ділянці маршруту склад повинен рухатися в певному, встановленому заздалегідь режимі швидкості, не перевищуючи при вході на відповідні ділянки максимально допустимих значень  $v_1$ ,  $v_2$  і  $v_3$ . На локомотив передають сигнали про проходження головним вагоном насувається складу ізолюючих стиків 3, 2 і 1 і про вступ складу на ізолювані ділянки. Остання ділянка перед горбом гірки роблять коротким (20-30 м), і швидкість входу на нього при закритому гіркова світлофорі не повинна перевищувати 5 км / год. В результаті забезпечується зупинка насувається складу на невеликій відстані перед закритим гіркова світлофорі не повинна перевищувати 5 км / год. В результаті забезпечується зупинка насувається складу на невеликій відстані перед закритим гіркова світлофором. Довжину ділянок вибирають такий, щоб насувається склад міг змінити швидкість (на

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

Із з  $v_3$  до  $v_2$ ; на І<sub>2</sub> з  $v_2$  до  $v_1$ ; на І<sub>1</sub> з  $v_1$  до 0). Доцільно передбачити градації зміни швидкостей через 5 км / год. В результаті забезпечується зупинка насувається складу на невеликій відстані перед закритим гіркова світлофорі не повинна перевищувати 5 км / год. В результаті забезпечується зупинка насувається складу на невеликій відстані перед закритим гіркова світлофором. Довжину ділянок вибирають такий, щоб насувається склад міг змінити швидкість (на І<sub>3</sub> з  $v_3$  до  $v_2$ ; на І<sub>2</sub> з  $v_2$  до  $v_1$ ; на І<sub>1</sub> з  $v_1$  до 0). Доцільно передбачити градації зміни швидкостей через 5 км / год. В результаті забезпечується зупинка насувається складу на невеликій відстані перед закритим гіркова світлофорі не повинна перевищувати 5 км / год. В результаті забезпечується зупинка насувається складу на невеликій відстані перед закритим гіркова світлофором. Довжину ділянок вибирають такий, щоб насувається склад міг змінити швидкість (на І<sub>3</sub> з  $v_3$  до  $v_2$ ; на І<sub>2</sub> з  $v_2$  до  $v_1$ ; на І<sub>1</sub> з  $v_1$  до 0). Доцільно передбачити градації зміни швидкостей через 5 км / год.

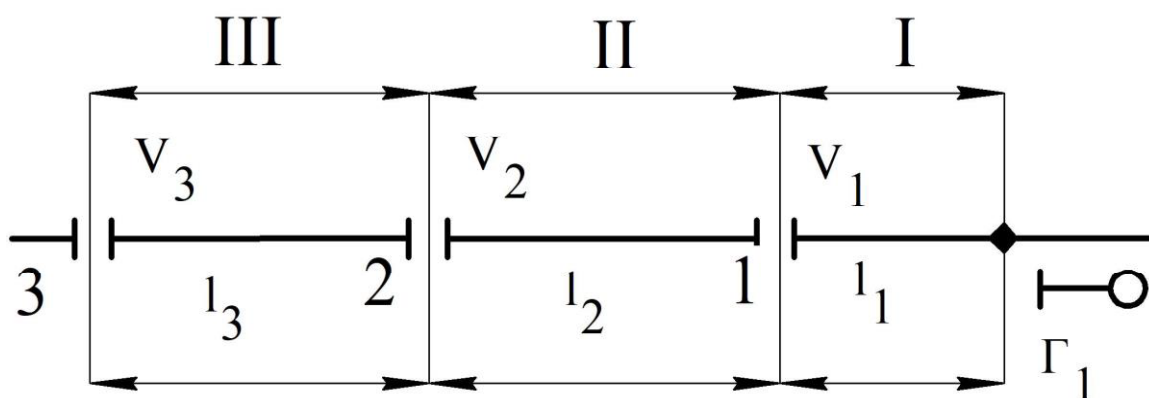


Рисунок 1.1 - Схема маршруту насування з ділянками для регулювання швидкості подачі составів на гірку

При довжині шляху насування більше 500 м слід використовувати швидкості понад 15 км / год і при необхідності ділити маршрут насування на чотири ізолюваних ділянки. Для вибору довжин ділянок, на які слід розділити шлях насування, виробляють тягові розрахунки стосовно до

реального профілю цього шляху і максимально можливої масі складу. У таблиці 1.2 наведені дані тягових розрахунків по визначенню гальмівних шляхів, які охоплюють велику кількість можливих випадків. При розрахунку довжин ізольованих ділянок враховується час передачі сигналу на локомотив і сприйняття сигналу машиністом. Машиніст при виборі швидкості керується показаннями гіркового сигналу Г1 і місцевою інструкцією, в якій встановлені значення швидкості складів в залежності від показань гіркових світлофорів. Якщо можливо пристрій тільки двох ізольованих ділянок,

Таблиця 1.2

Дані тягових розрахунків по визначенню гальмівних шляхів

серія локомотива	Маса состава, тис. Т	Значення Іг (м) при зміні швидкості насування і ухилі							
		iH = 0,001				iH = 0,003			
		20-15	15-10	10-5	5-0	20-15	15-10	10-5	5-0
ТЕМ2 ілі ЧМЕ 3	2	100	63	35	11	72	50	29	9
	3	120	80	45	14	90	61	35	11
	4	130	91	53	16	101	68	39	12
	5	150	102	58	18	110	73	42	13
	6	160	108	62	20	115	76	45	14
	ТЕМ7	2	69	45	20	8	53	35	17
	3	100	60	30	10	75	50	23	10
	4	120	75	40	12	91	60	28	11
	5	130	85	50	14	105	70	35	12
	6	140	90	55	15	113	75	40	13

Наприклад, довжина шляху насування на станції 350 м, максимальна маса насувається складу 4000 т. Наведений ухил  $iH = 0,003$ . На гірці працюють локомотиви серії ТЕМ2. Визначимо довжини ізольованих ділянок.

Згідно таблиці 2.2 гальмівний шлях при зміні швидкості насування від 15 до 10 км / год складає 68, від 10 до 5 км / год - 39, від 5 км / год до 0 - 12 м. Загальна довжина шляху гальмування (з урахуванням часу передачі сигналу на локомотив і його сприйняття) дорівнює 130, 80 і 25 м. Отже, необхідно, щоб перший ізольований стик знаходився від гіркового сигналу Г1 на відстані не менше 25 м, другий - 105 м (25 + 80), третій - 235 м (105 + 130). На

гірковий локомотив передають дані про проходження точок 3, 2 і 1 головним вагоном насувається складу.

Якщо, наприклад, інструкцією швидкість розпуску по зеленому вогню гіркового світлофора встановлено 7 км / год, а по жовтому - 5 км / год, то режим ведення насувається складу буде наступний: після початку насування - розгін складу до максимальної швидкості 15 км / год; після отримання сигналу про проходження головним вагоном точки 3 швидкість знижують до 10 км / ч, точки 2 - до 7 км / год при зеленому вогні і до 5 км / год при жовтому або червоному вогні гіркового світлофора. При проходженні точки 1 і червоному вогні гіркового світлофора гальмують і зупиняють склад, а при жовтому або зеленому вогні він повинен рухатися зі швидкістю, встановленої для розпуску.

### **1.3 Дослідження оптимального функціонування сортувальної гірки із застосуванням теорії масового обслуговування**

Внутрішньостанційні процеси відчувають на собі різне за силою і частотою вплив багатьох випадкових факторів, в результаті чого часто носять імовірнісний характер.

Основними об'єктами, що підлягають вивченню в теорії масового обслуговування, є закономірності надходження вимог (вхідний потік) і характеристика їх обслуговування. При цьому завдання полягає у визначенні умов взаємодії між потоком надходять вимог і їх обслуговуванням, у встановленні кількісних показників процесу обслуговування. Надходження вимог визначається законом розподілу інтервалів між ними. Але для практичних цілей важливо знати показник, що характеризує ступінь нерівномірності надходження вимог.

Час перебування складу в системі розформування складається з часу його обробки, простою в черзі і власне часу розпуску. Найбільш складним для визначення є час простою складу в очікуванні розформування.

Тривалість простою складів в очікуванні розформування залежить від

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

довжини черги і темпу розпуску.

Закон розподілу часу очікування розформування може бути представлений як ймовірність того, що час очікування буде більше деякої заданої величини  $t$ :

$$P\{\gamma > t\} = \sum_{n=1}^{\infty} p_n P_n\{\gamma > t\}, \quad (1.1)$$

де  $P_n\{\gamma > t\}$  - імовірність того, що простий в очікуванні розформування  $\gamma$  буде більше часу  $t$  за умови, що в момент надходження поїзда в черзі вже знаходилося  $n$  складів.

Поїзд буде очікувати розформування до тих пір, поки не будуть розформовані всі раніше надійшли. Імовірність того, що простий буде більше  $t$ , має місце в тому випадку, якщо за цей час буде розформовано не більше  $n-1$  складів, м. Тобто

$$P_n\{\gamma > t\} = \sum_{s=0}^{n-1} P_s(t) \quad (1.2)$$

де  $P_s(t)$  - імовірність того, що протягом  $t$  буде розформовано  $s$  складів ( $s$  не перевищує  $n-1$ ), і може бути визначена за формулою

$$P_s(t) = \frac{(\mu)^s}{s!} e^{-\mu}.$$

Підставивши це значення у вираз (1.2), а останнім в вираз (1.1), отримаємо

$$P\{\gamma > t\} = \sum_{n=1}^{\infty} p_n \rho^n \sum_{s=0}^{n-1} \frac{(\mu)^s}{s!} e^{-\mu} \quad (1.3)$$

Тут значення  $p_n$  замінено відповідно до формули (1.3). Після спрощення цього виразу отримаємо



$$P\{\gamma > 1\} = \rho e^{-(\nu-\lambda)t}$$

Середній час очікування розформування можна визначати шляхом інтегрування за часом:

$$t_{ож} = M[\gamma] = \int_0^{\infty} \rho e^{-(\nu-\lambda)t} dt = \rho \int_0^{\infty} e^{-(\nu-\lambda)t} dt \quad (1.4)$$

при значенні  $\nu - \lambda > 0$  цей невластний інтеграл має рішення:

$$\int_0^{\infty} e^{-(\nu-\lambda)t} dt = \frac{1}{\nu - \lambda}$$

Підставивши цей результат в попередній вираз, отримаємо середній простий складів в очікуванні розформування:

$$t_{ож} = \frac{\rho}{\nu - \lambda} = \frac{\rho^2}{\lambda(1 - \rho)} = \frac{\lambda t_{\Gamma}^2}{1 - \lambda t_{\Gamma}} \quad (1.5)$$

Отримана формула визначає простий в очікуванні розформування для умов пуассоновського вхідного потоку і показового розподілу часу обслуговування, коли коефіцієнти варіації інтервалів прибуття поїздів і часу розформування рівні одиниці. Для пуассоновського потоку вимог і довільного розподілу часу обслуговування, коли воно може мати коефіцієнт варіації, відмінний від одиниці (для гіркового інтервалу він, як уже говорилося, дорівнює 0,25 0,35), застосовується формула полячок-Хинчина

$$t_{ож} = \frac{\rho^2(1 + \nu_{\Gamma}^2)}{2\lambda(1 - \rho)} \quad (1.6)$$

При постійній величині гіркового інтервалу, коли  $\nu_{\Gamma} = 0$ , формула набуде вигляду

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$t_{ож} = \frac{\rho^2}{2\lambda(1-\rho)} \quad (1.7)$$

а під час показового розподілі часу розформування, коли  $v = 1$ , вона має вигляд:

$$t_{ож} = \frac{\rho^2}{\lambda(1-\rho)}$$

З рисунка 1.2 видно, що тривалість очікування зростає зі збільшенням рівня завантаження гірки  $\rho$  і коефіцієнта варіації гіркового інтервалу  $VГ$ . Зі зменшенням коливань величини гіркового інтервалу знижується час очікування розформування. Отримані формули визначають загальний час очікування розформування. Однак для вирішення технологічних задач цього недостатньо, треба визначити простий складів на шляхах прибуття і по Непра станцією. Простий складів в очікуванні розформування залежить від потужності гірки, рівня її завантаження, кількості колій в парку прибуття.

На тривалість простою складів впливає також тривалість обробки складів, але цей фактор буде врахований пізніше.

Простий складів утворюється з двох частин. За рахунок складів, що знаходяться в парку прибуття, кількість яких змінюється від 1 до  $t - 1$ , і за рахунок складів, що надходять в інтенсивні періоди на звільняються ( $t - 1$ ) шляху. Відповідно закон розподілу часу очікування на шляхах прибуття може бути представлений виразом, що складається з двох частин:

$$P\{y > t\} = \sum_{n=1}^{m-1} p \sum_{s=0}^{n-1} \frac{(M)^s}{s} e^{-vt} + \sum_{n=m}^{\infty} p_n \sum_{s=0}^{m-2} \frac{(M)^s}{s!} e^{-vt}$$

Після перетворення цей вислів отримає вигляд:

$$P\{y > t\} = e^{-vt} \rho \sum_{s=0}^{m-2} \frac{(M)^s}{s!} (\rho^s - \rho^{m-1}) + e^{-vt} \rho^m \sum_{s=0}^{m-2} \frac{(t)^s}{s!}$$



$$t_{ож}^{-ПП} = \frac{\rho^2 \rho^{m+1}}{\lambda(1-\rho)} \quad (1.8a)$$

Час затримки поїздів по Непра станцією визначиться як різниця між загальним очікуванням і очікуванням на шляхах парку прибуття.

$$t_3 = \frac{\rho^2}{\lambda(1-\rho)} - \frac{\rho^2 - \rho^{m+1}}{\lambda(1-\rho)} = \frac{\rho^{m+1}}{\lambda(1-\rho)} \quad (1.9)$$

З отриманих залежностей видно, що зі збільшенням числа прийомних шляхів т простий складів на шляхах прибуття збільшується за рахунок скорочення затримок по Непра станцією.

Отже, при пуассоновском потоці вимог і показовому розподілі часу обслуговування (розформування) час очікування розформування, що визначається за формулою (1.5), в залежності від кількості колій ділиться на очікування на шляхах прибуття (1.8 а) і на підході до станції (1.9) в разі затримки з непр.

Для довільного розподілу часу розформування загальний час очікування визначається формулою (1.6), яка відрізняється від формули (1.5)

множником  $\frac{1+v_G^2}{2}$ , Який для процесу розформування має значення близько

0,6 Помноживши на вираз  $\frac{1+v_G^2}{2}$  і складові частини загального очікування, можна наближено отримати середній час очікування на шляхах прибуття і на підході до станції для умов довільного розподілу часу розформування, т. е.

$$t_{ож}^{ПП} = \frac{\rho^2 - \rho^{m+1}}{\lambda(1-\rho)} \cdot \frac{1+v_U^2}{2} \quad (1.10)$$

$$t_3 = \frac{\rho^{m+1}}{\lambda(1-\rho)} \cdot \frac{1+\nu_G^2}{2} \quad (1.11)$$

При цьому похибка буде невелика, так як загальний простий визначається точно за формулою (1.6). Для показового розподілу інтервалів прибуття і часу розформування ймовірність затримки поїзда по Непра станцією визначиться з виразу

$$p_3 = \sum_{n=m+1}^{\infty} p_n = \rho^{m+1} \quad (1.12)$$

Для умов довільного розподілу часу розформування, коли коефіцієнт варіації менше одиниці, отримати точний вираз для ймовірності затримки поїздів дуже складно. Зі зменшенням коефіцієнта варіації часу розформування при тому ж середньому часу розформування буде знижуватися і ймовірність затримки поїздів. Можна припустити, що при переході від показового розподілу до довільного, т.е. В нашому випадку при зниженні коефіцієнта варіації від 1 до 0,25 - 0,35, ймовірності затримок поїздів будуть зменшуватися. У зв'язку з цим для наближених розрахунків ймовірності затримок поїздів при довільному розподілі часу розформування рекомендується застосовувати емпіричну формулу

$$p_3 = 0.5(1+\nu_G^2)\rho^{m+1} \quad (1.12a)$$

Практична перевірка цієї формули показала хорошу збіжність розрахункових результатів з фактичними даними. При перевірці зіставлялося фактично затримана число поїздів на добу з числом поїздів, отриманим розрахунком з урахуванням формули (1.12a). Середнє число поїздів, затриманих за Непра станцією, за добу визначалося із залежності

$$N_3 = Np_3 = N \cdot 0.5(1+\nu_G^2)\rho^{m+1},$$

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

де  $N$  - кількість поїздів, що прибувають за добу.

На затримку потягів можуть впливати багато факторів, однак основними є рівень завантаження гірки  $\rho$  і кількість прийомних шляхів  $t$ .

Загальна тривалість перебування складу в системі розформування  $t_c$  складається з часу обробки складу перед розпуском  $t_{об}$ , часу очікування в черзі на шляхах і по Непра станцією і часу на розформування  $t_r$  в годинах:

$$t_c = t_{об} + \frac{\rho^2(1+v_r^2)}{2\lambda(1-\rho)} + t_r \quad (1.13)$$

Якщо рівень завантаження гірки висловити через Среднечасовой надходження складів і величину гіркового інтервалу,  $t; e. = K1Г$ , то формула набуде вигляду:

$$t_c = t_{об} + \frac{\lambda t^2(1+v_r^2)}{2(1-\lambda t_r)} + t_r \quad (1.14)$$

Можна також отримати середню тривалість перебування складів в системі як суму часу на обробку складу  $t_{об}$ , на розформування  $t_r$ , простою па шляхах прибуття  $t_{пр}$  [формула (1.10)] і затримки але не при станцією  $t_3$  [формула (1.11)].

Вище отримано залежності, погоджує показники переробки з інтенсивністю прибуття поїздів  $\lambda$ , і параметрами гірки і парку прибуття  $\rho$ ,  $T_r$ ,  $t$ ,  $v_r$ , які дозволяють вирішувати ряд завдань з економічних позицій.

Зниження гіркового інтервалу, т. Е. Посилення потужності гірки, призводить до скорочення часу очікування в черзі і перебування в системі розформування. Збільшення числа шляхів у парку прибуття знижує затримки поїздів по Непра станцією і пов'язані з цим втрати.

Встановлені вище залежності між основними технологічними показниками розформування і технічними параметрами гірки дозволяють

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

обґрунтовано вирішувати питання, пов'язані з посиленням її переробної спроможності. Потужність гірки, її переробна спроможність характеризуються величиною гіркового інтервалу - часом, необхідним па розформування одного складу. Час па розформування кожного складу коливається в залежності від багатьох факторів: довжини складу, дробності сортування, яка визначається довжиною отцепов і їх чергуванням, маршрутами скочування вагонів і т. Д. Середня величина гіркового інтервалу

повинна бути менше середньої величини інтервалу прибуття ( $\rho = \frac{t_r}{I} < 1$ ).

Однак одного цього умови недостатньо. Нерівномірність прибуття поїздів призводить до простою складів в очікуванні розформування в періоди їх згущеного прибуття. У новому потім періоді розрідженого підходу поїздів чергу з складів, які очікують розформування, скорочується або усувається повністю. Скорочення черг буде здійснюватися тим швидше, чим більше резерви потужності гірки, чим нижче рівень її завантаження. За інших рівних умов простий в очікуванні розформування буде тим більше, чим менше

потужність гірки (чим більше рівень її завантаження  $\rho = \frac{t_r}{I}$ ) і чим більше коливання тривалості розформування кожного складу від середньої величини (коефіцієнт варіації  $v_r$ ).

Зменшуючи величину гіркового інтервалу, ми знижуємо не тільки простий складів в очікуванні розформування, а й скорочуємо тривалість процесу розформування, т. Е. Знижуємо загальний час знаходження складу в системі розформування. При одній і тій же інтенсивності прибуття поїздів тривалість перебування складів в системі розформування буде тим менше, чим менше гірковий інтервал (т. З. Чим менше рівень завантаження гірки).

При незмінній інтенсивності підходу поїздів зменшення гіркового інтервалу призводить до зменшення рівня завантаження гірки, до збільшення її резервів, що дозволяють їй швидше справлятися з ліквідацією черг складів, що виникають в періоди згущеного підходу поїздів. Однак зниження

гіркового інтервалу може зажадати певних витрат: капіталовкладень в нові пристрої і механізми і витрат на їх утримання.

Для визначення ефективності збільшення потужності гірки треба зіставити витрати на додаткове її посилення з економією, одержуваної від скорочення часу знаходження складів у системі розформування. Скорочення часу знаходження складів у системі розформування від зменшення гіркового інтервалу в годинах

$$t_c - t_{c,y} = \Delta t_c = (t_r - t_{r,y}) + 0.5\lambda(1 + v_r^2) \left( \frac{t_r^2}{1 - \lambda t_r} - \frac{t_{r,y}^2}{1 - \lambda t_{r,y}} \right) \quad (1.15)$$

де  $t_r$ ,  $t_{r,y}$  - величина гіркового інтервалу відповідно до і після посилення потужності гірки;

$t_c$  і  $t_{c,y}$  - час знаходження складів у системі розформування до і після посилення потужності гірки. Якщо гірковий інтервал і час обробки брати не в

годинах, а в хвилинах і врахувати, що  $\lambda = \frac{N}{24}$ , То формула (1.15) набуде вигляду

$$\Delta t_c = (t_r - t_{r,y}) + 0.5N(1 + v_r^2) \left( \frac{t_r^2}{1440 - N t_r} - \frac{t_{r,y}^2}{1440 - N t_{r,y}} \right) \quad (1.16)$$

Так, наприклад, при добовому прибуття в розформування  $N = 80$  складів, коефіцієнті варіації часу розформування  $v_r = 0,4$  скорочення гіркового інтервалу з  $t_r = 13$  хв до  $t_{r,y} = 12$  хв знизить тривалість перебування складу в системі розформування на величину

$$\Delta t_c = (13 - 12) + 0.5 \cdot 80(1 + 0.4^2) \left( \frac{13^2}{1440 - 80 \cdot 13} - \frac{12^2}{1440 - 80 \cdot 12} \right) = 1 + 5.7 = 6.7 \text{ хв.}$$

Розрахунок показує, що скорочення гіркового інтервалу на 1 хв знижує простий складів в системі розформування на 6,7 хв., з яких 1 хв за рахунок самого процесу розформування і 5,7 хв за рахунок простою в очікуванні цієї





всієї технології станції і кількісне вираження взаємодії з потоком надходять поїздів. Основними факторами, що впливають на переробну спроможність гірки, є: величина складів, які підлягають розформуванню, швидкість розпуску, величина інтервалу між закінченням розформування одного складу і початком наступного, що залежить від ступеня паралельності у виконанні операцій при розформування, величина перерв в роботі гірки, а для двоколієних гірок також і порядок їх використання, тобто для одиночного або паралельного розпуску составов.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

## 2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОМИСЛОВОГО ВУЗЛА

### 2.1 Підвищення взаємодії станційних парків та прилеглих ділянок при повній і частковій переробці вагонопотоків

Прийнята технологія часткової переробки складів (перелом маси) відчеплення або причеплення вагонів до транзитних поїздів - викликає на сортувальних станціях значну додаткову маневрову роботу. Дійсно, типова технологія передбачає виконувати ці операції на шляхах транзитних або приймально парків. Однак заміна груп, поповнення або зменшення маси або довжини складів вимагають складних і тривалих маневрів (передачі відчеплених груп вагонів в сортувальний парк, а причеплених - з сортувального на шляху транзитного або приймально парку). Тому, а також через складність відчеплення вагонів з технічними або комерційними несправностями (особливо, якщо таких вагонів кілька і вони розташовані в різних частинах складу) склади, що вимагають часткової переробки, часто приймають в парк прийому і переробляють на сортувальній гірці при меншій витраті часу. Але це викликає втрати переробної спроможності останньої. Як показали спостереження, заняття гірки на 90 хв / добу операціями з транзитними поїздами, які вимагають часткової переробки, знижує її переробну спроможність для основного потоку - транзитних складів з повною переробкою приблизно на 400-500 вагонів на добу.

Істотно знизити втрати при роботі з транзитними складами, які вимагають часткової переробки, вдається при організації взаємодії її з повною переробкою. Суть такої технології полягає в наступному. Транзитний склад, що вимагає часткової переробки (зміни маси або довжини, перепричеплення груп і ін.), Які не переробляють на шляхах транзитних або відправних парків, а переставляють з парку прийому на з'єднувальний шлях, покладений в обхід основної гірки, і направляють його «ядро» на один з крайніх шляхів підгіркового парку одночасно з розпуском інших складів по

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

спускним шляхах гірки. При цьому маневрову роботу по відчеплення груп, а також вагонів з технічними або комерційними несправностями виконують, використовуючи допоміжний сортувальний пристрій (гірку малої потужності), розташоване на обхідному шляху.

Схема сортувальної гірки з допоміжним сортувальним пристроєм для часткової переробки транзитних складів зображена на рисунку 2.1. Основна сортувальна гірка 1 має два спускних шляхи 2 і 3. На відгалуженні від з'єднувального шляху 4, укладеного в обхід основної гірки, споруджують допоміжну гірку малої потужності 5, що працює на крайній шляху 6 сортувального парку. Укладають також шляхи 7 і 8 допоміжного сортувального пристрою. Транзитні склади, що підлягають частковій переробці, насувають з парку прийому (П) гіркова локомотивом по обхідному шляху 4 на допоміжну гірку 5. В процесі часткової переробки на допоміжній гірці «ядро» складу направляють на крайній шляху 6 сортувального парку. Вагони, відчіплюватися від складу, направляють на шляху 8, а вагони з технічними або комерційними несправностями - на шляху 7.

При поповненні маси або складу транзитних поїздів, заміну груп «ядро» гіркова локомотивом направляють на шляху 6, а вагони поповнення або причіплювати групу направляють на цей же шляху в процесі розпуску інших складів до або після перестановки «ядра».

Весь транзитний склад з частковою переробкою надалі переставляють маневровим локомотивом, що працюють на витяжному шляху, на шляху парку відправлення Про або транзитного парку ТР. Відчеплені вагони,

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27



маневрових локомотивів ТЕМ2 і ТЕМ7 і наступних умов:

Наведений розрахунковий профіль гірки: насувна частина - підйом 0,006 на довжині 400 м, спускна частина - 0,012 на довжині 400 м (висота гірки 4,8 м);

Сортувальні колії: ухил в сторону витяжних шляхів - 0,001 на довжині 1200 м. Довжина складу 1000 м;

Маса складу - 2000, 3500 і 5000 т.

Шлях руху складу від парку прийому до зупинки розіб'ємо на три частини: 1) по головному вагону від парку прийому до горба гірки; 2) по головному вагону від горба гірки до такого становища складу, коли місцезнаходження локомотива забезпечує розпуск наступного складу (прийнято, що при цьому відстань від локомотива, який знаходиться на шляхах горочної горловини, до горба гірки дорівнює 150 м); 3) прохід складу повністю на сортувальний шлях (прийнято, що швидкість підходу складу до горбу гірки становить 2 м/с). Таким чином, встановлюють нормативи пропуску складів через гірку.

## 2.2 Опис станції примикання АТ «УЗ» і промислового вузла

Ст. Примикання є дільничної з поздовжнім розташуванням парку. Дільнична станція поздовжнього типу - це ст. з послідовним розташуванням приймально парків для непарного і парного напрямків руху поїздів.

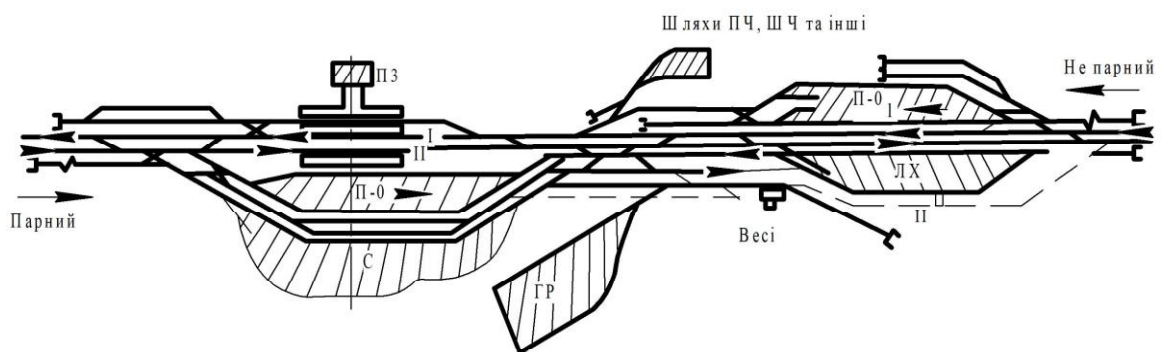


Рисунок 2.2 Схема дільничної станції поздовжнього типу

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29



На Базі постачання є тільки вантажні пункти. Рух потягу здійснюється локомотивом РСС.

Перегони одноколійні, обладнані автоблокуванням. На РСС стрілочні переводи включаються в електричну централізацію.

Ст. Примикання - дільнична з поздовжнім розташуванням парку. На перегоні ст. Примикання РСС як поїзного локомотива використовується електровоз серії ВЛ80, на вантажних станціях і в парках РСС, на маневровій роботі і в якості вивізних локомотивів використовується тепловози ТЕМ2.

### 2.3 Розрахунок вантажопотоків і вагонопотоків в промисловому вузлі

Річний вантажопотік промислових підприємств в промисловому вузлі визначається за річним випуском продукції і видаткових коефіцієнтів. Річний вантажопотік по прибуттю і відправленню розраховується за формулою

$$G_i = K_n(o) \cdot P, \quad (2.1)$$

де  $G_i$  - річний вантажопотік і-го вантажу, млн. т. на рік;

$K_n(o)$  - витратний коефіцієнт на виробництво 1 млн. т. готової продукції після прибуття і відправлення;

$P$  - заданий випуск річної продукції відповідно до заданого варіантом, млн.

Добовий вагонопотік визначається за формулою:

$$n_k = \frac{G_i \cdot \alpha_k \cdot K_n}{365 \cdot \kappa_{zp}^k \cdot P_{zp}^k}, \quad (2.2)$$

де  $n_k$  - число фізичних вагонів К-го типу, що використовуються для перевезення і-го вантажу в готелі або відправленні;

$G_i$  - річний вантажопотік і-го вантажу, млн. т в рік;

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



$\alpha_k$  - частка вантажопотоку, освоюється вагонами К-го типу;

$K_n$  - коефіцієнт нерівномірності перевезень після прибуття вантажів з зовнішньої мережі, приймається при навантаженні і вивантаженні до 50 вагонів на добу рівним: 1,5; від 51 до 150 - 1,4; від 151 до 300 - 1,3; від 301 і більше - 1,2; а при відправленні з промпідприємства - 1,2÷ 1,3;

$K_{сп}^k$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності вагонів К-го типу при перевезенні і-го вантажу;

$P_{гр}^k$  - вантажопідйомність вагона К-го типу при перевезенні і-го вантажу;

Після розрахунку вагонопотоків визначається баланс рухомого складу (надлишок або недолік порожніх вагонів) по промисловим підприємствам. Виявляється можливість заміни нестачі порожніх вагонів одного типу іншим. Наприклад, піввагонів платформами або навпаки.

Таблиця 2.1

Баланс рухомого складу в вантажних пунктах підприємства

Назва станцій	вантажний пункт	вантажна операція	Кількість вагонів на добу, фіз. од.	в тому числі			
				криті	платформ-ми	полуваго-ни	цистерни
<b>станція Південна</b>	Склад руди	вивантаження	325			325	
	Склад вапняку	вивантаження	29			29	
	Склад вугілля коксівне	вивантаження	137			137	
	РАЗОМ	вивантаження	491			491	
		навантаження	-			-	
		надлишок недолік	491 -			491	
<b>станція Східна</b>	Склад вугілля енергетичних.	вивантаження	137	11		137	41
	Склад мазуту	вивантаження	41			-	
	Склад обладнання і запасні частини	вивантаження	22			11	

	РАЗОМ	вивантаження	200	11		148	41
		навантаження	-	-		-	-
		надлишок	200	11		148	41
		недолік	-				
<b>станція Північна</b>	Склад коксу і коксика	погрузка	47			47	-
	Склад шлакопереробки	навантаження	93			93	-
	Склад хімічні продукти	навантаження	105			105	-
	Склад металобрухту	навантаження	-			-	21
	Склад металобрухту	вивантаження	21			-	21
	РАЗОМ	вивантаження	105			105	-
		навантаження	161			140	21
		надлишок	-			з матрацом	-
		недост	56			- 35	21
<b>станція Західна</b>	Склад вогнетривих	вивантаження	70	35	-	35	
	Прокат	навантаження	-		-	-	
	Склад чавуну	навантаження			132	132	
	чущкового	навантаження	264				
		навантаження	68		34	34	
	РАЗОМ	вивантаження	70	35	-	35	
		навантаження	332	-	166	166	
		надлишок	35	35	-	-	
		недост	279		166	131	
Назва станцій	вантажний пункт	вантажна операція	Кількість вагонів на добу, фіз. од.	в тому числі			
				криті	платформ-ми	полувагони	цистерни
<b>станція Заводська</b>	Склад металу	вивантаження	103	89	5	103	22
	Склад твердого палива	навантаження	69		16	69	
	Склад паливно-мастильних матеріалів	навантаження	22		89	6	
	Склад піску і глини	навантаження	11			90	
	Склад поставки по кооперації	навантаження	90			73	
	Склад утилізованих відходів	навантаження	73			16	
	Склад лісоматеріалів	навантаження	32				
	Склад готової продукції	навантаження	178				
	РАЗОМ	вивантаження	237	89	21	194	22
		навантаження	341	89	89	163	22
		надлишок	53		68	31	
		недост	157				
<b>Станція будівельні.</b>	Склад для наповнювачів бетону	вивантаження	58		12	46	27
	Склад цементу	навантаження	27		40	35	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ

Лист

33

	арматури Склад залізобетонних виробів	ння вивантаження	35			40	
		ння навантаження	80				
	РАЗОМ	вивантаження	120		12	81	27
		ння навантаження	80		40	40	27
		ння надлишок	48		28	21	
		недост	28				

Всього по промислового кутку:

Навантаження: - 914 вагонів

Вивантаження: - 1223 вагона

Надлишок: - 635 вагонів

Недостача: - 326 вагонів

$$V = (N_v + N_{перпор}) + (N_p + N_{ізбпор}) \quad (2.3)$$

де  $N_v$ ,  $N_p$  - вивантаження і навантаження з промислового вузла, вагонах;

$N_{ізбпор}$  - кількість відсутніх для забезпечення навантаження порожніх вагонів;

$N_{перпор}$  - число відправляються з вантажної станції або з промислового вузла порожніх вагонів.

$$V = (1223 + 914) + (635 + 326) = 3098 \text{ вагонів}$$

На підставі балансової таблиці будуюмо діаграму вагонопотоків.

Розрахунок потрібних розмірів руху

Характеристики електровоза ВЛ 8 і тепловоза ТЕМ 2:

ВЛ 8:

Сила тяги ( $F_{кр}$ ) - 46500 кгс;

Розрахункова швидкість ( $V_p$ ) - 43,3 км / год;

Облікова маса ( $P$ ) - 180 т;

Довжина електровоза ( $l_{лок}$ ) - 28 м.

ТЕМ 2:

Сила тяги ( $F_{кр}$ ) - 35400 кгс;

Облікова маса - ( $P$ ) 121 т;

Довжина електровоза ( $l_{лок}$ ) - 17 м.

Визначення середнього значення маси брутто за формулою:

$$q_{бср} = (\sum n_k (P_{ДРК} \cdot K_{ГРК} + q_{тк})) / \sum n_k \quad (2.4)$$

$q_{тк}$  - маса тари вагона до - го типу, т.

$$q_{бср} = (335 (70 \cdot 1 + 19,2) + 29 (70 \cdot 1 + 19,2) + 137 (70 \cdot 1 + 19,2) + 137 (70 \cdot 1 + 19,2) + 35 (70 \cdot 0,5 + 23) + 35 (70 \cdot 0,5 + 19,2) + 41 (70 \cdot 1 + 23) + 11 (70 \cdot 0,5 + 23) + 11 (70 \cdot 0,5 + 20,9) + 47 (70 \cdot 1 + 19,2) + 67 (70 \cdot 1 + 19,2) + 45 (70 \cdot 1 + 19,2) + 12 (70 \cdot 1 + 23) + 2 (70 \cdot 0,4 + 20,9) + 4 (70 \cdot 0,6 + 19,2) + 56 (70 \cdot 1 + 19,2) + 7 (70 \cdot 0,4 + 20,9) + 10 (70 \cdot 0,6 + 19,2) + 4 (70 \cdot 0,2 + 20,9) + 14 (70 \cdot 0,8 + 19,2) + 9 (70 \cdot 1 + 23) + 12 (70 \cdot 1 + 19,2)) / 1223 = 82 \text{ тс}$$

Визначення середньої довжини вагонів за формулою:

$$l_{ср} = (\sum n_k \cdot l_{вк}) / \sum n_k \quad (2.5)$$

$l_{вк}$  - довжина вагона до-го типу, м.

$$l_{ср} = 11,13 + 0,55 + 1,68 + 0,35 = 13,71 \text{ м}$$

Визначення питомого опору руху локомотива за формулою:

$$\omega_0 = 1,9 + 0,01 \cdot V + 0,0003 \cdot V^2 \quad (2.6)$$

де  $V$  - розрахункова швидкість, км / год.

$$\omega_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 43,3 + 0,0003 \cdot 43,3^2 = 2,93 \text{ кгс / тс}$$

Визначення питомого опору локомотива за формулою:

$$\omega_0'' = 0,7 + ((3 + 0,1 \cdot V + 0,0002 \cdot V^2) / q_0) \quad (2.7)$$

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

де  $q_0$  - середнє навантаження на вісь;

$$\omega_0 = 0,7 + ((3 + 0,1 \cdot 43,3 + 0,0002 \cdot 43,32) / 17,2) = 1,5 \text{ кгс / тс}$$

Визначення середнього навантаження на вісь за формулою:

$$q_0 = q_{брср} / 4 \quad (2.8)$$

$$q_0 = 82/4 = 20,5$$

Визначення маси поїзда за формулою:

$$Q_{бр} = ((F_{кр} - P (\omega_0 + I_p)) / (\omega_0 + I_p)) \quad (2.9)$$

де  $F_{кр}$  - розрахункова сила тяги локомотива, кгс;

$P$  - вага локомотива;

$\omega_0$  - основне питомий опір руху локомотива в тяговому режимі з розрахункової швидкістю;

$\omega_0$  - основне питомий опір руху вагонів при розрахунковій швидкості, кгс / тс;

$i_p$  - розрахунковий підйом, % 0.

$$Q_{бр} = 46500 - 180 (2,93 + 6) / (1,5 + 6) = 5985,68 \text{ тс}$$

Визначення кількості завантажених вагонів у складі по формулі:

$$m_{гр} = Q_{бр} / q_{брср} \quad (2.10)$$

$$m_{гр} = 5985,68 / 82 = 72 \text{ в.}$$

Визначення довжини навантаженого поїзда за формулою:

$$l_{сост} = m_{гр} \cdot l_{ср} \quad (2.11)$$

$$l_{сост} = 82 \cdot 13 \approx 1050 \text{ м}$$

$$m_{пор} = (l_{п} - l_{лок} - 10) / l_{срв} \quad (2.12)$$

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		36

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

$l_{\text{п}}$  - корисна довжина приймально шляху, м.

$$m_{\text{пор}} = (1050-28-10) / 13,17 = 76 \text{ в.}$$

Кількість поїздів різних категорій, які звертаються по заданій ділянці, визначаємо діленням розрахункового добового вагонопотоків на кількість завантажених або порожніх вагонів в поїзді. У роботі приймаємо дві категорії поїздів - маршрутні і передачі в розбирання.

Для визначення обсягів роботи парків ПСС і кількості відправлених поїздів на вантажні станції промислових підприємств і прийнятих з цих станцій, необхідно скласти таблицю 2.2 – 2.5.

Таблиця 2.2

Потрібні розміри руху між станціями

категорії поїздів	Розрахунковий добовий вагонопоток	Кількість вагонів в поїзді	Кількість потягів		Станція навантаження, вивантаження
			При-тя	Відправ-ня	
Маршрут з рудою	325	72 37	4 1	4 (пор) 1 (пор)	Ст. Південна
Маршрут з вугіллям до	137	72 65	1 + 1	1 (пор) 1 (пор)	Ст. Південна
Маршрут з вугіллям е	137	72 65	1 + 1	1 (пор) 1 (пор)	Ст. Східна
Маршрути з твердим паливом	69	69	1		Ст. Східна
Передачі в розбирання з навантаженими вагонами	555	72 51	7 1		На всі напрямки пром вузла
Маршрутні передачі з порожніми вагонами	326	72 51	4 1		Ст. Північна, західна, Заводська, Будівельна
Передачі з порожніми вагонами в розбирання	635	72 59		8 1	На всі напрямки пром вузла
Маршрут з готовою продукцією	914	72 59		12 1	УЗ

Таблиця 2.3

Склад розбірних поїздів в вагонах на адресу станцій вивантаження промислового вузла

№ п. / П. розбірних поїздів	Найменування станцій і кількість вагонів на кожне призначення						Всього вагонів в поїзді
	Ст. Південна	Ст. Східна	Ст. Північна	Ст. Західна	Ст. Заводська	Ст. строї кові	
1.	4ізв	5маз. + 3об.	15мл.	10огн.	14мет. + 3гм. + 2л.	8б + 3ц + 5а	72
2.	4ізв	5маз. + 3об.	15мл.	10огн.	14мет. + 3гм. + 2л.	8б + 3ц + 5а	72
3.	4ізв	5маз. + 3об.	15мл.	10огн.	14мет. + 3гм. + 2л.	8б + 3ц + 5а	72
4.	4ізв	5маз. + 3об.	15мл.	10огн.	14мет. + 3гм. + 2л.	8б + 3ц + 5а	72
5.	4ізв	5маз. + 3об.	15мл.	10огн.	14мет. + 3гм. + 2л.	8б + 3ц + 5а	72
6.	4ізв	5маз. + 3об.	15мл.	10огн.	5мет. + 1гм. + 1шг. + 5пк. + 5л.	8б + 3ц + 5а	72
7.	4ізв	5маз. + 3об.	15мл.	10огн.	14мет. + 3гм. + 2л.	8б + 3ц + 5а	72
8.	1ізв	6маз. + 1об.	15мл.	10огн.	5мет. + 1гм. + 11пес. + 18р.	2б + 6ц	51
Разом	29ізв.	41маз. + 22зап.ч ..	105мет л.	60огн.	103мет. + 22гм. + 11пес. + 32л.	58б + 27ц + 25а	555

Таблиця 2.4

Розмірив руху порожніх вагонів прибулих з вантажних станцій на адресу УЗ та інших вантажних станцій.

Ст. відправлення	Кількість поїздів і вагонів	Найменування ст. і кількість вагонів							Всього вагонів в поїзді
		Південна	Східна	Західна	Північна	будівельна	Заводська	УЗ	
Південна	1 29			29ПВ					29
Східна	2 76 1 48					11КР		41ЦС	200
Західна	1 35	148ПВ				35кр			35
будівельна	1 48			21КР				27ЦС	48
Заводська	1 53			31ПВ				22ЦС	53

## Склад для маршрутних передач в розбирання з порожніми вагонами

№ п. / П. розбірних поїздів	Найменування станцій і кількість вагонів на кожне призначення						Всього вагонів в поїзді
	Ст. Південна	Ст. Східна	Ст. Північна	Ст. Західна	Ст. Заводська	Ст. Будівна	
1.	0	0	10пв	35пш + 22пв	9кр	0	76
2.	0	0	10пв	35пш + 22пв	9кр	0	76
3.	0	0	10пв	35пш + 22пв	9кр	0	76
4.	0	0	15цс	35пш + 24пв	2ПЛ	0	76
5.	0	0	0	0	11пш	11пш	22
Разом	0	0	30пв + 15цс	140пш + 90пв	27кр + 13пш	11пш	326



### 3. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

#### 3.1 Обґрунтування і вибір принципової схеми промислової сортувальної станції. Визначення обсягів роботи парків

Знаючи розташування станції в промисловому вузлі розміри руху, слід вибрати схему ПСС, описати технологію роботи, враховуючи, що схема промислової сортувальної станції повинна при мінімальних витратах на її спорудження та експлуатацію забезпечувати потрібну пропускну здатність, найменші затримки вагонів загальномережевого парку в промисловому вузлі і найкращу організацію внутрішніх перевезень.

При розробці схеми вирішуються питання поточності просування вагонопотоків, паралельності та суміщення основних операцій, скорочення внутрішньостанційних пробігів вагонів і локомотивів, розподілу роботи між окремими районами станції, а також сполуки з вантажними станціями промислового вузла:

- спеціалізація шляхів і парків станції та їх взаємне розміщення, особливо по відношенню до коліях сортувального парку, визначають витрати часу на маневрові операції і впливають на потрібне число маневрових локомотивів;
- схеми станцій повинні забезпечувати найменшу затримку локомотивів АТ УЗ, а також зручне розташування пристроїв, для ремонту вагонів;
- маршрути усередині вузлових перевезень не повинні перетинатися з основними технологічними лініями станції, тобто повинні використовуватися периферійні шляхи і парки. Схема вибирається з розроблених типових схем / 2 /.

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра схема промислової сортувальної станції наведена на рисунку 3.1

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40



представляється відповідно СНІП.

Для прийому розбірних поїздів і маневрових составів з промисловою вантажною ст. паралельно парку СО2 розташовується парк прийому В.

Для ремонту вагонів в районі парку бути ремонтна база (прв).

Для екіпірування локомотивів є екіпірувальне пристрій.

Всі перегони одноколіїні.

Обсяг роботи парку прийому "ПО" зводиться в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Визначення обсягу роботи парку "ПО"

Категорія поїзда	Склад поїзда (маневровий состав)	Кількість потягів на добу		кількість вагонів				прикладна програма
				в поїзді		на добу		
		з "УЗ" або вантаж. станції	на вантажну ст. або гірку.	з "УЗ" або вантаж. станції	на вантажну ст. або гірку.	з "УЗ" або вантаж. станції	на вантажну ст. або гірку.	
Маршрут з рудою	36 1	9 1	9 1	36 1	36 1	324 1	324 1	Ст. Південна
Маршрут з вугіллям коксу	36 29	3 1	3 1	36 29	36 29	108 29	108 29	Ст. Південна
Маршрут з вугіллям енергетичним	36 29	3 1	3 1	36 29	36 29	108 29	108 29	Ст. Східна
Маршрут з твердим паливом	36 33	1 + 1	1 + 1	36 33	36 33	36 33	36 33	Ст. Заводська
Передача в розбирання з гр. вагон.	36 15	15 1	15 1	36 15	36 15	540 15	540 15	На гірку в парк СО2
Передача порожнього вагону в розбирання	38 22	8 1	8 1	38 22	38 22	304 22	304 22	на УЗ
Передача в розбирання порожнього вагону	38 27	16 1	16 1	38 27	38 27	608 27	608 27	на УЗ

Обсяг роботи парку "В" зводиться в таблицю 3.2

Таблиця 3.2

Визначення обсягу роботи парку "В"

Категорія поїзда	Склад поїзда (маневровий состав)	Кількість потягів на добу		кількість вагонів				прикладна програма
				в поїзді		на добу		
				з ГС	на гірку	з ГС	на гірку	
Розбирання на ст. Північна	36 17	4 1	4 1	36 17	36 17	144 17	144 17	Ст. Північна В парк СО1
Розбирання на ст. Західна	36 8	9 1	9 1	36 8	36 8	324 8	324 8	Ст. Західна
Розбирання на ст. Заводська	36 17	9 1	9 1	36 17	36 17	324 17	324 17	Ст. Заводська
Розбирання на ст. будівельна	36 8	2 1	2 1	36 8	36 8	72 8	72 8	Ст. будівельна
Разом						914	914	

Обсяг роботи парку "СО1" зводиться в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3

Визначення обсягу роботи парку "СО1"

Категорія поїзда	Склад поїзда (маневровий состав)	Кількість потягів на добу		кількість вагонів				прикладна програма
				в поїзді		на добу		
				з гірки	на УЗ	з гірки	на УЗ	
Розбирання на ст. Північна	36 17	4 1	4 1	36 17	36 17	144 17	914	Через гірку в парк СО2 і далі на УЗ
Розбирання на ст. Західна	36 8	9 1	9 1	36 8	36 8	324 8		
Розбирання на ст. Заводська	36 17	9 1	9 1	36 17	36 17	324 17		
Розбирання на ст. будівельна	36 8	2 1	2 1	36 8	36 8	72 8		
Разом						914		

Обсяг роботи парку "CO2" зводиться в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4

Визначення обсягу роботи парку "CO2"

Категорія поїзда	Склад поїзда (маневровий состав)	Кількість потягів на добу		кількість вагонів				прикладна програма
		ПО далі на гору	на ГС	в поїзді		на добу		
				ПО далі на гору	на ГС	ПО далі на гору	на ГС	
Розбірні передачі з навантаженими вагонами	36 15	15 1	7 7 8 7 7 7	36	4 5 3 10 15 8 5		29 41 22 70 105 58 27 35 103 22 11 32 69	на ст. Південна на ст. Східна на ст. Північна на ст. Західна
Разом							555	

3.2 Розрахунок кількості шляхів в парку прийому В.

Прибувають розбірні поїзда з вантажних станцій промислового вузла. На підставі таблиці 3.1 прибувають 914 вагонів. Визначаємо кількість шляхів у парку В.

Число приймально-відправних колій для розбірних поїздів і подач визначають за формулою

$$m_{n-o}^p = \frac{k_z \cdot n_p \cdot t_z^p}{1440}, \quad (3.1)$$

де  $k_z$  - коефіцієнт запасу пропускної здатності, приймається 1,15;

$n_p$  - середньодобове число розбірних поїздів, подач;  $n_p = 24$ .

$t_z^p$  - тривалість занять шляху прийомом, обробкою і виведенням складу для розформування, хв.

$$m_{n-o}^p = \frac{1,15 \cdot 24 \cdot 80}{1440} = 1,5 \sim 2 \text{ шляхи}$$

$$t_3^P = t_{np} + t_{on} + t_{вив} + t_{ож}^c, \quad (3.2)$$

де  $t_{np}$  - час приймання поїзда або подачі - 5 хв .;

$t_{on}$ - час на виконання технологічних операцій з прийому поїзда і підготовки його для розформування;  $t_{on} = 30$  хв.

$t_{вив}$  - час ходу складу на шлях насування для розформування -  $4 \div 5$  хв;  
 $t_{вив} = 5$  хв.

$t_{ож}^c$  - час простою вагонів в очікуванні розформування-формування попереднього складу, хв.

$$t_3^P = 5 + 30 + 5 + 40 = 80(\text{хв})$$

Для орієнтовних розрахунків значення  $t_{ож}^c$  приймаємо рівним половині часу на виконання сортувальної роботи, якщо склад повністю подається на сортувальну витяжку, при передачі складу по частинах за формулою

$$t_{ож}^c = \frac{t_{cop}}{P} + t_{дон}, \quad (3.3)$$

де  $t_{cop}$  - час формування всього поїзда з підбіркою вагонів в групі для подачі на вантажні станції-30хв;

$P$  число частин, на які ділиться або з яких складається потяг;  $P = 2$

$t_{дон}$ - додатковий простий поїзда на колії приймання, пов'язаний з передачею його по частинах на сортувальну витяжку, хв.

$$t_{ож}^c = \frac{30}{2} + 25 = 40(\text{мин})$$

Додатковий простий поездатдоп на шляхах прийому визначається за формулою

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{дон}} = t_{\text{пер}} \cdot (P-1) + \frac{t_{\text{сop}} \cdot (P-1)}{P}, \quad (3.4)$$

де  $t_{\text{пер}}$  - час заїзду локомотива після сортування попередній частині за наступною частиною і перестановки його на витяжної, насувної шлях для формування-10хв;

$t_{\text{сop}}$ .- час розформування всього поїзда з підбіркою вагонів в групи для подачі на вантажні станції-30 хв.

$$t_{\text{дон}} = 25(\text{мин})$$

після всіх обчислень додаємо один ходовий шлях в результаті отримуємо

### 3.3 Розрахунок кількості шляхів в парку прийому ПО.

Число приймально-відправних колій для розбірних поїздів і подач визначаються за формулою:

$$M_{\text{рп-о}} = (K_3 \cdot n_{\text{р}} \cdot t_{\text{рз}}) / 1440, \quad (3.5)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт запасу пропускної здатності (1,15);

$n_{\text{р}}$  - середньодобове число розбірних поїздів, подач;

$t_{\text{рз}}$  - тривалість занять шляху прийомом, обробкою і виведенням складу для формування, хв.

$$M_{\text{рп-о}} = (1,15 \cdot 29,3 \cdot 64) / 1440 = 1,5 \approx 2 \text{ п.}$$

$$t_{\text{рз}} = t_{\text{пр}} + T_{\text{оп}} + t_{\text{вив}} + t_{\text{сож}}, \quad (3.6)$$

$t_{\text{пр}}$  - час прийому поїзда або подачі (5 хв.);

$T_{\text{оп}}$  - час на виконання технологічних операцій з прийому поїзда і підготовки його для розформування;  $T_{\text{оп}} = 15$  хв

$t_{\text{вив}}$  - час ходу складу на насувної шлях для розформування (4 хв.);

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

$t_{сож}$  - час простою вагону в очікуванні розформування  $t_{сож} = 30$ .

$$t_{рз} = 5 + 15 + 4 + 40 = 64 \text{ хв.}$$

Число приймально-відправних колій для прийому маршрутних поїздів і груп вагонів без поділу на частини або зміни складу:

$$M_{мп-о} = (K_{мн} \cdot K_{з} \cdot n_{м} \cdot t_{мз}) / 1440, \quad (3.7)$$

де  $K_{з}$  - коефіцієнт запасу пропускної здатності (1,15);

$K_{мн}$  - коефіцієнт добової нерівномірності прибуття маршрутних поїздів і груп вагонів (1,1-1,2);

$n_{м}$  - середньодобове число маршрутних поїздів або груп вагонів;

$t_{мз}$  - тривалість занять шляху, хв.

$$M_{мп-о} = (1,2 \cdot 1,15 \cdot 29,3 \cdot 95) / 1440 = 2,7 \text{ п.} \approx 3 \text{ п.}$$

$$t_{мз} = t_{пр} + T_{оп} + t_{от} + t_{отож}, \quad (3.8)$$

$t_{пр}$  - час прийому поїзда або подачі (5 хв.);

$T_{оп}$  - час на виконання технологічних операцій з прийому поїзда і підготовки його для розформування;  $T_{оп} = 45$  хв

$t_{от}$  - час на відправлення поїзда 3-5 хв;

$t_{отож}$  - середній час очікування відправлення 15-30хв;

$$t_{рз} = 5 + 45 + 5 + 40 = 95 \text{ хв.}$$

Додавши один ходової, отримаємо 6 шляхів

**Розрахунок кількості шляхів в парку СО1.**

$$\frac{914}{110} = 8 \text{ нутей}$$

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47



## Розрахунок кількості шляхів в парку CO2.

$$\frac{267}{70} = 4 \text{ ШЛЯХИ}$$

## Проектування гірки малої потужності на промисловій станції

Насувна частина вважається від граничного стовпчика останнього стрілочного перевалу предгорочної горловини парку прийому до вершини гори і її довжина повинна бути як правило, 150м. Для полегшення розчеплення вагонів і зупинки їх у разі припинення розпуску перед горбом гірки робиться підйом не менше 8% 0 на відстані не менше 50 м.

Необхідна вимога до профілю насувної частини - це забезпечення зрушення з місця повного складу з великовантажних вагонів гіркових локомотивом при знаходженні першого вагона перед вершиною гірки.

$$F_{кр} / P + Q > i_{ср} + \omega_{кр} + \omega_{стоп} + \omega_{тр}, \quad (3.9)$$

де,  $F_{кр}$  тр - сила тяги локомотива при рушанні складу з місця, кгс;

$P$  - маса маневрового локомотива, тс;

$Q$  - розрахункова маса складу на ділянці, то;

$i_{ср}$  - середній ухил на довжині складу, що зупинився перед вершиною гірки, % 0;

$\omega_{кр}$  - додаткове середнє питомий опір від кривих, кгс / тс;

$\omega_{стоп}$  - додаткове середнє питомий опір від стрілок кгс / тс;

$\omega_{тр}$  - питомий опір при рушанні з місця, кгс / тс.

$$/ (180 + 5985,68) > 5 + 1,1 + 2,6 + 3,3$$

$$, 6 > 12$$

Найменші радіуси сполучених кривих на вершині гірки приймається 350 м, а на інших елементах спускної частини гірки не менше 250 м. Для запобігання саморозчеплення вагонів на вершині гірки сума абсолютних

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

величин сполучених ухилів насувної і спускний частини і не повинна перевищувати 55% 0.

### 3.4 Визначення важкого і легкого шляху і розрахунок висоти гірки.

Сумарна питома робота сил опору, що діють на вагон при проходженні їм відстані від вершин гірки до розрахункової точки, залежить від довжини шляху, кількості стрілочних переводів і числа кривих.

Сортувальний шлях з мінімальною сумарною питомою роботою всіх сил опору називається легким, а з найбільшою сумарною питомою роботою сил опору - важким.

Питома робота сил опору подоланих поганим бігуном при несприятливих умовах скочування розраховується по кожній колії сортувального парку по таблиці 13, для заповнення якої необхідно скористатися даними таблиці 11 і заповнити таблицю 12.

Для симетричних горловин парків розрахунок можна проводити для шляхів тільки половини парку.

Для заповнення таблиці 13, значення  $L_p, \Sigma \alpha_i$  п визначаються щодо масштабного плану голови сортувального парку. Основне питомий опір розрахункових бігунів  $w_0$ , приймається (див. Додаток Б2) в залежності від розрахункової добової температури, яка розраховується за формулою (21),  $W_{cp}$  розраховується за формулою (22).

Орієнтовно завантаження розрахункового, поганого бігуна при середньої вантажопідйомності вагона до 60÷70 і більше тонн відповідно приймається 25, 30, 50 т.

$$t^0 = t_{cp}^0 - 11, \quad (3.9)$$

де  $t_{cp}^0$  - середня місячна температура повітря, отримана з багаторічних (більше 10 років) спостережень за даними місцевих метеостанцій, а в роботі приймається за завданням. ( $T_{cp}^0 = -20$ )

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49



рухається відцеп, град.

$$V_p^2 = 9 + 1,44 + 2 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot \cos 87 = 10,44 + 0,38 = 10,82 (\text{м/с})$$

Решта розрахунки занесені в таблицю 3.5.

$$V_p = V_{cp} \pm V_b; \quad (3.12)$$

$$V_p = 3 + 2,3 = 5,3 (\text{м/с})$$

Решта розрахунки занесені в таблицю 3.5.

$$\alpha = \frac{\beta}{2}; \quad (3.13)$$

$$\alpha = \frac{87}{2} = 43,5^\circ$$

Решта розрахунки занесені в таблицю 3.6

У формулах знак плюс приймається при зустрічному вітрі, мінус при попутному вітрі. Якщо швидкість попутного вітру вище швидкості отцепа, вспринімається зі знаком мінус.

Таблиця 3.5

Визначення коефіцієнта обтічності  $C_x$ .

рід вагонів	числ о осей	S, м <sup>2</sup>	Кут між результуючим вектором відносної швидкості і напрямом руху отцепа, $\alpha^\circ$						
			0 °	10 °	20 °	30 °	50 °	70 °	90 °
напіввагон	4	6,5	1,36	1,68	1,83	1,76	1,11	0,43	0,1
Критий	4	9,7	1,12	1,46	1,64	1,58	0,92	0,29	0,1
напіввагон	6	10,2	1,46	1,71	1,80	1,72	1,16	0,51	0,15
напіввагон	8	10,7	1,56	1,85	2,09	2,03	1,15	0,4	0,15

Слід приймати середньомісячну швидкість вітру кожного напрямку, а при розрахунку висоти гірки повинні бути прийняті найсприятливіші

швидкість і напрям вітру при даних умовах розпуску.

За розрахунковий приймається січень місяць, в якому виходить найбільша сума основного питомого опору поганого бігуна і опору повітряного середовища і вітру  $W_{cp} + W_0$ .

Розрахункова висота гірки-це різниця відміток її вершини і розрахункової точки важкого з опору шляху підгіркового парку.

Розрахунок висоти гірки ведеться з урахуванням забезпечення проходу поганого бігуна при найнесприятливіших умовах скочування (зустрічному вітрі, зимової розрахункової температурі) до розрахункової точки важкого з опору шляху сортувального парку, який визначається за таблицею 3.6. Відстань до розрахункової точки приймається  $12 \div 50$  м від граничного стовпчика розрахункового шляху.

Таблиця 3.6

Розрахунок втрат енергетичних висот опорів

Номер шляху сортувального парку	Число стрілок в маршрутї	Розрахункова довжина, $L_p$	Кут повороту, $\alpha$ , град			Енергетична висота опорів, м			
			на стрілках, $\alpha_z$	на кривих, $\alpha_{кр}$	всього $\Sigma \alpha^\circ$	основного і середовища $L_p$ ( $\omega_0 + \omega_{cp}$ ) / 1000	від стрілок $0,02 \cdot n$	від кривих $0,009 \cdot \Sigma \alpha^\circ$	всього $h_\omega$
17. 16. 15.	2 4 4 4	214	18,81	8,6	27,4	0,82	0,04	0,24 0,3	1,1 1,27
14. 13. 12.	4 4 4 4	233,46	8,818	15,23	34,03	0,89 0,89	0,08	0,22	1,19
11. 10. 9.	4 3 3	233,46	,8	5,77	24,57	0,89 0,89	0,08	0,22 0,3	1,19
8. 7.		233,46	18,8	6,23	25,03	0,89 0,89	0,08	0,3 0,22	1,27
		233,46	18,81	15,69	34,49	0,89 0,89	0,08	0,22 0,3	1,27
		233,46	8,8	15,69	34,49	0,82 0,86	0,08	0,24 0,3	1,19
		233,46	18,8	6,23	25,03		0,08		1,19
		233,46	18,8	5,77	24,573		0,08		1,27
		233,46	18,8	15,23	4,03		0,08		1,12
		214 225	18,8	8,6	27,4		0,06		1,22
			18,8	15,23	34,03		0,06		

Висота гірки НГ, м, визначається за формулою

$$H_g = 10^{-3} [L_p (\omega_{cp} + \omega_0) + 9 \Sigma \alpha + 20 \cdot n] - (V_p^2 - 2 \cdot q) \quad (3.14)$$

де,  $L_p$  - відстань від вершини гірки (точка відриву відчепів) до розрахункової точки важкого з опору шляху, м;

$\omega_0$  - основне питомий опір руху поганого бігуна, кгс / тс;

$\omega_{cp}$  - опір повітряного середовища і вітру поганого бігуна, кгс / тс;

кгс / тс - додаткова питома робота сил опору розрахункового бігуна в кривих на кожен градус кута повороту;

$\Sigma \alpha$  - сума кутів повороту на шляху проходження отцепа по важкому ділянці до розрахункової точки, включаючи кути повороту стрілочних перекладних кривих, град .;

кгс / тс додаткова питома робота сил ударів при проходженні по стрілочному переводу;

$n$  - число стрілочних по шляху проходження отцепа на важкий по опору шлях;

$V_p$  - швидкість насування складу на гірку, м / с;

$q$  - прискорення сили тяжіння з урахуванням обертаючих мас вагона, м / с.

$$H_g = 10^{-3} [233,46 \cdot 3,82 + 9 \cdot 34,49 + 20 \cdot 4] - (0,82 / 2 \cdot 9,5) = 1,248 \text{ м}$$

### 3.5 Проектування поздовжнього профілю спускної частини гірок малої потужності

Поздовжній профіль спускної частини проекту для кожного пучка підгіркового парку з урахуванням кривизни шляхів і характеру вагонопотоків, наступного на даний пучок.

Розрахункову довжину спускної частини гірок розбиваю на чотири розрахункових ділянки поздовжнього профілю: швидкості, гальмівний позиції, стрілочної зони і сортувальних шляхів підгіркового парку.

Ухил швидкісної ділянки визначається в залежності від розрахункової

					РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

висоти гірки, за формулою:

$$i_{ск} = (1000 \cdot \text{Нг-}i_c \cdot l_{рл-}i_z \cdot l_z\text{-}I_T \cdot l_T) / (L_{ск}\text{-}T_B) \quad (3.15)$$

де,  $i_c$ ,  $i_z$ ,  $I_T$  - ухили відповідного ділянки розрахункового сортувального шляху, стрілочної зони і гальмівної позиції;

$l_{рл}$ ,  $l_z$ ,  $l_T$ ,  $L_{ск}$  - довжина елементів відповідного ділянки від граничного стовпчика до розрахункової точки, стрілочної зони, гальмівний позиції і швидкості, м.

$T_B$  - довжина від горба до точки перелому швидкісної ділянки, м;

$$i_{ск} = (1000 \cdot 1,248\text{-}1 \cdot 40\text{-}1,5 \cdot 100\text{-}7 \cdot 63,46) / (50\text{-}16,5) = 21,9\% \text{ 0}$$

Ухил швидкісної ділянки спускної частини гірок малої потужності приймаю максимально крутим, але не крутіше 40% 0. Найменший швидкісний ухил приймаємо 25% 0. Довжина швидкісної ділянки 50 м.

$$T_B = (R_{в} \cdot \Delta i) / 2000 \quad (3.16)$$

де,  $R_{в}$  - радіус вертикальної кривої, м;

$\Delta i$  - алгебраїчна різниця суміжних ухилів,% 0.

$$T_B = (1000 \cdot 33) / 2000 = 16,5$$

## ВИСНОВКИ

Залізничний транспорт є в даний час величезну розгалужену мережу, що має складні інженерні споруди і технічні засоби. Залізничні лінії з'єднують все життєво важливі райони країни, що сприяє їх прискореного розвитку.

Дедалі більшого поширення набуває технологія безпосередньо взаємодії магістрального залізничного транспорту з великими промисловими і агропромисловими комплексами. Така технологія взаємодії магістрального і промислового залізничного транспорту, що відрізняється високою економічністю для підприємств, застосовується і в багатьох інших галузях народного господарства.

Поряд з будівництвом нових ліній важливе значення має розвиток існуючих споруд двоколійних і багатокілійних ліній, подовження приймально-відправних колій, реконструкція станцій, обладнання залізничних полігонів сучасними засобами регулювання рухом поїздів і управління.

Велике значення має подальша електрифікація залізничного транспорту в Україні. Електрифіковані лінії в порівнянні з лініями на тепловозній тязі володіють багатьма перевагами: вище швидкість руху поїздів, економічність експлуатації за рахунок економії нафтового палива, є можливість забезпечення екологічних вимог та охорони навколишнього середовища.

Залізничні станції є основним структурним підрозділом, що забезпечує безперебійне та якісне проходження вагонопотоків і їх обробку.

У кваліфікаційній роботі бакалавра визначено, що для переробки необхідного вагонопотока в обсязі 1223 вагонів, необхідне число вагонних сповільнень, для гарного бігуна, на один шлях сортування повинно бути 3 сповільнювача. Гірка повинна бути висотою 1,38 м, крутизна спускної частини повинна бути 21,9%, кількості сортувальних колій 12.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алейник В. С., Бочаров О. П., Ломотько Д. В., Приходько С. І. Удосконалення системи диспетчерського керування рухом на залізницях України. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2014. № 1. С. 3-8.
2. Балака Є. І., Зоріна О.І., Колеснікова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210с.
3. Безпека руху поїздів на залізничному транспорті: навч. посібник для вузів. Ч. 1 / В.М.Самсонкін та ін. Київ: КУЕТТ, 2005. 180 с.
4. Богомазова Г. Є. Проблема вибору раціонального варіанту організації вагонопотоків. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2011. № 1/3(49). С. 33-35.
5. Божко М. П., Мазуренко О. О. Аналіз впливу оперативного формування двогрупних поїздів на окремі показники плану формування технічних станцій. Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць ДНУЗТ. 2011. Вип. 2. С. 22-30.
6. Бутько Т. В., Прохорченко А. В., Киман А. М. Формалізація технології організації групових поїздів оперативного призначення. СхідноЄвропейський журнал передових технологій. 2015. Вип. 4/3(76). С. 38 – 43.
7. Вернигора Р. В., Мазуренко О. О. Дослідження ефективності технології формування двогрупних поїздів в оперативних умовах з використанням імітаційної моделі роботизалізничного напрямку. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». 2011. №53. С.89-95.
8. Данько М. І, Бутько Т. В., Ломотько Д. В, Козак В. В. Методологічний аспект формування критеріїв ефективного управління

залізничною транспортною системою. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2010. Вип.113. С. 5-9.

9. Данько М. І., Лаврухін О. В., Рибальченко Л. І., Романчук В. О. Удосконалення процесу змінно-добового планування на основі застосування інтелектуальних методів. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2010. Вип. 119. С. 7-11.

10. Довідник основних показників роботи залізниць України (2002–2012 роки). Київ: Поліграфсервіс. 2013. – 58 с.

11. Жуковицький, І. В., Скалозуб В. В., Устинко А. Б. Принципи побудови системи підтримки прийняття рішень і управління вантажними перевезеннями на основі аналітичних серверів АСК ВП УЗ. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2007. Вип. 17. С. 28-34.

12. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України: затв. наказом Укрзалізниці від 29.12.2004 р. №1028–ЦЗ. Київ: ТОВ «Швидкий рух», 2005. 100 с.

13. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України: затв. наказом Укрзалізниці від 15 грудня 2004 р. № 969- ЦЗ. Мін-во транспорту та зв'язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень. 2004. 48 с.

14. Інструкція з розрахунку наявної пропускнуої спроможності залізниць України: затв. наказом Укрзалізниці від 14.03.2001 р. № 143/Ц (ЦД0036). 256 с.

15. Калашнікова Т. Ю. Формування адаптивної технології поїздоутворення: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків, 2003. 20 с.

16. Кекиш Н. А. Информационное обеспечение организации вагонопотоков по системе взаимосвязанных групповых поездов. Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. Днепропетровск. 2011. №36. С.175-180.

					<i>РКБ.ОПЗТ-19з.022.ПЗ</i>	Лист
						57
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Киман А. М. Удосконалення технології організації групових поїздів оперативного призначення на основі синхронізації графіка руху на станціях обміну груп вагонів. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Харків. 2015. № 5 (114). С. 48 – 51.

18. Костенніков О. М. Формування системи підтримки прийняття рішень оперативних працівників при виконанні місцевої роботи на залізничних полігонах. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2013. Вип. 137. С. 88-94.

19. Лаврухін О. В., Блиндюк В. С., Богомазова Г. Є., Киман А. М., Тофан М. О., Розумович Р. Б. Удосконалення технології оперативного планування вантажної роботи при взаємодії власників рухомого складу із залізницею. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. Харків. 2015. Вип. 156. С. 12 – 17.

20. Лаврухін О. В. Формування моделей і методів інтелектуальної технології оперативного управління поїздопотоками: дис. ... д-ра техн. Наук. Харків, 2012. 412 с.

21. Лаврухін О. В., Костенніков О. М., Киман А. М. Формування автоматизованої технології просування групових поїздів оперативного призначення. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро. 2016. Вип. 12. С. 51 – 57.

22. Мазуренко О. О., Кудряшов А. В. Ефективність формування двогрупних поїздів в оперативних умовах організації вагонопотоків. Зб. наук. праць ДНУЗТ. 2014. Вип. 7. С. 50-55.

23. Папахов О. Ю., Огороков А. М., Логвінов О. М. Інформаційне забезпечення організації вагонопотоків в умовах функціонування АСК ВП УЗ. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2008. Вип. 22. С. 154-157.

24. Порядок направления вагонопотоков и организации их в грузовые поезда на железных дорогах Украины на 2016 – 2017 гг. (План

формування поїздів): приказ ПАО «Укразилизныця» от 05.12.2016 г. № 744. 2016. 334 с.

25. Прохорченко А. В. Концептуальні підходи до управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в умовах конкуренції на ринку перевезень. Залізничний транспорт України. 2013. Вип. 3/4. С. 63-65.

26. Рибальченко Л. І. Підходи до реалізації системи підтримки прийняття рішення оперативного управління за допомогою сучасних технологій моделювання. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2012 №5. С. 20-24. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / пер.с польск. И. Д. Рудинский. Москва: Горячая линия – Телеком, 2004. 452 с.

27. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: навч. посібник. – Київ: КНЕУ, 2003. 614 с.

28. Собкевич А. В., Михайличенко К. М., Ємельянова О. Ю. Механізми ефективного використання та розвитку потенціалу транспортнодорожнього комплексу України. Аналітична доповідь. Київ: Національний інститут стратегічних досліджень, 2014. 60 с.

29. Сукач Е. И. Автоматизация процесса исследования вариантов организации перемещения транспортных потоков в железнодорожной сети. Математичні машини і системи. 2009. № 4. С.161-168.