

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Колія та колійне господарство»**

**УЛАШТУВАННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ КОЛІЇ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до курсової роботи  
для студентів усіх форм навчання**

**Харків - 2013**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри колії та колійного господарства 20 серпня 2012 р., протокол № 1.

Рекомендуються для студентів усіх форм навчання галузі знань 07.01 – Транспорт і транспорти інфраструктури напрямку 07.01.01 – Транспорт і технології (залізничний транспорт).

**Укладачі:**

проф. О.М. Даренський, доц. Г.П. Копанєв,  
асист. Н.В. Бугаєць, інж. А.В. Клименко

**Рецензент**

проф. В.П. Шраменко

УЛАШТУВАННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ КОЛІЇ  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до курсової роботи  
для студентів усіх форм навчання

Відповідальний за випуск Даренський О.М.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 20.09.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ**  
**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО**  
**ТРАНСПОРТУ**

**КАФЕДРА КОЛІ ТА КОЛІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА**

**УЛАШТУВАННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ КОЛІЇ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

*до курсової роботи для студентів усіх форм навчання  
галузі знань 07.01. – Транспорт і транспорти  
інфраструктури  
напряму 07.01.01 – Транспорт і технології (Залізничний  
транспорт)*

**Харків 2013**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри колії та колійного господарства 20 серпня 2012 р., протокол № 1.

**Укладачі:**

проф. О.М. Даренський, доц. Г.П. Копанєв,  
асист. Н.В. Бугаєць, інж. А.В. Клименко

**Рецензент**

проф. В.П. Шраменко

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Побудова поперечного профілю баластної призми і розроблення календарного графіка ремонтів колії.....	5
1.1 Побудова поперечного профілю баластної призми.....	5
1.2 Розроблення календарного графіка ремонтів колії в межах ремонтного циклу.....	8
2 Розрахунок поодинокого звичайного стрілочного переводу з криволінійним гостряком січного типу.....	11
2.1 Основні положення .....	11
2.2 Розрахункова схема стрілочного переводу.....	12
2.3 Розрахунок елементів стрілки.....	14
2.4 Визначення розмірів хрестовини.....	17
2.5 Визначення довжини прямої вставки.....	18
2.6 Визначення основних і осьових розмірів стрілочного переводу.....	20
2.7 Визначення довжини рейок з'єднувальних колій.....	21
2.8 Побудова схеми розбивки стрілочного переводу.....	22
3 Розроблення організації основних робіт при модернізації колії.....	22
3.1 Перелік і послідовність робіт, які виконуються при заміні рейко-шпальної решітки.....	24
3.2 Визначення необхідної тривалості “вікна” та фронту робіт. .	25
3.3 Розрахунок необхідної тривалості вікна.....	26
3.4 Побудова графіка основних робіт у «вікно» .....	33
4 Організація робіт з очищення колій і прибирання снігу на станції.....	36
4.1 Основні положення організації робіт для запобігання сніговим заносам на перегонах і станціях.....	36
4.2 .....Установлення черговості очищення станційних колій і стрілочних переводів.....	38
4.3 .....Визначення об'єму снігу, який прибирається.....	39
4.4 .....Вибір типу снігоприбиральної машини.....	40
4.5 .....Визначення тривалості прибирання і вивезення снігу.....	43

4.6 .....Побудова графіка механізованого прибирання снігу зі станції.....	45
Список літератури.....	47
Додаток А. Початкові дані до курсової роботи.....	48

## ВСТУП

Методичні вказівки є керівництвом для виконання курсової роботи з дисципліни “Улаштування і експлуатація колії”.

Курсова робота складається з таких розділів:

1 Побудова поперечного профілю баластної призми і розроблення календарного графіка ремонтів колії.

2 Розрахунок основних параметрів і розмірів поодинокого звичайного стрілочного перевodu.

3 Розроблення організації основних робіт з модернізації колії.

4 Розроблення організації робіт з очищення колії і прибирання снігу на станції.

Порядок вибору варіантів і початкові дані по кожному варіанту для студентів-заочників наведені в додатку А і таблиці А.1, для студентів стаціонару – у бланках індивідуальних завдань і в таблиці А.1 додатка А.

Курсова робота повинна складатися з пояснювальної записки і креслень. Пояснювальна записка повинна містити всі потрібні розрахунки і пояснювання, оформляється на нелінованих аркушах формату А4 з дотриманням основних вимог до оформлення текстових документів [1]. Сторінки повинні бути пронумеровані. Креслення виконуються на міліметровому папері олівцем, розміщуються по ходу тексту пояснювальної записки і нумеруються як її аркуші. Для студентів-заочників може бути використаний робочий зошит.

Перед виконанням кожного розділу курсової роботи необхідно опрацювати відповідні розділи рекомендованої літератури. На початку кожного розділу наводяться відповідні початкові дані.

# **1 Побудова поперечного профілю баластної призми і розроблення календарного графіка ремонтів колії**

## **1.1 Побудова поперечного профілю баластної призми**

Побудова поперечного профілю баластної призми виконується для закріплення знань про конструкцію залізничної колії [2, 3].

### **1.1.1 Конструктивні елементи баластної призми і земляного полотна**

Поперечним профілем баластної призми називається поперечний переріз баластної призми вертикальною площиною, перпендикулярною поздовжній осі колії, на всю ширину основної площадки земляного полотна.

Основною площадкою земляного полотна (ОПЗП) називається поверхня земляного полотна між його бровками, на якій і розміщується верхня будова колії.

Бровками земляного полотна називаються лінії сполучення ОПЗП з укосами земляного полотна.

Обрис ОПЗП приймають різним в залежності від кількості колій. На одноколійних ділянках улаштовується ОПЗП трапецоїдальної форми, а на двоколійних – трикутної. Трапецоїдальну або трикутну призму, яка розташована вище рівня бровок, називають зливною призмою.

Ширина ОПЗП більше, ніж основа баластної призми, яка на ній розташовується. В результаті цього по краях ОПЗП створюються вільні від баласту поздовжні полоси – узбіччя. Узбіччя служать для розміщення колійних та сигнальних знаків, опор контактної мережі, а також для знаходження робітників під час пропуску поїздів. Ширина кожного узбіччя повинна бути не менше 0,5 м.

Типові профілі баластної призми диференціюються в залежності від вантажонапруженості, плану лінії (пряма або крива), числа колій (одна або дві), а також конструкції колії (ланкова колія на дерев'яних шпалах або безстикова колія на залізобетонних шпалах).

При інших рівних умовах поперечні профілі можуть відрізнятися двома основними розмірами – шириною плеча баластної призми “ $a$ ” (відстань від торця шпали до бровки баластної призми) і товщиною щебеневого шару “ $h_{щ}$ ” (від верху піщаної подушки до нижньої постелі шпал), які надані в таблиці 1.1.

Піщана подушка улаштовується між ОПЗП та щебеним шаром і має мінімально допустиму товщину 20 см.

Бровкою баластної призми називається лінія сполучення плеча баластної призми і її укусу, а лінія сполучення укусу баластної призми (або піщаної подушки) з поверхнею ОПЗП називається підшвою баластної призми (або піщаної подушки).

Таблиця 1.1 – Розміри “ $a$ ” і “ $h_{щ}$ ” баластної призми

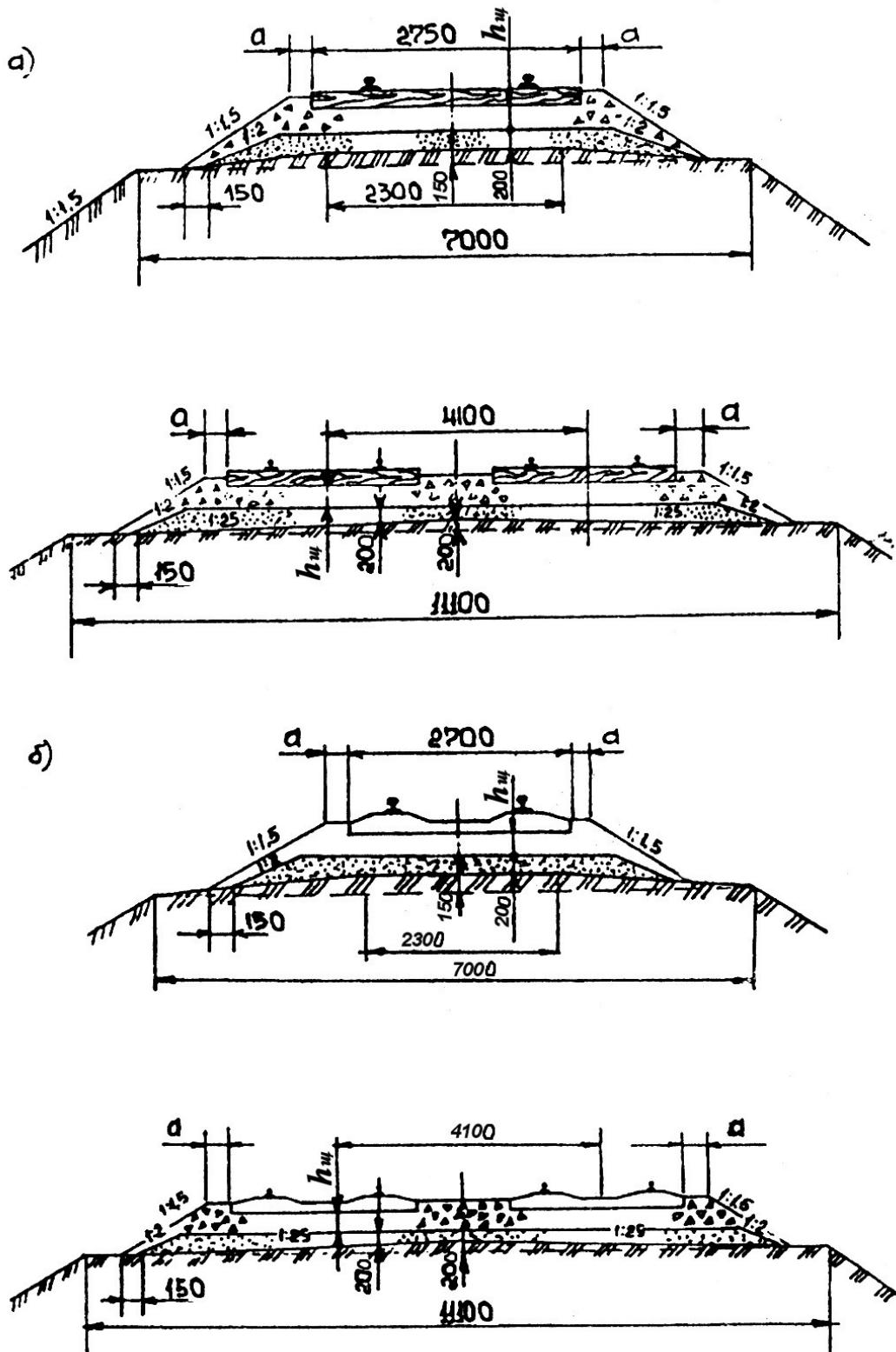
Вантажонапруженість, млн ткм/км бруто на рік	Ширина плеча баластної призми, $a$ , см	Товщина щебеневого шару, $h_{щ}$ , см
> 50	45	40 / 35
> 30 до 50	35	35 / 30
> 15 до 30	25	30 / 25
$\leq 15$	25	25 / 25
<b>Примітка</b> - Числа в чисельнику наведені для безстикової колії (залізобетонних шпал), у знаменнику - для ланкової колії (дерев'яних шпал).		

### 1.1.2 Порядок побудови поперечного профілю баластної призми

Поперечний профіль будується для прямої ділянки перегону з заданими характеристиками (вантажонапруженість, число колій, вид шпал). В залежності від вантажонапруженості за таблицею 1.1 встановлюються розміри “ $a$ ” і “ $h_{щ}$ ”. Поперечний профіль накреслюється в масштабі 1:50 відповідно до одного з зразків, наведених на рисунку 1.1. Товщина піщаної подушки (20 см) вимірюється на одноколійних ділянках – від верху основної площадки земляного полотна (від верхньої основи трапеції); на двоколійних – в підрейковому перерізі внутрішніх



(міжколійних) рейкових ниток (на відстані приблизно 130 см від вершини трикутника основної площадки земляного полотна).



а) при дерев'яних шпалах; б) при залізобетонних шпалах

Рисунок 1.1 – Типові поперечні профілі баластної призми

Розміри ОПЗП для одноколіїної ділянки: відстань між бровками земляного полотна 700 см, висота трапеції 15 см, розмір верхньої основи трапеції 230 см.

Для двоколіїної ділянки відстань між бровками земляного полотна 1110 см, висота трикутника 20 см.

Крутизна укосу (відношення вертикальної проекції укосу до горизонтальної або тангенс кута нахилу твірної укосу) баластної призми приймається рівною 1:1,5, а піщаної подушки – 1:2. Відстань від підосви баластної призми до підосви піщаної подушки приймається рівною 15 см. Відстань між осями колій двоколіїної дільниці (величина міжколійя) – 410 см.

## **1.2 Розроблення календарного графіка ремонтів колії в межах ремонтного циклу**

### **1.2.1 Класифікація ремонтів колії і уявлення про ремонтний цикл**

В колійному господарстві передбачені такі основні види капітальних ремонтних робіт [2, 5]:

1) модернізація колії (основна операція – заміна старої рейко-шпальної решітки на решітку, складену із нових матеріалів верхньої будови колії), яка виконується при вантажонапруженості ділянки колії більше 15 млн ткм/км бруто на рік;

2) капітальний ремонт колії з використанням старопридатних матеріалів верхньої будови колії (у подальшому – капітальний ремонт), який виконується при вантажонапруженості ділянки колії не більше 15 млн ткм/км бруто на рік.

В інтервалі між суміжними капітальними роботами – модернізаціями колії або капітальними ремонтами – виконуються проміжні ремонти – середні (основна операція – очистка щебеневого баласту) і комплексно-оздоровчі (основна операція – суцільне виправлення колії в профілі і плані). Послідовність їх виконання в цьому інтервалі називається ремонтним циклом. Проміжні ремонти розташовуються в середині ремонтного циклу з приблизно рівними проміжками один від одного. Кількість проміжних ремонтів може бути прийнята: при модернізації колії

(скорочено - М) – один середній (С) і два комплексно-оздоровчих ремонти (КОР1 і КОР2); при капітальному ремонті (К) – один середній і один комплексно-оздоровчий ремонт. Схеми ремонтних циклів (послідовність виконання ремонтів) будуть, відповідно, М – КОР1 – С – КОР2 – М або К – КОР – С – К.

### 1.2.2 Періодичність ремонтів колії

Норми періодичності ремонтів  $T_n$  встановлені тільки для модернізації і капітального ремонту; для проміжних ремонтів (середнього і комплексно-оздоровчого) вони відсутні.

Норми періодичності залежать від вантажонапруженості, якості нових рейок (термозміцнені або нетермозміцнені), виду рейок (нові або старопридатні) і конструкції колії (ланкова або безстикова). Вони встановлюються в мільйонах тонн (млн т) пропущеного тоннажу і в роках (для капітального ремонту).

З урахуванням того, що при вантажонапруженості більше 15 млн ткм/км брутто за рік використовуються нові нетермозміцнені рейки, а більше 30 – нові термозміцнені, норми періодичності ремонтів наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Норми періодичності ремонтів колії

Вид ремонту	Вантажонапруженість рейок $T_0$ , млн ткм/км бр. на рік	Характеристика рейок	Норми періодичності $T_n$ , млн т (років $t_n$ не більше)	
			Безстикова колія	Ланкова колія
			Шпали	
			залізо-бетонні	дерев'яні
Модернізація колії	> 30	нові термозміцнені	800(30)	700(25)
Модернізація колії	>15 – 30	нові нетермозміцнені	650(30)	550(25)
Капітальний ремонт	≤ 15	і старопридатні	(20)	(15)

**Примітка** – Норма періодичності при модернізації колії відповідає нормі у тоннажу, але не більше числа років, вказаних у

дужках; норма періодичності при капітальному ремонті відповідає числу років, вказаних у дужках.

### 1.2.3 Порядок побудови календарного графіка ремонтів колії

При побудові календарного графіка ремонтів визначаються строки проведення кожного ремонту колії в межах ремонтного циклу. Строк проведення будь-якого ремонту відраховується від часу виконання відповідної капітальної роботи (модернізації або капітального ремонту).

В пояснювальній записці спочатку вказуються дані, які необхідні для побудови графіка, а саме: вантажонапруженість, вид капітальної роботи, схема ремонтного циклу, якість рейок, вид рейок, норма періодичності капітальних робіт.

При модернізації колії, в першу чергу, визначаються строки виконання проміжних ремонтів у тоннажі. При прийнятій схемі ремонтного циклу кількість приблизно рівних проміжків між суміжними ремонтами буде рівною чотирьом. Тоді тоннаж, який буде пропущено за період від проведеної модернізації до першого комплексно-оздоровчого ремонту (від М до КОР1), складе  $T_n / 4$ , до середнього (від М до С) –  $2T_n / 4$ , до другого комплексно-оздоровчого (від М до КОР2) –  $3T_n / 4$ , і, нарешті, від проведеної модернізації до наступної (від М до М) –  $T_n$  млн т.

Для визначення усіх строків ремонтів у роках спочатку визначається тривалість ремонтного циклу (число років від М до М) за формулою

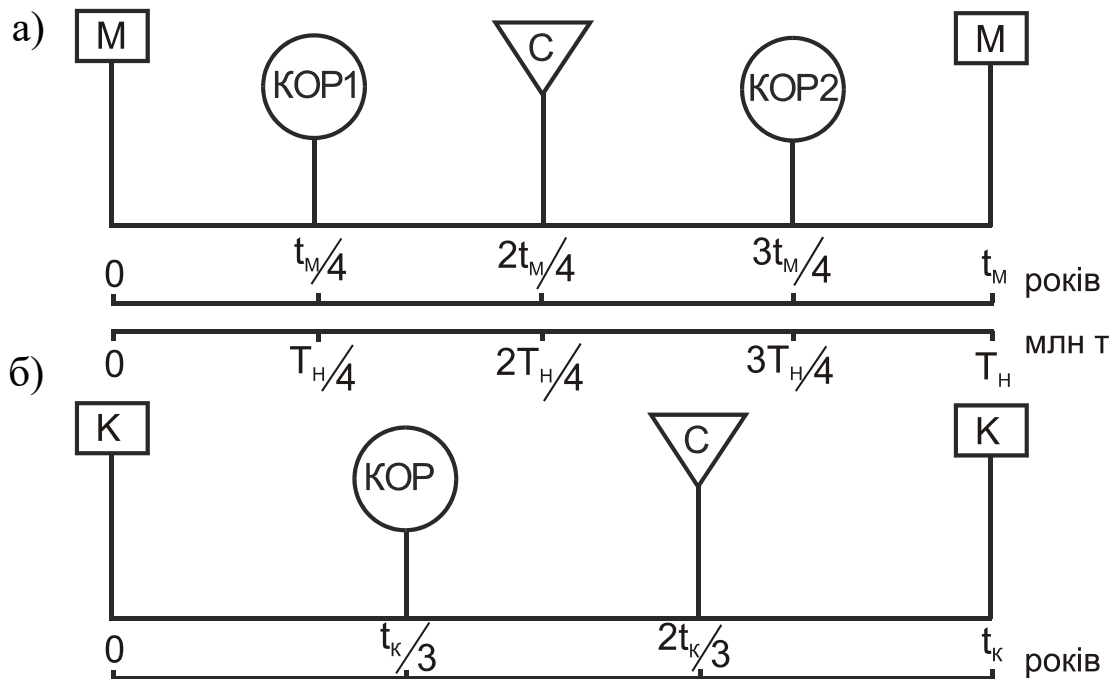
$$t_m = \frac{T_n}{T_0}. \quad (1.1)$$

Якщо  $t_m < t_n$  (див. дані таблиці 1.2), то для подальших розрахунків приймається величина  $t_m$ , якщо ні – то величина  $t_m = t_n$ . Після цього встановлюються строки проведення проміжних ремонтів у роках так само, як і в тоннажі.

При капітальному ремонті графік ремонтів будується лише в роках з використанням відповідної норми  $t_k = t_n$  (див. дані з таблиці 1.2).

Розрахункові дані строків ремонтів округлюються до 1 млн т або до 1 року.

Зразки графіків наведені на рисунку 1.2. У пояснювальній записці замість умовних позначок строків ремонтів слід навести їх числові значення.



- а) при модернізації колії;
- б) при капітальному ремонті з використанням старопридатних матеріалів верхньої будови колії

Рисунок 1.2 – Зразки календарних графіків ремонтів колії

## 2 Розрахунок поодинокого звичайного стрілочного переходу з криволінійним гостряком січного типу

Перед виконанням даної частини курсової роботи необхідно опрацювати розділ підручника [2, 4].

### 2.1 Основні положення

Стрілочні переходи повинні відповідати тим умовам руху, до яких вони призначені. У зв'язку з цим обґрунтовують і визначають розрахунком основні параметри стрілочних переходів, а для розбивання на місцевості і укладання стрілочних

переводів визначають основні (теоретичну і загальну довжину) та осьові (розбивочні) розміри.

При розрахунку стрілочного переводу можливі різні випадки постановки завдань, що обумовлює різні варіанти вихідних даних. В курсовій роботі розраховують основні параметри криволінійного гостряка, розміри рамної рейки, хрестовини, прямої вставки, основні і осьові розміри, розміри, що визначають положення граничного стовпчика. Всі розрахунки виконуються за величиною кутів з точністю до 1 с та за лінійними розмірами - до 1 мм, що потребує застосування тригонометричних функцій з мантисою не менше шести знаків і значення постійної  $\pi$  - також з точністю до шостого знаку - 3,141593.

За результатами розрахунків креслиться епюра стрілочного переводу.

Вона є основним документом для розбивки стрілочного переводу на місцевості та його укладання.

Епюра стрілочного переводу - це його схема в плані, вона складається з двох частин: епюри укладання перевідних брусів за значенням їх розмірів та кількості і схеми розбивки переводу із зазначенням усіх кутів та заданих і розрахункових розмірів.

## 2.2 Розрахункова схема стрілочного переводу

На розрахунковій схемі стрілочного переводу, яка надана на рисунку 2.1, вказані розміри, які розраховуються в курсовій роботі, а також ті, що надані в завданні.

На рисунку 2.1 наведені такі умовні позначення:

- $\alpha$  - кут хрестовини;
- $\beta_n$  - початковий кут гостряка;
- $\beta$  - загальний стрілочний кут;
- $\varphi$  - центральний кут (кут, що відповідає дузі гостряка);
- $R_g$  - радіус гостряка;
- $R_n$  - радіус перевідної кривої;
- $p$  - довжина хвостової частини хрестовини;
- $n$  - довжина передньої частини хрестовини;

$d$  - пряма вставка (відстань від кінця перевідної кривої до математичного центра хрестовини);

$q$  - довжина переднього вильоту рамної рейки;

$q_1$  - довжина заднього вильоту рамної рейки;

$l_g$  - довжина криволінійного гостряка;

$l'_g$  - проекція криволінійного гостряка на напрямок рамної рейки;

$S_0$  - ширина колії стрілочного переводу;

$L_T$  - теоретична довжина стрілочного переводу;

$L_n$  - загальна або практична довжина стрілочного переводу;

$a_0, b_0, a, b$  - відстань від центра переводу  $O_1$  до відповідно: початку гостряків, математичного центра хрестовини, переднього стику рамної рейки, стику хвостової частини хрестовини;

$f_0, f$  - відстань до граничного стовпчика від математичного центра хрестовини та центра переводу  $O_1$ .

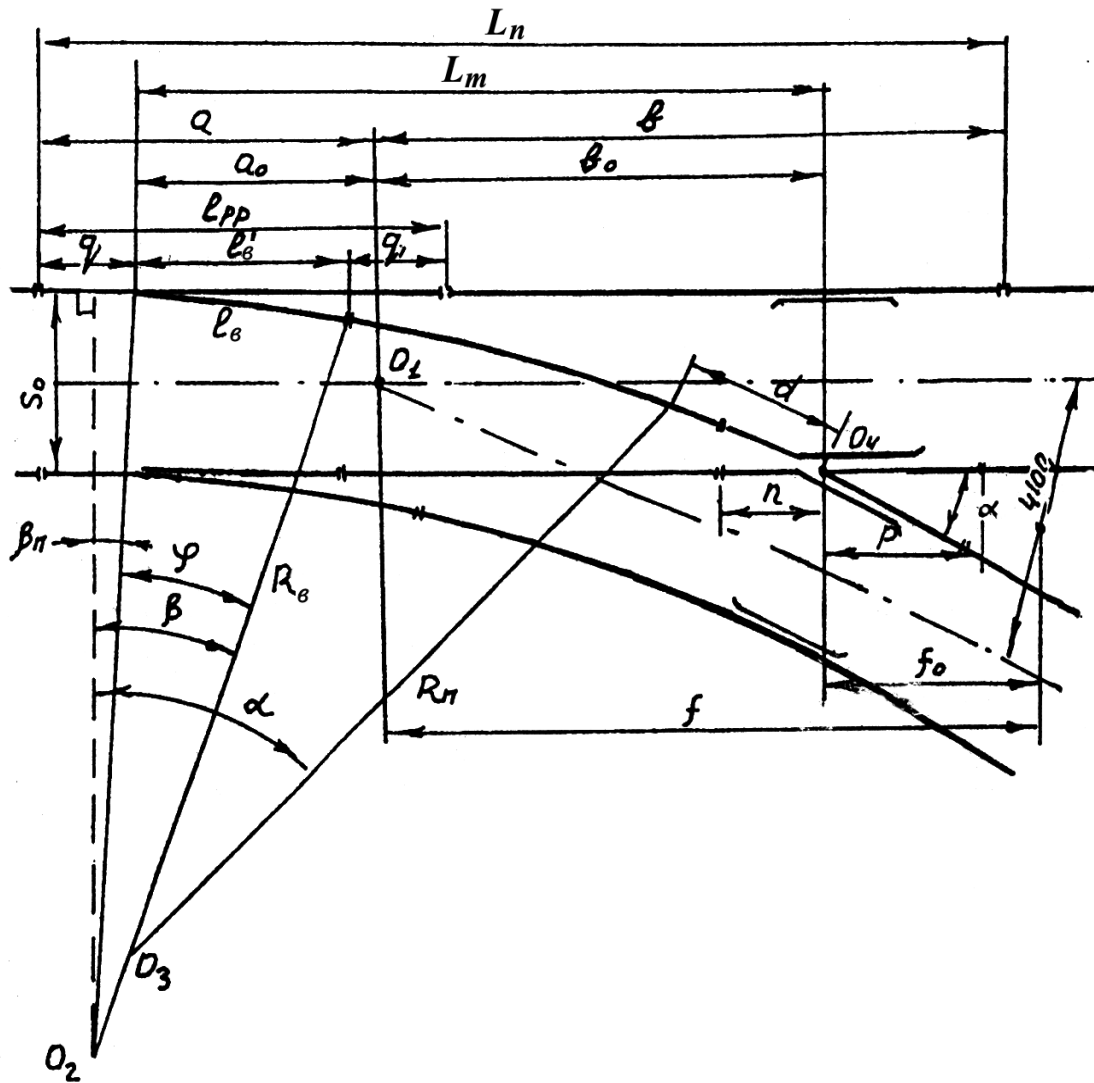


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема стрілочного переводу

### 2.3 Розрахунок елементів стрілки

При розрахунках визначаються числові значення основних параметрів криволінійного гостряка та довжина рамної рейки.

#### 2.3.1 Визначення основних параметрів криволінійного гостряка

Метою розрахунку є визначення числових значень параметрів  $R_s$ ,  $\beta_n$ ,  $\varphi$ ,  $\beta$  (див. рисунок 2.2). Розрахунок ведеться з використанням силового способу, який надано в [3].



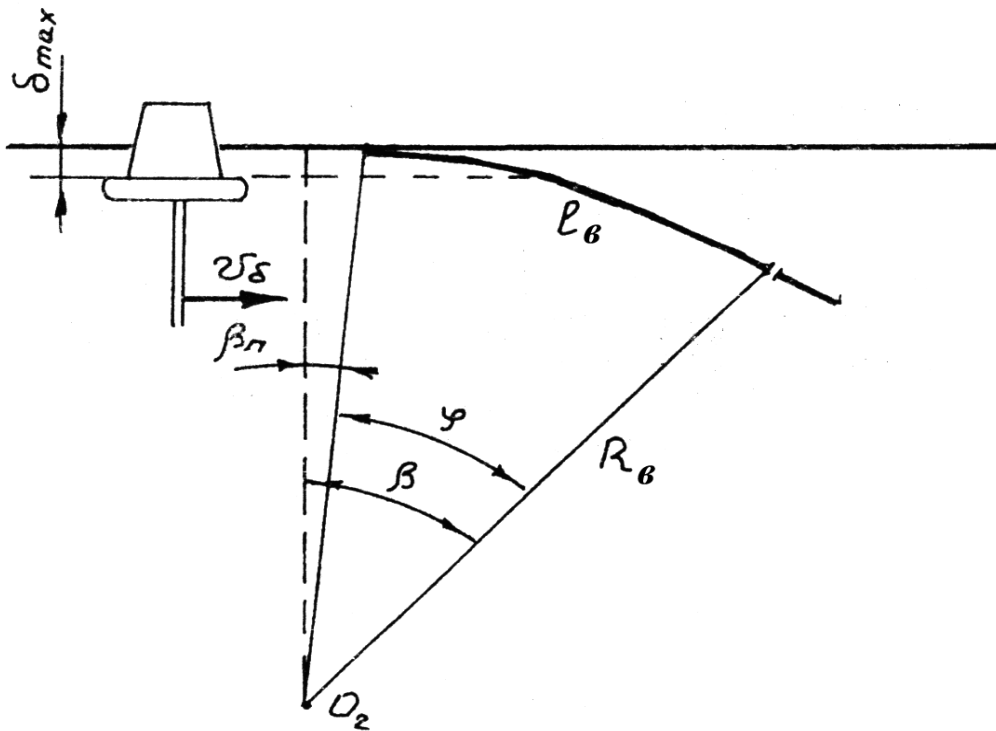


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема для визначення параметрів криволінійного гостряка

При вході на стрілку колесо вдаряється у гостряк, який веде на бокову колію. При цьому виникає надлишок кінетичної енергії (ефект удару). Допустиме значення ефекту удару в гостряк нормується величиною  $W_e = 0,225$  м/с.

Після удару в гостряк здійснюється рух по криволінійному гостряку та далі по перевідній кривій. При цьому виникають центробіжні прискорення, відповідно,  $j_0$  і  $\gamma_0$ , які при  $R_n = R_e$  можливо прийняти рівними:  $j_0 = \gamma_0 = 0,3 \div 0,4$  м/с<sup>2</sup>.

При відомій швидкості руху на бокову колію  $V_6$  радіус гостряка визначається з виразу

$$R_e = \frac{V_6^2}{j_0} . \quad (2.1)$$

Початковий кут розраховується з тригонометричної функції

$$\sin \beta_n = \frac{1}{V_6} \sqrt{W_0^2 - 2\delta_{\max} \cdot j_0} , \quad (2.2)$$

де  $\delta_{max}$  - максимальний зазор між колесом та рамною рейкою, з яким воно підходить до гостряка,  $\delta_{max} = 36$  мм.

Якщо підставити в формулу (2.2) цифрові значення параметрів, то можемо отримати спрощений розрахунковий вираз (при  $j_0 = 0,4$  м/с<sup>2</sup>)

$$\sin \beta_n = \frac{0,147733}{V_0},$$

після чого знаходимо величину  $\beta_n$  (в градусах, хвилинах і секундах), як  $\arcsin \beta_n$  та  $\cos \beta_n$ .

Далі визначається центральний кут  $\varphi$  з виразу (в градусах і частках градусу)

$$\varphi = \frac{\ell_e \cdot 180}{\pi \cdot R_e} \cdot \quad (2.3)$$

Величина  $\varphi$  переводиться в градуси, хвилини і секунди.

При відомих значеннях  $\beta_n$  і  $\varphi$  обчислюється загальний стрілочний кут  $\beta$  як сума кутів  $\beta_n$  і  $\varphi$ , а також знаходиться величина  $\sin \beta$ .

### 2.3.2 Визначення довжини рамної рейки

Довжина рамної рейки  $l_{pp}$  визначається, згідно з рисунками 2.3, як сума трьох його відрізків: переднього вильоту  $q$  (від вістря гостряка до переднього стику рамної рейки), проекції криволінійного гостряка на напрямок прямої рамної рейки  $l'_e$  і заднього вильоту  $q_1$  (від кінця проекції гостряка до заднього стику рамної рейки)

$$l_{pp} = q + l'_e + q_1. \quad (2.4)$$

Передній виліт рамної рейки визначається з умови раціонального розкладання перевідних брусів

$$q = n_1 a + \frac{c - \delta}{2} - \varepsilon, \quad (2.5)$$

де  $n_1$  - кількість прольотів між осями перевідних брусів,  $n_1$  приймається від 5 до 10;

$a$  - проміжний проліт,  $a$  приймається відповідно від 500 до 550 мм;

$c$  - стиковий проліт, для рейок типу P50  $c = 440$  мм, P65 - 420 мм;

$\delta$  - стиковий зазор,  $\delta = 8$  мм;

$\varepsilon$  - випередження вістря гостряка за вісь першого флюгаркового бруса,  $\varepsilon = 41$  мм.

Проекція гостряка  $l'_6$  визначається з виразу

$$l'_6 = R_6 (\sin \beta - \sin \beta_n). \quad (2.6)$$

Задній виліт визначається з умови

$$q_1 = a n_2 + c, \quad (2.7)$$

де  $n_2$  приймається від 1 до 5 прольотів.

Довжини рамних рейок прямої та бокової колії приймаються однаковими.

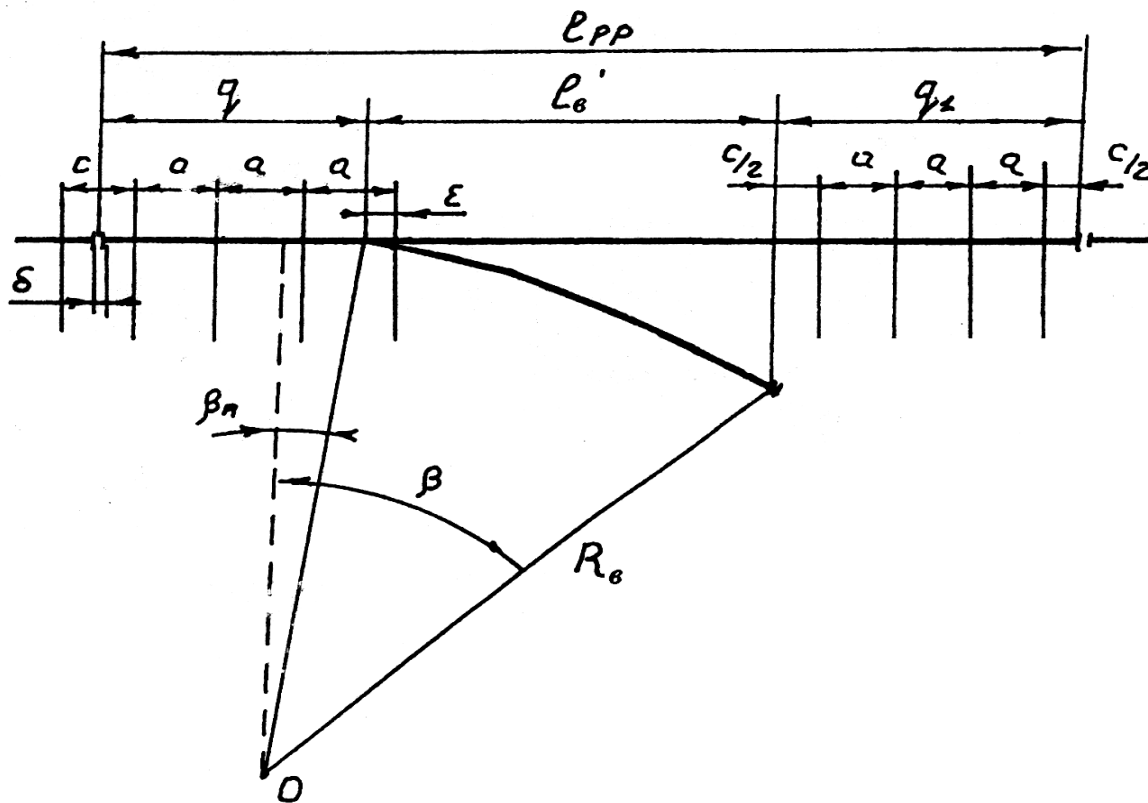


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема для визначення довжини рамної рейки

## 2.4 Визначення розмірів хрестовини

В курсовій роботі визначаються теоретичні розміри передньої  $n$  та хвостової  $p$  частин хрестовини (див. рисунок 2.4), величина яких залежить від кута хрестовини, типу рейок і конструкції хрестовини.

Розміри  $n$  і  $p$  обчислюються за формулами

$$n = \frac{l_n}{2} + d_1 N - x, \quad (2.8)$$

$$p = d_2 N, \quad (2.9)$$

де  $l_n$  - довжина накладки;

$d_1$  - відстань між робочими гранями вусовиків, яка забезпечує постановку першого стикового болта;

$x$  - відстань від торця накладки до осі першого болтового отвору;

$N$  - знаменник марки хрестовини;  
 $d_2$  - відстань між робочими гранями осердя хрестовини, яка забезпечує примикання до нього рейок.

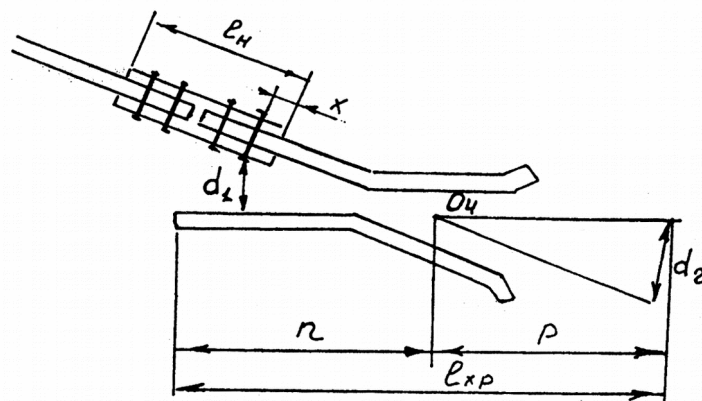


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема для визначення розмірів хрестовини

Розрахункові значення параметрів хрестовини наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахункові значення параметрів

Тип рейок	Значення параметрів, мм			
	$l_H$	$d_1$	$x$	$d_2$
P50	820	240	50	205
P65	800	250	80	230

Після визначення величин  $n$  і  $p$  знаходиться теоретична довжина хрестовини

$$l_{\text{теор}} = n + p. \quad (2.10)$$

## 2.5 Визначення довжини прямої вставки

Пряма вставка (від кінця перевідної кривої до математичного центра хрестовини) призначена для забезпечення прямолінійного напрямку руху колісних пар до входу в горло хрестовини.

Довжина прямої вставки  $d$  (див. рисунок 2.1) визначається з умов розміщення в рейковій колії  $S_0$  проєкцій криволінійного гостряка, перевідної кривої (при  $R_n = R_e$ ), а також прямої вставки на вертикальну вісь

$$S_0 = R_e (\cos \beta_n - \cos \alpha) + d \sin \alpha. \quad (2.11)$$

Звідки довжина прямої вставки визначається з формули

$$d = \frac{1}{\sin \alpha} (S_0 - R_e (\cos \beta_n - \cos \alpha)). \quad (2.12)$$

Значення  $d$ , яке визначено за формулою (2.12), не повинно бути меншим ніж  $d_{min}$ , яке визначається з умови

$$d_{min} = n + \frac{l_n}{2}. \quad (2.13)$$

Якщо отримане за формулою (2.12) значення  $d < d_{min}$ , то для подальших розрахунків слід прийняти  $d = d_{min}$  та обчислити нове значення радіуса перевідної кривої. В цьому випадку радіус гостряка  $R_e$  не буде дорівнювати радіусу перевідної кривої  $R_n$ , як це було прийнято на початку розрахунку.

Зміна радіуса з  $R_e$  на  $R_{II}$  відбувається у корені гостряка. Нове значення радіуса перевідної кривої визначається за формулою

$$R_{II} = \frac{S_0 - R_e (\cos \beta_n - \cos \beta) - d_{min} \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha}. \quad (2.14)$$

У цьому випадку подальші розрахунки повинні виконуватись з урахуванням двох радіусів  $R_e$  і  $R_{II}$ .

## 2.6 Визначення основних і осьових розмірів стрілочного переводу

До основних розмірів відносяться теоретична  $L_m$  і загальна (практична)  $L_n$  довжина стрілочного переводу.

Теоретична довжина  $L_m$  (відстань від початку гостряка до математичного центра хрестовини) визначається проектуванням криволінійного гостряка, перевідної кривої та прямої вставки на горизонтальну вісь (див. рисунок 2.1) за формулою

$$L_m = R_\epsilon (\sin\alpha - \sin\beta_n) + d \cos\alpha, \text{ якщо } d \geq d_{min}, \quad (2.15)$$

$$L_m = R_\epsilon (\sin\beta - \sin\beta_n) + R_{II} (\sin\alpha - \sin\beta_n) + d_{min} \cos\alpha, \text{ якщо } d < d_{min}.$$

Загальна (практична) довжина  $L_n$  (відстань від переднього стику рамної рейки до заднього стику хрестовини) визначається з виразу

$$L_n = q + L_n + p. \quad (2.16)$$

До осьових (розбивочних) розмірів відносяться відстані від центра переводу до: а) початку гостряків –  $a_o$ ; б) початку рамних рейок –  $a$ ; в) математичного центра хрестовини –  $\epsilon_o$ ; г) стику хвостової частини хрестовини –  $\epsilon$ , а також відстані  $f_o$  і  $f$ , які визначають положення граничного стовпчика (граничний стовпчик встановлюється там, де відстань між осями прямої та бокової колії досягає 4100 мм).

Ці розміри встановлюються за формулами

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_o &= \frac{S_o}{2tg\alpha/2} \approx S_o N; & a_o &= L_m - \epsilon_o; \\ \epsilon &= \epsilon_o + p; & a &= a_o + q; \\ f &= \frac{4100}{2tg\alpha/2} \approx 4100 N; & f_o &= f - \epsilon_o. \end{aligned} \right\} \quad (2.17)$$

## 2.7 Визначення довжини рейок з'єднувальних колій

У звичайному поодинокому стрілочному переводі використовуються рейки як стандартної довжини  $l_{cm}$  (12,5 і 25 м), так і рейки меншої довжини – рейкові рубки, довжина яких не повинна бути менше, ніж 4,5 м (рисунок 2.5). Якщо довжина

рубок виявляється меншою 4,5 м, то довжина стандартних рейок зменшується на половину.

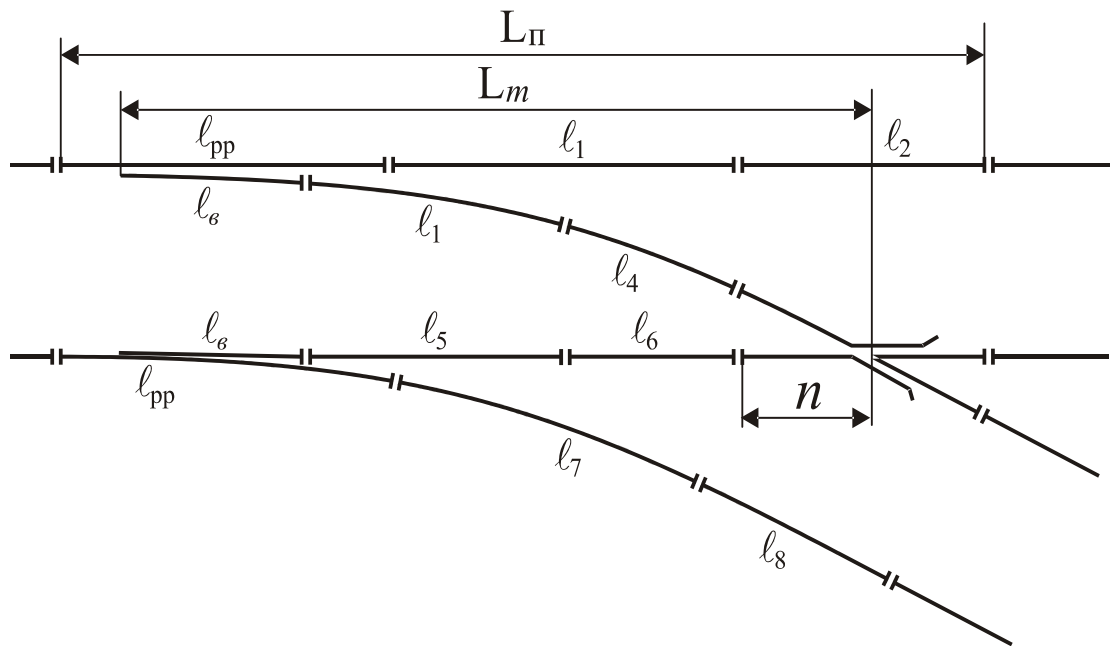


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема для визначення довжини рейок з'єднувальних колій

Рейки, які примикають до хрестовини та знаходяться напроти неї, приймають стандартної довжини

$$l_2 = l_4 = l_6 = l_8 = l_{ст.}$$

Довжина рейки, яка примикає до рамної рейки по прямій колії,

$$l_1 = L_n - l_{PP} - l_2 - 2\delta. \quad (2.18)$$

Довжина рейки, яка примикає до кореня гостряка по прямій колії,

$$l_5 = L_T - l_6 - l_6 - n - 3\delta. \quad (2.19)$$

де  $\delta$  – стиковий зазор,  $\delta = 8$  мм.

З навчальною метою можна прийняти, що

$$l_7 \approx l_1 \quad l_2 \approx l_5.$$



## 2.8 Побудова схеми розбивки стрілочного переводу

Схема розбивки (рисунок 2.6), креслиться на міліметровій в масштабі 1:50.

Схема накреслюється на основі отриманих розрахунком величин. При побудові схеми на креслення наносять вісь прямої колії переводу, відзначають на ній центр переводу і від нього відкладають осьові розміри  $a$ ,  $b$ ,  $a_o$ ,  $b_o$ , після чого визначають положення математичного центра хрестовини, яке характеризується величинами  $e_o$  та  $S_o/2$ .

З математичного центра хрестовини описують дугу радіусом  $S_o/2$  і, проводячи до неї дотичну з центра переводу, знаходять напрямки осей бокової колії. Після цього накреслюють стрілочний перевід і розмічають на ньому стики. На кресленні вказують всі розміри, які були розраховані, а також стики рейок з'єднувальних колій і довжину всіх рейок, з яких складається перевід.

## 3 Розроблення організації основних робіт при модернізації колії

Перед виконанням даного розділу необхідно опрацювати відповідні розділи підручників [2, 5], а також [6].

При виконанні модернізації та капітального ремонту колії роботи поділяються на підготовчі, основні та опоряджувальні.

В сучасних умовах, в залежності від тривалості “вікна”, переліку машин, які застосовуються (в основному щибенеочисні – БМС, ЩОМ, РМ-80 та ін.), використовуються різноманітні технології. При цьому у всіх технологічних процесах в основних роботах виконується розбирання існуючої рейко-шпальної решітки та укладання нової рейко-шпальної решітки.

При використанні в технологічному процесі машин для глибокого очищення щебеню (RM-80 та подібні), зважаючи на невисоку (в порівнянні з темпом заміни рейко-шпальної решітки) продуктивність, основні роботи виконуються в два етапи:

- на першому етапі замінюється рейко-шпальна решітка;
- на другому етапі, по заново укладеній решітці, в окремі “вікна” виконується очищення баласту.

В цьому розділі курсової роботи розглядаються тільки елементи організації виконання основних робіт із заміни рейко-шпальної решітки, при цьому необхідно визначити:

- а) фронт робіт у “вікно”;
- б) необхідну тривалість “вікна”.

В додатку А наведені необхідні вихідні дані:

- задана програма ремонту колії  $Q$ , км;
- термін виконання програми  $T$ , дн.;
- періодичність надання “вікон”  $n$ ;
- витрати часу на розгортання робіт  $t_p$ , хв.

### **3.1 Перелік і послідовність робіт, які виконуються при заміні рейко-шпальної решітки**

При виконанні основних робіт у “вікно” застосовується потоковий спосіб організації робіт, при якому бригади монтерів колії поділяються на групи для виконання окремих операцій послідовно по всьому фронту.

В прийнятій технології роботи виконуються в такій послідовності:

- 1) розболчування стиків – виконується групою монтерів колії вручну;
- 2) розбирання колії – виконується колієукладальним краном УК 25/9-18;
- 3) розпушування засміченого баласту та його планування з використанням відповідно трактора та автогрейдера;
- 4) укладання нової рейко-шпальної решітки з допомогою крана УК-25/9-18;
- 5) встановлення накладок, зболчування стиків та грубе рихтування колії виконується групою монтерів колії з використанням електрогайкових ключів та моторних гідрорихтувальників;
- б) заготовлення та укладання рейкових рубок (рейок нестандартної довжини) виконується групою монтерів колії з застосуванням електроінструменту;

7) вивантаження щебеню та його дозування з допомогою хопер-дозаторного состава;

8) виправлення, рихтування та суцільне підбивання колії машиною ВПО-3000.

### 3.2 Визначення протяжності фронту робіт у «вікно»

Основними в комплексі капітального ремонту колії є роботи, виконання яких пов'язане з порушенням міцності і стійкості колії або із застосуванням важких колійних машин. Для виконання цих робіт виділяються «вікна» в графіках руху поїздів. Тривалість їх визначається спеціальними розрахунками. Початковою величиною для виконання цих розрахунків є протяжність ділянки колії, на якій роботи виконуються протягом «вікна» (фронт робіт). Цю величину можна визначити з виразу

$$l_{\phi} = n \cdot l_c, \quad (3.1)$$

де  $n$  – періодичність надання «вікон»;

$l_c$  – добова продуктивність ремонту колії.

«Вікна» для виконання ремонтів колії надаються з певною періодичністю: при щоденному наданні  $n = 1$ , при наданні через день  $n = 2$ , через два дні  $n = 3$ .

Добова продуктивність ремонтів колії  $l_c$  визначається виходячи із загальної протяжності ділянки ремонту  $h$  (км) і встановленого терміну виробництва робіт  $D_p$ .

$$l_c = \frac{h \cdot 1000}{D_p - 0,1D_p} \quad \text{м/доб}, \quad (3.2)$$

де  $0,1D_p$  – втрати робочих днів через погодні умови та з інших причин.

Отримане розрахунком значення  $l_{\phi}$  округляється до найближчого більшого значення, кратного 50 м.

### 3.3 Розрахунок необхідної тривалості «вікна»

Необхідну тривалість «вікна» для виконання основних робіт з капітального ремонту колії можна визначити з виразу

$$t_n = t_p + t_y + t_z, \quad (3.3)$$

де  $t_p$  - час на розгортання робіт перед укладанням колії;

$t_y$  - час на укладання на ділянці  $l_\phi$  ланок нової рейко-шпальної решітки;

$t_z$  - час на згортання робіт (приведення колії до стану, який забезпечує рух поїздів з встановленою швидкістю, та відкриття перегону).

При розрахунках тривалості «вікна» за одиницю часу приймається хвилина.

На рисунку 3.1 надається схема розрахунку тривалості «вікна» для основних робіт на ділянці  $l_\phi$ . Згідно з цією схемою, час на розгортання робіт  $t_p$  складається з інтервалів між початками суміжних робіт та інтервалу часу перед початком роботи колієукладальника

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4. \quad (3.4)$$

Інтервал  $t_1$  між початком «вікна» і початком роботи бригади з розрізання рейкових плітей визначається з витрат часу на оформлення закриття перегону  $t_{зп}$  та проходження першого робочого поїзда від станції до місця виконання робіт  $t_{пр}$

$$t_1 = t_{зп} + t_{пр}, \quad (3.5)$$

де  $t_{зп} = 5$  хв,  $t_{пр}$  визначається як

$$t_{пр} = 1,5l + 2, \quad (3.6)$$

де 1,5 - час на проходження 1 км із середньою швидкістю 40 км/год, хв;

$l$  - відстань від станції до місця виконання робіт,  $l = 5$  км;

2 - час на розгін та сповільнювання робочого поїзда, хв.

Інтервал  $t_2$  між початком роботи бригади з розрізання плитей і початком роботи розбирального поїзда визначає час, протягом якого бригада виконує роботу на ділянці зі швидкістю  $V_{\text{раб}} = 1,5$  км/год для того, щоб швидше приступив до роботи розбиральний поїзд,

$$t_2 = \frac{l_1 \cdot 60}{V_{\text{раб}} \cdot 1000} \cdot \quad (3.7)$$

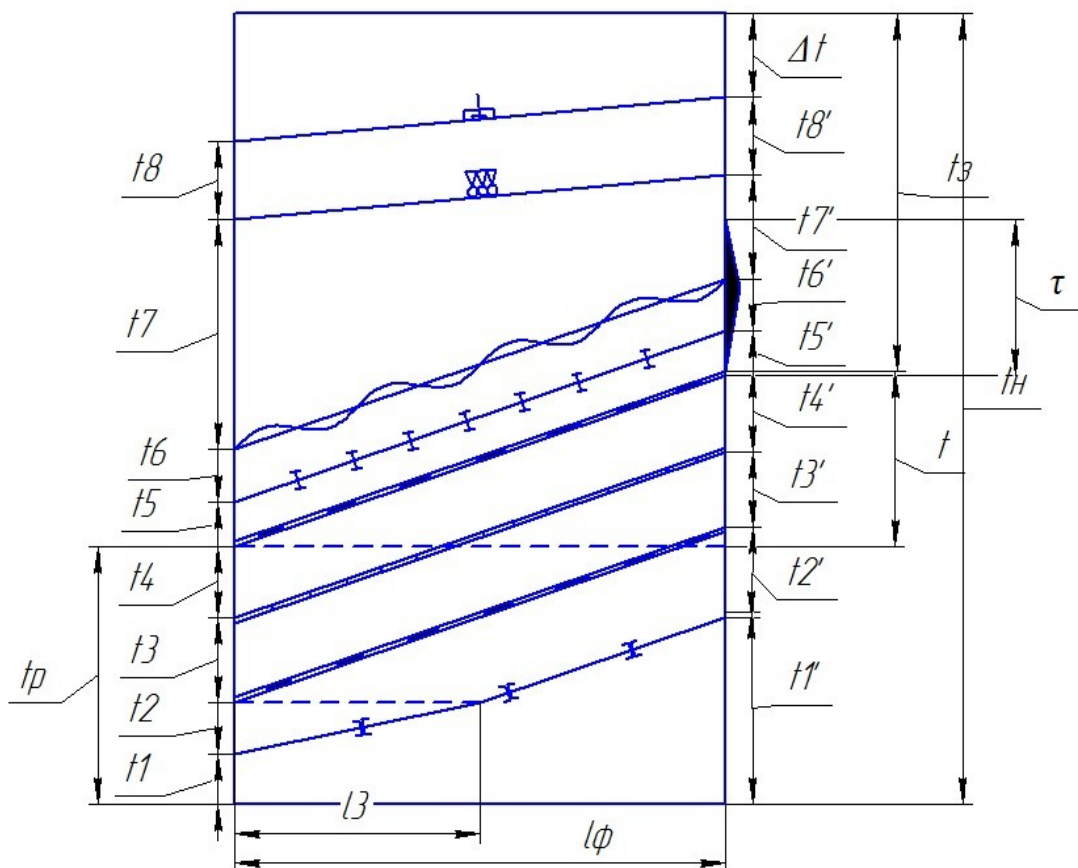


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема для визначення необхідної тривалості «вікна»

У подальшому робота із розрізання плитей виконується повільніше – у темпі укладального поїзда для того, щоб не було великого розриву між цією бригадою та розбиральним поїздом.

Довжина ділянки  $l_1$  складається з інтервалу безпеки 50 м між бригадою та розбиральним поїздом, довжини розбирального поїзда  $l_{\text{рп}}$ , довжини першої ланки  $l_{\text{л}}$ , що знімається (25 м),

$$l_1 = l_{\text{л}} + l_{\text{рп}} + 50. \quad (3.8)$$

Довжина розбирального поїзда визначається як

$$l_{\text{рп}} = l_{\text{ук}} + (K \cdot n_{\text{пак}} + 2) \cdot l_{\text{пл}} + l_{\text{лок}}, \quad (3.9)$$

де  $l_{\text{ук}}$  - довжина платформи укладального крана,  $l_{\text{ук}} = 20$  м;  
 $n_{\text{пак}}$  - кількість пакетів ланок;  
 $K$  - кількість платформ розбирального крана для одного пакета ланок при  $l_{\text{л}} = 25$  м  $K = 2$ ;  
 $2$  - кількість моторних платформ розбирального поїзда;  
 $l_{\text{пл}}$  - довжина платформи,  $l_{\text{пл}} = 15$  м;  
 $l_{\text{лок}}$  - довжина локомотива,  $l_{\text{лок}} = 30$  м.

Пакет – це визначена кількість ланок рейко-шпальної решітки, яка навантажена на зчеп з двох платформ при  $l_{\text{л}} = 25$  м. Кількість пакетів ланок  $n_{\text{пак}}$ , які повинні бути навантажені на платформи на дільниці  $l_{\text{ф}}$ , складає

$$n_{\text{пак}} = \frac{l_{\text{ф}}}{l_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}}, \quad (3.10)$$

де  $n_{\text{л}}$  - кількість ланок у пакеті,  $n_{\text{л}} = 5$ .

Інтервал  $t_3$  між початками роботи розбирального поїзда і плануванням баласту визначається за формулою

$$t_3 = \alpha \frac{l_2}{l_{\text{л}}} m + t_{\text{заб}}, \quad (3.11)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт непродуктивних трат часу,  $\alpha = 1,1$ ;  
 $l_2$  - інтервал безпеки між розбиральним поїздом та автогрейдером,  $l_2 = 50$  м;  
 $l_{\text{л}}$  - довжина ланки, що знімається;  $l_{\text{л}} = 25$  м;  
 $m$  - технічна норма часу на знімання однієї ланки,  $m = 1,7$  хв;  
 $t_{\text{зар}}$  - час на виїзд машини планувальника на полотно та приведення її в робочий стан  $t_{\text{зар}} = 20$  хв.

Протягом інтервалу часу  $t_4$  автогрейдера, який працює в темпі розбирального поїзда, бригада повинна віддалитися на

відстань  $l_3$ , яка складається з інтервалу безпеки (50 м) і довжини першої ланки, що укладається (25 м). Тоді

$$t_4 = \alpha \frac{l_3}{l_e} m, \quad (3.12)$$

Тут всі позначення колишні.

Час на укладання колії (провідна операція) визначається за формулою

$$t_5 = \alpha \frac{l_5}{l_e} m. \quad (3.13)$$

Приймаючи як розрахунковий варіант, при якому в колію укладається та ж конструкція (ланкова колія на дерев'яних шпалах або безстикова колія на залізобетонних шпалах), встановлюється величина технічної норми часу на укладання однієї ланки

$$m=1,9 \text{ хв при } l_{л} = 25 \text{ м};$$

$$m=1,39 \text{ хв при } l_{л} = 12,5 \text{ м.}$$

Час  $t_3$  на згортання робіт – після укладання останньої ланки укладальним поїздом до закінчення “вікна” – визначається за формулою

$$t_3 = t'_5 + t'_6 + t'_7 + t'_8 + \Delta t \quad \text{чи} \quad t_3 = \tau + t'_8 + \Delta t, \quad (3.14)$$

де  $t'_i$  - інтервали часу між закінченнями суміжних робіт після укладання останньої ланки;

$\Delta t$  - інтервал часу між закінченням роботи машини ВПО-3000 і закінченням "вікна";

$\tau$  - час на заготовлення і укладання рейкових рубок.

Інтервал часу  $t'_5$  між закінченнями роботи укладального поїзда і бригади зі зболчування стиків визначається за формулою



$$t'_3 = \alpha \frac{l_4}{l_\varphi} m, \quad (3.15)$$

де  $l_4$  - відстань, на якій бригада повинна зболтити стики після укладання останньої ланки.

$$l_4 = l_{\text{аіе}} + 50, \quad (3.16)$$

де  $l_{\text{гол}}$  - довжина головної частини укладального поїзда, яка складається з укладального крана та з платформ, на яких є запас пакетів ланок для безперервної роботи укладальника.

Інтервал  $t'_6$  - час між закінченнями робіт зі зболчування стиків і рихтуванням колії, необхідний для забезпечення технологічної відстані між бригадами, (5 хв).

Хопер-дозаторний состав, який рухається наприкінці фронту робіт з робочою швидкістю 4 км/год, повинен вивантажити протягом інтервалу  $t'_7$  баласт на ділянці  $l_6$ , довжина якого визначається з урахуванням організації роботи укладального поїзда. Для того щоб швидше приступили до роботи бригади, які зболчують стики і рихтують колію (скорочує тим загальну тривалість "вікна"), укладальний поїзд поділяється на головну і живильну частини. У проміжку між частинами поїзда працюють бригади, які зболчують стики та рихтують колію.

Між головною та живильною частинами курсують мотоплатформи, які доставляють до головної частини пакети нових ланок.

Тоді відстань  $l_6$  визначається як, м,

$$l_6 = l_{\text{рих}} + l_{\text{ж}} + 100, \quad (3.17)$$

де  $l_{\text{рих}}$  - ділянка, яку займає бригада з рихтування,  $l_{\text{рих}} = 100$  м;

$l_{\text{ж}}$  - довжина живильної частини укладального поїзда;

100 - сума інтервалів безпеки між бригадою з рихтування, живильною частиною та хопер-дозаторним составом.

Довжина живильної частини визначається як

$$l_{ж} = l_{уп} - l_{гол}, \quad (3.18)$$

де  $l_{уп}$  - довжина укладального поїзда.

З врахуванням прийнятого раніше варіанта, при якому в колію укладаються ті самі конструкції верхньої будови, довжина поїзда укладання дорівнює довжині розбірного.

Тоді інтервал  $t_7'$  можна визначити як

$$t_7' = \frac{l_6 \cdot 60}{V_{дін} \cdot 1000} + t_{дїсд}, \quad (3.19)$$

де  $t_{розр}$  – час на приведення хопер-дозаторного складу в транспортне положення, 7 хв.

Закінчення роботи хопер-дозаторного складу не може статися раніше закінчення роботи із заготовлення і укладання рейкових рубок. Рейковими рубками називаються рейки нестандартної довжини, які в даному випадку служать для з'єднання відремонтованої ділянки залізниці з невідремонтованими.

Час  $\tau$ , необхідний для виконання цієї роботи, залежить від типу рейок, що укладаються в колію:

при рейках	P50	$\tau=17$ хв;
	P65	$\tau=20$ хв;
	P75	$\tau=22$ хв.

Таким чином, інтервал часу від закінчення укладання колії до закінчення роботи хопер-дозаторного складу буде дорівнювати

$$\text{чи } \begin{cases} t_5' + t_6' + t_7', & \text{якщо } t_5' + t_6' + t_7' > \tau, \\ \tau, & \tau > t_5' + t_6' + t_7'. \end{cases}$$

Протягом часу  $t_8'$  повинна бути закінчена робота з виправлення колії машиною ВПО-3000 на ділянці  $l_7$ .

$$t_8' = \frac{l_7 \cdot 60}{V_{дін} \cdot 1000}, \quad (3.20)$$

де  $V_{ВПО}$  - робоча швидкість машини ВПО-3000,  $V_{ВПО} = 2$  км/год.

У свою чергу

$$l_7 = l_{бп} + 50, \text{ м}, \quad (3.21)$$

де  $l_{бп}$  - довжина хопер-дозаторного состава;

50 - інтервал безпеки між хопер-дозаторним составом та машиною ВПО-3000.

Довжина хопер-дозаторного состава визначається з формули

$$l_{бп} = l_{лок} + l_{ТВ} + n_{хд} \cdot l_{хд}, \quad (3.22)$$

де  $l_{лок}$  - довжина локомотива,  $l_{лок} = 30$  м;

$l_{ТВ}$  - довжина вагона для відпочинку бригади, яка обслуговує состав,  $l_{ТВ} = 20$  м;

$n_{хд}$  - потрібна кількість хопер-дозаторів у составі;

$l_{хд}$  - довжина одного хопер-дозатора,  $l_{хд} = 10$  м.

При виконанні основних робіт з капітального ремонту колії на 1 км вивантажується  $600 \text{ м}^3$  щебеню. Тоді

$$n_{оа} = \frac{600 \cdot l_{о}}{1000 \cdot q_{оа}}, \quad (3.23)$$

де  $q_{хд}$  - ємність одного хопер-дозатора,  $q_{хд} = 36 \text{ м}^3$ .

Час  $\Delta t$  (формула (3.13)) визначається з урахуванням витрат часу на приведення машини ВПО-3000 у транспортний стан ( $t_{раз}$ ), на проходження машини на станцію та на оформлення відкриття перегону наказом диспетчера, хв,

$$\Delta t = t_{раз} + t_{іо} + t_{ар}, \quad (3.24)$$

де  $t_{раз}$  - час на приведення машини ВПО-3000 у транспортний стан,  $t_{раз} = 8$  хв;

$t_{іо}$  - час на проходження машини на станцію (формула (3.6)),  
 $t_{іо} = 8$  хв;

$t_{ВП}$  - час на відкриття перегону,  $t_{ВП} = 5$  хв.

Після визначення складових формули (3.3) визначаємо величину  $t_n$ .

### **3.4 Побудова графіка основних робіт у "вікно"**

За результатами виконаних розрахунків (див. таблицю 3.1) будуємо графік виконання основних робіт у "вікно". Графік надано на рисунку 3.2.

На горизонтальній осі координат відкладається відстань фронту робіт  $l_\phi$  м, на вертикальних осях (їх дві, по кінцях ділянки робіт) – час, хв.

На лівій осі графіка подається сітка часу (години і хвилини).

В першу чергу на графіку відкладається встановлена тривалість "вікна". Потім на лівій осі відзначаються час початків усіх операцій, на правій – час закінчень робіт. Точки початків і закінчень робіт з'єднуються лініями з умовними позначеннями, які прийняті у типових технологічних процесах.

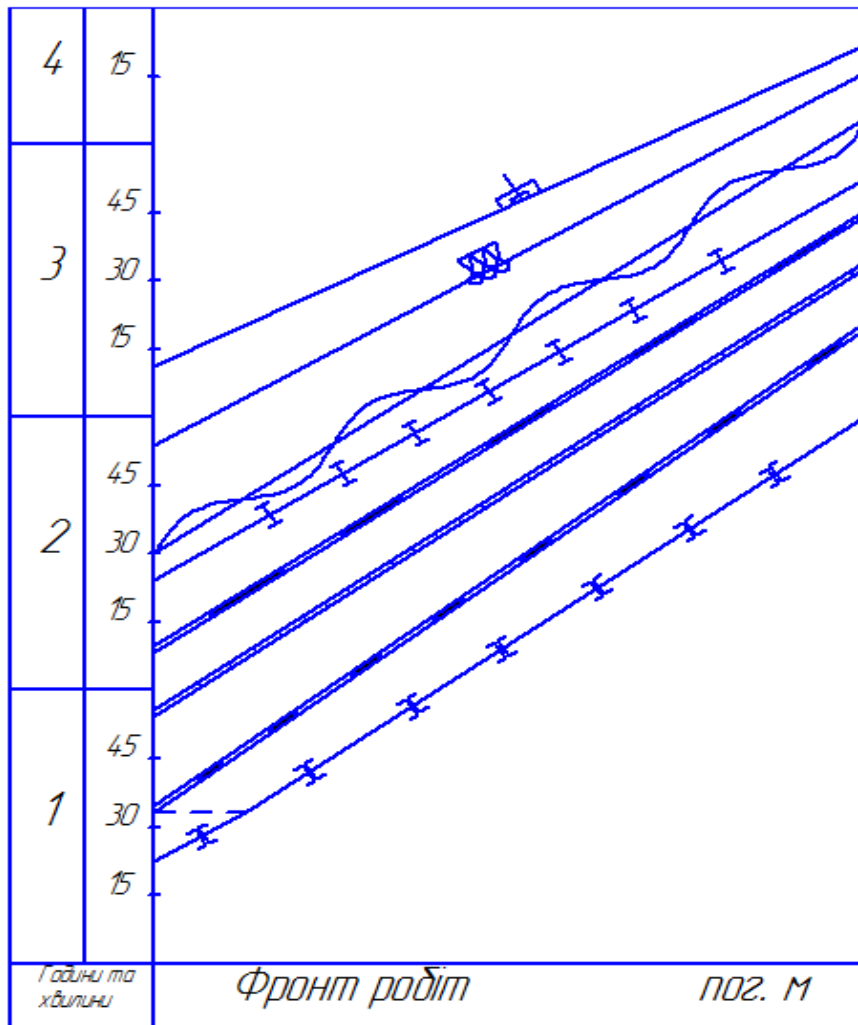


Рисунок 3.2 – Графік виконання основних робіт у «вікно»

**Умовні позначення:**

- розболчування стиків (розрізання плітей);
- зболчування стиків;
- розбирання колії;
- рихтування колії;
- очищення баласту планувальником;
- вивантаження щебеню ХДС;
- укладання колії;
- виправлення колії машиною ВПО-300.

Для побудови графіка необхідно знати час початків і закінчень кожної операції, який визначається інтервалами часу між початками  $t_i$  та закінченнями  $t_i'$  суміжних робіт.

Інтервали часу між початками суміжних робіт, які виконуються після роботи укладального поїзда, визначаються таким чином.

Інтервали часу між початками укладання колії та зболчуванням стиків  $t_5$  і початками зболчування та рихтування  $t_6$  дорівнюють відповідним інтервалам між закінченнями цих робіт, оскільки ці роботи виконуються зі швидкістю укладального поїзда.

Протягом інтервалу часу  $t_7$  між початком роботи бригади з рихтування колії і початком роботи хопер-дозаторного состава бригада з рихтування, яка працює зі швидкістю укладального поїзда, повинна віддалитися на відстань  $l_6$  (формула (3.17)).

Тоді

$$t_7 = \alpha \frac{l_7}{l_E} m, \quad (3.25)$$

Усі позначки попередні.

Хопер-дозаторний состав, який на початку фронту робіт рухається зі швидкістю укладального поїзда, повинен пройти відстань  $l_7$  (формула (3.21)) протягом інтервалу  $t_8$

$$t_8 = \alpha \frac{l_7}{l_E} m. \quad (3.26)$$

Інтервал  $t'_1$  від початку "вікна" до закінчення роботи бригади з розболчування стиків (або розрізання плітей) визначається як:

$$t'_1 = t_1 + t_2 + \alpha \frac{l_\phi - l_1}{l_E} m. \quad (3.27)$$

Як відзначалось, на ділянці  $l_1$  бригада працює зі швидкістю 1,5 км/год протягом часу  $t_2$ , а потім на ділянці  $l_\phi - l_1$  – в темпі розбирального поїзда. На графіку лінія, яка відповідає виконанню роботи з розболчування стиків, на ділянці  $l_\phi - l_1$  буде паралельна лінії, що відповідає роботі розбирального поїзда.

Протягом інтервалу  $t_2'$  між закінченням роботи бригади з розболчування стиків і закінченням роботи розбирального поїзда колія буде розібрана на дільниці  $l_1$ , (формула (3.8))

$$t_8 = \alpha \frac{l_7}{l_E} m. \quad (3.28)$$

Оскільки роботи з розбирання колії, очищування баласту і укладання колії виконуються з однаковою швидкістю, інтервали між закінченнями робіт  $t_3'$  і  $t_4'$  дорівнюють відповідним інтервалам  $t_3$  і  $t_4$  між початками у цих робіт.

Тривалість роботи хопер-дозаторного состава та машини ВПО-3000 менша, ніж тривалість укладання колії, оскільки їх робоча швидкість вища. До моменту укладання останньої ланки вони працюють в темпі укладального поїзда, а після укладання рубок та виходу укладального поїзда з дільниці, яку він уклав, вони працюють з максимальною робочою швидкістю.

Робота тих поїздів відображається прямими лініями. Початок робіт визначається інтервалами  $t_7$  і  $t_8$ , закінчення  $t_7$  і  $t_8$ .

## **4 Організація робіт з очищення колій і прибирання снігу на станції**

Перед виконанням даної частини курсової роботи необхідно опрацювати розділи підручників [2, 5].

### **4.1 Основні положення організації робіт для запобігання сніговим заносам на перегонах і станціях**

Значна частина ділянок колії залізниць України підвладна сніговим заносам. При снігопадах і хуртовинах на колії виникають перемети, які заважають руху поїздів, утрудняється переведення стрілок, особливо централізованих.

За ступенем снігозаносності ділянки залізничної колії розподіляються на ті, що слабо заносяться, сильно заносяться і особливо сильно заносяться. Ступінь заносності з кожного боку

колії, як правило, різний. Ділянки, що особливо сильно заносяться, з кількістю снігу, що приноситься за зиму на 1 м колії понад 600 м<sup>3</sup>, на Україні не зустрічаються.

Роботи для запобігання снігових заносів полягають: на перегонах – у захисті колії від попадання на неї снігу, який переноситься при хуртовинах сніговітровим потоком, і в очищенні колії снігоочисниками; на станціях – у захисті станційних колій від попадання на них снігу й у прибиранні снігу, який випав чи був принесений вітром, за допомогою снігоприбиральних поїздів.

До засобів захисту колій від снігу, крім природного лісу, відносяться смугові захисні лісонасадження з кущів і дерев, постійні снігові огорожі висотою від 3 м і вище й переносні решітчасті щити розмірами 2x2 м або 2x1,5 м.

Засоби і способи захисту колії від снігових заносів при різному ступені снігозаносності наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Засоби захисту колії від снігових заносів

Ступінь снігозаносності ділянок (об`єм снігу, який приноситься за зиму), м <sup>3</sup> /м колії	Засоби захисту
<p>Ділянки, що слабо заносяться (до 100)</p> <p>Ділянки, що середньо заносяться (101-300)</p> <p>Ділянки, що сильно заносяться (301-600)</p>	<p>Односмугові лісонасадження, щити</p> <p>Дво-, трисмугові лісонасадження, снігові огорожі висотою 4-5 м</p> <p>Три-, чотирисмугові лісонасадження, два ряди постійних снігових огорож висотою до 5 м</p>

Захист великих станцій від снігу здійснюється за допомогою контурного і внутрішньостанційного захисту.

Контурний захист розташовується за межами станції по її периметру. Він служить для затримання снігу, який переноситься



на станційну територію з прилеглої місцевості, і може складатися з лісонасаджень, постійних снігових огорож і переносних щитів.

Внутрішньостанційний захист перешкоджає перенесенню снігу в межах великих станцій, які займають великі площі і які мають широкі міжпаркові простори, він розташовується на міжколійях і вільних площах між парками і може будуватися з типових і малогабаритних переносних щитів і лісозахисних смуг з низькорослих порід.

Роботи для запобігання і ліквідації заносів організуються за заздалегідь розробленим оперативним планом снігоборотьби, який містить в собі:

- схематичну карту огороження ділянок колії, які заносяться;
- відомість розміщення і організації роботи снігоочисників і снігоприбиральних поїздів;
- черговість і технологію очищення колій і прибирання снігу з урахуванням максимального використання техніки і забезпечення поїзної і маневрової роботи станції;
- маршрути вивезення зі станції снігу у місця його вивантаження;
- порядок використання засобів пневмообдувки і електричного обігрівання стрілок.

Докладне розроблення всього комплексу заходів для запобігання сніговим заносам є складним завданням. У даній частині курсової роботи вирішуються окремі питання оперативного плану, а саме:

- установа черговості очищення колій;
- визначення об'єму снігу, який прибирається з частини колій станцій;
- вибір типу снігоприбиральної машини і визначення тривалості її роботи;
- складання відомості виконання снігоприбиральних робіт на вільних коліях приймально-відправного парку і побудова графіка роботи снігоприбирального поїзда.

## **4.2 Установлення черговості очищення станційних колій і стрілочних переводів**

Всі станційні колії за черговістю їх очищення від снігу діляться на три черги.

До першої черги відносяться головні, гіркові, сортувальні колії і маневрові витяжки, приймально-відправні колії з розташованими на них стрілочними переводами, колії стоянок відновлювальних і пожежних поїздів, снігоочисників і снігоприбиральних поїздів, а також колії, які ведуть до складів палива і чергових пунктів контактної мережі. Ці колії і стрілки необхідно очищати від снігу негайно з моменту початку снігопаду і хуртовини.

До другої черги відносяться пакгаузні і навантажувальні колії, а також деповські колії (екіпірувальні та ін.), колії до матеріальних складів і майстерень.

До третьої черги - всі інші колії.

Очищення колії від снігу на проміжних станціях проводиться, як правило, снігоочисниками і колійними стругами. Прибирання снігу на сортувальних, дільничних і великих пасажирських станціях здійснюється снігоприбиральними поїздами.

Для правильного маневрування снігоприбиральними поїздами колії і стрілочні переводи кожного парку станції розбиваються на окремі зони.

Технологія прибирання снігу розробляється для кожного парку станції. Підсумкові дані по кожному парку (групі колій) зводяться у відомість.

### 4.3 Визначення об'єму снігу, який прибирається

Площа очищення снігу по одній колії, м<sup>2</sup>,

$$\omega_i = l_i \cdot v_{СЕР}, \quad (4.1)$$

де  $l_i$  - довжина і-тої колії, м;

$v_{СЕР}$  - середня ширина міжколійя, м.

Об'єм неущільненого снігу, який підлягає прибиранню з однієї колії, м<sup>3</sup>,

$$Q_i = \omega_i \cdot h_{\sigma\bar{N}}, \quad (4.2)$$

де  $h_{шс}$  - товщина шару снігу, м.

Загальний об'єм снігу  $m^3$ , який підлягає прибиранню з  $n$  колій парку,

$$Q_n = \sum_1^n Q_i \quad (4.3)$$

У курсовій роботі необхідно визначити об'єм снігу, який вивозиться з трьох колій приймально-відправного парку ( $n = 3$ ), при заданій довжині колій і товщині снігу.

#### 4.4 Вибір типу снігоприбиральної машини

Для очищення колій від снігу на роз'їздах, обгінних пунктах, проміжних станціях використовуються, як правило, снігоочисники (плугові снігоочисники СДП або колійні струги-снігоочисники). Технологія очищення полягає у послідовному проходженні снігоочисника по коліях станції з перевалкою снігу з однієї колії на іншу і відвалом його за межі крайніх колій під схил. Робоча швидкість снігоочисника при роботі на станції повинна бути до 40 км/год, струга – від 10 до 15 км/год.

Прибирання снігу (навантаження, вивезення і розвантаження) на дільничних, сортувальних і великих пасажирських станціях здійснюється снігоприбиральними поїздами і одновагонними снігоприбиральниками.

Найбільш розповсюдженим є снігоприбиральний поїзд типу СМ-2, у склад якого, крім локомотива, входять головна машина, проміжні і кінцевий піввагони. Головна машина є прибиральним агрегатом з робочими органами (щітковим живлювачем і підрізним ножем), які дозволяють очищати колії і стрілочні переводи без попередньої перевалки або накопичення снігу. Проміжний і кінцевий піввагони служать ємкостями для навантаження в них снігу, а останній, крім того, має розвантажувальні пристрої.

Самохідний снігоприбиральний поїзд типу СМ-3 є удосконаленою модифікацією поїзда типу СМ-2 і також складається з головної машини, проміжних і кінцевого

напіввагонів. Він не потребує локомотива, що підвищило маневреність цього поїзда в порівнянні з поїздом СМ-2; навантажувальна ємкість його вище, тому що додатково використовується ємкість головної машини; збільшена продуктивність збирального органу. Однак кількість таких поїздів ще недостатня.

Одновагонна самохідна машина СМ-4 призначена для очищення колій на невеликих станціях і в горловинах великих станцій. Завдяки високій маневровості вона на цих роботах більш економічна, ніж поїзди СМ-2 і СМ-3.

Снігоприбиральні поїзди і машини можуть самостійно обробляти почергово всі станційні колії, однак при великій кількості колій найбільш доцільним є використання снігоприбиральних поїздів у комплексі із снігоочисниками або стругами, коли одна частина колій очищається снігоприбиральними поїздами з наступним вивезенням і розвантаженням снігу, а інша – так само, як на проміжних станціях. Снігоочисники і струги можна використовувати також для накопичення снігу на одній із колій, з якої він потім прибирається снігоприбиральним поїздом.

Тип снігоприбиральної машини визначається з урахуванням об'єму снігу, який підлягає прибиранню.

У курсовій роботі необхідно вибрати тип снігоприбиральної машини (як правило, СМ-2 або СМ-3), навести характеристику вибраного снігоприбирального поїзда (див. таблицю 4.2).

Після вибору типу снігоприбиральної машини і кількості проміжних піввагонів у поїзді визначається навантажувальна місткість снігоприбирального поїзда  $q$ , м<sup>3</sup>, за формулою

$$q = q_{\text{ГОЛ}} + q_{\text{ПР}} \cdot m + q_{\text{К}}, \quad (4.4)$$

де  $q_{\text{ГОЛ}}$ ,  $q_{\text{ПР}}$ ,  $q_{\text{К}}$  – навантажувальна місткість відповідно головного, проміжного і кінцевого піввагонів;

$m$  – прийнята кількість проміжних піввагонів.

Таблиця 4.2 – Основні технічні дані снігоприбиральних поїздів і машин типу СМ

Показники	Снігоприбиральний поїзд						Одновагонна машина СМ-4
	СМ-2			СМ-3			
	головна машина	проміжний піввагон	кінцевий піввагон	головна машина	проміжний піввагон	кінцевий піввагон	
Максимальна висота снігу, який прибирається, м	0,8	-	-	0,9	-	-	0,8
Робоча швидкість, км/год	5÷10	-	-	10÷15	-	-	- 10÷15
Транспортна швидкість при вивезенні снігу, км/год	10÷20	-	-	10÷20	-	-	20÷30
Кількість рухомих одиниць в поїзді	1	1÷2	1	1	1÷2	1	1
Навантажувальна місткість рухомої одиниці, м <sup>3</sup>	-	125	80	100	125	60	140
Продуктивність при							

навантажен- ні, м <sup>3</sup> /Год	1200	-	-	1800	-	-	800
--	------	---	---	------	---	---	-----

#### 4.5 Визначення тривалості прибирання і вивезення снігу

Загальна тривалість прибирання і очищення заданої кількості станційних колій визначиться з виразу

$$T = T_{\text{ц}} \cdot n_p \quad (4.5)$$

де  $T_{\text{ц}}$  - тривалість одного циклу роботи снігоприбирального поїзда;

$n_p$  - кількість рейсів снігоприбирального поїзда, необхідна для очищення групи колій від снігу.

Величина  $T_{\text{ц}}$ , хв, визначається з виразу

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8, \quad (4.6)$$

де  $t_1$  - час, необхідний на установлення робочих органів (крил, ротора-живлювача, щіток та ін.), дорівнює 6 хв;

$t_2$  - час, необхідний на завантаження поїзда, хв;

$t_3$  - час на приготування маршруту прямування до місця вивантаження снігу, дорівнює 5 хв;

$t_4$  - час прямування до місця вивантаження, хв;

$t_5$  - час на установлення викидного транспортера в робочий стан, дорівнює 4 хв;

$t_6$  - час розвантаження поїзда, хв;

$t_7$  - час на установлення викидного транспортера в транспортне положення, дорівнює 4 хв;

$t_8$  - час прямування до фронту робіт для завантаження, хв.

Час завантаження снігоприбирального поїзда

$$t_2 = \frac{60qK_3}{\Pi_3 K_p}, \quad (4.7)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт заповнення снігоприбирального поїзда, можна прийняти 0,8-0,9, приймаємо  $K_3 = 0,85$ ;

$\Pi_3$  - продуктивність завантажувального органу снігоприбиральної машини,  $m^3/\text{год}$ ;

$K_p$  - коефіцієнт зниження продуктивності через нерівномірність розподілення снігу та його суцільність по довжині колії дорівнює 0,7.

Час прямування

$$t_4 = t_8 = \frac{60 \cdot L}{V_{\text{од}}}, \quad (4.8)$$

де  $L$  - відстань від місця навантаження до місця розвантаження, км;

$V_{\text{тр}}$  - транспортна швидкість снігоприбирального поїзда, км/год.

Час розвантаження

$$t_6 = \frac{q}{V_p}, \quad (4.9)$$

де  $V_p$  - швидкість розвантаження поїзда, дорівнює  $17 \text{ м}^3/\text{хв}$ .

Кількість рейсів снігоприбирального поїзда, необхідна для очищення групи колій від снігу, визначається з виразу

$$n_p = \frac{Q_n \gamma}{q K_3}, \quad (4.10)$$

де  $\gamma$  - коефіцієнт ущільнення снігу при навантаженні,  $\gamma$  може бути прийнятий від 0,4 до 0,5.

Кількість рейсів, необхідна для очищення однієї  $i$ -тої колії відповідно буде дорівнювати

$$n_{p^3} = \frac{Q_3 \gamma}{qK_3}. \quad (4.11)$$

Чисельні значення  $n_p$  і  $n_{pi}$  округлюються до цілого числа.

#### 4.6 Побудова графіка механізованого прибирання снігу зі станції

Для побудови графіка механізованого прибирання снігу необхідно визначити об'єм снігу, який потрібно прибрати з кожної колії, а потім визначити кількість рейсів і тривалість очищення кожної колії. Розрахунки необхідно виконувати в табличній формі аналогічно таблиці 4.3. Об'єм снігу  $Q_i$  по кожній колії визначається відповідно до п. 4.3, кількість рейсів  $n_{pi}$  – відповідно до п. 4.5, тривалість очищення кожної колії – шляхом множення отриманої кількості рейсів на тривалість  $T_{ц}$ .

Таблиця 4.3 – Розрахунок часу прибирання снігу зі станції

Номер колії	Довжина колії, яка очищується від снігу, м	Об'єм неущільненого снігу, м <sup>3</sup>	Кількість рейсів снігоприбирального поїзда, рейсів	Тривалість очищення колії, хв	Повна тривалість роботи снігоприбирального поїзда в групі колій, хв
1					
3					
5					

За результатами розрахунку  $T_{ц}$  і даних таблиці 4.3 будемо графік роботи снігоприбирального поїзда (рисунок 4.1).





## Список літератури

1 Коновалов Є.В., Козар Л.М. Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності.—Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 36 с.

2 Амелин С.В., Андреев Г.К. Устройство и эксплуатация пути. – М.: Транспорт, 1986.

3 Даренський О.М., Скорик О.О. Лінійні конструкції верхньої будови колії: Навч. посібник. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (№ 1.4/18-7-77 від 19.05.2006). – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – 112 с.

4 Даренський О.М. З'єднання та схрещення залізничних колій: Навч. посібник. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник. Для студентів вищих навчальних закладів (№ 1.4/18-Г-738 від 15.05.2007). – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 82 с.

5 Експлуатація залізничних колій: Навч. посібник. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом «Залізничний транспорт» (№1/11-1146 від 23 лютого 2010 року) / О.М. Даренський, В.Г. Вітольберг, Н.В. Бугаєць та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 164 с.

6 Тихомиров В.И. Содержание и ремонт железнодорожного пути: Учеб. для техникумов. – М.: Транспорт, 1987.

7 Збірник типових технологічних процесів капітального та середнього ремонтів залізничної колії. – Д.: Арт-Прес, 2000.

## Додаток А

### Початкові дані до курсової роботи

Дані для виконання курсової роботи наведені в таблиці А.1. Ця таблиця ділиться на дві частини: варіанти першого десятка ( $1 \div 10$ ) і варіанти другого десятка ( $11 \div 20$ ).

Варіанти  $1 \div 10$  призначені для студентів, які мають в останній частині навчального шифру однозначне, двозначне або багатозначне число з останньою цифрою або останніми цифрами в межах від 0 до 49, наприклад: 99-УПП-13, 99-УПП-227, 99-УПП-30 і т. ін.

Варіанти  $11 \div 20$  призначені для студентів, які мають в останній частині навчального шифру двозначне або багатозначне число з останніми цифрами в межах від 50 до 99, наприклад: 99-УПП-57, 99-УПП-168, 99-УПП-170 і т. ін.

Заданий для виконання курсової роботи варіант даних в тій чи іншій частині таблиці А.1 встановлюється за останньою цифрою навчального шифру.

Наприклад, у варіантах першого десятка:

- шифру 99-УПП-13 відповідає варіант № 3,
- “ - 99-УПП-227 - “ - “ - № 7,
- “ - 99-УПП-30 - “ - “ - № 10;

аналогічно, у варіантах другого десятка:

- шифру 99-УПП-57 відповідає варіант № 17,
- “ - 99-УПП-168 - “ - “ - № 18,
- “ - 99-УПП-170 - “ - “ - № 20.

Курсова робота, яка виконана не за заданим варіантом, не розглядається і не рецензується.





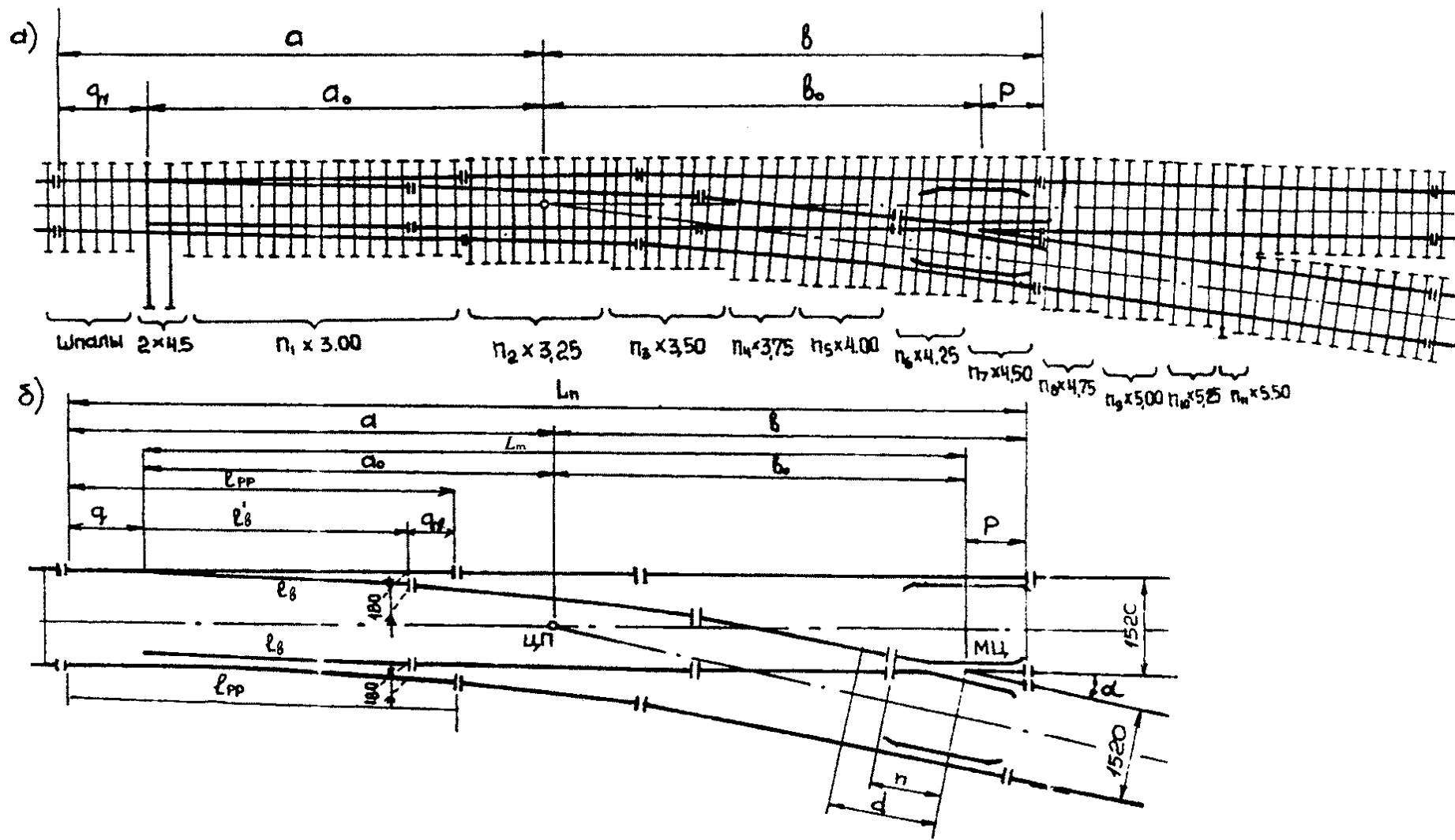












а) схема розкладання перевідних брусів; б) схема розбивки переводу

Рисунок 2.6 – Ешюра стрілочного переводу

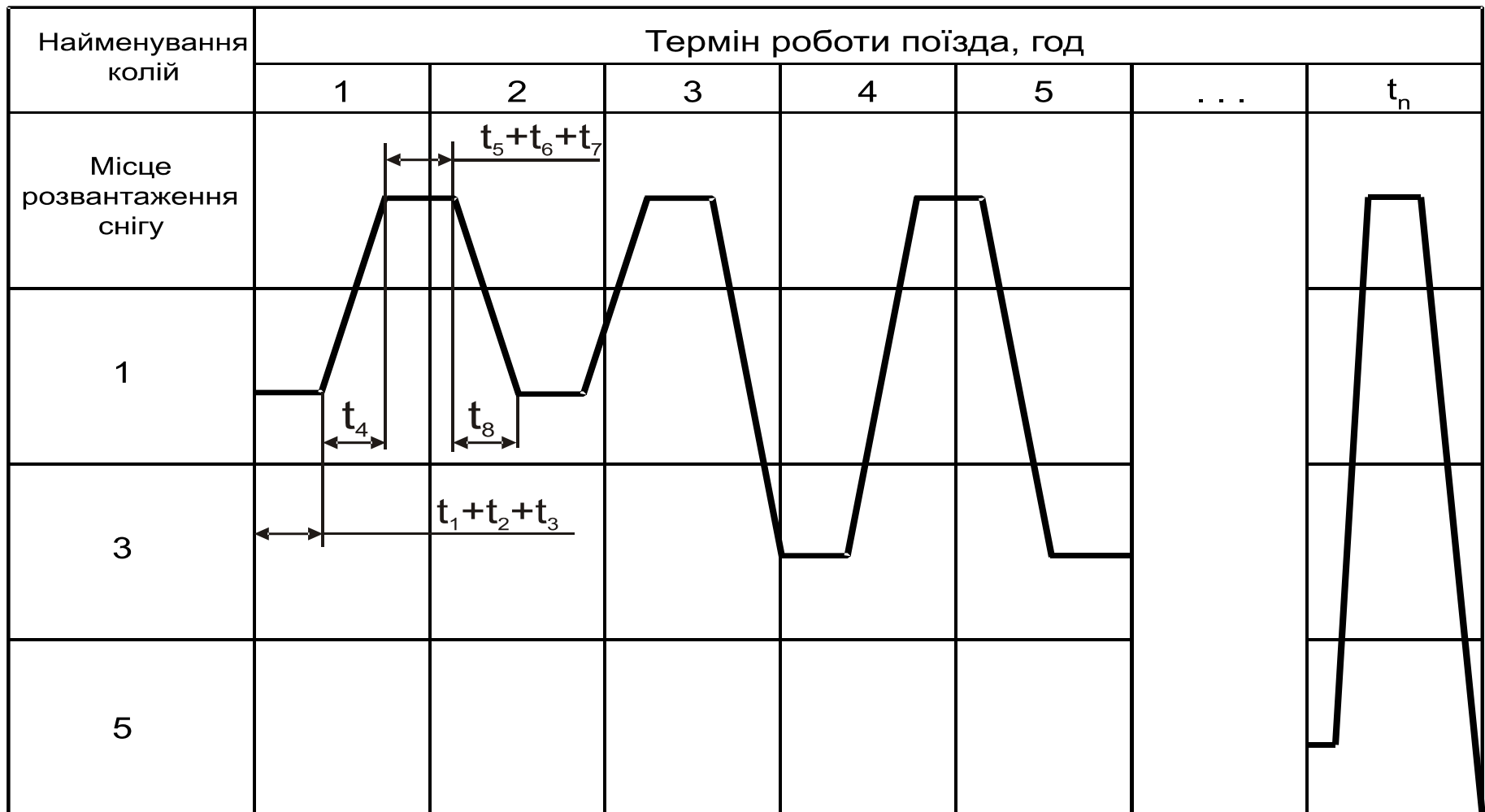


Рисунок 4.1 – Графік роботи снігоприбирального поїзда

Таблиця А.1 – Початкові дані

Номер розділу	Найменування даних	Варіанти першої групи								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Вантажонапруженість $T$ , млн ткм/км бруто на рік	36	13	28	42	25	15	20	10	30
	Кількість колій	1	2	2	2	1	1	2	1	2
	Вид шпал (д – дерев'яні, зб – залізобетонні)	зб	д	зб	зб	зб	зб	зб	д	зб
2	Тип рейок стрілочного переводу	P65	P65	P50	P65	P65	P50	P65	P65	P50
	Довжина криволінійного гостряка $l_b$ , м	8,2	8,4	6,6	7,0	7,3	7,1	6,6	7,2	6,9
	Марка хрестовини	1/10	1/9	1/11	1/9	1/12	1/11	1/9	1/13	1/10
	Допустима швидкість руху на бокову колію $V_6$ , м/с	11	10,8	11,3	10,9	12,4	12,2	11,5	13,0	11,2

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Задана програма ремонту колії $Q$ , км	50	65	40	45	55	70	75	65	60
	Термін виконання програми $T$ , дн	130	140	135	150	145	125	145	155	150
	Період надання “вікон” $n$	3	2	2,5	3	3	2	2,5	2	3
	Період розгортання робіт $t_p$ , хв	40	50	42	47	41	45	48	49	42
4	Товщина шару снігу $h_{шс}$ , м	0,28	0,22	0,31	0,27	0,20	0,32	0,26	0,30	0,25
	Корисна довжина колії $l_i$ , м	810	875	890	795	925	940	880	800	830
		770	840	850	750	890	910	855	775	805
		730	815	830	710	860	985	830	740	780
	Дальність відвезення снігу $L$ , км	2,0	2,3	2,6	2,7	3,0	2,5	2,1	2,4	2,1
Середня ширина міжколійя $v_{сер}$ , м	5,1	5,3	4,9	5,0	5,2	5,0	5,1	4,8	5,1	

Продовження таблиці А.1

Номер розділу	Найменування даних	Варіанти другої групи										
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Номер	2	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Вантажонапруженість $T$ , млн ткм/км брутто на рік	18	12	23	14	33	15	50	18	16	35	40
	Кількість колій	2	3	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	Вид шпал (д – дерев'яні, зб – залізобетонні)	зб	д	зб	зб	зб	д	зб	зб	д	зб	зб
2	Тип рейок стрілочного переводу	P65	P50	P65	P65	P65	P50	P65	P50	P65	P65	P65
	Довжина криволінійного гостряка $l_b$ , м	14,0	15,0	7,4	12,0	8,5	8,3	13,0	16,2	12,3	13,4	6,9
	Марка хрестовини	1/17	1/18	1/8	1/12	1/11	1/11	1/16	1/18	1/14	1/15	1/7
	Допустима швидкість руху на бокову колію $V_6$ , м/с	16,0	18,0	10,7	14,0	12,5	12,0	17,0	18,4	11,8	15,0	10,9

Продовження таблиці А.1

1	2	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	Задана програма ремонту колії $Q$ , км	80	50	65	70	55	70	40	60	45	60	70
	Термін виконання програми $T$ , дн	140	120	130	135	125	150	115	130	150	155	145
	Період надання “вікон” $n$	2,0	2,5	3,0	2,5	2,0	3,0	3,0	2,0	3,5	3,0	3,5
	Період розгортання робіт $t_p$ , хв	50	46	43	40	52	45	40	52	41	49	48
4	Товщина шару снігу $h_{шс}$ , м	0,35	0,24	0,23	0,34	0,33	0,37	0,40	0,25	0,34	0,27	0,25
	Корисна довжина колії $l_i$ , м	810	900	930	860	785	760	790	805	740	750	810
		790	875	905	840	770	730	775	780	705	735	780
		745	850	860	805	745	715	750	760	680	710	740
	Дальність відвезення снігу $L$ , км	2,8	2,3	2,9	2,5	2,8	2,9	2,2	2,5	3,3	3,0	3,5
Середня ширина міжколійя $v_{сер}$ , м	3,0	4,9	3,2	5,0	4,9	4,8	5,1	5,2	5,0	5,1	5,0	

