УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра машинобудування та технічного сервісу машин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання лабораторних робіт

з освітнього компонента

«*КОЛІЙНІ МАШИНИ*»

Харків 2026

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри машинобудування та технічного сервісу машин 31 серпня 2026 р., протокол № 1.

Методичні вказівки призначені для виконання лабораторних робіт з освітнього компонента «Колійні машини» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності G11 «Машинобудування» будівельного факультету денної і заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою «Підйомно-транспортні, будівельні, колійні та видобувні машини».

Методичні вказівки містять методики проведення розрахунків механізмів колійних машин. Наведено схеми механізмів, надано необхідні довідкові дані, методики розрахунків і запитання для самоконтролю.

Укладачі:
доценти А. В. Євтушенко,
Є. В. Романович

Рецензент
доц. Л. М. Козар

ЗМІСТ

Вступ 4

Лабораторна робота 1 5

1.1 Загальні відомості 5

1.2 Розрахунок привода щіткового живильника СМ-2 6

Запитання для самоконтролю 13

Лабораторна робота 2 14

2.1 Загальні відомості 14

2.2 Розрахування механізму підіймання ферми 16

Запитання для самоконтролю 22

Лабораторна робота 3 23

3.1 Загальні відомості 23

3.2 Розрахунок механізму підіймання рейко-шпальної решітки 25

Запитання для самоконтролю 28

Лабораторна робота 4 29

4.1 Загальні відомості 29

4.2 Визначення основних параметрів механізмів 31

4.3 Визначення основних параметрів механізму привода вигрібного пристрою 34

Запитання для самоконтролю 38

Лабораторна робота 5 39

5.1 Загальні відомості 39

5.2 Розрахунок механізму підіймання крила дозатора 42

Запитання для самоконтролю 45

Список літератури 46

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для виконання лабораторних робіт, пов'язаних із вивченням конструкції і розрахунками основних механізмів колійних машин. Метою цих робіт є формування у здобувачів вищої освіти навичок виконання інженерних розрахунків і встановлення взаємозв'язку між конструктивними та експлуатаційними параметрами окремих механізмів колійних машин.

У першій лабораторній роботі розглянуто конструкцію і технологію роботи ротора-живильника снігоприбиральної машини СМ-2, проведено розрахунок привода щіткового ротора-живильника.

У другій лабораторній роботі вивчено конструкцію механізму підіймання стріли укладального крана УК 25/9-18 і проведено розрахунки цього механізму.

Третя лабораторна робота присвячена механізму підіймання рейко-шпальної решітки машини ВПРС-500 і методиці його розрахунку.

Четверта і п'ята лабораторні роботи призначені дослідженню конструкцій механізмів привода вигрібного пристрою машини ЩОМ-У і підіймання крила дозатора електробаластера ЕЛБ-4К відповідно.

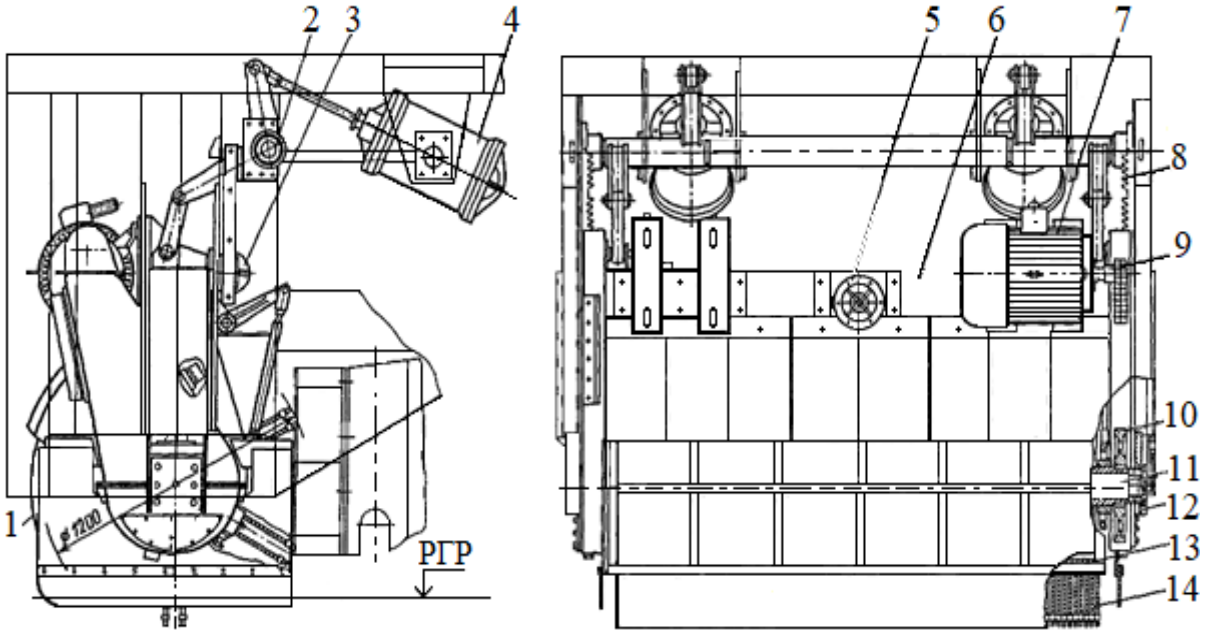
Під час виконання лабораторних робіт здобувачі повинні не лише засвоїти методику розрахунку окремих механізмів колійних машин, а і краще зрозуміти конструктивні особливості, технологію роботи цих механізмів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

1.1 Загальні відомості

Мета роботи: ознайомитися з конструкцією ротора-живильника снігоприбиральної машини СМ-2. Провести розрахунок привода щіткового ротора-живильника СМ-2.

На головній машині СМ-2 основний живильник встановлений між двох бокових крил (рисунок 1.1). Він призначений для захвату всього снігу, який підгрібають два крила зі всієї ширини очищеної смуги.



1 – поворотний козирок; 2 – вал механізму підіймання; 3 – пневматичний стопор; 4, 5 – циліндри підіймання живильника, козирка; 6 – траверса; 7 – електродвигун; 8 – рейка стопорна; 9, 10 – зірочка ведуча, ведена; 11 – вісь; 12 – втулка-фланець; 13 – барабан; 14 – тросова щітка

Рисунок 1.1 – Живильник із механізмом підіймання

Привод основного живильника працює від електродвигуна через ланцюгову передачу, яка передає крутний момент на вал щіткового

живильника. Ротор-живильник є основним робочим органом. Він складається з барабана зі змінними щітками, які виконані зі стальних канатів, траверси, на якій змонтований барабан приводного пристрою, і механізму підіймання, який складається з двох циліндрів. Над барабаном на траверсі закріплений напрямний кожух, під який прибирається в піднятому положенні поворотний козирок. Для повороту козирка служить важільний механізм із циліндром. Підрізний ніж виконаний у вигляді зварного клиноподібного щита, який шарнірно підвішений на цапфах вала конвеєра в передній його частині. По боках від ножа приварені щитки, які попереджають посипання снігу. У транспортне положення ніж повертає циліндр.

Живильник прибирає з колії сніг або сміття і подає їх на конвеєр снігоприбиральної машини. Гнучкий робочий орган - тросовий живильник – дає змогу чистити колію, а також рельсові перехрестя і стрілочні переводи до верхнього рівня шпал. Привод живильника - реверсивний. Під час роботи живильник обертається за годинниковою стрілкою, перекидаючи через себе сніг. Для прибирання снігу із застосуванням підрізного ножа живильник вмикають в обертання «під себе». Для зменшення спилювання та розкидання снігу вперед по ходу машини застосовують поворотний козирок.

1.2 Розрахунок привода щіткового живильника СМ-2

Потужність $N_{щ}$, кВт, яка необхідна для роботи живильника, розраховують за формулою

$$N_{щ} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6, \qquad (1.1)$$

де N_1 – потужність, яка витрачена на різання снігу, кВт;

N_2 – потужність, яка витрачена на надання снігу швидкості руху щітки, кВт;

N_3 – потужність, яка витрачена на тертя снігу об масив, кВт;

N_4 – потужність, яка необхідна для підіймання відрізаного снігу на висоту 0,5 D, кВт (D – зовнішній діаметр щітки);

N_5 – потужність, яка витрачена на надання снігу відносної швидкості, кВт;

N_6 – потужність, яка витрачена на згинання лопатей, кВт.

Потужність N_1, кВт, яка витрачена на різання снігу, розраховують за формулою

$$N_1 = \frac{W_c V_p}{1000}, \tag{1.2}$$

де W_c – середній сумарний опір снігу різанню ріжучими лопатями на певний момент, Н;

V_p – швидкість різання, м/с.

Середній сумарний опір снігу різання, Н,

$$W_c = k \cdot k_1 \cdot F_{cp}, \tag{1.3}$$

де k – коефіцієнт, який ураховує кут різання, k = 2;

k_1 – питомий опір різанню, k_1 = 25000 Н/м^2 для щільності снігу p = 550 кг/м^3;

F_{cp} – середня сумарна площа стружки, яка зрізають, м^2.

Площу F_{cp}, м^2, розраховують за формулою

$$F_{ср} = \frac{П_р \sin\varphi_{ср}}{nH} \cdot \frac{\varphi}{2\pi}, \qquad (1.4)$$

де $П_р$ – продуктивність щітки, $м^3/с$ (таблиця 1.1, ураховуючи розмірність);

H – висота забою, м (таблиця 1.1);

n – частота обертання щітки, оберт/с;

$\varphi_{ср}$ – середній кут повороту щітки, град;

φ – кут контакту щітки із забоєм, $\varphi = 45^0$.

Частоту обертання щітки n, об/с, розраховують за формулою

$$n = \frac{П_р 4}{\pi(D_з^2 - D_в^2) \cdot B_щ \cdot \varepsilon\psi\alpha'}, \qquad (1.5)$$

де $П_р$ – продуктивність щітки, $м^3/с$ (таблиця 1.1);

α' – коефіцієнт ущільнення снігу, $\alpha' = 1{,}5$;

ψ – коефіцієнт наповнення ланки, $\psi = 0{,}2$;

$D_з$ – зовнішній діаметр щітки, $D_з = 1{,}2$ м;

$D_в$ – внутрішній діаметр щітки, $D_в = 0{,}6$ м;

$B_щ$ – ширина щітки, $B_щ = 1{,}5$ м;

ε – коефіцієнт, що враховує об'єм, зайнятий лопатями щітки, $\varepsilon = 0{,}3$.

Середній кут повороту щітки

$$\varphi_{ср} = \frac{57{,}3 \cdot \varphi}{2\pi}, \qquad (1.6)$$

де $\pi = 180^0$ (для цієї формули).

Швидкість різання $V_р$, м/с,

$$V_p = 2\pi nR, \tag{1.7}$$

де R – радіус щітки, R = 0,6 м;

n – частота обертання, n = 1,8 об/с.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для лабораторної роботи 1

Параметр	Варіант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$П_р$ – продуктивність щітки, $м^3$/год	1000	1300	1100	1200	1400	900	800	1200	1000
H – висота забою, м	1,0	1,2	1,1	0,9	0,8	1,0	1,2	1,1	0,9

Підставляємо у формулу (1.3) і отримаємо W_c, кВт.

Підставляємо у формулу (1.2) і отримаємо W_1, кВт.

Потужність N_2, кВт, яка витрачена для надання снігу швидкості руху щітки, розраховують за формулою

$$N_2 = \frac{m \cdot V_p^2}{2 \cdot 1000}, \tag{1.8}$$

де m – маса снігу, який вирізає щітка за 1 с, кг;

$V_р$ – швидкість обертання щітки, м/с (формула (1.7)).

Маса снігу m, кг,

$$m = П_p \cdot \rho, \tag{1.9}$$

де ρ – щільність снігу, ρ = 550 кг/$м^3$;

$П_р$ – продуктивність щітки, $м^3$/с (таблиця 1.1).

Підставляємо у формулу (1.8) і отримаємо W_2, кВт.

Потужність N_3, кВт, що витрачена на тертя снігу об масив,

$$N_3 = \frac{F_{mp} \cdot V_p}{1000}, \tag{1.10}$$

де F_{mp} – сила тертя, Н,

$$F_{mp} = Q_y \cdot \mu_2, \tag{1.11}$$

де Q_y – відцентрова сила, Н;

μ_2 – коефіцієнт тертя снігу об сніг, приймаємо μ_2 = 0,57.

Відцентрова сила Q_y, Н,

$$Q_y = m_1 \cdot \omega^2 \cdot R_ц, \tag{1.12}$$

де m_1 – маса снігу, що знаходиться на лопатях щітки в певний момент, кг;

ω – кутова швидкість щітки, рад·с$^{-1}$;

$R_ц$ – відстань від осі обертання до центра ваги призми снігу, розміщеного на лопаті. Приймаємо $R_ц$ = 0,45 м.

Маса снігу m_1, кг,

$$m_1 = \frac{П_p \cdot \rho \cdot \varphi}{\pi \cdot n \cdot 2}, \tag{1.13}$$

де $П_р$ – продуктивність щітки, м^3/с (таблиця 1.1);

ρ – щільність снігу, ρ = 550 кг/м^3;

φ – кут контакту щітки із забоєм, φ = 45^0;

π = 180^0 (для цієї формули).

Кутова швидкість щітки ω, рад·с$^{-1}$,

$$\omega = \frac{V_p}{R}, \tag{1.14}$$

де R – радіус щітки, R = 0,6 м;

V_p – швидкість обертання щітки, м/с (формула (1.7)).

Підставляємо у формулу (1.12) і отримаємо відцентрову силу Q_y, Н.

Підставляємо у формулу (1.11) і отримаємо силу тертя F_{mp}, Н.

Підставляємо у формулу (1.10) і отримаємо W_3, кВт.

Потужність N_4, кВт, яка необхідна для підіймання вирізаного снігу, розраховують за формулою

$$N_4 = \frac{П_p \cdot \rho \cdot g \cdot H_n}{1000}, \tag{1.15}$$

де H_n – висота підіймання снігу, H_n = 0,8 м;

ρ – щільність снігу, ρ = 550 кг/м^3;

$П_p$ – продуктивність щітки, м^3/с (таблиця 1.1).

Потужність N_5, кВт, яка витрачена на подавання снігу відносної швидкості, розраховують за формулою

$$N_5 = \frac{П_p \cdot \rho \cdot V_r^2}{2 \cdot 1000}, \tag{1.16}$$

де V_r – відносна швидкість руху вирізаного снігу вздовж лопаті, м/с;

$П_p$ – продуктивність щітки, м^3/с (таблиця 1.1);

ρ – щільність снігу, ρ = 550 кг/м^3.

Відносна швидкість V_r , м/с, руху вирізаного снігу вздовж лопаті

$$V_r = \omega\sqrt{R^2 - r_o^2}, \tag{1.17}$$

де r_o – відстань від осі щітки до початку лопаті, r_o = 0,3 м;

R – радіус щітки, R = 0,6 м;

ω – кутова швидкість щітки, рад·с$^{-1}$ (формула (1.14)).

Розраховуємо Vr , м/с, і визначаємо потужність N_5, кВт, за формулою (1.16).

Потужність N_6, кВт, яка витрачена на згинання лопаті з пучків стальних канатів, розраховують за формулою

$$N_6 = \frac{z \cdot n \cdot E \cdot I \cdot \pi^4 \cdot y^2}{64 \cdot l^3 \cdot 1000}, \tag{1.18}$$

де z – кількість лопатей, z = 8;

n – частота обертання щітки, оберт/с (формула ((1.5));

E – модуль пружності сталі, E = 20,6 Н/см^2;

I – момент інерції поперечного перерізу лопаті, м^4;

y – прогин кінця лопаті. Приймаємо y = 0,1 м;

L – довжина лопаті, L = 0,3 м.

Момент інерції поперечного перерізу лопаті I, м^4,

$$I = I^1 \cdot n, \tag{1.19}$$

де I^i – момент інерції одного дроту в канаті, м^4;

n – кількість дроту в лопаті. Приймаємо n = 6000 шт.

Момент інерції одного дроту I^i, м^4,

$$I^1 = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \qquad (1.20)$$

де d – діаметр дроту стального каната. Приймаємо d = 0,001 м.

Після визначення моменту інерції одного дроту I^i, м^4 (формула (1.20)); моменту інерції поперечного перерізу лопаті I, м^4 (формула (1.19)), визначаємо потужність N_6, кВт (формула (1.18)), і потужність $N_щ$, кВт (формула (1.1)).

Порядок виконання роботи

1 Ознайомитися з конструкцією ротора-живильника снігоприбиральної машини СМ-2.

2 Розрахувати привод щіткового ротора-живильника СМ-2.

3 Оформити звіт.

Запитання для самоконтролю

1 Яке призначення має ротор-живильник на снігоприбиральній машині СМ-2?

2 Із яких основних елементів складається ротор-живильник?

3 Який привод має ротор-живильник?

4 Який напрямок обертання має ротор-живильник?

5 Яку функцію виконує підрізний ніж на машині СМ-2?

6 Яку функцію виконує поворотний козирок?

7 Від яких параметрів залежить продуктивність машини СМ-2?

8 Куди буде переданий вирізаний сніг із ротора-живильника?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

2.1 Загальні відомості

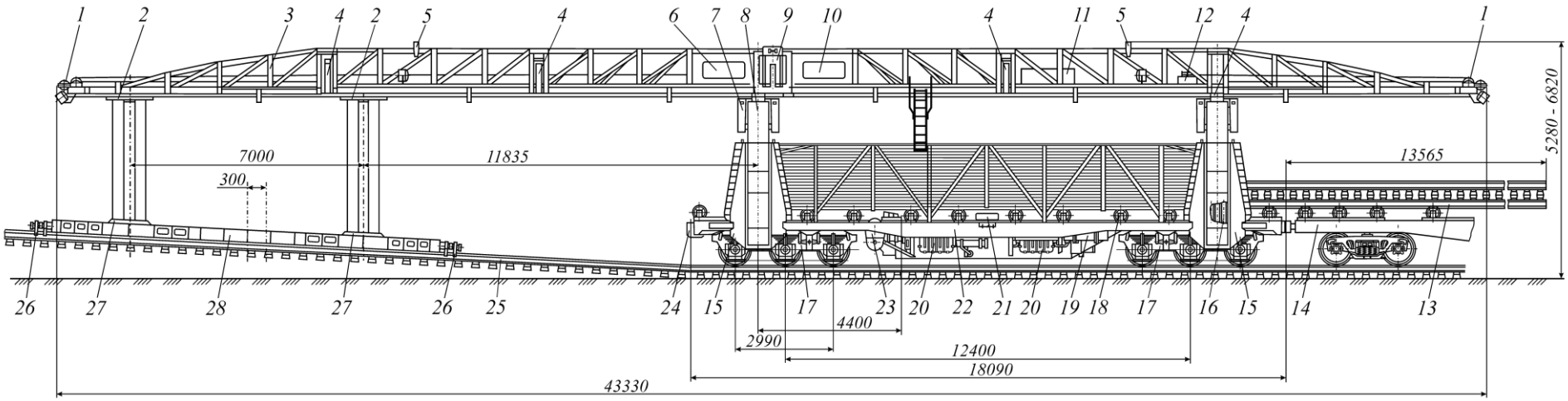
Мета роботи: ознайомитися з конструкцією механізму підіймання стріли укладального крана УК 25/9-18. Провести розрахунок механізму підіймання стріли укладального крана.

Укладальний кран служить для зняття і укладання рейкових ланок.

Укладальний кран (рисунок 2.1) є самопересувною одиницею та складається з моторної платформи 22, на якій на чотирьох телескопічних стійках 15 закріплена стріла 3 з розташованим на ній вантажопідйомним обладнанням для встановлення стріли в робоче або транспортне положення, також передбачена гідросистема.

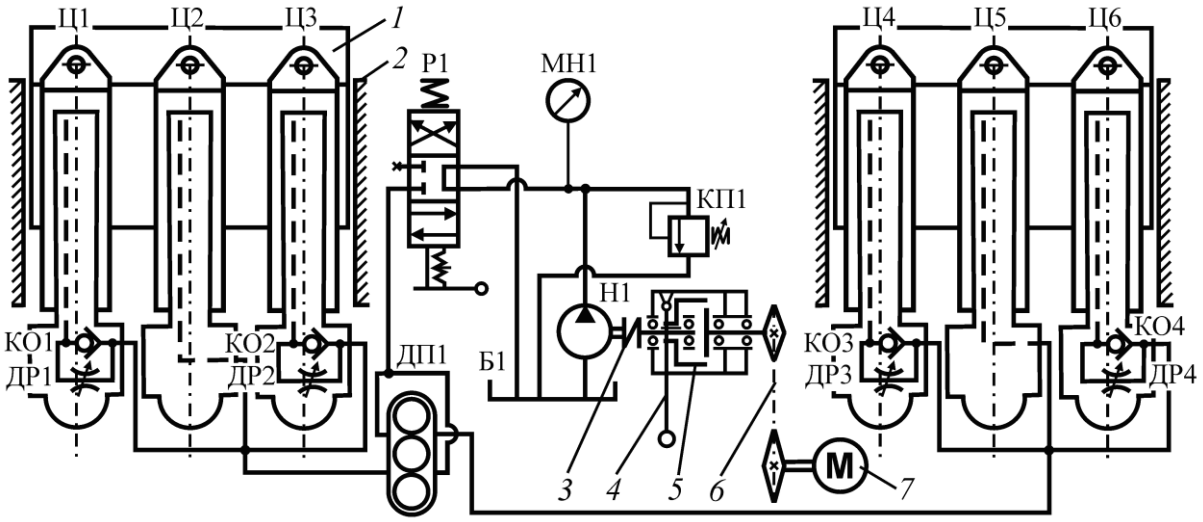
Крани, що працюють на електрифікованих ділянках, обладнані ізольованими від стріли лижами-відбійниками. Стріла крана для робочого положення пересувається вперед чи назад по роликах консолей і піднімається, а для транспортування встановлена в середнє симетричне відносно осі платформи положення. Підіймають та опускають стрілу гідроциліндри 16, які вмонтовано в каретки портальних стійок 15. Пульт керування 9 крановим обладнанням розташований у середній частині ферми крана. Керування вантажною і тяговою лебідками відбувається за допомогою контролерів. Безпечність роботи навченого персоналу гарантована за допомогою огорожі.

Каретки після підіймання закріплюють стопорними пристроями. Кран має дві незалежні гідросистеми підіймання передньої та задньої пари кареток (рисунок 2.2). Подавання оливи під тиском у систему відбувається насосом Н1, який через муфти 1, 5 і ланцюгову передачу 6 з'єднаний з електродвигуном привода 7 лебідки для перетяжки пакетів ланок.



1 – обвідні блоки; 2 – вантажні візки; 3 – стріла; 4 – відкидні балки опори стріли; 5 – відбійні ізолюючі лижі; 6 – вантажна лебідка, 7 – опорні пристрої стріли; 8 – висувні каретки; 9 – пости керування крановим обладнанням стріли; 10 – тягова лебідка; 11 – кранове електроустаткування; 12 – обмежувачі вантажопідйомності; 13 – пакет ланок колійної решітки; 14 – платформа прикриття або моторна платформа; 15 – портальні стійки; 16 – гідроциліндри підіймання стріли; 17 – задні та передні ходові візки; 18 – роликовий транспортер; 19 – паливні баки; 20 – дизель-електричні агрегати; 21 – нижні пости керування пересуванням крана та лебідками; 22 - рама платформи крана; 23 – лебідка для перетяжки пакетів ланок; 24 – жорсткі автозчеплення; 25 – ланка колійної решітки, що укладають; захоплююча траверса: 26 – рейкові захвати; 27 - нижні блокові підвіски поліспастів; 28 – балка

Рисунок 2.1 – Кран укладальний УК-25/9-18



1 – висувні каретки; 2 – портальні стійки; 3 – муфта; 4 – важіль увімкнення привода насоса; 5 – кулачкова муфта увімкнення насоса; 6 – ланцюгова передача; 7 – електродвигун; Ц1 – Ц6 – плунжерні гідроциліндри підіймання стріли; Н1 – насос; Б1 – гідробак; КП1 – запобіжний клапан; Р1 – гідророзподільник із ручним керуванням; ДП1 – шестерний дозатор; МН1 – манометр; КО1 – КО4 – зворотні клапани; ДР1 – ДР4 – дроселі для обмеження швидкості опускання стріли

Рисунок 2.2 – Принципова схема гідросистеми підіймання стріли крана

Керування підійманням і опусканням кареток 1 відбувається розподільником Р1. Синхронізація правої та лівої кареток забезпечена пропусканням оливи через дільник-суматор потоку ДП1 (дозатор) шестерного типу.

2.2 Розрахування механізму підіймання ферми

Для приведення укладального крана в робоче положення ферму, після її пересування в бік укладання колії, підіймають за допомогою гідросистеми, яка складається із двох однакових комплектів обладнання для правої та лівої сторони машини.

Розраховують механізм підіймання ферми для більш завантаженого порталу, що розташований із боку укладання колії.

Навантаження на шість циліндрів порталу від ваги ферми з обладнанням і ваги кареток визначають як

$$P_{ст}=9{,}81\left[\frac{G_{стр}\left(L_{ст}-l_{цт}\right)}{L_{ст}}\right]+2G_{кар}, \qquad (2.1)$$

де $G_{стр}$ – вага ферми з обладнанням, $G_{стр}$ = 25000 кг;

$L_{ст}$ – відстань між стійками, $L_{ст}$ = 14 м;

$l_{цт}$ – відстань від передньої стійки до центра тяжіння ферми з обладнанням, $l_{цт}$ = 0,5 м;

$G_{кар}$ – вага однієї каретки, $G_т$ = 3600 Н.

Визначаємо навантаження $P_{ст}$, Н, на шість циліндрів порталу (рисунок 2.3). Вихідні дані наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для лабораторної роботи 2

Параметр	Варіант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Робочий тиск у циліндрі $p_ц$, МПа	10	13	11	12	14	9	8	12	10
ККД циліндра, $\eta_ц$	0,9	0,8	0,85	0,92	0,87	0,9	0,88	0,86	0,9
Час наповнення циліндрів для підіймання ферми $t_{под}$, с	240	220	220	180	250	260	270	280	230

Навантаження на один циліндр $P_ц$, Н,

$$P_ц=\frac{P_{ст}}{6}. \qquad (2.2)$$

Визначаємо навантаження $P_ц$, Н, на один циліндр порталу.

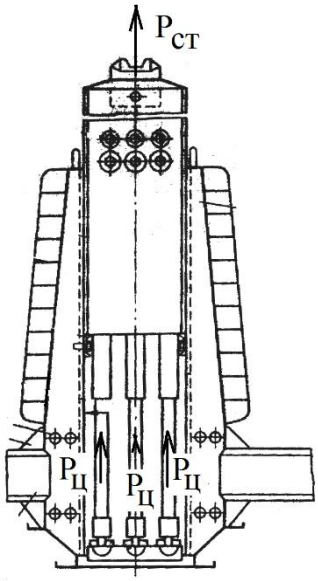


Рисунок 2.3 – Сили, що діють на портал

Діаметр циліндра $d_ц$, м,

$$d_ц = \sqrt{\frac{4 \cdot P_ц}{p_ц \cdot \pi \cdot \eta_ц}}, \tag{2.3}$$

де $p_ц$ – робочий тиск у циліндрі, Па (таблиця 2.1);

$\eta_ц$ – ККД циліндра (таблиця 2.1);

$P_ц$ – навантаження на один циліндр порталу, Н (формула (2.2)).

Визначаємо діаметр циліндра $d_ц$, м.

Вибираємо діаметр гідроциліндрів механізму підіймання ферми. Основний ряд діаметрів гідроциліндрів, мм: 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200.

Продуктивність насоса $Q_н$, об’єм циліндрів $V_ц$ і час їх заповнення для підіймання ферми $t_{под}$ пов’язані відношенням

$$\frac{Q}{60} \times t_{под} = Z_ц \cdot V_ц .$$

Звідси продуктивність насоса $Q_н$, л/хв,

$$Q_н = \frac{60 \cdot Z_ц \cdot V_ц}{t_{под}}, \quad (2.4)$$

де $Q_н$ – продуктивність насоса, л/хв;

$Z_ц$ – кількість гідроциліндрів, $Z_ц = 6$;

$t_{под}$ – час наповнення циліндрів для підіймання ферми, с (таблиця 2.1);

$V_ц$ – об'єм гідроциліндра, м^3.

Об'єм гідроциліндра $V_ц$, м^3,

$$V_ц = \frac{\pi \cdot d_ц^2 \cdot h}{4}. \quad (2.5)$$

Визначаємо об'єм гідроциліндра $V_ц$, м^3, і продуктивність насоса $Q_н$, л/хв (формула (2.4)).

Потужність електродвигуна N, Вт, привода насоса розраховують за формулою

$$N = \frac{Q_н \cdot P_н}{\eta_н},$$

де $P_н$ – тиск, який створює насос, $P_н = p_ц + \Delta P$ (таблиця 2.1),

де ΔP – втрати тиску в гідравлічних апаратах і трубопроводах, приймаємо $\Delta P \approx 0{,}2 \cdot p_ц$;

$\eta_н$ – ККД насоса, $\eta_н = \eta_м * \eta_0 * \eta_г$, залежно від конструкції поршневого насоса і ступеня його зносу механічний ККД насоса складає $\eta_м = 0{,}95…0{,}98$,

об‘ємний ККД насоса $\eta_0 = 0,85$, гідравлічний ККД насоса $\eta_г = 0,9…0,98$;

$Q_н$ – продуктивність насоса, м^3/с (формула (2.4)).

Отже, потужність електродвигуна N, Вт,

$$N = \frac{1,2 \cdot Q_н \cdot p_ц}{\eta_м \cdot \eta_о \cdot \eta_г}, \quad (2.6)$$

де $p_ц$ – робочий тиск у циліндрі, Па (таблиця 2.1);

Визначаємо потужність електродвигуна N, Вт.

Знаходимо швидкість $v_п$, м/с, підіймання ферми крана за формулою

$$v_п = \frac{Н_п}{t_{под}}, \quad (2.7)$$

де $Н_п$ – висота підіймання стріли для роботи гідроциліндрів, $Н_п = 1,54$ м;

$t_{под}$ – час наповнення циліндрів для підіймання стріли, с (таблиця 2.1).

Якщо швидкість підіймання відома, можемо визначити витрати рідини в одному циліндрі Q_1, м^3/с, за формулою

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot d_ц^2}{4} \cdot v_п, \quad (2.8)$$

де $d_ц$ – діаметр циліндра, м (формула (2.3); підставляти прийнятий діаметр);

$v_п$ – швидкість підіймання, м/с (формула (2.7)).

Загальні витрати рідини Q, м^3/с, одночасно працюючих циліндрів визначають за формулою

$$Q = Z_{ц} \cdot Q_1 \ , \qquad (2.9)$$

де $Z_ц$ – кількість гідроциліндрів, $Z_ц = 6$.

Для зміни напрямку руху рідини на укладальному крані встановлений золотниковий гідророзподільник, за допомогою якого керують підійманням та опусканням стріли. Діаметр основних каналів розподільника $d_к$, мм, визначають за формулою

$$d_k = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot \nu}}, \qquad (2.10)$$

де ν – швидкість руху рідини в каналі розподільника, $\nu = 5$ м/с;

Q – загальні витрати рідини, м^3/с (формула (2.9)).

Визначаємо діаметр трубопроводу $d_т$, м, що з'єднує циліндри порталу з гідророзподільником, за формулою

$$d_т = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_ж}}, \qquad (2.11)$$

де $\nu_ж$ – швидкість потоку рідини в магістралях, м/с. Приймаємо $\nu_ж = 1{,}5…7$ м/с.

Товщина стінок трубопроводу $\delta_т$, м,

$$\delta_т = \frac{к \cdot P_и \cdot d_т}{2 \cdot G},$$

де $d_т$ – діаметр трубопроводу, м;

к – коефіцієнт безпеки, к = 2;

G – напруга на розтягування, яка допустима для стальних труб, $G = 80 \cdot 10^6$ Па;

$P_и$ – тиск у системі для випробувань, $P_и = 1{,}23\ p_ц$,

де $p_ц$ – робочий тиск у циліндрі, Па (таблиця 2.1).

Отже, товщина стінок трубопроводу $\delta_т$, м,

$$\delta_т = \frac{1{,}23 \cdot к \cdot p_ц \cdot d_т}{2 \cdot G}.$$

Порядок виконання роботи

1 Ознайомитися з конструкцією механізму підіймання і опускання ферми стріли укладального крана УК 25/9-18.

2 Розрахувати привод механізму підіймання стріли укладального крана УК 25/9-18.

3 Оформити звіт.

Запитання для самоконтролю

1 Яке основне призначення має укладальний кран УК 25/9-18?

2 Яка кількість стійок входить у механізм підіймання стріли крана?

3 Скільки гідроциліндрів в одній стійці?

4 У яких напрямках може переміщатися стріла крана?

5 Яким пристроєм обладнують стріли крана для роботи на електрифікованих ділянках?

6 Де саме на крані розташований пульт керування крановим обладнанням?

7 Від чого отримує привод насос, що подає оливу в гідросистему механізму підіймання?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

3.1 Загальні відомості

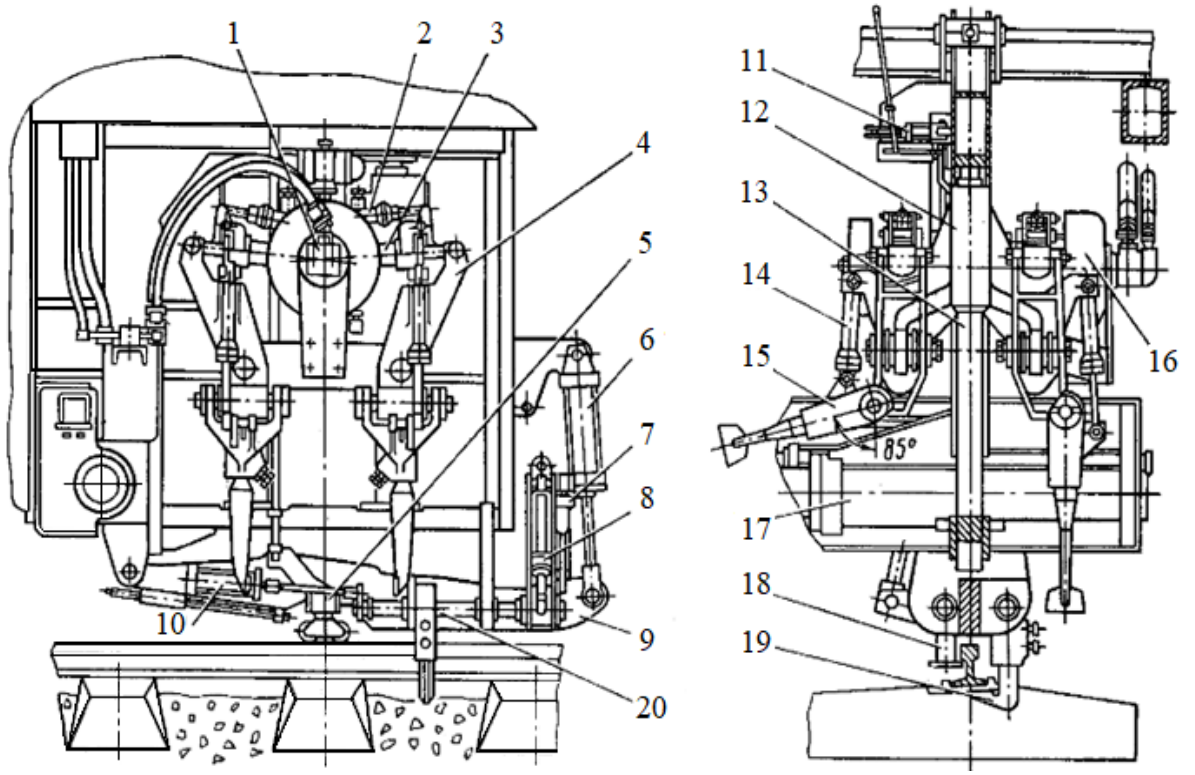
Мета роботи: ознайомитися з конструкцією механізму підіймання рейко-шпальної решітки машини ВПРС-500. Провести розрахунок цього механізму.

Універсальна машина ВПРС-500 призначена для виправлення колії в поздовжньому профілі, за рівнем і в плані, ущільнення баласту під шпалами та за торцями шпал для будівництва, всіх видів ремонту і поточного утримання магістральних і станційних шляхів, стрілочних переводів, із рейками до Р65 включно, дерев'яними та залізобетонними шпалами на всіх видах баласту. Підйомно-рихтувальний пристрій розташований у середній частині машини перед підбивними блоками. Він складається з балки захвату, балансира, кліщеподібних захватів (заднього та переднього), рихтувальних роликів, напрямної колони, гідравлічних циліндрів підіймання і зсуву (рихтування) шляху. Тяговий привод машини в робочому режимі та привод робочих органів здійснюваний за допомогою лопатевих гідромоторів. Машина обладнана пневматичним і ручним гальмами.

До машини ВПРС-500 додана причіпна платформа, яка служить для збільшення вимірювальної бази і рихтувальної контрольно-вимірювальної системи та перевезення необхідних інструментів і вантажів. Машина обладнана контрольно-вимірювальною системою, яка поділена на дві системи: рихтувальну та нівелювальну.

Підйомно-рихтувальний пристрій служить для виправлення та рихтування колії, підіймає та зсуває колії в базі машини без опори на баласт. Керують пристроєм автоматично від контрольно-вимірювальної системи з можливістю ручного корегування. Механізм підіймання рейкових ниток колії та стрілочних переводів встановлений під кожним блоком підбивки.

Він складається з підйомної балки 9 (рисунок 3.1), підйомного гідроциліндра 6, зовнішнього гака 19 і внутрішнього 18 рейкових захватів, гідроциліндрів 7, 8 захватів і механізму 10 установлення зовнішнього захвату. Зовнішній захват на кожному робочому циклі машини захоплює колійну решітку за підошву рейки. Він встановлений на чотиригранній штанзі 20 і може бути регульований за висотою залежно від типу рейок і зміщений пневмоциліндром 10 вперед для підбивання здвоєних шпал.



1 – гідромотор; 2 – пневмоциліндр упору; 3 – гідроциліндр стискання-розтискання підбійки; 4 – важіль підбійки; 5 – вимірювальний пристрій нівелювальної системи; 5, 7, 8 14 – гідроциліндри механізму підіймання колії, внутрішнього захвату, зовнішнього захвату, повороту підбійки; 9 – підйомна балка; 10 – пневмоциліндр зовнішнього захвату; 11 – фіксатор; 12 – корпус підбивального блока; 13 – напрямна; 15 – підбійка; 16 – маховик; 17 – горизонтальна напрямна; 18, 19 – внутрішній і зовнішній захват

Рисунок 3.1 – Підбивний блок і механізм підіймання колії ВПРС-500

3.2 Розрахунок механізму підіймання рейко-шпальної решітки

Необхідне зусилля для підіймання рейко-шпальної решітки Р, Н, розраховують за формулою

$$\mathrm{P} = 4{,}4\sqrt[4]{\mathrm{E}I_x hq^3}, \qquad (3.1)$$

де Е – модуль пружності рейкової сталі, Е = 20,6 10^6 Н/см^2;

I_x – момент інерції двох рейок відносно горизонтальної осі, см^4 (таблиця 3.1);

h – висота підіймання рейко-шпальної решітки, см (таблиця 3.1);

q – погонний опір підійманню колійної решітки, Н/см.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для лабораторної роботи 3

Параметр	Варіант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип шпал	Д	Д	З	З	Д	Д	З	З	Д
Тип рейки	Р50	Р65	Р50	Р65	Р50	Р65	Р50	Р65	Р50
Момент інерції перерізу двох рейок; відносно горизонтальної осі Іх, см^4	4022	7080	4022	7080	4022	7080	4022	7080	4022
Висота підіймання рейково-шпальної решітки h, см	10	10	9	9	10	10	9	9	10
Примітка – Д – дерев'яні шпали, З – залізобетонні шпали									

Визначаємо погонний опір підійманню колійної решітки q, Н/см, за формулою

$$q = q_{\text{пр}} + (q_{\text{б}} - k \cdot h), \qquad (3.2)$$

де $q_{\text{пр}}$ – вага 1 см колійної решітки, Н/см (таблиця 3.2);

$q_б$ – опір баласту на 1 см у початковий момент підіймання, Н/см (таблиця 3.2);

k – коефіцієнт, що залежить від обсягу дозування і типу верхньої будови шляху, k = 1,96 Н/см^2.

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнтів $q_{пр}$ і $q_б$

Тип шпал	Кількість шпал на 1 км	Тип рейки	$q_{пр}$, Н/см	$q_б$, Н/см
Дерев'яні: 1А, 1Б	2000	Р50	27,46	95
	2000	Р65	31	95
	2000	Р75	33	95
Залізобетонні: ШС-1у, ШС-2у	2000	Р50	65	95
	2000	Р65	70,6	95
	2000	Р75	72,5	95

Визначаємо погонний опір підійманню q і зусилля для підіймання рейко-шпальної решітки Р за формулами (3.1) і (3.2).

Необхідне зусилля, яке розвиває один гідроциліндр $P_ц, H$, розраховують за формулою (рисунок 3.2)

$$Р_ц = \frac{Р}{2}. \qquad (3.3)$$

Діаметр поршня гідроциліндра D, мм, розраховують за формулою

$$D = \sqrt{\frac{4Р_ц}{\pi \cdot р \cdot \eta_м}}, \qquad (3.4)$$

де р – номінальний тиск у гідросистемі, р = 16·10^6 Па,

$\eta_м$ – механічний ККД гідроциліндра, $\eta_м = 0{,}92$.

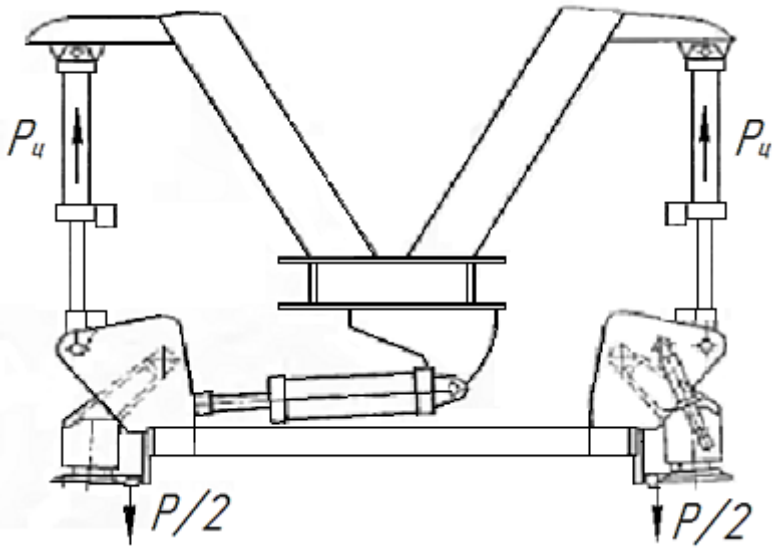


Рисунок 3.2 – Схема підіймання рейко-шпальної решітки

Вибираємо діаметр гідроциліндра механізму підіймання рейко-шпальної решітки. Основний ряд діаметрів гідроциліндрів, мм: 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200.

Об'єм рідини, що споживає один гідроциліндр $Q_ц$, м^3/с,

$$Q_ц = \frac{\pi D^2}{4} v_ш, \tag{3.5}$$

де $v_ш$ – швидкість переміщення штока, $v_ш = 0{,}25$ м/с.

D – діаметр поршня гідроциліндра, мм.

Для забезпечення функціонування гідроциліндрів із заданими параметрами необхідно, щоб об'єм рідини, що витрачають гідроциліндри, дорівнював подачі насоса

$$Q = n_ц Q_ц, \tag{3.6}$$

де $n_ц$ – кількість одночасно працюючих гідроциліндрів, $n_ц = 2$.

$Q_ц$ – об'єм рідини, що споживає один гідроциліндр, $Q_ц$, м^3/с.

Потрібна для роботи циліндрів подача насоса $Q_{\text{н}}$, м^3/с,

$$Q_{\text{н}} = \frac{Q}{\eta_{\text{он}} \cdot \eta_{\text{оц}}} \cdot \text{k}, \tag{3.7}$$

де $\eta_{\text{он}}$ – об'ємний ККД насоса, $\eta_{\text{он}} = 0{,}9$;

$\eta_{\text{оц}}$ – об'ємний ККД гідроциліндра, $\eta_{\text{оц}} = 0{,}96$;

k – коефіцієнт, що враховує втрати в елементах гідросистеми, k = 1,02.

Визначаємо об'єм робочої камери насоса $V_{\text{рк}}$, см^3/об:

$$V_{\text{рк}} = \frac{Q_{\text{н}} \cdot 10^6 \cdot 60}{1800}, \tag{3.8}$$

На основі розрахункового об'єму робочої камери насоса вибирають насос.

Порядок виконання роботи

1 Ознайомитися з конструкцією механізму підіймання рейко-шпальної решітки машини ВПРС-500.

2 Розрахувати привод механізму підіймання рейко-шпальної решітки.

3 Оформити звіт.

Запитання для самоконтролю

1 Яке основне призначення машини ВПРС-500?

2 Із яких основних частин складається підйомно-рихтувальний пристрій машини ВПРС-500?

3 Для чого до машини ВПРС-500 додають причіпну платформу?

4 На які системи поділяють контрольно-вимірювальну систему машини ВПРС-500?

5 Для чого призначений підйомно-рихтувальний пристрій машини ВПРС-500?

6 Як здійснюване керування підйомно-рихтувальним пристроєм машини ВПРС-500?

7 Із яких основних частин складається механізм підіймання рейкових ниток колії та стрілочних переводів машини ВПРС-500?

8 Від яких параметрів залежить погонний опір підійманню колійної решітки?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

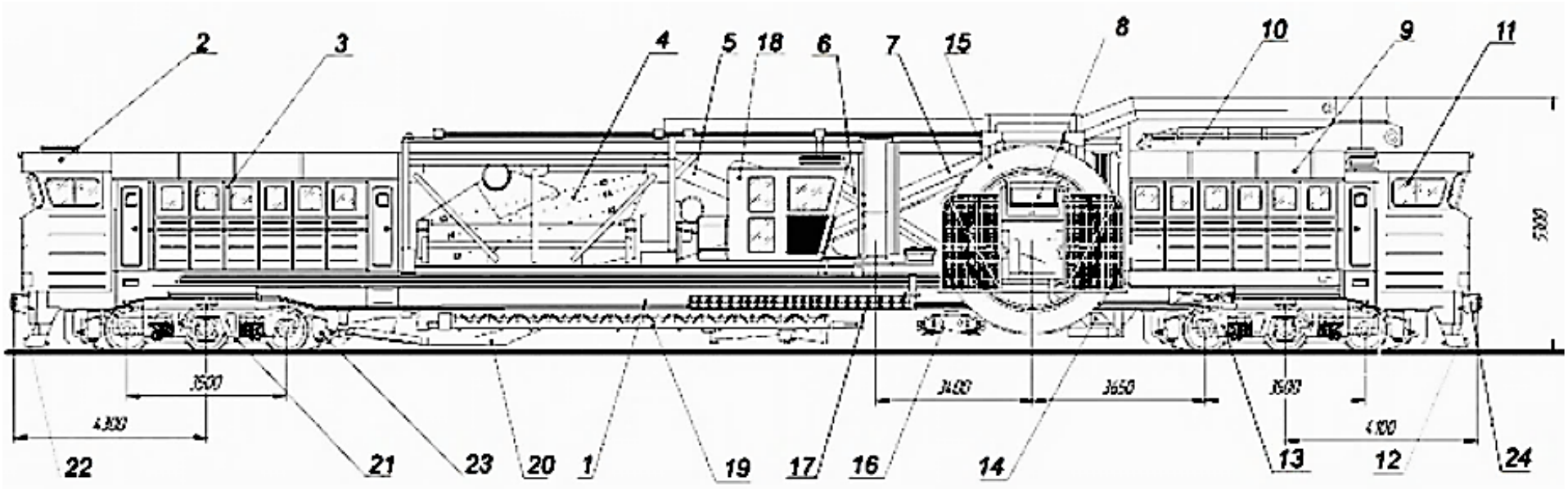
4.1 Загальні відомості

Мета роботи: ознайомитися з конструкцією вигрібного пристрою щебенеочисної машини ЩОМ-У (рисунок 4.1). Провести розрахунок механізму привода вигрібного пристрою.

Щебенеочисна машина ЩОМ-У призначена для очищення від забруднювачів щебеневого баласту під стрілочними переводами, на станційних коліях, біля високих платформ і на перегонах без знімання рейко-шпальної решітки.

Основні вузли в щебенеочисній машині ЩОМ-У: рама 1 (рисунок 4.1), яка опирається на два тривісні приводні ходові візки 13 і 21, дві кабіни машиніста 2 та 11, робочої кабіни 18, два агрегатні відсіки 3 та 9.

На рамі 1 встановлене роторне обладнання 15, вигрібний пристрій 17, грохот 4, система конвеєрів 5-8 і бункери. Під рамою розташовані механізми утримання рейко-шпальної решітки 16, механізм пробивання шпальних ящиків 14, пристрій для очищення поверхні шпал від баласту 20.



1 – рама; 2 – кабіна машиніста; 3 – агрегатний відсік; 4 – грохот; 5-8, 10 – конвеєр; 9 – агрегатний відсік; 11 – кабіна машиніста; 12, 22 – колієочисник; 13, 21 – ходові візки; 14 – механізм утримання рейко-шпальної решітки; 17 – вигрібний пристрій; 18 – робоча кабіна; 19 – конвеєр; 20 – пристрій для очищення поверхні шпал від баласту

Рисунок 4.1 – Машина щебенеочисна ЩОМ-У

Основним робочим органом, який визначає продуктивність машини, є вигрібний пристрій 17. Він призначений для вирізання забрудненого баласту з-під шпал і брусів залізничної колії та подавання його на роторний пристрій 15. Ріжуча частина вигрібного пристрою являє собою скребковий конвеєр із тяговим ланцюгом і ріжучими зубами. Вона має можливість переміщуватися у вертикальній і горизонтальній площині з поворотом в останній на кут 90°.

4.2 Визначення основних параметрів механізмів

Найбільш ефективною робота машини ЩОМ-У є тоді, коли вона працює на перегоні для очищення баласту з підійманням рейко-шпальної решітки. У цьому випадку в роботі задіяні вигрібний пристрій і ротор. Тому для визначення параметрів машини будемо виходити з умов, що працюють вигрібний пристрій і ротор. За варіантом у таблиці 4.1 визначаємо задану продуктивність машини і розраховуємо робочу швидкість машини.

Продуктивність щебенеочисної машини $П_м$, $м^3$/год, визначають за формулою

$$П_М = F_{Щ.П} \cdot V_М \cdot 3600, \qquad (4.1)$$

де $F_{Щ.П}$ – площа поперечного перерізу щебеню, що вирізають у баластній призмі, м²;

$V_М$ – робоча швидкість машини м/с.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для лабораторної роботи 4

Параметр	Варіант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Продуктивність машини $П_М$, $м^3$/год	400	450	500	550	600	650	700	480	570

Площа поперечного перерізу $F_{Щ.П}$, м², щебеню, що вирізають у баластній призмі,

$$F_{Щ.П} = B \cdot H, \tag{4.2}$$

де B – ширина призми щебеню, що вирізають, B = 4 м;

H – висота шару призми щебеню, що вирізають, H = 0,4 м.

Розраховуємо площу поперечного перерізу $F_{Щ.П}$, м².

Робоча швидкість машини $V_М$, м/с,

$$V_M = \frac{П}{3600 \cdot F_{щ.п.}}. \tag{4.3}$$

Продуктивність машини з вирізання баласту (таблиця 4.1) складається з продуктивності вигрібного ротора і вигрібного скребкового конвеєра. Продуктивність вигрібного скребкового конвеєра складає 60 % загальної продуктивності машини з вирізання баласту.

Продуктивність вигрібного пристрою $П_в$, м³/год,

$$П_В = 3600 \cdot F \cdot V_Ц, \tag{4.4}$$

де F – площа поперечного перерізу щебеню на скребковому конвеєрі, м²;

$V_Ц$ – швидкість ланцюга вигрібного пристрою, м/с.

Площа поперечного перерізу F, м²,

$$F = b \cdot h, \tag{4.5}$$

де b – ширина скребка, b = 0,1 м;

h – висота скребка, h = 0,25 м.

Визначаємо площу поперечного перерізу F, м^2 (формула (4.5)).

Перетворюючи формулу (4.4), розраховуємо швидкість ланцюга скребкового конвеєра $V_Ц$, м/с, за формулою

$$V_Ц = \frac{П_В}{3600 \cdot F}. \quad (4.6)$$

Визначаємо швидкість ланцюга скребкового конвеєра $V_Ц$, м/с.

4.3 Визначення основних параметрів механізму привода вигрібного пристрою

Вигрібний пристрій складається з гідромотора, вала, консолі і скребкового конвеєра з ланцюгом.

Для визначення колового зусилля ланцюга вигрібного пристрою найкраще використовувати метод послідовного обходу ділянок контуру скребкового конвеєра (рисунок 4.2).

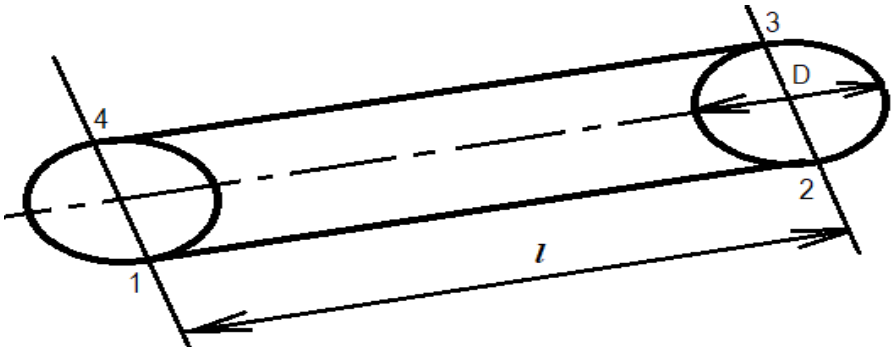


Рисунок 4.2 – Схема вигрібного пристрою

Опір переміщення ланцюга на ділянці 1-2 W_1, Н, розраховують за формулою

$$W_1 = q \cdot l \cdot \mu, \quad (4.7)$$

де q – погонна вага ланцюга, q = 600 Н/м;

l – довжина ділянки 1-2, l = 3,4 м;

μ – коефіцієнт тертя скребкового ланцюга по напрямній, μ = 0,3.

Визначаємо опір переміщення ланцюга на ділянці 1-2 W_1, Н.

Натяг ланцюга в точці 2 T_2, Н,

$$T_2 = T_1 + W_1, \tag{4.8}$$

де T_1 – сила мінімального натягу ланцюга для роботи, T_1 = 15000 Н.

Визначаємо сила натягу ланцюга в точці 2 T_2, Н.

Опір переміщення ланцюга, який виникає від повороту ланок ланцюга з набіганням і забіганням ланцюга з натяжного котка W_2, Н, розраховують за формулою

$$W_2 = 2 \cdot T_2 \cdot f \cdot d_ш / D, \tag{4.9}$$

де f – коефіцієнт тертя в шарнірах ланцюга, f = 0,3;

$d_ш$ – діаметр валів шарнірів у ланцюзі, $d_ш$ = 0,025 м;

D – діаметр натяжного валика, D = 0,285 м,

Визначаємо опір переміщення ланцюга W_2, Н.

Натяг ланцюга в точці 3 T_3, Н,

$$T_3 = T_2 + W_2. \tag{4.10}$$

Визначаємо сила натягу ланцюга в точці 3 T_3, Н.

Опір ланцюга на ділянці 3-4 від тертя ланцюга по напрямній і щебеню по щебеню W_3, Н, розраховують за формулою

$$W_3 = q \cdot 1 \cdot \mu_р + 0{,}5 \cdot q_1 \cdot 1 \cdot f_1, \quad (4.11)$$

де q_1 – погонна вага вантажу, Н/м;

$\mu_р$ – коефіцієнт тертя зовнішнього ланцюга по напрямній, $\mu_р = 0{,}3$;

f – коефіцієнт тертя щебеню по щебеню, f = 0,7.

Погонна вага вантажу, q_1, Н/м,

$$q_1 = \frac{П \cdot \gamma}{3{,}6 \cdot V}, \quad (4.12)$$

де П – продуктивність вигрібного пристрою, $м^3$/год, $П = 0{,}6 \cdot П_м$ (таблиця 4.1);

γ – щільність щебеню, $\gamma = 1{,}8$ т/$м^3$;

V – швидкість руху вигрібного ланцюга, м/с (формула (4.6)).

Визначаємо погонну вагу вантажу q_1, Н/м.

Опір переміщення ланцюгом вирізаного щебеню лопатками W_4, Н,

$$W_4 = K \cdot h \cdot \Delta \cdot z, \quad (4.13)$$

де К – питомий опір різання щебеню, К = 75 кН/$м^2$;

h – висота лопатки, h = 0,1 м;

Δ – товщина щебеню, що зрізає одна лопатка;

z – кількість лопаток, які одночасно зрізають щебінь, z = 18.

Товщину щебеню, що зрізає лопатка, Δ, $м^2$, визначають за формулою

$$\Delta = V_{M.MAX} \cdot t / V, \quad (4.14)$$

де $V_{M.MAX}$ – швидкість машини за максимальної продуктивності, м/с, (формула (4.3));

t – крок лопатки, t = 0,2 м;

V – швидкість руху вигрібного ланцюга, м/с (формула (4.6)).

Визначаємо товщину щебеню, що зрізає лопатка, Δ, $м^2$ (формула (4.14)), і опір переміщення ланцюгом вирізаного щебеню лопатками W_4, Н (формула (4.13)).

Опір переміщення ланцюгом вирізаного щебеню зубцями W_5, Н,

$$W_5 = K \cdot F_3 \cdot z_3, \quad (4.15)$$

де F_3 – площа ріжучої кромки зубів, $F_3 = 0{,}003$ $м^2$;

z_3 – кількість одночасно ріжучих кромок зубів, $z_3 = 4$.

Визначаємо опір переміщення ланцюгом вирізаного щебеню зубцями W_5, Н.

Натяг ланцюга в точці 4 T_4, Н,

$$T_4 = T_3 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (4.16)$$

де T_3 – натяг ланцюга в точці 3, Н (формула (4.10)).

Визначаємо натяг ланцюга в точці 4 T_4, Н.

Опір від повороту ланок ланцюга з набіганням і збіганням ланцюга з ведучої зірочки W_6, Н,

$$W_6 = (T_4 + T_3) \cdot f \cdot d_ш / D, \quad (4.17)$$

де $d_ш$ – діаметр валів шарнірів у ланцюзі, $d_ш$ = 0,025 м;

D – діаметр натяжного валика, D = 0,285 м;

f – коефіцієнт тертя в шарнірах ланцюга, f = 0,3.

Визначаємо опір від повороту ланок ланцюга з набіганням і збіганням ланцюга з ведучої зірочки W_6, Н.

Колове зусилля на ведучій зірочці Р, Н,

$$P = T_4 – T_1 + W_6, \quad (4.18)$$

Визначаємо колове зусилля на ведучій зірочці Р, Н.

Потужність на приводній зірочці N, кВт,

$$N = \frac{P \cdot V}{1000 \cdot \eta}, \quad (4.19)$$

де V – швидкість руху вигрібного ланцюга, м/с (формула (4.6));

η – коефіцієнт корисної дії привода, η = 0,9.

Визначаємо потужність на приводній зірочці N, кВт.

Крутний момент на приводній зірочці $M_{КР}$, Н·м,

$$M_{КР} = P \cdot D / 2, \quad (4.20)$$

де Р – колове зусилля на ведучій зірочці, Н (формула (4.18));

D – діаметр натяжного валика, D = 0,285 м.

Визначаємо крутний момент на приводній зірочці $M_{КР}$, Н·м.

На приводі вигрібного ланцюга машини ЩОМ-У встановлено два гідромотори, тому для визначення крутного моменту на валу одного гідромотора потрібно отриманий крутний момент на приводній зірочці $M_{КР}$, Н·м (формула (4.20)), зменшити вдвічі і за цим значення вибрати відповідний гідродвигун.

Порядок виконання роботи

1 Ознайомитися з конструкцією механізму привода вигрібного пристрою щебенеочисної машини ЩОМ-У.

2 Визначити основні параметри механізму привода вигрібного скребкового конвеєра.

3 Оформити звіт.

Питання для самоконтролю

1 Які вигрібні пристрої має щебенеочисна машина ЩОМ-У?

2 У яких місцях колії машина ЩОМ-У може вирізати баласт?

3 Яким робочим органом машина ЩОМ-У може вирізати баласт під рейко-шпальною решіткою?

4 Із яких основних механізмів складається скребковий вигрібний пристрій?

5 Скільки двигунів і якого типу застосовано на машині ЩОМ-У для привода скребкового вигрібного пристрою?

6 Чому відрізняється значення продуктивності машини і продуктивності скребкового вигрібного пристрою?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

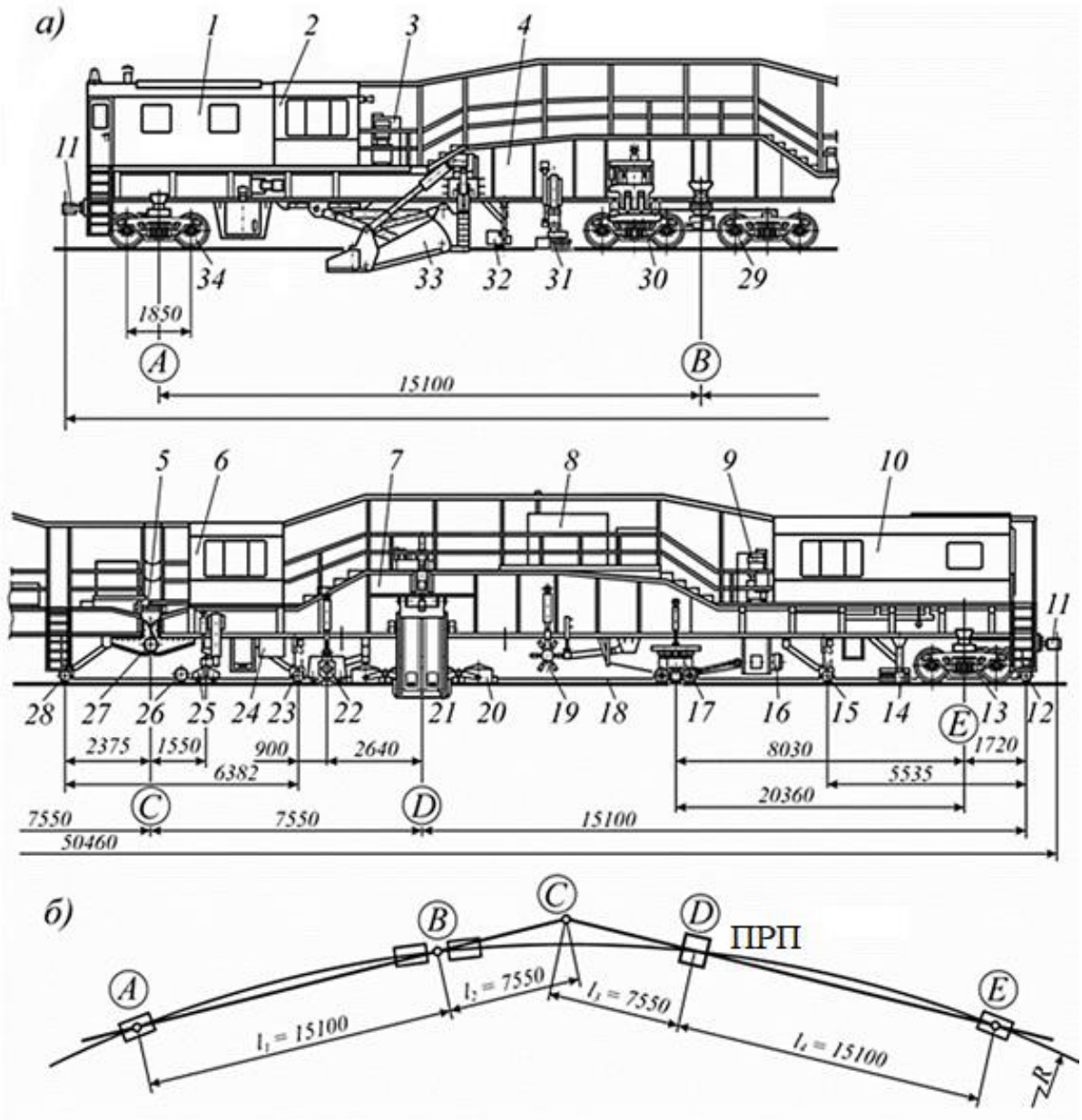
5.1 Загальні відомості

Мета роботи: ознайомитися з конструкцією механізму підіймання і опускання крила дозатора машини електробаластер ЕЛБ-4К. Провести розрахунок механізму підіймання крила дозатора.

Електробаластер (рисунок 5.1) є універсальною багатоопераційною високопродуктивною машиною безперервної дії, призначеною для постановки колії на баластну основу для виконання робіт із будівництва і технічного обслуговування колії. Електробаластер дозує баласт, заздалегідь вивантажений уздовж колії, зрізає баласт біля торців шпал, планує укоси і міжколійні зони призми, підіймає колійну решітку на формований баластний шар.

Машина проводить грубе виправлення і рихтування колії, оправляє узбіччя земляного полотна, виконує роботи на щебеневих базах для формування штабелів баластних матеріалів, підіймання прогонових будов і малих мостів під час ремонту. Окрім того, електробаластер може пробивати шпальні ящики, ущільнювати укоси баластної призми і стабілізувати колійну решітку в баластній призмі. Дозатор електробаластера (рисунок 5.2) змонтований на фермі напрямної секції і складається з центрального щита 12, встановленого у вертикальних напрямних, що дають йому змогу переміщатися вертикально за допомогою двох гідроциліндрів 8, з'єднаних із ним шарнірно через штоки.

Корпуси гідроциліндрів через інші шарнірні вузли підвішені на нерухомих кронштейнах 6. На центральному щиті через шарніри 14 установлені праве і ліве складені шарнірні крила. Кожне крило містить кореневу частину 19, з'єднану з центральним щитом шарнірами 14. До кореневої частини через шарнірні вузли знизу прикріплене крило 20, а зверху – тяга 3.



а) загальний вигляд: 1, 8 – основний і додатковий дизель-електричні агрегати; 2, 6, 10, 24 – кабіни керування: передня, центральна, господарсько-побутова і нижня; 3, 9 – насосні станції об'ємного гідропривода; 4, 7 – ферми напрямної та робочої секцій; 5 – міжфермові зв'язки; 11 – автозчепи; 12, 15, 23, 28 – кінцеві та вимірювальні візки рихтувальної КВС; 13, 29, 34 – задня, середня та передня ходові візки; 14 – шпальні щітки; 11, 17 – електропривод і робочий орган динамічної стабілізації колії; 18 – трос-хорда рихтувальної КВС; 19 – пробивач баласту у шпальних ящиках; 20 – ПРП; 21 – баластерні рами; 22 – робочий орган рихтування колії; 25 – пристрій притискання колії під час рихтування; 26 – ковзанка з датчиком шляху; 27 – міжфермовий сферичний шарнірний вузол; 30 – ущільнювачі баласту відкісно-плечових і міжколійних зон; 31, 32 – активна та пасивна рейкові щітки; 33 – дозатор; б) вписування в кругову криву

Рисунок 5.1 – Електробаластер ЕЛБ-4К

Ці ж елементи через інші шарнірні вузли з'єднані з підкрилком 2, утворюють у вертикальній площині шарнірну паралелограмну підвіску, що дає змогу нижній робочій кромці підкрилка зберігати незмінну орієнтацію відносно горизонту з опусканням крила. До підкрилка через вертикальний шарнір приєднано козирок 1, що запобігає під час роботи дозатора втратам баласту.

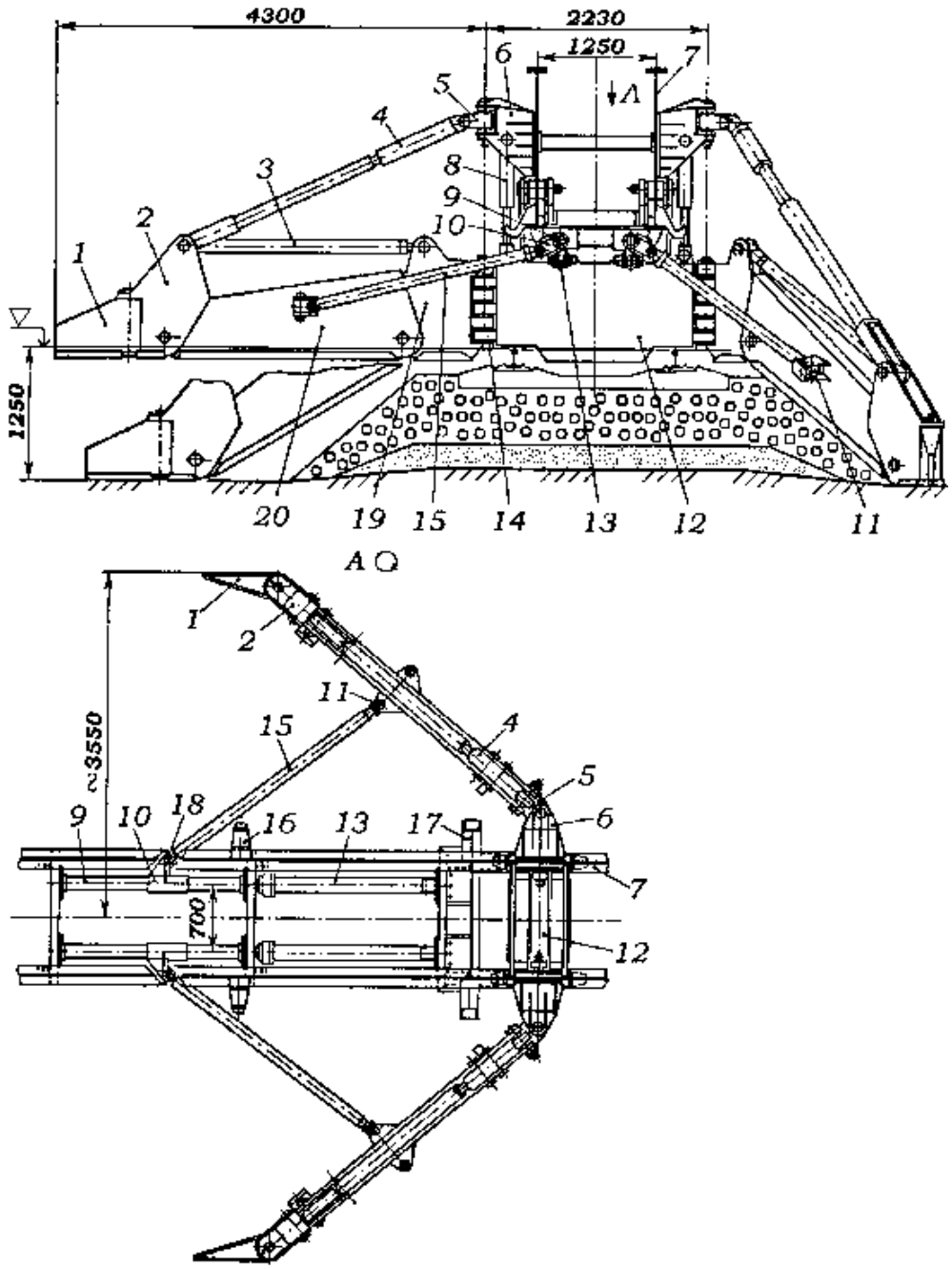


Рисунок 5.2 – Дозатор електробаластера

Підіймання і опускання крила відбувається телескопічною похилою тягою 4 із приводом від гідроциліндра. Для розкриття і прикриття крила служить механізм, який складається з похилої тяги 15, що через універсальні шарнірні вузли 11, 18 з'єднана з крилом 20 і повзуном 10. Повзун установлено на подовжніх напрямних 9 і з'єднаний шарнірно з гідроциліндром 13. Із рухами штока цього гідроциліндра відбувається поворот крила в плані для зміни ширини захвату баласту на узбіччях. Конструкцією дозатора передбачена робота як у прямому напрямку руху — робочою секцією вперед, так і зворотному. Із рухом назад відбувається зрізання надлишків баласту. Можлива також робота з дозування з розворотом крил в інший бік. У цьому випадку знімають тяги 15, а утримання крила під напором баласту в необхідному положенні здійснюване ланцюгом, що закріплений на вушку крила і фермі. У транспортному положенні, як і інші робочі органи, дозатор закріплений гвинтовими стяжками і встановлений на кронштейни 16, 17.

5.2 Розрахунок механізму підіймання крила дозатора

Підіймання та опускання крила дозатора (рисунок 5.3) здійснює гідроциліндр.

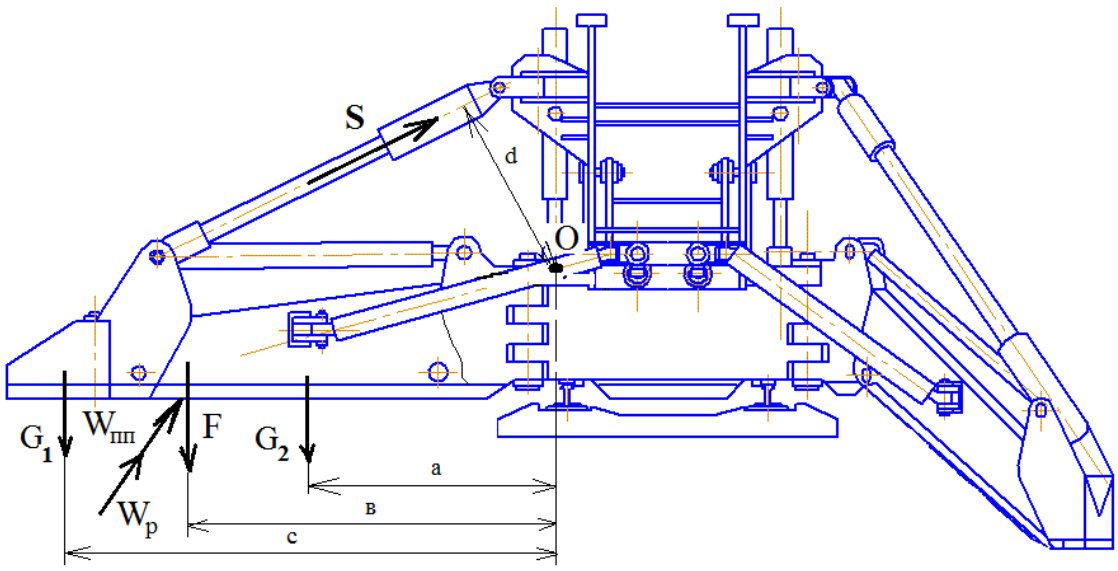


Рисунок 5.3 – Схема для розрахунку

Для визначення параметрів гідроциліндра потрібно визначити зусилля S підіймання, що діє вздовж штока. Сума сил моментів відносно точки О (рисунок 5.3)

$$\Sigma M_0 = 0; \qquad -S\,d + G_2\,a + F\,b + G_1\,c = 0;$$

$$S = \frac{G_2 \cdot a + F \cdot b + G_1 \cdot c}{d}\ , \tag{5.1}$$

де G_2, G_1 - вага крила, козирка і підкрилка, Н (таблиця 5.1);

F – сила тертя від переміщення призми баласту по крилу, Н;

d, a, b, c– відстані від ліній дії сил до т. О, d = 1,1 м, a = 2 м, b = 3,1 м, c = 3,5 м.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для лабораторної роботи 5

Параметр	Варіант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вага козирка і підкрилка G_1, Н	4000	4500	3800	4200	5000	3900	4100	4300	4400
Вага крила G_2, Н	12000	11000	10500	13000	12000	10000	11500	9800	9700

На крило діють опори різанню баласту і переміщенню призми баласту перед крилом. Опір від різання баласту $W_{п1}$, Н, розраховують за формулою

$$W_{n1} = k' \cdot l_0 \cdot h_n, \tag{5.2}$$

де k' – коефіцієнт питомого опору різанню баласту, $k' = 2{,}4 \cdot 10^5$ Н/м^2;

h_n – товщина шару баласту, що зрізають, $h_n = 0{,}09 м$;

l_0 – довжина крила, l_0 = 3,7 м.

Визначаємо опір різанню баласту $W_{п1}$, Н.

Опір переміщенню призми волочіння перед крилом $W_{п2}$, Н, розраховують за формулою

$$W_{п2} = V_{п} \cdot \rho \cdot g \cdot f, \qquad (5.3)$$

де ρ – щільність ґрунту, $\rho = 2{,}6 \cdot 10^3 \, кг / м^3$;

g – прискорення вільного падіння, g = 9,81 м/с^2;

f – коефіцієнт внутрішнього тертя, f = 0,7;

$V_{п}$ – об'єм призми баласту, м^3.

Об'єм призми баласту V, м^3, розраховують за формулою

$$V_{п} = \frac{l_{о} \cdot H_{нп}^2}{2tg\varphi}, \qquad (5.4)$$

де φ – кут природного відкосу баласту, $\varphi = 45^0$;

$H_{нп}$ – висота призми баласту перед крилом, $H_{нп}$ = 0,3 м.

Визначаємо об'єм призми баласту V, м^3 (формула (5.4)), і опір переміщенню призми волочіння перед крилом $W_{п2}$, Н (формула (5.3)).

Силу тертя F, Н, розраховують за формулою

$$F = (W_{п1} + W_{п2}) f_{l}, \qquad (5.5)$$

де f_l – коефіцієнт тертя баласту по сталі, f_l = 0,6.

Визначаємо силу тертя F, Н, і зусилля підіймання S, Н, що діє вздовж штока (формула (5.1)).

Діаметр гідроциліндра D, м, підіймання крила дозатора розраховують за формулою

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{0{,}75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}}, \qquad (5.6)$$

де p – питомий тиск у гідросистемі, p = 9,5 МПа;

η – ККД гідроциліндра, η = 0,9.

Визначаємо діаметр гідроциліндра D, м.

Підбираємо діаметр гідроциліндра механізму підіймання крила дозатора. Основний ряд діаметрів гідроциліндрів, мм: 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200.

Порядок виконання роботи

1 Ознайомитися з конструкцією механізму підіймання крила дозатора електробаластера ЕЛБ-4К.

2 Визначити основні параметри механізму підіймання крила дозатора.

3 Оформити звіт.

Запитання для самоконтролю

1 До якого типу машин належить електробаластер: циклічного або безперервного?

2 Для яких колійних робіт призначений електробаластер?

3 Де саме змонтований дозатор на електробаластері?

4 Із яких основних механізмів складається дозатор електробаластера?

5 Якими механізмами підіймають, нахиляють, повертають крила дозатора електробаластера?

6 Які опори виникають під час роботи крил і щита дозатора?

7 Як у транспортному положенні фіксують дозатор?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Стефанов Б. М., Євтушенко А. В. Машини для укладання колії: конспект лекцій. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 25 с.

2 Стефанов Б. М., Кравець А. М., Кравець В. Г. Будівельні та колійні машини : навч. посіб. Ч. 1. Колійні машини. Харків : УкрДАЗТ, 2013. 134 с. URL: http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/2452 (дата звернення: 27.06.2026).

3 Колійні машини для роботи з баластом: навч. посіб. / М. П. Ремарчук, А. В. Євтушенко, Є. В. Романович та ін.; за заг. ред. М. П. Ремарчука. Харків: УкрДУЗТ, 2025. 262 с. URL: http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/29270 (дата звернення: 26.06.2026).

4 Стефанов Б. М., Євтушенко А. В. Сучасні машини для ущільнення баластної призми, виправлення і оброблення колії: конспект лекцій з дисципліни «Колійні машини». Харків: УкрДАЗТ, 2008. 34 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання лабораторних робіт

з освітнього компонента

«*КОЛІЙНІ МАШИНИ*»

Відповідальний за випуск Євтушенко А. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 16.09.2026 р.
Умовн. друк. арк. 2,75. Тираж . Замовлення № .
Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018