

-МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра «Транспортні вузли»

В авторській редакції

ЗАЛІЗНИЧНІ СТАНЦІЇ ТА ВУЗЛИ

РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Навчально-методичні рекомендації до курсового
та дипломного проектування

Електронне видання

ДНІПРО
2026

УДК 656.212(07)

З 22

Упорядники:
Березовий Микола Іванович
Сковрон Ігор Ярославович
Назаров Олексій Анатолійович

Електронне видання

Схвалено Групою забезпечення якості освітньої програми
ОП J 7.1.08 "Організація перевезень на залізничному транспорті"
Протокол № 8 від 25.03.2026

З 22 Залізничні станції та вузли. Розрахунок та проектування дільничної станції: Навчально-методичні рекомендації до курсового та дипломного проектування / упоряд.: М. І. Березовий, І. Я. Сковрон, О. А. Назаров; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2026. – 43 с.

Призначені для студентів денної та заочної форм навчання за освітньою програмою J7.1.08 «Організація перевезень і управління на залізничному транспорті» спеціальності J7 «Залізничний транспорт».

Навчально-методичні рекомендації містять базову характеристику технічного оснащення дільничних станцій, принципів побудови схем колійного розвитку, технології роботи з поїздами та вагонами, а також приклади виконання розрахунку параметрів їх технічного оснащення. Навчально-методичні рекомендації призначені для виконання курсового проекту «Розрахунок і проектування дільничної станції», практичних і самостійних робіт, для виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.

Іл. 7. Табл. 22. Бібліогр.: 4 назв.

© Березовий М. І., Сковрон І. Я., Назаров О. А.,
укладання, 2026

© Укр. держав. ун-т науки і технологій, 2026

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП.....	4
1. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ	4
2. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ ПО СТАНЦІЇ О	6
3. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ГОЛОВНИХ КОЛІЙ НА ПІДХОДАХ ТА ЇХ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	7
4. ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗВ'ЯЗОК ЛІНІЙ НА ПІДХОДАХ ДО СТАНЦІЇ	8
5. РОЗРОБКА СХЕМИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ О	10
5.1. Розробка спеціалізації приймально-відправних парків станції О	10
5.2. Вибір місця розташування локомотивного господарства на станції О	13
5.3. Вибір схеми колійного розвитку пасажирських пристроїв на станції О	14
5.4. Вибір місця розташування інших технічних пристроїв на станції О.	15
6. РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ КОЛІЙ СТАНЦІЇ О	16
6.1. Розрахунок кількості приймально-відправних колій в парках станції	16
6.2. Визначення кількості колій в сортувальному парку.....	26
7. АНАЛІЗ ВИМОГ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГОРЛОВИН ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ О	27
7.1. Встановлення міжколійних відстаней.....	27
7.2. Аналіз вимог до конструкцій горловин станції.....	29
8. РОЗРАХУНОК ЗАВАНТАЖЕННЯ І ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ СТРІЛОЧНОЇ ГОРЛОВИНИ	35
8.1. Розрахунок завантаження горловини	35
8.2. Розрахунок пропускної спроможності горловини	38
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ	41
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	42

ВСТУП

Дільничні станції є елементами залізничної інфраструктури залізниць, які займають окрему нішу в організації вагонопотоків та перевізного процесу в цілому. На цих станціях здійснюється операції, характерні саме для дільничних станцій – зміна локомотивів та локомотивних бригад, комерційний огляд (КО) та технічне обслуговування вагонів (ТО), обслуговування проміжних станцій, розташованих на прилеглих ділянках, ремонт та технічне обслуговування локомотивів і вагонів, обслуговування під'їзних колій та місць загального користування, операції в особливих технологічних умовах, таких як стикування ділянок електричної тяги на різних системах струму, робота зі здвоєними та довгосоставними поїздами та інші.

Навчально-методичні рекомендації містять теоретичний матеріал про порядок вибору технічного оснащення дільничних станцій, технологію роботи з поїздами і вагонами, принципи розрахунку кількості колій у приймально-відправних та сортувальному парках і розробку конструкції горловин станції.

Навчально-методичні рекомендації призначені для виконання курсового проекту «Розрахунок і проектування дільничної станції», практичних і самостійних робіт, для виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра студентами, що навчаються у вищих навчальних закладах за спеціальністю J7 «Залізничний транспорт» і вивчають дисципліну «Залізничні станції та вузли».

1. ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Студенти в рамках курсового проектування на підставі індивідуального завдання вирішують наступні задачі, пов'язані з розрахунком колійного розвитку та масштабним проектуванням вузлової дільничної станції:

1. Визначення необхідної пропускнуєї спроможності, кількості головних колій на лініях, що примикають до станції та їх технічного оснащення системами управління рухом поїздів.

2. Визначення схеми розв'язок підходів ліній.

3. Розробка принципової схеми станції за заданою схемою взаємного розташування приймально-відправних парків та підходів ліній. У прикладі розглянуто вузлову дільничну станцію поперечного типу.

4. Розрахунок потрібної кількості колій в парках станції.

5. Розробка конструкції схем горловин у парках станції та креслення плану колійного розвитку дільничної станції (М 1:2000) з показом основних службово-технічних пристроїв та споруд.

6. Розробка принципової схеми локомотивного господарства.

7. Розрахунок завантаження і пропускнуєї спроможності однієї зі стрілочних горловин.

Приклад вихідних даних завдання на курсове проектування дільничної станції наведений далі.

1. Схема примикання підходів до станції О.



Станція О розташована на лінії А-Б, до якої примикає лінія М-О. Підхід з лінії М може примикати як з парного, так і з непарного напрямку та у будь-якій чверті.

2. В прикладі, розглянутому у методичних рекомендаціях, взаємне розташування приймально-відправних парків – поперечне.

3. Розміри руху поїздів на прилеглих до станції лініях¹.

З дільниці (зі станції)	Кількість вантажних поїздів					Пасажирські та приміські
	На дільницю			На станцію О		
	А	Б	М	дільничні	збірні	
А		22	11	1	1	11
		0,3 / 0,6	1,0 / 1,0			
Б	24		4	2	1	9
	0,3 / 0,6		1,0 / 1,0			
М	9	5		1	1	2
	1,0 / 1,0	1,0 / 1,0				
О	дільничні	1	2	1		
	збірні	1	1	1		
Пасажирські та приміські		11	9	2		

В даній таблиці наведені розміри руху як пасажирських поїздів (приміських та інших категорій), так і вантажних поїздів (в розформування, свого формування та транзитних).

Клітинки для транзитних поїздів містять декілька значень: у верхній частині відповідної клітинки наведено їх добова кількість, а у нижній частині – частку поїздів зі зміною локомотива (чисельник) та частку поїздів з технічним і комерційним обслуговуванням вагонів.

Наприклад, для транзитних поїздів на лінії А-Б маємо: 22 – добова кількість поїздів; 0,3 – частка поїздів зі зміною локомотива; 0,6 – частка поїздів з технічним і комерційним обслуговуванням вагонів.

При цьому слід розуміти, що частка поїздів без зміни локомотива (але зі зміною локомотивних бригад) складе $1 - 0,3 = 0,7$; частка поїздів без технічного і без комерційного обслуговування вагонів становитиме $1 - 0,6 = 0,4$.

¹ Під розмірами руху слід розуміти кількісний показник поїзної роботи, встановленої графіком руху поїздів. Це конкретна кількість пар поїздів (вантажних, пасажирських, приміських), яку необхідно пропустити через дільницю за добу. Тобто розміри руху це кількість поїздів, яку потрібно пропустити залізничною дільницею за добу.

4. Серія вантажних локомотивів. У завданні вказана серія вантажних локомотивів, якими здійснюється рух вантажних поїздів окрім збірних; для прикладу приймаємо електровоз серії ВЛ80.

5. Мінімальна корисна довжина приймально-відправних колій у курсовому проекті прийнята рівною 850 м.

6. Для розробки принципової схеми локомотивного господарства у завданні вказано тип ремонтних споруд і кількість локомотивів, які проходять ТО та екіпірування.

7. Кількість колій для стоянки приміських поїздів прийнята 2 колії.

2. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ ПО СТАНЦІЇ О

Розміри руху поїздів по станції О наводять в табличному вигляді згідно з індивідуальним завданням та розрахунком підсумкових значень по кожній лінії.

Приклад розрахунку наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Розміри руху поїздів по станції О

З дільниці (зі станції)		Кількість вантажних поїздів					Разом з дільниці	
		На дільницю			На станцію О			
		А	Б	М	дільничні	збірні	вант.	пас., прим.
А			22	11	1	1	35	11
Б		24		4	2	1	31	9
М		9	5		1	1	16	2
О	дільничні	1	2	1				
	збірні	1	1	1				
Разом на дільницю	вантажні	35	30	17			82	
	пас., прим.	11	9	2				22

У підсумкових клітинах табл. 2.1 вказуються сумарні розміри руху вантажних, пасажирських та приміських поїздів на кожній з ліній, що примикають до станції О, по прибуттю з лінії та відправленню на неї. Кількість поїздів по прибуттю та відправленню для конкретної лінії може відрізнятися, а для розрахунків, зокрема потрібної пропускної спроможності² та технічного оснащення ліній, приймаються більші значення.

² Потрібна пропускна спроможність є розрахунковою величиною, яка показує мінімальну потужність дільниці, необхідної для пропуску заданих розмірів руху з урахуванням надійності, часу на ремонтні роботи («вікна») та нерівномірності руху поїздів.

3. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ГОЛОВНИХ КОЛІЙ НА ПІДХОДАХ ТА ЇХ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

Порядок визначення кількості головних колій та їх технічного оснащення наведений в [1, п. 5.4]

Інтервали між поїздами на лінії та її наявна пропускна спроможність H^3 пов'язані між собою і залежать від технічного оснащення: кількості головних колій та типу засобів блокування (систем управління рухом поїздів) на перегонах. Можливі числові характеристики залізничних ліній наведені в таблиці 3.1 [1, стор. 129, табл. 5.7].

Таблиця 3.1

Розміри руху поїздів по станції О

Показник	Значення показника							
	1				2			
Кількість головних колій								
Засоби блокування	Автоматичне блокування							
Наявна пропускна спроможність, H , пар поїздів	36	48	54	100	120	144	160	180
Мінімальний інтервал прибуття / відправлення поїздів, I_{\min} , хв	24	18	15	10	9	8	7	6

Технічне оснащення та числові характеристики ліній приймаються залежно від потрібної пропускної спроможності, яка визначається залежно від розмірів руху поїздів за формулою [1]:

$$N_{\text{птр}} = \alpha(N_{\text{внт}} + N_{\text{пс}}\varepsilon_{\text{пс}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) \quad (3.1)$$

де $N_{\text{внт}}$, $N_{\text{пс}}$, $N_{\text{зб}}$ – кількість, відповідно, вантажних, пасажирських і збірних поїздів на лінії;

$\varepsilon_{\text{пс}}$, $\varepsilon_{\text{зб}}$ – коефіцієнт зняття вантажних поїздів, відповідно, одним пасажирським і збірним поїздом ($\varepsilon_{\text{пс}}=1,3\dots1,5$; $\varepsilon_{\text{зб}} = 1,5\dots2,0$);

α – коефіцієнт резерву пропускної спроможності ($\alpha = 1,15\dots1,20$).

Для прикладу, на дільниці А-О, що примикає до станції О, розміри руху становлять: пасажирських $N_{\text{пс}} = 11$ пар поїздів, вантажних $N_{\text{внт}} = 35$ пар поїздів, збірних $N_{\text{зб}} = 1$ пара поїздів.

³ Наявна пропускна спроможність залізничної дільниці – це максимально можлива кількість пар поїздів, яку можна пропустити за одиницю часу (як правило за добу) при повному використанні технічних засобів.

Приймаючи $\alpha = 1,20$, $\varepsilon_{nc} = 1,5$, $\varepsilon_{зб} = 2,0$, за формулою (3.1) із заокругленням результату в більшу сторону до цілих значень визначається:

$$N_{\text{птр}}^{A-O} = 1,20 \cdot (35 + 11 \cdot 1,5 + 1 \cdot (2,0 - 1)) = 63 \text{ пари поїздів.}$$

З таблиці 3.1 приймаємо технічні параметри дільниці А-О з найближчою більшою наявною пропускною спроможністю: 2 головні колії, автоблокування, $H_{A-O} = 100$ пар поїздів, $I_{\text{min}}^{A-O} = 10$ хв.

Аналогічно виконуються розрахунки показників для інших дільниць:

$$N_{\text{птр}}^{O-B} = 1,20 \cdot (31 + 9 \cdot 1,5 + 1 \cdot (2,0 - 1)) = 55 \text{ пар поїздів.}$$

Технічні параметри дільниці Б-О – 2 головні колії, автоблокування, $H_{B-O} = 100$ пар поїздів, $I_{\text{min}}^{B-O} = 10$ хв.

$$N_{\text{птр}}^{M-O} = 1,20 \cdot (17 + 2 \cdot 1,5 + 1 \cdot (2,0 - 1)) = 26 \text{ пар поїздів.}$$

Технічні параметри дільниці М-О – 1 головна колія, автоблокування, $H_{M-O} = 36$ пар поїздів, $I_{\text{min}}^{M-O} = 24$ хв.

4. ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗВ'ЯЗОК ЛІНІЙ НА ПІДХОДАХ ДО СТАНЦІЇ

Порядок вибору конструкції розв'язок ліній, що примикають до дільничних станцій наведений в [1, п. 3.2]. Конструкція примикань залізничних ліній до дільничних станцій суттєво впливає на безпеку руху поїздів та умови їх безперешкодного приймання-відправлення. На лінійних дільничних станціях головні колії перегонів продовжуються у межах станції і проблем їх з примиканням не виникає.

До вузлових дільничних станцій примикає три або більше підходів з різною кількістю головних колій. У цьому випадку потрібно забезпечувати певний порядок їх введення на станцію, який забезпечує мінімальну ворожість маршрутів приймання і відправлення поїздів. Для цього на підходах до станції застосовують розв'язки залізничних ліній, які являють собою комплекс колійних пристроїв і споруд для пропуску поїздів за маршрутами, що перетинаються. Такими спорудами можуть бути: шлюзи – для забезпечення перетинання маршрутів в одному рівні, шляхопроводи – для забезпечення перетинання маршрутів в різних рівнях. В курсовому проекті у якості колійних пристроїв будемо використовувати саме шляхопроводи.

Основні конструкції примикань одно- і двоколійних ліній [1, п. 3.2] і їх розв'язок за напрямком руху на підходах до станцій, які застосовуються на практиці, наведені на рисунку 4.1. Так, на схемах 1 і 2 цього рисунку наведені примикання ліній в одному рівні, а на схемах 3 – 6 – розв'язки ліній в різних рівнях з використанням шляхопроводів. Застосування окремої схеми має бути обґрунтовано і залежить від кількості колій і розмірів руху на лініях.

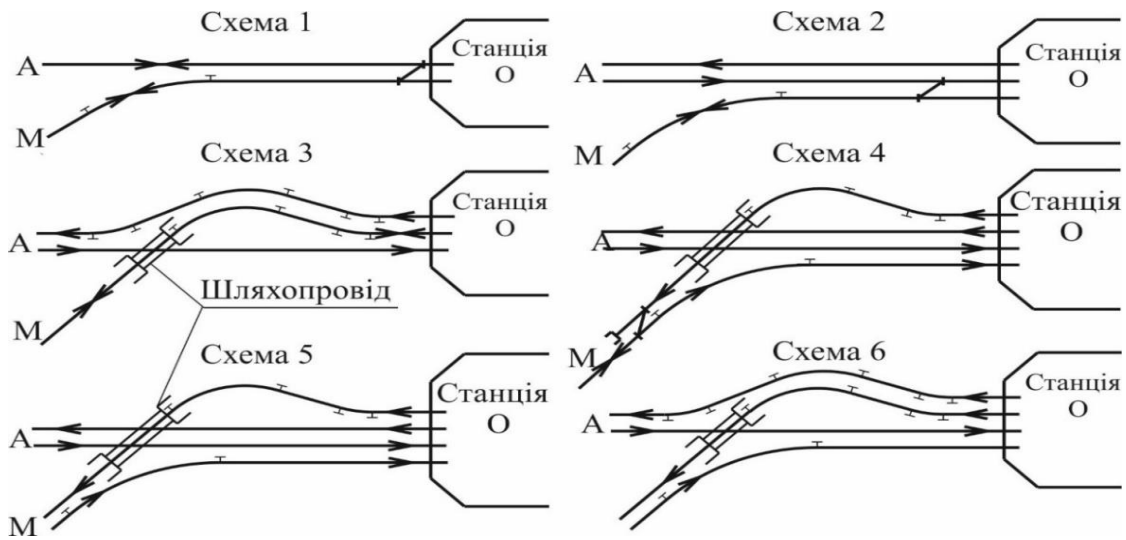


Рис. 4.1. Принципові схеми розв'язок залізничних ліній за напрямком руху на підходах до станцій

Рекомендовані схеми розв'язок двох підходів залежно від розмірів руху наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Рекомендовані схеми розв'язок підходів залізничних ліній

Розміри руху на одній з ліній, пар поїздів/добу	Номера схем при розмірах руху на другій лінії, пар поїздів/добу					
	до 12	13...18	19...24	25...36	37...48	49 і більше
до 12	1	1	1	1	2	3
13..18	1	1	1	1	2	3
19..24	1	1	1	1	2	3
25..36	1	1	1	1	3	4
37..48	2	2	2	3	5, 6	5, 6
49 і більше	3	3	3	4	5, 6	5, 6

Для прикладу, розглянутого в методичних рекомендаціях, до станції О з боку прибуття поїздів непарного напрямку примикають лінії Б – О та М – О. Розміри руху поїздів на вказаних лініях становлять, відповідно, $N_{\text{птр}}^{Б-О} = 55$ пар поїздів та $N_{\text{птр}}^{М-О} = 26$ пар поїздів, а тому з боку підходів Б та М слід прийняти розв'язку за схемою № 4, приклад якої наведений на рисунку 4.2.

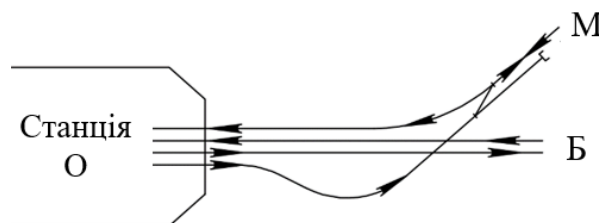


Рис. 4.2. Схема розв'язок ліній Б – О та М – О на підходах до станції О

5. РОЗРОБКА СХЕМИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ О

Основні схеми дільничних станцій та умови їх застосування наведені в [1, Р. 3]. При розробці принципової схеми дільничної станції в курсовому проєкті слід користуватися наведеними в [1, п. 2.1, Р. 3] положеннями при визначенні потужності технічного оснащення та розташування основних пристроїв – локомотивного господарства, пасажирських пристроїв, вантажного району, колій стоянки приміських поїздів, витяжних та тупикових колій, тощо.

Немасштабна принципова схема дільничної станції О для розглянутого прикладу наведена на рисунку 5.1.

Принципи побудови даної схеми та, зокрема, розташування основних пристроїв на станції О наведені далі.

5.1. Розробка спеціалізації приймально-відправних парків станції О

Принципи спеціалізації приймально-відправних парків дільничних станцій різних типів наведені в [1, Р. 3]. У розглянутому прикладі наведено порядок розробки спеціалізації парків дільничної станції поперечного типу.

Приймально-відправні парки спеціалізовані по напрямках – парк Б для приймання непарних транзитних поїздів, у т.ч. кутових з підходів Б та М, у парк А приймаються транзитні поїзди з напрямку А. Так як сортувальний парк С розташований біля парку А, то у парк А приймаються усі поїзди у розформування – дільничні та збірні з А, Б та М, а також виставляються поїзди свого формування призначенням на усі лінії, що примикають до станції.

Згідно з наведеними у табл. 2.1 розмірами руху поїздів, виконаємо їх розподіл за паркам станції О. Результати розрахунків наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Розміри руху поїздів по парках станції О

З дільниці (зі станції)	Кількість вантажних поїздів					Поїздів у парку	
	На дільницю			На станцію О		А	Б
	А	Б	М	дільничні	збірні		
А		22 (А)	11 (А)	1 (А)	1 (А)	35	
Б	24 (Б)		4 (Б)	2 (А)	1 (А)	3	28
М	9 (Б)	5 (Б)		1 (А)	1 (А)	2	14
О	дільничні	1 (А)	2 (А)	1 (А)		4	
	збірні	1 (А)	1 (А)	1 (А)		3	
Разом поїздів						47	42

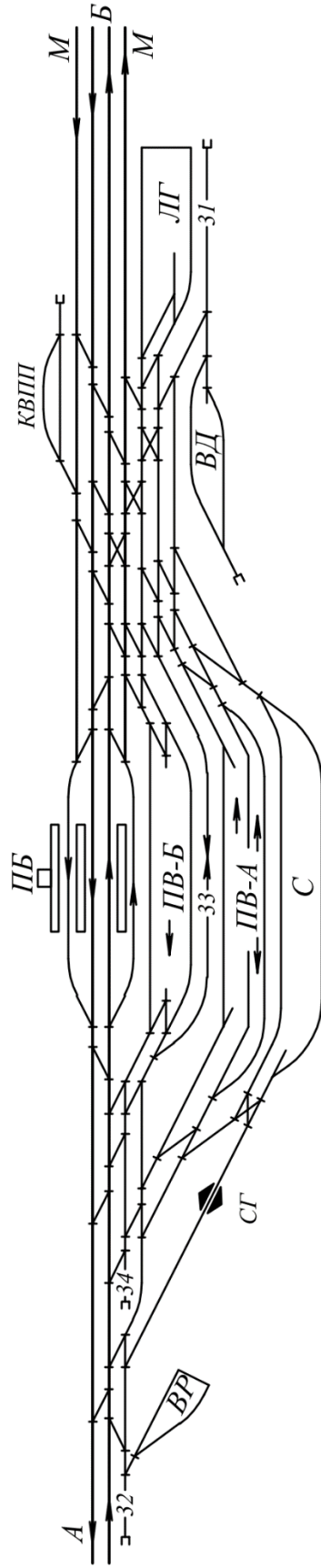


Рис. 5.1. Принципова схема станції О:

ПБ – пасажирська будівля; ПВ-А, ПВ-Б – приймально-відправні платформи; С – сортувальний парк; ЛГ – локомотивне господарство; ВД – вагонне депо; ВР – вантажний район; КВПП – колії стоянки приміських составів; СГ – сортувальна гірка; 31 – витяжна колія розформування поїздів; 32 – витяжна колія розформування поїздів; 34 – локомотивний тупик

Використовуючи розподіл поїздопотоків по парках станції О (табл. 5.1) та задані частки транзитних поїздів зі зміною локомотивів, визначається їх кількість по окремих парках станції.

Розберемо це на прикладі транзитних поїздів із А на Б.

Всього із А на Б через станцію О слідує 22 транзитні поїзди, для яких задана частка поїздів зі зміною локомотива дорівнює 0,3.

Таким чином, транзитних поїздів із А на Б через станцію О зі зміною локомотива слідує $22 \times 0,3 = 6,6 \approx 7$ поїздів. При цьому, транзитних поїздів із А на Б через станцію О без зміни локомотива (але зі зміною локомотивної бригади) слідує $22 - 7 = 15$ поїздів.

Аналогічно виконуємо розрахунки для транзитних поїздів інших напрямків. Поїзди у розформування відносимо до поїздів зі зміною локомотива. Результати розрахунків наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Розміри руху вантажних поїздів по парках станції О з розподілом за наявністю чи відсутністю зміни локомотива

З дільниці (зі станції)	Категорія поїзда	Кількість поїздів на					Поїздів у парку	
		А	Б	М	О (у розф)		А	Б
					дільн.	збірн.		
А	зі ЗмЛок		7 (А)	11 (А)	1 (А)	1 (А)	20	
	без ЗмЛок		15 (А)	–	–	–	15	
Б	зі ЗмЛок	7 (Б)		4 (Б)	2 (А)	1 (А)	3	11
	без ЗмЛок	17 (Б)		–	–	–		17
М	зі ЗмЛок	9 (Б)	5 (Б)		1 (А)	1 (А)	2	14
	без ЗмЛок	–	–		–	–		
О (св. форм)	дільничні	1 (А)	2 (А)	1 (А)			4	
	збірні	1 (А)	1 (А)	1 (А)			3	
Разом поїздів							25/22	25/17

Використовуючи розподіл поїздопотоків по парках станції О з врахуванням наявності чи відсутності зміни локомотива (табл. 5.2) та задані частки поїздів з технічним і комерційним обслуговуванням вагонів (ТО), визначається їх кількість по окремих парках станції.

Розберемо це на прикладі транзитних поїздів із А на Б зі зміною та без зміни локомотива (табл. 5.2). Всього із А на Б через станцію О слідує 7 транзитних поїздів зі зміною та 15 транзитних поїздів без зміни локомотива, а задана частка поїздів з технічним і комерційним обслуговуванням вагонів дорівнює 0,6.

Отже, транзитних поїздів із А на Б через станцію О зі зміною локомотива та з ТО слідує $7 \times 0,6 = 4,2 \approx 4$ поїзди, а поїздів зі зміною локомотива але без ТО слідує $7 - 4 = 3$ поїзди.

Транзитних поїздів із А на Б через станцію О без зміни локомотива та з ТО слідує $15 \times 0,6 = 9$ поїздів, а поїздів без зміни локомотива та без ТО слідує $15 - 9 = 6$ поїздів.

Аналогічно виконуємо розрахунки для транзитних поїздів інших напрямків. Всі поїзди у розформування та поїзди свого формування проходять ТО.

Результати розрахунків наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

**Розміри руху вантажних поїздів по парках станції О
з розподілом за наявністю чи відсутністю зміни локомотива та ТО вагонів**

З дільниці (зі станції)	Категорія поїзда	Кількість поїздів на								Поїздів у парку			
		А		Б		М		О (у розф)		А		Б	
		з ТО	без ТО	з ТО	без ТО	з ТО	без ТО	дільн.	збірн.	з ТО	без ТО	з ТО	без ТО
А	зі ЗмЛок			4 (А)	3 (А)	11 (А)	–	1 (А)	1 (А)	17	3		
	без ЗмЛок			9 (А)	6 (А)	–	–	–	–	9	6		
Б	зі ЗмЛок	4 (Б)	3 (Б)			4 (Б)	–	2 (А)	1 (А)	3		8	3
	без ЗмЛок	10 (Б)	7 (Б)			–	–	–	–			10	7
М	зі ЗмЛок	9 (Б)	–	5 (Б)	–			1 (А)	1 (А)	2		14	
	без ЗмЛок	–	–	–	–			–	–				
О (св. форм)	дільничні	1 (А)	–	2 (А)	–	1 (А)	–			4			
	збірні	1 (А)	–	1 (А)	–	1 (А)	–			3			
Разом поїздів										38	9	32	10

5.2. Вибір місця розташування локомотивного господарства на станції О

Принципи розташування локомотивного господарства (ЛГ) на дільничних станціях наведені в [1, п. 2.3]. Так, розташування ЛГ на станційній території має забезпечувати подачу локомотивів до составів із найменшою витратою часу і з найменшою кількістю пересічень з маршрутами прямування організованих поїздів і маневрових переміщень. Цій умові відповідає розташування локомотивного господарства з боку станції, протилежного пасажирській будівлі, за межами основної горловини, в тому кінці станції, де локомотиви, що змінюються, перетинають маршрути відправлення поїздів.

Таким чином ЛГ на станції О доцільно розташовувати в IV чверті станції. У разі такого розташування маршрути подачі і прибирання локомотивів перетинаються з маршрутами відправлення парних поїздів з парку А. У випадку розташування ЛГ у III чверті мало б місце перетинання маршрутів подачі-прибирання локомотивів до парку Б з маршрутами приймання парних поїздів до парку А, що гірше за умов безпеки руху, завантаження горловин та тривалості простою локомотивів.

Для обґрунтування наявності ходової колії між приймально-відправними парками А та Б необхідно порахувати кількість локомотивів, що будуть рухатися між парною та непарною горловинами станції користуючись даними, наведеними в табл. 5.1. З парної горловини парків А і Б в локомотивне господарство слідує 30 локомотивів, у т.ч.:

- 16 локомотивів з-під усіх поїздів з М;
- 14 локомотивів з-під поїздів зі зміною локомотива та поїздів у розформування з Б.

У парну горловину парків А і Б з локомотивного господарства слідує 18 локомотивів, у т.ч.:

- 16 локомотивів під поїзди зі зміною локомотива із Б та М на А;
- 2 локомотиви під поїзди свого формування на А.

Спеціалізована ходова колія на станціях поперечного типу передбачається у випадку необхідності зміни локомотивів у 18 і більше поїздів за добу, тобто для даного прикладу між парками проектується ходова колія, позначена №33 на рис. 5.1. Крім цього в парній горловині станції проектується локомотивний тупик №34.

5.3. Вибір схеми колійного розвитку пасажирських пристроїв на станції О

Для обслуговування пасажирів на дільничних станціях передбачаються: пасажирська будівля (ПБ), пасажирські платформи, переходи між ПБ і платформами, допоміжні пристрої (багажні склади, кіоски, пристрої оповіщення та освітлення) [1, п. 2.1]. На станціях, які є пунктами формування або обертання приміських чи місцевих поїздів, передбачають колії для їх стоянки та технічного обслуговування. Ці колії укладають, по можливості, в тому районі станції, де розташовані пристрої вагонного і локомотивного господарств.

Для приймання і відправлення пасажирських поїздів використовуються головні колії або спеціалізовані приймально-відправні пасажирські колії. Кількість колій для обслуговування пасажирських поїздів на дільничних станціях має бути не меншою за кількість підходів залізничних ліній.

Біля пасажирських колій, хоча б з одного боку, розташовують пасажирські платформи. Як правило, будують низькі пасажирські платформи для можливості технічного обслуговування вагонів транзитних поїздів.

В курсовому проекті схему колійного розвитку для обслуговування пасажирських і приміських поїздів, у т.ч. колій для стоянки приміських составів, слід приймати за схемами, наведеними в [1, стор. 20, рис. 2.1].

Для розглянутого у методичних рекомендаціях прикладу застосовується схема наведена на рисунку 5.2, трансформована під схему примикання підходів на станції О так як показано на рис. 5.1.

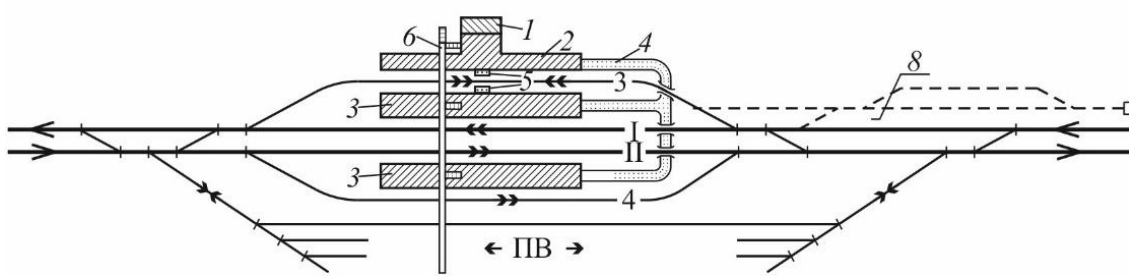


Рис. 5.2. Схема пасажирських пристроїв станції:

1 – пасажирська будівля; 2 – пасажирська платформа основна; 3 – пасажирська платформа проміжна; 4 – проїзди для поштово-багажних візків; 5 – пішохідний перехід в одному рівні з головкою рейок; 6 – пішохідний міст; 8 – колії стоянки приміських поїздів.

При виконанні курсового проекту вважається, що перехід між пасажирськими платформами організовано в одному рівні (без пішохідного мосту).

5.4. Вибір місця розташування інших технічних пристроїв на станції О.

Методику вибору місця розташування інших технічних пристроїв на дільничних станціях наведено в [1, Р. 2]. Далі в методичних рекомендаціях розглянуто розташування інших технічних пристроїв для наведеної в прикладі дільничної станції поперечного типу.

Можливі варіанти розташування **вантажного району (ВР)** і примикання його до дільничної станції наведено в [1, п. 2.2, рис. 2.8].

Вантажний район, як правило, проектується з боку сортувального парку (С), в безпосередній близькості до нього (див. варіанти ВР1-ВР5 [1, рис. 2.8]). Тим забезпечується зручна подача вагонів із сортувального парку й прибирання їх до цього парку без перетинання головних колій та маршрутів слідування організованих поїздів.

У прикладі, що розглянутий у методичних рекомендаціях, вантажний район примикає до витяжної колії розформування поїздів №32. При цьому місцеві вагони при їх подаванні на ВР витягуються в обхід гірки локомотивом з колії сортувального парку на колію №32 та осаджуються на приймально-здавальну колію (за наявності на ВР власного локомотива) чи розставляються на вантажних фронтах. При забиранні вагонів на станцію операції виконуються у зворотному порядку – після забирання з приймально-здавальної колії чи

вантажних фронтів вагони після витягування на колію №32 розпускаються з гірки за планом формування поїздів (ПФП).

Вагонне ремонтне депо (ВД) на дільничній станції рекомендується розташовувати на одній площадці з локомотивним господарством [1, п. 2.4], об'єднуючи будівлі і виробничі приміщення однорідного призначення (адміністративні, побутові, виробничі майстерні, склади), що належать різним службам, в єдині комплекси. У розглянутому прикладі вагонне депо розташоване з примиканням до витяжної колії формування №31 в безпосередній близькості від локомотивного господарства.

Сортувальні пристрої. Для виконання маневрової роботи з розформування і формування дільничних, збірних і передавальних поїздів з кожного боку станції укладають витяжні колії (№31 і №32 на рис. 5.1). Витяжні колії з'єднують з усіма приймально-відправними і сортувальними коліями станції; при цьому забезпечується ізоляція (паралельність) маневрової роботи на витяжних коліях з прийманням та відправленням поїздів.

Як правило, витяжна колія, що розташована з протилежного локомотивному господарству боку (№32 на рис. 5.1), є основною, з якої здійснюється розформування составів. На з'єднанні основної витяжної колії з сортувальним парком, включаючи його горловину, улаштовується сортувальний пристрій потрібного типу [1, п. 2.5]. В курсовому проекті як сортувальний пристрій прийнято сортувальну гірку малої потужності.

6. РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ КОЛІЙ СТАНЦІЇ О

Принципи розрахунку кількості колій у приймально-відправних та сортувальному парку дільничних станцій розглянуто в [1, Р. 5]. Далі в методичних рекомендаціях наведено порядок розрахунку колій дільничної станції при виконанні курсового проекту.

6.1. Розрахунок кількості приймально-відправних колій в парках станції

6.1.1. Загальні принципи визначення кількості колій у приймально-відправних парках

Потрібна кількість колій у парку для приймання вантажних поїздів з окремого незалежного підходу може бути визначена за формулою:

$$m_j = \frac{\bar{t}_{\text{зн}}}{I_j} \gamma_j, \quad (6.1)$$

де $\bar{t}_{\text{зн}}$ – середньозважена тривалість зайняття колії поїздом у даному парку;

I_j – розрахунковий інтервал прибуття вантажних поїздів з j -го підходу;

γ_j – частка поїздів, що надходять до парку, від загальної кількості вантажних поїздів з j -го підходу.

Окремим підходом може розглядатися під'їзна колія, витяжна колія формування чи розформування, якщо з них надходять до парку поїзда або маневрові состави.

6.1.2. Складові елементи зайняття колії поїздами

Тривалість зайняття колії поїздом окремої категорії може бути визначена як сума тривалостей виконання технологічних операцій ($t_i^{\text{ТХН}}$), що визначаються за формулами (4.1-4.6) [1, п. 4.3] та міжопераційних простоїв (очікувань), за наведеними в таблиці 6.1 формулами.

Таблиця 6.1

Складові елементи тривалості зайняття колії

№ з/п	Категорія поїзда	Формула для визначення $t_{\text{зн}}$
1	Транзитний з ТО вагонів	$t_{\text{зн.тр}}^{\text{ТО}} = t_{\text{тр}}^{\text{ТХН}} + t_{\text{оч.об}} + t_{\text{оч.вд}}$
2	Транзитний без ТО вагонів	$t_{\text{зн.тр}} = t_{\text{тр}}^{\text{ТХН}} + t_{\text{оч.вд}}$
3	У розформування	$t_{\text{зн.рзф}} = t_{\text{рзф}}^{\text{ТХН}} + t_{\text{оч.об}} + t_{\text{оч.рзф}}$
4	Свого формування	$t_{\text{зн.свф}} = t_{\text{свф}}^{\text{ТХН}} + t_{\text{оч.об}} + t_{\text{оч.вд}}$

Нормування тривалості приймання та відправлення поїздів, маневрових операцій – витягування составу поїзда у розформування з приймально-відправної колії на витяжну колію розформування та осаджування составу поїзда свого формування з витяжної колії на приймально-відправну, а також гіркового технологічного інтервалу – детально розглянуто в [1, Р. 5].

В курсовому проекті вказані величини, а також тривалості інших технологічних операцій є стандартними та приймаються за даними, що наведені в таблиці 6.2.

Середні тривалості виконання технологічних операцій

№ з/п	Найменування операції		Тривалість виконання	
			позначення	час, хв
1	Приймання поїзда на станцію		$t_{пр}$	7,0
2	Подача составу з витяжної колії на приймально-відправну колію		$t_{пд}$	4,0
3	Закріплення составу гальмовими башмаками		$t_{зк}$	4,0
4	Відчеплення локомотива від составу і виїзд його з колії		$t_{вл}$	3,0
5	Огородження составу сигналами зупинки		$t_{ог}$	1,0
6	Технічне обслуговування і безвідчіпний ремонт вагонів у поїздах	транзитних	$t_{то}$	25,0
		що розформовуються		20,0
		свого формування		30,0
7	Комерційний огляд вагонів і безвідчіпне усунення несправностей		$t_{ко}$	як при ТО
8	Зняття огороження составу		$t_{зо}$	1,0
9	Заїзд і причеплення до составу поїзного або маневрового локомотива		$t_{пл}$	3,0
10	Приймання-здавання між бригадами поїзного локомотива	електровоза	$t_{пзл}$	19,0
		тепловоза		30,0
11	Випробування гальм вагонів	повне	$t_{вгп}$	20,0
		скорочене	$t_{вгс}$	10,0
12	Зняття закріплення составу		$t_{ззк}$	4,0
13	Витягування составу на витяжну колію		$t_{вт}$	4,0
14	Відправлення поїзда		$t_{вд}$	4,0

Для визначення середньої тривалості обслуговування одного поїзда $\bar{t}_{об}$ за формулами (4.1–4.6) [1, п. 4.3] здійснюються розрахунки загальної тривалості технологічних операцій $t_{зн}^{ТХН}$ з поїздами відповідних категорій, які подаються у вигляді таблиці 6.3.

При цьому тривалості операцій приймання, відправлення поїзда, а також подачі та витягування составу приймаються згідно з наведеними у табл. 6.2 даними.

Розрахунки тривалості технологічних операцій з поїздами

Категорія поїзда		Тривалість технологічних операцій, хв												
		Форма	$\frac{t_{пр}}{t_{пд}}$	$t_{зк}$	$t_{вл}$	$t_{пзл}$	$t_{ог}$	$t_{то}$	$t_{зо}$	$t_{пл}$	$t_{вг}$	$t_{ззк}$	$\frac{t_{вд}}{t_{вт}}$	$t_{зн}^{ТХН}$
У розформ.	з ТО	(4.1)	7,0	4,0	3,0		1,0	20,0	1,0	3,0		4,0	4,0	47,0
Св. форм.	з ТО	(4.2)	4,0	4,0	3,0		2×1,0	30,0	2×1,0	3,0	20,0	4,0	4,0	76,0
Транзитний зі ЗМЛок	з ТО	(4.4)	7,0	4,0	3,0		2×1,0	25,0	2×1,0	3,0	20,0	4,0	4,0	74,0
	без ТО	(4.3)	7,0	4,0	3,0		1,0		1,0	3,0	20,0	4,0	4,0	47,0
Транзитний без ЗМЛок	з ТО	(4.6)	7,0				1,0	25,0	1,0		10,0		4,0	48,0
	без ТО	(4.5)	7,0			19,0					10,0		4,0	40,0

Визначення середньої тривалості обслуговування поїздів у парках А та Б доцільно здійснювати у вигляді таблиці 6.4, отриманої шляхом аналізу даних розмірів руху вантажних поїздів по приймально-відправних парках станції О, наведених в табл. 5.1.

Таблиця 6.4

Розрахунок середньої тривалості обслуговування поїздів

№ з/п	Категорія поїзда	Показники за парками					
		А			Б		
		N	$t_{об}, \text{хв}$	$Nt_{об}$	N	$t_{об}, \text{хв}$	$Nt_{об}$
1	У розформування	7	20,0	140,0			
2	Свого формування	7	30,0	210,0			
3	Транзитний з ТО вагонів	24	25,0	600,0	32	25,0	800,0
	Разом	38		950,0	32		800,0

Отже, на станції О середня тривалість обслуговування поїзда становить:

$$\text{у парку А} \quad \bar{t}_{об.А} = \frac{950,0}{25} = 25,0 \text{ хв};$$

$$\text{у парку Б} \quad \bar{t}_{об.Б} = \frac{800,0}{32} = 25,0 \text{ хв}.$$

6.1.3. Тривалість очікування обслуговування

Середня тривалість очікування обслуговування може бути розрахована за формулою:

$$\bar{t}_{\text{оч.об}} = \frac{\psi \bar{t}_{\text{об}}}{2} \quad (6.2)$$

де ψ – коефіцієнт завантаження пристрою обслуговування;

У курсовому проекті коефіцієнт завантаження працівників приймається на рівні максимального граничного значення $\psi = 0,80$, а середня тривалість очікування обслуговування у приймально-відправних парках визначається за формулою (6.2), і, враховуючи, що $\bar{t}_{\text{об.А}} = \bar{t}_{\text{об.Б}} = 25,0$ хв, становитиме:

$$\bar{t}_{\text{оч.об.А}} = \bar{t}_{\text{оч.об.Б}} = \frac{0,8 \cdot 25,0}{2} = 10,0 \text{ хв.}$$

6.1.4. Тривалість очікування прибирання составів у розформування на витяжну колію розформування

Для розформування составів на дільничній станції використовуються маневровий локомотив і сортувальна гірка, які розглядаються як пристрій обслуговування. Під обслуговуванням розуміється цикл операцій, пов'язаних з розформуванням одного составу, а саме: заїзд локомотива до приймально-відправного парку, подача составу на сортувальну гірку, розпуск составу з гірки і осаджування вагонів після розпуску. Сукупність названих операцій має назву гірковий технологічний інтервал, склад операцій якого та його тривалість залежать від взаємного розташування приймально-відправного і сортувального парків. Схема виконання операцій гіркового технологічного інтервалу наведена в [1, п. 5.3]

При паралельному розташуванні приймально-відправного та сортувального парків тривалість гіркового технологічного інтервалу визначається за формулою:

$$t_{\Gamma} = t_3 + t_{\text{вит}} + t_{\text{нас}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{ос}} \quad (6.3)$$

де t_3 – тривалість заїзду маневрового локомотива від горба гірки до составу у приймально-відправному парку;

$t_{\text{нас}}$ – тривалість насуву составу до горба гірки;

$t_{\text{роз}}$ – тривалість розпуску составу;

$t_{\text{ос}}$ – тривалість осаджування вагонів на коліях сортувального парку.

При проектуванні нових об'єктів достатньо користуватися відомими величинами гіркового технологічного інтервалу діючих дільничних станцій, в курсовому проекті величину гіркового інтервалу приймаємо $t_{\Gamma} = 45$ хв.

З використанням розрахованої величини t_{Γ} визначається коефіцієнт завантаження підсистеми розформування при середньодобовій кількості поїздів у розформування 7 поїздів за формулою, який в прикладі становить:

$$\psi_{\text{рзф}} = \frac{N_{\text{р}} t_{\Gamma}}{1440} = \frac{7 \cdot 45}{1440} = 0,22, \quad (6.4)$$

і середня тривалість очікування розформування, що визначається за наступною формулою, і становить:

$$\bar{t}_{\text{оч.рзф}} = \frac{\Psi_{\text{рзф}} t_{\Gamma}}{2} = \frac{0,22 \cdot 45}{2} = 5,0 \text{ хв.} \quad (6.5)$$

6.1.5. Тривалість очікування відправлення

Тривалість очікування відправлення залежить від завантаження лінії, яке оцінюється відповідним коефіцієнтом:

$$\Psi_{\text{длн.}j} = \frac{N_{\text{внт.}j}^{\text{вдп}}}{N_{\text{внт.}j}^{\text{max}}} \quad (6.6)$$

де $N_{\text{внт.}j}^{\text{вдп}}$ – середньодобова кількість вантажних поїздів, які відправляються зі станції на окрему лінію;

$N_{\text{внт.}j}^{\text{max}}$ – максимальна кількість вантажних поїздів, що можуть бути відправлені на дану лінію за добу.

Середня тривалість очікування відправлення поїздів на окрему лінію розраховується за формулою:

$$\bar{t}_{\text{оч.вд.}j} = \frac{\Psi_{\text{длн.}j} I_{\text{min.}j}}{2(1 - \Psi_j)} \quad (6.7)$$

Максимальна кількість вантажних поїздів, що можуть бути відправлені на окрему лінію за добу визначається за формулою:

$$N_{\text{внт}}^{\text{max}} = H - N_{\text{пс}} \varepsilon_{\text{пс}} - N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1) \quad (6.8)$$

Використовуючи отримані раніше характеристики прилеглих до станції О ліній, визначимо максимальну кількість вантажних поїздів, що можуть бути відправлені на лінію О-А із заокругленням результату до цілих в меншу сторону:

$$N_{\text{внт.О-А}}^{\text{max}} = 100 - 11 \cdot 1,5 - 1 \cdot (2,0 - 1) = 82 \text{ поїзда.}$$

Завантаження лінії О-А при $N_{\text{внт.О-А}}^{\text{вдп}} = 35$ поїздів становить:

$$\Psi_{\text{длн.О-А}} = \frac{N_{\text{внт.О-А}}^{\text{вдп}}}{N_{\text{внт.О-А}}^{\text{max}}} = \frac{35}{82} = 0,43.$$

Середня тривалість очікування відправлення поїздів на лінію О-А становить:

$$\bar{t}_{\text{оч.вд.О-А}} = \frac{0,43 \cdot 10}{2 \cdot (1 - 0,43)} = 3,8 \text{ хв.}$$

Аналогічно виконуються розрахунки показників для інших ділянок, вихідні дані для яких та їх результати наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Визначення технічних параметрів дільниць та тривалості очікування відправлення поїздів

Дільниця	Пар поїздів		$N_{\text{птр}}$, пар поїздів	H пар поїздів	I_{min} хв	$N_{\text{внт}}^{\text{max}}$, поїздів	$N_{\text{внт}}^{\text{вдп}}$, поїздів	$\Psi_{\text{длн.}j}$	$\bar{t}_{\text{оч.вд.}j}$ хв
	$N_{\text{пс}}$	$N_{\text{внт}}$							
О – А	11	35	63	100	10	82	35	0,43	3,8
О – Б	9	31	55	100	10	85	30	0,35	2,7
О – М	2	17	26	36	24	32	17	0,53	13,5

6.1.6. Визначення тривалості зайняття колій поїздами окремих категорій

За отриманими результатами очікування обслуговування, розформування та відправлення і даними $t_{\text{зн}}^{\text{ТХН}}$ з табл. 5.1 та 6.3 визначається тривалість зайняття колій поїздами окремих категорій, що подається по кожному парку у вигляді таблиць 6.6 та 6.7.

Таблиця 6.6

Тривалість зайняття поїздами колій парку А

№ з/п	Категорія поїзда		Показники зайняття колій парку А						
			$t_{\text{зн}}^{\text{ТХН}}$, хв	$t_{\text{оч.об.}}$, хв	Призна- чення	$\frac{t_{\text{оч.вд.}}}{t_{\text{оч.рзф}}}$, хв	$t_{\text{зн}}$, хв	N	$Nt_{\text{зн}}$, хв
1	У розформування		47,0	10,0	На гірку	5,0	62,0	7	434,0
2	Свого формування		76,0	10,0	А	3,8	89,8	2	179,6
					Б	2,7	88,7	3	266,1
					М	13,5	99,5	2	199,0
3	Транзитний, зі зміною локомотива	з ТО вагонів	74,0	10,0	Б	2,7	86,7	4	346,8
		М			13,5	97,5	11	1072,5	
		без ТО вагонів	47,0	–	Б	2,7	49,7	3	149,1
4	Транзитний, без зміни локомотива	з ТО вагонів	48,0	10,0	Б	2,7	60,7	9	546,3
		без ТО вагонів	40,0	–	Б	2,7	42,7	6	256,2
Разом								47	3449,6

Тривалість зайняття поїздами колій парку Б

№ з/п	Категорія поїзда		Показники зайняття колій парку Б						
			$t_{\text{зн}}^{\text{ТХН}}$	$t_{\text{оч.об, хв}}$	Призначення	$t_{\text{оч.вд, хв}}$	$t_{\text{зн}}$	N	$Nt_{\text{зн}}$
1	Транзитний, зі зміною локомотива	з ТО вагонів	74,0	10,0	А	3,8	87,8	13	1141,4
					Б	2,7	86,7	5	433,5
					М	13,5	97,5	4	390,0
2	Транзитний, без зміни локомотива	з ТО вагонів	48,0	10,0	А	3,8	61,8	10	618,0
		без ТО вагонів	40,0	–	А	3,8	43,8	7	306,6
Разом								42	3041,9

За даними табл. 6.6 і табл. 6.7 визначається середньозважена тривалість зайняття колії одним поїздом:

$$\text{у парку А } \bar{t}_{\text{зн.А}} = \frac{3449,6}{47} = 73,4 \text{ хв};$$

$$\text{у парку Б } \bar{t}_{\text{зн.Б}} = \frac{3041,9}{42} = 72,4 \text{ хв.}$$

6.1.7. Визначення розрахункових інтервалів надходження поїздів

В теорії розрахунку кількості колій дільничних станцій користуються розрахунковим інтервалом, який визначають наступним чином:

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\text{min}}}{2} \quad (6.9)$$

де \bar{I} – середній інтервал находження вантажних поїздів з окремого підходу;
 I_{min} – мінімальний інтервал слідування поїздів на окремій дільниці за умовою пристроїв блокування (див. табл. 6.5).

Середній інтервал між поїздами визначається за формулою:

$$\bar{I} = \frac{1440}{\rho N_{\text{внт}}} \quad (6.10)$$

де ρ – коефіцієнт нерівномірності руху вантажних поїздів, $\rho = 1,10 \dots 1,15$.

Окремими підходами у курсовому проекті є також витяжні колії формування, так як з них надходять поїзда свого формування на колії приймально-відправного парку. Мінімальний інтервал їх надходження відповідає тривалості циклу операцій $t_{\text{цф}}$: закінчення формування поїздів, перестановки до парку відправлення та повернення маневрового локомотива на витяжну колію формування.

На стадії проектування тривалість циклу операцій можна приймати: для дільничних поїздів $t_{\text{цф.д}} = 25$ хв; для збірних поїздів $t_{\text{цф.зб}} = 50$ хв. У цьому випадку середньозважена тривалість циклу формування визначається як:

$$\bar{t}_{\text{цф}} = \frac{N_{\text{д}} t_{\text{цф.д}} + N_{\text{зб}} t_{\text{цф.зб}}}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}} \quad (6.11)$$

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

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

$$I_{\text{сф.мін}} = \frac{\bar{t}_{\text{цф}}}{M_{\text{лок}}} \quad (6.12)$$

де $M_{\text{лок}}$ – кількість маневрових локомотивів, які можуть виконувати операції формування та перестановки составів до приймально-відправного парку при двох витяжних коліях, у курсовому проекті приймаємо $M_{\text{лок}} = 1$ маневровий локомотив.

Наприклад, інтервал надходження вантажних поїздів на станцію О з лінії А при $N_{\text{внт.А}} = 35$ поїздів та $\rho = 1,15$, тоді середній інтервал за формулою (6.10) та розрахунковий інтервал за формулою (6.9) складуть:

$$\bar{I}_{\text{А}} = \frac{1440}{1,15 \cdot 35} = 35,8 \text{ хв}; \quad I_{\text{А}} = \frac{35,8 + 10}{2} = 22,9 \text{ хв.}$$

Аналогічно виконуються розрахунки інтервалів надходження поїздів на станцію О з інших дільниць, отримані результати наведені в таблиці 6.8.

На станції О з кількістю поїздів, що формуються $N_{\text{д}} = 4$, $N_{\text{зб}} = 3$, середньозважена тривалість циклу формування (6.11) становить і дорівнює мінімальному інтервалу надходження в приймально-відправний парк поїздів свого формування:

$$I_{\text{сф.мін}} = \bar{t}_{\text{цф}} = \frac{4 \cdot 25 + 3 \cdot 50}{4 + 3} = 35,7 \text{ хв.}$$

Тоді, інтервали подачі составів свого формування до приймально-відправного парку за формулами (6.10), (6.9) становитимуть:

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}} = \frac{1440}{4 + 3} = 205,7 \text{ хв}, \quad I_{\text{сф}} = \frac{\bar{I}_{\text{сф}} + I_{\text{сф.мін}}}{2} = \frac{205,7 + 35,7}{2} = 120,7 \text{ хв.}$$

Визначення розрахункових інтервалів надходження вантажних поїздів

Дільниця	$N_{\text{внт, поїздів}}$	$\bar{I}_j, \text{ хв}$	$I_{\text{min}}, \text{ хв}$	$I, \text{ хв}$
А	35	35,8	10	22,9
Б	31	40,4	10	25,2
М	16	78,3	24	51,2
Сортувальний парк	7	205,7	35,7	120,7

6.1.8. Розрахунок кількості приймально-відправних колій

Частка поїздів γ_j , що приймаються з конкретного підходу, що примикає до станції, визначається згідно з наведеним у таблиці 6.9 розподіленням їх за парками.

Таблиця 6.9

Визначення показників розподілення поїздів за парками

Дільниця	$N_{\text{внт, поїздів}}$	Поїздів до парку		Частка поїздів до парку	
		А	Б	γ_j^A	γ_j^B
А	35	35	–	1,0	–
Б	31	3	28	0,10	0,90
М	16	2	14	0,13	0,87
Сортувальний парк	7	7	–	1,0	–

Потрібна кількість колій у парку для приймання вантажних поїздів визначається як сума визначених за формулою (6.1) елементів для кожного підходу та витяжних колій подачі составів до приймально-відправного парку.

Для парку А станції О потрібна кількість колій становитиме:

$$\begin{aligned}
 m_A &= \frac{\bar{t}_{\text{зн.А}}}{I_A} \gamma_A^A + \frac{\bar{t}_{\text{зн.А}}}{I_B} \gamma_B^A + \frac{\bar{t}_{\text{зн.А}}}{I_M} \gamma_M^A + \frac{\bar{t}_{\text{зн.А}}}{I_{\text{р.сф}}} \gamma_{\text{сф}}^A = \\
 &= \frac{73,4}{22,9} \cdot 1,0 + \frac{73,4}{25,2} \cdot 0,10 + \frac{73,4}{51,2} \cdot 0,13 + \frac{73,4}{120,7} \cdot 1,0 = 4,3 \text{ колій.}
 \end{aligned}$$

Аналогічно, потрібна кількість колій у парку Б буде рівною:

$$m_B = \frac{\bar{t}_{\text{зн.Б}}}{I_B} \gamma_B^B + \frac{\bar{t}_{\text{зн.Б}}}{I_M} \gamma_M^B = \frac{72,4}{25,2} \cdot 0,9 + \frac{72,4}{51,2} \cdot 0,87 = 3,8 \text{ колій.}$$

Отже, за результатами розрахунків на станції О у парку А потрібно мати 5 колій, а у парку Б – 4 колії.

6.2. Визначення кількості колій в сортувальному парку

Кількість сортувальних колій на дільничних станціях встановлюється залежно від кількості призначень згідно з планом формування поїздів, добової кількості вагонів, які перероблюються, технологічного процесу і місцевої роботи станції з урахуванням виділення колій для вагонів:

- з небезпечними вантажами класу 1 (ВМ);
- стиснутими і скрапленими газами;
- для накопичення порожніх вагонів власності держав СНД.

На окреме призначення плану формування виділяється: одна колія – при добовому вагонопотоці до 200 вагонів, дві колії – при вагонопотоці більше 200 вагонів.

Для накопичення вагонів, що надходять на адресу станції (місцевої), належить виділяти: одну колію – при добовій кількості вагонів до 30 (включно), та дві колії – при більшій кількості вагонів.

У курсовому проекті, окрім колій для накопичення дільничних і збірних поїздів, виділяємо одну колію для накопичення місцевих вагонів та одну колію для вагонів зі стиснутими та скрапленими газами.

Обсяг добового вагонопотоку окремих призначень визначаємо виходячи із середньої кількості вагонів в складі поїзда 52 фізичні вагони.

Розрахунок кількості сортувальних колій наведений в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10

Кількість колій у сортувальному парку

Призначення	Добовий вагонопотік	Кількість колій
Для дільничних поїздів на А	52	1
Для дільничних поїздів на Б	104	1
Для дільничних поїздів на М	52	1
Для збірних поїздів на ділянку О-А	52	1
Для збірних поїздів на ділянку О-Б	52	1
Для збірних поїздів на ділянку О-М	52	1
Для місцевих вагонів	до 30	1
Для вагонів зі стиснутими і скрапленими газами		1
Всього		8

Отже, в результаті розрахунків було встановлено, що для нормального функціонування дільничної станції О в сортувальному парку достатньо укласти 8 сортувальних колій.

7. АНАЛІЗ ВИМОГ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГОРЛОВИН ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ О

7.1. Встановлення міжколійних відстаней

При встановленні міжколійних відстаней необхідно враховувати наступні фактори, які впливають на величину міжколій:

- наявність між коліями пасажирських платформ та їх параметри;
- необхідність встановлення опор контактної мережі при електричній тязі;
- необхідність проведення безвідчипного ремонту вагонів на приймально-відправних коліях;
- швидкість пропуску поїздів головними коліями до 140 км/год чи від 141 км/год до 200 км/год. В курсовому проекті приймаємо швидкості пропуску пасажирських поїздів по станції до 140 км/год.

7.1.1. Відстані між коліями при встановленні пасажирських платформ

Ширина пасажирських платформ приймається згідно з [3, п. 16.9] залежно від умов проектування і наведена в [2, п. 6.1].

У загальному вигляді відстань між осями колій в разі розташування між ними пристроїв і споруд визначається розрахунком:

$$e = D + 2p + \Delta_1 + \Delta_2 \quad (7.1)$$

де D – ширина пристрою у перетині, перпендикулярному осі колії, мм;

p – габаритна відстань від осі колії до пристрою, мм;

Δ_1, Δ_2 – поширення габаритної відстані в кривих ділянках між пристроєм і віссю відповідної колії, мм.

За наявності павільйонів та інших споруд, входів у тунелі, сходів із пішохідних мостів, розташованих на платформах [3, п. 16.9], відстань між крайньою гранню споруд і бортом платформи повинна бути не менше ніж 2 м. Ширина сходів з пішохідного мосту і виходів із тунелю [3, п. 16.12] має визначатися за розрахунковим пасажиропотоком і повинна бути не менше ніж 2 м у разі двох виходів на платформу.

У курсовому проекті приймаємо низькі пасажирські платформи шириною 4,0 при переходах в одному рівні та 6,0 м при переходах в різних рівнях.

У разі влаштування переходів між платформами в одному рівні з головою рейки ширина міжколій у місці встановлення низьких пасажирських платформ шириною 4,0 м та габаритною відстанню $p = 1745$ мм для прямих ділянок,

розрахована за формулою (7.1) становить $e_{пл} = 4,0 + 2 \cdot 1,745 + 0 + 0 = 7,49$ м і приймається рівною 7,50 м.

При влаштуванні переходів між платформами в різних рівнях приймаємо ширину платформи 6,0 м, а ширина міжколій у місці встановлення таких пасажирських платформ розраховується аналогічно: $e_{пл} = 6,0 + 2 \cdot 1,745 + 0 + 0 = 9,49$ м, і у курсовому проекті приймається рівною 9,50 м.

Довжина пасажирської платформи в проекті приймається 400 м.

7.1.2. Відстані між коліями при встановленні опор контактної мережі на електрифікованих ділянках

Мінімальна відстань між осями прямих паралельних колій при встановленні між ними залізобетонної опори контактної мережі діаметром $D = 480$ мм на висоті 1100 мм над рівнем головки рейки визначається наступним чином.

Опора контактної мережі має висоту понад 1100 мм над головкою рейки й згідно з габаритом наближення споруд має розташовуватися на відстані $p \geq 2450$ мм від осі кожної колії.

За формулою (7.1) визначаємо мінімальну міжколійну відстань, що достатня для розташування таких опор: $e_{оп} = 0,48 + 2 \cdot 2,45 + 0 + 0 = 5,38$ м.

7.1.3. Інші міжколійні відстані

Міжколійні відстані на дільничних станціях при швидкостях руху поїздів головними коліями до 140 км/год повинні відповідати вимогами ДБН [3, п. 12.8.34].

Тому у курсовому проекті відстані між осями колій приймаємо рівними:

– відстань між осями колій стоянки приміських составів приймаються рівними 4,80 м, між віссю крайньої колії стоянки та віссю суміжної колії приймаємо відстань 5,30 м;

– міжколійні відстані між головними та суміжними коліями приймаються рівними 5,30 м;

– міжколійні відстані між приймально-відправними коліями в межах одного парку приймаємо рівними 5,30 м за умови, що на паркових коліях не передбачається безвідчіпний ремонт вагонів;

– міжколійні відстані між пучками сортувальних колій приймаються рівними 6,50 м виходячи з того, що максимальна кількість колій в одному пучку становить 8 колій. При більшій кількості колій в сортувальному парку розбиваємо їх на пучки з близькою кількістю колій у пучках – 4 та 5, 5 та 5 і т. д.;

– відстань між осями витяжної та суміжної колій приймається рівною 6,50 м;

– на станціях через кожні 6-8 колій потрібно передбачати розширені не менше ніж до 6500 мм міжколійні відстані, де потрібно розташовувати всі пристрої, що перешкоджають роботі машин із поточного утримання і ремонту колії (опори, щогли, стовпи тощо). У зв'язку з цим такі міжколійні відстані у курсовому проекті приймаємо між приймально-відправними парками та

приймально-відправним та сортувальним парком, а також між крайньою колією приймально-відправного парку та суміжною колією для приймання пасажирських та приміських поїздів. Вважаємо, що в таких міжколійях встановлюються також опори контактної мережі.

7.2. Аналіз вимог до конструкцій горловин станції

7.2.1. Загальні положення

Загальні вимоги до конструкцій дільничних станцій та, зокрема, до конструкції стрілочних горловин, викладені в [1, п. 3.1].

Стрілочні горловини дільничних станцій мають забезпечувати необхідну пропускну спроможність станції, безпеку руху, зручність маневрової роботи й взаємозамінність парків та колій.

Для забезпечення викладених вимог при конструюванні горловин слід передбачати:

- можливість приймання вантажних поїздів на будь-яку приймально-відправну колію з будь-якої головної колії кожного підходу;
- можливість відправлення вантажних поїздів з будь-якої приймально-відправної колії будь-якої сортувально-відправної колії на будь-яку головну колію кожного підходу; якщо відправлення здійснюється у напрямку протилежному сортуванню составів через гірку – тоді з частини сортувально-відправних колій, що примикають до колії в обхід гірки;
- зв'язок основних витяжних колій з усіма приймально-відправними і сортувальними коліями та ізоляцію маневрової роботи від маршрутів приймання-відправлення поїздів;
- прямий вихід, як правило, в обидва боки зі всіх або частини колій сортувального парку на головні колії;
- паралельні стрілочні вулиці та з'їзди і секціонування колій парків для можливості одночасного (паралельного) виконання операцій: приймання поїздів з усіх підходів, що примикають до парку; відправлення поїздів на усі підходи, що примикають до парку; приймання або відправлення поїзда з одної секції та маневрової роботи в іншій секції.
- з'єднувальну колію (вихід) з території локомотивного господарства на станційні колії; кількість виходів визначається проектом залежно від обсягів роботи та розташування об'єктів ЛГ;
- поточність пересування (виключення Z-подібних рейсів) составів з вагонами при здійсненні маневрової роботи і локомотивів у разі їх зміни;
- мінімальну кількість стрілочних переводів, що укладаються безпосередньо на головних коліях і коліях проходження основних поїзних маршрутів;
- найменшу кількість кривих ділянок на колії та відхилень на стрілочних переводах на маршрутах масових поїзних пересувань.

Розробка конструкції горловин є досить складною задачею, що потребує роздумів і міркувань, які б враховували і конструктивні, і технологічні особливості дільничних станцій.

На рисунках 7.1 та 7.2 наведено немасштабні схеми парної та непарної горловин приймально-відправних парків А і Б. Центри стрілочних переводів, що мають марку 1/11, – диспетчерські зізди та переводи, якими пасажирські і приміські поїзди відхиляються на боковий напрямок, обведені кружками.

Далі наведено порядок розробки схеми колійного розвитку горловин парків станції О.

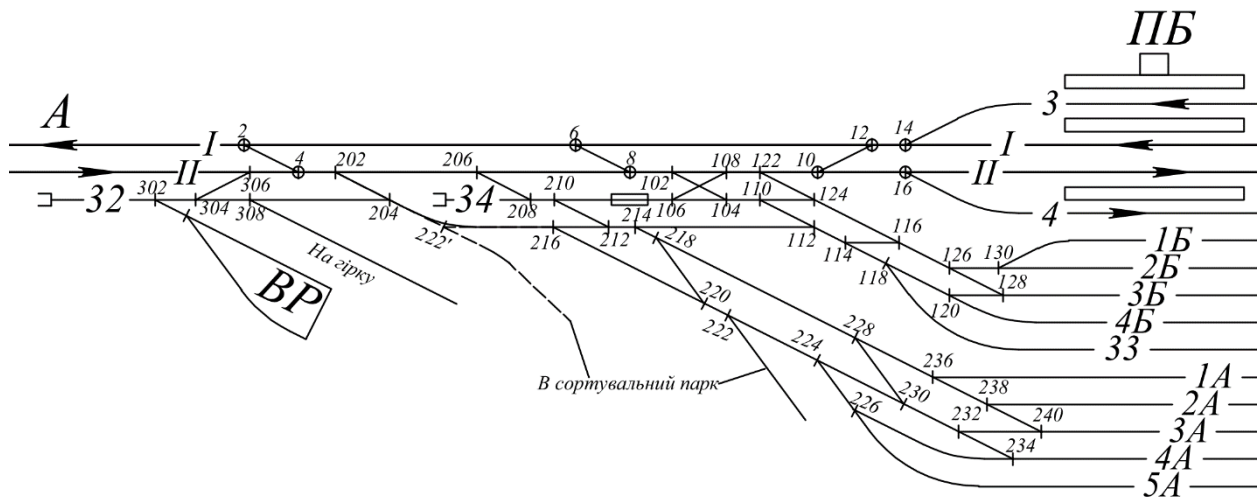


Рис. 7.1. Схема парної горловини приймально-відправних парків А і Б

Немасштабна конструкція колійного розвитку горловин станції О передбачає паралельність максимальної кількості пересувань за значною кількістю варіантів поїзних і маневрових рухів. Така надмірність повинна бути обґрунтована техніко-економічними розрахунками, а в методичних рекомендаціях є ілюстрацією і механізмом для більш глибокого розуміння процесу проектування колійного розвитку дільничної станції.

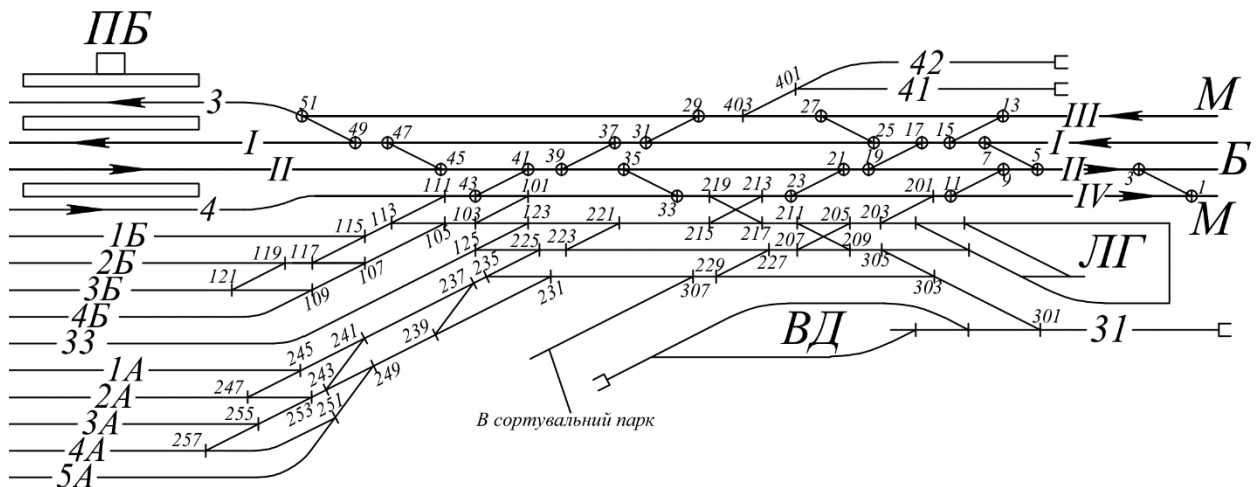


Рис. 7.2. Схема непарної горловини приймально-відправних парків А і Б

Конструкції горловини, представлених на рис. 7.1, 7.2 відповідають загальним вимогам, наведеним вище, а саме:

- поїзди з усіх головних колій підходів, що примикають до станції можуть бути прийняті на будь-яку колію пасажирського парку чи парків А, Б;
- поїзди з будь-якої приймально-відправної колії парків А, Б чи пасажирського парку можуть бути відправлені на усі головні колії підходів, що примикають до станції;
- поїзди з частини сортувальних колій, що примикають до обхідної колії, можуть бути відправлені на обидві головні колії підходу А – О;
- поїзди з будь-якої сортувальної колії можуть бути відправлені на усі головні колії підходів Б – О та М – О;
- з витяжної колії розформування №32 є прямий вихід на усі станційні колії парної горловини, а маршрут розпуску составів (колія №32-304-308-на гірку) ізольований від інших пересувань;
- з витяжної колії формування №31 є прямий вихід на усі станційні колії непарної горловини, а маршрут формування составів (колія №31-303-307-309-на гірку) ізольований від інших пересувань;
- з локомотивного тупика №34 є прямий вихід на усі головні станційні колії, приймально-відправні та частину колій сортувального парку, з яких може бути організоване відправлення непарних поїздів в обхід горба гірки;
- з колій локомотивного господарства є прямий вихід на усі головні станційні колії, приймально-відправні та усі колії сортувального парку, якщо з них передбачається організоване відправлення парних поїздів в обхід горба гірки;
- парки А та Б є взаємозамінними, тобто поїзди у розформування можуть бути прийняті на будь-які приймально-відправні колії (у т.ч. колії пасажирського парку); поїзди свого формування можуть через витяжні колії №31 та №32 виставлятися на будь-яку приймально-відправну колію (у т.ч. на колії пасажирського парку).

7.2.2. Визначення потрібної кількості паралельних пересувань в парній горловині станції О

В парку Б чотири колії і основними поїзними пересуваннями є відправлення поїздів на А. Окрім цього з-під поїздів зі зміною локомотива та кутових поїздів М – Б та Б – М поїзні локомотиви прибираються в локомотивне господарство по колії №33. Для цього може використовуватись як локомотивний тупик №34 так і ділянка колії між стрілочними переводами 210 та 106, огорожена маневровими сигналами з двох сторін, довжиною не менше ніж довжина поїзного локомотива.

Таким чином, в парній горловині парку Б конструкція передбачає два паралельні рухи, варіанти виконання яких представлені в таблиці 7.1.

Варіанти паралельних пересувань в парній горловині парку Б

Відправлення поїздів на А		Поїзні локомотиви з колій парку Б та ходової №33 (на колії) на ділянку 210-104	
Маршрут по стрілках	№ колій	№ колій	Маршрут по стрілках
126-116-124-122-108-102-8-6	1, 2	3, 4, 33	120-118-114-112-110-104-106
	1, 2, 3	4, 33	
120-118-114-112-214-212-210-208-206-202-4-2	3, 4	1, 2	126-116-124-110-104-106
	4	1, 2, 3	

Аналіз табл. 7.1 показує, що маршрут відправлення поїздів з колій 3 та 4 парку Б по маршруту 120-118-114-112-214-212-210-208-206-202-4-2, «відрізаючи» тупик №34, дозволяє маневрові рухи між ділянкою колії 210-106 та коліями 1, 2, але у цьому випадку приймати поїзди в парк А немає можливості. Така організацію поїзної і маневрової роботи можлива у відповідних оперативних умовах. Додатково ускладнювати горловину можливістю паралельного приймання поїздів у парк А недоцільно.

В парку А п'ять колій, а основними поїзними пересуваннями є приймання парних поїздів у парк А. Основними маневровими пересуваннями є витягування составів у розформування з «нижніх» колій парку Б на витяжну колію розформування. Окрім цього з-під поїздів у розформування з Б та М поїзні локомотиви прибираються в тупик №34, а в зворотному напрямку локомотиви подаються на нижні колії парку Б під поїзди свого формування на А.

Відправлення поїздів свого формування на А є ворожим для маршруту приймання усіх поїздів з А.

Таким чином, в парній горловині парку А конструкція передбачає можливість виконання паралельно двох пересувань з чотирьох розглянутих вище, основні пересування наведені в таблиці 7.2.

Аналіз табл. 7.2 та конструкції горловини парку А показує, що з групи колій парку А з 2-ї по 5-ту пересування, наведені в табл. 7.2, можуть виконуватися паралельно попарно з колій, розташованих поруч. В табл. 7.2 не розглянуті маршрути подавання чи прибирання локомотивів з колій 1, 2 парку А, так як на ці колії приймаються переважно прямі поїзди із А на Б та М.

В обох приймально-відправних парках станції О в парній горловині відбувається відчеплення та причеплення поїзних локомотивів. Для виконання маневрів з прибирання та подавання локомотивів в парк А можуть бути використані локомотивний тупик №34 та ділянка колії між стрілочними переводами 106 та 210, огорожена з двох сторін маневровими сигналами. Рух локомотивів в ЛГ та із ЛГ здійснюється по ходовій колії №33 та вільних паркових коліях у залежності від їх зайнятості та оперативної обстановки.

Варіанти паралельних пересувань в парній горловині парку А

Приймання поїздів з А		Витягування составів на колію №32	
Маршрут по стрілках	№ колій	№ колій	Маршрут по стрілках
4-202-206-208-210-212-214-218-228-236	1, 2	3, 4, 5	240-232-230-224-222-220-216-204-308
	1, 2, 3	4, 5	234-232-230-224-222-220-216-204-308
те ж -228-230-230-234	4	5	226-224-222 – те ж
те ж -228-236-238-240	3	4	234-232-230-224 – те ж
те ж -228-236-238	2	3	240-232-230-224 – те ж
Приймання поїздів з А		Рух локомотивів між колією №34 та парковими коліями	
4-202-204-216-220-222-224-226	5	3, 4	208-210-212-214-218-228-230,236
	4, 5	3	208-210-212-214-218-228-236

7.2.3. Визначення потрібної кількості паралельних пересувань в непарній горловині станції О

Основними поїзними пересуваннями в **непарній горловині парку Б** є приймання транзитних поїздів із Б та М, а також відправлення кутових поїздів на Б та М. Окрім цього під кутові поїзди подаються локомотиви з локомотивного господарства.

Таким чином, в непарній горловині парку Б конструкція передбачає два паралельні маршрути, варіанти виконання яких представлені в таблиці 7.3.

Локомотиви під кутові поїзди в непарну горловину парку Б (203-205-211-217-215-221-123-103-105) рухаються паралельно з локомотивами, що слідує по ходовій колії №33 в локомотивне господарство (125-225-223-227-207-209-305).

Основними поїзними пересуваннями в **непарній горловині парку А** є відправлення транзитних та поїздів свого формування на Б та М, а також приймання поїздів у розформування із Б та М. Окрім цього на нижні колії парку виставляються поїзди свого формування з витяжної колії №31 та під поїзди подаються локомотиви з локомотивного господарства і прибираються локомотиви з-під поїздів у розформування з А.

Таблиця 7.3

Варіанти паралельних пересувань в непарній горловині парку Б

Приймання поїздів з М		Приймання поїздів з Б	
Маршрут по стрілках	№ колій	№ колій	Маршрут по стрілках
39-41-43-45-47-49-111-115	1	2	25-27-29-31-101-103-105-107-117
те ж-115-117	2	3	те ж-107-109-121
те ж-115-117-119-121	3	4	те ж-107-109
Приймання поїздів з М, Б		Відправлення кутових поїздів на М, Б (локомотиви з ЛГ під кутові поїзди)	
45-47-49-111-115	1	2	117-107-105-103-101(123-221)
те ж-115-117	2	3	121-109-107-105-103-101(123-221)
те ж-115-117-119-121	3	4	109-107-105-103-101(123-221)

Зважаючи на те, що найбільш масовими пересуваннями є відправлення поїздів, а осаджування поїздів свого формування є незначними за обсягами маневровими пересуваннями, подавання та прибирання локомотивів є маневрами незначними за часом зайняття горловини, будемо вважати за доцільне розробку конструкції горловини, яка б передбачала два паралельні пересування, варіанти виконання яких наведені в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4

Варіанти паралельних пересувань в непарній горловині парку Б

Відправлення поїздів на М		Відправлення поїздів на Б	
Маршрут по стрілках	№ колій	№ колій	Маршрут по стрілках
251-249-239-233-231-229-227-207-205-203-201	5	4	257-255-253-243-241-237-235-225-223-221-215-213-23-19
257-251-249-те ж	4	3	255-253-243-241-те ж
255-253-251-249-те ж	3	2	247-245-241-те ж
247-253-251-249-те ж	2	1	245-241-те ж
Відправлення поїздів на М, Б		Подача составів свого формування	
257-255-253-243-241-237-235-225-223	4	5	307-229-231-233-239-249-251
255-253-243-241-те ж	3	4	те ж-239-249-251-257

Проектування сортувального парку є складною комплексною задачею, яка в даних методичних рекомендаціях не розглядається. Зважаючи на те, що корисна довжина сортувальних колій повинна бути більша ніж прийнята для даної станції на 10 %, примикання сортувального парку при масштабній накладці може зміщуватись в бік підходів.

При неможливості реалізації примикання обхідної колії стрілочним переводом 222 між стрілками 220 та 224 (див. рис. 7.1), перевід 222' може бути зміщений на ділянку між стрілками 204 та 216, примикання показане на рис. 7.1 пунктиром. При цьому подавання поїзних локомотивів на частину сортувальних колій з тупика №34 стає неможливим, і для цього слід використувати витяжну колію №32.

Стрілочний перевід 307 примикання хвостової горловини також може бути зсунений в бік підходів Б та М, при цьому також переміщуються відповідні зїзди для відправлення поїздів з сортувального парку на Б та М.

8. РОЗРАХУНОК ЗАВАНТАЖЕННЯ І ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ СТРІЛОЧНОЇ ГОРЛОВИНИ

Конструкція стрілочної горловини станції повинна забезпечувати можливість реалізації розрахункових розмірів руху поїздів та маневрових пересувань. Перевірка цієї умови згідно з [4] здійснюється розрахунками завантаження горловини при заданих розмірах руху або її пропускної спроможності. Методика розрахунку завантаження і пропускної спроможності стрілочної горловини наведена в [1, Р. 7].

8.1. Розрахунок завантаження горловини

У курсовому проекті визначається завантаження однієї з горловин запроєктованої станції за завданням викладача. Розглянемо розрахунок завантаження та пропускної спроможності парної стрілочної горловини приймально-відправного парку Б.

Для розрахунку завантаження горловини стрілочні переводи об'єднують в окремі групи – елементи.

До складу елемента включаються стрілочні переводи, які працюють спільно, тобто при зайнятті одного з цих переводів будь-яким пересуванням неможливе одночасне використання інших переводів цього елемента для інших пересувань. При цьому до одного елемента не можуть входити стрілочні переводи, які допускають паралельні пересування.

Розбивка стрілочної горловини на окремі елементи наведена на рисунку 8.1.

Кількість поїздів на кожній колії зі зміною локомотива становить:

$$N_{\text{к.зм}} = N / 4 = 27 / 4 = 6,8 \approx 6 \dots 7 \text{ поїздів.}$$

3-під цих поїздів прибираються поїзні локомотиви в ЛГ. Подаються локомотиви тільки під прямі поїзди зі зміною локомотива, кількість яких становить 16 поїздів, тобто по 4 поїзди на кожен приймально-відправну колію.

Пропускна спроможність горловин станцій оцінюється в одиницях основного потоку поїздів, для дільничних і сортувальних станцій – у вантажних поїздах (загалом або за категоріями) при заданій кількості пасажирських поїздів. При розрахунках завантаження або пропускної спроможності горловин усі операції, пов'язані із зайняттям горловини, поділяються за кількістю пересувань на дві категорії: змінні і постійні.

До змінних належать усі операції, які виконуються з рухомим складом основного для станції потоку поїздів (у даному випадку вантажних), а до постійних – операції з рухомим складом неосновного потоку (пасажирських та приміських поїздів).

У курсовому проекті будемо вважати, що до змінних операцій відносяться приймання й відправлення вантажних поїздів та уся маневрова робота з ними, а до постійних – з пасажирськими поїздами та маневрова робота з місцевими вагонами.

Розрахункові розміри руху будемо приймати за табл. 2.1 і табл. 5.3.

Для розрахунку завантаження парної горловини парку Б у зведену таблицю пересувань (табл. 8.2) заносимо усі без винятку пересування, що здійснюються через горловину, а зайняття елементів горловини перевіряємо за маршрутами в табл. 7.1.

Під завантаженням окремого елемента розуміють тривалість його зайняття усіма маршрутами пересувань рухомого складу, а його величина розраховується за формулою:

$$T = \sum N_i t_i \quad (8.1)$$

де N_i – кількість однорідних операцій (приймання, відправлення поїздів, подавання-прибирання локомотивів, маневрові пересування) на маршрутах із зайняттям елемента за розрахунковий період часу;

t_i – тривалість зайняття елемента однією операцією, хв.

Тривалість t_i зайняття маршруту (елемента) окремою операцією визначається за табл. 6.2.

За формулою (8.1) визначається завантаження кожного маршруту усіма пересуваннями $N_i t_i$ і вказується у відповідній графі таблиці для кожного елемента, що входить до маршруту. За отриманими даними визначаються: загальна кількість пересувань через кожен елемент ($N_{i.\text{пст}}$, $N_{i.\text{зм}}$) і загальний час зайняття кожного елемента ($T_{i.\text{пст}}$, $T_{i.\text{зм}}$) окремо змінними і постійними операціями.

З використанням останніх визначається коефіцієнт завантаження кожного елемента:

$$\psi_j = \frac{\rho T_{j.зм}}{1440 - T_{j.пст}}, \quad (8.2)$$

де ρ – коефіцієнт, який враховує відмови пристроїв ЕЦ, $\rho = 1,01$.

Наприклад, для елемента Е1 з $T_{1.зм} = 168,0$ хв, $T_{1.пст} = 44,0$ хв коефіцієнт завантаження дорівнює:

$$\psi_1 = \frac{1,01 \cdot 168,0}{1440 - 44,0} = 0,122.$$

Аналогічно розраховуються коефіцієнти завантаження інших елементів, величини яких наведені в табл. 8.2.

8.2. Розрахунок пропускної спроможності горловини

Пропускна спроможність стрілочних горловин визначається за розрахунковим, найбільш завантаженим елементом горловини, який має найбільшу величину коефіцієнта завантаження ($\psi_{ре}$). Для такого елемента визначається коефіцієнт використання пропускної спроможності горловини:

$$K = \frac{\rho T_{ре.зм}}{\alpha_r 1440 - (T_{ре.пст} + T_{об})} \quad (8.3)$$

де $T_{ре.зм}$, $T_{ре.пст}$ – тривалість зайняття розрахункового елемента горловини операціями змінної і постійної категорій;

$T_{об}$ – тривалість зайняття горловин станції поточним обслуговуванням, плановими видами ремонту та снігоприбиранням, хв./добу. В курсовому проекті для станцій з електричною тягою приймаємо 75 хв, тепловозною – 25 хв;

α_r – коефіцієнт, що враховує можливі перерви у використанні розрахункового елемента через наявність ворожих пересувань іншими елементами горловини, розраховується за формулою:

$$\alpha_r = 0,944 - 0,0103W, \quad (8.4)$$

де W – параметр, що характеризує складність горловини, визначається за формулою:

$$W = \frac{M_r - M_{ре}}{E_r - 1}, \quad (8.5)$$

де M_r – загальна кількість маршрутів у горловині;

Таблиця 8.2

Розрахунок завантаження елементів горловини

Категорія операції	Найменування маршруту	N	t _i , хв	Елементи маршруту	Тривалість займання, хв								
					E1	E2	E3	E4	E5	E6			
постійні	Приймання пасажирських з А на колії ІІ, 4	11	7,0	Е2		77,0							
	Відправлення пасажирських на А з колій І, 3	11	4,0	Е1	44,0								
	Разом постійних операцій				Кількість $M_{i,пст}$	11	11	0	0	0	0	0	
					Тривалість $T_{i,пст}$	44,0	77,0	0	0	0	0	0	
	змінні	Відправлення поїздів на А з колій	1Б	4,0	Е4, Е2, Е1	40,0	40,0		40,0				
			2Б	4,0	Е4, Е2, Е1	44,0	44,0		44,0				
			3Б	4,0	Е6, Е4, Е2, Е1	40,0	40,0		40,0			40,0	
			4Б	4,0	Е5, Е3, Е2, Е1	44,0	44,0	44,0			44,0		
		Прибирання поїзних локомотивів на ділянку 106-210 з колій	1Б	6	3,0	Е4, Е3			18,0	18,0			
			2Б	7	3,0	Е4, Е3			21,0	21,0			
3Б			7	3,0	Е6, Е5, Е3			21,0	21,0	21,0	21,0		
4Б			7	3,0	Е5, Е3			21,0	21,0		21,0		
Прибирання локомотивів з ділянки колії 106-210 на ходову колію 33	27	3,0	Е3, Е5			81,0			81,0				
Подавання локомотивів на ділянку колії 106-210 з ходової колії 33	16	3,0	Е5, Е3			48,0			48,0				
Подавання локомотивів з ділянки колії 106-210 на колію	1Б	4	3,0	Е4, Е3			12,0	12,0					
	2Б	4	3,0	Е4, Е3			12,0	12,0					
	3Б	4	3,0	Е6, Е5, Е3			12,0	12,0	12,0	12,0			
	4Б	4	3,0	Е5, Е3			12,0	12,0		12,0			
Разом змінних операцій				Кількість $N_{i,зм}$	42	42	97	52	76	21			
				Тривалість $T_{i,зм}$	168,0	168,0	302,0	187,0	239,0	73,0			
Коефіцієнт завантаження елементів ψ					0,122	0,124	0,212	0,131	0,168	0,051			

M_{pe} – кількість маршрутів із зайняттям розрахункового елемента;

E_{Γ} – найбільша кількість паралельних маршрутів у горловині (кількість пересувань, що можуть здійснюватись одночасно).

Загальна пропускна спроможність розрахункового елемента (горловини) визначається як:

$$P = \frac{N_{pe.zm}}{K} + N_{pe.pst} \quad (8.6)$$

В розглянутій горловині (див. рис. 8.1) максимально можливі два паралельних маршрути. Розрахунковим елементом у цій горловині є елемент ЕЗ, який має найбільший коефіцієнт завантаження $\psi_3 = 0,212$ і наступні показники його завантаження (див. табл. 8.2): $N_{3.zm}=97$; $T_{3.zm}=302,0$ хв; $N_{3.pst}=0$; $T_{3.pst}=0$ хв.

Параметр складності горловини визначається згідно з (8.5) і при кількості маршрутів у горловині: загальній $M_{\Gamma}=16$ та через розрахунковий елемент $M_{pe}=11$, становить:

$$W = \frac{16-11}{2-1} = 5,0.$$

За формулою (8.4) визначається коефіцієнт

$$\alpha_{\Gamma} = 0,944 - 0,0103 \cdot 5,0 = 0,893.$$

Приймаючи для електрифікованого приймально-відправного парку $T_{об} = 75$ хв, за формулою (8.3) визначається коефіцієнт використання пропускної спроможності горловини:

$$K = \frac{1,01 \cdot 302,0}{0,893 \cdot 1440 - (0 + 75)} = 0,252.$$

За формулою (8.6) визначається загальна пропускна спроможність розрахункового елемента (горловини) без врахування наявної пропускної спроможності прилеглих діляниць та приймально-відправних колій:

$$P = \frac{97}{0,252} + 0 = 385 \text{ одиниць.}$$

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що розуміють під розмірами руху поїздів, що використовують для розрахунку кількості колій в парках дільничної станції?
2. Яку кількість поїздів слід використовувати для розрахунку потрібної пропускної спроможності та технічного оснащення конкретної лінії, якщо кількість поїздів по прибуттю та відправленню відрізняються?
3. Для чого на підходах до станції проектують розв'язки залізничних ліній?
4. Перелічити основні технічні пристрої та споруди дільничної станції і пояснити їх призначення.
5. На які категорії і за якими принципами поділяють вантажні поїзди для розрахунку кількості колій у приймально-відправних парках дільничної станції?
6. На які складові поділяють тривалість зайняття колії вантажним поїздом окремої категорії для розрахунку кількості колій у приймально-відправних парках дільничної станції?
7. Які технологічні операції з вантажними поїздами слід пронормувати для розрахунку кількості колій у приймально-відправних парках дільничної станції?
8. Принципи визначення кількості колій в сортувальному парку.
9. Які фактори впливають на величину міжколійних відстаней на дільничній станції?
10. Яким вимогам мають задовольняти конструкції горловин дільничних станцій?

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Залізничні станції та вузли. Дільничні станції: приклади і розрахунки : навчальний посібник / М. І. Березовий, М. П. Божко, В. В. Малашкін, Т. В. Болвановська, Л. О. Єльнікова, П. І. Стехін ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2024. – 182 с.
2. Проектування станційних колій. Роз'їзди, обгінні пункти та проміжні станції: приклади та задачі [Текст] : навч. посіб. для студентів ВНЗ І М. І. Березовий, М. П. Божко, В. В. Журавель, Є. Б. Демченко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ІМ. акад. В. Лазаряна.- Дніпро : Герда, 2017.- 196 с. ISBN 978-617-7097-81-4.
3. ДБН В.2.3-20:2025 Залізничні колії 1435 мм. Норми проектування.
4. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036 : наказ Укрзалізниці від 14.03.2001 р. № 143-Ц. Київ : Транспорт України, 2002. 376 с.

Навчально-методичне видання

Березовий Микола Іванович,
Сковрон Ігор Ярославович,
Назаров Олексій Анатолійович

ЗАЛІЗНИЧНІ СТАНЦІЇ ТА ВУЗЛИ

РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Навчально-методичні рекомендації до курсового та дипломного проектування

Електронне видання

В авторській редакції
Комп'ютерна верстка О. А. Назаров
Фахівець з цифрового видавництва І. Я. Сковрон

Формат 60x84 ^{1/16}. Ум. друк. арк. 2,50. Обл.-вид. арк. 2,52.
Зам. № 42

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 1201, м. Дніпро, 49010.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010