

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра будівельних, колійних та вантажно-
розвантажувальних машин**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання практичних занять
та самостійних робіт з дисципліни**

«БУДІВЕЛЬНІ ТА КОЛІЙНІ МАШИНИ»

Харків – 2021

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин 17 лютого 2020 р., протокол № 8.

Методичні вказівки призначено для виконання практичних занять з дисципліни «Будівельні та колійні машини» студентами всіх форм навчання за освітніми програмами: «Залізничні споруди та колійне господарство», «Управління колійним комплексом залізниць міського та промислового транспорту», «Будівництво і експлуатація інженерних споруд залізничного транспорту».

Наведено відомості щодо конструкції будівельних та колійних машин, їх класифікації, призначення та особливостей будови. Розглянуто методику розрахунку основних параметрів машин, зусиль, що діють під час їхньої роботи, та розрахунку технічних і експлуатаційних характеристик будівельної та колійної техніки. Надано докладні рекомендації щодо виконання робіт і наведено питання для самоконтролю.

Укладачі:

доценти А. В. Євтушенко,
А. М. Кравець

Рецензент

доц. Г. М. Афанасов

ЗМІСТ

Вступ.....	4
РОЗДІЛ 1. «Колійні машини».....	5
Практична робота 1. Визначення потужності електродвигунів на механізмах підйому та зсуву колійної решітки електробаластерами ЕЛБ-3М і ЕЛБ-3ТС.....	5
Практична робота 2. Визначення параметрів механізму розкриття крила струга-снігоочисника.....	13
Практична робота 3. Визначення геометричних параметрів та продуктивності роторного пристрою машини СЗП – 600.....	21
Практична робота 4. Розрахунок механізму повороту ротора машини СЗП-600.....	32
РОЗДІЛ 2. «Будівельні машини».....	34
Практична робота 5. Вивчення будови та розрахунок бульдозера.....	34
Практична робота 6. Вивчення будови та розрахунок скрепера.....	43
Практична робота 7. Вивчення будови та розрахунок грейдера.....	50
Практична робота 8. Вивчення будови та розрахунок розпушувача.....	58
Список літератури.....	62
Додаток А.....	63

ВСТУП

Будівельні та колійні машини застосовуються для ремонту й утримання земляного полотна, в промисловому, цивільному і комунальному будівництві, баластування і піднімання колії, очищення щебеню, складання, розбирання і укладання рейкошпальної решітки, ущільнення і стабілізації баластного шару, виправлення та обробки залізничної колії, діагностування і контролю геометрії і стану рейкової колії, очищення колії від снігу. Наведені у методичних вказівках відомості щодо конструкцій будівельних та колійних машин, їх класифікацій, особливостей будови та методик розрахунків основних параметрів машин надають студентам можливість не тільки зрозуміти основні тенденції розвитку будівельної і колійної техніки, їхні основні функції та принципи роботи, а й дізнатися про нові технології виконання робіт у будівництві та колійному господарстві, сформувати і розвинути професійні компетентності. Для повноцінного засвоєння знань студентам необхідно заздалегідь готуватися до кожної практичної роботи. Підготовка передбачає вивчення і засвоєння відповідних розділів курсу за рекомендованою літературою й методичними вказівками. Студент може захищати роботу, якщо він виконав її в зазначеному обсязі, склав звіт з дотриманням вимог, наведених у цих методичних вказівках, і підготував відповіді на контрольні питання.

Виконані практичні роботи враховуються як при проміжних атестаціях (модулях), так і під час складання заліку. Зміст звіту вказано в кожній практичній роботі окремо.

Прийняті звіти зберігаються на кафедрі до складання заліку з даної дисципліни.

РОЗДІЛ 1. «Колійні машини»

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Визначення потужності електродвигунів на механізмах підйому та зсуву колійної решітки електробаластерами ЕЛБ-3М і ЕЛБ-3ТС

Мета роботи та основні завдання

Засвоєння методики розрахунку механізмів підйому та зсуву колійної решітки, що розташовані на електробаластерах ЕЛБ-3М і ЕЛБ-3ТС.

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

Оформлення звіту з роботи

1 Зарисувати схеми для розрахунків із зазначенням сил і відстаней (рисунки 1.1, 1.2).

2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу машини.

3 Виконати розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

Загальні відомості

Електробаластер є універсальною, багатоопераційною і високопродуктивною машиною безперервної дії, призначеною для постановки колії на баластну основу при виконанні робіт з будівництва і технічного обслуговування колії, передбачених чинною системою колійного господарства.

Електробаластер виконує дозування баласту, заздалегідь вивантаженого вздовж колії, зрізання баласту за торцями шпал, планування укосів і міжколійних зон призми, підйом колійної решітки на формований баластний шар. Він проводить грубе виправлення і рихтування колії, опрацювання узбіч земляного полотна, роботи на щебеневих базах для формування штабелів баластних матеріалів, підйом прогонових будов і малих мостів під час ремонту. Окрім цього, електробаластер може здійснювати пробивку шпальних ящиків, ущільнювати укоси баластної призми і стабілізувати колійну решітку в баластній призмі.

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 укручені 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.

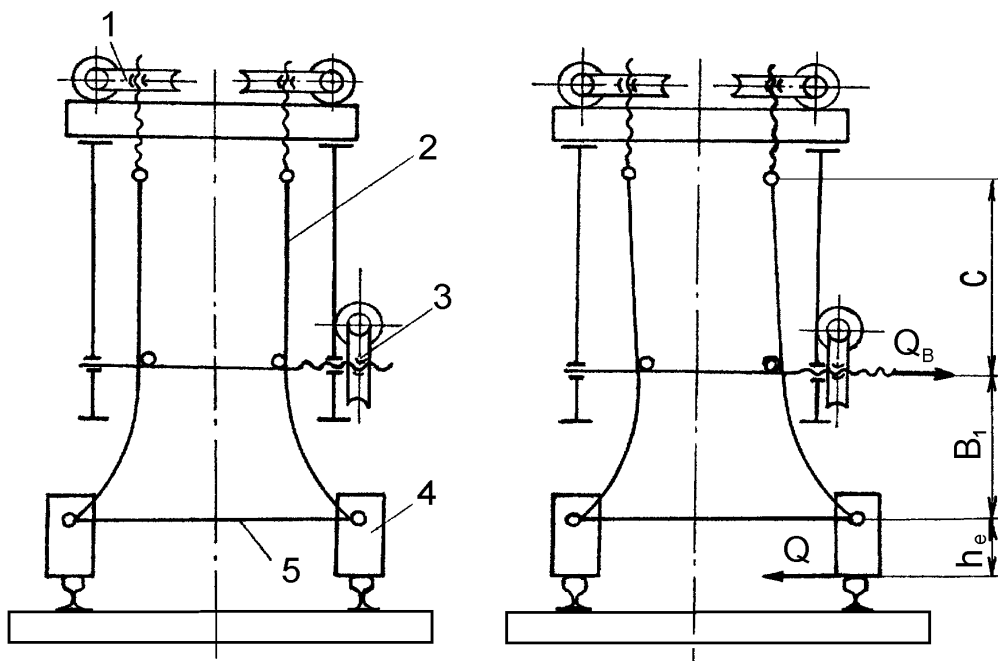


Рисунок 1.1 – Схема механізмів підйому та зсуву колії на електробаластерах ЕЛБ-3М і ЕЛБ-3ТС

При підйомі рейко-шпальної решітки в механізмі підйому та зсуву виникає опір від переміщення електромагнітів по рейках. Від цього опору криволінійні тяги притискаються до напрямних і, у випадку включення механізму підйому, виникає додатковий опір від подолання тертя в напрямних [1].

Визначення зусилля у гвинтах і потужності електродвигуна механізму підйому колії

Тоді зусилля в механізмі підйому S , Н,

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

де P – зусилля від підйому рейко-шпальної решітки, Н;

F – сила тертя в напрямних, Н;

G – вага частин, що піднімаються, механізму підйому, Н.

Зусилля від підйому рейко-шпальної решітки P , Н,

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

де E – модуль пружності рейкової сталі, $E = 20,6 \cdot 10^6$ Н/см²;

I_x – момент інерції двох рейок відносно горизонтальної осі, см⁴;

h – висота підйому колійної решітки, см;

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

Момент інерції двох рейок відносно горизонтальної осі I_x , см⁴,

$$I_x = 2 \cdot I_{x1},$$

де I_{x1} – момент інерції однієї рейки відносно горизонтальної осі, см⁴.

Погонний опір підйому колійної решітки q , Н/см,

$$q = q_{кр} + (q_6 - k_6 \cdot h),$$

де $q_{кр}$ – вага 1 см колійної решітки, Н/см;

q_6 – опір баласту на 1 см у початковий момент підйому на висоту до 25 см, $q_6 = 95$ Н/см;

k_6 – коефіцієнт, що залежить від обсягу дозування і типу верхньої будови колії. Приймають $k_6 = 1,96 \text{ Н/см}^2$;
 h – висота підйому колійної решітки, см.

Опір від переміщення електромагнітів по рейках W , Н,

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

де Q – підйомна сила електромагнітів, приймаємо $Q = 431000 \text{ Н}$;

P – зусилля від підйому рейко-шпальної решітки, Н;

D – діаметр круга катання роликів електромагнітів.
 Приймаємо $D = 10 \text{ см}$;

d – діаметр цапфи ролика. Приймаємо $d = 4 \text{ см}$;

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

k – коефіцієнт тертя кочення опорного ролика по рейці,
 $k = 0,06 \text{ см}$;

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

Сила тертя в напрямних механізму підйому F , Н,

$$F = (R_A + R_B) \cdot f,$$

де R_A і R_B – реакції в напрямних у точках A і B від перекосу тяг, Н;

f – коефіцієнт тертя ковзання в напрямних, $f = 0,08$.

Реакції R_A і R_B визначаємо з рівняння рівноваги щодо точок A і B (рисунок 1.2).

$$\sum M_A = W \cdot L_1 - R_B \cdot L_2; \quad \sum M_B = W \cdot (L_1 + L_2) - R_A \cdot L_2.$$

Тоді

$$R_B = \frac{W \cdot L_1}{L_2}; \quad R_A = \frac{W \cdot (L_1 + L_2)}{L_2},$$

де W – опір від переміщення електромагнітів по рейках, Н;

L_1 і L_2 – плечі дії сил, м.

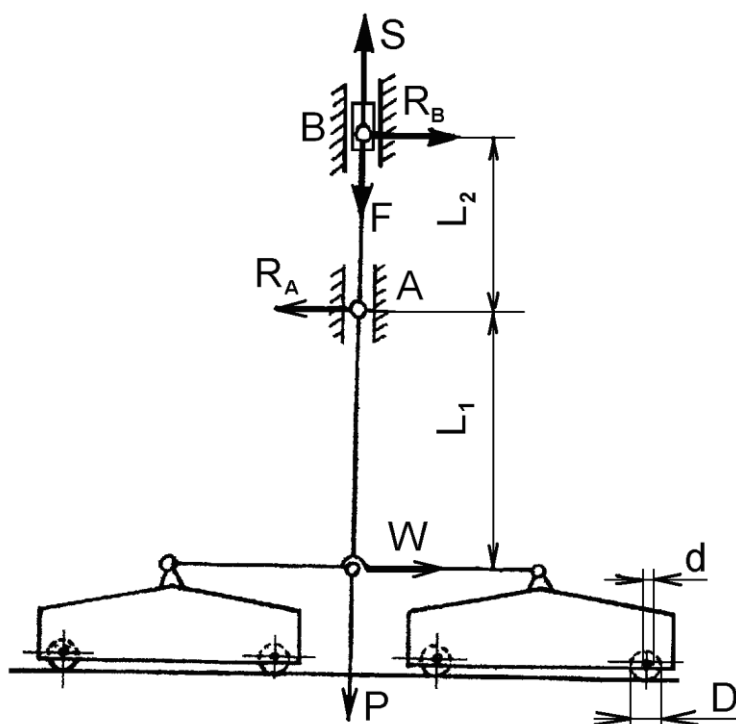


Рисунок 1.2 – Розрахункова схема механізму підйому

Зусилля в одному гвинті механізму підйому S^1 , Н,

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

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

Потужність одного електродвигуна механізму підйому N , кВт,

$$N = \frac{S^1 \cdot V_{\Pi}}{1000 \cdot \eta_{ГВ} \cdot \eta_{Р}} \text{ ,}$$

де V_{Π} – швидкість підйому колійної решітки, м/с;

$\eta_{ГВ}$ – ККД передачі гвинт – гайка;

$\eta_{Р}$ – ККД редуктора.

Швидкість підйому колійної решітки V_n , м/с,

$$V_{\Pi} = \frac{h}{100 \cdot t} \text{ ,}$$

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

Визначення сили, спрямованої уздовж гвинта, і потужності електродвигуна механізму зсуву вивішеної колійної решітки

Сила зсуву вивішеної колійної решітки електробаластером $Q_{зс}$, Н,

$$Q_{зс} = 192 \frac{E \cdot I_y \cdot K_x}{L^3} Y_{\max},$$

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

Сила, що діє уздовж гвинта механізму зсуву, Q_B , Н,

$$Q_B = \frac{Q_{зс} \cdot (B_1 + C + h_e)}{C},$$

де $(B_1 + C)$ – довжина підвіски, м;
 C – висота розташування механізму зсуву, м;
 h_e – висота підвіски електромагніту від рівня головки рейки, м.

Потужність електродвигуна механізму зсуву $N_{зс}$, кВт,

$$N_{зс} = \frac{Q_B \cdot V_C}{1000 \cdot \eta_{ГВ} \cdot \eta_p},$$

де V_C – швидкість переміщення колійної решітки механізмом зсуву, м/с.

$$V_C = \frac{Y_{\max}}{100 \cdot t},$$

де t – час зсуву колійної решітки, с.

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

Таблиця 1.1 – Варіанти розрахункових даних до практичної роботи 1

Варіант	h, см	q _{пр} , Н/см	I _{х1} , см ⁴	G, Н	η _В	η _Р	t, с	I _у , 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
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

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
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

Питання для самоконтролю

- 1 Яке призначення має електробаластер?
- 2 Скільки механізмів підйому має машина ЕЛБ-3ТС?
- 3 З яких елементів складається механізм підйому машини ЕЛБ-3ТС?
- 4 Як здійснюється зсув колійної решітки машиною ЕЛБ-3ТС?
- 5 З яких елементів складається механізм зсуву машини ЕЛБ-3ТС?
- 6 За рахунок яких елементів підвіски поздовжньої балки електромагніти можуть вільно погойдуватися при підніманні колії?
- 7 Як зміниться потрібна потужність електродвигуна механізму підйому, якщо збільшити швидкість підйому колії?
- 8 Які сили впливають на зусилля в механізмі підйому колії?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Визначення параметрів механізму розкриття крила струга-снігоочисника

Мета роботи та основні завдання

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

Оформлення звіту з роботи

1 Ознайомитися зі схемами на рисунках 2.1, 2.2. Зарисувати схему на рисунку 2.3; позначити сили і поставити вектори дії сил.

2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу машини.

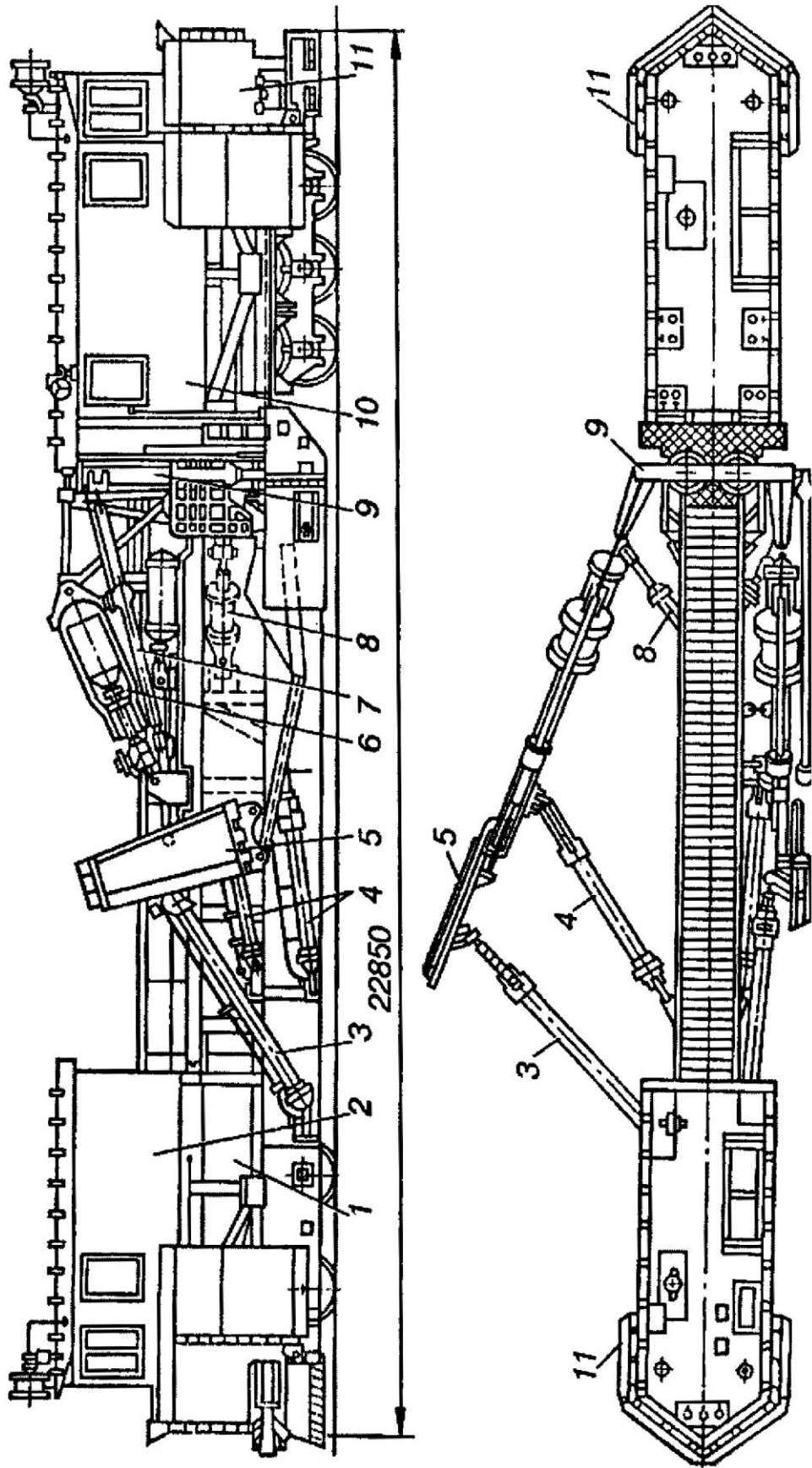
3 Виконати розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

Загальні відомості

Струги-снігоочисники типу СС-1, СС-1м, СС-3 застосовують навесні та влітку в основному на неелектрифікованих ділянках для очищення старих і нарізання нових кюветів, планування укосів баластної призми, зрізання та планування укосів виїмок і насипів, зрізання, планування і перерозподілу ґрунту під час будівництва других колій. Взимку струг використовують для очищення станцій і перегонів від снігу, а також відвалювання снігу від колії в місцях його вивантаження. Струг-снігоочисник – це колійна машина, яка має ферму 1 (рисунок 2.1), що спирається на передній тривісний та задній двовісний візок. На фермі встановлено кабінку керування 10 і господарське приміщення 2.

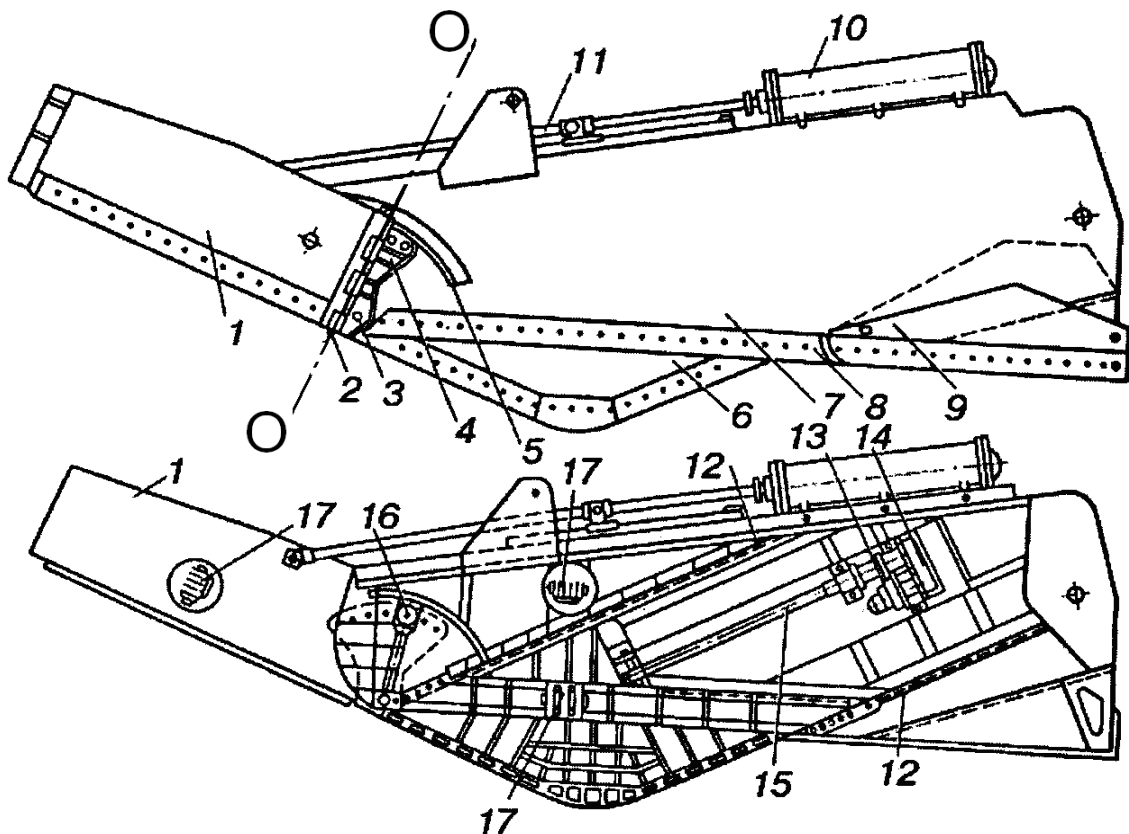
Робочими органами струга служать два бічних крила 5 і два снігоочисних пристрої 11. Бічні крила змонтовані на порталній рамі 9 і мають можливість за допомогою пневмоциліндрів підніматися та опускатися, а також змінювати свій нахил за рахунок телескопічних тяг 6. Крім цього, бічні крила 5 можуть розкриватися в робоче положення пневмоциліндрами, що встановлені на фермі 1. Розкриті крила втримуються трьома телескопічними розпірками 3, 4, які обладнані пневмостопорами.



1 – ферма; 2 – господарське приміщення; 3, 4 – телескопічні розпірки; 5 – крило; 6 – телескопічна похила тяга; 7 – тяга; 8 – пневмоциліндр розкриття крила; 9 – портална рама; 10 – кабіна керування; 11 – снігоочисний пристрій

Рисунок 2.1 – Схема струга-снігоочисника СС-1

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 дає змогу встановлювати їх у вигляді клина для очищення одноколіїних ліній, відвальної площини, для очищення двоколіїних 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 баластний підкрилок 9.



- 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 – тяга;
 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

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

Баластний підкрилок 9 служить для планування укосів баластної призми. Його можна повертати навколо осі вручну й установлювати під кутом, що відповідає уклону укосу баластної 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 довшим крилом, що відповідає новим розмірам поперечного перерізу земляного полотна [2].

Порядок розрахунку механізму розкриття крила

На бічне крило струга-снігоочисника при його розкриванні діють такі сили (рисунок 2.3): T – горизонтальна складова від ваги крила, Н; P_v – вітрове навантаження, Н; S – зусилля в штоку 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_H – перевищення зовнішньої рейки в кривій, мм;

B_k – ширина колії, $B_k = 1520$ мм.

Вітрове навантаження на крило струга-снігоочисника 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 струга-снігоочисника (рисунок 2.3) матиме вигляд:

$$\sum M_0 = S \cdot L_3 \cdot \eta_{\text{Ц}} \cdot \eta_{\text{Ш}} - P_B \cdot L_2 - T \cdot L_1 = 0.$$

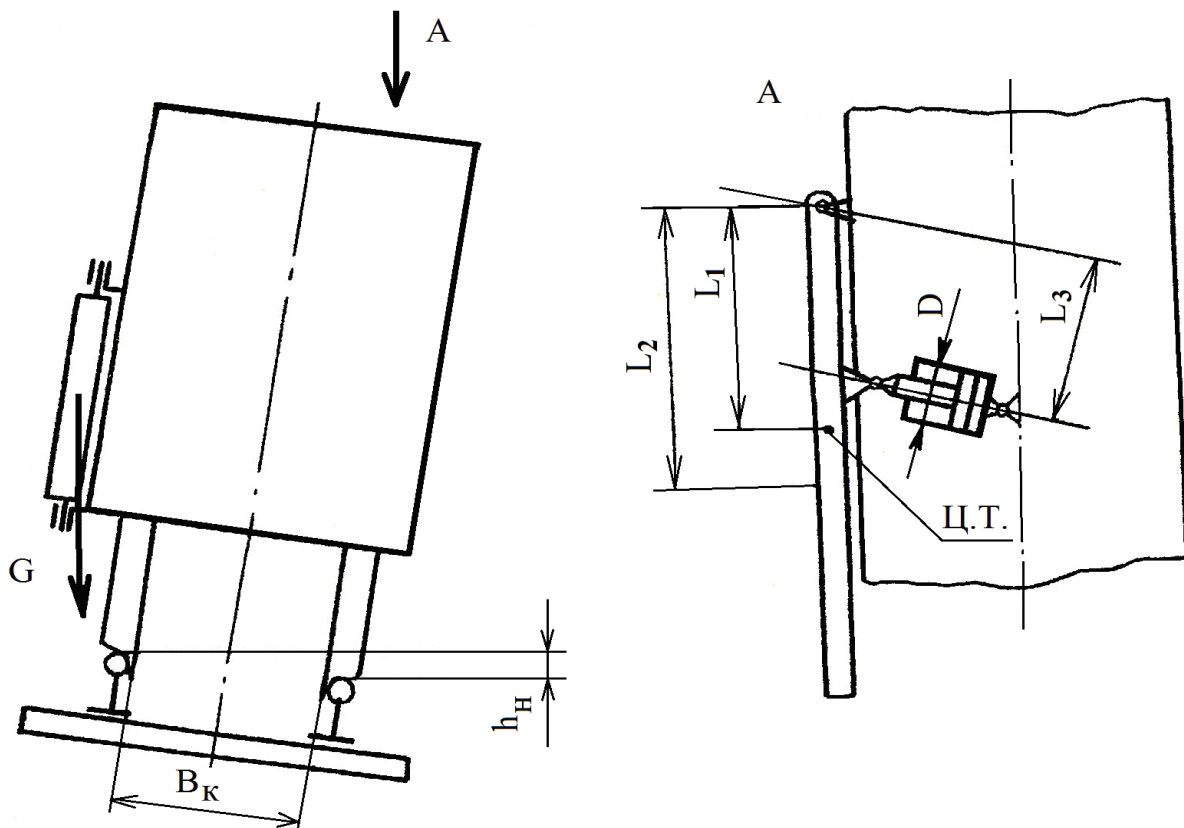


Рисунок 2.3 – Схема механізму розкриття крила струга-снігоочисника

Зусилля в штоку пневмоциліндра розкриття крила S, Н,

$$S = \frac{P_B \cdot L_2 + T \cdot L_1}{L_3 \cdot \eta_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{ш}}},$$

де L_1, L_2, L_3 – плечі дії сил, м;

$\eta_{\text{ц}}$ – механічний ККД пневмоциліндра;

$\eta_{\text{ш}}$ – коефіцієнт, що враховує тертя в шарнірах крила і пневмоциліндра.

Потрібний діаметр пневмоциліндра розкриття крила струга-снігоочисника, м,

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

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

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

Питання для самоконтролю

1 У яку пору року можна застосовувати струга-снігоочисники типу СС-1 і СС-1м і для яких видів робіт?

2 На яких ділянках колії в основному доцільно застосовувати машини типу СС-1, СС-1м?

3 Які основні робочі органи мають машини типу СС-1, СС-1м?

4 Який вид колійних робіт здійснює струг-снігоочисник за допомогою бічного крила?

5 За рахунок яких елементів конструкції машини бічні крила мають можливість підніматися та опускатися, а також змінювати свій нахил?

6 З яких елементів складаються снігоочисні пристрої, що розташовані в торцевих частинах струга-снігоочисника?

7 За допомогою чого здійснюється переміщення струга-снігоочисника?

8 У якому напрямку, відносно поздовжньої осі колії, може бути здійснено переміщення снігу за допомогою снігоочисних пристроїв?

Таблиця 2.1 – Варіанти розрахункових даних до практичної роботи 2

Варіант	G, Н	h, мм	pв, Н/ м ²	Fк, м ²	Ка	Кс	p, МПа	ηт	ηш	L1, м	L2, м	L3, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	20000	50	100	8	0,80	0,70	0,30	0,80	0,70	2,0	2,2	0,7
2	25000	80	150	9	0,85	0,75	0,35	0,82	0,73	2,1	2,3	0,8
3	30000	100	200	10	0,90	0,80	0,40	0,85	0,75	2,2	2,4	0,9
4	35000	120	250	11	0,95	0,85	0,45	0,90	0,80	2,3	2,5	1,0
5	40000	150	300	12	0,80	0,90	0,50	0,92	0,83	2,4	2,6	1,1
6	45000	50	350	13	0,85	0,95	0,55	0,80	0,85	2,5	2,7	1,2
7	50000	80	400	14	0,90	0,70	0,60	0,82	0,70	2,6	2,8	1,3
8	20000	100	450	15	0,95	0,75	0,30	0,85	0,73	2,7	2,9	1,4
9	25000	120	500	8	0,80	0,80	0,35	0,90	0,75	2,8	3,0	1,5
10	30000	150	100	9	0,85	0,85	0,40	0,92	0,80	2,9	3,1	0,7
11	35000	50	150	10	0,90	0,90	0,45	0,80	0,83	3,0	3,2	0,8
12	40000	80	200	11	0,95	0,95	0,50	0,82	0,85	2,0	2,2	0,9
13	45000	100	250	12	0,80	0,70	0,55	0,85	0,70	2,1	2,3	1,0
14	50000	120	300	13	0,85	0,75	0,60	0,90	0,73	2,2	2,4	1,1
15	20000	150	350	14	0,90	0,80	0,30	0,92	0,75	2,3	2,5	1,2
16	25000	50	400	15	0,95	0,85	0,35	0,80	0,80	2,4	2,6	1,3
17	30000	80	450	8	0,80	0,90	0,40	0,82	0,83	2,5	2,7	1,4
18	35000	100	500	9	0,85	0,95	0,45	0,85	0,85	2,6	2,8	1,5
19	40000	120	100	10	0,90	0,70	0,50	0,90	0,70	2,7	2,9	0,7
20	45000	150	150	11	0,95	0,75	0,55	0,92	0,73	2,8	3,0	0,8

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	50000	50	200	12	0,80	0,80	0,60	0,80	0,75	2,0	2,2	0,7
22	20000	80	250	13	0,85	0,85	0,30	0,82	0,80	2,1	2,3	0,8
23	25000	100	300	14	0,90	0,90	0,35	0,85	0,83	2,2	2,4	0,9
24	30000	120	350	15	0,95	0,95	0,40	0,90	0,85	2,3	2,5	1,0
25	35000	150	400	8	0,80	0,70	0,45	0,92	0,70	2,4	2,6	1,1
26	40000	50	450	9	0,85	0,75	0,50	0,80	0,73	2,5	2,7	1,2
27	45000	80	500	10	0,90	0,80	0,55	0,82	0,75	2,6	2,8	1,3
28	50000	100	100	11	0,95	0,85	0,60	0,85	0,80	2,7	2,9	1,4
29	20000	120	150	12	0,80	0,90	0,30	0,90	0,83	2,8	3,0	1,5
30	25000	150	200	13	0,85	0,95	0,35	0,92	0,85	2,9	3,1	0,7
31	20000	50	100	13	0,85	0,85	0,40	0,80	0,73	3,0	3,2	0,8
32	25000	80	150	14	0,90	0,90	0,45	0,82	0,75	2,0	2,2	0,9
33	30000	100	200	15	0,95	0,95	0,50	0,85	0,80	2,1	2,3	1,0
34	35000	120	250	8	0,80	0,70	0,55	0,90	0,83	2,2	2,4	1,1
35	40000	150	300	9	0,85	0,75	0,60	0,92	0,85	2,3	2,5	1,2

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Визначення геометричних параметрів та продуктивності роторного пристрою машини СЗП – 600

Мета роботи та основні завдання

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

Оформлення звіту з роботи

1 Зарисувати конструктивну схему, зображену на рисунку 3.1, а.

2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу машини.

3 Виконати розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

Загальні відомості

Машина СЗП-600 призначена для ремонту земляного полотна і може виконувати очищення, поглиблення і розширення кюветів, нарізання нових кюветів, планування укосів, виїмок у робочій зоні плугів, поглиблення траншей у робочій зоні ротора, переміщення вирізаного матеріалу до транспортного засобу або на укіс земляного полотна.

Машина СЗП-600 працює в комплексі з універсальним транспортним модулем УТМ-1, що забезпечує переміщення машини і живлення її робочих органів електроенергією, та вагоном прикриття ВП-1, призначеним для обслуговуючого персоналу. Вирізаний баласт передається до рухомого складу для забруднювачів СЗ (рисунок 3.1).

На рамі машини 10 встановлено поворотне коло 12 із закріпленою на ньому опорою 4 з противагою 3. На цій опорі розташований поворотний транспортер 1 з механізмом нахилу 2 і роторний робочий орган 5.

На протилежному кінці рами 10 розташована кабіна 6 для обслуговуючого персоналу і два плуги 7, які змонтовано з двох бічних сторін кабіни. Рама 10 спирається на два тривісні ходові візки 9, обладнані пристроями для блокування ресор. За кабіною

на кронштейнах рами 10 установлені стабілізаційні опори 8. Грунт, розроблений роторним пристроєм, надходить на основний конвеєр 11, потім на поворотний конвеєр 1 і далі або у піввагони, або відсипається на узбіччя колії [2].

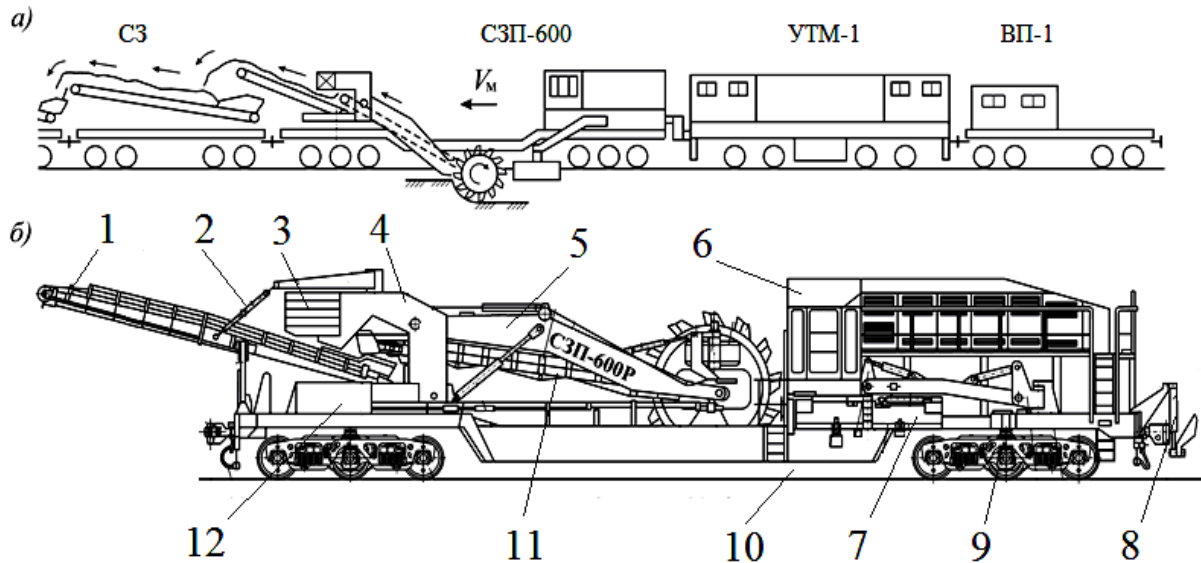


Рисунок 3.1 – Схема машини СЗП-600

Продуктивність машини визначається за продуктивністю її робочого органа – роторного пристрою, який виконує нарізку нових кюветів. Схему ротора і його ковша наведено на рисунку 3.2.

Порядок розрахунку механізму

Технічна продуктивність ротора машини СЗП-600 Π_T , $\text{м}^3/\text{год}$,

$$\Pi_T = \frac{3600 \cdot q \cdot Z \cdot n_p \cdot K_H}{K_p},$$

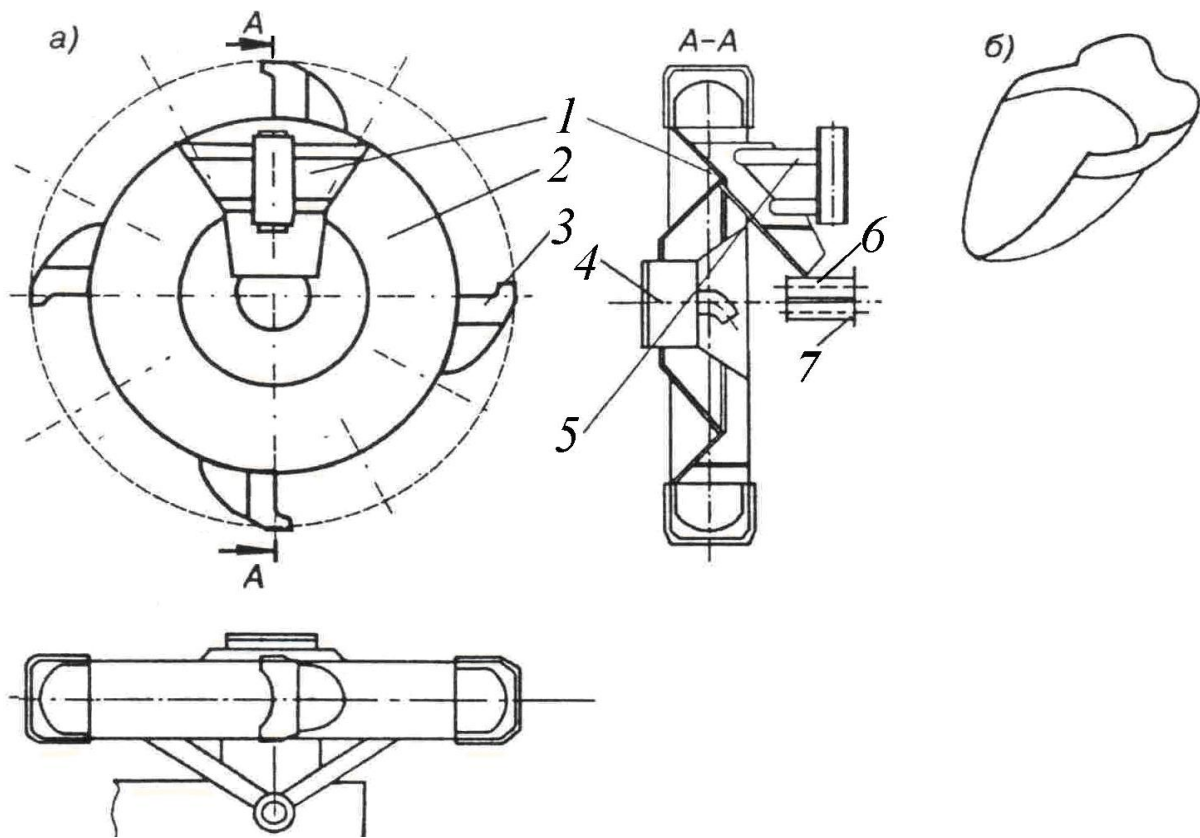
де q – місткість ковша ротора, м^3 ;

Z – кількість ківшів на роторі;

n_p – частота обертання ротора, с^{-1} ;

K_H – коефіцієнт наповнення ковша;

K_p – коефіцієнт розпушування матеріалу в ковші.



а – ротор; б – ківш; 1 – бункер; 2 – колесо; 3 – ківш;
 4 – гідродвигун; 5 – кронштейн кріплення ротора до стріли;
 6 – конвеєр основний; 7 – конвеєр зачисний

Рисунок 3.2 – Схеми ротора і ковша

Місткість ковша залежить від його конструкції, форми і 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 ротора h , м, визначають за формулою

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

де q – місткість ковша, m^3 ;

k_B – коефіцієнт для середньозв'язаних ґрунтів, $k_B = 1$.

Висота ковша та його довжина є у відповідній залежності, оптимальним значенням якої є відношення $\frac{h}{l} = 0,52 \dots 0,59$.

Тоді довжина ковша l , м ,

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

Форму різальної кромки козирка ковша на кюветоочисних машинах вибирають пелюсткову з витягнутими вперед кутовими частинами без зубів, що дає змогу знизити силу різання при розробці ґрунту та покращує процес розвантаження.

Тому приймають ківш, який має в перерізі параболічну форму, що максимально знижує опір наповнення його ґрунтом (рисунок 3.2, б). Число ківшів Z на роторі має задовольняти умови розвантаження та збільшення продуктивності. Для машини СЗП-600 приймаємо $Z = 12$.

Зовнішній діаметр ротора машини СЗП-600 D_p , м,

$$D_p = D_o + 2 \cdot h,$$

де D_o – діаметр обичайки ротора, м;

h – висота ковша, м.

Діаметр обичайки ротора D_o , м ,

$$D_o = \frac{Z \cdot t}{\pi},$$

де Z – кількість ківшів, $Z=12$;

t – крок ковшів, м.

При визначенні кроку ківшів необхідно враховувати, що довжина міжківшевого простору має бути не менше 25 % від величини кроку ковша, тобто

$$t = 1,25 \cdot L,$$

де L – довжина ковша, м.

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

$$n_p = \frac{60 \cdot v_p}{\pi \cdot D_p},$$

де v_p – 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 продуктивності P_p

Варіант	q , м^3	K_p	K_H	v_p , м/с
1	2	3	4	5
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

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
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

Питання для самоконтролю

1 Для яких видів колійних робіт призначена машина СЗП-600?

2 З якими машинами працює СЗП-600 у комплексі?

3 Як здійснюється переміщення машини СЗП-600?

4 Які основні робочі органи має машина СЗП-600?

5 Куди надходить розроблений роторним пристроєм ґрунт?

6 Яка кількість роторних пристроїв розташована на СЗП-600?

7 Яка кількість плугів розташована на СЗП-600?

8 Що забезпечує живлення електроенергією робочі органи СЗП-600?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Розрахунок механізму повороту ротора машини СЗП-600

Мета роботи та основні завдання

Засвоєння методики визначення параметрів гідроциліндрів механізму повороту ротора (згідно з даними таблиці 4.1)

Оформлення звіту з роботи

1 Ознайомитися зі схемою роторного робочого органа (рисунок 4.1) і зарисувати схему для розрахунку механізму повороту ротора із зазначенням сил і відстаней (рисунок 4.2).

2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції механізму повороту ротора машини СЗП-600.

3 Виконати розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

Загальні відомості

Роторний робочий орган складається з ротора 6 (рисунок 4.1), стріли 1, основного 2 і захисного 11 конвеєрів і механізмів підйому 12 стріли, повороту і нахилу 3 ротора. Ротор являє собою безсекційну конструкцію і містить у собі колесо, кожух, бункер 5 і 12 ківшів 8. На зовнішньому кожусі ротор має 12 прямокутних отворів, над якими розташовані ківші. Кріплення ківшів дає змогу повернути їх на 180° . Привод ротора здійснюється від гідродвигуна 23, що забезпечує плавну зміну швидкості обертання. При обертанні ротора ґрунт надходить угору, де кільце кожуха відкрите, і просипається в завантажувальний бункер 5 ротора, потім на приймальний лотік 9 і далі в основний конвеєр 2. Карданний шарнір 4 є з'єднувальною ланкою між ротором і стрілою 1. Він забезпечує поворот ротора навколо вертикальної осі на 180° і його перекидання навколо горизонтальної осі. Це дає можливість ротору на глибині 2,2 м і нижче УГР зайняти вертикальне положення. Поворот стріли ротора відносно вертикальної осі здійснюється двома гідроциліндрами 19 і канатами 21. Канати які заправлені в жолоби, обгинають рухомі 16 і відхильні 20 блоки. Одні кінці канатів забиті в коуші 18, закріплені на стрілі, а інші кріпляться до кронштейнів 22 рами ротора. Рухомі блоки 16 переміщуються гідроциліндрами 19 по напрямних 17.

Основний конвеєр 2 призначений для транспортування розробленого матеріалу на поворотний конвеєр. Несучою рамою основного конвеєра служить стріла ротора, на кінцях якої встановлені приводний барабан 14 з натяжним пристроєм 15 і барабан, що відхиляє, 7. Барабани обгинає транспортна стрічка.

Приводний барабан 14 обладнаний гідромотором, який встановлено на кронштейні стріли ротора в зоні розвантаження.

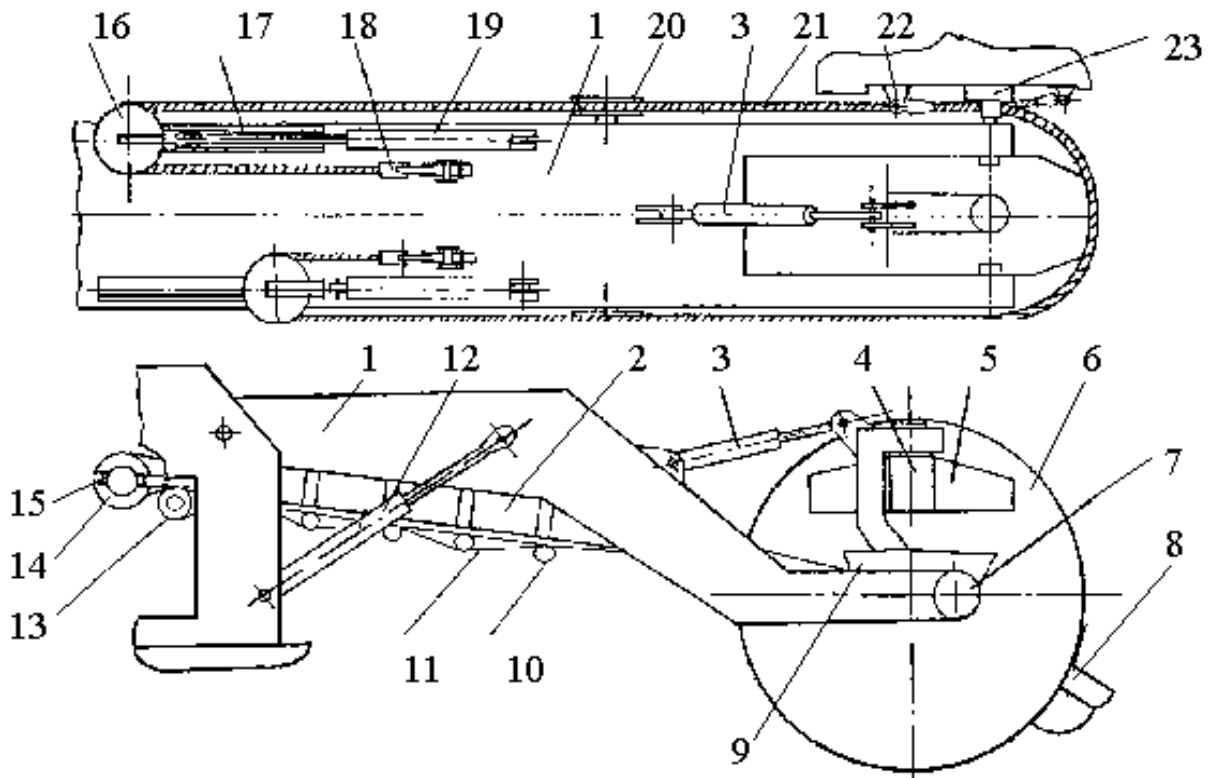


Рисунок 4.1 – Схема роторного робочого органу

Для очищення нижньої гілки транспортної стрічки основного конвеєра і видалення матеріалу, що просипався, під основним 2 розташований захисний конвеєр 11 із шириною стрічки 0,8 м. Приводний барабан 13 захисного транспортера обладнаний гідромотором, що відхиляє барабан з натяжним пристроєм, який закріплено на стрілі ротора, а його роликоопори 10 кріпляться до роликоопор основного конвеєра. Поворотний транспортер приймає поданий з основного конвеєра ґрунт і направляє його у вагони або на укiс земляного полотна. Несучою рамою транспортера є каркас, на кінцях якого встановлені приводний барабан з гідромотором і натяжним пристроєм та натяжний (оборотний) барабан. Стрічка конвеєра – гладка, гумовотканинна шириною 650 мм. Підтримувальні і напрямні ролики надають стрічці жолобчастої форми. На поворотному транспортері є також очисні ребристі підтримувальні ролики, що усувають налипання бруду на стрічці.

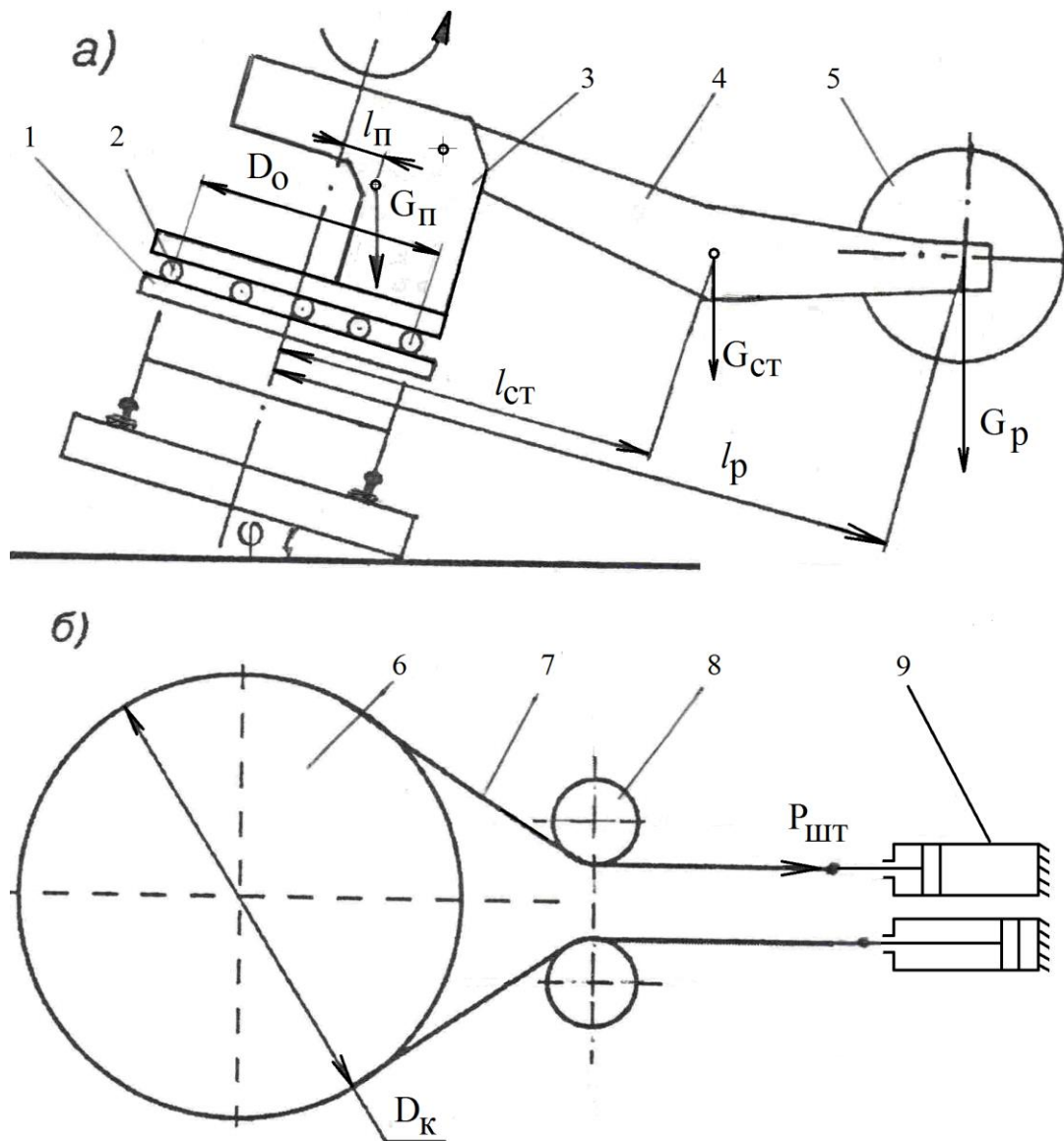


Рисунок 4.2 – Схема для розрахунку механізму повороту ротора

Нижня частина транспортера шарнірно закріплена в опорах поворотного механізму. Середня його частина через підвіску і гідроциліндр приєднана до поворотної консолі опори. Керування поворотним транспортером здійснюється з робочої кабіни або за допомогою виносного пульта. Ротор 5 (рисунок 4.2, 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 4.2, 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 боки і обмежується кінцевими вимикачами. За розрахункове положення приймається найбільш невідгідне: машина розташовується на ухилі, вітер перешкоджає повороту, а поворот починають з нерухомого положення. У зв'язку з невеликою швидкістю повороту сили інерції, які виникають у момент початку руху робочого органа, через їх незначну величину не враховуються [2].

Порядок розрахунку

Момент опору повороту ротора M_c , Н·м,

$$M_c = M_{тр} + M_v + M_H,$$

де $M_{тр}$ – момент сил тертя в опорно-поворотному пристрої, Н·м;

M_v – момент від вітрового навантаження, Н·м;

M_H – момент від горизонтальних складових ваги при ухилі машини, Н·м.

Момент сил тертя $M_{тр}$, Н·м,

$$M_{тр} = W_{тр} \cdot \frac{D_o}{2},$$

де $W_{тр}$ – 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 $W_{тр}$, Н,

$$W_{тр} = k \cdot G_v,$$

де k – коефіцієнт тертя, який залежить від конструкції опорно-поворотного пристрою;

G_v – загальне вертикальне навантаження на опорно-поворотний пристрій.

Коефіцієнт тертя k

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

де f – коефіцієнт тертя кочення, $f = (0,03 \dots 0,1)$ см;

$d_{\text{ш}}$ – діаметр роликів (шариків), см;

k_1 – коефіцієнт, який враховує перекид, просковзування тощо,
 $k_1 = 1,3 \dots 1,5$.

Загальне вертикальне навантаження на опорно-поворотний пристрій $G_{\text{в}}$, Н,

$$G_{\text{в}} = G_{\text{п}} + G_{\text{ст}} + G_{\text{р}},$$

де $G_{\text{п}}$, $G_{\text{ст}}$ і $G_{\text{р}}$ – вага відповідно поворотної платформи, стріли та ротора. Приймаємо $G_{\text{п}} = 85000$ Н; $G_{\text{ст}} = 60000$ Н; $G_{\text{р}} = 35000$ Н.

Момент від вітрового навантаження $M_{\text{в}}$, Н·м,

$$M_{\text{в}} = \rho(F_{\text{р}} \cdot l_{\text{р}} + F_{\text{ст}} \cdot l_{\text{ст}} + F_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}}),$$

де ρ – тиск вітру, Н/м²;

$F_{\text{р}}$, $F_{\text{ст}}$, $F_{\text{п}}$ – підвітрові площі відповідно ротора, стріли, поворотної платформи, $F_{\text{р}} = 9$ м²; $F_{\text{ст}} = 7$ м²; $F_{\text{п}} = 5,5$ м²;

$l_{\text{р}}$, $l_{\text{ст}}$, $l_{\text{п}}$ – відстань від осі повороту до центрів тяжіння відповідно ротора, стріли та поворотної платформи, м.

Момент від горизонтальних складових ваги $M_{\text{н}}$, Н·м,

$$M_{\text{н}} = (G_{\text{р}} \cdot l_{\text{р}} + G_{\text{ст}} \cdot l_{\text{ст}} + G_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}}) \sin \phi,$$

де $G_{\text{р}}$, $G_{\text{ст}}$, $G_{\text{п}}$ – вага відповідно ротора, стріли та поворотної платформи, Н;

$l_{\text{р}}$, $l_{\text{ст}}$, $l_{\text{п}}$ – відстань від осі повороту до центрів тяжіння відповідних частин, м;

ϕ – кут нахилу машини відповідно до горизонталі, град.

$$\phi = \arcsin \frac{h}{s},$$

де h – максимальне підвищення однієї рейкової нитки відносно другої, мм;

s – ширина залізничної колії, мм.

Зусилля на штоку гідроциліндра $P_{шт}$, Н,

$$P_{шт} = \frac{2 \cdot M_c \cdot \eta_b}{D_k \cdot \eta_m^2},$$

де M_c – момент опору повороту ротора, Н·м;

D_k – діаметр кільця каната, $D_k = 2,5$ м;

η_b – ККД блока, $\eta_b = 0,95$;

η_m – механічний ККД гідроциліндра, $\eta_m = 0,9$.

Оскільки при повороті ротора рідина надходить у штокову порожнину гідроциліндра, то його внутрішній діаметр D_B , за умови, що діаметр штока $d = 0,5 D_B$, можна визначити за формулою

$$D_B = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{шт}}{0,75 \cdot \pi \cdot \rho \cdot 10^6}},$$

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

Таблиця 4.1 – Початкові дані для визначення параметрів гідроциліндра механізму повороту ротора

Варіант	f, см	d _{шт} , см	K ₁	P, Н/м ²	h, мм	l _p , м	l _{cm} , м	l _n , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
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

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
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
31	0,03	6	1,3	420	150	11	7,4	0,6
32	0,06	4	1,5	220	130	11	8,0	0,5
33	0,06	4	1,5	180	150	12	7,4	0,6
34	0,08	6	1,4	420	150	12	7,6	0,7
35	0,08	5	1,5	220	130	10	8,0	0,8

Питання для самоконтролю

- 1 З яких елементів складається роторний робочий орган?
- 2 За допомогою чого здійснюється привод ротора?
- 3 Що саме забезпечує поворот ротора навколо вертикальної осі на 180 °?

4 За допомогою чого здійснюється поворот стріли ротора відносно вертикальної осі?

5 Для чого призначений основний конвеєр?

6 Для чого призначений захисний конвеєр, що розташований під основним конвеєром?

7 Яке основне призначення поворотного транспортера?

8 За допомогою чого забезпечується стійкість рами та стріли з ротором?

2 РОЗДІЛ «Будівельні машини»

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Вивчення будови та розрахунок бульдозера

Мета роботи та основні завдання

1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл бульдозера.

2 Розрахувати основні параметри бульдозера, опори, що виникають під час роботи бульдозера, та його продуктивність.

Оформлення звіту з роботи

1 Зарисувати конструктивну схему бульдозера із зазначенням основних елементів.

2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу бульдозера.

3 Виконати розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

Загальні відомості. Бульдозери, їх призначення, сфера застосування, будова і робота

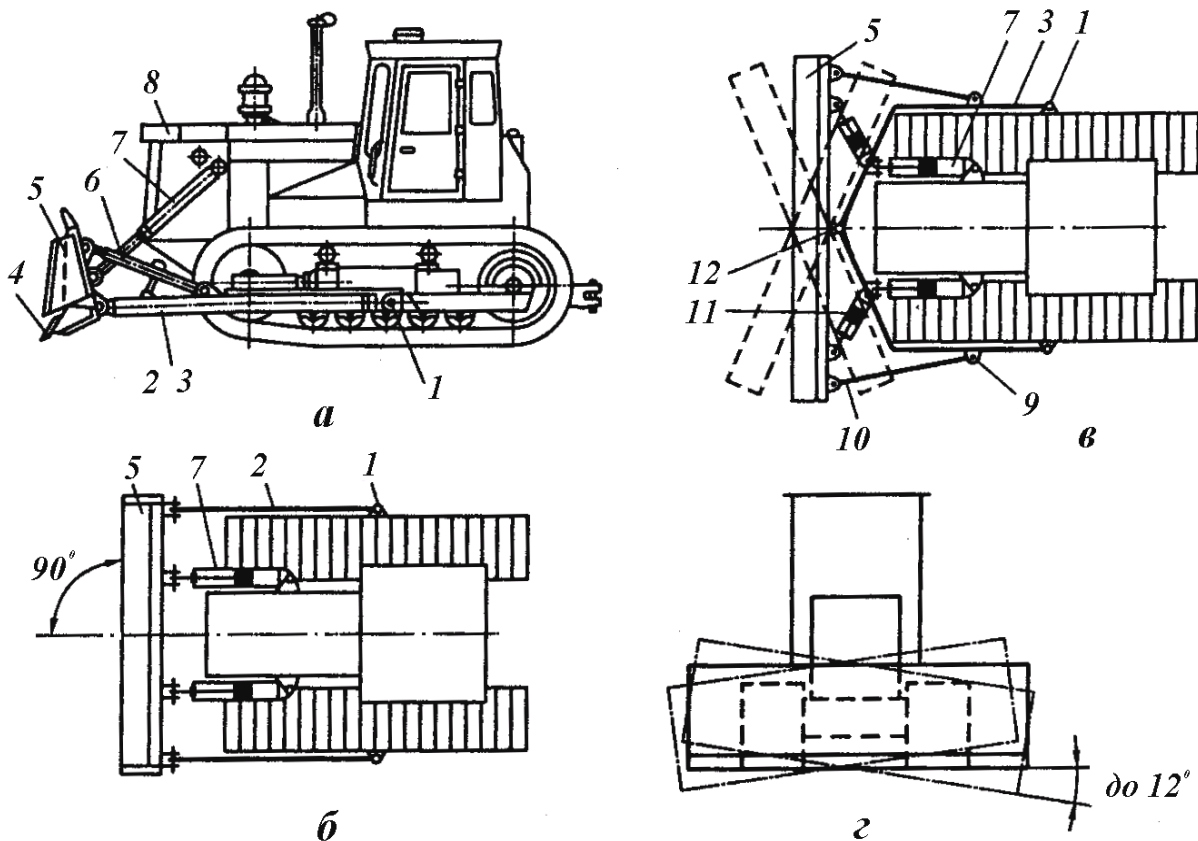
Бульдозери призначені для пошарової розробки ґрунтів з їх подальшим переміщенням перед робочим органом (відвалом) по поверхні землі на невеликі відстані. Їх використовують при спорудженні виїмок і насипів, зворотній засипці траншей і котлованів, грубому плануванні земляної поверхні, розрівнюванні ґрунтових відвалів при роботі екскаваторів і землевозів, улаштуванні терас на узгір'ях, штабелюванні і переміщенні сипких матеріалів, підготовчих роботах для валяння

окремих дерев, зрізання чагарника, корчування пнів, видалення каміння, розчищення поверхні від сміття, снігу, на розкривних роботах, а також як штовхачі скреперів. Ефективність роботи бульдозерів значною мірою залежить від прохідності базового трактора і його тягово-зчіпних властивостей. Бульдозери виконують як навісне устаткування на пневмоколісних і гусеничних тракторах 8 (рисунок 5.1, а). Робоче устаткування у вигляді відвала 5 з ножами 4 в його нижній частині навішують на трактор через два штовхальні бруси 2 (рисунок 5.1, б) або універсальну раму 3 (рисунок 5.1, в), які мають шарнірні з'єднання 1 з бічними балками ходових візків трактора або з кронштейнами його нижньої рами (при пневмоколісному тракторі). Разом зі штовхальними брусами і розкосами 6 (рисунок 5.1, а) відвал утворює жорстку систему, яка за допомогою одного або двох гідравлічних циліндрів 7 може підійматися і опускатися, повертаючись у вертикальній площині відносно шарнірів 1. При цьому різальна кромка ножів відвала завжди залишається перпендикулярною до поздовжньої осі машини. За другою схемою відвал з'єднують з універсальною рамою шарніром 12 (рисунок 5.1, в) і двома штовхачами 10, задні шарніри 9 яких закріплені в повзунах, що переміщаються по напрямних бічних балках підковоподібної універсальної рами і фіксуються в потрібних положеннях заставними штирями. Горизонтальний поворот відвала з відхиленнями в кожний бік на кут до $30...36^\circ$ виконують двома гідроциліндрами 11. Заміна розкосів 6 постійної довжини гвинтовими стяжками або гідроциліндрами, здатними змінювати свою довжину, забезпечує регулювання кута різання і поперечний перекис відвала на кут до 12° у кожний бік (рисунок 5.1, г).

Відвали, що навішують на базовий трактор за такою схемою, називаються поворотними (у плані) на відміну від неповоротних відвалів, що навішують за схемою рисунка 5.1, б. Їх застосовують для засипки траншей і котлованів, на планувальних роботах, для очищення будівельних майданчиків від будівельного сміття тощо.

Кут різання регулюють однаковою зміною довжин обох розкосів, а для установки відвала з поперечним перекосом кожному розкосу задають різну довжину. З тією ж метою в схемі

поворотних відвалів змінюють положення шарнірів 9 (рисунок 5.1, в) по висоті повзунів. За рахунок поперечних перекосів відвала вдається скоротити кількість повторних проходжень при плануванні поверхонь з поперечними ухилами і на узгір'ях та підвищити тим самим продуктивність машини [3, 4].



а – вигляд збоку; б – вигляд у плані бульдозера з неповоротним відвалом; в – те саме, з поворотним; г – перекоіс відвала

Рисунок 5.1 – Бульдозер

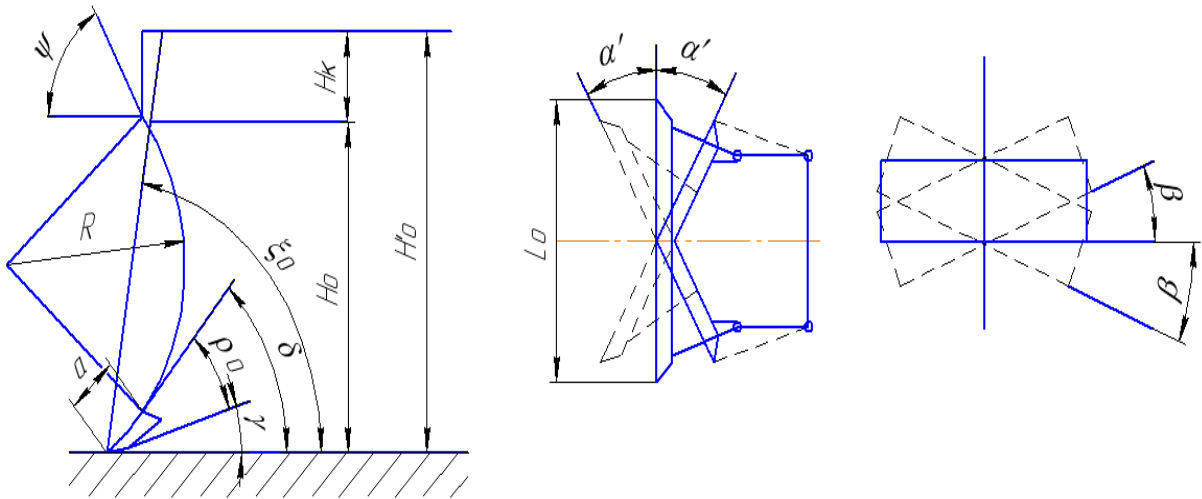
У будівництві іноді застосовують також бульдозери з канатним підйомом відвала. Порівняно з гідрофікованими бульдозерами ці машини малоефективні, особливо при пошаровій розробці щільних ґрунтів, де сила тяжіння робочого устаткування виявляється недостатньою. Їх застосовують, головним чином, при розробці легких ґрунтів, очищенні поверхонь від сміття, снігу і на інших роботах, де сила нормального тиску робочого органа на ґрунт не є визначальною.

Розрахунок бульдозера

Дані для розрахунків за варіантами надано в додатках (таблиця А.1).

Розрахунок основних параметрів

При подальших розрахунках рекомендовано використовувати схеми на рисунку 5.2.



δ – кут різання ($\delta = 40^\circ - 75^\circ$); ϵ_0 – кут нахилу ($\epsilon_0 = 70^\circ - 90^\circ$);
 R – радіус кривизни відвала ($R = 0,85H_0$); H_0 – висота відвала;
 H'_0 – висота відвала з козирком; L_0 – довжина відвала; α' – кут повороту відвала в плані $\alpha' = 28^\circ$; β – кут перекосу ($\beta = 0 \pm 12^\circ$)

Рисунок 5.2 – Схема до розрахунку бульдозера

Висота відвала визначається тяговим зусиллям бульдозера і ґрунтовими умовами, мм,

$$H_{\text{від}} = 500 \sqrt[3]{T_T} - 5T_T,$$

де T_T – тягове зусилля тягача з бульдозерним обладнанням, Н.

$$T_T = G_6 \cdot \varphi_{\text{зч}},$$

де G_6 – експлуатаційна вага бульдозера, Н;

$\varphi_{\text{зч}}$ – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. Для гусеничних $\varphi_{\text{зч}} = 0,9$, для колісних $\varphi_{\text{зч}} = 0,7$.

Висота козирка, мм,

$$H_k = 0,15 \cdot H_{\text{від}}.$$

Повна висота відвала, мм,

$$H'_o = H_{\text{від}} + H_k.$$

Тяговий розрахунок бульдозера

Під час будівництва та експлуатації доріг дорожні машини долають різні опори, які відрізняються як за значенням, так і за величиною.

Під час роботи дорожніх машин, робочим органом яких є відвал з ножем, за розрахункове положення приймається момент закінчення набирання ґрунту перед відвалом. Сила тяги, необхідна для роботи бульдозера, і потужність двигуна визначаються за сумою опорів, що долаються цією машиною. В процесі роботи дорожня машина долає різні опори.

Сумарний опір руху машини ΣW_i , кН,

$$\sum_{i=1}^5 W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5,$$

де W_1 – опір руху від різання ґрунту відвалом, кН;

W_2 – опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН;

W_3 – опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні угору по відвалу, кН;

W_4 – опір руху машини від переміщення ґрунту вбік вздовж відвала, кН;

W_5 – опір переміщенню дорожньої машини як візка, кН.

Опір руху від різання (зрізання) ґрунту відвалом, кН,

$$W_1 = F \cdot k,$$

де F – площа поперечного перерізу стружки, м²;

k – питомий опір ґрунту різанню. Приймаємо $k = 60$ кН/м².

Для бульдозера з неповоротним відвалом формула для знаходження площі перерізу стружки набуде вигляду, м²:

$$F = L \cdot h,$$

де L – довжина різальної частини ножа відвала, м;

h – величина максимального опускання відвала бульдозера, м.

Опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН,

$$W_2 = F_m \cdot \sin \alpha,$$

де α – кут захвату ножа, град;

F_m – сила тертя призми ґрунту по опорній поверхні, кН.

Ця сила визначається за формулою, кН,

$$F_m = G_{\text{пр}} \cdot f_1,$$

де $G_{\text{пр}}$ – вага ґрунту в призмі волочіння, кН;

f_1 – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт. Приймаємо $f_1 = 0,6$.

Вага розміщеного перед відвалом ґрунту в призмі волочіння визначається за формулою, кН,

$$G_{\text{пр}} = \frac{L_1 \cdot H^2}{2 \cdot \text{tg} \varphi} \cdot g \cdot \delta \cdot k_{\text{гр}},$$

де L_1 – довжина призми ґрунту (приймають рівною довжині різальної частини ножа відвала), м;

H – висота відвала, м;

φ – кут природного укосу ґрунту. Приймаємо $\varphi = 32^\circ$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

δ – щільність ґрунту. Приймаємо $\delta = 1,5 \text{ т/м}^3$;

$k_{\text{гр}}$ – коефіцієнт, який враховує характер ґрунту і співвідношення розмірів H і L_1 . Приймаємо $k_{\text{гр}} = 0,8$.

Опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні угору по відвалу, кН,

$$W_3 = T_1 \cdot \cos \gamma,$$

де T_1 – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на вертикальну площину і вісь абсцис, кН;

γ – кут різання, град.

Проекція сили тертя, кН,

$$T_1 = N \cdot f_2,$$

де f_2 – коефіцієнт тертя ґрунту по металу. Приймаємо $f_2 = 0,4$.

N – зусилля переміщення ґрунту, кН,

$$N = W_2 \cdot \sin \gamma.$$

Опір руху машини від переміщення ґрунту вбік уздовж відвала, кН,

$$W_4 = T_2 \cdot \cos \alpha,$$

де T_2 – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на горизонтальну площину і вісь абсцис, кН,

$$T_2 = N \cdot f_2.$$

Опір переміщенню дорожньої машини як візка, кН,

$$W_5 = G_m \cdot f,$$

де G_m – експлуатаційна вага дорожньої машини, кН;

f – коефіцієнт опору коченню дорожньої машини. Приймаємо $f = 0,3$.

Визначення необхідної потужності двигуна бульдозера

Необхідна потужність двигуна тягача N_d , кВт, визначається за формулою

$$N_d = \frac{\sum_{i=1}^5 W \cdot v}{3,6 \cdot \eta},$$

де v – робоча швидкість руху машини під час роботи, км/год;
 η – коефіцієнт корисної дії трансмісії дорожньої машини,
 $\eta = 0,85$.

Перевірка правильності вибору тягача за умови тягового зусилля

Після визначення необхідної потужності тягача залежно від умов експлуатації дорожньої машини встановлюється правильність вибору тягача за відношенням, кН,

$$T_{зч} \cdot k_d \geq \Sigma W_i,$$

де $T_{зч}$ – сила зчеплення рушія машини з опорною поверхнею, кН;
 k_d – коефіцієнт динамічності, $k_d = 1,5$.

Сила зчеплення рушія машини з опорною поверхнею, кН,

$$T_{зч} = m \cdot \varphi_{зч} \cdot g,$$

де m – маса машини, кг;
 $\varphi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею.

Розрахунок продуктивності бульдозера

Продуктивність бульдозера визначається за формулою, $m^3/змін$,

$$\Pi_{зм} = \frac{T \cdot q \cdot k_B}{t_{ц}},$$

де T – тривалість зміни, $T = 8$ год;
 k_B – коефіцієнт використання робочого часу. Приймаємо
 $k_B = 0,8$;

q – об'єм ґрунту, що переміщується за один цикл, м³;
 $t_{ц}$ – тривалість робочого циклу, год.

Об'єм ґрунту, що переміщується за один цикл, м³,

$$q = \frac{H^2 \cdot L \cdot \sin \alpha \cdot K_{вт}}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 \cdot K_p},$$

де H – висота відвала, м;

L – довжина різальної частини ножа відвала, м;

α – кут захвату ножа, град;

$K_{вт}$ – коефіцієнт втрат ґрунту при переміщенні бульдозером;

φ_0 – кут природного укосу ґрунту. Приймаємо $\varphi_0 = 32^\circ$;

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту, $K_p = 1,1 \dots 1,3$.

Коефіцієнт втрат ґрунту при переміщенні бульдозером

$$K_{вт} = 1 - 0,005 \cdot l_{гр},$$

де $l_{гр}$ – відстань переміщення ґрунту, м.

Тривалість робочого циклу, год,

$$t_{ц} = \frac{1}{1000} \left(\frac{l_n}{V_n} + \frac{l_{гр}}{V_{гр}} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_x}{V_x} \right) + 2 \cdot t_{пв},$$

де l_n – відстань набирання ґрунту. Приймаємо $l_n = 5$ м;

l_p – відстань розвантаження ґрунту. Приймаємо $l_p = 4$ м;

l_x – відстань холостого ходу, м;

V_n – швидкість руху при набиранні ґрунту, приймаємо $V_n = 2,2$ км/год;

$V_{гр}$ – швидкість руху з ґрунтом. Приймаємо $V_{гр} = 2,6$ км/год;

V_p – швидкість руху при розвантажуванні. Приймаємо $V_p = 2,6$ км/год;

V_x – швидкість холостого ходу. Приймаємо $V_x = 8,6$ км/год;

$t_{пв}$ – час на поворот трактора в кінці ділянки, приймаємо $t_{пв} = 0,01$ год.

Відстань пересування бульдозера холостим ходом, м,

$$l_x \cong l_n + l_{гр} + l_p.$$

Питання для самоконтролю

- 1 Призначення бульдозера.
- 2 Основні конструктивні елементи бульдозера.
- 3 Відмінності конструкцій поворотного та неповоротного відвалів.
- 4 Як регулюється кут різання відвала?
- 5 Назвіть опори, що виникають при роботі бульдозера.
- 6 Від чого залежить продуктивність бульдозера?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Вивчення будови та розрахунок скрепера

Мета роботи та основні завдання

- 1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл скрепера.
- 2 Розрахувати опори, що виникають під час роботи скрепера, та його продуктивність.

Оформлення звіту з роботи

- 1 Зарисувати конструктивну схему скрепера із зазначенням основних елементів.
- 2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу скрепера.
- 3 Виконати розрахунки.
- 4 Зробити висновки з роботи.

Загальні відомості. Скрепери, їх призначення, сфера застосування, будова і робота

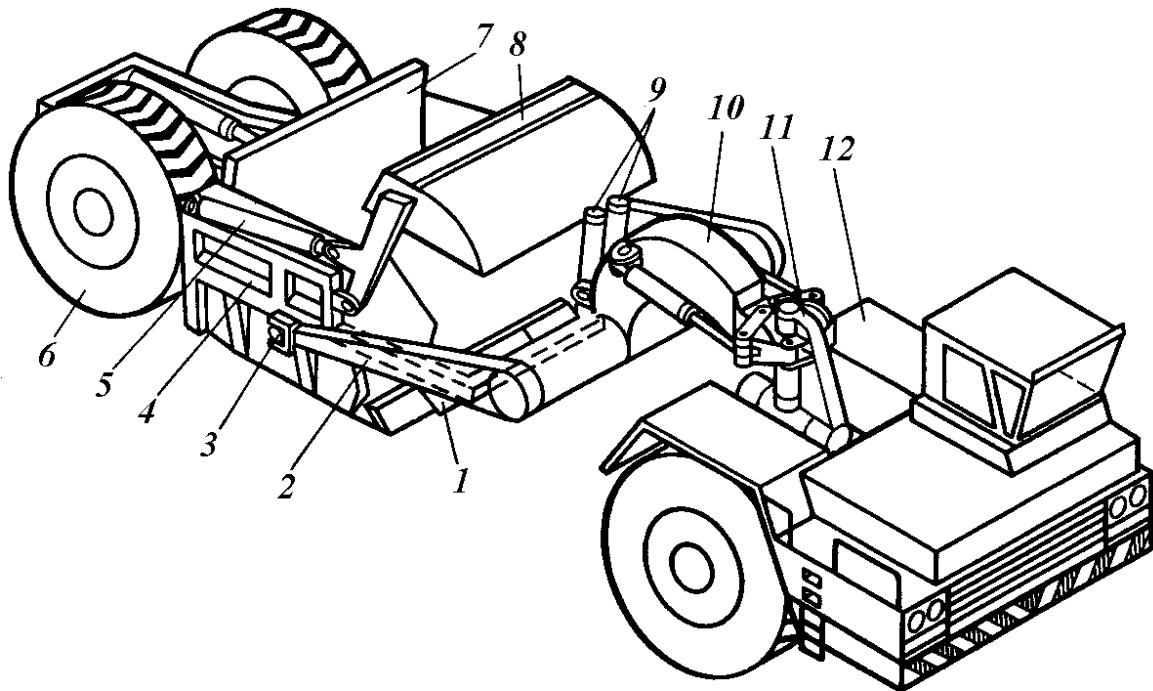
Скрепером називають землерийно-транспортну машину з ковшовим робочим органом, призначену для пошарової розробки ґрунту тяговим зусиллям, його транспортування і відсипання в земляні споруди.

Скрепери застосовують у промисловому, гідротехнічному, дорожньому будівництві для розробки ґрунтів немерзлого стану

на горизонтах вище за рівень ґрунтових вод при зведенні насипів, гребель, розробці виїмок, на розкривних роботах тощо. Перезволожені суглинки, чорнозем і ґрунти з домішками гравію і гальки розробляються скреперами без попередньої підготовки, а ті самі ґрунти, але висохлі і отверділі, а також глини та солончаки потребують попереднього їх розпушення перед подальшою розробкою.

Ефективна дальність возіння ґрунту залежить від типу тягача і складає для скреперів з гусеничними тягачами 100...800 м, а для скреперів, що агрегуються з колісними тягачами, 300...3000 м і більше.

Робочим органом скрепера служить ківш 4 (рисунок 6.1), обмежений днищем, бічними і задньою 7 стінками і оснащений ножами 1.



- 1 – ніж; 2 – бічна балка; 3 – шарнір; 4 – ківш;
 5, 9 – гідроциліндри; 6 – колесо; 7 – задня стінка; 8 – заслінка;
 10 – передня балка; 11 – універсальний шарнір; 12 – тягач

Рисунок 6.1 – Самохідний скрепер

Спереду ківш закритий заслінкою 8, з'єднаною з ним шарнірно. Задньою частиною ківш спирається на вісь задніх коліс

6, а в передній частині він з'єднаний упряжними шарнірами 3 з бічними балками 2 тягової рами, відносно якої він може змінювати своє положення у вертикальній площині. Тягова рама своєю передньою балкою 10, зігнутою у вертикальній площині, з'єднана з тягачем 12. Опорою тягової рами служить універсальний шарнір 11, що дає змогу причіпній частині повертатися відносно тягача або візка в будь-яких напрямках.

Скрепери бувають причіпними і самохідними. Як тягач причіпного скрепера звичайно застосовують трактор, найчастіше гусеничний, а самохідні скрепери агрегатують з двовісними або одновісними тягачами. Самохідні скрепери мають високу маневреність.

Робочий цикл скрепера складається з послідовно виконуваних операцій копання ґрунту і заповнення ним ковша, транспортування ґрунту в ковші до місця укладання, розвантаження ковша і повернення машини на вихідну позицію наступного робочого циклу. На початку копання ківш опускають на ґрунт за допомогою гідроциліндрів 9 або поліспада, відкриваючи гідроциліндрами 5 або поліспадом заслінку так, щоб у режимі копання ґрунту при заглиблених ножах її нижній обріз був трохи вище за рівень поверхні землі. Під час пересування машини вперед під дією сил тяжіння, а у разі гідравлічного привода також примусово за допомогою гідроциліндрів 9, ківш заглиблюють у ґрунт і, регулюючи надалі тими самими механізмами товщину шару, що зрізується, заповнюють ківш. Призма ґрунту (призма волочіння), що утворюється в процесі копання, накопичується перед заслінкою, не перешкоджаючи просуванню ґрунту, що зрізається, в ківш. Після заповнення ковша його піднімають у транспортне положення так, щоб між різальною кромкою ножів і поверхнею землі був достатній для транспортування зазор, закривають ківш заслінкою і переміщуються на транспортній швидкості до місця укладання ґрунту, де його розвантажують. Потім ківш знову переводять у транспортне положення і повертають машину на вихідну позицію наступного робочого циклу [4].

Скрепери обладнують пристроями для примусового розвантаження шляхом витіснення ґрунту з ковша задньою стінкою 7, що переміщається вперед за допомогою

гідроциліндрів. У кінці робочого ходу задня стінка своїми кромками повністю очищає бічні стінки і днище ковша від налиплого ґрунту. Є також інші способи розвантаження скреперів, які залежать від їх конструктивних особливостей.

Розрахунок скрепера

Дані для розрахунків за варіантами містяться в додатку (таблиця А.2).

Тяговий розрахунок

Сумарний опір руху машини ΣW_i , кН,

$$\sum_{i=1}^5 W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5,$$

де W_1 – опір руху від різання ґрунту ножем, кН;

W_2 – опір руху від переміщення призми ґрунту перед заслінкою ковша, кН;

W_3 – опір руху машини від сили ваги ґрунту під час наповнення ковша, кН;

W_4 – опір руху від тертя ґрунту при наповненні ковша, кН;

W_5 – опір руху завантаженого скрепера, кН.

Опір руху від різання ґрунту ножем, кН,

$$W_1 = k \cdot b \cdot h,$$

де k – питомий опір ґрунту різанню, приймаємо $k = 90$ кН/м²;

b – ширина шару ґрунту, що зрізається (приймається рівним ширині ковша скрепера), м;

h – товщина зрізуваної стружки ґрунту, м.

Опір руху від переміщення призми ґрунту перед заслінкою ковша, кН,

$$W_2 = y \cdot b \cdot H_1 \cdot \delta \cdot g \cdot f_1,$$

де y – коефіцієнт об'єму призми волочіння ґрунту перед заслінкою ковша. Приймаємо $y = 0,05$ м;

H_n – висота наповнення ковша ґрунтом. Приймаємо $H_n = 1,8$ м;
 δ – щільність ґрунту. Приймаємо $\delta = 1,65$ т/м³;
 g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;
 f_1 – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт, приймаємо $f_1 = 0,53$.

Опір руху від сили ваги ґрунту під час наповнення ковша, кН,

$$W_3 = b \cdot H_f \cdot h \cdot \delta \cdot g,$$

Опір руху від тертя ґрунту при наповненні ковша, кН,

$$W_4 = x \cdot b \cdot H_f \cdot \delta \cdot g,$$

де x – коефіцієнт, що враховує дію сили тертя в процесі руху ґрунту в ківші.

$$x = \frac{\sin \varphi_0}{2},$$

де φ_0 – кут внутрішнього тертя ґрунту. Приймаємо $\varphi_0 = 35^\circ$.

Опір руху завантаженого скрепера, кН,

$$W_5 = (G_{\text{скр}} + G_{\text{гр}}) \cdot f,$$

де $G_{\text{скр}}$ – вага скрепера (враховуючи і масу тягача), кН;

f – коефіцієнт опору переміщенню машини. Приймаємо $f = 0,2$;

$G_{\text{гр}}$ – вага ґрунту в ківші, кН.

$$G_{\text{гр}} = V \cdot k_n \cdot \delta \cdot g,$$

де V – об'єм ковша, м³;

k_n – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом. Приймаємо $k_n = 1$.

Визначення необхідної потужності двигуна скрепера

Необхідна потужність двигуна тягача визначається за формулою, кВт,

$$N_{\text{д}} = \frac{\sum_{i=1}^5 W \cdot v}{3,6 \cdot \eta},$$

де v – робоча швидкість руху машини під час роботи, км/год;
 η – коефіцієнт корисної дії трансмісії дорожньої машини,
 $\eta = 0,85$.

Перевірка правильності вибору тягача за умовою тягового зусилля

Після визначення необхідної потужності тягача залежно від умов експлуатації дорожньої машини встановлюється правильність вибору тягача за відношенням, кН,

$$T_{\text{зч}} \cdot k_{\text{д}} \geq \Sigma W_i,$$

де $k_{\text{д}}$ – коефіцієнт динамічності, $k_{\text{д}} = 1,8$;
 $T_{\text{зч}}$ – сила зчеплення рушія машини з опорною поверхнею, кН.

$$T_{\text{зч}} = m \cdot \varphi_{\text{зч}} \cdot g,$$

де m – маса машини, кг;
 $\varphi_{\text{зч}}$ – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. Для гусеничних $\varphi_{\text{зч}} = 0,9$, для колісних $\varphi_{\text{зч}} = 0,7$.

Розрахунок продуктивності скрепера

Продуктивність скрепера визначається за формулою, м³/змін,

$$P_{\text{зм}} = \frac{T \cdot q \cdot K_{\text{в}}}{t_{\text{ц}}},$$

де T – тривалість зміни, год;
 $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання робочого часу. Приймаємо $K_{\text{в}} = 0,85$;
 $t_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу, год;
 q – об'єм ґрунту, що переміщується за один цикл, м³.

$$q = \frac{V \cdot K_{зп}}{K_p},$$

де $K_{зп}$ – коефіцієнт заповнення ковша. Приймаємо $K_{зп} = 0,5 \dots 1,1$;
 K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту. Приймаємо $K_p = 1,1 \dots 1,3$;
 V – об'єм ковша, м³.

Тривалість робочого циклу, год,

$$t_{ц} = \frac{1}{1000} \left(\frac{l_n}{V_n} + \frac{l_{гр}}{V_{гр}} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_x}{V_x} \right) + 2 \cdot t_{пв},$$

де l_n – відстань набирання ґрунту, м;

l_p – відстань розвантаження ґрунту, м;

$l_{гр}$ – відстань переміщення ґрунту, м;

l_x – відстань холостого ходу, м;

V_n – швидкість руху при набиранні ґрунту, км/год. Приймаємо 6,6 км/год;

$V_{гр}$ – швидкість руху з ґрунтом, км/год. Приймаємо 5,5 км/год;

V_p – швидкість руху при розвантажуванні, км/год. Приймаємо 3,6 км/год;

V_x – швидкість холостого ходу, км/год. Приймаємо 8,6 км/год;

$t_{пв}$ – час на поворот трактора в кінці ділянки, год. Приймаємо 0,01 год.

Відстань набирання ґрунту, м,

$$l_n = \frac{V \cdot K_{зп}}{h \cdot b \cdot K_p} (1 + m),$$

де h – глибина різання, м;

m – об'єм призми волочіння. Приймаємо $m = 0,1$;

b – ширина шару ґрунту, що зрізається (приймається рівним ширині ковша скрепера), м.

Відстань розвантаження ґрунту, м,

$$l_p = \frac{V \cdot K_{зп}}{h_0 \cdot b \cdot K_p},$$

де h_0 – товщина відсипуваного шару, м

Відстань холостого ходу, м,

$$l_x \cong l_n + l_{гр} + l_p.$$

Питання для самоконтролю

- 1 Призначення і сфера застосування скрепера.
- 2 Будова скрепера.
- 3 Робочий цикл скрепера.
- 4 Опори, що виникають під час роботи скрепера.
- 5 Від чого залежить потужність роботи двигуна скрепера?
- 6 Як визначити продуктивність скрепера?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. Вивчення будови та розрахунок грейдера

Мета роботи та основні завдання

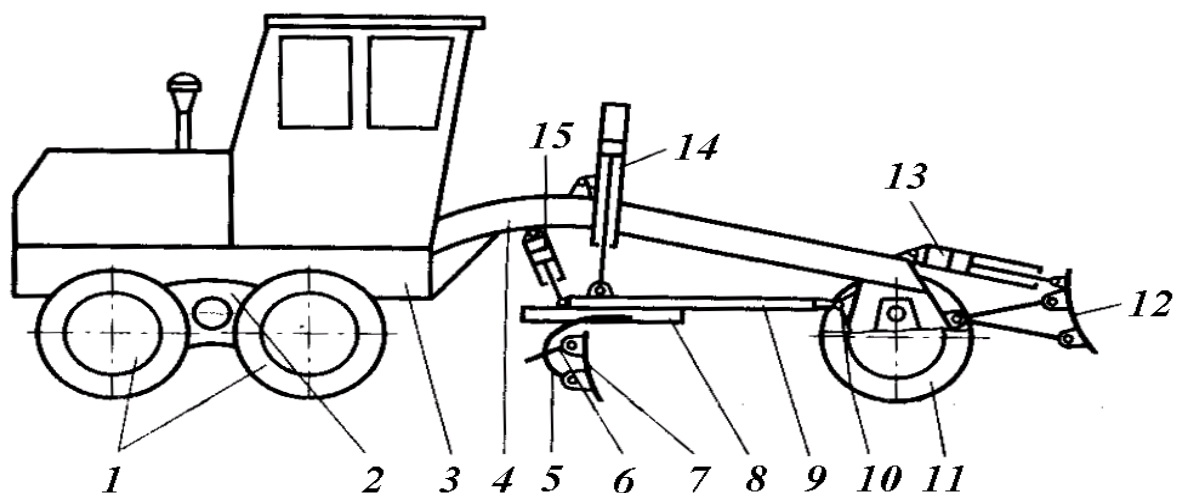
- 1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл грейдера.
- 2 Розрахувати основні опори, що виникають під час роботи грейдера, та його продуктивність.

Оформлення звіту з роботи

- 1 Зарисувати конструктивну схему грейдера із зазначенням основних елементів.
- 2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу грейдера.
- 3 Виконати розрахунки.
- 4 Зробити висновки з роботи.

Загальні відомості. Грейдери, їх призначення, сфера застосування, будова і робота

Грейдери відносять до землерийно-транспортних машин з відвальним робочим органом. Вони призначені для пошарової розробки ґрунтів немерзлого стану на горизонтах вище за рівень ґрунтових вод. Їх застосовують для планувальних і профілювальних робіт у дорожньому будівництві для зведення насипів заввишки до 1 м з бічних резервів, спорудження ґрунтових доріг з бічними канавами, профілювання дорожніх узбіч, спорудження і очищення зрошувальних і придорожніх каналів, зачистки і планування укосів, насипів і виїмок, очищення доріг і площ від снігу, льоду тощо. Автогрейдер виконують як самохідні машини з власним двигуном і приводним ходовим пристроєм (рисунок 7.1).



1, 11 – колеса; 2 – балансірна балка; 3 – підрамник; 4 – хребтова балка; 5 – кронштейн; 6 – установлювальні гребінки; 7 – відвал; 8 – поворотне коло; 9 – тягова рама; 10 – універсальний шарнір; 12 – додаткове обладнання; 13, 14, 15 – гідроциліндри

Рисунок 7.1 – Автогрейдер

Рідше застосовують причіпні грейдери, буксировані тракторами. Ходова частина автогрейдера складається з чотирьох приводних задніх пневмоколес 1 і двох приводних або не приводних керованих передніх колес 11. Задні колеса з кожного боку машини попарно об'єднані балансірними балками 2,

шарнірно з'єднаними з підрамником 3, продовженням якого служить основна рама 4, яка також називається хребтовою балкою. Остання спирається на вісь передніх коліс. Це з'єднання виконане у вигляді циліндрового шарніра, що дає змогу осі робити поперечні кутові (балансирні) переміщення. Така підвіска передніх і задніх коліс забезпечує спирання машини на всі шість коліс незалежно від рельєфу місцевості.

Робочий орган – відвал 7 через кронштейни 5 і поворотне коло 8 закріплюють на тяговій рамі 9. Останню розташовують під хребтовою балкою і поєднують з нею в передній частині універсальним шарніром 10, а в задній – за допомогою гідравлічних циліндрів 14 і 15 підвішують до хребтової балки. Два гідравлічні циліндри 14, що працюють незалежно один від одного, забезпечують підйом передньої частини тягової рами і її перекіс, а гідроциліндр 15 – її винесення вбік від поздовжньої осі грейдера. Обертанням поворотного кола 8 з жорстко закріпленими на ньому кронштейнами 5 забезпечується установа відвала в плані. Завдяки такій підвісці відвал може бути встановлений горизонтально або похило у вертикальній площині, під будь-яким кутом нахилу в плані, розташовуватися у смузі колії машини або бути винесеним за її межі, бути опущеним нижче за рівень поверхні, по якій пересувається машина, або піднятим над нею. Цим забезпечується висока маневреність робочого органа автогрейдера при виконанні перелічених вище робіт.

У разі потреби роботи на великих вильотах від поздовжньої осі машини, наприклад при плануванні укосів бічних канав, відвал переставляють на кронштейнах, розташовуючи його асиметрично поздовжній осі тягової рами. Кут різання відвала регулюють установлювальними гребінками 6, закріплюючи їх гвинтами в потрібних положеннях. На автогрейдери навішують також допоміжне устаткування 12 бульдозера або киркувальника, розташовуючи останній перед передніми колесами або за ними, під хребтовою балкою. Керують відвалом бульдозера за допомогою гідроциліндра 13.

Робочий процес грейдера подібний до роботи бульдозера, обладнаного поворотним у плані відвалом. При виконанні профілювальних робіт для кращого заглиблення в ґрунт відвала

застосовують його перекис. У такий спосіб споруджують, наприклад, ґрунтові дороги, вирізуючи ґрунт з придорожніх канав і переміщаючи його в насип дороги, профілюють дороги в підготовленому земляному полотні тощо. Грейдери ефективно застосовувати при довжині робочих ділянок (захваток) більше 500 м. На коротких захватках збільшується кількість розворотів машини і перестановок робочого органа, внаслідок чого продуктивність грейдерів знижується. При зведенні насипів з бічних резервів грейдери ефективно застосовувати при дальності переміщення ґрунту до 30 м [4].

Розрахунок автогрейдера

Дані для розрахунків за варіантами містяться в додатку (таблиця А.3).

Тяговий розрахунок автогрейдера

Сумарний опір руху машини ΣW_i , кН,

$$\sum_{i=1}^5 W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5,$$

де W_1 – опір руху від різання ґрунту відвалом, кН;

W_2 – опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН;

W_3 – опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні вгору по відвалу, кН;

W_4 – опір руху машини від переміщення ґрунту вздовж відвала вбік, кН;

W_5 – опір переміщенню дорожньої машини як візка, кН.

Опір руху від різання ґрунту відвалом, кН,

$$W_1 = F \cdot k,$$

де F – площа поперечного перерізу стружки, м²;

k – питомий опір ґрунту різанню. Приймаємо $k = 60$ кН/м².

Для автогрейдера формула для знаходження площі перерізу стружки набуде вигляду, м^2 ,

$$F = L \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \sin \alpha,$$

де L – довжина різальної частини ножа відвала, м;
 h_1 і h_2 – глибина різання ґрунту, м;
 α – кут захвату ножа, град.

Опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН,

$$W_2 = F_m \cdot \sin \alpha,$$

де α – кут захвату ножа, град;
 F_m – сила тертя призми ґрунту по опорній поверхні, кН.

$$F_m = G_{\text{пр}} \cdot f_1,$$

де $G_{\text{пр}}$ – вага ґрунту в призмі волочіння, кН;
 f_1 – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт. Приймаємо $f_1 = 0,47$.

Вага розміщеного перед відвалом ґрунту в призмі волочіння визначається за формулою, кН,

$$G_{\text{пр}} = \frac{L_1 \cdot H^2}{2 \cdot \text{tg} \varphi} \cdot g \cdot \delta \cdot k_{\text{гр}},$$

де L_1 – довжина призми ґрунту, м (приймають рівною довжині різальної частини ножа відвала), м;

H – висота відвала, м;

φ – кут природного укосу ґрунту. Приймаємо $\varphi = 32^\circ$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

δ – щільність ґрунту. Приймаємо $\delta = 1,75 \text{ т/м}^3$;

$k_{\text{гр}}$ – коефіцієнт, який враховує характер ґрунту і співвідношення розмірів H і L_1 . Приймаємо $k_{\text{гр}} = 0,16$.

Опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні вгору по відвалу, кН,

$$W_3 = T_1 \cdot \cos \gamma,$$

де γ – кут різання, град;

T_1 – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на вертикальну площину і вісь абсцис, кН.

$$T_1 = N \cdot f_2,$$

де f_2 – коефіцієнт тертя ґрунту по металу. Приймаємо $f_2 = 0,4$.

N – зусилля переміщення ґрунту, кН.

$$N = W_2 \cdot \sin \gamma.$$

Опір руху машини від переміщення ґрунту вздовж відвала вбік, кН,

$$W_4 = T_2 \cdot \cos \alpha,$$

де T_2 – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на горизонтальну площину і вісь абсцис.

$$T_2 = N \cdot f_2.$$

Опір переміщенню дорожньої машини як візка, кН,

$$W_5 = G_m \cdot f,$$

де G_m – експлуатаційна вага дорожньої машини, кН;

f – коефіцієнт опору коченню дорожньої машини. Приймаємо $f = 0,3$.

Визначення необхідної потужності двигуна автогрейдера

Необхідна потужність двигуна тягача визначається за формулою, кВт,

$$N_d = \frac{\sum_{i=1}^5 W \cdot v}{3,6 \cdot \eta},$$

де v – робоча швидкість руху машини під час роботи, км/год;

η – коефіцієнт корисної дії трансмісії дорожньої машини,
 $\eta = 0,85$.

Перевірка правильності вибору тягача за умовою тягового зусилля

Після визначення необхідної потужності тягача залежно від умов експлуатації дорожньої машини встановлюється правильність вибору тягача за відношенням, кН,

$$T_{зч} \cdot k_d \geq \Sigma W_i,$$

де k_d – коефіцієнт динамічності, $k_d = 1,5$;

$T_{зч}$ – сила зчеплення рушія машини з опорною поверхнею, кН.

$$T_{зч} = m \cdot \varphi_{зч} \cdot g,$$

де m – маса машини, кг;

$\varphi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. Для гусеничних $\varphi_{зч} = 0,9$, для колісних $\varphi_{зч} = 0,7$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Розрахунок продуктивності автогрейдера

Продуктивність визначається за формулою, $\text{м}^3/\text{змін}$,

$$P_{зм} = \frac{1000 \cdot T \cdot F \cdot L_2 \cdot K_B}{2 \cdot L_2 \left(\frac{n_3}{V_3} + \frac{n_{II}}{V_{II}} + \frac{n_{II}}{V_o} \right) + 2 \cdot t_{гв} (n_3 + 2 \cdot n_{II})},$$

де L_2 – довжина насипу, м;

T – тривалість зміни, год;

F – площа перерізу насипу, м^2 ;

K_B – коефіцієнт використання робочого часу. Приймаємо $K_B = 0,8$;

V_3 – швидкість руху грейдера при зрізанні. Приймаємо $V_3 = 2,5$ км/год;

V_{Π} – швидкість руху грейдера при переміщенні ґрунту. Приймаємо $V_{\Pi} = 2,7$ км/год;

V_o – швидкість руху грейдера при розрівнюванні. Приймаємо $V_o = 2,8$ км/год);

$t_{\text{пв}}$ – час на розвертання грейдера, приймаємо $t_{\text{пв}} = 0,03$ год;

n_{Π} – кількість проходів при переміщенні ґрунту;

N_3 – кількість проходів при зрізанні.

$$n_3 = \frac{F \cdot K_{\text{пз}}}{2 \cdot S_c},$$

де $K_{\text{пз}}$ – коефіцієнт перекриття проходів при зрізанні, $K_{\text{пз}} = 1,7$;

S_c – середня площа перерізу стружки в щільному ґрунті. Приймаємо $S_c = 0,23$ м².

Кількість проходів при переміщенні ґрунту

$$n_{\Pi} = \frac{n_3 \cdot l_o \cdot K_{\text{мп}}}{l_{\Pi}},$$

де l_o – середня відстань поперечного переміщення ґрунту з резерву в насип, м;

l_{Π} – відстань переміщення ґрунту за один прохід, м.

$$l_{\Pi} = L \cdot \sin \alpha,$$

де α – кут захвату при переміщенні, приймаємо $\alpha = 45^\circ$;

$K_{\text{мп}}$ – коефіцієнт перекриття проходів при переміщенні, $K_{\text{мп}} = 1,15$.

Питання для самоконтролю

- 1 Призначення і сфера застосування автогрейдерів.
- 2 Будова автогрейдера.

3 Особливості встановлення робочого обладнання автогрейдера.

4 Назвіть опори, що виникають при роботі автогрейдера.

5 Від чого залежить продуктивність автогрейдера?

6 Від чого залежить потужність автогрейдера?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 8. Вивчення будови та розрахунок розпушувача

Мета роботи та основні завдання

1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл розпушувача.

2 Розрахувати опори та напруження, що виникають під час роботи розпушувача.

Оформлення звіту з роботи

1 Зарисувати конструктивну схему розпушувача із зазначенням основних елементів.

2 Стисло записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу розпушувача.

3 Виконати розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

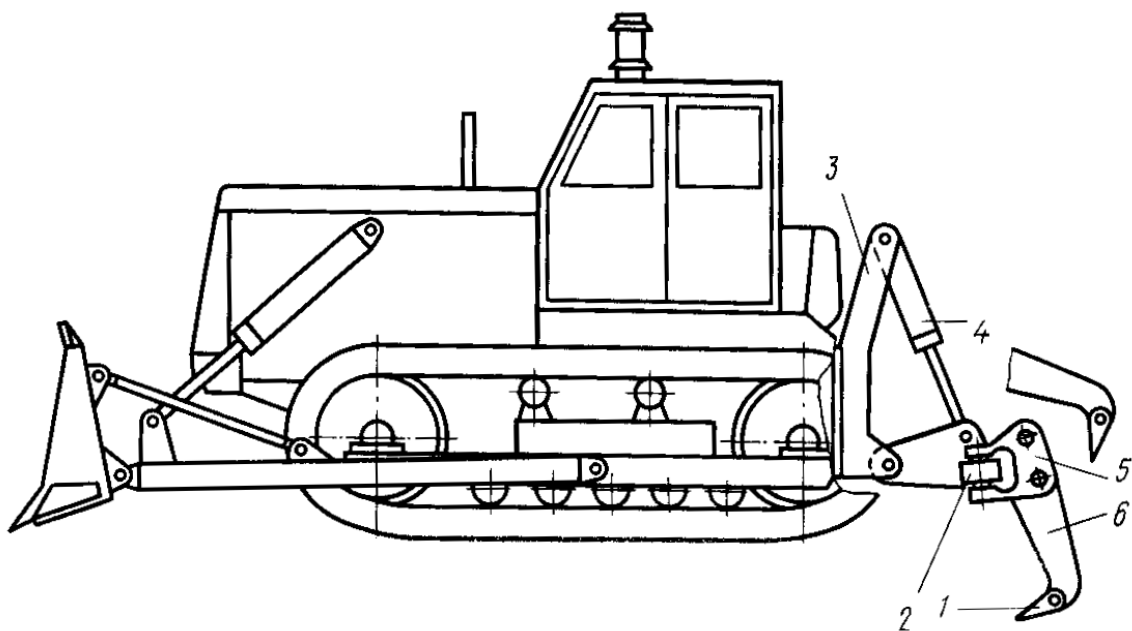
Загальні відомості. Розпушувачі, їх призначення, сфера застосування, будова і робота

Розпушувачі застосовують при пошаровій розробці міцних ґрунтів, включаючи мерзлі, багаторічно-мерзлі і скельні, з подальшим їх прибиранням землерийними, землерийно-транспортними або вантажними машинами. Розпушувачі застосовують при розробці котлованів і широких траншей, улаштуванні виїмок у гідротехнічному будівництві, корит під дорожнє полотно, розробці мерзлих розсипів корисних копалин, проведенні розкривних робіт.

Розрізняють розпушувачі основні і допоміжні. Основні розпушувачі виготовляють як навісне устаткування до гусеничних або пневмоколісних тракторів, а допоміжні агрегатують з основним устаткуванням землерийно-

транспортних машин і навантажувачів для розпушення щільних ґрунтів і матеріалів, що злежалися. Допоміжні розпушувачі дають змогу підвищити продуктивність і розширити сферу застосування основного устаткування. Змінним розпушувальним обладнанням оснащують також універсальні будівельні гідравлічні екскаватори.

У будівництві широко застосовують бульдозерно-розпушувальні агрегати (рисунок 8.1), в яких використовують як бульдозерне, так і розпушувальне робоче устаткування. Ефективність роботи основних розпушувачів залежить від тягово-зчіпних властивостей базових тракторів. Найбільш вигідно їх використовувати для розробки багаторічно-мерзлих ґрунтів, вивітрених шаруватих або низькоміцних гірських порід (бурого вугілля, пісковиків тощо).



- 1 – наконечник зуба; 2 – поперечна балка; 3 – стійка;
4 – гідроциліндр; 5 – кронштейн; 6 – зуб

Рисунок 8.1 – Бульдозер-розпушувач

Як основні, так і допоміжні розпушувачі обладнують одним або декількома зубами 6 (рисунок 8.1), встановлюваними на поперечній балці 2 жорстко або з можливістю незначних кутових переміщень у плані через поворотні кронштейни 5, закріплені на балці шарнірно. Зуби з поперечною балкою навішують на

базовий трактор через стійку 3 за схемою триточкової або чотириточкової паралелограмних підвісок, регулюючи глибину занурення зубів одним або двома гідроциліндрами 4. Паралелограмна підвіска забезпечує постійність кута різання незалежно від глибини занурення зубів, що дає можливість знизити робочі опори на зубах, підвищити продуктивність розпушувача, а також збільшити строк служби змінних наконечників зубів 1.

Розпушують ґрунт заглибленими в нього зубами тяговим зусиллям трактора, що переміщається на робочій швидкості. Для роботи в щільних ґрунтах вигідніше використовувати однозубі розпушувачі з жорстким кріпленням зуба на поперечній балці, які порівняно з багатозубими розпушувачами реалізують великі зусилля на одному зубі. З цією ж метою в тих самих умовах багатозубі розпушувачі переобладнують в однозубі або забезпечують їх буферними пристроями, встановлюваними у верхній частині середнього зуба, для роботи з трактором-штовхачем, також обладнаним буферним пристроєм у його передній частині. При розробці шаруватих гірських порід і пластичномерзлих ґрунтів, а також розпушенні шару мерзлого ґрунту на зуби робочих органів встановлюють розширювачі, завдяки чому збільшується ширина розпушення за кожен прохід і підвищується продуктивність машини [4].

Розрахунок зуба розпушувача

При розрахунках слід використовувати схему на рисунку 8.2.

Дані для розрахунків за варіантами містяться в додатку (таблиця А.4).

Опір різанню, кН,

$$W_1 = P_T \cdot \varphi_{зч} ,$$

де P_T – тягове зусилля, кН;

$\varphi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення, $\varphi_{зч} = 0,7 \dots 0,8$.

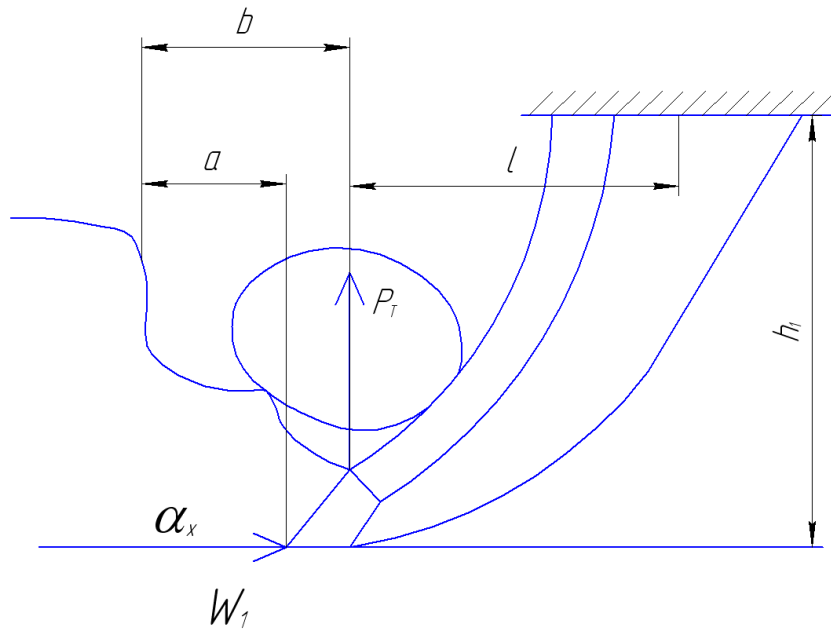


Рисунок 8.2 – Схема для розрахунку зуба розпушувача

Максимальне напруження, МПа,

$$\sigma_B = \frac{M_{зг}}{W}$$

де $M_{зг}$ – згинальний момент, Н·м;

W – осьовий момент опору, м³.

Згинальний момент розраховується за формулою, Н·м,

$$M_{зг} = W_1 \cdot h_1 + P_{\Pi} \cdot l,$$

де h_1 – висота зуба розпушувача, м;

P_{Π} – зусилля від підйому каменю, Н.

$$P_{\Pi} = \frac{G_k}{a} \cdot K_{відр},$$

де G_k – вага каменю, кН;

$K_{відр}$ – коефіцієнт опору відриву каменю від ґрунту,

$K_{відр} = 1,25 \dots 1,3$.

Осьовий момент опору визначаємо за формулою, m^3 ,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6},$$

де відношення $\frac{b}{h}$ для розпушувача має бути $\leq 2 \dots 2,5$. Приймаємо

$$\frac{b}{h} = 2,5.$$

$$b = 2,5 \cdot h.$$

Питання для самоконтролю

- 1 Призначення розпушувачів.
- 2 Види розпушувачів.
- 3 Конструкції розпушувачів.
- 4 Основні складові бульдозерно-розпушувального агрегату.
- 5 Що забезпечує паралелограмна підвіска?
- 6 Від чого залежить величина напруження, що виникає під час роботи розпушувача?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Стефанов Б. М., Кравець А. М., Кравець В. Г. Будівельні та колійні машини. Ч.1. Колійні машини : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2013. 130 с.

2 Стефанов Б. М., Євтушенко А. В. Машини для ремонту земляного полотна : конспект лекцій з дисципліни «Колійні машини». Харків : УкрДАЗТ, 2002. 30 с.

3 Ковтун Й. П., Борис М. М., Бойко М. М., Олійник М. І. Дорожньо-будівельні машини : методичні вказівки, робоча програма і контрольні завдання для студентів-бакалаврів лісомеханічного та заочного факультетів. Львів : НЛТУУ, 2002. 29 с.

4 Кравець А. М., Євтушенко А. В., Погребняк А. В., Романович С. В. Будівельні та колійні машини. Ч.2. Будівельна техніка : навч. посіб. Харків : УкрДУЗТ, 2016. 274 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Вихідні дані для розрахунку бульдозера

Варіант	Марка машини	Кут захвату органа різання, град	Глибина різання ґрунту, см	Довжина різальної частини ножа відвала, м	Максимальне опускання відвала, м	Експлуатаційна вага, Н	Робоча швидкість руху, км/год	Висота відвала, м	Кут різання, град	Відстань переміщення ґрунту, м
1	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	60	15
2	ДЗ-29	70	22	2,56	0,15	63700	3,31-5,29	0,95	55	22
3	ДЗ-42	90	24	2,52	0,18	68670	2,14-3,22	0,95	55	29
4	ДЗ-37	80	20	2,1	0,25	38000	4,54-6,78	0,65	60	16
5	ДЗ-29	70	22	2,56	0,17	63700	3,31-5,29	0,95	55	23
6	ДЗ-42	90	24	2,52	0,22	68670	2,14-3,22	0,95	55	30
7	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	60	17
8	ДЗ-29	70	22	2,56	0,15	63700	3,31-5,29	0,95	55	24
9	ДЗ-42	90	24	2,52	0,18	68670	2,14-3,22	0,95	55	31
10	ДЗ-37	80	20	2,1	0,22	38000	4,54-6,78	0,65	60	18
11	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	55	25
12	ДЗ-29	70	22	2,56	0,18	63700	3,31-5,29	0,95	60	32
13	ДЗ-42	90	24	2,52	0,15	68670	2,14-3,22	0,95	55	19
14	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	55	26
15	ДЗ-29	70	22	2,56	0,15	63700	3,31-5,29	0,95	60	33
16	ДЗ-42	90	24	2,52	0,22	68670	2,14-3,22	0,95	55	20
17	ДЗ-37	80	20	2,1	0,18	38000	4,54-6,78	0,65	55	27
18	ДЗ-29	70	22	2,56	0,2	63700	3,31-5,29	0,95	60	34
19	ДЗ-42	90	24	2,52	0,15	68670	2,14-3,22	0,95	55	21
20	ДЗ-37	80	20	2,1	0,22	38000	4,54-6,78	0,65	55	28

Таблиця А.2 – Вихідні дані для розрахунку скрепера

Варіант	Марка машини	Кут захвату органа різання, град	Глибина різання ґрунту, см	Ширина ковша, м	Товщина зрізуваної стружки ґрунту, м	Об'єм ковша, м ³	Експлуатаційна вага, Н	Робоча швидкість руху, км/год	Тип ґрунту	Відстань переміщення ґрунту, м
1	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	22
2	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	21
3	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісок	20
4	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	19
5	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	18
6	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісок	22
7	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	21
8	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	20
9	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісок	19
10	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	18
11	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	22
12	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	21
13	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісок	20
14	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	19
15	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	18
16	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісок	22
17	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	21
18	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісок	20
19	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	19
20	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	18

Таблиця А.3 – Вихідні дані для розрахунку автогрейдера

Варіант	Марка машини	Кут захвату органа різання, градус	Глибина різання ґрунту, см	Площа пере-різу насипу, м ²	Довжина різальної частини ножа відвала, м	Експлуатаційна вага, Н	Робоча швидкість руху, км/год	Висота відвала, м	Кут різання, градус	Довжина насипу, м	Висота насипу, м	Ширина земельного полотна, м	Відстань переміщення ґрунту з резерву в насип, м
1	ДЗ-98	45	15/20	3	3,7	95000	2,4-10,15	0,7	60	450	0,55	8	13
2	-	-	-	3,5	-	-	-	-	63	475	0,5	12	19
3	-	-	-	4	-	-	-	-	62	500	0,4	15	16
4	-	-	-	4,5	-	-	-	-	58	525	0,3	9	12
5	-	-	-	5	-	-	-	-	59	550	0,35	13	18
6	ДЗ-40А	52	13/25	3	3,04	85000	-	0,5	50	450	0,55	16	15
7	-	-	-	3,5	-	-	-	-	52	475	0,5	10	11
8	-	-	-	4	-	-	-	-	55	500	0,4	14	17
9	-	-	-	4,5	-	-	-	-	53	525	0,3	8	14
10	-	-	-	5	-	-	-	-	51	550	0,35	11	10
11	ДЗ-61А	48	15/20	3	3,04	88000	-	0,5	55	450	0,55	8	13
12	-	-	-	3,5	-	-	-	-	56	475	0,5	12	19
13	-	-	-	4	-	-	-	-	54	500	0,4	15	16
14	-	-	-	4,5	-	-	-	-	57	525	0,3	9	12
15	-	-	-	5	-	-	-	-	55	550	0,35	13	18
16	ДЗ-2А	50	13/25	3	3,7	130000	-	0,54	65	450	0,55	16	15
17	-	-	-	3,5	-	-	-	-	67	475	0,5	10	11
18	-	-	-	4	-	-	-	-	64	500	0,4	14	17
19	-	-	-	4,5	-	-	-	-	65	525	0,3	8	14
20	-	-	-	5	-	-	-	-	67	550	0,35	11	10

Таблиця А.4 – Вихідні дані для розрахунку зуба розпушувача

Варіант	Тягове зусилля P_t , кН	Висота зуба h_1 , м	Межа витривалості σ_b , МПа	Маса каменю, G_k , кг	a , м	b , м	l , м
1	50	0,60	310	100	40	110	30
2	55	0,65	290	90	47	117	37
3	51	0,61	305	102	54	125	44
4	56	0,66	295	92	41	111	31
5	52	0,62	300	104	48	118	38
6	57	0,67	310	93	55	126	45
7	53	0,63	290	105	42	112	32
8	58	0,68	305	95	49	119	39
9	54	0,64	295	107	56	127	46
10	59	0,69	300	98	43	113	33
11	60	0,50	310	110	50	120	40
12	65	0,55	290	115	57	128	47
13	61	0,51	305	90	44	114	34
14	66	0,56	295	102	51	121	41
15	62	0,52	300	92	58	129	48
16	67	0,57	310	104	45	115	35
17	63	0,53	290	93	52	123	42
18	68	0,58	305	105	59	130	49
19	64	0,54	295	95	46	116	36
20	69	0,59	300	107	53	124	43

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять
та самостійних робіт з дисципліни

«БУДІВЕЛЬНІ ТА КОЛІЙНІ МАШИНИ»

Відповідальний за випуск Євтушенко А. В.

Редактор Буранова Н. В.

Підписано до друку 04.01.21 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 4,0. Тираж 5. 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 р.