

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра „Будівельні колійні та вантажно-розвантажувальні
машини”**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних занять
та самостійних робіт з дисципліни
“БУДІВЕЛЬНІ ТА КОЛІЙНІ МАШИНИ”**

Частина 1

Харків - 2010

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ 12 жовтня 2009 р.,

протокол № 2.

Методичні вказівки призначені для виконання практичних занять з дисципліни “Будівельні та колійні машини” студентами спеціальності 7.100502 «Залізничні споруди та колійне господарство» усіх форм навчання.

Укладачі:

доц. А.В. Євтушенко,
старш. викл. В.Г. Кравець

Рецензент

доц. В.М. Гончаров

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять
та самостійних робіт з дисципліни
“Будівельні та колійні машини”

ЧАСТИНА 1

Відповідальний за випуск Євтушенко А.В.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 22.10.09 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,75. Обл.-вид.арк. 2,0.
Замовлення № Тираж 150. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майд. Фейербаха, 7

УКРАЇНЬСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра “Будівельні, колійні та
вантажно-розвантажувальні машини”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять
та самостійних робіт
з дисципліни “Будівельні та колійні машини”
для студентів спеціальності 7.100502 «Залізничні споруди
та колійне господарство» всіх форм навчання

Частина 1

Харків – 2010

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри БКВРМ 10 жовтня 2009 р., протокол № 2.

Методичні вказівки призначені для виконання практичних занять з дисципліни “Будівельні та колійні машини” студентами спеціальності «Залізничні споруди та колійне господарство» усіх форм навчання.

Укладачі:

доц. А.В. Євтушенко,
старш. викл. В.Г. Кравець

Рецензент

доц. В.М. Гончаров

ЗМІСТ

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1 Визначення потужності електродвигунів на механізмах підйому та зсуву колійної решітки електробаластерами ЭЛБ-3М і ЭЛБ-3ТС	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА 2 Визначення параметрів механізму розкриття крила струга-снігоочисника	12
ПРАКТИЧНА РОБОТА 3 Визначення геометричних параметрів та продуктивності роторного пристрою машини СЗП – 600	20
ПРАКТИЧНА РОБОТА 4 Визначення фактичних значень ПВ для вантажної і тягової лебідок укладального крана ...	24
ПРАКТИЧНА РОБОТА 5 Розрахунок механізму повороту ротора	30
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	36

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

Визначення потужності електродвигунів на механізмах підйому та зсуву колійної решітки електробаластерами ЕЛБ-3М і ЕЛБ-3ТС

1.1 Мета роботи

Засвоєння методики розрахунку механізмів підйому та зсуву колії на електробаластерах ЕЛБ-3М і ЕЛБ-3ТС.

Визначення опорів і зусиль у цих механізмах, розрахунок потужності їхнього привода (згідно з даними таблиці 1.1).

1.2 Загальні відомості

Механізми підйому та зсуву з електромагнітним підйомником піднімають, зрушують і нахиляють колійну решітку. На електробаластерах ЕЛБ-3М і ЕЛБ-3ТС застосовується комбінований механізм, що складається з механізму підйому із двома черв'ячно-гвинтовими редукторами 1 (рисунок 1.1), двох вертикальних криволінійних тяг 2, механізму зсуву колії 3 і електромагнітів 4.

Механізм підйому має два черв'ячних редуктори, у черв'ячні колеса яких укрупнені гвинти. Ці гвинти через пружини шарнірно з'єднані з верхніми кінцями криволінійних тяг.

Нижні кінці тяг з'єднані осями з поперечною балкою 5, до якої підвішена поздовжня балка з електромагнітами. Завдяки шарнірній підвісці поздовжньої балки електромагніти можуть вільно погойдуватися й при підніманні колії щільно прилягати до скривлених рейок піднятої колійної решітки. Механізм зсуву складається із двох черв'ячних редукторів, гвинтової передачі та карданного вала.

На останніх конструкціях електробаластерів ЕЛБ-3ТС на

механізм зсуву встановлюють гідроциліндри.

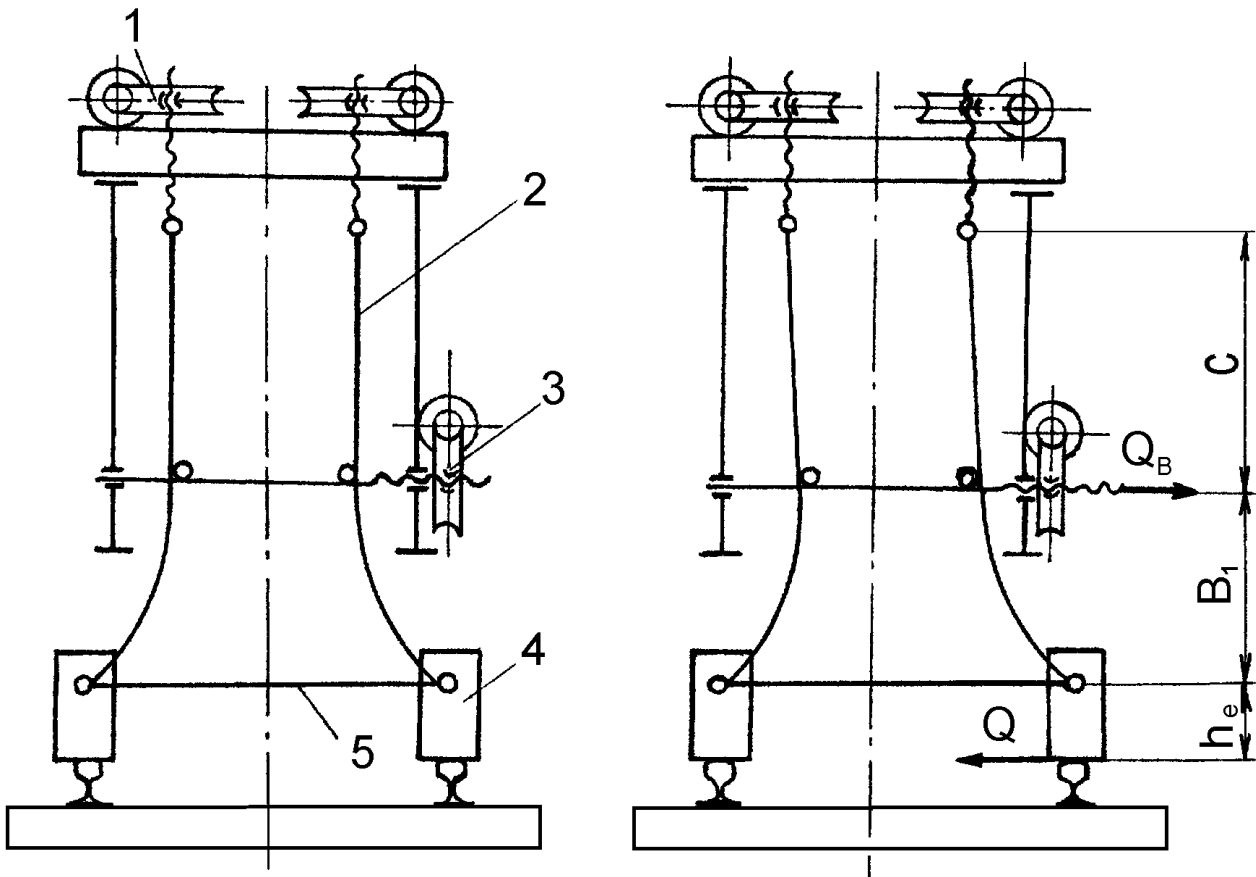


Рисунок 1.1 - Схема механізмів підйому й зсуву колії на електробаластерах ЭЛБ-3М і ЭЛБ-3ТС

1.3 Визначення зусилля у гвинтах і потужності електродвигуна механізму підйому колії

При підйомі рейко-шпальної решітки в механізмі підйому та зсуву з'являється опір від переміщення електромагнітів по рейках. Від цього опору криволінійні тяги притискаються до напрямних і, у випадку ввімкнення механізму підйому, виникає додатковий опір від подолання тертя в напрямних.

Тоді зусилля в механізмі підйому S , H ,

$$S = P + F + G,$$

де P - зусилля від підйому рейко-шпальної решітки, H ;

F - сила тертя в напрямних, Н;
G - вага частин, що піднімаються, механізму підйому, Н.
Зусилля від підйому рейко-шпальної решітки P, Н,

$$P = 4,44\sqrt{E * I_x * h * q^3},$$

де E - модуль пружності рейкової сталі, $E = 20,6 * 10^6$ Н/см²;
 I_x - момент інерції двох рейок щодо горизонтальної осі, см⁴;
h - висота підйому колійної решітки, см;
q - погонний опір підйому колійної решітки, Н/см.

Момент інерції двох рейок щодо горизонтальної осі I_x , см⁴,

$$I_x = 2 * I_{x1},$$

де I_{x1} - момент інерції однієї рейки щодо горизонтальної осі, см⁴.

Погонний опір підйому колійної решітки q, Н/см,

$$q = q_{np} + (q_{\sigma} + k_{\sigma} * h),$$

де q_{np} - вага 1 см колійної решітки, Н/см;
 q_{σ} - опір баласту на 1 см у початковий момент підйому на висоту до 25 см, $q_{\sigma} = 95$ Н/см;
 k_{σ} - коефіцієнт, що залежить від обсягу дозування і типу верхньої будови колії. Приймають $k_{\sigma} = 1,96$ Н/см²;
h - висота підйому колії, см.

Опір від переміщення електромагнітів по рейках W, Н,

$$W = \frac{Q - P}{\ddot{A}} (d * f' + 2 * k) * \beta,$$

де Q – підйомна сила електромагнітів, приймаємо Q=43100 Н;
P - зусилля від підйому рейкошпальної решітки, Н;
D - діаметр круга катання роликів електромагнітів.
Приймаємо D= 10 см;
d - діаметр цапфи ролика. Приймаємо d = 4 см;

f' - коефіцієнт тертя у підшипниках, $f' = 0,02$;

k - коефіцієнт тертя кочення опорного ролика по рейці,
 $k = 0,06$ см;

β - коефіцієнт, що враховує тертя реборди ролика по рейці, $\beta = 1,5$.

Сила тертя в напрямних F , H ,

$$F = (R_a + R_b) * f,$$

де R_a і R_b - реакції в напрямних у точках A і B від перекошу тяг, H ;
 f - коефіцієнт тертя ковзання в напрямних, $f = 0,08$.

Реакції R_a і R_b визначаємо з рівняння рівноваги щодо точок A і B (див. рисунок 1.2).

$$\sum M_A = W * L_1 - R_a * L_2 = 0$$

$$\sum M_B = W * (L_1 + L_2) - R_b * L_2 = 0$$

Тоді

$$R_b = \frac{W * L_1}{L_2};$$

$$R_a = \frac{W * (L_1 + L_2)}{L_2},$$

де W - опір від переміщення електромагнітів по рейках, H ;
 L_1 і L_2 - плечі дії сил, м.

Зусилля в одному гвинті S^1 , H ,

$$S^1 = \frac{F}{2} K_H,$$

де K_H - коефіцієнт нерівномірності. Приймаємо $K_H = 1,5$.

Потужність одного електродвигуна механізму підйому N , кВт,

$$N = \frac{S^1 * V_n}{1000 * \eta_B * \eta_P},$$

де V_n - швидкість підйому колійної решітки, м/с;
 η_B - ККД передачі гвинт-гайка;
 η_P - ККД редуктора.

Швидкість підйому V_n , м/с,

$$V_n = \frac{h}{100 * t},$$

де h - висота підйому колійної решітки, см;
 t - час підйому колійної решітки, с.

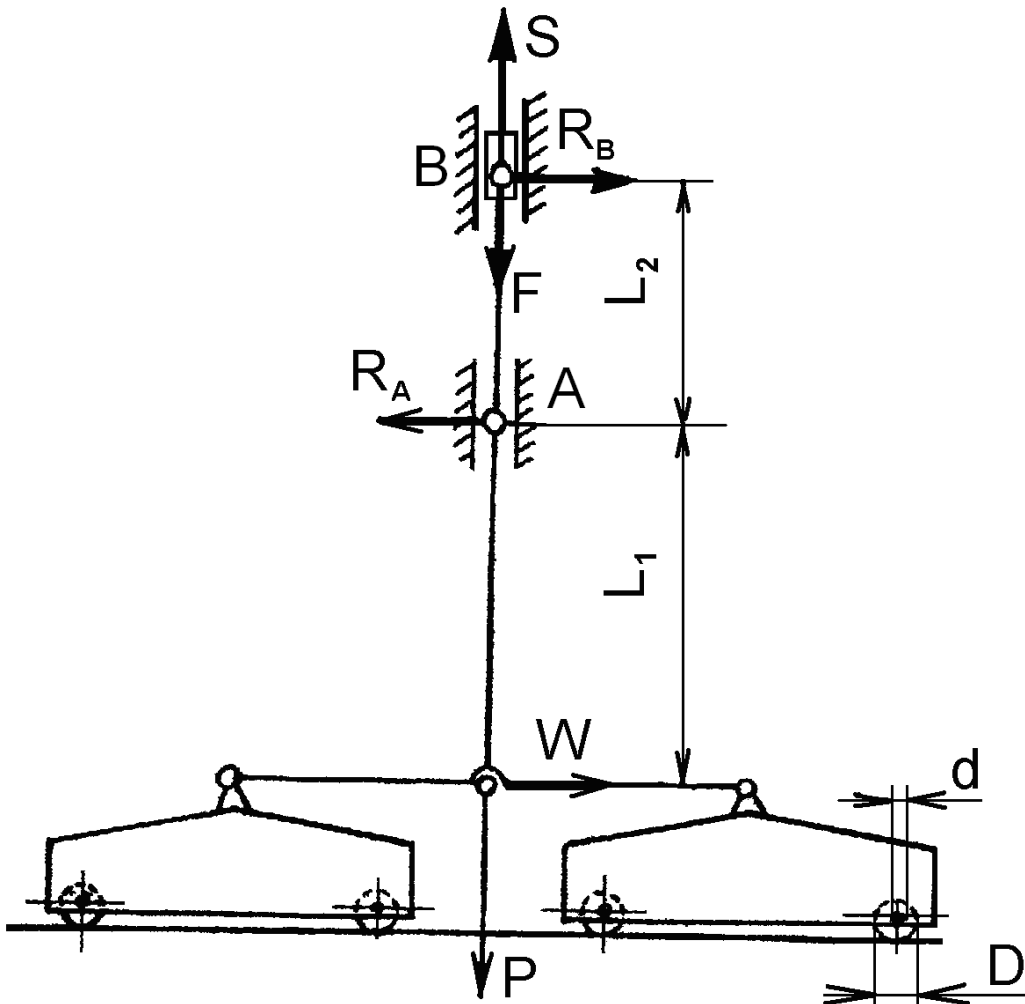


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема механізму підйому
1.4 Визначення сили, спрямованої уздовж гвинта, та
 потужності електродвигуна механізму зсуву

вивішеної колійної решітки

Сила зсуву вивішеної колійної решітки Q , Н,

$$Q = 192 \frac{E * I_y * K_x}{L^3} Y_{\max},$$

- де E - модуль пружності рейкової сталі, $E = 20,6 * 10^6$ Н/см²;
 I_y - момент інерції двох рейок щодо вертикальної осі, см⁴;
 K_x - коефіцієнт жорсткості колійної решітки, що враховує вплив шпал і скріплень, $K_x = 3,9$;
 L - довжина скривленої ділянки колії, $L = 2500$ см;
 Y_{\max} - найбільший зсув колійної решітки, $Y_{\max} = 40$ см.

Сила, що діє уздовж гвинта Q_B , Н,

$$Q_B = \frac{Q * (B_1 + C + h_e)}{C},$$

- де $(B_1 + c)$ - довжина підвіски, м;
 c - висота розташування механізму зсуву, м;
 h_e - висота підвіски електромагніта від рівня головки рейки, м.

Потужність електродвигуна механізму зсуву $N_{\text{сд}}$, кВт,

$$N_{\text{сд}} = \frac{Q_B * V_c}{1000 * \eta_B * \eta_p},$$

- де V_c - швидкість переміщення колійної решітки механізмом зсуву, м/с.

$$v_c = \frac{Y_{\max}}{100 * t},$$

- де t - час зсуву колійної решітки, с.

Варіанти вихідних даних для виконання практичної роботи 1 наведені в таблиці 1.1.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

Визначення параметрів механізму розкриття крила струга-снігоочисника

2.1 Мета роботи

Засвоєння способів розрахунку параметрів і привода механізму. Вивчення конструкції струга-снігоочисника і його робочих органів.

2.2 Призначення та принцип роботи колійного струга

Струги-снігоочисники типу СС-1 і СС-1м набули широкого розповсюдження на залізницях країни. Їх застосовують навесні та улітку, в основному, на неелектрифікованих ділянках для очищення старих і нарізання нових кюветів, планування укосів баластової призми, зрізання та планування укосів виїмок і насипів, зрізання, планування і перерозподілу ґрунту під час будівництва других колій. Узимку струг використовують для очищення станцій і перегонів від снігу, а також відвалювання снігу від колії в місцях його вивантаження.

Струг-снігоочисник СС-1 - це колійна машина, яка має ферму 1 (рисунок 2.1), що спирається на передній тривісний та задній двовісний візок. На фермі встановлена кабіна керування 10 і господарське приміщення 2.

Робочими органами струга служать два бічних крила 5 і два снігоочисних пристрої 11.

Бічні крила змонтовані на порталній рамі 9 і мають можливість за допомогою пневмоциліндрів підніматися та опускатися, а також змінювати свій нахил за рахунок телескопічних тяг 6. Крім цього, бічні крила 5 можуть розкриватися в робоче положення пневмоциліндрами, що встановлені на фермі 1. Розкриті крила втримуються трьома телескопічними розпірками 3,4, які обладнані пневмостопорами.

Снігоочисні пристрої 11 розташовані в торцевих частинах струга-снігоочисника. Кожний пристрій складається з двох передніх щитів і двох крил. Шарнірне з'єднання щитів і крил дозволяє встановлювати їх у вигляді клина для очищення одноколійних ліній, відвальної площини, для очищення двоколійних ділянок з відкиданням снігу вправо або вліво, у вигляді волокуші для переміщення снігу уздовж колії й виносу його за межі колії.

Струг-снігоочисник переміщується локомотивом. Керування робочими органами - пневматичне. Стиснене повітря для керування й роботи пневмоциліндрів подається від локомотива у повітрозбірники, що розташовані на фермі.

Бічне крило складається з основної частини крила 7 (рисунок 2.2), на якій змонтовані три рухомих елементи: кюветна частина 6, укісне крило 1 і баластовий підкрилок 9.

Кюветна частина 6 розташована за основною частиною крила й по похилих напрямних може підніматися нагору (у транспортне положення) і опускатися донизу для нарізання або очищення кюветів. Рух кюветної частини здійснюється пневмодвигуном 13 через редуктор 14 і гвинтовий пристрій 15.

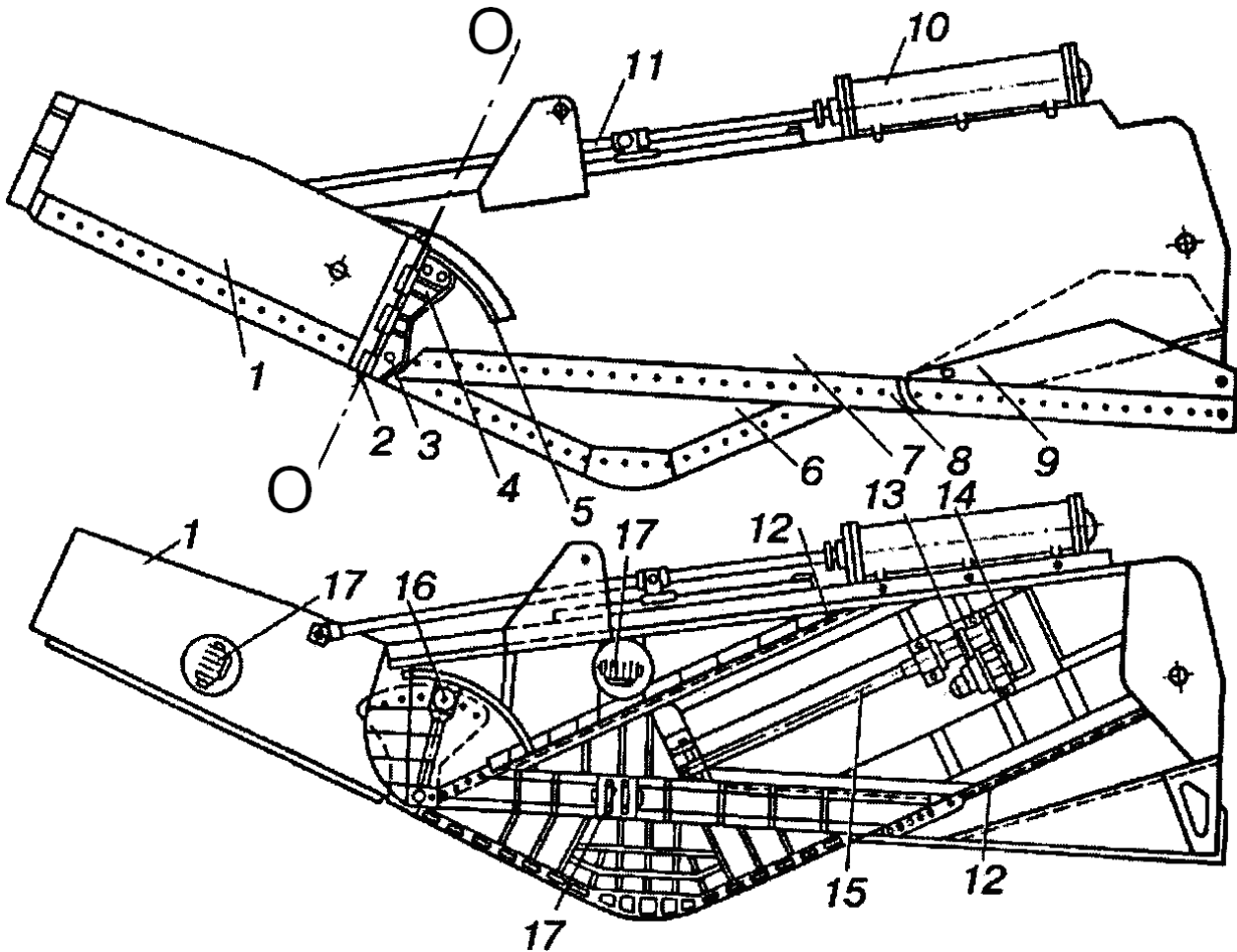
Баластовий підкрилок 9 служить для планування укосів баластної призми. Його можна повертати навколо осі вручну й установлювати під кутом, що відповідає уклону укоса баластової призми.

Укісне крило 1 прикріплене до основної частини за допомогою сектора 4 вертикальної осі 0-0. Сектор може переміщуватися по криволінійному пазу 5, повертаючись відносно шарніра А.

Зміну кута нахилу укісного крила здійснюють пневмоциліндром 10 через тягу 11. Для переміщення ґрунту укісне крило встановлюють паралельно осі колії, повернувши його відносно осі 0-0. У такому положенні воно фіксується телескопічною тягою.

Модернізований струг СС-1м оснащений більш довгим крилом, що відповідає новим розмірам поперечного переріза

земляного полотна.



- 1-укісне крило; 2-вертикальна вісь; 3-шарнір; 4-сектор;
5-напрямний паз; 6- кюветна частина крила;
7- основна частина крила; 8-ніж; 9-баластний підкрилок;
10- пневмоциліндр; 11-тяги; 12-напрямні переміщення кюветної частини; 13-пневмодвигун; 14-редуктор;
15-гвинтовий пристрій; 16-пневмостопор; 17-кронштейни

Рисунок 2.2 – Схема крила струга-снігоочисника СС-1

2.3 Порядок розрахунку механізму розкриття крила

На бічне крило струга-снігоочисника при його розкриванні діють такі сили:

T - горизонтальна складова від ваги крила, Н;

P_B - вітрове навантаження, Н;

Z - зусилля від штока пневмоциліндра, Н.

Горизонтальна складова від ваги крила T , Н,

$$T = G \cdot \sin \alpha,$$

де G - вага крила, Н;

α - кут поперечного нахилу струга-снігоочисника при роботі на кривій, град.

Синус кута поперечного нахилу струга-снігоочисника

$$\sin \alpha = \frac{h_H}{B_K},$$

де h - перевищення зовнішньої рейки в кривій, мм;

B_K - ширина колії, $B_K = 1520$ мм.

Вітрове навантаження на крило P_B , Н,

$$P_B = p_B \cdot F_K \cdot K_C \cdot K_a,$$

де p_B - питомий тиск вітру, Н/м²;

F_K - площа крила, м²;

K_C - коефіцієнт суцільності крила;

K_a - коефіцієнт аеродинамічності.

Рівняння моментів діючих сил відносно вертикальної осі повороту крила

$$\sum M_0 = S * L_3 * \eta_{\delta} * \eta_{\theta} - D_{\lambda} * L_2 - T * L_1 = 0 .$$

Зусилля в штоку пневмоциліндра S, Н,

$$S = \frac{P_B * L_2 + T * L_1}{L_3 * \eta_{\delta} * \eta_{\theta}} ,$$

де L_1, L_2, L_3 - плечі дії сил, м;

η_{δ} - механічний ККД пневмоциліндра;

η_{θ} - коефіцієнт, що враховує тертя в шарнірах крила і пневмоциліндра.

Потрібний діаметр пневмоциліндра D, м,

$$D = \sqrt{\frac{4 * S}{\pi * p}} ,$$

де p – мінімальний тиск повітря у пневмоциліндрі, Н/м².

Варіанти вихідних даних для виконання практичної роботи 2 наведені в таблиці 2.1.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Визначення геометричних параметрів та продуктивності роторного пристрою машини СЗП - 600

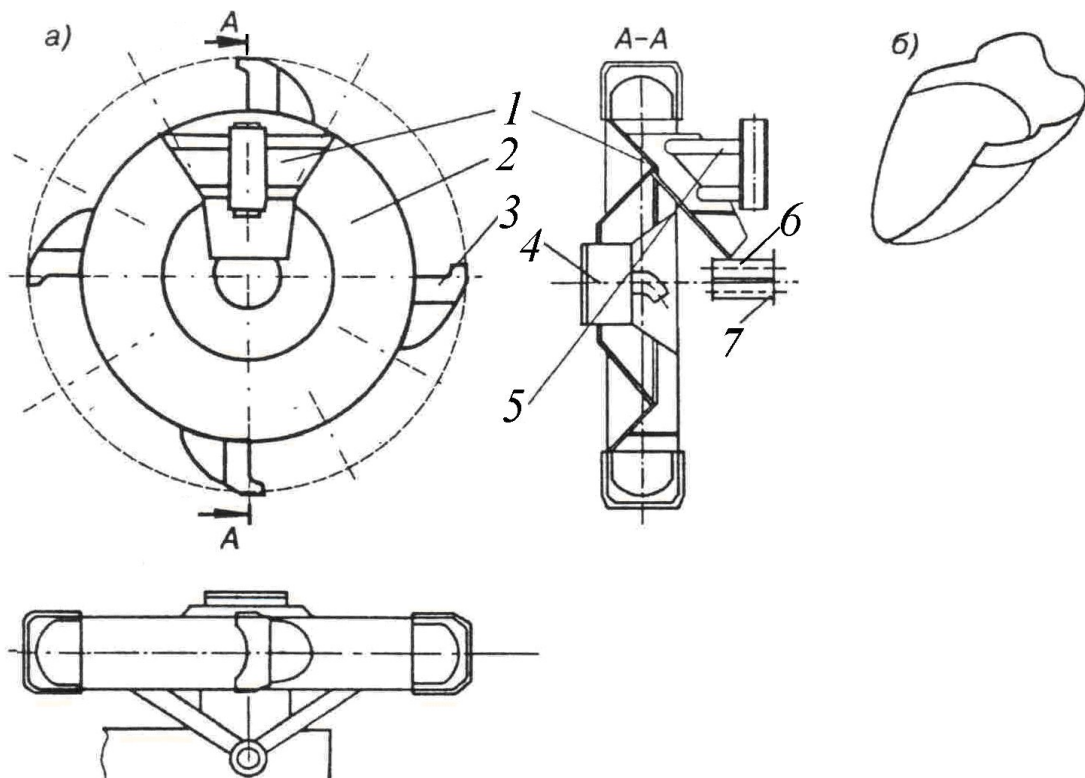
3.1 Мета роботи

Засвоєння способів розрахунку геометричних параметрів ротора та його продуктивності за початковими даними варіантів, які наведені в таблиці 3.1.

3.2 Загальні відомості

Продуктивність машини визначається за продуктивністю її робочого органа – роторного пристрою, який виконує нарізку нових кюветів.

Схема ротора і його ковша наведена на рисунку 3.1.



а - ротор; б - ківш; 1 - бункер; 2 - колесо; 3 - ківш; 4 - гідродвигун;
5 - кронштейн закріплення ротора до стріли; 6 - конвеєр основний;

7 - конвеєр зачисний

Рисунок 3.1 - Схеми ротора і ковша

3.3 Порядок розрахунку механізму

Технічна продуктивність ротора Π_T , м³/год,

$$\dot{V}_T = \frac{3600 \cdot q \cdot Z \cdot n_p \cdot K_n \cdot K_p}{\hat{E}_\delta},$$

де q – місткість ковша ротора, м³;

Z – кількість ковшів на роторі;

n_p – частота обертання ротора, с⁻¹;

K_n – коефіцієнт наповнення ковша;

K_p – коефіцієнт розпушування матеріалу в ковші.

Місткість ковша залежить від його конструкції, форми та від способу розвантаження. На усіх колійних машинах, які мають роторні робочі органи і призначені для розробки ґрунту, використовується гравітаційний спосіб розвантаження.

Основними параметрами ковша є його висота, довжина і місткість.

Висоту ковша h , м, визначають за формулою

$$h = \sqrt{\frac{q}{k_a}},$$

де q – місткість ковша, м³;

k_a - коефіцієнт для середньопов'язаних ґрунтів, $K_B = 1$.

Висота ковша та його довжина знаходяться у відповідній залежності. Оптимальним значенням цього є відношення

$$\frac{h}{l} = 0,52 \dots 0,59.$$

Тоді довжина ковша l , м,

$$l = \frac{h}{0,55}.$$

Форму ріжучої кромки козирка ковша на кюветоочисних

машинах вибирають пелюсткову з витягнутими вперед кутовими частинами без зубів, що дозволяє знизити силу різання при розробці ґрунту та покращує процес розвантаження [1].

Тому приймають ківш, який має в перетині параболічну форму, що максимально знижує опір наповнення його ґрунтом (рисунок 3.1, б).

Число ковшів Z на роторі повинно задовольняти умови розвантаження та збільшення продуктивності. Для машини СЗП-600 приймаємо $Z = 12$.

Зовнішній діаметр ротора D_p , м ,

$$\ddot{A}_\delta = \ddot{A}_i + 2h ,$$

де D_o – діаметр обичайки ротора, м;

h – висота ковша, м.

Діаметр обичайки D_o , м ,

$$\ddot{A}_i = \frac{Z \cdot t}{\pi} ,$$

де Z – кількість ковшів, $Z=12$;

t – шаг ковшів, м.

При визначенні кроку ковшів необхідно враховувати, що довжина міжковшового простору повинна бути не менш 25 % від величини кроку ковша, тобто

$$t = 1,25L ,$$

де L - довжина ковша, м.

Частота обертання ротора n_p , хв^{-1} ,

$$n_\delta = \frac{60 \cdot \vartheta_\delta}{\pi \cdot \ddot{A}_\delta} ,$$

де ϑ_δ - кружна швидкість ротора, м/с;

D_p – зовнішній діаметр ротора, м.

Таблиця 3.1 – Початкові дані для визначення геометричних

параметрів ротора (h , L , D_o , D_p , t) та продуктивність Π_p .

Варіант	q , м ³	K_p	K_H	g_p , м/с
1	0,025	1,1	0,9	1,6
2	0,028	1,25	0,8	1,7
3	0,03	1,26	0,7	1,8
4	0,032	1,28	0,6	1,9
5	0,035	1,1	0,9	2,0
6	0,038	1,25	0,8	2,1
7	0,04	1,26	0,7	2,2
8	0,042	1,28	0,6	2,3
9	0,045	1,1	0,9	2,4
10	0,047	1,25	0,8	2,5
11	0,025	1,26	0,7	2,6
12	0,028	1,28	0,6	2,7
13	0,03	1,1	0,9	1,6
14	0,032	1,25	0,8	1,7
15	0,035	1,26	0,7	1,8
16	0,038	1,28	0,6	1,9
17	0,04	1,1	0,9	2,0
18	0,042	1,25	0,8	2,1
19	0,045	1,26	0,7	2,2
20	0,047	1,28	0,6	2,3
21	0,025	1,1	0,9	2,4
22	0,028	1,25	0,8	2,5
23	0,03	1,26	0,7	2,6
24	0,032	1,28	0,6	2,7
25	0,035	1,1	0,9	1,6
26	0,038	1,25	0,8	1,7
27	0,04	1,26	0,7	1,8
28	0,042	1,28	0,6	1,9
29	0,045	1,1	0,9	2,0
30	0,047	1,15	0,8	2,1
31	0,042	1,28	0,6	2,5
32	0,045	1,1	0,9	2,6
33	0,047	1,25	0,8	2,7
34	0,025	1,26	0,7	1,6
35	0,028	1,28	0,6	1,7

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

Визначення фактичних значень ПВ для вантажної і

тягової лебідок укладального крана

4.1 Ціль роботи

Засвоєння методики розрахунку визначення часу тривалості циклу укладання ланки та ПВ механізму, а також складання циклограми укладання ланки краном (згідно з даними таблиці 4.4).

4.2 Загальні відомості

При виборі електродвигуна може виявитися, що його потужність за паспортом відрізняється від потрібної.

У цьому випадку треба враховувати дві обставини: великий запас потужності електродвигуна приводить до підвищення витрати електроенергії, а недостатній запас потужності – до перевантаження та перегріву двигуна (допускається перевантаження не більше 5 %).

Для привода механізмів, що характеризуються відносно великими приводними масами, ударним або пульсуючим характером навантаження, великою частотою пусків і реверсів (наприклад, крани, лебідки й т.п.), застосовуються асинхронні електродвигуни типу МТ.

Відповідно до каталогів, експлуатаційна потужність цих двигунів міняється залежно від тривалості роботи двигуна протягом одного циклу роботи механізму або, так званої, тривалості ввімкнення ПВ.

ПВ – характеристика повторно-короткочасних режимів із циклічним чергуванням навантажень і пауз.

Тривалість одного циклу складається із часу навантаження (двигун увімкнений) і паузи (двигун вимкнений).

4.3 Порядок розрахунку

ПВ – відношення тривалості навантаження до тривалості циклу, тобто

$$ПВ = \frac{\sum t_i}{T} * 100,$$

де t_i – час роботи двигуна тягової або вантажної лебідки укладального крана на одній операції, с. Цей час визначається із циклограми роботи укладального крана;

T – час тривалості циклу укладання ланки, с.

Час тривалості циклу укладання ланки визначається за формулою T , с,

$$T = \frac{3600 * L}{П_{тех}},$$

де L – довжина рейкової ланки, що укладається, м. Довжина ланки може дорівнювати 12,5 або 25 м;

$П_{тех}$ – технічна продуктивність укладального крана, м/год. Ця величина приймається залежно від типу крана (див. таблицю 4.1).

При побудові циклограми тривалість циклу T укладання ланки включає такі складові:

t_1 – час стропування ланки, с. Залежно від типу траверси та рейкових захватів t_1 змінюється в межах 3...10 с;

t_2 – час підйому ланки на необхідну висоту, с;

t_3 – час пересування вантажних візків з ланкою, с;

t_4 – час опускання ланки із середньої висоти, с;

t_5 – час стикування заднього кінця ланки, приймають

$t_5 = 10$ с;

t_6 – час остаточного опускання ланки, $t_6 = 5$ с;

t_7 – час відчеплення траверси, с. Залежно від типу траверси t_7 змінюється в межах 5...15 с;

t_8 – час підйому порожньої траверси у вихідне положення,

с;

t_9 – час переміщення візків у вихідне положення, с;

t_{10} – час опускання траверси для захвату чергової ланки,

$t_{10} = 3...5...5$ с.

Час підйому ланки t_2 , с, на висоту визначається за формулою

$$t_2 = \frac{h_{\Pi}}{V_{\Pi}},$$

де h_{Π} – висота підйому над пакетом ланок, $h_{\Pi} = 0,3...0,4$ м;

V_{Π} – середня швидкість підйому ланки, м/с.

Час пересування вантажних візків t_3 , с,

$$t_3 = \frac{2 \cdot l_p}{V_T} + \frac{l_T}{V_T} + \frac{2 \cdot l_{TP}}{V_T},$$

де l_p – шлях розгону візків з ланкою, $l_p = 0,5...0,8$ м;

l_T – шлях руху візків з ланкою зі сталою швидкістю, м.

Приймають: довжина l_T дорівнює довжині ланки плюс 2,5...3,5 м;

l_{TP} – гальмовий шлях, $l_{TP} = 0,5$ м;

V_T – стала швидкість, $V_T = 1,35...1,5$ м/с.

Час опускання ланки із середньої висоти t_4 , с,

$$t_4 = \frac{h_{cp}}{V_{cp}},$$

де h_{cp} – середня висота опускання, м. Приймаємо $h_{cp} = 3,3$ м;

V_{cp} – швидкість опускання ланки, $V_{cp} = 0,35...0,45$ м/с.

Час підйому порожньої траверси t_8 , с,

$$t_8 = \frac{h_{cp}}{V_{\Pi}},$$

де V_n – швидкість підйому траверси, м/с.
 Приймаємо $V_n = 0,35 \dots 0,45$ м/с .

Час переміщення візків у вихідне положення t_9 , с,

$$t_9 = \frac{l_r}{V_{пт}}$$

де $V_{пт}$ – швидкість руху порожніх візків, м/с.
 Приймаємо $V_{пт} = 1,7 \dots 1 \dots 1,8$ м/с.

На підставі отриманих чисельних значень, що становлять тривалість циклу T , і даних з характеристик кранів, наданих в таблицях 4.2 і 4.3, будується циклограма (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 - Циклограма роботи укладального крана

Найменування операції	Час виконання операцій, с									
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}
Стропування ланки										
Підйом ланки										
Пересування ланки										
Опускання ланки										
Стикування ланки										
Остаточне опускання										
Відчеплення ланки										
Підйом порожньої траверси										
Переміщення візків										
Опускання траверси										
Примітка - До таблиці 4.1 заносяться отримані числові значення у відповідні графи.										

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика укладальних кранів

Тип крана	Продуктивність, м/год		Кількість і потужність		Вантажопідйомність, т
	з дерев'яними шпалами	з залізобетонними шпалами	дизеля, кВт	ел. генератора, кВт	
УК-25/9	800-1000	350-500	2*121	2*100	9

УК-25/17	800-1000	350-500	2*121	2*100	17
УК-25/9-18	1000	750	2*121	2*100	18
УК-25/21	900	700	2*121	2*100	21
ПКД	1200	500-800	2*121	2*100	4

Таблиця 4.3 - Технічна характеристика укладальних кранів

Тип крана	Швидкість, м/с	
	підйому ланки	пересування ланки
УК-25/9	0,3	
УК-25/17	0,15*	1,5
	0,3**	
УК-25/9-18	0,208*	1,5
	0,416**	
УК-25/21	0,3	1,3
ПКД	0,2	0,65

* - При чотирикратному поліспасті;
** - При двократному поліспасті.

Таблиця 4.4 – Варіанти розрахункових даних

Варіант	Тип крана	Довжина ланки, м	Продуктивність, м/год
1	УК-25/9	12,5	800
2	УК-25/17	25	350
3	УК-25/9-18	12,5	750
4	УК-25/21	25	700
5	ПКД	12,5	500
6	УК-25/9	25	1000
7	УК-25/17	12,5	450
8	УК-25/9-18	25	800
9	УК-25/21	12,5	750
10	ПКД	25	600
11	УК-25/9	12,5	900
12	УК-25/17	25	500

13	УК-25/9-18	12,5	1000
14	УК-25/21	25	700
15	ПКД	12,5	700
16	УК-25/9	25	950
17	УК-25/17	12,5	800
18	УК-25/9-18	25	750
19	УК-25/21	12,5	900
20	ПКД	25	1000
21	УК-25/9	12,5	700
22	УК-25/17	25	600
23	УК-25/9-18	12,5	900
24	УК-25/21	25	950
25	ПКД	12,5	600
26	УК-25/9	12,5	900
27	УК-25/17	25	600
28	УК-25/9-18	12,5	900
29	УК-25/21	25	850
30	ПКД	12,5	600
31	УК-25/9	12,5	950
32	УК-25/17	25	600
33	УК-25/9-18	12,5	950
34	УК-25/21	25	750
35	ПКД	12,5	800

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

Розрахунок механізму повороту ротора

5.1 Мета роботи

Засвоєння методики визначення параметрів гідроциліндрів механізму повороту ротора (згідно з даними таблиці 5.1).

5.2 Загальні відомості

Ротор 5 (рисунок 5.1, а) машини СЗП-600 встановлений на стрілі 4, яка шарнірно закріплена на поворотній рамі 3, що опирається через великогабаритні роликові опорно-упорні

підшипники 2 на раму 1. Поворот рами 1 здійснюється двома гідроциліндрами 9 (рисунок 5.1, б), канатом 7, запресованим у нижній частині рами 6 з двома нерухомими блоками 8, які збільшують кут обхвату.

Від прослизання канат утримується канатними затискачами. Для забезпечення стійкості рами на ній розташована противага. Поворот здійснюється на кут до 50° в один та інший бік та обмежується кінцевими вимикачами. За розрахункове положення приймається найневигідніше: машина знаходиться на ухилі, вітер перешкоджає повороту, а поворот починають з нерухомого положення.

У зв'язку з невеликою швидкістю повороту сили інерції, які виникають в момент початку руху робочого органа, через їх незначну величину не враховуються.

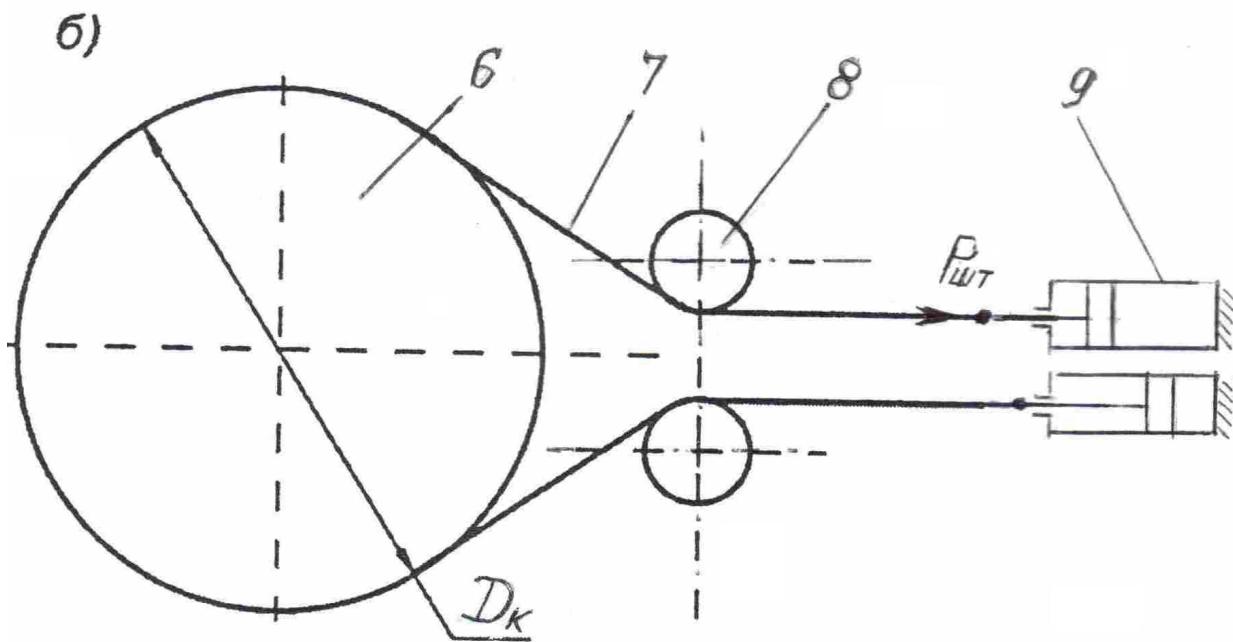
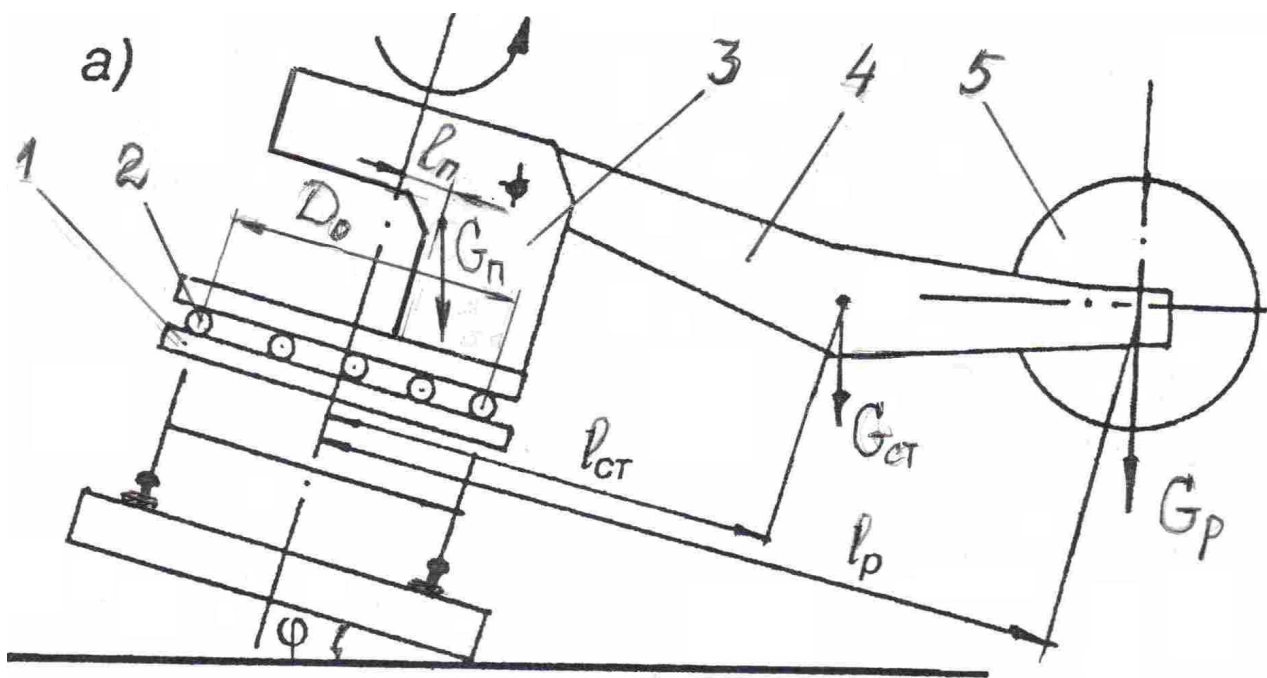


Рисунок 5.1 - Схема для розрахунку механізму повороту ротора

5.3 Порядок розрахунку

Момент опору повороту ротора M_c , Н м,

$$\dot{I}_{\tilde{n}} = \dot{I}_{\delta\delta} + \dot{I}_{\tilde{a}} + \dot{I}_{\tilde{i}},$$

де $\dot{I}_{\delta\delta}$ - момент сил тертя в опорно-поворотному пристрої, Н м;
 M_B - момент від вітрового навантаження, Н м;
 M_H - момент від горизонтальних складових ваги при ухилі машини, Н м.

Момент сил тертя $\dot{I}_{\delta\delta}$, Н м,

$$\dot{I}_{\delta\delta} = W_{\delta\delta} \cdot \frac{D_o}{2},$$

де $W_{\delta\delta}$ - повний опір обертанню поворотної частини машини, Н;
 D_o - діаметр опорно-поворотного пристрою.
 Приймаємо $D_o = 2,1$ м.

Повний опір обертанню поворотної частини машини $W_{\delta\delta}$, Н,

$$W_{\delta\delta} = k \cdot G_{\tilde{a}},$$

де k - коефіцієнт тертя, який залежить від конструкції опорно-поворотного пристрою;
 G_B - загальне вертикальне навантаження на опорно-поворотний пристрій.

Коефіцієнт тертя k

$$k = \frac{2 \cdot f}{d_{\phi}} \cdot k_1,$$

де f - коефіцієнт тертя кочення, $f = (0,03 \dots 0,1)$ см [1];
 d_{ϕ} - діаметр роликів (шариків), см;
 k_1 - коефіцієнт, який враховує переки́с, просковзання і т.п.,
 $k_1 = 1,3 \dots 1,5$ [1].

Загальне вертикальне навантаження на опорно-поворотний пристрій $G_{\hat{a}}$, Н,

$$G_B = G_{\Pi} + G_{CT} + G_p ,$$

де G_{Π} , G_{CT} і G_p - вага, відповідно, поворотної платформи, стріли та ротора. Приймаємо G_{Π} - 85000 Н; G_{cm} - 60000Н; G_p -35000 Н.

Момент від вітрового навантаження $\dot{I}_{\hat{a}}$, Н м,

$$\dot{I}_{\hat{a}} = \rho(F_p \cdot l_p + F_{\Pi} \cdot l_{\Pi} + F_{\hat{I}} \cdot l_{\hat{I}}),$$

де ρ - тиск вітру, Н/м²;

F_p , F_{cm} , F_{Π} - підвітрові площі, відповідно, ротора, стріли, поворотної платформи, $F_p = 9 \text{ м}^2$; $F_{cm} = 7 \text{ м}^2$; $F_{\Pi} = 5,5 \text{ м}^2$;

$l_p, l_{\Pi}, l_{\hat{I}}$ - відстань від осі повороту до центрів тяжіння, відповідно, ротора, стріли та поворотної платформи, м.

Момент від горизонтальних складових ваги $\dot{I}_{\hat{i}}$, Н м,

$$\dot{I}_{\hat{i}} = (G_p \cdot l_p + G_{\Pi} \cdot l_{\Pi} + G_{\hat{I}} \cdot l_{\hat{I}}) \sin \varphi,$$

де G_p , G_{Π} , $G_{\hat{I}}$ - вага, відповідно, ротора, стріли та поворотної платформи, Н;

l_p , l_{Π} , $l_{\hat{I}}$ - відстань від осі повороту до центрів тяжіння відповідних частин, м;

φ - кут нахилу машини відповідно до горизонталі, град.

$$\varphi = \text{arc sin } \frac{h}{s},$$

де h - максимальне підвищення однієї рейкової нитки відносно іншої, мм;

s - ширина залізничної колії, мм.

Зусилля на штоці гідроциліндра $D_{\sigma\sigma}$, Н,

$$P_{\sigma\sigma} = \frac{2 \cdot \dot{I}_{\dot{n}} \cdot \eta_{\dot{a}}}{D_{\dot{e}} \cdot \eta_i^2},$$

- де M_c - момент опору повороту ротора, Н м;
 D_k - діаметр кільця, який огинає канат, $D_k = 2,5$ м;
 $\eta_{\dot{a}}$ - ККД блока, $\eta_{\sigma} = 0,95$ [3];
 η_i - механічний ККД гідроциліндра, $\eta_m = 0,9$ [3].

Так як при повороті ротора рідина надходить у штокову порожнину гідроциліндра, то його внутрішній діаметр D_v , за умовою, що діаметр штока $d = 0,5 D_v$, можна визначити за формулою

$$D_{\dot{a}} = \sqrt{\frac{4 \cdot D_{\sigma\sigma}}{0,75 \cdot \pi \cdot \rho \cdot 10^6}},$$

- де ρ - робочий тиск в гідросистемі машини.
 Приймаємо $\rho = 19,5$ МПа.

Таблиця 5.1 - Початкові дані для визначення параметрів гідроциліндра механізму повороту ротора

Варіант	f см	d _ш см	K ₁	P Н/м ²	h мм	l _p , м	l _{cm} , м	l _n , м
1	0,03	6	1,3	420	150	11	7,4	0,6
2	0,04	5	1,4	320	140	12	7,6	0,7
3	0,05	4	1,5	220	130	10	8,0	0,8
4	0,06	3	1,3	180	150	11	7,4	0,5
5	0,07	6	1,4	420	140	12	7,6	0,6

6	0,08	5	1,5	320	130	10	8,0	0,7
7	0,09	4	1,3	220	150	11	7,4	0,8
8	0,1	3	1,4	180	140	12	7,6	0,5
9	0,03	6	1,5	420	130	10	8,0	0,6
10	0,04	5	1,3	320	150	11	7,4	0,7
11	0,05	4	1,4	220	140	12	7,6	0,8
12	0,06	3	1,5	180	130	10	8,0	0,5
13	0,07	6	1,3	420	150	11	7,4	0,6
14	0,08	5	1,4	320	140	12	7,6	0,7
15	0,09	4	1,5	220	130	10	8,0	0,8
16	0,1	3	1,3	180	150	11	7,4	0,5
17	0,03	6	1,4	420	140	12	7,6	0,6
18	0,04	5	1,5	320	130	10	8,0	0,7
19	0,05	4	1,3	220	150	11	7,4	0,8
20	0,06	3	1,4	180	140	12	7,6	0,5
21	0,07	6	1,5	420	130	10	8,0	0,6
22	0,08	5	1,3	320	150	11	7,4	0,7
23	0,09	4	1,4	220	140	12	7,6	0,8
24	0,1	3	1,5	180	130	10	8,0	0,5
25	0,03	6	1,3	420	150	11	7,4	0,6
26	0,04	5	1,4	320	140	12	7,6	0,7
27	0,05	4	1,5	220	130	10	8,0	0,8
28	0,06	3	1,3	180	150	11	7,4	0,5
29	0,07	6	1,4	420	140	12	7,6	0,6
30	0,08	5	1,5	320	130	10	8,0	0,7

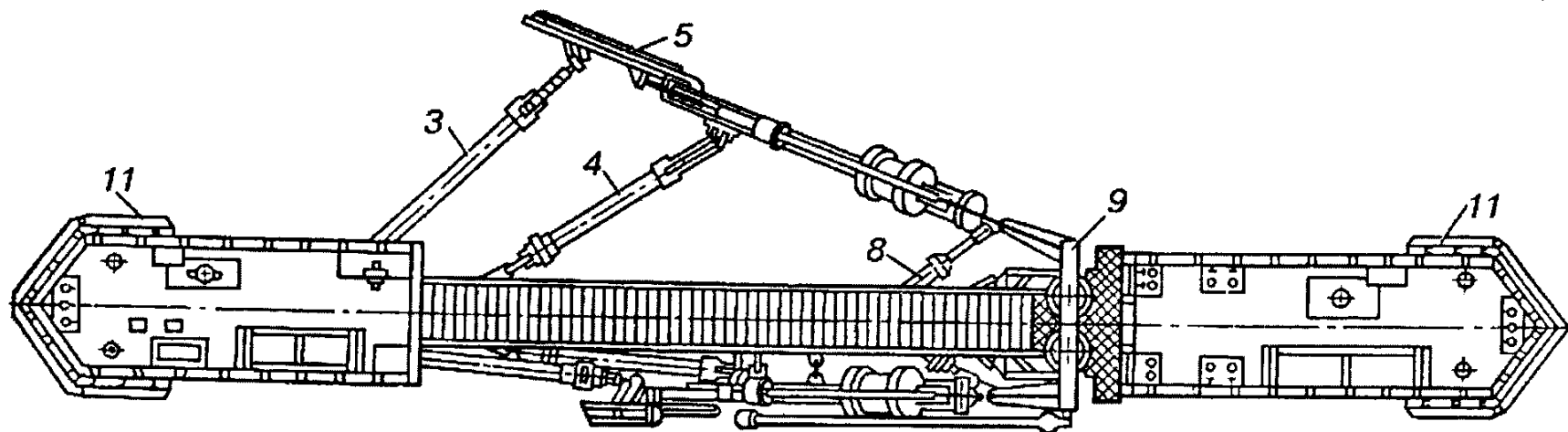
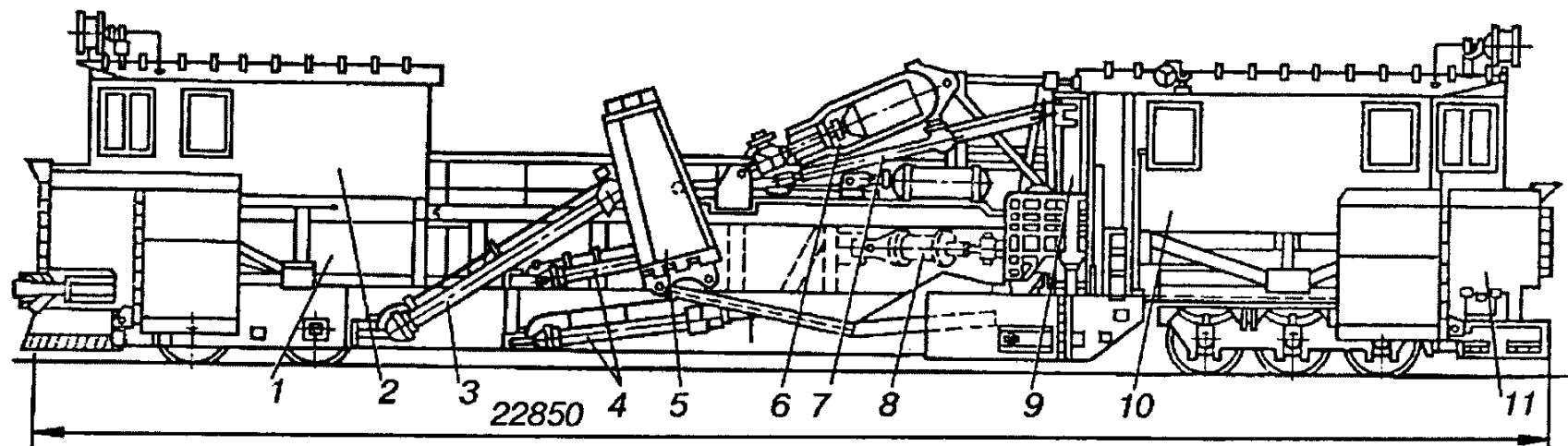
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Путьевые машины: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. С.А. Соломонова - М.: Желдориздат, 2000. – 756 с.

2 Путьевые машины: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / С.А. Соломонов, М.В. Попович, Б.Н. Стефанов и др. - М.: Транспорт, 1985. – 375 с.

3 Соломонов С.А. Балластировочные, щебнеочистительные машины и хоппер-дозаторы. М.: Транспорт, 1991. – 336 с.

4 Машины и механизмы для путьевого хозяйства: Учеб. для техникумов ж.-д. трасп. / С.А. Соломонов, В.П. Хабаров, Л.Я. Малицкий и др. - М.: Транспорт, 1984. – 440 с.



1-ферма; 2-господарське приміщення; 3,4-телескопічні розпорки; 5-крило;
 6-телескопічна наклонна тяга; 7-тяги; 8-пневмоциліндр розкриття крила;
 9-портальна рама; 10-кабіна керування; 11- снігоочисний пристрій

Рисунок 2.1 – Схема струга-снігоочисника СС-1

Таблиця 1.1 - Варіанти розрахункових даних до практичної роботи 1

Варіант	h, см	q _{пр} , Н/см	I _x , см ⁴	G, Н	η _В ,	η _Р ,	t, с	I _y , см ⁴	L ₁ , м	L ₂ , м	B ₁ , м	C, м	h _е , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	32,2	4490	60000	0,20	0,50	5	572	0,8	1,0	0,9	1,0	0,5
2	2	32,2	4597	65000	0,25	0,55	6	771	0,9	1,1	1,0	1,1	0,4
3	3	30,2	3548	70000	0,30	0,60	7	771	1,0	1,2	1,1	1,2	0,3
4	4	30,2	3573	40000	0,35	0,50	8	377	1,1	1,3	0,9	1,0	0,5
5	5	26,6	2018	45000	0,40	0,55	9	377	1,2	1,4	1,0	1,1	0,4
6	6	25,0	1489	50000	0,20	0,60	10	377	1,3	1,5	1,1	1,2	0,3
7	1	24,5	1222	55000	0,25	0,50	11	572	1,4	1,6	0,9	1,0	0,5
8	2	32,2	4490	60000	0,30	0,55	12	572	1,5	1,7	1,0	1,1	0,4
9	3	32,2	4597	65000	0,35	0,60	5	771	1,6	1,8	1,1	1,2	0,3
10	4	30,2	3548	70000	0,40	0,50	6	771	0,8	1,9	0,9	1,0	0,5
11	5	30,2	3573	40000	0,20	0,55	7	377	0,9	2,0	1,0	1,1	0,4
12	6	26,6	2018	45000	0,25	0,60	8	377	1,0	1,0	1,1	1,2	0,3
13	1	25,0	1489	50000	0,30	0,50	9	377	1,1	1,1	0,9	1,0	0,5
14	2	24,5	1222	55000	0,35	0,55	10	572	1,2	1,2	1,0	1,1	0,4
15	3	32,2	4490	60000	0,40	0,60	11	572	1,3	1,3	1,1	1,2	0,3
16	4	32,2	4597	65000	0,20	0,50	12	771	1,4	1,4	0,9	1,0	0,5
17	5	30,2	3548	70000	0,25	0,55	5	771	1,5	1,5	1,0	1,1	0,4
18	6	30,2	3573	40000	0,30	0,60	6	377	1,6	1,6	1,1	1,2	0,3
19	1	26,6	2018	45000	0,35	0,50	7	377	0,8	1,7	0,9	1,0	0,5

Продовження таблиці 1.1

Варіант	h, см	q _{np} , Н/см	I' _x , см ⁴	G, Н	η _B ,	η _P ,	t, с	I _y , см ⁴	L ₁ , м	L ₂ , м	B ₁ , м	C, м	h _e , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20	2	25,0	1489	50000	0,40	0,55	8	377	0,9	1,8	0,9	1,0	0,5
21	3	24,5	1222	55000	0,20	0,60	9	572	1,0	1,9	1,0	1,1	0,4
22	4	32,2	4490	60000	0,25	0,50	10	572	1,1	2,0	1,1	1,2	0,3
23	5	32,2	4597	65000	0,30	0,55	11	771	1,2	1,0	0,9	1,0	0,5
24	6	30,2	3548	70000	0,35	0,60	12	771	1,3	1,1	1,0	1,1	0,4
25	1	30,2	3573	40000	0,40	0,50	5	377	1,4	1,2	1,1	1,2	0,3
26	2	26,6	2018	45000	0,20	0,55	6	377	1,5	1,3	0,9	1,0	0,5
27	3	25,0	1489	50000	0,25	0,60	7	377	1,6	1,4	1,0	1,1	0,4
28	4	24,5	1222	55000	0,30	0,50	8	572	0,8	1,5	1,1	1,2	0,3
29	5	32,2	4490	60000	0,35	0,55	9	572	0,9	1,6	0,9	1,0	0,5
30	6	32,2	4597	65000	0,40	0,60	10	771	1,0	1,7	1,0	1,1	0,4
31	1	25,0	4490	40000	0,20	0,50	9	377	0,9	1,8	0,9	1,0	0,5
32	2	24,5	4597	45000	0,25	0,55	10	572	1,0	1,9	1,0	1,1	0,4
33	3	32,2	3548	50000	0,30	0,60	11	572	1,1	2,0	1,1	1,2	0,3
34	4	32,2	3573	55000	0,35	0,50	12	771	1,2	1,0	0,9	1,0	0,5
35	5	30,2	2018	60000	0,40	0,55	5	771	1,3	1,1	1,0	1,1	0,4

Таблиця 2.1 - Варіанти розрахункових даних до практичної роботи №2

Номер варіанта	G, Н	h, мм	$p_B,$ Н/ м ²	$F_k, \text{м}^2$	$K_a,$	$K_c,$	p, МПа	$\eta_{\text{ц}},$	$\eta_{\text{ш}},$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20000	50	100	8	0,80	0,70	0,30	0,80	0,70
2	25000	80	150	9	0,85	0,75	0,35	0,82	0,73
3	30000	100	200	10	0,90	0,80	0,40	0,85	0,75
4	35000	120	250	11	0,95	0,85	0,45	0,90	0,80
5	40000	150	300	12	0,80	0,90	0,50	0,92	0,83
6	45000	50	350	13	0,85	0,95	0,55	0,80	0,85
7	50000	80	400	14	0,90	0,70	0,60	0,82	0,70
8	20000	100	450	15	0,95	0,75	0,30	0,85	0,73
9	25000	120	500	8	0,80	0,80	0,35	0,90	0,75
10	30000	150	100	9	0,85	0,85	0,40	0,92	0,80
11	35000	50	150	10	0,90	0,90	0,45	0,80	0,83
12	40000	80	200	11	0,95	0,95	0,50	0,82	0,85
13	45000	100	250	12	0,80	0,70	0,55	0,85	0,70
14	50000	120	300	13	0,85	0,75	0,60	0,90	0,73
15	20000	150	350	14	0,90	0,80	0,30	0,92	0,75
16	25000	50	400	15	0,95	0,85	0,35	0,80	0,80
17	30000	80	450	8	0,80	0,90	0,40	0,82	0,83
18	35000	100	500	9	0,85	0,95	0,45	0,85	0,85
19	40000	120	100	10	0,90	0,70	0,50	0,90	0,70
20	45000	150	150	11	0,95	0,75	0,55	0,92	0,73

Продовження таблиці 2.1

Номер варіанта	G, Н	h, мм	p _B , Н/ м ²	F _k , м ²	K _a ,	K _c ,	p, МПа	η _ц ,	η _ш ,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	50000	50	200	12	0,80	0,80	0,60	0,80	0,75
22	20000	80	250	13	0,85	0,85	0,30	0,82	0,80
23	25000	100	300	14	0,90	0,90	0,35	0,85	0,83
24	30000	120	350	15	0,95	0,95	0,40	0,90	0,85
25	35000	150	400	8	0,80	0,70	0,45	0,92	0,70
26	40000	50	450	9	0,85	0,75	0,50	0,80	0,73
27	45000	80	500	10	0,90	0,80	0,55	0,82	0,75
28	50000	100	100	11	0,95	0,85	0,60	0,85	0,80
29	20000	120	150	12	0,80	0,90	0,30	0,90	0,83
30	25000	150	200	13	0,85	0,95	0,35	0,92	0,85
31	20000	50	100	13	0,85	0,85	0,40	0,80	0,73
32	25000	80	150	14	0,90	0,90	0,45	0,82	0,75
33	30000	100	200	15	0,95	0,95	0,50	0,85	0,80
34	35000	120	250	8	0,80	0,70	0,55	0,90	0,83
35	40000	150	300	9	0,85	0,75	0,60	0,92	0,85

