

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Навчально-науковий інститут транспорту та будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня магістр**

галузі знань 27 – «Транспорт»
спеціальності 275 Транспортні технології (за видами)
спеціалізації 275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

на тему: «Дослідження конструктивних та технологічних параметрів
сортувальних пристроїв при різній структурі вагонопотоків»


Виконав: здобувач вищої освіти групи ОПЗТ-19зм
Солдатенко Б.Ф.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Сорока С.І.


.....
(підпис)

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


.....
(підпис)

Рецензент: Рязанцева А.К.

.....
(підпис)

У зв'язку з реформуванням залізничного транспорту і приватизацією вагонного парку, структура вагонопотоків на мережі АТ «Укрзалізниця» значно змінилася. Поява великої кількості операторів і власників рухомого складу [1], вантажовідправників і вантажоодержувачів призвело до збільшення числа можливих призначень проходження вагонів [2]. Результатом стало створення компаніями-операторами «запасу» вагонів для задоволення можливого попиту, а також зростання розмірів руху і обсягу роботи станцій, збільшення зайнятості інфраструктури перевізника і власників шляхів незагального користування, простою рухомого складу і затримки доставки вантажів [3].

Важливим наслідком збільшення парку вагонів на мережі залізниць і зміни порядку їх звернення стало зростання обсягів повторної сортування, що виконується як на сортувальних і вантажних станціях АТ «Укрзалізниця», так і на шляхах незагального користування. Ситуація зі збільшенням числа призначень, які формуються сортувальними станціями, посилилася концентрацією переробки вагонопотоків (в тому числі, місцевих), на цих станціях, в зв'язку з процесами, що відбуваються вдосконалення їх технічного оснащення, автоматизацією виробничих процесів. Однак такого роду модернізація рідко приводила до якісної зміни колійного розвитку станцій, конструкції сортувальних пристроїв, адаптації їх до мінливих структури переробляються вагонопотоків і технології роботи. Технічне оснащення,

Конструктивні рішення більшості сортувальних станцій, побудованих в 20 столітті, були обґрунтовані їх використанням в якості основних концентраторів переробки потужних вагонопотоків далеких призначень. Робота з місцевим вагонопотоком розглядалася як другорядна і істотного впливу на конструкцію і технічне оснащення сортувальних станцій в той час не надавала. Розробляються вченими [4, 5] технічні рішення, пов'язані з проектуванням місцевих парків, не завжди виявлялися затребуваними на практиці.

З урахуванням особливостей планової економіки, що забезпечують відносну стабільність вагоно-і поїздопотоків, станції могли стійко працювати при досить високому завантаженні пристроїв і технологічних ліній [6, 7, 8] без необхідності створення істотного запасу колійного розвитку.

При переході до умов ринкової економіки невизначеність вантажо- і вагонопотоків істотно збільшилася, а можливість їх достовірного прогнозування на тривалу перспективу знизилася [9, 10]. У зв'язку з цим, безперервно змінюються не тільки обсяги вагонопотоків, а й число призначень, які формуються сортувальними станціями. Число призначень не є постійною величиною. Призначення збірних, передавальних поїздів розглядаються укрупнено - за напрямками або станціям, з добіркою на невелике число груп.

Крім цього, число призначень плану формування сортувальної системи впливає на переробну спроможність сортувальної гірки, що відображають галузеві дослідження (рисунок 1.1, Програма вдосконалення роботи і розвитку сортувальних станцій на період 2016-2025 рр.).

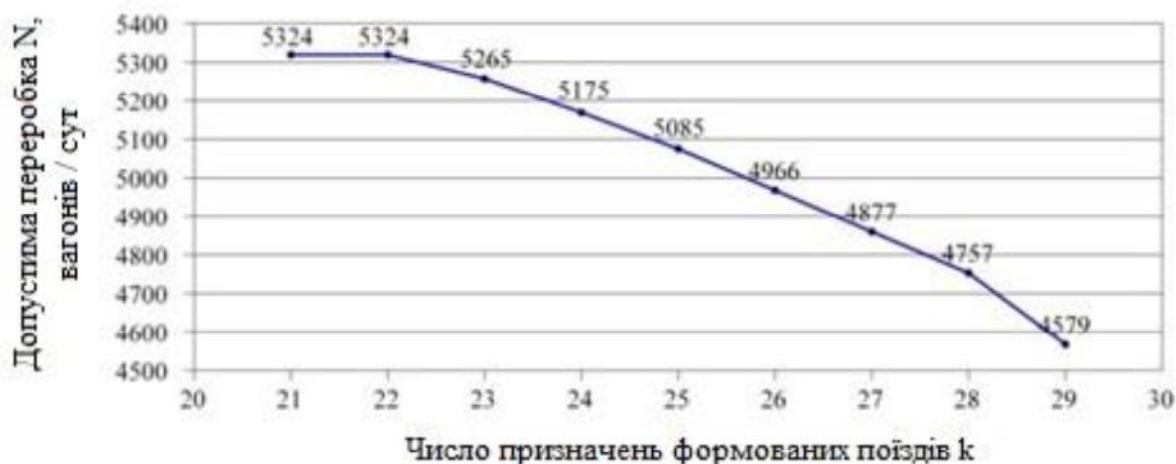


Рис. 1.1 - Графік зміни переробної спроможності в залежності від числа призначень

В результаті реалізації Програми розвитку сортувальних станцій на період 2010-2015 рр. у відповідності зі стратегією розвитку АТ

«Укрзалізниця» до 2030 року [11], одним з центральних пунктів якої була автоматизація сортувальних гірок, планувалося збільшити їх переробну спроможність. На тлі розвитку основних сортувальних станцій і що очікується значного збільшення їх переробної спроможності продовжився процес концентрації на цих станціях переробки місцевих вагонопотоків, із звільненням від частини сортувальної роботи інших станцій залізничних вузлів [12]. Як наслідок, кількість призначень вагонів на сортувальних станціях помітно збільшилася, в ряді випадків для зниження навантаження на основні сортувальні пристрої зменшилася деталізація добірки [13].

Слід зазначити два фактора, які при цьому були враховані в недостатній мірі:

- 1) на сьогоднішній день основним ефектом автоматизації сортувальних гірок стало підвищення рівня безпеки сортувального процесу, з точки зору підвищення переробної спроможності гірок на багатьох станціях ефект виявився не настільки очевидний;

- 2) в ході концентрації на сортувальні станції був в значному обсязі переданий місцевий вагонопотік, робота з яким на багатьох сортувальних станціях передбачена в недостатній мірі.

Основні сортувальні пристрої на сортувальних станціях призначені для роботи з потужними транзитними призначень, коли на кожне призначення потужністю до 200 ваг/сут., виділяється сортувальний шлях (рідше - один шлях на кілька призначень) [6]. Ситуація, коли кількість формованих призначень виявляється більше числа сортувальних шляхів, призводить до збільшення обсягів повторної сортування вагонів, що знижує готівкову переробну спроможність станції по основній роботі - переробки транзитного вагонопотоку.

Переробка місцевих вагонопотоків, на відміну від розформування і формування поїздів дальніх призначень, є многогрупною, тобто в умовах перевищення кількості груп над числом використовуваних шляхів вимагає повторної сортування вагонів. При цьому потужність окремих призначень

(груп) зазвичай недостатня для того, щоб виділяти під нього окремий сортувальний шлях [6].

Таким чином, при відсутності на станції спеціалізованого сортувального пристрою для многогрупної добірки вагонів ця робота виконується на сортувальних пристроях з використанням технології та технічного оснащення, які не є оптимальними для організації многогрупної добірки.

В результаті, з одного боку, технічне оснащення і можливості автоматизованих сортувальних гірок використовуються недостатньо ефективно, а, з іншого боку, детальність роботи з місцевими вагонопотоками виявляється недостатньою для скорочення експлуатаційних витрат по роботі з ними на проміжних, вантажних, припортових станціях, а також шляхи незагального використання. Дана проблема актуальна і для інших країн СНД [14, 15].

Вантажні станції, які обслуговують шляху незагального користування, також часто не пристосовані до виконання многогрупної добірки вагонів, не мають групувочних і спеціалізованих сортувальних шляхів. В результаті, робота по формуванню многогрупних поїздів мінімізована, а максимальне число груп становить не більше 5-6, а частіше - 3-4 групи, що, як правило, не відповідає глибині добірки вагонів по вантажним пунктам і тим більше по вантажних фронтах і клієнтам.

На зарубіжних залізницях, а саме, в США і країнах Європи проблема недостатніх резервів колійного розвитку не є настільки актуальною [16]. Це пов'язано з тим, що в умовах невизначеності вантажо- і вагонопотоків при ринковій економіці залізничний транспорт, для забезпечення необхідної провізної здатності, спочатку був змушений передбачати досить істотні резерви колійного розвитку і потужності станційних пристроїв. Крім цього, криза залізниць США 1960-70-х років сприяв прискореному реформуванню системи залізничного транспорту, розвитку інфраструктури, механізації і автоматизації сортувального процесу [17]. Таким чином, концепція розвитку інфраструктури залізниць в капіталістичних країнах спочатку відрізнялася від

радянської через об'єктивні причини. Інша форма організації економіки в Америці і країнах Західної Європи змушувала створювати значні резерви колійного розвитку [18], при яких проектуються окремі парки з великою кількістю групувочних шляхів для місцевих вагонопотоків [19] і практично виключається ситуація перевищення числа призначень над кількістю шляхів. Відмінності в концепціях відображають показники, наведені в таблиці 1.2 [20]. Величина вантажонапруженості свідчить про відмінність в завантаженні залізничної мережі різних країн (таблиця 1.1). Відмінності в концепціях відображають показники, наведені в таблиці 1.2 [20]. Величина грузонапряженности свідчить про відмінність в завантаженні залізничної мережі різних країн (таблиця 1.2). Відмінності в концепціях відображають показники, наведені в таблиці 1.2 [20]. Величина вантажонапруженості свідчить про відмінність в завантаженні залізничної мережі різних країн (таблиця 1.2).

Таблиця 1.1

Вантажонапруженість залізниць СРСР і США (І клас)

показники	1950		1960		1970		1980		1990	
	СРСР	США	СРСР	США	СРСР	США	СРСР	США	СРСР	США
вантажонапруженість, Млн т-км / км експл. довжини	5,2	2,65	12,1	2,72	18,5	3,61	24,3	5,44	25,2	8,3

Таким чином, в зв'язку з відсутністю необхідності добірки многогрупних складів в умовах нестачі сортувальних і сортувально-групировочних шляхів, методи вирішення даної проблеми в США і Західній Європі практично не розроблялися. При необхідності виконання такої роботи споруджувалися окремі спеціалізовані допоміжні сортувальні парки з великою кількістю шляхів. Є ряд робіт з даної тематики вчених Східної Європи і Азії [21, 22], і після 1991 р - в країнах ближнього зарубіжжя [23, 24, 25, 26].

У процесі реконструкції багатьох зарубіжних станцій, крім укладання значного числа шляхів у парках прийому (до 20) і сортувальних парках (107

шляхів в обох сортувальних системах на станції Конвей, США), споруджуються вузькоспеціалізовані парки, призначені для повторної сортування, для відстою порожніх вагонів і т.д. [19]. Послідовне розміщення з основним сортувальним парком місцевого сортувального парку є на станціях Інглвуд, Янг (США). Групіровочні парки (10-14 шляхів), розміщені поруч з хвостовою частиною сортувального парку, є на станціях Сітіком, Джон Севье, Ернст Норріс. У Канаді також присутні великі місцеві парки. Наприклад, в Торонто послідовно один одному розташовані основний і місцевий сортувальний парк з кількістю шляхів 67 і 50 відповідно. На сортувальній станції Тінслі (Англія) послідовно один одному розташовані крайні чотири шляхи основного парку і місцевий сортувальний парк (25 шляхів), при цьому добірка здійснюється на сортувальній гірці. У таких країнах як Франція, Німеччина та Швейцарія на сортувальних станціях також групіровочні парки для підбірки вагонів включають в себе від 8 до 12 шляхів. Також потрібно відзначити, що місцеві сортувальні парки є практично на всіх великих сортувальних станціях Європи і Північної Америки. Вони, як правило, розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальним парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2) Німеччина і Швейцарія на сортувальних станціях також групіровочні парки для підбірки вагонів включають в себе від 8 до 12 шляхів. Також потрібно відзначити, що місцеві сортувальні парки є практично

на всіх великих сортувальних станціях Європи і Північної Америки. Вони, як правило, розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальним парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2) розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальним парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2) розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальним парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2)



Рисунок 1.2 - Розташування основного сортувального і групировочного парків на станції Вест-Колтон (США)

Для сортувальних станцій АТ «Укрзалізниця» такі конструктивні рішення мають ряд обмежень, зважаючи на ситуацію топології станцій, застосованих схемних рішень і відсутність будівельних майданчиків в зв'язку з розміщенням сортувальних станцій в межах міста [27]. Зарубіжний досвід

конструктивно-технічних рішень по колійному розвитку для многогрупної добірки вагонів в вітчизняних умовах може бути застосований обмежено через відрізняється компонування схем сортувальних станцій, відсутність території для спорудження великих парків для роботи з місцевими вагонами.

Виходячи з цього, для організації многогрупної добірки необхідне використання спеціальних методів роботи і розробка відповідних конструктивних рішень сортувальних пристроїв, орієнтованих, перш за все, на інтенсифікацію сортування місцевих вагонопотоків в умовах обмеженого колійного розвитку.

Варіантом вирішення даного завдання є використання спеціалізованих сортувальних пристроїв [24, 28, 29, 30, 31] які при реалізації відповідної технології многогрупного сортування [30, 32] на обмеженому числі шляхів можуть бути використані в якості технологічної лінії, що функціонує паралельно з основним сортувальним пристроєм. Так, наприклад, на станції Алтайська паралельно основному сортувальному пристрою функціонує допоміжна сортувальна гірка, яка працює з окремим пучком сортувального парку (рисунок 1.3). При цьому в ньому не застосовуються інтенсивні методи многогрупної добірки вагонів, що обмежує можливу детальність добірки і вимагає використання більшого числа шляхів для формування збірних поїздів.

При неможливості або високу вартість створення такого пристрою на сортувальній станції може бути реалізований варіант розосередження роботи з різними многогрупними поїздами і передачі частини місцевого вагонопотоку на іншу станцію [33] залізничного вузла зі спорудженням на ній спеціалізованого сортувального пристрою. Таким чином, сортувальний пристрій для многогрупної добірки вагонів може виступати як в якості основного сортувального пристрою на станції, так і допоміжного. В цьому випадку може мати місце спеціалізація станцій у вузлі за видами сортувальної роботи: переробка транзитного вагонопотоку - на сортувальній станції, глибока переробка місцевого вагонопотоку - на спеціалізованій вантажній або допоміжній сортувальній станції вузла.



Рисунок 1.3 - Розташування основного сортувального парку і сортувально-групірочних шляхів на станції

Таким чином, при перевищенні числа призначень над числом, необхідно використання інтенсивної технології многогрупного сортування вагонів, заснованої на застосуванні комбінаторного, ступеневого дублюючого і інших способів [21, 22, 34]. Це забезпечує можливість добірки вагонів з використанням меншої кількості шляхів щодо невеликої довжини. Це значна перевага, тому що велика частина сортувальних станцій має недолік резервів розвитку, а створення великих парків для многогрупної добірки на проміжних і вантажних станціях або шляхах незагального користування - також досить дорогий захід. Схеми сортування 7-групного складу на 3-х шляхах комбінаторним і статечним способом представлені на малюнку 1.4. Способи відрізняються один від одного розподілом вагонів різних груп (призначень) по об'єднувальних шляхах в ході першої та наступних угруповань, кількістю угруповань всього складу та груп з окремих шляхів, числом маневрових полурейс і кількістю переставляються і сортируємих вагонів. Так, наприклад, використання комбінаторного способу дозволяє підібрати склад за 3 сортування, статечного - за 2 сортування, однак при цьому обидва рази

сортуються весь склад. У зв'язку з цим способи будуть відрізнятися один від одного як по тимчасових витратах, так і по експлуатаційних витрат, пов'язаних з многогрупної добіркою вагонів. використання комбінаторного способу дозволяє підібрати склад за 3 сортування, статечного - за 2 сортування, однак при цьому обидва рази сортуються весь склад. У зв'язку з цим способи будуть відрізнятися один від одного як по тимчасових витратах, так і по експлуатаційних витрат, пов'язаних з многогрупної добіркою вагонів. використання комбінаторного способу дозволяє підібрати склад за 3 сортування, статечного - за 2 сортування, однак при цьому обидва рази сортуються весь склад. У зв'язку з цим способи будуть відрізнятися один від одного як по тимчасових витратах, так і по експлуатаційних витрат, пов'язаних з многогрупної добіркою вагонів.

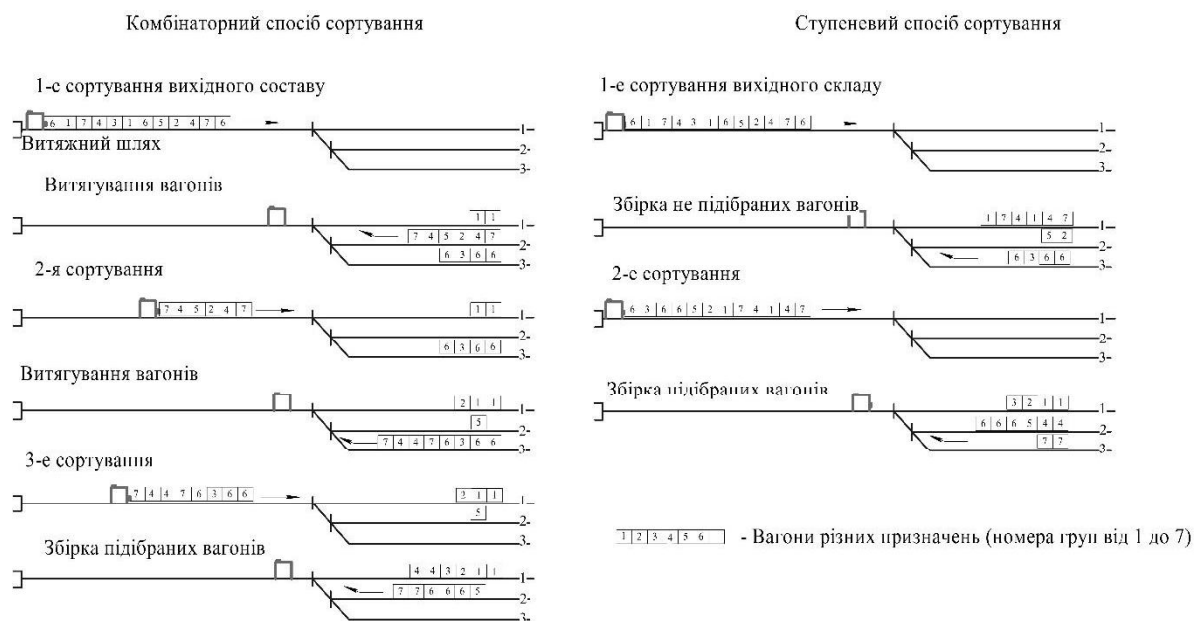


Рис 1.4 - Многогрупна добірка вагонів різними способами

1.2 Проблеми організації многогрупної добірки вагонів в сучасних умовах

Обґрунтування ефективності впровадження многогрупної добірки вагонів є складним многокритеріальним завданням. Однією з основних причин є те, що ефект від многогрупної добірки вагонів проявляється як на станції, яка виконує цю роботу, так і на інших об'єктах транспортного комплексу: проміжних і вантажних станціях ділянок і залізничних вузлів, шляхах незагального користування. Отримання стійкого ефекту від глибокої добірки вагонів на полігоні пов'язано не тільки з потребою в спорудженні спеціалізованого сортувального пристрою і визначенні раціональної технології його роботи, але і з необхідністю зміни плану формування поїздів і в цілому системи організації роботи з місцевими вагонопотоками.

Можливі ефекти полягають в наступному [35]:

- зниження завантаження основного сортувального пристрою сортувальної станції за рахунок перенесення роботи зі збірними, передавальними і іншими многогрупними поїздами на спеціалізоване (допоміжне) сортувальний пристрій; як наслідок - зниження простою в парку прийому розбірних поїздів, збільшення експлуатаційної надійності станції в цілому;

- зниження витрат на маневрову роботу (локомотиво-годин) на ділянці або інших станціях залізничного вузла за рахунок виконання многогрупної сортування на сортувальній, дільничної або вантажній станції при наявності відповідного технічного оснащення, що відкриває можливості по скороченню маневрових локомотивів на окремих станціях.

- можливість виконання многогрупної добірки вагонів в якості послуги, що надається власникам шляхів незагального користування, яка дозволить прискорити подачу вагонів на місця виконання вантажних операцій, знизить завантаження маневрових засобів і інфраструктури цих підприємств (іншими словами, власники під'їзних шляхів передадуть добірку вагонів по

вантажодержувачам, місць виконання вантажних операцій на аутсорсинг ВАТ «РЖД»);

- інтеграція технології многогрупної добірки вагонів по вантажним пунктам, фронтах в єдиний технологічний процес роботи портів і припортових транспортних вузлів при достатньому інформаційно-технічному забезпеченні [36, 37, 38].

Основним технологічним елементом, що вимагає докладного обґрунтування, є конструктивні і технологічні параметри спеціалізованого сортувального пристрою для многогрупної добірки вагонів. Питання, пов'язані з роботою і особливостями конструкції цього пристрою, будуть розглядатися в цій дисертації.

В даний час можливість визначення витрат, пов'язаних з будівництвом і експлуатацією спеціалізованого сортувального пристрою обмежена в зв'язку з наступними причинами:

1) Відсутність методики визначення раціональних конструктивних параметрів спеціалізованого сортувального пристрою для многогрупної добірки вагонів сортування для умов використання інтенсивних способів сортування при обмеженому дорожньому розвитку.

Правила і норми проектування сортувальних пристроїв [28] пропонують такі рекомендації при проектуванні допоміжного сортувального пристрою для многогрупного сортування вагонів:

- число шляхів, в залежності від числа груп, приймається рівним: чотирьом (число груп ≤ 6), п'яти (число груп дорівнює 7), шести (число груп від 8 до 12), семи (число груп більше 13).

- сумарна місткість шляхів, в залежності від кількості колій: два шляхи по 60% максимальної довжини складу, два шляхи по 50% максимальної довжини складу (при 4-х шляхах); два шляхи по 60% максимальної довжини складу, решта шляху не менше 25% довжини складу (при числі шляхів 5 і більше).

Закладені в нормах [28] вимоги до кількості і місткості групувочних шляхів для многогрупної добірки вагонів були отримані для способу послідовного виділення груп [30], який є одним з найбільш продуктивних, але при цьому вимагає значного колійного розвитку групувочних парків. Однак при прийнятті рішення про організацію многогрупної сортування значимими факторами можуть бути можливість споруди спеціалізованого сортувального пристрою на існуючих станціях і обсяг необхідних капітальних вкладень. При використанні меншої колійного розвитку (за кількістю, місткості групувочних шляхів), а також за умови забезпечення достатньої готівкової переробної спроможності за рахунок використання інтенсивних способів добірки вагонів можливість спорудження такого пристрою зростає.

Інтенсивні способи сортування відповідають вимогам мінімальних капітальних вкладень, однак методики, достовірно визначальною найбільш раціональні конструктивні параметри (з урахуванням різноманітності способів і схем сортування), на даний момент не розроблено.

Існуючі норми щодо визначення параметрів групувочного парку не враховують структуру переробляється вагонопотоків, яка може робити істотний вплив на величину необхідної і достатньої місткості шляхів для угруповання вагонів, що може спричинити за собою як недовикористання корисної довжини, так і додаткові експлуатаційні втрати, пов'язані з недостатньою місткістю якого -або групувочного шляху.

2) Відсутність методики визначення переробної спроможності спеціалізованого сортувального пристрою при виконанні многогрупної добірки вагонів на обмеженому числі шляхів з використанням інтенсивних способів сортування.

Діюча Інструкція з розрахунку готівкової пропускної спроможності залізниць [6] пропонує методику по визначенню переробної спроможності сортувальних пристроїв, що займаються виконанням переробки транзитних розбірних поїздів, а також витяжних шляхів. Основним елементом, необхідним для визначення переробної спроможності, є технологічний

гірковий інтервал (ТГІ). Визначення ТГІ при многогрупної добірці вагонів на обмеженій кількості шляхів має особливості, пов'язані з наявністю як одноразових, так і повторюваних маневрових операцій. При цьому деякі повторювані операції, такі як витягування складу для повторної сортування, є нетиповими і некоректно описуються існуючими нормами [39]. У зв'язку з цим, існуючі методики [6,

Технологія многогрупної добірки вагонів визначається схемою сортування, яка залежить від способу інтенсивної сортування і числа використовуваних групіровочних шляхів. Таким чином, технологія і конструкція сортувального пристрою, очевидно, є взаємозалежними. Крім цього, схема сортування залежить від кількості підбираються груп вагонів. Число груп - одна з характеристик структури переробляється вагонопотоків. До інших характеристик вагонопотоків можна віднести: масу вагонів, довжину отцепов, інтенсивність надходження складів на сортувальний пристрій. Таким чином, на пов'язані один з одним технологію і конструкцію впливає третій елемент - вагонопоток, який може впливати як на конструктивні параметри сортувального пристрою,

Оцінка ефективності многогрупної сортування вимагає визначення капітальних вкладень в будівництво спеціалізованого сортувального пристрою, а також експлуатаційних витрат, пов'язаних з його роботою. Для цього одночасно повинні бути розглянуті три параметра: конструкція, технологія, що переробляється вагонопоток. Разом з цим, потрібна розробка відповідних методів розрахунку раціональних конструктивних і технологічних параметрів роботи сортувального пристрою, спеціалізованого для многогрупної добірки вагонів. Найбільш раціональним варіантом буде варіант, що забезпечує найбільший чистий дисконтований дохід або мінімальні інтегральні дисконтовані витрати.

Вищевикладене вказує на те, що многогрупная добірка вагонів є складним процесом, що залежать від комплексу факторів, частина з яких може розглядатися як взаємозалежні і випадкові. У цих умовах доцільним методом

дослідження розглянутого процесу можна вважати моделювання. Необхідність використання, в першу чергу, імітаційного моделювання обумовлена наступними причинами [40-43]:

- відсутність аналітичних методів, що дозволяють комплексно враховувати фактори, що впливають на процес многогрупної добірки вагонів, визначати тимчасові витрати, необхідну місткість групировочних шляхів і інші конструктивні і технологічні параметри сортувального пристрою;

- поелементний розрахунок операцій при многогрупному сортуванні вагонів різними способами надзвичайно трудомісткий і не дозволяє врахувати стохастичні елементи роботи спеціалізованого сортувального пристрою;

- постановка експериментів і дослідження закономірностей на реальному об'єкті (сортувальній гірці) важко в зв'язку з трудомісткістю організації многогрупного сортування з використанням різних способів сортування, неможливістю варіювання конструктивних параметрів сортувального пристрою і характеристик, що переробляється вагонопотоків.

1.3 Аналіз існуючих методів розрахунку конструктивних і технологічних параметрів сортувальних пристроїв для многогрупної добірки вагонів

Потреба створення спеціалізованих сортувальних пристроїв для многогрупної добірки вагонів ставить завдання розробки методів розрахунку параметрів їх конструкції і технології роботи. Це призводить до необхідності розробки моделі роботи сортувального пристрою, технологія роботи якого заснована на застосуванні методів інтенсивної многогрупної сортування. Сучасні зарубіжні праці в області аналізу роботи сортувальних пристроїв, а також формування поїздів підтверджують обґрунтованість використання для подібних цілей методів імітаційного моделювання.

Аналіз робіт в цій галузі [21, 25, 26, 30, 32, 44-62] дозволяє класифікувати існуючі моделі за функціональним призначенням і принципам роботи:

1. *Технологічні оперативні моделі*, Використовувані в процесі експлуатаційної роботи. Завдання таких моделей - розробка оперативного плану маневрової роботи. Їх важливою особливістю є необхідність інтеграції зі станційними інформаційними системами, що забезпечують отримання даних про структуру вагонопотоків, з якого буде формуватися многогрупний склад (наприклад, про вагонах, що знаходяться на сортувальній колії, з якого буде здійснюватися витягування вагонів для подальшої многогрупної сортування).

Прикладом подібної моделі є програма «Електронний укладач» [32, 53], основним призначенням якої є розрахунок плану маневрової роботи по формуванню конкретного многогрупного складу з урахуванням числа груп в складі, кількості шляхів (решт шляхів), які можуть використовуватися для підбірки вагонів і їх місткості. Розробка програми велася в 1985-1986 рр. В алгоритмі програми використовується тільки комбінаторний спосіб многогрупної сортування вагонів, який часто вважається найбільш ефективним, незважаючи на наявність і інших даних [49]. Таким чином, програма формувала єдиний варіант плану маневрової роботи і не припускала його порівняння з іншими можливими варіантами.

2. *Оптимізаційні оперативні моделі*, Що дозволяють вирішувати ряд завдань, пов'язаних з вибором найбільш раціональної технології многогрупної сортування складів з декількох можливих.

Дані моделі містять елементи системи підтримки прийняття рішень, оскільки дозволяють автоматично порівнювати різні варіанти технології многогрупної сортування з використанням певного критерію (витрати на маневрову роботу, витрати часу). Роботи різних авторів відрізняються один від одного, зокрема, вибором критерію, відповідно до якого буде проводитися пошук найкращої технології (способи і схеми сортування). Наприклад, в [32,

53-55] в якості такого критерію приймається коефіцієнт повторної сортування, а в [25, 26, 34, 56, 60] кількість маневрових пересувань. Ряд авторів використовує в якості критерію сумарні витрати часу на формування многогрупного складу [30, 44, 45, 57, 58, 59], сумарні експлуатаційні витрати на маневрові операції [49-52].

3. *Розрахункові (проектні) моделі*, Що дозволяють обґрунтувати на етапі проектування конструкцію сортувального пристрою і, зокрема, раціональну кількість і місткість групіровочних шляхів.

Існуючі моделі [30] не передбачають оптимізації конструктивних параметрів з урахуванням можливості використання різної технології сортування.

При розробці даної моделі не ставилося завдання порівняння і вибору найкращого варіанту технології формування многогрупних складів. Використовувався один спосіб сортування - послідовного виділення груп. Такий спосіб дозволяє сформувати многогрупний склад за дві сортування і одну збірку. Збільшення кількості груп компенсується використанням більшого числа групіровочних шляхів. Результати, отримані на основі моделі (рекомендації по кількості і місткості групіровочних шляхів, який визначається в залежності від числа підбираються груп вагонів), були включені в діючих нормативів щодо проектування сортувальних пристроїв [28] без вказівки варіанта технології многогрупної добірки вагонів та інших умов, для яких ці рекомендації були отримані. Слід зауважити, що спосіб послідовного виділення груп при многогрупної добірці вагонів орієнтований на скорочення кількості сортувань і, відповідно, зайнятості сортувального пристрою. Така технологія орієнтована, перш за все, на добірку вагонів на основному сортувальному пристрої, при наявності резервів переробної спроможності. При цьому кількість використовуваних шляхів не набагато менше, ніж число підбираються груп (4 шляхи при числі груп від 4 до 6, 5 шляхів при добірці на сім груп і 6 шляхів при добірці на 8 - 12 груп). Збільшення числа підбираються груп призводить до збільшення кількості

необхідних для підбірки вагонів шляхів, оскільки не може бути компенсовано зміною схеми сортування вагонів при використуваному способі добірки. Крім цього, в моделі [30] не враховується робота з вагонами ЗСГ, яка ніж число підбираються груп (4 шляхи при числі груп від 4 до 6, 5 шляхів при добірці на сім груп і 6 шляхів при добірці на 8 - 12 груп). Збільшення числа підбираються груп призводить до збільшення кількості необхідних для підбірки вагонів шляхів, оскільки не може бути компенсовано зміною схеми сортування вагонів при використуваному способі добірки. Крім цього, в моделі [30] не враховується робота з вагонами ЗСГ, яка ніж число підбираються груп (4 шляхи при числі груп від 4 до 6, 5 шляхів при добірці на сім груп і 6 шляхів при добірці на 8 - 12 груп). Збільшення числа підбираються груп призводить до збільшення кількості необхідних для підбірки вагонів шляхів, оскільки не може бути компенсовано зміною схеми сортування вагонів при використуваному способі добірки. Крім цього, в моделі [30] не враховується робота з вагонами ЗСГ, яка впливає на реальний час розформування, а значить, і на переробну спроможність ЗСУ.

При концентрації многогрупной добірки вагонів на спеціалізованому сортувальному пристрої, крім забезпечення достатнього рівня переробної спроможності, важливе значення має скорочення витрат на його спорудження. Вони безпосередньо пов'язані з необхідною кількістю і місткістю групіровочних шляхів. Використання інтенсивних способів сортування вагонів відкриває можливості для оптимізації цих параметрів.

Таким чином, виникає задача визначення раціональних параметрів колійного розвитку і технології роботи сортувального пристрою, що забезпечують необхідний і достатній рівень переробної спроможності при мінімізації витрат.

З вищевикладеного можна зробити висновок про сфери застосування різних типів моделей. Технологічна оперативна модель дозволяє реалізовувати технологію многогрупной добірки вагонів в оперативній обстановці, складаючи план маневрової роботи; оптимізаційна модель разом з

цим дозволяє вибирати найбільш раціональний варіант технології відповідно до обраного критерію; проектна модель визначає раціональні конструктивні параметри пристрою з урахуванням структури переробляється вагонопотоків і способу сортування.

Відповідно до завдань, позначеними в підрозділі 1.2, актуальною є розробка моделі проектного типу, яка дозволить визначати конструктивні параметри спеціалізованого сортувального пристрою, а також його переробну спроможність, враховуючи недоліки існуючих розробок в цій галузі. Проектна модель може мати функціонал, схожий з оптимизационной моделлю, в зв'язку з цим, досвід розробки оптимізаційних моделей також повинен бути врахований. Розглянемо основні проблеми, пов'язані з розробкою проектною моделі і те, яким чином вони вирішувалися іншими авторами:

1) Наявність декількох способів многогруппной добірки вагонів. При вирішенні задачі визначення раціональних конструктивних параметрів сортувального пристрою, очевидно, доцільно враховувати можливість використання різних способів сортування. Способи сортування відрізняються один від одного розподілом вагонів різних груп по шляхах, послідовністю виконання маневрових операцій, кількістю повторних угруповань всього складу і вагонів з окремих групіровочних шляхів, розмірами повторно сортируемых груп, кількістю необхідних для підбірки вагонів шляхів і, як наслідок з перерахованих відмінностей, потрібної місткістю групіровочних шляхів. У зв'язку з цим, кожен із способів буде характеризуватися певними конструктивними і експлуатаційними параметрами.

Імітаційна модель [30] використовує єдиний спосіб сортування - спосіб послідовного виділення груп. Виходячи з цього, вимоги до подорожнього розвитку сортувального пристрою [28] виявилися досить високі. Аналітична модель [34] також розглядає єдиний спосіб - комбінаторний, однак, у порівнянні з [30], з'являється велика варіативність: розглядається можливість вибору між різними схемами сортування всередині одного способу для сортування одного і того ж числа груп. Критерієм при цьому є найменше число

переробок і економія експлуатаційних витрат. Дослідження [21] враховують значно більше число способів сортування: статечної, пропорційний, ступінчастий основний і дублюючий, ступінчастий максимальний. В якості основного критерію вибору оптимального варіанта роботи пропонувалося використовувати економію енергії, а також скорочення часу на маневрові операції. Роботи [24, 44] розвивають підхід, який би розглядав кілька різних схем сортування, як критерій вибору найбільш раціонального способу виступають витрати часу на маневрову роботу. Модель, описана в [49], також розглядає кілька способів сортування, приймаючи в якості критерію вибору експлуатаційні витрати, пов'язані з підбіркою вагонів.

При розробці проектної моделі пропонується розглядати способи сортування, що зустрічаються в розглянутих вище роботах: послідовного виділення груп, комбінаторний, статечної, ступінчастий дублюючий, ступінчастий максимальний.

2) Критерій вибору раціонального способу сортування. В існуючих наукових розробках, присвячених оптимізації многогрупної добірки вагонів, як правило, використовувалися такі критерії:

□ Кількість повторних угруповань і кількість маневрових пересувань [21, 25, 26, 32, 34]. Значення даних показників визначаються аналітично і характеризують, перш за все, трудомісткість маневрових операцій в процесі многогрупної сортування. Однак кількість маневрових операцій може характеризувати процес сортування недостатньо об'єктивно, оскільки не завжди безпосередньо пов'язане з витратами часу і енергетичних ресурсів при виконанні добірки вагонів.

□ Час, що витрачається на маневрові операції [30, 44, 45, 46, 47, 58]. Використання цього критерію дозволяє оцінити тривалість процесу добірки вагонів, завантаження і переробну спроможність сортувального пристрою. У більшій частині робіт час на маневрові операції визначається відповідно до типових норм часу на маневрову роботу [39], що не забезпечує достатнього рівня точності при використанні сортувального пристрою гіркового типу. В

роботі [45] детально аналізується ця проблема і в якості рішення пропонується використання регресійного аналізу на основі статистичних даних, одержуваних на реальному об'єкті. Однак, зважаючи на низку об'єктивних обмежень при постановці натурних експериментів на реальній залізничній станції вплив на витрати часу таких факторів, як маса складу і поздовжній профіль сортувального пристрою і шляхів, на яких проводиться маневрова робота, все ще враховані недостатньо. Крім цього, моделі не враховують можливість наявності вагонів, заборонених до розпуску з гірки, які також будуть впливати на тимчасові витрати. Таким чином, для більш достовірного визначення витрат часу на добірку вагонів, необхідно враховувати ряд факторів, яким приділялася недостатня увага в попередніх роботах: структура отцепопотока, маса переставляються груп вагонів, план і профіль сортувального пристрою, що виконує добірку вагонів. які також будуть впливати на тимчасові витрати. Таким чином, для більш достовірного визначення витрат часу на добірку вагонів, необхідно враховувати ряд факторів, яким приділялася недостатня увага в попередніх роботах: структура отцепопотока, маса переставляються груп вагонів, план і профіль сортувального пристрою, що виконує добірку вагонів. які також будуть впливати на тимчасові витрати. Таким чином, для більш достовірного визначення витрат часу на добірку вагонів, необхідно враховувати ряд факторів, яким приділялася недостатня увага в попередніх роботах: структура отцепопотока, маса переставляються груп вагонів, план і профіль сортувального пристрою, що виконує добірку вагонів.

□ Експлуатаційні витрати [30, 34, 49]. Як правило, аналізуючи даний показник, автори включали в нього енергетичні (витрата палива) і тимчасові (локомотиво-години маневрової роботи, вагоно-години) витрати. Цей критерій в порівнянні з попередніми є більш комплексним і дозволяє отримати більш точну оцінку показників розглянутого процесу, проте його розрахунок все ще вимагає деталізації: крім локомотиво-годин і енергетичних витрат необхідно враховувати витрати, пов'язані з простоем в очікуванні добірки,

можливе скупчення черзі на шляхах накопичення, а також експлуатаційні витрати, пов'язані з утриманням інфраструктури, які будуть залежати від необхідного колійного розвитку і, отже, від вибору способу сортування.

При розробці проектної моделі як критерій вибору оптимального методу многогрупної сортування пропонується використовувати інтегральні дисконтовані витрати. У зв'язку з тим, що модель є проектної та орієнтується, в першу чергу, на будівництво нового спеціалізованого сортувального пристрою, необхідний облік як капітальних, так і експлуатаційних витрат. Основою для визначення експлуатаційних витрат буде час на добірку вагонів, а також витрати на утримання інфраструктури.

3) Характеристики переробляється вагонопотоків. Як правило, розроблені раніше моделі враховували єдиний параметр вагонопотоків - число підбираються груп. Цей параметр безпосередньо впливає як на вибір конструкції сортувального пристрою, так і на використовувану технологію сортування. Однак, існує ряд інших характеристик вагонопотоків, які можуть зробити істотний вплив на роботу сортувального пристрою:

– Маса отцепов. Значну частку в загальних витратах часу при використанні інтенсивних способів сортування складають повторні витягування груп вагонів через горб гірки для повторної сортування. При подоланні маневровим складом ухилів профілю гірки малої потужності, маса переставляються груп може мати суттєвий вплив на що витрачається час, тобто впливати на один з найважливіших оптимізаційних критеріїв - витрати часу на сортування. Виходячи з цього, фактор маси необхідно враховувати.

– Довжина отцепов. Довжина отцепов безпосередньо впливає на такий елемент технології, як розпуск вагонів, а також на необхідну місткість групіровочних шляхів. У зв'язку з наявністю такого впливу даний фактор також повинен бути врахований.

– Наявність вагонів, заборонених до розпуску з гірки (вагонів ЗСГ), які потребують особливих умов, що також позначається на тривалості добірки вагонів [63].

– Обсяг сортувальної роботи по многогрупній добірці вагонів і інтенсивність надходження складів, що вимагають вибірки, на сортувальний пристрій.

Крім обліку розглянутих вище чинників, що розробляється проектна модель повинна забезпечувати розрахунок готівкової переробної спроможності спеціалізованого сортувального пристрою і підсумкових показників, що характеризують процес многогрупної добірки вагонів при різних конструктивних параметрах сортувального пристрою і технологічних умовах.

У зв'язку з реформуванням залізничного транспорту і приватизацією вагонного парку, структура вагонопотоків на мережі АТ «Укрзалізниця» значно змінилася. Поява великої кількості операторів і власників рухомого складу [1], вантажовідправників і вантажоодержувачів призвело до збільшення числа можливих призначень проходження вагонів [2]. Результатом стало створення компаніями-операторами «запасу» вагонів для задоволення можливого попиту, а також зростання розмірів руху і обсягу роботи станцій, збільшення зайнятості інфраструктури перевізника і власників шляхів незагального користування, простою рухомого складу і затримки доставки вантажів [3].

Важливим наслідком збільшення парку вагонів на мережі залізниць і зміни порядку їх звернення стало зростання обсягів повторної сортування, що виконується як на сортувальних і вантажних станціях АТ «Укрзалізниця», так і на шляхах незагального користування. Ситуація зі збільшенням числа призначень, які формуються сортувальними станціями, посилилася концентрацією переробки вагонопотоків (в тому числі, місцевих), на цих станціях, в зв'язку з процесами, що відбуваються вдосконалення їх технічного оснащення, автоматизацією виробничих процесів. Однак такого роду модернізація рідко приводила до якісної зміни колійного розвитку станцій, конструкції сортувальних пристроїв, адаптації їх до мінливих структури переробляються вагонопотоків і технології роботи. Технічне оснащення,

Конструктивні рішення більшості сортувальних станцій, побудованих в 20 столітті, були обґрунтовані їх використанням в якості основних концентраторів переробки потужних вагонопотоків далеких призначень. Робота з місцевим вагонопотоком розглядалася як другорядна і істотного впливу на конструкцію і технічне оснащення сортувальних станцій в той час не надавала. Розробляються вченими [4, 5] технічні рішення, пов'язані з проектуванням місцевих парків, не завжди виявлялися затребуваними на практиці.

З урахуванням особливостей планової економіки, що забезпечують відносну стабільність вагоно-і поїздопотоків, станції могли стійко працювати при досить високому завантаженні пристроїв і технологічних ліній [6, 7, 8] без необхідності створення істотного запасу колійного розвитку.

При переході до умов ринкової економіки невизначеність вантажо- і вагонопотоків істотно збільшилася, а можливість їх достовірного прогнозування на тривалу перспективу знизилася [9, 10]. У зв'язку з цим, безперервно змінюються не тільки обсяги вагонопотоків, а й число призначень, які формуються сортувальними станціями. Число призначень не є постійною величиною. Призначення збірних, передавальних поїздів розглядаються укрупнено - за напрямками або станціям, з добіркою на невелике число груп.

Крім цього, число призначень плану формування сортувальної системи впливає на переробну спроможність сортувальної гірки, що відображають галузеві дослідження (рисунок 1.1, Програма вдосконалення роботи і розвитку сортувальних станцій на період 2016-2025 рр.).

В результаті реалізації Програми розвитку сортувальних станцій на період 2010-2015 рр. у відповідності зі стратегією розвитку АТ «Укрзалізниця» до 2030 року [11], одним з центральних пунктів якої була автоматизація сортувальних гірок, планувалося збільшити їх переробну спроможність. На тлі розвитку основних сортувальних станцій і що очікується значного збільшення їх переробної спроможності продовжився процес

концентрації на цих станціях переробки місцевих вагонопотоків, із звільненням від частини сортувальної роботи інших станцій залізничних вузлів [12]. Як наслідок, кількість призначень вагонів на сортувальних станціях помітно збільшилася, в ряді випадків для зниження навантаження на основні сортувальні пристрої зменшилася деталізація добірки [13].

Слід зазначити два фактора, які при цьому були враховані в недостатній мірі:

1) на сьогоднішній день основним ефектом автоматизації сортувальних гірок стало підвищення рівня безпеки сортувального процесу, з точки зору підвищення переробної спроможності гірок на багатьох станціях ефект виявився не настільки очевидний;

2) в ході концентрації на сортувальні станції був в значному обсязі переданий місцевий вагонопотік, робота з яким на багатьох сортувальних станціях передбачена в недостатній мірі.

Основні сортувальні пристрої на сортувальних станціях призначені для роботи з потужними транзитними призначень, коли на кожне призначення потужністю до 200 ваг/сут., виділяється сортувальний шлях (рідше - один шлях на кілька призначень) [6]. Ситуація, коли кількість формованих призначень виявляється більше числа сортувальних шляхів, призводить до збільшення обсягів повторної сортування вагонів, що знижує готівкову переробну спроможність станції по основній роботі - переробки транзитного вагонопотоку.

Переробка місцевих вагонопотоків, на відміну від розформування і формування поїздів дальніх призначень, є многогрупною, тобто в умовах перевищення кількості груп над числом використовуваних шляхів вимагає повторної сортування вагонів. При цьому потужність окремих призначень (груп) зазвичай недостатня для того, щоб виділяти під нього окремий сортувальний шлях [6].

Таким чином, при відсутності на станції спеціалізованого сортувального пристрою для многогрупної добірки вагонів ця робота виконується на

сортувальних пристроях з використанням технології та технічного оснащення, які не є оптимальними для організації многогрупної добірки.

В результаті, з одного боку, технічне оснащення і можливості автоматизованих сортувальних гірок використовуються недостатньо ефективно, а, з іншого боку, детальність роботи з місцевими вагонопотоками виявляється недостатньою для скорочення експлуатаційних витрат по роботі з ними на проміжних, вантажних, припортових станціях, а також шляхи незагального використання. Дана проблема актуальна і для інших країн СНД [14, 15].

Вантажні станції, які обслуговують шляху незагального користування, також часто не пристосовані до виконання многогрупної добірки вагонів, не мають групувочних і спеціалізованих сортувальних шляхів. В результаті, робота по формуванню многогрупних поїздів мінімізована, а максимальне число груп становить не більше 5-6, а частіше - 3-4 групи, що, як правило, не відповідає глибині добірки вагонів по вантажним пунктам і тим більше по вантажних фронтах і клієнтам.

На зарубіжних залізницях, а саме, в США і країнах Європи проблема недостатніх резервів колійного розвитку не є настільки актуальною [16]. Це пов'язано з тим, що в умовах невизначеності вантажо- і вагонопотоків при ринковій економіці залізничний транспорт, для забезпечення необхідної провізної здатності, спочатку був змушений передбачати досить істотні резерви колійного розвитку і потужності станційних пристроїв. Крім цього, криза залізниць США 1960-70-х років сприяв прискореному реформуванню системи залізничного транспорту, розвитку інфраструктури, механізації і автоматизації сортувального процесу [17]. Таким чином, концепція розвитку інфраструктури залізниць в капіталістичних країнах спочатку відрізнялася від радянської через об'єктивні причини. Інша форма організації економіки в Америці і країнах Західної Європи змушувала створювати значні резерви колійного розвитку [18], при яких проектуються окремі парки з великою кількістю групувочних шляхів для місцевих вагонопотоків [19] і практично

виключається ситуація перевищення числа призначень над кількістю шляхів. Відмінності в концепціях відображають показники, наведені в таблиці 1.2 [20]. Величина вантажонапруженості свідчить про відмінність в завантаженні залізничної мережі різних країн (таблиця 1.1). Відмінності в концепціях відображають показники, наведені в таблиці 1.2 [20]. Величина грузонапряженности свідчить про відмінність в завантаженні залізничної мережі різних країн (таблиця 1.2). Відмінності в концепціях відображають показники, наведені в таблиці 1.2 [20]. Величина вантажонапруженості свідчить про відмінність в завантаженні залізничної мережі різних країн (таблиця 1.2).

Таким чином, в зв'язку з відсутністю необхідності добірки многогрупних складів в умовах нестачі сортувальних і сортувально-групировочних шляхів, методи вирішення даної проблеми в США і Західній Європі практично не розроблялися. При необхідності виконання такої роботи споруджувалися окремі спеціалізовані допоміжні сортувальні парки з великою кількістю шляхів. Є ряд робіт з даної тематики вчених Східної Європи і Азії [21, 22], і після 1991 р - в країнах ближнього зарубіжжя [23, 24, 25, 26].

У процесі реконструкції багатьох зарубіжних станцій, крім укладання значного числа шляхів у парках прийому (до 20) і сортувальних парках (107 шляхів в обох сортувальних системах на станції Конвей, США), споруджуються вузькоспеціалізовані парки, призначені для повторної сортування, для відстою порожніх вагонів і т.д. [19]. Послідовне розміщення з основним сортувальним парком місцевого сортувального парку є на станціях Інглвуд, Янг (США). Группировочные парки (10-14 шляхів), розміщені поруч з хвостовою частиною сортувального парку, є на станціях Сітіком, Джон Севье, Ернст Норріс. У Канаді також присутні великі місцеві парки. Наприклад, в Торонто послідовно один одному розташовані основний і місцевий сортувальний парк з кількістю шляхів 67 і 50 відповідно. На сортувальній станції Тінслі (Англія) послідовно один одному розташовані крайні чотири шляхи основного парку і місцевий сортувальний парк (25 шляхів), при цьому

добірка здійснюється на сортувальній гірці. У таких країнах як Франція, Німеччина та Швейцарія на сортувальних станціях також групіровочние парки для підбірки вагонів включають в себе від 8 до 12 шляхів. Також потрібно відзначити, що місцеві сортувальні парки є практично на всіх великих сортувальних станціях Європи і Північної Америки. Вони, як правило, розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальних парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2) Німеччина і Швейцарія на сортувальних станціях також групіровочние парки для підбірки вагонів включають в себе від 8 до 12 шляхів. Також потрібно відзначити, що місцеві сортувальні парки є практично на всіх великих сортувальних станціях Європи і Північної Америки. Вони, як правило, розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальних парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2) Німеччина і Швейцарія на сортувальних станціях також групіровочние парки для підбірки вагонів включають в себе від 8 до 12 шляхів. Також потрібно відзначити, що місцеві сортувальні парки є практично на всіх великих сортувальних станціях Європи і Північної Америки. Вони, як правило, розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальних парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2) розташовані послідовно або паралельно з основним сортувальних парком і мають значну колійний розвиток. Так, наприклад, на

станції Вест-Колтон парк, призначений для місцевої роботи, розташований паралельно основному сортувальному парку (рисунок 1.2)

Для сортувальних станцій АТ «Укрзалізниця» такі конструктивні рішення мають ряд обмежень, зважаючи на ситуацію топології станцій, застосованих схемних рішень і відсутність будівельних майданчиків в зв'язку з розміщенням сортувальних станцій в межах міста [27]. Зарубіжний досвід конструктивно-технічних рішень по колійному розвитку для многогрупної добірки вагонів в вітчизняних умовах може бути застосований обмежено через відрізняється компонування схем сортувальних станцій, відсутність території для спорудження великих парків для роботи з місцевими вагонами.

Виходячи з цього, для організації многогрупної добірки необхідне використання спеціальних методів роботи і розробка відповідних конструктивних рішень сортувальних пристроїв, орієнтованих, перш за все, на інтенсифікацію сортування місцевих вагонопотоків в умовах обмеженого колійного розвитку.

Варіантом вирішення даного завдання є використання спеціалізованих сортувальних пристроїв [24, 28, 29, 30, 31] які при реалізації відповідної технології многогрупного сортування [30, 32] на обмеженому числі шляхів можуть бути використані в якості технологічної лінії, що функціонує паралельно з основним сортувальним пристроєм. Так, наприклад, на станції Алтайська паралельно основному сортувальному пристрою функціонує допоміжна сортувальна гірка, яка працює з окремим пучком сортувального парку (рисунок 1.3). При цьому в ньому не застосовуються інтенсивні методи многогрупної добірки вагонів, що обмежує можливу детальність добірки і вимагає використання більшого числа шляхів для формування збірних поїздів.

При неможливості або високу вартість створення такого пристрою на сортувальній станції може бути реалізований варіант розосередження роботи з різними многогрупними поїздами і передачі частини місцевого вагонопотоку

на іншу станцію [33] залізничного вузла зі спорудженням на ній спеціалізованого сортувального пристрою. Таким чином, сортувальний пристрій для многогрупної добірки вагонів може виступати як в якості основного сортувального пристрою на станції, так і допоміжного. В цьому випадку може мати місце спеціалізація станцій у вузлі за видами сортувальної роботи: переробка транзитного вагонопотоку - на сортувальній станції, глибока переробка місцевого вагонопотоку - на спеціалізованій вантажній або допоміжній сортувальній станції вузла.

Таким чином, при перевищенні числа призначень над числом, необхідно використання інтенсивної технологій многогрупного сортування вагонів, заснованої на застосуванні комбінаторного, ступеневого дублюючого і інших способів [21, 22, 34]. Це забезпечує можливість добірки вагонів з використанням меншої кількості шляхів щодо невеликої довжини. Це значна перевага, тому що велика частина сортувальних станцій має недолік резервів розвитку, а створення великих парків для многогрупної добірки на проміжних і вантажних станціях або шляхах незагального користування - також досить дорогий захід. Схеми сортування 7-групного складу на 3-х шляхах комбінаторним і статечним способом представлені на малюнку 1.4. Способи відрізняються один від одного розподілом вагонів різних груп (призначень) по об'єднувальних шляхах в ході першої та наступних угруповань, кількістю угруповань всього складу та груп з окремих шляхів, числом маневрових полурейс і кількістю переставляються і сортируємих вагонів. Так, наприклад, використання комбінаторного способу дозволяє підібрати склад за 3 сортування, статечного - за 2 сортування, однак при цьому обидва рази сортується весь склад. У зв'язку з цим способи будуть відрізнятися один від одного як по тимчасових витратах, так і по експлуатаційних витрат, пов'язаних з многогрупної добіркою вагонів. використання комбінаторного способу дозволяє підібрати склад за 3 сортування, статечного - за 2 сортування, однак при цьому обидва рази сортується весь склад. У зв'язку з цим способи будуть відрізнятися один від одного як по тимчасових витратах, так і по

експлуатаційних витрат, пов'язаних з многогрупної добіркою вагонів. Використання комбінаторного способу дозволяє підібрати склад за 3 сортування, статечного - за 2 сортування, однак при цьому обидва рази сортується весь склад. У зв'язку з цим способи будуть відрізнятися один від одного як по тимчасових витратах, так і по експлуатаційних витрат, пов'язаних з многогрупною добіркою вагонів.

Обґрунтування ефективності впровадження многогрупної добірки вагонів є складним многокритеріальним завданням. Однією з основних причин є те, що ефект від многогрупної добірки вагонів проявляється як на станції, яка виконує цю роботу, так і на інших об'єктах транспортного комплексу: проміжних і вантажних станціях ділянок і залізничних вузлів, шляхах незагального користування. Отримання стійкого ефекту від глибокої добірки вагонів на полігоні пов'язано не тільки з потребою в спорудженні спеціалізованого сортувального пристрою і визначенні раціональної технології його роботи, але і з необхідністю зміни плану формування поїздів і в цілому системи організації роботи з місцевими вагонопотоками.

Можливі ефекти полягають в наступному [35]:

- зниження завантаження основного сортувального пристрою сортувальної станції за рахунок перенесення роботи зі збірними, передавальними і іншими многогрупними поїздами на спеціалізоване (допоміжне) сортувальний пристрій; як наслідок - зниження простою в парку прийому розбірних поїздів, збільшення експлуатаційної надійності станції в цілому;

- зниження витрат на маневрову роботу (локомотиво-годин) на ділянці або інших станціях залізничного вузла за рахунок виконання многогрупної сортування на сортувальній, дільничної або вантажній станції при наявності відповідного технічного оснащення, що відкриває можливості по скороченню маневрових локомотивів на окремих станціях.

- можливість виконання многогрупної добірки вагонів в якості послуги, що надається власникам шляхів незагального користування, яка

дозволить прискорити подачу вагонів на місця виконання вантажних операцій, знизить завантаження маневрових засобів і інфраструктури цих підприємств (іншими словами, власники під'їзних шляхів передадуть добірку вагонів по вантажоодержувачам, місць виконання вантажних операцій на аутсорсинг ВАТ «РЖД»);

- інтеграція технології многогрупної добірки вагонів по вантажним пунктам, фронтах в єдиний технологічний процес роботи портів і припортових транспортних вузлів при достатньому інформаційно-технічне забезпечення [36, 37, 38].

Основним технологічним елементом, що вимагає докладного обґрунтування, є конструктивні і технологічні параметри спеціалізованого сортувального пристрою для многогрупної добірки вагонів. Питання, пов'язані з роботою і особливостями конструкції цього пристрою, будуть розглядатися в цій дисертації.

В даний час можливість визначення витрат, пов'язаних з будівництвом і експлуатацією спеціалізованого сортувального пристрою обмежена в зв'язку з наступними причинами:

- 1) Відсутність методики визначення раціональних конструктивних параметрів спеціалізованого сортувального пристрою для многогрупної добірки вагонів сортування для умов використання інтенсивних способів сортування при обмеженому дорожньому розвитку.

Правила і норми проектування сортувальних пристроїв [28] пропонують такі рекомендації при проектуванні допоміжного сортувального пристрою для многогрупного сортування вагонів:

- число шляхів, в залежності від числа груп, приймається рівним: чотирьом (число груп ≤ 6), п'яти (число груп дорівнює 7), шести (число груп від 8 до 12), семи (число груп більше 13).

- сумарна місткість шляхів, в залежності від кількості колій: два шляхи по 60% максимальної довжини складу, два шляхи по 50% максимальної довжини складу (при 4-х шляхах); два шляхи по 60% максимальної довжини

складу, решта шляху не менше 25% довжини складу (при числі шляхів 5 і більше).

Закладені в нормах [28] вимоги до кількості і місткості групувочних шляхів для многогрупної добірки вагонів були отримані для способу послідовного виділення груп [30], який є одним з найбільш продуктивних, але при цьому вимагає значного колійного розвитку групувочних парків. Однак при прийнятті рішення про організацію многогрупної сортування значимими факторами можуть бути можливість споруди спеціалізованого сортувального пристрою на існуючих станціях і обсяг необхідних капітальних вкладень. При використанні меншої колійного розвитку (за кількістю, місткості групувочних шляхів), а також за умови забезпечення достатньої готівкової переробної спроможності за рахунок використання інтенсивних способів добірки вагонів можливість спорудження такого пристрою зростає.

Інтенсивні способи сортування відповідають вимогам мінімальних капітальних вкладень, однак методики, достовірно визначальною найбільш раціональні конструктивні параметри (з урахуванням різноманітності способів і схем сортування), на даний момент не розроблено.

Існуючі норми щодо визначення параметрів групувочного парку не враховують структуру переробляється вагонопотоків, яка може робити істотний вплив на величину необхідної і достатньої місткості шляхів для угруповання вагонів, що може спричинити за собою як недовикористання корисної довжини, так і додаткові експлуатаційні втрати, пов'язані з недостатньою місткістю якого -або групувочного шляху.

2) Відсутність методики визначення переробної спроможності спеціалізованого сортувального пристрою при виконанні многогрупної добірки вагонів на обмеженому числі шляхів з використанням інтенсивних способів сортування.

Діюча Інструкція з розрахунку готівкової пропускної спроможності залізниць [6] пропонує методику по визначенню переробної спроможності сортувальних пристроїв, що займаються виконанням переробки транзитних

розбірних поїздів, а також витяжних шляхів. Основним елементом, необхідним для визначення переробної спроможності, є технологічний гірковий інтервал (ТГІ). Визначення ТГІ при многогрупній добірці вагонів на обмеженій кількості шляхів має особливості, пов'язані з наявністю як одноразових, так і повторюваних маневрових операцій. При цьому деякі повторювані операції, такі як витягування складу для повторної сортування, є нетиповими і некоректно описуються існуючими нормами [39]. У зв'язку з цим, існуючі методики [6,

Технологія многогрупної добірки вагонів визначається схемою сортування, яка залежить від способу інтенсивної сортування і числа використовуваних групувочних шляхів. Таким чином, технологія і конструкція сортувального пристрою, очевидно, є взаємозалежними. Крім цього, схема сортування залежить від кількості підбираються груп вагонів. Число груп - одна з характеристик структури переробляється вагонопотоків. До інших характеристик вагонопотоків можна віднести: масу вагонів, довжину отцепов, інтенсивність надходження складів на сортувальний пристрій. Таким чином, на пов'язані один з одним технологію і конструкцію впливає третій елемент - вагонопоток, який може впливати як на конструктивні параметри сортувального пристрою,

Оцінка ефективності многогрупної сортування вимагає визначення капітальних вкладень в будівництво спеціалізованого сортувального пристрою, а також експлуатаційних витрат, пов'язаних з його роботою. Для цього одночасно повинні бути розглянуті три параметра: конструкція, технологія, що переробляється вагонопоток. Разом з цим, потрібна розробка відповідних методів розрахунку раціональних конструктивних і технологічних параметрів роботи сортувального пристрою, спеціалізованого для многогрупної добірки вагонів. Найбільш раціональним варіантом буде варіант, що забезпечує найбільший чистий дисконтований дохід або мінімальні інтегральні дисконтовані витрати.

Вищевикладене вказує на те, що многогрупна добірка вагонів є складним процесом, що залежать від комплексу факторів, частина з яких може розглядатися як взаємозалежні і випадкові. У цих умовах доцільним методом дослідження розглянутого процесу можна вважати моделювання. Необхідність використання, в першу чергу, імітаційного моделювання обумовлена наступними причинами [40-43]:

- відсутність аналітичних методів, що дозволяють комплексно враховувати фактори, що впливають на процес многогрупної добірки вагонів, визначати тимчасові витрати, необхідну місткість групировочних шляхів і інші конструктивні і технологічні параметри сортувального пристрою;

- поелементний розрахунок операцій при многогрупному сортуванні вагонів різними способами надзвичайно трудомісткий і не дозволяє врахувати стохастичні елементи роботи спеціалізованого сортувального пристрою;

- постановка експериментів і дослідження закономірностей на реальному об'єкті (сортувальній гірці) важко в зв'язку з трудомісткістю організації многогрупного сортування з використанням різних способів сортування, неможливістю варіювання конструктивних параметрів сортувального пристрою і характеристик, що переробляється вагонопотоків.

Потреба створення спеціалізованих сортувальних пристроїв для многогрупної добірки вагонів ставить завдання розробки методів розрахунку параметрів їх конструкції і технології роботи. Це призводить до необхідності розробки моделі роботи сортувального пристрою, технологія роботи якого заснована на застосуванні методів інтенсивної многогрупної сортування. Сучасні зарубіжні праці в області аналізу роботи сортувальних пристроїв, а також формування поїздів підтверджують обґрунтованість використання для подібних цілей методів імітаційного моделювання.

Аналіз робіт в цій галузі [21, 25, 26, 30, 32, 44-62] дозволяє класифікувати існуючі моделі за функціональним призначенням і принципам роботи:

1. Технологічні оперативні моделі, Використовувані в процесі експлуатаційної роботи. Завдання таких моделей - розробка оперативного плану маневрової роботи. Їх важливою особливістю є необхідність інтеграції зі станційними інформаційними системами, що забезпечують отримання даних про структуру вагонопотоків, з якого буде формуватися многогрупний склад (наприклад, про вагонах, що знаходяться на сортувальній колії, з якого буде здійснюватися витягування вагонів для подальшої многогрупної сортування).

Прикладом подібної моделі є програма «Електронний укладач» [32, 53], основним призначенням якої є розрахунок плану маневрової роботи по формуванню конкретного многогрупного складу з урахуванням числа груп в складі, кількості шляхів (решт шляхів), які можуть використовуватися для підбірки вагонів і їх місткості. Розробка програми велася в 1985-1986 рр. В алгоритмі програми використовується тільки комбінаторний спосіб многогрупної сортування вагонів, який часто вважається найбільш ефективним, незважаючи на наявність і інших даних [49]. Таким чином, програма формувала єдиний варіант плану маневрової роботи і не припускала його порівняння з іншими можливими варіантами.

2. Оптимізаційні оперативні моделі, Що дозволяють вирішувати ряд завдань, пов'язаних з вибором найбільш раціональної технології многогрупної сортування складів з декількох можливих.

Дані моделі містять елементи системи підтримки прийняття рішень, оскільки дозволяють автоматично порівнювати різні варіанти технології многогрупної сортування з використанням певного критерію (витрати на маневрову роботу, витрати часу). Роботи різних авторів відрізняються один від одного, зокрема, вибором критерію, відповідно до якого буде проводитися пошук найкращої технології (способи і схеми сортування). Наприклад, в [32, 53-55] в якості такого критерію приймається коефіцієнт повторної сортування, а в [25, 26, 34, 56, 60] кількість маневрових пересувань. Ряд авторів використовує в якості критерію сумарні витрати часу на формування

многогрупного складу [30, 44, 45, 57, 58, 59], сумарні експлуатаційні витрати на маневрові операції [49-52].

3. Розрахункові (проектні) моделі, Що дозволяють обґрунтувати на етапі проектування конструкцію сортувального пристрою і, зокрема, раціональну кількість і місткість групіровочних шляхів.

Існуючі моделі [30] не передбачають оптимізації конструктивних параметрів з урахуванням можливості використання різної технології сортування.

При розробці даної моделі не ставилося завдання порівняння і вибору найкращого варіанту технології формування многогрупних складів. Використовувався один спосіб сортування - послідовного виділення груп. Такий спосіб дозволяє сформувати многогрупний склад за дві сортування і одну збірку. Збільшення кількості груп компенсується використанням більшого числа групіровочних шляхів. Результати, отримані на основі моделі (рекомендації по кількості і місткості групіровочних шляхів, який визначається в залежності від числа підбираються груп вагонів), були включені в діючих нормативів щодо проектування сортувальних пристроїв [28] без вказівки варіанта технології многогрупної добірки вагонів та інших умов, для яких ці рекомендації були отримані. Слід зауважити, що спосіб послідовного виділення груп при многогрупної добірці вагонів орієнтований на скорочення кількості сортувань і, відповідно, зайнятості сортувального пристрою. Така технологія орієнтована, перш за все, на добірку вагонів на основному сортувальному пристрої, при наявності резервів переробної спроможності. При цьому кількість використовуваних шляхів не набагато менше, ніж число підбираються груп (4 шляхи при числі груп від 4 до 6, 5 шляхів при добірці на сім груп і 6 шляхів при добірці на 8 - 12 груп). Збільшення числа підбираються груп призводить до збільшення кількості необхідних для підбірки вагонів шляхів, оскільки не може бути компенсовано зміною схеми сортування вагонів при використовуваному способі добірки. Крім цього, в моделі [30] не враховується робота з вагонами ЗСГ, яка ніж число

підбираються груп (4 шляхи при числі груп від 4 до 6, 5 шляхів при добірці на сім груп і 6 шляхів при добірці на 8 - 12 груп). Збільшення числа підбираються груп призводить до збільшення кількості необхідних для підбірки вагонів шляхів, оскільки не може бути компенсовано зміною схеми сортування вагонів при використовуваному способі добірки. Крім цього, в моделі [30] не враховується робота з вагонами ЗСГ, яка ніж число підбираються груп (4 шляхи при числі груп від 4 до 6, 5 шляхів при добірці на сім груп і 6 шляхів при добірці на 8 - 12 груп). Збільшення числа підбираються груп призводить до збільшення кількості необхідних для підбірки вагонів шляхів, оскільки не може бути компенсовано зміною схеми сортування вагонів при використовуваному способі добірки. Крім цього, в моделі [30] не враховується робота з вагонами ЗСГ, яка впливає на реальний час розформування, а значить, і на переробну спроможність ЗСУ.

При концентрації многогрупной добірки вагонів на спеціалізованому сортувальному пристрої, крім забезпечення достатнього рівня переробної спроможності, важливе значення має скорочення витрат на його спорудження. Вони безпосередньо пов'язані з необхідною кількістю і місткістю групіровочних шляхів. Використання інтенсивних способів сортування вагонів відкриває можливості для оптимізації цих параметрів.

Таким чином, виникає задача визначення раціональних параметрів колійного розвитку і технології роботи сортувального пристрою, що забезпечують необхідний і достатній рівень переробної спроможності при мінімізації витрат.

З вищевикладеного можна зробити висновок про сфери застосування різних типів моделей. Технологічна оперативна модель дозволяє реалізовувати технологію многогрупной добірки вагонів в оперативній обстановці, складаючи план маневрової роботи; оптимізаційна модель разом з цим дозволяє вибрати найбільш раціональний варіант технології відповідно до обраного критерію; проектна модель визначає раціональні конструктивні

параметри пристрою з урахуванням структури переробляється вагопотоків і способу сортування.

Відповідно до завдань, позначеними в підрозділі 1.2, актуальною є розробка моделі проектного типу, яка дозволить визначати конструктивні параметри спеціалізованого сортувального пристрою, а також його переробну спроможність, враховуючи недоліки існуючих розробок в цій галузі. Проектна модель може мати функціонал, схожий з оптимизационной моделлю, в зв'язку з цим, досвід розробки оптимізаційних моделей також повинен бути врахований. Розглянемо основні проблеми, пов'язані з розробкою проектною моделі і те, яким чином вони вирішувалися іншими авторами:

1) Наявність декількох способів многогрупной добірки вагонів. При вирішенні задачі визначення раціональних конструктивних параметрів сортувального пристрою, очевидно, доцільно враховувати можливість використання різних способів сортування. Способи сортування відрізняються один від одного розподілом вагонів різних груп по шляхах, послідовністю виконання маневрових операцій, кількістю повторних угруповань всього складу і вагонів з окремих групіровочних шляхів, розмірами повторно сортируемых груп, кількістю необхідних для підбірки вагонів шляхів і, як наслідок з перерахованих відмінностей, потрібної місткістю групіровочних шляхів. У зв'язку з цим, кожен із способів буде характеризуватися певними конструктивними і експлуатаційними параметрами.

Імітаційна модель [30] використовує єдиний спосіб сортування - спосіб послідовного виділення груп. Виходячи з цього, вимоги до подорожнього розвитку сортувального пристрою [28] виявилися досить високі. Аналітична модель [34] також розглядає єдиний спосіб - комбінаторний, однак, у порівнянні з [30], з'являється велика варіативність: розглядається можливість вибору між різними схемами сортування всередині одного способу для сортування одного і того ж числа груп. Критерієм при цьому є найменше число переробок і економія експлуатаційних витрат. Дослідження [21] враховують значно більше число способів сортування: статечної, пропорційний,

ступінчастий основний і дублюючий, ступінчастий максимальний. В якості основного критерію вибору оптимального варіанта роботи пропонувалося використовувати економію енергії, а також скорочення часу на маневрові операції. Роботи [24, 44] розвивають підхід, який би розглядав кілька різних схем сортування, як критерій вибору найбільш раціонального способу виступають витрати часу на маневрову роботу. Модель, описана в [49], також розглядає кілька способів сортування, приймаючи в якості критерію вибору експлуатаційні витрати, пов'язані з підбіркою вагонів.

При розробці проектної моделі пропонується розглядати способи сортування, що зустрічаються в розглянутих вище роботах: послідовного виділення груп, комбінаторний, статечної, ступінчастий дублюючий, ступінчастий максимальний.

2) Критерій вибору раціонального способу сортування. В існуючих наукових розробках, присвячених оптимізації многогрупної добірки вагонів, як правило, використовувалися такі критерії:

□ Кількість повторних угруповань і кількість маневрових пересувань [21, 25, 26, 32, 34]. Значення даних показників визначаються аналітично і характеризують, перш за все, трудомісткість маневрових операцій в процесі многогрупної сортування. Однак кількість маневрових операцій може характеризувати процес сортування недостатньо об'єктивно, оскільки не завжди безпосередньо пов'язане з витратами часу і енергетичних ресурсів при виконанні добірки вагонів.

□ Час, що витрачається на маневрові операції [30, 44, 45, 46, 47, 58]. Використання цього критерію дозволяє оцінити тривалість процесу добірки вагонів, завантаження і переробну спроможність сортувального пристрою. У більшій частині робіт час на маневрові операції визначається відповідно до типових норм часу на маневрову роботу [39], що не забезпечує достатнього рівня точності при використанні сортувального пристрою гіркового типу. В роботі [45] детально аналізується ця проблема і в якості рішення пропонується використання регресійного аналізу на основі статистичних даних,

одержуваних на реальному об'єкті. Однак, зважаючи на низку об'єктивних обмежень при постановці натурних експериментів на реальній залізничній станції вплив на витрати часу таких факторів, як маса складу і поздовжній профіль сортувального пристрою і шляхів, на яких проводиться маневрова робота, все ще враховані недостатньо. Крім цього, моделі не враховують можливість наявності вагонів, заборонених до розпуску з гірки, які також будуть впливати на тимчасові витрати. Таким чином, для більш достовірного визначення витрат часу на добірку вагонів, необхідно враховувати ряд факторів, яким приділялася недостатня увага в попередніх роботах: структура отцепопотока, маса переставляються груп вагонів, план і профіль сортувального пристрою, що виконує добірку вагонів. які також будуть впливати на тимчасові витрати. Таким чином, для більш достовірного визначення витрат часу на добірку вагонів, необхідно враховувати ряд факторів, яким приділялася недостатня увага в попередніх роботах: структура отцепопотока, маса переставляються груп вагонів, план і профіль сортувального пристрою, що виконує добірку вагонів. які також будуть впливати на тимчасові витрати. Таким чином, для більш достовірного визначення витрат часу на добірку вагонів, необхідно враховувати ряд факторів, яким приділялася недостатня увага в попередніх роботах: структура отцепопотока, маса переставляються груп вагонів, план і профіль сортувального пристрою, що виконує добірку вагонів.

□ Експлуатаційні витрати [30, 34, 49]. Як правило, аналізуючи даний показник, автори включали в нього енергетичні (витрата палива) і тимчасові (локомотиво-години маневрової роботи, вагоно-години) витрати. Цей критерій в порівнянні з попередніми є більш комплексним і дозволяє отримати більш точну оцінку показників розглянутого процесу, проте його розрахунок все ще вимагає деталізації: крім локомотиво-годин і енергетичних витрат необхідно враховувати витрати, пов'язані з простоем в очікуванні добірки, можливе скупчення черзі на шляхах накопичення, а також експлуатаційні

витрати, пов'язані з утриманням інфраструктури, які будуть залежати від необхідного колійного розвитку і, отже, від вибору способу сортування.

При розробці проектної моделі як критерій вибору оптимального методу многогрупної сортування пропонується використовувати інтегральні дисконтовані витрати. У зв'язку з тим, що модель є проектної та орієнтується, в першу чергу, на будівництво нового спеціалізованого сортувального пристрою, необхідний облік як капітальних, так і експлуатаційних витрат. Основою для визначення експлуатаційних витрат буде час на добірку вагонів, а також витрати на утримання інфраструктури.

3) Характеристики переробляється вагонопотоків. Як правило, розроблені раніше моделі враховували єдиний параметр вагонопотоків - число підбираються груп. Цей параметр безпосередньо впливає як на вибір конструкції сортувального пристрою, так і на використовувану технологію сортування. Однак, існує ряд інших характеристик вагонопотоків, які можуть зробити істотний вплив на роботу сортувального пристрою:

– Маса отцепов. Значну частку в загальних витратах часу при використанні інтенсивних способів сортування складають повторні витягування груп вагонів через горб гірки для повторної сортування. При подоланні маневровим складом ухилів профілю гірки малої потужності, маса переставляються груп може мати суттєвий вплив на що витрачається час, тобто впливати на один з найважливіших оптимізаційних критеріїв - витрати часу на сортування. Виходячи з цього, фактор маси необхідно враховувати.

– Довжина отцепов. Довжина отцепов безпосередньо впливає на такий елемент технології, як розпуск вагонів, а також на необхідну місткість групіровочних шляхів. У зв'язку з наявністю такого впливу даний фактор також повинен бути врахований.

– Наявність вагонів, заборонених до розпуску з гірки (вагонів ЗСГ), які потребують особливих умов, що також позначається на тривалості добірки вагонів [63].

– Обсяг сортувальної роботи по многогрупній добірці вагонів і інтенсивність надходження складів, що вимагають вибірки, на сортувальний пристрій.

Крім обліку розглянутих вище чинників, що розробляється проектна модель повинна забезпечувати розрахунок готівкової переробної спроможності спеціалізованого сортувального пристрою і підсумкових показників, що характеризують процес многогрупної добірки вагонів при різних конструктивних параметрах сортувального пристрою і технологічних умовах.

Висновки по розділу

На підставі проведеного аналізу особливостей технології роботи і конструкції сортувальних пристроїв, спеціалізованих для многогрупної добірки вагонів можна зробити наступні висновки:

1) Актуальність розроблюваної теми обумовлена зміною структури вагонопотоків, збільшенням числа операторів рухомого складу і призначень проходження вагонів, а також концентрацією сортувальної роботи на великих технічних і вантажних станціях вузлів, які привели до збільшення обсягів повторної сортування і завантаження станційних пристроїв. Варіантом вирішення даної проблеми у вітчизняній і зарубіжній практиці є використання спеціалізованих сортувальних пристроїв для многогрупної добірки вагонів.

2) В ході аналізу основних варіантів організації многогрупної добірки вагонів встановлено, що для вирішення цього завдання на вітчизняних залізницях необхідні спеціальні методи роботи і відповідні конструктивні параметри сортувальних пристроїв, орієнтовані, перш за все, на інтенсифікацію сортування місцевих вагонопотоків в умовах обмеженого колійного розвитку.

3) В результаті дослідження проблем організації многогрупної добірки вагонів обґрунтована потреба в розвитку існуючих методів розрахунку конструктивних і технологічних параметрів сортувального пристрою, спеціалізованого для цієї роботи. Особливості процесу

многогрупної добірки вагонів з використанням інтенсивних способів сортування на обмеженому числі шляхів вимагають реалізації комплексного підходу, що враховує конструкцію групировочного парку, технологію сортування та параметри, що переробляється вагонопотоків.

4) Аналіз вітчизняних і зарубіжних розробок показав, що многогрупная добірка вагонів є складним процесом, що залежать від комплексу факторів, частина з яких може розглядатися як взаємозалежні і випадкові. У цих умовах найбільшого поширення набули такі методи дослідження, як імітаційне та аналітичне моделювання. Існуючі моделі можна класифікувати за функціональним призначенням на оперативні, оптимізаційні та проектні.

5) З урахуванням актуальності завдання вдосконалення методів розрахунку параметрів сортувальних пристроїв для многогрупної добірки вагонів на обмеженому числі шляхів, в дисертаційній роботі пропонується розробити методіку визначення оптимального варіанта конструкції групировочного парку і технології многогрупної сортування за критерієм мінімуму інтегральних дисконтованих витрат. Для цього потрібна розробка комплексної моделі проектного типу, що забезпечує можливість розрахунку експлуатаційних показників процесу многогрупної сортування з урахуванням конструкції сортувального пристрою, параметрів, що переробляється вагонопотоків, способу інтенсивної сортування, необхідного рівня готівкової переробної спроможності.