

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

галузі знань 27 – «Транспорт»
спеціальності 275 – «Транспортні технології (залізничний транспорт)»

на тему: «Удосконалення технології розформування составів на основі
ресурсозберігаючих режимів роботи гіркових засобів»

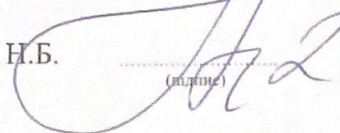
Виконав: здобувач вищої освіти
групи ОПЗТ-21дм
Осадча Є.С.


(підпис)

Керівник: доц. Мірошникова М.В.


(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.


(підпис)

ВСТУП

Раціональне використання енергоресурсів та знаходження методів їх зменшення – є важливим питанням в економіці залізничного транспорту. Переважна частина паливно-енергетичних витрат (76,6%) припадає на локомотивне господарство, тому пошуки можливостей їх зменшення мають бути зосереджені на роботі локомотивного парку. На залізницях України 58,6% локомотивного парку складають тепловози, переважна частина яких (54,1%) задіяна у маневровій роботі, тому у зв'язку з підвищенням на світовому ринку цін на паливо виникають задачі по знаходженню шляхів зменшення, або стабілізації постійно зростаючих експлуатаційних витрат на перевізний процес. На технічних станціях ця проблема частково вирішується за допомогою використання у сортувальному процесі гіркових електровозів. Таке вирішення поставленої задачі потребує економічного обґрунтування та нових підходів до визначення оптимальних режимів роботи сортувальних засобів при використанні електричної тяги.

Актуальність теми дослідження. Сучасні дослідження по нормуванню та визначенню паливно-енергетичних витрат при проведенні маневрових операцій в основному виконані для тепловозної тяги, тому не можуть в повній мірі характеризувати роботу електровозів на гірці. Впровадження ресурсозберігаючих технологій на сортувальних станціях передбачає проведення досліджень її окремих технологічних ліній за критерієм мінімізації енерговитрат, особливо в найбільш енергоємних процесах, до яких належить процес розформування составів на гірках. Проведення таких досліджень потребує аналізу технологічних процесів і визначення напрямків удосконалення конструктивно-технологічних параметрів підсистем станції з метою збереження або зменшення витрат на енергоносії. Тому дослідження та впровадження ресурсозберігаючих режимів розформування составів електричною тягою є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Мета - удосконалення технології розформування составів електричною тягою на основі ресурсозберігаючих режимів роботи гіркових засобів та оптимізації конструктивних параметрів підсистеми „парк прийому – сортувальна гірка”. Поставлена мета визначила основні задачі дослідження:

- аналіз конструктивних параметрів підсистеми „парк прийому – сортувальна гірка”;
- проведення аналізу існуючих методів розрахунку паливно-енергетичних витрат маневровими засобами;
- формування множини технологічних і конструктивних факторів, що впливають на витрати електроенергії електровозами в умовах роботи на сортувальній гірці;
- розробка математичної моделі реалізації технологічних процесів розформування составів, що дозволяє забезпечити ресурсозберігаючі режими роботи електровозів;
- розробка методу для визначення раціональних конструктивних параметрів поздовжнього профілю парку прийому.

Об’єкт дослідження - Процес розформування составів на сортувальних гірках та визначення конструктивних параметрів парку прийому.

Предмет дослідження – Гіркові засоби на сортувальних станціях.

Дослідницькі прийоми та методи. Проведені дослідження базуються на моніторингу процесу розформування составів на сортувальних станціях; на основі методів теорії імовірності, математичної статистики отримані залежності енерговитрат електровозів від множини технологічних і конструктивних факторів; за допомогою методів динамічного програмування розроблено модель процесу розформування составів; визначення оптимальних режимів роботи гіркового комплексу базується на основі імітаційного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів.

- отримані залежності витрат електроенергії від множини технологічних і конструктивних факторів, що дозволяють реалізувати оптимальні режими роботи гіркового комплексу на основі методів моделювання;

- розроблено комплекс моделей, що забезпечує реалізацію ресурсозберігаючої технології розформування составів при виконанні маневрових операцій електровозами та дозволяє визначити раціональні конструктивні параметри парку прийому.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблений програмний продукт реалізує ресурсозберігаючу технологію розформування составів при використанні електротяги у маневровій роботі і дає можливість скоротити витрати електроенергії на 6,7% при виконанні гіркових технологічних операцій, а також визначити раціональні конструктивні параметри поздовжнього профілю парку прийому за критерієм енергозбереження. Визначені конструктивні параметри рекомендовано враховувати при виправленні поздовжнього профілю парку прийому існуючих сортувальних станцій, а також при розробці нових Правил і норм проектування сортувальних станцій. Розроблена ресурсозберігаюча технологія, що інтегрована до АРМ маневрового диспетчера, дозволяє скоротити час простою составів в парку прийому в очікуванні розформування. Ресурсозберігаюча технологія враховує змінення вартості електроенергії протягом доби, що дозволяє скоротити експлуатаційні витрати на 1,7%.

Апробація результатів дипломної кваліфікаційної роботи магістра та публікації. Відповідно до теми кваліфікаційної роботи опубліковані наукові публікації у фахових виданнях України, результати роботи представлені на науковій студентській конференції.

Структура і об'єм роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 4 розділів, заключення, списку використаних джерел з 60 найменувань на 6 сторінках. Загальний об'єм кваліфікаційної роботи магістра складає 96 стор. Робота включає 30 рисунків та 8 таблиць по тексту.

1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИ РОЗФОРМУВАННІ СОСТАВІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

1.1 Аналіз визначення конструктивних параметрів сортувальних пристроїв при розформуванні составів

Важлива роль в переробці вагонопотоків належить сортувальним станціям. Якісна робота якої залежить від конструкції технічних елементів станції, плану, профілю й колійного розвитку. В залежності від умов роботи та об'ємів вагонопотоку на станціях в якості сортувальних пристроїв використовуються гірки, напівгірки та профільовані витяжні колії. Розформування составів на сортувальних станціях відбувається в підсистемі „парк прийому - гірка” [12]. До основних технічних пристроїв, які задіяні у процесі розформування составів, відносяться: сортувальна гірка, парк прийому, гіркові локомотиви та гальмові пристрої. При проектуванні підсистеми „парк прийому - гірка” особливого значення набуває поздовжній профіль сортувальної станції, що повинен забезпечувати скорочення часу й полегшення умов насуву составів на гірку, а також поліпшення використання потужності маневрових локомотивів.

Сортувальні гірки є основними пристроями по розформуванню та формуванню составів на сортувальних станціях. Сортувальна гірка (рис. 1.1) — найбільш досконалий пристрій, де використовується сила власної ваги вагонів. В залежності від профілю насувної частини сортувальної гірки поділяються на два типи.

На гірках першого типу (рис. 1.1а) проектують невеликий горб з земляного насипу, на який состави насуваються маневровим локомотивом, а потім по більш пологим уклонам вагони скочуються вниз на відповідні колії сортувального парку. На гірках другого типу (рис. 1.1б) колії насувної частини гірки розташовані на порівняно пологих уклонах ($0—8‰$), по яких состав рухається під дією власної сили тяжкості. При цьому швидкість руху

регулюється гальмовими пристроями, які розташовані на площадці або іншому елементі профілю, який спеціально розраховується [25].

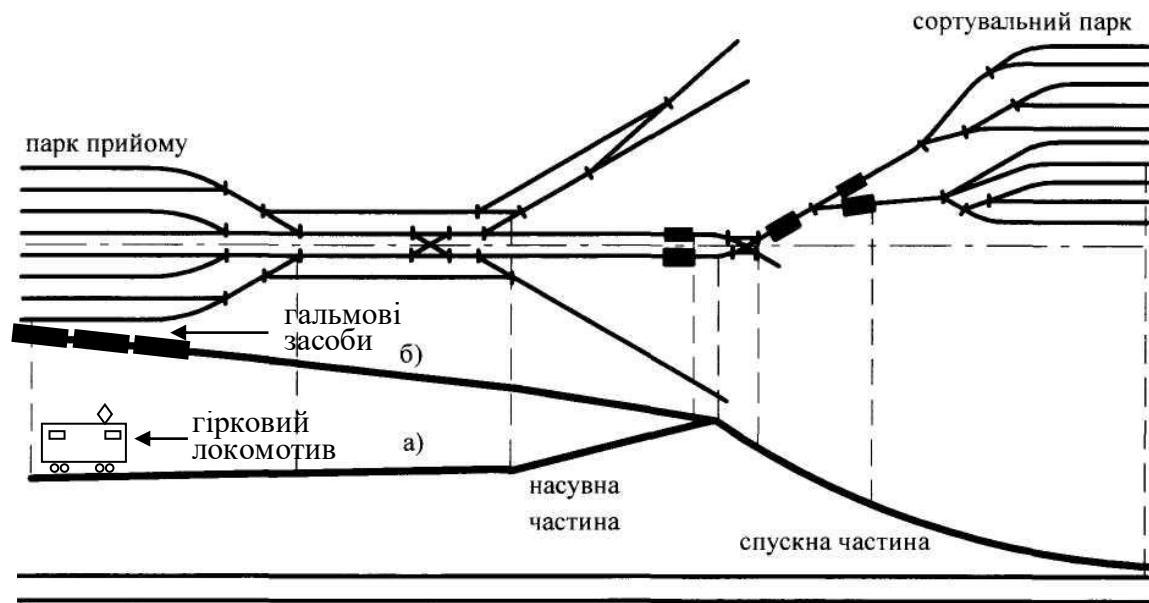


Рис. 1.1. План та профіль сортувальних гірок

З метою удосконалення маневрової технології на основі ресурсозбереження було проведено аналіз досліджень щодо існуючих методів нормування маневрової роботи. Цим питанням присвячені наукові праці таких вчених, як К.С. Ахвердієв, І.В. Берестов, С.О. Бессоненко, В.І. Бобровський, М.П. Божко, Е.О. Гібшман, Ю.Т. Гуричев, А.И. Гуда, М.М. Дашков, С.Н. Дегтярев, В.П. Жуков, І.В. Жуковицький, Б.О. Кривошей, Ю.А. Муха, Є.В. Нагорний, Н.Н. Новгородов, О.М. Огар, В.Є Павлов, А.С. Писанко, В.Ф. Пригоровський, В.І. Смірнов, І.І. Страковський, В.В. Стрельникова, Л.Б. Тішков, М.П. Топчієв, Н.І. Федотов, І.Б. Феоктистов, О.П. Шипулін та інші. Безпосередньо питанням удосконалення конструкції поздовжнього профілю насувної частини присвячені праці В.Є. Павлова, В.Ф. Пригоровського, Л.Б. Тішкова, М.П. Топчієва, О.П. Шипуліна. та інші [12, 17-24, 38, 41-43, 59]. Дослідження цих вчених спрямовані на вибір та обґрунтування значень параметрів поздовжнього профілю в основному спускної частини сортувальних гірок. Безпосередньо питанням удосконалення конструкції поздовжнього профілю насувної частини присвячені праці Т.В. Бутько, О.М. Огар, В.Є.

Павлова, В.Ф. Пригоровського, Л.Б., Тішкова, М.П. Топчієва, О.П. Шипуліна [28].

В перші роки будівництва сортувальних гірок в СРСР на деяких станціях (Рибне, Фастов, Знаменка та інші) були споруджені гірки зі суцільними уклонами, але поступово їх перетворили на гірки з горбами. Обґрунтовувалось це високою вартістю земляних робіт при підйомі парка прийому або гіркових витяжних колій на значну висоту.

Наукові дослідження по організації сортувальної роботи та проектуванню сортувальних пристроїв на станціях з'явилися на початку ХХ ст. Вперше розробив основні положення про висоту та профіль сортувальних гірок проф. А. Н. Фролов, В. Л. Арнольд вивів загальне рівняння руху відчепа та дослідивши його, прийшов до висновку, що ідеальна форма профілю — циклоїда. Пізніше (у 1929 р.) до такого висновку прийшов і проф. Е.О. Гібшман. В 1909 р. проф. Г. Д. Дубелир запропонував графічний спосіб розрахунку і перевірки профілю сортувальних гірок, а в 1913 р. Е.О. Гібшман значно удосконалив його. В 1916 р. В.Н. Образцов розробив графоаналітичний метод розрахунку та перевірки профілю сортувальних гірок [25].

Удосконаленням цих методів займалися спеціалісти залізничного транспорту: С. В. Земблинов, В. Д. Нікітін, Н. О. Рогинський, В. Д. Ратников, И. И. Страковський, А. М. Долаберидзе, А. А. Яблонський, Н. Р. Ющенко та ін. [45-48].

Сортувальна гірка, як і кожен сортувальний пристрій, складається з насувної і спускної частин. Насувна частина являє собою дільницю в межах витяжної колії, або парку прийому і її подовження убік сортувального парку. Насувна частина служить для розміщення состава перед розформуванням і подачі його на вершину сортувальної гірки. Спускна частина призначена для відриву відчепів від составу, їхнього розгону під дією сили ваги і спрямування на сортувальні колії відповідно до призначення вагонів. Сполучення насувної і спускної частин здійснюється по кривим радіусом не менш 350 м, що утворює

перевальну частину сортувальної гірки. При цьому між вертикальними кривими насувної і спускної частин може влаштовуватися горизонтальна площадка. Сумарна величина уклонів насувної і спускної частини, що сполучаються, не повинна перевищувати 55‰.

Важливе значення при визначенні параметрів типових конструкцій гірок, є досвід зарубіжних залізниць. Розташування колій насуву на гірку, висота гірок, профіль спускної частини гірки та план підгіркових горловин на зарубіжних сортувальних станціях не всюди був однаковий. Це пояснювалось як різними кліматичними так і експлуатаційними умовами [37, 47].

При цьому можна скласти досить повне уявлення про основні принципи проектування й експлуатацію сортувальних гірок у закордонних країнах. На європейських залізницях переважав, так званий, німецький тип сортувальних гірок (рис. 1.2). Загальна характеристика профілю гірок цього типу така: перед горбом гірки підйом крутістю 20‰, ділянка від кінця передгіркової горловини до протиуклона проектується на підйомі у бік гірки крутістю 7‰, далі на спускній частині гірки крутий швидкісний ухил приблизно 40 – 65‰, проміжний спуск з ухилом 12,5 - 17 ‰, стрілочна зона на площадці і сортувальний парк на ухилі 2 - 2,5 ‰ [17].

Перші механізовані гірки з'явилися в Німеччині, зокрема, на станції Гам, у 1925 р. Тут була передбачена одна гальмова позиція, розташована перед кожним пучком із семи-восьми сортувальних колій. Профіль гірки був розбитий на три елементи: швидкісний ухил 36‰, проміжна ділянка 15‰ і стрілочна зона на площадці. Такий тип гірок був основним не тільки в Німеччині, але й в інших країнах Європи (Англії, Франції, Голландії, Данії, Швейцарії та ін.) [25].

Таким чином, поздовжній профіль сортувальних гірок німецького типу характеризується швидким переходом від крутого швидкісного уклону до горизонтальної площадки. До недоліків даного профілю насувної частини гірки

можна віднести погані умови докочування довгих відцепів у глибину підгіркового парку.

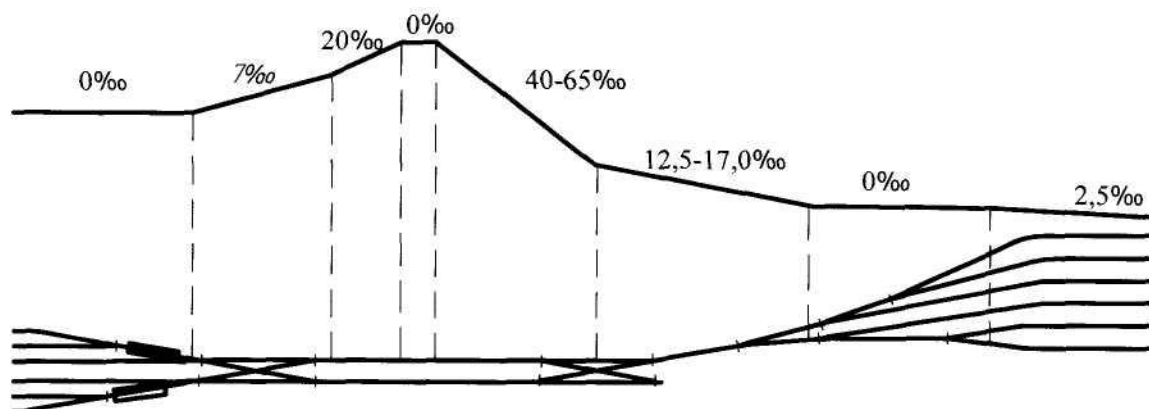


Рис. 1.2. Характеристика профілю гірок німецького типу

На гірках залізниць Англії, як правило, застосовувалась тільки одна колія насуву. Будівництво другої колії вважалось доцільним тільки в тому випадку, коли гірка працювала на два різних напрямки. На залізницях інших країн Західної Європи, а також в Американській асоціації залізничних інженерів вважалось доцільним будівництво двох колій насуву на усіх великих сортувальних гірках.

Гірки американського типу отримали широке поширення на залізницях США і Канади. Швидкісний елемент цих гірок проектується на меншому, чим в західноєвропейських державах, уклоні 40-50‰. На цьому ж елементі розташовується перша гальмівна позиція. До неї на уклоні 12-30‰ розташовується вимірювальна дільниця. Крутизна другої гальмової позиції складає 8-9‰. Стрілочна зона та ПГП вкладається на уклоні 1-3‰, а підгіркові колії на уклоні 0,8-1,5‰ [17].

Виникнення цих двох напрямків супроводжувались різними задачами, що ставилися при механізації сортувальних гірок. У Німеччині в основному домагалися збільшення продуктивності шляхом підвищення швидкості розпуску составів, чого, на думку німецьких фахівців, можна досягти, розташувавши уповільнювачі на одній гальмовій позиції перед пучками

сортувальних колій. Однак для цільового гальмування вагонів гіркові уповільнювачі при цьому використовуються тільки на 60—70 % і в якості додаткових гальмівних засобів необхідно було застосовувати на сортувальних коліях ручні гальмові башмаки. Основна мета механізації сортувальних гірок у США - здешевлення переробки вагонів за рахунок ліквідації регулювальників швидкості при механізації всього процесу гальмування. Колії насуву на гіркових станціях за кордоном прагнули робити як можна коротше. Для розчеплення відчепів, а також щоб уникнути вільного руху вагонів через гірку у випадках раптового припинення розпуску на частині колії насуву, яка розташована перед горбом гірки, збільшували підйом до 20‰ – у країнах Західної Європи і до 30‰ - у США [18].

Таким чином, ступінчатий характер поздовжнього профілю є характерною рисою гірок американського типу.

Профіль сортувальних гірок держав СНД характеризувався поступовим переходом від крутого швидкісного уклону к пологому на стрілочній зоні і коліях підгіркового парку [44, 45].

Швидкісний уклон ($i_{ск}$) проектується можливо більш крутим (до 50 ‰) для забезпечення швидкого відриву відчепів й отримання необхідних інтервалів на вершині гірки. Максимальне значення $i_{ск}$ обмежувалось допустимою різницею уклонів насувної і спускної частини гірки 55 ‰.

На більшості сортувальних гірок перший елемент швидкісної ділянки запроектовано на уклонах від 30 до 40‰. Більш круті швидкісні уклони мають гірки, які побудовані в 70-90-х роках.

I гальмова позиція (ГП) гірок підвищеної, великої і середньої потужності розташовується на уклонах не менш 12‰, а на гірках малої потужності – не менш 7‰.

II ГП проектується на уклонах не менш 7 ‰, а в холодних температурних зонах для забезпечення рушення з місця поганих бігунів у несприятливих умовах - не менш 10‰.

Стрілочна зона розташовується на уклонах від 1 до 2,5‰, в залежності від кількості колій у сортувальному парку, для компенсації опору від стрілок та кривих ділянок колій.

Підгіркові колії проектуються на уклоні 0,6‰.

Досвід експлуатації вітчизняних сортувальних гірок підтверджує ефективність застосування циклоїдальної форми поздовжнього профілю з точки зору забезпечення високої переробної спроможності при раціональному режимі регулювання швидкості скочування відчепів.

Поряд з гірковими сортувальними станціями в деяких країнах (ФРН, Англія, Індія та ін.) проектувались станції, які частково, або цілком розташовувались на суцільному ухилі. Ці станції проектувались так, щоб забезпечити виконання всіх сортувальних операцій шляхом вільного скочування вагонів під впливом сили ваги (без допомоги локомотивів), починаючи від розформування составу, що прибув у парк прибуття, і закінчуючи формуванням составів в парку відправлення. Це досягалося, з одного боку, розташуванням усіх парків станції на ухилах тієї чи іншої величини, і з іншого боку - відповідним розміщенням гальмівних засобів, за допомогою яких регулюється як швидкість скочування вагонів, так і інтервали між відчепами [17].

Парк прийому розташовувався на такому ухилі, щоб весь состав міг рухатися далі без локомотива. Для утримання состава на місці в цьому парку потрібно мати колійні гальмівні засоби, або відповідну кількість працівників, які могли б регулювати подальший рух состава ручними вагонними гальмами.

Сортувальний пристрій проектували у виді звичайної гірки, обладнаної вагонними уповільнювачами, або у виді гірки малої потужності без колійних гальмівних засобів, на яких швидкість скочування регулюється ручними вагонними гальмами.

Характерними для закордонних країн є застосування схеми і профілю станції на ухилі, які були прийняті на залізницях ФРН. Поздовжній профіль

колій цієї станції (рис. 1.3) складається з численних елементів з ухилами різної величини; профіль від парку прийому в напрямку до парку відправлення безупинно знижувався.

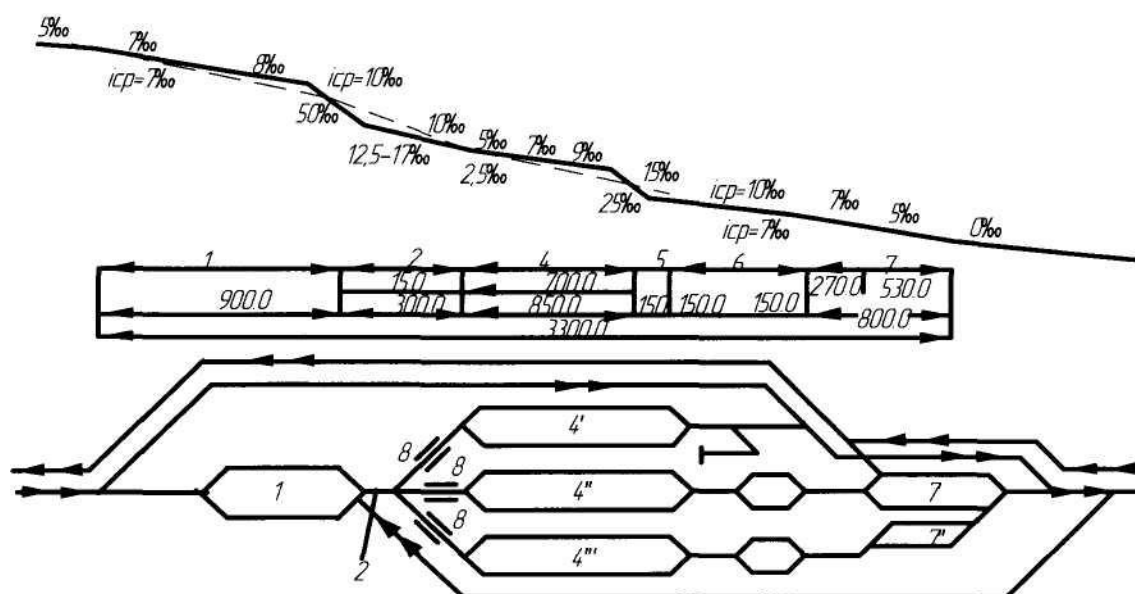


Рис. 1.3. Розташування пристроїв у профілі на однібічній сортувальній станції на уклоні

Профіль парку прийому мав параболічну форму — на початку парку уклон дорівнював 5‰, потім переходить у 7 і 8‰ і наприкінці складає 14‰. У середньому уклон парку прийому дорівнював 7‰. Безпосередньо до елемента профілю з 14‰ уклоном примикає швидкісний 50‰ уклон сортувального пристрою [17].

По даному варіанту була спроектована сортувальна станція Вршовіце, яка розташовувалася на суцільному ухилі. Насув составів на гірку відбувався зі швидкістю 3 км/г. Розпуск состава від моменту його насуву продовжувався 15-20 хв. Станції на суцільному уклоні в нашій країні поширення не набули [27,32,57].

Недоліками даних станцій було: складність організації руху великовагових поїздів, великі витрати на обладнання станції вагонними уповільнювачами, заробітна платня регулювальників швидкості (у порівнянні з гірковими станціями). В процесі експлуатації французькі залізниці

перебудували свої станції на ухилі в гіркові, однак німецькі фахівці вважали, що питання ефективності застосування станцій на ухилі підлягає подальшому вивченню.

Розглянемо рекомендовані типи конструкцій поздовжнього профілю насувної частини сортувальних гірок на Україні.

Існує два варіанти проектування насувної частини гірки.

У першому варіанті передбачається розміщення перед горбом гірки підйому крутістю 8-10‰ протягом 50 м (рис. 1.4). Дільниця від кінця передгіркової горловини до протиуклона проектується на підйомі убік гірки крутістю 1-2‰.

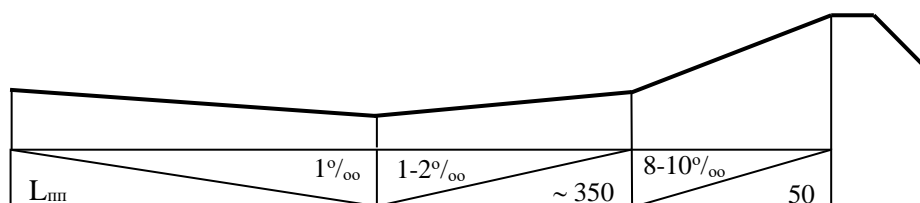


Рис. 1.4. Перший варіант поздовжнього профілю насувної частини

В другому варіанті підйом перед горбом гірки проектується крутістю 12-16‰ на довжині 100-150 м (рис. 1.5). Попередня дільниця колії насуву, довжина якої повинна складати близько 350 м, розміщується на горизонтальній площадці чи на підйомі убік гірки крутістю не більш 1‰. Різниця уклонів суміжних елементів профілю не повинна перевищувати 25‰.

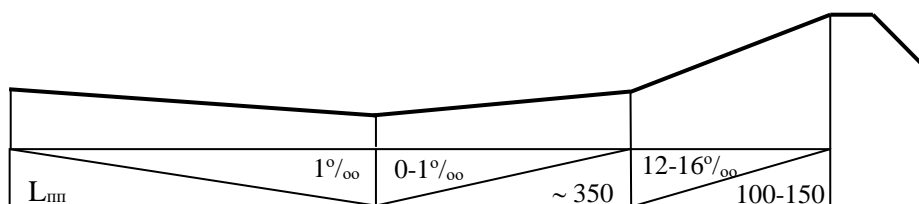


Рис. 1.5. Другий варіант поздовжнього профілю насувної частини

Проектуючи профіль насувної частини гірки по другому варіанту, необхідно забезпечити рушення з місця й інтенсивний розгін повновагомого

состава гірковим локомотивом при перебуванні першого вагона на вершині гірки [13].

Припустима (за умовою рушення з місця) середня крутість підйому насувної частини визначається для найбільшої ваги поїзда при найменшій його довжині і розраховується за формулою [13]:

$$i_{cp} = \frac{F_{km} - Q_c \cdot (w_{он} + w_{mp}) + P (w_l + w_{mp})}{Q + P} - \frac{h_{ок}}{L_n} \cdot 10^3, \quad (1.1)$$

де F_{km} - сила тяги локомотива при рушенні состава з місця, Н/кН;

Q_c - вага состава, т;

$w_{он}$ - розрахунковий основний питомий опір руху вагонів состава, Н/кН;

w_{mp} - додатковий опір руху при рушенні состава з місця, Н/кН;

P - розрахункова вага локомотива, Н/кН;

w_l - питомий опір руху локомотива;

$\frac{h_{ок}}{L_n}$ - додатковий опір від стрілок і кривих на протязі довжини состава з

локомотивом, Н/кН.

Значення F_{km} , P і w_l залежать від типу гіркового локомотива і визначаються тяговими розрахунками.

Поздовжній профіль гірки проектується з окремих елементів, довжина і крутість яких визначається виходячи із умов забезпечення безпечної роботи гірки і найкращого використання її можливої продуктивності .

Поздовжній профіль насувної частини гірки варто проектувати в залежності від призначення і потужності гірки, рівня розрахункової швидкості розпуску і потужності паркової гальмової позиції, ваги і структури составів, що переробляються [13].

У роботах А.П. Шипуліна проектування насувної частини сортувальних пристроїв виконувалося для застосування автоматичного завдання швидкості розпуску (АЗСР) з використанням ЕОМ. Але ці роботи не відображали впливу уклону й довжини елементів профілю на умови руху составу й не можуть бути використані для комплексного вибору оптимального поздовжнього профілю сортувальної станції [15].

В роботах М.П. Топчієва пропонується визначати уклон насувної частини гірки на основі зменшення витрат палива маневровими тепловозами ЧМЭЗ. На основі отриманих результатів було визначено, що ресурсозбереження забезпечується при застосування наступних нормативів до поздовжнього профілю насувної частини: уклон першого елемента насувної частини – 2 ‰; протиуклон перед вершиною гірки (другий елемент) 10-11 ‰ (рис. 1.6) [28].

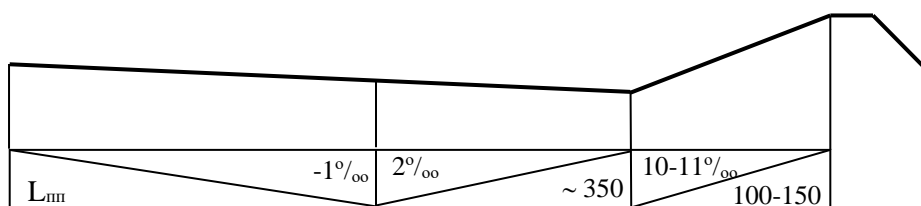


Рис. 1.6. Профіль насувної частини гірки, що запропонований Топчієвим М.П.

При визначенні оптимальних елементів профілю насувної частини гірки виходять з умов найменших обсягів земляних робіт при виконанні відомих обмежень: загальне перевищення насувної частини при цьому не повинне бути більш розрахункового, обумовленого умовою зрушення состава з місця: $\sum il \leq i_{cp} L_{п}; i_{cp}$ не повинний бути менш - 2,0 ‰. У протилежному випадку для забезпечення зрушення состава з місця необхідне застосування більш потужного гіркового локомотива для насування составів на гірку [13].

У ряді випадків, наприклад, при спорудженні гірки переважно для сортування порожніх вагонів (на станціях підготовки вагонів до перевезень та

ін.), може виявитися доцільним пристрій насувної частини гірки по проміжному варіанті.

Поздовжній профіль насувної й спускної частини гірки повинен забезпечувати:

- для полегшення роботи гіркового складача достатній стиск состава перед горбом гірки;
- при гальмуванні запобігти можливості мимовільного відчеплення 4-х вісного вагона від состава;
- виключити мимовільне розчіплювання вагонів на вершині гірці;
- можливість ефективного використання змінної швидкості розпуску.

Перший варіант із невисоким і пологим підйомом, відрізняється полегшеними умовами зрушення з місця повновагового состава, що складається з великовантажних вагонів, невисоким темпом роботи за умови розчеплення вагонів і застосування режиму диференційованої (змінної) швидкості розпуску, у зв'язку з чим потрібна підвищена потужність ПГП. Однак, такі гірки забезпечують більш дальній пробіг довгих відчепів у глибину парка.

Другий варіант із високим і крутим підйомом відрізняється ускладненими умовами рушення составів, підвищеним темпом роботи за умови розчеплення вагонів і застосуванням диференційованої (змінної) швидкості розпуску. У цьому випадку за інших рівних умов можна обійтися трохи меншою потужністю ПГП. Дальність можливої довжини пробігу довгих відчепів у глибину підгіркового парку зменшується зі збільшенням довжини відчепа [13].

Проектування насувної частини гірки з використанням першого варіанта пропонується тоді, коли на гірці передбачається розформування великовагових поїздів зі швидкістю, близької до постійної. Другий варіант доцільно застосовувати для проектування насувної частини гірки, коли на ній не передбачається масове розформування составів підвищеної ваги, є необхідність

у якості основного технологічного режиму роботи використовувати диференційовану (змінну) швидкість розпуску (що особливо важливо для немеханізованих гіркових пристроїв) [13].

Насув составів на гірку відбувається з парку прийому, отже, сполучення конструктивних параметрів парку прийому та сортувальної гірки повинні забезпечувати полегшені умови розформування. Аналіз поздовжнього профілю парків існуючих і знову споруджуваних станцій показав, що уклон парку прийому і колій насуву проектується на підйомі й спуску у бік гірки й становить 0-2,5‰ [10].

Уклони парку прийому повинні обиратися виходячи з мінімуму обсягу земляних робіт, а також залежно від умов рушання состава з місця під дією вітру й інших зовнішніх сил без участі локомотива, по величині основного питомого опору вагонів. З метою забезпечення стійкого стану рівноваги рухомого складу рекомендується трьохелементний профіль увігнутого типу.

Предгіркову горловину парку прийому рекомендовано розташовувати на спуску 1‰ у бік гірки, або на площадці. У важких умовах, при обґрунтуванні, спуск може бути до 2,5‰, а в залежності від місцевих умов – навіть підйом до 2‰.

За допомогою математичного моделювання процесу розформування та застосування ЕОМ можна розглянути велику кількість варіантів поздовжнього профілю парків сортувальної станції різних сполучень, типи маневрових локомотивів, можливість визначити час окремих маневрових напіврейсів з урахуванням роботи локомотива в робочому і холостому режимі шляхом чисельного рішення диференціального рівняння руху й визначити оптимальний профіль сортувальної станції на основі мінімальних експлуатаційно-будівельних витрат по маневровій роботі локомотивів у сполученні із сортувальними пристроями [15].

Вибір оптимального поздовжнього профілю необхідно проводити по мінімуму наведених витрат на одну маневрову операцію. При цьому враховуються наступні види витрат:

- вартість вагоно-години;
- на утримання локомотивних і складацьких бригад;
- на утримання і ремонт локомотивів;
- на паливо і електроенергію.

Конструктивні параметри підсистеми „парк прийому - гірка” не можливо розглядати без аналізу маневрових засобів, які використовуються при розформуванні составів на сортувальних гірках.

На сортувальних станціях, які розташовані на суцільному уклоні вся робота з розформування і формування поїздів виконувалась без маневрових локомотивів. Парк прийому розташований на 8—9‰-вому ухилі. Далі двоколіїні сортувальні гірки мали загальний ухил у бік сортувального парку 10,1‰. Однак, у межах своїх кордонів гірка має особливе профілювання (протиуклон у 4,2‰, невеликий горбик і швидкісний ухил у 29‰) [17].

Состави, які прибувають у парк прийому утримуються від скочування утримуючим уповільнювачем. При розгальмовуванні цього уповільнювача состав, що знаходиться на уклоні починає рух. При цьому вагони, що розташовані на елементі колії з великим ухилом, захоплюють за собою ту частину состава, що знаходиться на більш пологішій ділянці, на початку колії. У парках прибуття з невеликим числом колій утримуючими уповільнювачами регулюється надходження вагонів на сортувальний пристрій. На інших станціях це регулювання здійснюється уповільнювачем, що розпускає, розташованим на невеликій відстані від початку швидкісного ухилу [17].

На сортувальних станціях з параболічною формою гіркового профілю основними пристроями для насуву составів на гірку є гіркові локомотиви.

1.2 Аналіз підходів щодо вибору типу маневрових локомотивів

На початку розвитку маневрового процесу основним критерієм для вибору гiркового локомотива була достатня потужність для насуву повновагомих составів на гiрку. Першими локомотивами, які використовувались у сортувальному процесі, були паровози.

З 1938—1940 р., у США починається впровадження на маневрах тепловозної тяги, в наслідок чого скорочується парк маневрових паровозів. Одночасно з впровадженням тепловозної тяги росте середня сила тяги маневрових локомотивом. Найважливішими факторами, що вплинули на широке впровадження, тепловозної тяги на дорогах США є незаперечні переваги тепловозів, особливо для маневрових робіт, і наявність великих запасів нафти в країні. У США і до переходу на тепловозну тягу значна частина паровозів працювала на нафті. У цих умовах перехід на тепловозну тягу з майже втричі більшим коефіцієнтом корисної дії був цілком природнім. Американськими фахівцями підраховано, що кожний тепловоз споживає палива в середньому в 4 рази менше, ніж паровоз.

При цьому, значна частина тепловозів, що випускалась американськими фірмами, була універсального типу, пристосованого як для поїзної, так і для маневрової роботи (змішаної служби). Потрібно відзначити, що універсальні тепловози не є вдалим рішенням питання. Для маневрових робіт вони, в ряді випадків, виявляються зайво потужними, але недостатньо маневреними, а для поїзної служби — занадто важкими [17].

На основі підрахунків було визначено, що два тепловози по обсягу виконуваної роботи можуть замінити три паровози тієї ж потужності. Спостереження показували, що на окремих станціях при використанні тепловозів на гiрковій роботі час розпуску кожного составу скорочується на 6 хв. При зрості обсягів роботи немаловажним критерієм для маневрових локомотивів стали витрати паливно-енергетичних ресурсів. Основний же ефект

від введення тепловозів на маневрах американські фахівці бачили у скороченні витрат на паливо. Витрати ж на паливо, за даними США, складали в умовах маневрової роботи 17:1, тобто тепловоз витрачає (у вартісному вираженні) у 17 разів менше, ніж паровоз [17].

Вирішальним для вибору тягового рухомого складу при проведенні маневрових операцій є економічний фактор:

- покупна вартість;
- витрати на паливно-енергетичні ресурси;
- витрати ремонт;
- швидкість розпуску составу.

Одним із варіантів розформування составів є використання на гірках електровозної тяги. Техніко-економічні розрахунки показали, що використання електровозів на гірках дає визначений ефект у порівнянні з паровою тягою [17].

На радянських залізницях основним критерієм при розформуванні составів було зменшення часу виконання гіркових операцій, тому що основною задачею сортувальних станцій була переробка інтенсивного вагонопотоку. Незначним фактором при переробці составів на сортувальних станціях були витрати палива.

На сучасному етапі після зменшення вагонопотоків, у порівнянні з 1991 роком, та збільшенням вартості паливно-енергетичних ресурсів, актуальним питанням для дослідження є визначення ресурсозберігаючих режимів розформування.

Основним гірковим локомотивом на залізницях України, який виконує гіркові операції є тепловоз ЧМЭЗ. В свою чергу на Донецькій залізниці з даним типом локомотива на сортувальних станціях при виконанні розформування составів став конкурувати електровоз ВЛ8.

Згідно зі статистичними даними, на 6 сортувальних станціях Д залізниці, операції по розформуванню составів на гірці виконуються локомотивами ВЛ8 та ЧМЭЗ (табл. 1).

В процесі розформування електровози ВЛ8 виконують операції: заїзд, насув, розпуск, а тепловози ЧМЭЗ – осаджування або витяг составів з сортувального парку на гірку для повторного сортування вагонів.

На даний час повстає питання визначення енерговитрат локомотива при виконанні маневрових операцій за допомогою тягових розрахунків, тому що на сортувальних станціях Д залізниці для визначення енерговитрат електровозів ВЛ8 використовується метод хронометражних спостережень.

Таблиця 1.1

Кількість гіркових локомотивів на сортувальних станціях

Локомотивне депо	Локомотиви ВЛ8	Локомотиви ЧМЭЗ
1	2	2
2	1	1
3	-	1
4	2	3
5	2	1
6	1	2
7	4	2
	12	12

Комплекс технічних пристроїв в підсистемі „парк прийому - гірка” повинні забезпечувати безперебійний технологічний процес розформування. Від конструктивних параметрів гіркового локомотива та поздовжнього профілю парку прийому, насувної і спускної частини сортувальної гірки залежить якісний процес розформування за критеріями:

- час виконання гіркових операцій;
- паливно-енергетичні витрати гіркових локомотивів та гальмівних пристроїв;
- безпечність сортувального процесу.