

Лабораторна робота № 5
ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ І ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК
ПРИЧІПНОГО СКРЕПЕРА

Мета роботи

1. Засвоїти відомості стосовно будови, класифікації та призначення скреперів.
2. Навчитися робити тяговий розрахунок і визначати продуктивність причіпного скрепера.

Завдання

1. Ознайомитися із конструкцією скреперів та способами їх застосування під час видобутку будівельних гірських порід.
2. Проаналізувати залежність ефективності застосування скрепера від параметрів його роботи.
3. Оцінити вплив окремих параметрів технологічного процесу на основні експлуатаційні параметри скрепера.
4. Скласти звіт з детальним описом виконання вище наведених завдань та сформулювати висновки.
5. Надіслати виконаний і оформлений відповідно вимог звіт на перевірку.

Основні теоретичні положення

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

Ефективна дальність транспортування ґрунту залежить від типу тягача і складає для скреперів з гусеничними тягачами від 10 до 800 м, а для скреперів з колісними тягачами від 300 до 3000 м і більше. Робочим органом скрепера служить ківш 4, обмежений днищем, бічними і задньою 7 стінками і оснащений ножами 1.

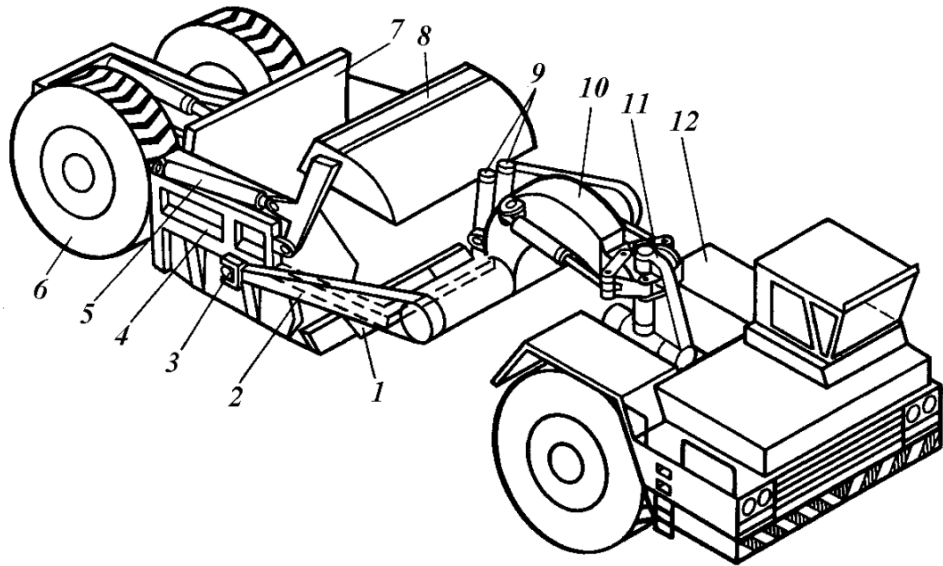


Рис.5.1. Загальний будова самохідного скрепера: 1 – ніж; 2 – бічна балка; 3 – шарнір; 4 – ківш; 5, 9 – гідроциліндри; 6 – колесо; 7 – задня стінка; 8 – заслінка; 10 – передня балка; 11 – універсальний шарнір; 12 – тягач

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 поліспастом 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.

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 (рис. 5.2).

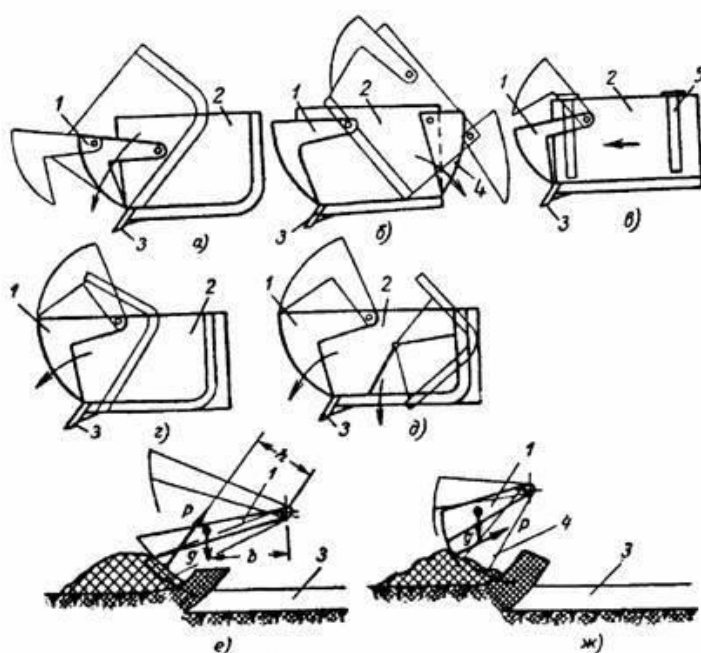


Рис.2.5 Схеми розвантаження скрепера: а - вільне розвантаження вперед; б - розвантаження назад; в - примусове розвантаження; г - напів-примусове розвантаження; д - щілинне розвантаження (вниз); е - плаваюче розвантаження; ж - постійне розвантаження; 1 - передня заслінка; 2 - ківш; 3 - ніж; 4 - задня заслінка; 5 - рухома стінка

У скреперів з вільним розвантаженням ківш перекидається назад (у одноосьових скреперів) або вперед (у двовісних скреперів). Скрепери з вільним розвантаженням ковша погано розвантажують липкі і перезволожені ґрунти.

У скреперів з примусовим розвантаженням ґрунт виштовхується прямолінійним рухом вперед задньої рухомої стінки ковша. Скрепери з таким розвантаженням можуть працювати на будь-яких ґрунтах, в тому числі на ґрунтах липких і перезволожених.

У скреперів з напів-примусовим розвантаженням днище і задня стінка конструктивно виконані як єдиний вузол, який шарнірно підвішений на бічних стінках.

Для розвантаження днище із задньою стінкою перекидається вперед, при цьому ґрунт в початковій стадії виштовхується з ковша примусово, а в кінці розвантажуються за рахунок вільного висипання під дією власної ваги.

При напів-примусовому розвантаженні стінки ковша в повному обсязі очищаються від липких і перезволожених ґрунтів.

При щільному розвантаженні ґрунту (вниз) днище ковша, повертаючись, виводиться з-під ґрунту і стає під кутом нахилу до горизонту $72-75^\circ$. Цей спосіб розвантаження характеризується хорошим вивантаженням липких і перезволожених ґрунтів і значно меншою енергоємністю механізму вивантаження.

Формування завдання та методика його виконання

У рамках даної лабораторної роботи необхідно виконати розрахунок основних параметрів скрепера, його тяговий розрахунок та параметри робочого процесу на основі індивідуальних вихідних даних (таблиця 5.1). Також потрібно проаналізувати вплив параметрів робочого процесу скрепера на його експлуатаційні характеристик та побудувати відповідні графіки.

Таблиця 5.1

Вихідні дані до виконання роботи

Варіант	Марка машини	Глибина різання ґрунту, см	Ширина ковша, м	Об'єм ковша, м ³	Експлуатаційна вага, Н	Робоча швидкість руху, км/год	Тип породи що зрізається	Відстань переміщення породи, м
1	ДЗ-30	10	1,9	3	27800	8,95-11,2	Пісок	250
2	ДЗ-26	15	2,3	10	96000	8,6-8,95	Суглинок	360
3	ДЗ-49	20	2,46	5	49000	8,67-10,7	Супісок	210
4	ДЗ-46	25	2,77	10	99600	6,85-8,05	Глина м'яка	380
5	ДЗ-30	30	1,9	3	27800	8,95-11,2	Суглинок	270
6	ДЗ-26	25	2,3	10	96000	8,6-8,95	Супісок	330
7	ДЗ-49	20	2,46	5	49000	8,67-10,7	Пісок	260
8	ДЗ-46	15	2,77	10	99600	6,85-8,05	Пісок	230
9	ДЗ-30	10	1,9	3	27800	8,95-11,2	Суглинок	290
10	ДЗ-26	30	2,3	10	96000	8,6-8,95	Супісок	300
11	ДЗ-49	10	2,46	5	49000	8,67-10,7	Глина м'яка	200
12	ДЗ-46	15	2,77	10	99600	6,85-8,05	Суглинок	290
13	ДЗ-30	20	1,9	3	27800	8,95-11,2	Супісок	250
14	ДЗ-26	25	2,3	10	96000	8,6-8,95	Пісок	400
15	ДЗ-49	30	2,46	5	49000	8,67-10,7	Пісок	370
16	ДЗ-46	25	2,77	10	99600	6,85-8,05	Суглинок	320
17	ДЗ-30	20	1,9	3	27800	8,95-11,2	Супісок	350
18	ДЗ-26	15	2,3	10	96000	8,6-8,95	Глина м'яка	290
19	ДЗ-49	10	2,46	5	49000	8,67-10,7	Суглинок	340
20	ДЗ-46	30	2,77	10	99600	6,85-8,05	Супісок	210
21	ДЗ-30	10	1,9	3	27800	8,95-11,2	Пісок	290
22	ДЗ-26	15	2,3	10	96000	8,6-8,95	Пісок	280
23	ДЗ-49	20	2,46	5	49000	8,67-10,7	Суглинок	290
24	ДЗ-46	25	2,77	10	99600	6,85-8,05	Супісок	330
25	ДЗ-30	30	1,9	3	27800	8,95-11,2	Глина м'яка	330
26	ДЗ-26	25	2,3	10	96000	8,6-8,95	Суглинок	390
27	ДЗ-49	20	2,46	5	49000	8,67-10,7	Супісок	400
28	ДЗ-46	15	2,77	10	99600	6,85-8,05	Пісок	220

29	ДЗ-30	10	1,9	3	27800	8,95-11,2	Пісок	220
30	ДЗ-26	30	2,3	10	96000	8,6-8,95	Суглинок	320
31	ДЗ-49	10	2,46	5	49000	8,67-10,7	Супісок	250
32	ДЗ-46	15	2,77	10	99600	6,85-8,05	Глина м'яка	340
33	ДЗ-30	20	1,9	3	27800	8,95-11,2	Суглинок	310
34	ДЗ-26	25	2,3	10	96000	8,6-8,95	Супісок	320
35	ДЗ-49	30	2,46	5	49000	8,67-10,7	Пісок	380
36	ДЗ-46	25	2,77	10	99600	6,85-8,05	Пісок	310
37	ДЗ-30	20	1,9	3	27800	8,95-11,2	Суглинок	270
38	ДЗ-26	15	2,3	10	96000	8,6-8,95	Супісок	290
39	ДЗ-49	10	2,46	5	49000	8,67-10,7	Глина м'яка	290
40	ДЗ-46	30	2,77	10	99600	6,85-8,05	Суглинок	290
41	ДЗ-30	10	1,9	3	27800	8,95-11,2	Супісок	340
42	ДЗ-26	15	2,3	10	96000	8,6-8,95	Пісок	350
43	ДЗ-49	20	2,46	5	49000	8,67-10,7	Пісок	360
44	ДЗ-46	25	2,77	10	99600	6,85-8,05	Суглинок	220
45	ДЗ-30	30	1,9	3	27800	8,95-11,2	Супісок	210

Порядок виконання роботи

Тяговий розрахунок

Визначення сумарного опору руху машини, 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 наборі 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 (табл. 5.2 – при підставлянні у формулу перевести з МПа у кН/м²);

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

h – товщина шару ґрунту що зрізається, м.

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

$$W_2 = y \cdot b \cdot H_i \cdot \delta \cdot g \cdot f_1$$

де y – коефіцієнт об'єму призми волочіння ґрунту перед заслінкою ковша (табл. 5.3);

H_i – висота наповнення ґрунтом (табл. 5.3), м;

δ – щільність ґрунту (табл. 5.2), т/м³;

g – прискорення вільного падіння, 9,81 м/с²;

f_1 – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт, 0,53.

Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Тип ґрунту	Група ґрунту	Коефіцієнт розпушення	Щільність, кг/м ³	Питомий опір ґрунту різанню, МПа
Пісок пухкий, сухий	I	1,05-1,15	1200-1600	0,02-0,04
Пісок вологий, супісок, суглинок розпушений	I	1,1-1,25	1400-1800	0,05-0,1
Суглинок середній і дрібний, гравій, легка глина	II	1,2-1,27	1500-1800	0,09-0,18
Глина, щільний суглинок	III	1,2-1,35	1600-1900	0,16-0,3

Коефіцієнт об'єму призми волочіння у і висота шару ґрунту у ковші H_i

Об'єм ковша, м ³	Коефіцієнт об'єму призми волочіння				Висота шару ґрунту у ковші, м	
	Пісок	Супісок	Суглинок			Глина
			сухий	вологий		
до 6	0,26	0,22	0,14	0,10	0,10	0,6-1,1
6-10	0,28	0,17	0,13	0,10	0,10	1,3-1,8
10-15	0,32	0,16	0,11	0,09	0,15	2,0-2,5
більше 15	0,3-0,32	0,15	0,11	0,09	0,20	2,7-3,5

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

$$W_3 = b \cdot H_i \cdot h \cdot \delta \cdot g$$

Опір руху від тертя ґрунту при наповненні ковша, кН:

$$W_4 = x \cdot b \cdot H_i \cdot \delta \cdot g$$

де x – коефіцієнт, що враховує дію сили тертя в процесі руху ґрунту у ковші:

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

де φ_0 – кут внутрішнього тертя ґрунту (приймати рівним 35°).

Опір руху завантаженого скрепера:

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

де $G_{\text{скр}}$ – експлуатаційна вага скрепера, кН;

f – коефіцієнт опору переміщенню машини ($f=0,2$);

$G_{гр}$ – вага ґрунту у ковші, кН:

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

де V – об'єм ковша, м³;

k_n – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом (0,5-1,1).

Визначення необхідної потужності двигуна скрепера

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 ($\eta=0,85$).

Перевірка правильності вибору тягача

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

$$T_{зч} \cdot k_d \geq \sum W_i$$

де k_d – коефіцієнт динамічності ($k_d=1,8$);

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

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

де m – маса машини, т;

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

Розрахунок продуктивності скрепера

Продуктивність скрепера визначається за формулою м³/зм:

$$П_{зм} = \frac{T \cdot q \cdot K_B}{t_{ц}}$$

де T – тривалість зміни, год;

K_B – коефіцієнт використання робочого часу ($K_B=0,85$);

$t_{ц}$ – тривалість робочого циклу, год;

q – об'єм ґрунту, що переміщується за один цикл, м³ .:

$$q = \frac{V \cdot K_{зп}}{K_p}$$

де V – об'єм ковша, м³;

$K_{зп}$ – коефіцієнт заповнення ковша ($K_{зп}=0,5-1,1$);

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту (табл. 5.2).

Тривалість робочого циклу:

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

де l_H – відстань набирання ґрунту, м;

l_p – відстань розвантаження ґрунту, м;

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

l_x – відстань холостого ходу, м;

V_H – швидкість руху при набиранні ґрунту (оптимальна 6,6 км/год);

$V_{гр}$ – швидкість руху з ґрунтом (оптимальна 5,5 км/год);

V_p – швидкість руху під час розвантаження (оптимальна 3,6 км/год);

V_x – швидкість холостого ходу (оптимальна 8,6 км/год);

$t_{пв}$ – час повороту в кінці ділянок (0,01 год).

Відстань набирання ґрунту, м:

$$l_H = \frac{V \cdot K_{зп}}{h \cdot b \cdot K_p} (1 + M)$$

де M – об'єм призми волочіння ($M=0,1$).

Відстань розвантаження ґрунту, м:

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

де h_0 – товщина шару відсипки (0,2-0,3 м).

Відстань холостого ходу, м:

$$l_x = l_n + l_{гр} + l_p$$

Індивідуальне завдання

1. Дослідити та описати залежність сумарного опору руху машини від типу ґрунту що відпрацьовується. У висновку по даному завданню вказати які параметри ґрунту впливатимуть на значення опору руху, розрахунок та аналіз виконати по всіх типах ґрунту наведених в таблиці 5.2. Висновки сформовані за результатами даного завдання мають бути підкріпленні відповідними розрахунками.

2. Дослідити та описати залежність відстані набирання ґрунту від типу ґрунту що відпрацьовується. Висновки сформовані за результатами даного завдання мають бути підкріпленні відповідними розрахунками.

3. Проаналізувати та встановити залежність змінної продуктивності скрепера від відстані переміщення ґрунту. Висновки сформовані за результатами даного завдання мають бути підкріпленні відповідними розрахунками.

Вимоги до структури звіту:

Звіт по виконанню лабораторної роботи має розпочинатись з титульного аркуша, на якому мають бути вказані: назва навчального закладу; назва кафедри на яку подається звіт; назва дисципліни; порядковий номер лабораторної роботи; назва лабораторної роботи; прізвище та ініціали виконавця лабораторної роботи; прізвище та ініціали викладача.

Пояснювальна записка звіту повинна містити назву, мету і завдання наведені в описі лабораторної роботи. Студент самостійно має знайти і навести короткі теоретичні відомості за темою лабораторної роботи (теоретичні відомості рекомендується ілюструвати схематичними зображеннями, графіками, схемами, тощо). По завершенню теоретичної частини студент повинен вказати свій варіант та навести перелік вихідних даних до виконання роботи. Наступним кроком є власне виконання завдання з детальним описом виконання розрахунків. Після

виконання розрахункової частини лабораторної роботи необхідно розписати порядок виконання індивідуального завдання (включно з необхідними графічними додатками) і базуючись на отриманих результати сформулювати висновок до лабораторної роботи.

Загальні вимоги до оформлення звіту:

Формат – вертикальний, А4;

Розмір літер – 14;

Шрифт – Times New Roman;

Міжрядковий інтервал – 1,5;

Об'єм звіту – не обмежений;

Відступ абзацу – 1,0 см;

Вирівнювання – по ширині;

Поля зліва – 2,5 або 3 см;

Поля праворуч – 1 см;

Поля внизу і вгорі – 2 см.