

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

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

**ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ  
ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЗЕМЛЕРИЙНО-  
ТРАНСПОРТНИХ МАШИН**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт  
з дисципліни**

***"БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА"***

**Харків - 2012**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-

розвантажувальні машини" 6 грудня 2010 р., протокол № 4.

У даних методичних вказівках детально розглянуто конструкцію таких землерійно-транспортних машин, як бульдозер та скрепер. Проаналізовано варіанти застосування цих машин при механізації будівельних робіт різного характеру. Описано особливості робочого процесу машин та деякі способи його раціоналізації.

Наведено порядок визначення основних технічних характеристик машин і деяких параметрів робочого процесу. Дано рекомендації щодо проведення аналізу впливу умов технологічного процесу роботи бульдозерів та скреперів на експлуатаційні характеристики цих машин.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.092101 - "Промислове та цивільне будівництво", що вивчають курс "Будівельна техніка" усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти А.М. Кравець,  
В.Г. Кравець,  
старш. викл. В.М. Орел

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

## ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЗЕМЛЕРІЙНО- ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт  
з дисципліни

*"БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА"*

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Еткало О.О.

---

Підписано до друку 19.01.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Таблиця 6.2 – Технічні характеристики бульдозерів

Показник	Марка бульдозера											
	ДЗ-29	ДЗ-43	ДЗ-101	ДЗ-27	ДЗ-109	ДЗ-28	ДЗ-24	ДЗ-51	ДЗ-60	ДЗ-118	ДЗ-64	
Модель базового трактора	Т-74-С2	ДТ-75Б	Т-4АП1	Т-130.1-Г-1	Т-130.1-Г-1	Т-130	Т-180	Т-220	Т-330	ДЭТ-250М	Т-500	
Тяговий клас, тс	3	3	4	10	10	10	15	15	25	25	35	
Потужність, к.с./кВт	75/55,1	75/55,1	130/95,6	160/117,7	160/117,7	160/117,7	180/132,4	220/161,9	330/242,7	310/228	500/367,8	
Довжина відвала, мм	2560	3500	2860	3200	4120	3940	3360	4570	4860	4310	5540	
Висота відвала, мм	950	800	954	1300	1170	815	1200	1200	1300	1550	1400	
Кут різання, град.	55±1	55	55	55±1	55±1	50÷60	55±5	50÷60	50÷60	55±1	50÷60	
Маса відвала, кг	850	1585	1440	1920	2900	1900	2060	3500	4200	4800	5100	
Швидкість переміщення на різних передачах, км/год	I	3,1	5,3	2,89	3,6	3,6	3,6	2,9	4,93	3,6	3,3	3,3
	II	4,2	6,1	4,68	4,9	4,9	4,9	4,8	11,4	6,6	4,8	4,0
	III	6,8	7,9	6,35	8,8	8,8	8,8	7,1	18,5	10,6	7,8	6,0
	IV	9,4	9,6	7,04	9,9	9,9	9,9	8,9	-	12,7	12,5	7,2
	V	11,5	11,3	9,52	12,45	12,45	12,25	12,0	-	-	19,0	11,4
Маса, кг	6370	9100	9960	16460	17460	14100	17065	25000	29200	33250	40100	

Таблиця 7.2 - Технічні характеристики скреперів

Параметр	Модель									
	МоАЗ-6014	МоАЗ-6007	ДЗ-13Б	ДЗ-107-2	ДЗ-87-1	ДЗ-74	ДЗ-33	ДЗ-20	ДЗ-77С	ДЗ-23
Тип скрепера	Самохідний				Напівпричіпний			Причіпний		
Місткість ковша, м <sup>3</sup>	8,3	11	16	25	4,5	8	3	7	8	15
Тягач	МоАЗ-6442	МоАЗ-7406	БелАЗ-7422	Спец. шасі	Т-150К	К-702	ДТ-75С2	Т-100 МЗГС	Т-130. 1.Г	ДЕТ-250
Потужність двигуна, кВт	165	235	265	2×405	121	220,6	55,2	79	118	184
Ширина різання, мм	2820	2890	3410	3800	2430	2650	2100	2620	2720	2850
Найбільше заглиблення, мм	200	350	350	410	135	300	200	330	350	350
Товщина шару ґрунту, що відсипається, мм	450	500	500	600	415	450	300	400	450	550
Найбільша швидкість руху, км/год	45	50	45	50	30	33,8	11,5	10,13	12,45	19
Швидкість руху скрепера, м/с:										
при наборі ґрунту з ґрунтом	2,16 19,8...25,2	2,5...3,5 19,8...25,2	2,5...3,56 7...9	2,16 14,4...21,6	2,5...3,5 4...6	2,5 4...6	2,4...3,04 3,65...4,5	2,36 4,51	3,22 4,46...5,3	2,3...2,5 4,5...8,0
при розвантаженні порожнього	10,8...14,4 19,8...25,2	6,5...8,5 19,8...25,2	6,5...8,5 11...15	10,8...14,4 19,8...25,2	4,5...5,0 8...12	4,5...5,0 8...12	4,5...5,45 6,7...9,35	3,78 6,45	3,8...4,46 6,5...7,75	4...9 8,5...12,5
Маса скрепера, кг	10000	17000	23000	30000	4420	8900	2750	7000	9200	16000
Маса тягача, кг	10000	17800	21300	38000	7580	12300	5500	11000	13540	24000

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра "Будівельні колійні та вантажно-  
розвантажувальні машини"**

**ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ  
ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЗЕМЛЕРИЙНО-  
ТРАНСПОРТНИХ МАШИН**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт  
з дисципліни**

***"БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА"***

**Харків 2012**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 6 грудня 2010 р., протокол № 4.

У даних методичних вказівках детально розглянуто конструкцію таких землерийно-транспортних машин, як бульдозер та скрепер. Проаналізовано варіанти застосування цих машин при механізації будівельних робіт різного характеру. Описано особливості робочого процесу машин та деякі способи його раціоналізації.

Наведено порядок визначення основних технічних характеристик машин і деяких параметрів робочого процесу. Дано рекомендації щодо проведення аналізу впливу умов технологічного процесу роботи бульдозерів та скреперів на експлуатаційні характеристики цих машин.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.092101 - "Промислове та цивільне будівництво", що вивчають курс "Будівельна техніка", усіх форм навчання.

Укладачі:

доценти А.М. Кравець,  
В.Г. Кравець,  
старш. викл. В.М. Орел

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

## ВСТУП

Сучасне будівництво – одна з найбільш механізованих сфер людської діяльності. Будівельні машини застосовуються на всіх етапах будівельного виробництва, зокрема при проведенні різноманітних земляних робіт. Земляні роботи є одним з найважливіших елементів промислового, гідротехнічного, транспортного, житлового і цивільного будівництва. Вони створення інженерних споруд із ґрунту. До основних видів земляних робіт відноситься розроблення ґрунту, риття котлованів, планування територій, улаштування підземних комунікацій, створення дамб та каналів, ущільнення ґрунтів тощо. Для проведення земляних робіт застосовуються землерийні, землерийно-транспортні, бурильні та інші види машин, а також засоби гідромеханізації.

У даних методичних вказівках розглядаються такі землерийно-транспортні машини, як скрепер і бульдозер, які за рахунок тягового зусилля пошарово відділяють ґрунт від масиву і транспортують його до місця укладання (відсипання) в процесі власного переміщення.

Ці машини відрізняються простотою конструкції, універсальністю і високою продуктивністю. Їх застосовують при ритті котлованів і каналів, зведенні насипів, плануванні земляних поверхонь і на інших роботах. Робочий процес землерийно-транспортних машин, що розглядаються, включає два характерні режими: тяговий – це власне копання ґрунту та транспортний – переміщення ґрунту до місця відсипання. І бульдозери і скрепери є

машинами циклічної дії, тобто технологічні операції, які виконуються послідовно, утворюють у сукупності робочий цикл машини, після завершення якого видається одна порція продукції, в даному випадку певна кількість переміщеного ґрунту.

Наведені в даних методичних вказівках лабораторні роботи призначені для детального ознайомлення студента із конструкцією скреперів та бульдозерів, оволодіння методикою визначення основних параметрів робочого процесу цих машин та дослідження залежності цих параметрів від технічних характеристик машини і умов виконання нею будівельних робіт. До виконання лабораторної роботи студент допускається тільки після ретельної підготовки, яка полягає в самостійному вивченні теоретичного матеріалу за темою роботи і програми та методики її виконання.

Студент може захищати лабораторну роботу, якщо він виконав її в зазначеному обсязі, про що є відмітка у журналі лабораторних робіт, склав звіт з додержанням вимог, наведених у цих методичних вказівках, та підготував відповіді на контрольні питання.



## **Лабораторна робота 6**

# **ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БУЛЬДОЗЕРІВ**

### **Мета роботи**

- 1 Закріплення знань за темою "Землерийно-транспортні машини".
- 2 Ознайомлення із загальною конструкцією бульдозерів та особливостями їх застосування у будівництві.
- 3 Набування практичних навичок щодо визначення експлуатаційних характеристик бульдозерів.
- 4 Дослідження впливу умов технологічного процесу на експлуатаційні характеристики бульдозерів.

### **Завдання**

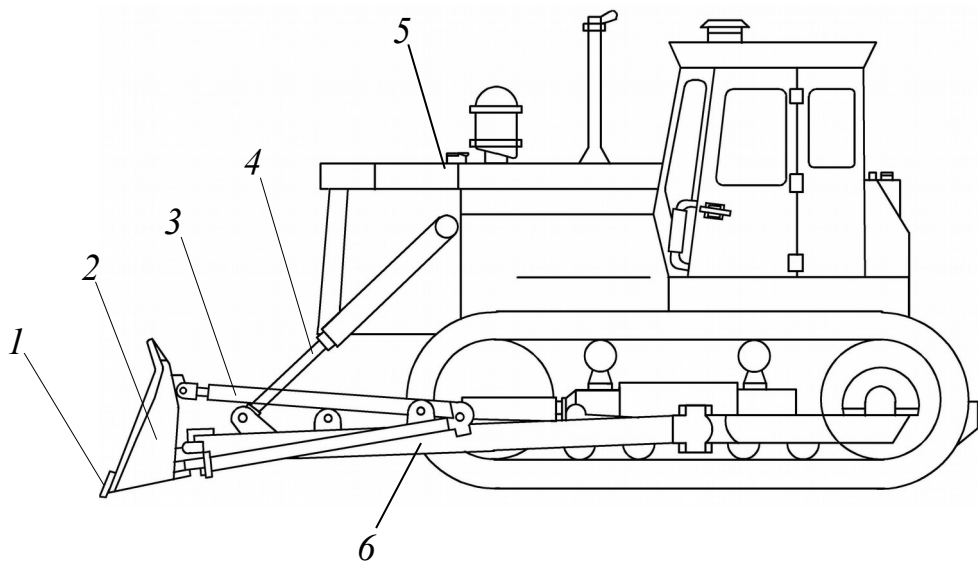
- 1 Ознайомитися із конструкцією бульдозерів та варіантами їх застосування у будівництві.
- 2 Провести розрахунок основних експлуатаційних характеристик бульдозера згідно з своїм варіантом завдання.
- 3 Оцінити вплив окремих параметрів технологічного процесу на основні експлуатаційні характеристики бульдозера.
- 4 Побудувати графіки залежності експлуатаційних характеристик бульдозера від параметрів робочого процесу.
- 5 Скласти звіт з роботи.

### **Домашнє завдання**

- 1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, що наведений у методичних вказівках.
- 2 Ознайомитися із змістом і порядком виконання роботи.
- 3 Вивчити програму та методику проведення дослідження параметрів робочого процесу бульдозерів.
- 4 Відповісти на контрольні питання.

## Теоретичні положення

Бульдозери (рисунок 6.1 та 6.2) є навісним устаткуванням на базовий гусеничний або пневмоколісний трактор (двовісний колісний тягач), що включає відвал з ножами, штовхальний пристрій у вигляді брусів або рами і гідравлічну систему управління відвалом. Сучасні бульдозери є конструктивно подібними машинами, базові трактори яких широко уніфіковані.



1 – ніж; 2 – відвал; 3 – гвинтовий розкіс; 4 – гідроциліндр піднімання відвала; 5 – трактор; 6 – штовхальний брус

Рисунок 6.1 – Конструкція бульдозера



Рисунок 6.2 – Загальний вигляд сучасного бульдозера

Основне призначення бульдозера – пошарове розроблення ґрунту з подальшим його переміщенням перед відвалом по поверхні землі на невеликі відстані (до 150 м). Бульдозери застосовують для виконання таких видів робіт:

- зняття родючого поверхневого шару ґрунту при підготовці будівельних майданчиків;
- розроблення неглибоких каналів з транспортуванням ґрунту у відвали;
- спорудження насипів з резервів;
- планування робіт із зачищення основ під фундаменти будівель і споруд і планування площ і трас;
- улаштування й утримання під'їзних доріг, улаштування в'їздів на насипи і виїздів з виїмок;
- зворотне засипання траншей і пазух фундаментів;
- розрівнювання ґрунту у відвалах;
- підготовчі роботи для валяння окремих дерев, зрізання чагарнику, корчування пнів, видалення каменів, розчищення поверхонь від сміття та снігу;
- штовхання скреперів.

За способом встановлення відвала розрізняють бульдозери:

- з неповоротним у плані відвалом, постійно розташованим перпендикулярно поздовжній осі базової машини;
- з поворотним відвалом, який може встановлюватися перпендикулярно або під кутом до поздовжньої осі машини.

Неповоротний відвал з'єднується із рамою базового трактора за допомогою штовхальних брусів та має бічні стінки. Нахил відвала у вертикальній площині регулюють розкосами або шляхом зміни їх довжини, або положення місця їх кріплення до відвала або штовхальних брусів. Управляють відвалом при його переведенні з транспортного положення в робоче і навпаки одним (малогабаритні бульдозери) або двома гідроциліндрами, що живляться робочою рідиною від гідравлічної системи базового трактора. У деяких моделях бульдозерів передбачене регулювання нахилу відвала у вертикальній площині (перекіс), зміною довжини одного розкосу або місця його кріплення.

Робочий цикл бульдозера з неповоротним у плані відвалом складається з таких операцій:

- копання ґрунту (його відділення від масиву і накопичення перед відвалом – утворення так званої призми волочіння);
- транспортування ґрунту волоком перед відвалом до місця укладання;
- розвантаження відвала і повернення машини на вихідну позицію наступного робочого циклу.

При копанні бульдозер переміщається на робочій швидкості, яка зазвичай відповідає першій передачі, з метою одержати якомога більше тягове зусилля. Для скорочення тривалості копання бажано гранично скорочувати шлях копання, для чого ґрунт слід розробляти з якомога більшою товщиною стружки, яка в слабких ґрунтах зазвичай обмежена ходом поршня гідроциліндра заглиблення відвала, а в міцних ґрунтах – буксуванням рушія. Бажано мати постійну товщину стружки на всьому шляху копання, що зазвичай реалізується тільки при розробленні слабких ґрунтів. З підвищенням міцності ґрунту тягова здатність бульдозера може бути вичерпана усередині шляху копання або недостатньою ще на початку копання. З урахуванням того, що у міру накопичення ґрунту перед відвалом ростуть опори формуванню призми волочіння і її пересуванню волоком по непорушеному ґрунту, ґрунт розробляють клиновим або гребінчастим способами.

При розробленні дуже міцних ґрунтів, наприклад ущільнених транспортом або іншими способами, впровадження ножа відвала в ґрунт виявляється практично не можливим. У цих випадках застосовують відвали з виступаючим середнім ножом або ґрунт заздалегідь розпушують. Ефективно для таких умов застосовувати навішений у задній частині базового трактора розпушувач (рисунок 6.3) або спеціальні змінні відвали, обладнані зубами, які призначені для розпушування ґрунту. Для злому асфальтового покриття при ремонті доріг застосовують відвали, обладнані киркою в передній частині. Мерзлі ґрунти розробляють відвалами з гребінчастими ножами або зі встановленими на ножах зубами.



Рисунок 6.3 – Бульдозер-розпушувач

Поворотний у плані відвал бульдозера не має бічних стінок. Він з'єднаний з рамою універсальним шарніром в її центральній частині, який дозволяє відвалу повертатися в плані в кожен бік на кут  $30...36^\circ$  гідроциліндрами з подальшим закріпленням штовхачів на рамі. Нахил відвала у вертикальній площині, а також його перекид здійснюється так само, як і на бульдозері з неповоротним відвалом.

Бульдозери з поворотним відвалом, що виконують планувальні роботи, а також очищення поверхонь від будівельного сміття, снігу, працюють у безперервному режимі. Відокремлений від масиву ґрунт (або інші матеріали) переміщається по відвалу вгору і у бік його нахилу в плані по гвинтових траєкторіях. При цьому призма волочіння, що захоплюється потоками ґрунту, безперервно переміщається у бік нахилу відвала за його край і укладається у вигляді валика паралельно напрямку руху машини. Таку взаємодію робочого органа з ґрунтом, яка приводить до зрушення ґрунту вздовж різальної кромки, називають косим різанням. При косому різанні виникають додаткові опори переміщенню ґрунту вздовж відвала.

### **Програма та методика виконання роботи**

У роботі необхідно виконати розрахунок окремих параметрів робочого процесу бульдозера та його технологічних характеристик на основі індивідуальних вихідних даних (таблиця 6.1).

Також потрібно проаналізувати вплив деяких умов технологічного процесу на визначені завданнями характеристики процесу роботи бульдозерів.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

Вар.	Марка бульдозера	Ґрунт	Глибина різання, см	Кут уклону ділянки копання, град.	Дальність транспортування ґрунту, м	Залежності для дослідження та побудоти графіків	
1	ДЗ-27	Пісок	10	Підйом, 3	60	$t_{\text{ц}} = f(l_{\text{ТР}})$	$P_T = f(\vartheta)$
2	ДЗ-101	Супісок	5	Підйом, 7	35	$\Pi_E = f(\beta)$	$t_{\text{ц}} = f(l_{\text{ТР}})$
3	ДЗ-29	Суглинок	10	0	40	$l_p = f(h)$	$W_1 = f(h)$
4	ДЗ-51	Ґравій	10	Спуск, 3	50	$l_p = f(h)$	$P_T = f(\vartheta)$
5	ДЗ-24	Ґлина легка	15	Підйом, 12	65	$W_1 = f(h)$	$P_T = f(\vartheta)$
6	ДЗ-28	Ґлина	10	0	100	$t_{\text{ц}} = f(l_{\text{ТР}})$	$W_4 = f(\beta)$
7	ДЗ-60	Суглинок міцний	10	Підйом, 6	70	$W_1 = f(h)$	$W_4 = f(\beta)$
8	ДЗ-64	Ґлина міцна	12	0	85	$\Pi_E = f(\beta)$	$W_1 = f(h)$
9	ДЗ-43	Пісок	10	Спуск, 5	55	$W_4 = f(\beta)$	$P_T = f(\vartheta)$
10	ДЗ-51	Супісок	15	0	30	$W_1 = f(k)$	$l_p = f(h)$
11	ДЗ-109	Суглинок	10	Підйом, 8	55	$\Pi_E = f(\beta)$	$W_4 = f(\beta)$
12	ДЗ-60	Ґравій	10	Спуск, 5	60	$t_{\text{ц}} = f(l_{\text{ТР}})$	$W_1 = f(h)$
13	ДЗ-101	Ґлина легка	15	0	90	$l_p = f(h)$	$W_4 = f(\beta)$
14	ДЗ-28	Ґлина	10	Підйом, 4	40	$\Pi_E = f(\beta)$	$l_p = f(h)$
15	ДЗ-118	Суглинок міцний	15	0	70	$l_p = f(h)$	$t_{\text{ц}} = f(l_{\text{ТР}})$
16	ДЗ-64	Ґлина міцна	10	Підйом, 6	50	$\Pi_E = f(\beta)$	$P_T = f(\vartheta)$

### Порядок виконання роботи

1 Визначити повний опір переміщенню бульдозера  $\Sigma W$ , Н, що виникає при його роботі, за формулою

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4, \quad (6.1)$$

- де  $W_1$  - опір ґрунту копанню, Н;  
 $W_2$  - опір переміщенню призми ґрунту перед відвалом, Н;  
 $W_3$  - опір переміщенню ґрунту вгору по відвалу, Н;  
 $W_4$  - опір переміщенню бульдозера, як транспортної одиниці, Н.

При цьому опір, що діє на бульдозер при транспортуванні ґрунту до місця його відсипання, дорівнюватиме  $\Sigma W_{TP} = W_2 + W_3 + W_4$ , а опір, що діє на бульдозер під час холостого ходу, тобто при повертанні до місця початку роботи, становитиме  $\Sigma W_{XX} = W_4$ .

Опір ґрунту копанню  $W_1$ , Н, розрахувати за формулою

$$W_1 = B \cdot h \cdot k, \quad (6.2)$$

- де  $B$  - ширина відвала, м (таблиця 6.2);  
 $h$  - глибина різання ґрунту, м (таблиця 6.1);  
 $k$  - питомий опір ґрунту різанню ножом бульдозера, Па (таблиця 6.3).

Опір переміщенню призми ґрунту перед відвалом  $W_2$ , Н, визначити за формулою

$$W_2 = \frac{V_{PP} \cdot \gamma \cdot \mu_1}{k_p} \cdot g, \quad (6.3)$$

- де  $V_{PP}$  - об'єм призми волочіння, м<sup>3</sup>;  
 $\gamma$  - густина ґрунту, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 6.3);  
 $\mu_1$  - коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту. Приймається для зв'язних ґрунтів 0,5, для незв'язних – 0,7;  
 $k_p$  - коефіцієнт розпушування ґрунту (таблиця 6.3);  
 $g$  - прискорення вільного падіння,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

Таблиця 6.2 – Характеристики ґрунтів

Ґрунт	Категорія	Густина, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт розпушування	Питомий опір різанню, МН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт тертя по відвалу
Пісок	I	1,45	1,1	0,03	0,35
Супісок	I	1,5	1,2	0,04	0,35



Суглинок	II	1,6	1,15	0,06	0,5
Гравій	II	1,7	1,2	0,07	0,55
Глина легка	II	1,75	1,25	0,08	0,6
Глина	III	1,8	1,25	0,13	0,7
Міцний суглинок	III	1,9	1,3	0,16	0,75
Міцна глина	IV	1,95	1,3	0,2	0,8

Об'єм призми волочіння  $V_{\text{ПР}}$ , м<sup>3</sup>, розрахувати за формулою

$$V_{\text{ПР}} = \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot k_{\text{ПР}}}, \quad (6.4)$$

де  $H$  - висота відвала бульдозера, м (таблиця 6.2);

$k_{\text{ПР}}$  - коефіцієнт наповнення ґрунтової призми (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4 – Значення деяких коефіцієнтів, що характеризують взаємодію бульдозера і ґрунту

Вид ґрунту	Коефіцієнт опору переміщень бульдозера	Коефіцієнт зчеплення бульдозера із ґрунтом	Коефіцієнт наповнення ґрунтової призми при різних значеннях $H/B$				
			0,15	0,3	0,35	0,4	0,45
Зв'язний	0,06...0,07	0,8...0,9	0,7	0,8	0,85	0,9	0,95
Незв'язний	0,15...0,20	0,5...0,7	1,15	1,2	1,25	1,3	1,5

Опір переміщенню ґрунту вгору по відвалу  $W_3$ , Н,

$$W_3 = \frac{V_{\text{ПР}} \cdot \gamma \cdot \mu_2 \cdot \cos^2 \alpha}{k_p} \cdot g, \quad (6.5)$$

де  $\mu_2$  - коефіцієнт тертя ґрунту по відвалу бульдозера (таблиця 6.3);

$\alpha$  - кут різання відвала бульдозера (таблиця 6.2).

Опір переміщенню бульдозера як транспортної одиниці  $W_4$ , Н, розрахувати за формулою

$$W_4 = m_B \cdot (f \pm i) \cdot g, \quad (6.6)$$

де  $m_B$  - маса бульдозера, кг (таблиця 6.2);  
 $f$  - коефіцієнт опору переміщенню бульдозера (таблиця 6.4);  
 $i$  - уклон ділянки копання. При русі під уклон  $i$  приймається із знаком "мінус", а при роботі на підйом – із знаком "плюс".

Уклон ділянки копання  $i$  розраховується за формулою

$$i = \tan \beta, \quad (6.7)$$

де  $\beta$  - кут уклону ділянки копання до горизонту, град. (таблиця 6.1).

2 Дослідити, на яких передачах може переміщатися бульдозер для подолання опору, що виникає на різних етапах його роботи (копання ґрунту, переміщення ґрунту та холостий хід), із урахуванням умови руху без буксування

$$P_{зч} \geq P_T > \Sigma W, \quad (6.8)$$

де  $P_{зч}$  - сила тяги по зчепленню, Н;  
 $P_T$  - тягове зусилля, що розвивається тягачем, Н;  
 $\Sigma W$  - сумарний опір руху на різних етапах роботи бульдозера, Н.

Сила тяги по зчепленню  $P_{зч}$ , Н, визначається за формулою

$$P_{зч} = \varphi \cdot m_B \cdot g, \quad (6.9)$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт зчеплення (таблиця 6.4).

Тягове зусилля, яке розвивається тягачем,  $P_T$ , Н, визначається так:

$$P_T = \frac{N}{g} \cdot \eta, \quad (6.10)$$

де  $N$  - потужність двигуна трактора, Вт (таблиця 6.2);  
 $g$  - швидкість переміщення на відповідній передачі, м/с

(таблиця 6.2);  
 $\eta$  - ККД машини,  $\eta = 0,8$ ;

3 Визначити експлуатаційну продуктивність бульдозера  $\Pi_E$ , м<sup>3</sup>/год, за формулою

$$\Pi_E = \frac{3600 \cdot V_{\text{ПР}} \cdot k_{\text{УХ}} \cdot k_{\text{Ч}} \cdot k_{\text{ВГ}}}{t_{\text{Ц}} \cdot k_{\text{Р}}}, \quad (6.11)$$

де  $V_{\text{ПР}}$  - об'єм призми волочіння, м<sup>3</sup>;  
 $k_{\text{УХ}}$  - коефіцієнт, що враховує вплив уклону (таблиця 6.5);  
 $k_{\text{Ч}}$  - коефіцієнт використання робочого часу,  $k_{\text{Ч}} = 0,8$ ;  
 $k_{\text{ВГ}}$  - коефіцієнт, що враховує втрату ґрунту в бічні валики,  
 $k_{\text{ВГ}} = 0,7 \dots 0,9$   
 $t_{\text{Ц}}$  - тривалість робочого циклу бульдозера, с.

Таблиця 6.5 – Значення коефіцієнта, що враховує вплив уклону робочої ділянки на продуктивність бульдозера

Кут підйому ділянки копання, град.	Коефіцієнт $k_{\text{УХ}}$	Кут уклону ділянки копання, град.	Коефіцієнт $k_{\text{УХ}}$
0...5	1...0,67	0...5	1...1,33
5...10	0,67...0,5	5...10	1,33...1,94
10...15	0,5...0,4	10...15	1,94...2,25

Тривалість робочого циклу бульдозера  $t_{\text{Ц}}$ , с, визначається за формулою

$$t_{\text{Ц}} = \frac{l_{\text{Р}}}{\vartheta_{\text{Р}}} + \frac{l_{\text{ТР}}}{\vartheta_{\text{ТР}}} + \frac{l_{\text{ХХ}}}{\vartheta_{\text{ХХ}}} + 2 \cdot (t_{\text{ПШ}} + t_{\text{ПОВ}} + t_{\text{ОВ}}), \quad (6.12)$$

де  $l_{\text{Р}}$  - довжина шляху різання ґрунту, м;  
 $l_{\text{ТР}}$  - дальність транспортування ґрунту, м (таблиця 6.1);  
 $l_{\text{ХХ}}$  - дальність холостого ходу, м. Для розрахунку можна прийняти  $l_{\text{ХХ}} = l_{\text{Р}} + l_{\text{ТР}}$ ;  
 $\vartheta_{\text{Р}}$ ,  $\vartheta_{\text{ТР}}$  та  $\vartheta_{\text{ХХ}}$  - швидкості переміщення бульдозера при різанні та переміщенні ґрунту і на холостому ході, м/с. Прийняти максимальну можливу швидкість для кожної окремої

операції за вже проведеними розрахунками (дивись умову (6.8));

$t_{III}$  - час, витрачений на перемикання передач,  $t_{III} = 10 \dots 12$  с;

$t_{ПОВ}$  - час, витрачений на поворот бульдозера,  $t_{ПОВ} = 40 \dots 50$  с;

$t_{ОВ}$  - час опускання відвала,  $t_{ОВ} = 1 \dots 2$  с.

Довжина шляху різання ґрунту  $l_P$ , м, визначається за формулою

$$l_P = \frac{V_{III}}{B \cdot h \cdot k_P}, \quad (6.13)$$

де  $V_{III}$  - об'єм призми волочіння, м<sup>3</sup>;

$B$  - ширина відвала бульдозера, м (таблиця 6.2);

$h$  - глибина різання ґрунту, м (таблиця 6.1);

$k_P$  - коефіцієнт розпушування ґрунту (таблиця 6.3).

5 Виконати згідно із завданням (дивись таблицю 6.1) дослідження залежності параметрів робочого процесу бульдозера від його технічних характеристик та умов виконання робіт і побудувати графіки цих залежностей. Для цього потрібно визначити значення функції при п'яти різних значеннях аргументу. Значення аргументу прийняти самостійно, орієнтуючись на задані параметри та можливі межі його зміни, враховуючи особливості робочого процесу. При цьому значення інших параметрів, які входять у розрахункову формулу, залишаються незмінними і приймаються за завданням або нормативними даними.

6 Результати проведених розрахунків занести у звіт та зробити висновок з роботи.

## Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити таку інформацію:

- назва, мета та завдання роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- схематичне зображення бульдозера й опис його конструкції;
- розрахунки експлуатаційних характеристик бульдозера за

початковими даними згідно із варіантом, результати яких зводяться у таблицю 6.6;

- графіки зміни експлуатаційних характеристик бульдозера в залежності від значення параметрів технологічного процесу;
- висновки з роботи.

Таблиця 6.6 – Результати роботи

Опір переміщенню бульдозера при копанні ґрунту, Н	
Опір переміщенню бульдозера при транспортуванні ґрунту, Н	
Опір переміщенню бульдозера при холостому ході, Н	
Сила тяги по зчепленню, Н	
Тягове зусилля на I передачі, Н	
Тягове зусилля на II передачі, Н	
Тягове зусилля на III передачі, Н	
Тягове зусилля на IV передачі, Н	
Тягове зусилля на V передачі, Н	
Передачі на яких можливе переміщення бульдозера при копанні ґрунту	
Передачі на яких можливе переміщення бульдозера при транспортуванні ґрунту	
Передачі на яких можливе переміщення бульдозера при холостому ході	
Час циклу бульдозера, с	
Експлуатаційна продуктивність бульдозера, м <sup>3</sup> /год	

### Контрольні питання

- 1 Що називається бульдозером?
- 2 Для яких робіт у будівництві застосовуються бульдозери?
- 3 Які існують різновиди бульдозерів за способом установавання робочого обладнання?
- 4 З яких операцій складається робочий цикл бульдозера із неповоротним відвалом?
- 5 Які засоби застосовуються для розроблення бульдозерами дуже міцних ґрунтів?
- 6 Назвіть особливості застосування бульдозерів із поворотним у плані відвалом.
- 7 Які зусилля протидіють роботі бульдозера під час копання ґрунту?
- 8 У чому полягає умова руху бульдозера без буксування?

9 За яких умов бульдозер розвиває максимальне тягове зусилля?

10 Від яких параметрів робочого процесу залежить експлуатаційна продуктивність бульдозерів?

## **Лабораторна робота 7**

### **ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ СКРЕПЕРА**

#### **Мета роботи**

1 Закріплення знань за темою "Землерийно-транспортні машини".

2 Ознайомлення із загальною конструкцією скреперів та особливостями їх застосування у будівництві.

3 Набування практичних навичок щодо визначення експлуатаційних характеристик скреперів.

4 Дослідження впливу умов технологічного процесу на експлуатаційні характеристики скреперів.

## **Завдання**

1 Ознайомитися із конструкцією скреперів та варіантами їх застосування у будівництві.

2 Провести розрахунок основних експлуатаційних характеристик скрепера згідно з своїм варіантом завдання.

3 Оцінити вплив окремих параметрів технологічного процесу на основні експлуатаційні характеристики скрепера.

4 Побудувати графіки залежності експлуатаційних характеристик скрепера від параметрів робочого процесу.

5 Скласти звіт з роботи.

## **Домашнє завдання**

1 Детально ознайомитись із теоретичним матеріалом за темою лабораторної роботи, що наведений у методичних вказівках.

2 Ознайомитися зі змістом і порядком виконання роботи.

3 Вивчити програму та методику проведення дослідження параметрів робочого процесу скреперів.

4 Відповісти на контрольні питання.

## **Теоретичні положення**

Скреперами (рисунок 7.1) розробляють ґрунти I і II категорії безпосередньо, а ґрунти III і IV категорії - після їх попереднього розпушування. Вони часто працюють в одному комплекті з бульдозерами-розпушувачами, які використовуються також як штовхачі - для підвищення сили тяги скреперів. Скрепери не рекомендується застосовувати для розроблення заболочених, незв'язних, перезволожених ґрунтів, а також ґрунтів з великими кам'янистими включеннями.



Рисунок 7.1 – Самохідний скрепер МоАЗ-6014

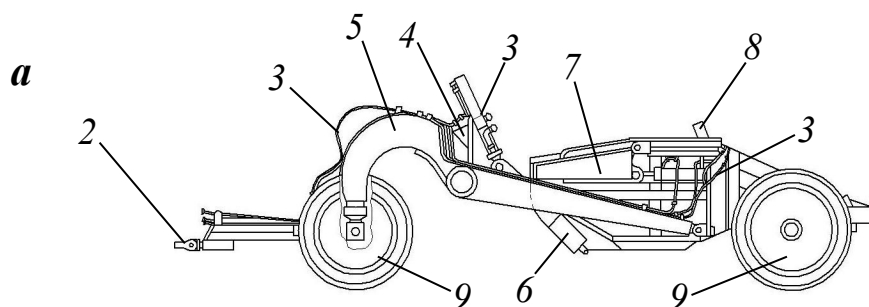
Робочий цикл скрепера включає:

- копання (відділення ґрунту від масиву і заповнення ним ковша);
- транспортування ґрунту в ковші до місця укладання;
- відсипання ґрунту;
- повернення машини на вихідну позицію наступного робочого циклу.

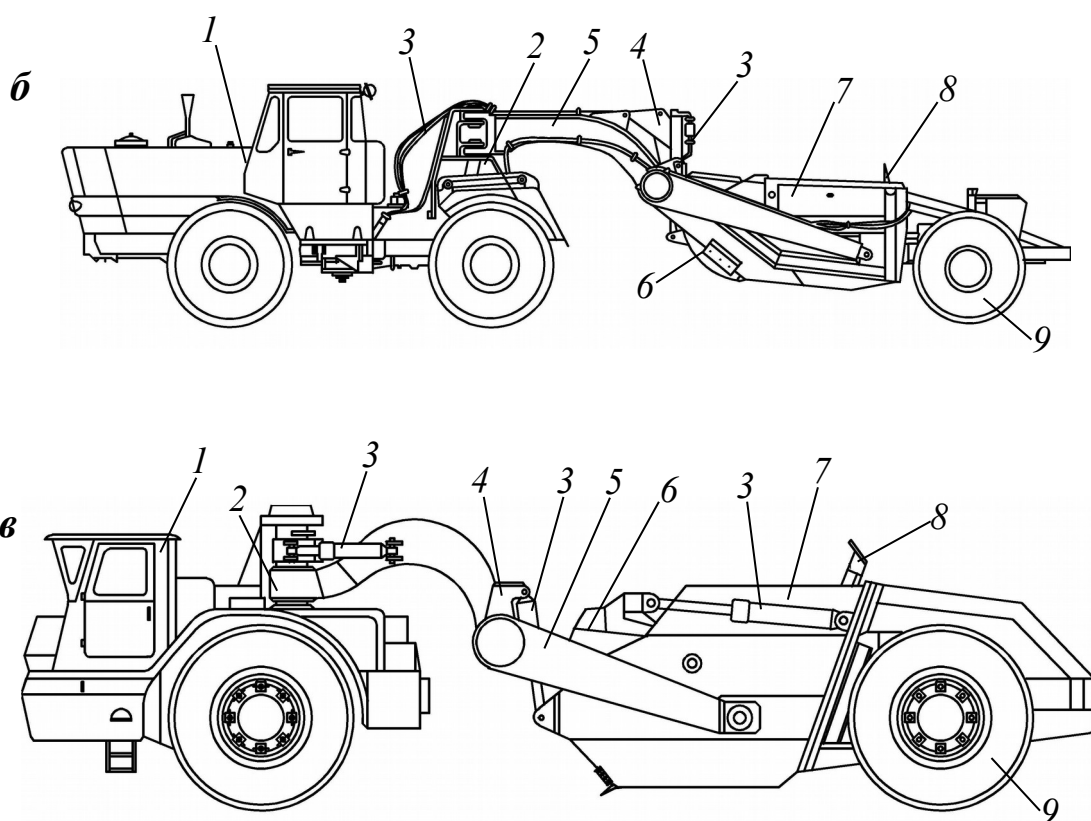
Середня дальність возіння ґрунту скрепером коливається від 0,3 до 2...3 км при ковшах місткістю відповідно 5...46 м<sup>3</sup>.

Скрепер складається з тягача і робочого устаткування, за способом з'єднання яких скрепери бувають:

- причіпні (рисунок 7.2, а) - сила тяжіння робочого устаткування разом з ґрунтом повністю передається на опорну поверхню через власні ходові пристрої;
- напівпричіпні (рисунок 7.2, б) - частина сили тяжіння робочого устаткування і ґрунту передається на тягач;
- самохідні (рисунок 7.2, в).







*а* – причіпний ДЗ-57; *б* – напівпричіпний ДЗ-87-1; *в* – самохідний ДЗ-13;

1 – тягач; 2 – зчіпний пристрій; 3 – гідросистема;  
 4 – важільний механізм заслінки; 5 – тягова рама; 6 – заслінка;  
 7 – ківш; 8 – задня стінка; 9 – ходове обладнання

Рисунок 7.2 – Скрепери

Тягове зусилля може забезпечуватися:

- гусеничним тягачем;
- колісним одновісним тягачем;
- колісним двовісним тягачем.

У скреперах великої місткості іноді приводними роблять також задні колеса, обладнані вбудованим у них електричним або гідравлічним приводом (мотор-колесо), що складається з електродвигуна або гідромотора і планетарного редуктора.

Улаштування скрепера показано на рисунку 7.2. Тягач 1 з'єднаний з робочим устаткуванням зчпним пристроєм 2. Робочим органом скрепера є ківш 7, обмежений днищем, бічними стінками, а в задній частині – висувною стінкою 8, що переміщається при розвантаженні ковша гідроциліндрами. У передній частині ківш закривається заслінкою 6 також за допомогою гідроциліндрів.

Для розроблення ґрунту передню заслінку 6 піднімають і, переміщуючись на робочій швидкості, гідроциліндрами опускають ківш 7, заглиблюючи його в ґрунт. При цьому нижній обріз заслінки повинен знаходитися приблизно на рівні землі. Після заповнення ковша його піднімають, закривають заслінкою і на транспортній швидкості переміщують до місця розвантаження. Частіше скрепери використовують для відсипання ґрунту в насипи, для чого після виїзду на насип ківш опускають, залишаючи щілину між ножами і поверхнею переміщення, відкривають заслінку і, переміщуючись на малій швидкості, задньою стінкою 8 виштовхують ґрунт з ковша 7. При цьому задні колеса, перекочуючись по свіжовідсипаному ґрунту, ущільнюють його. Управління рухом робочих органів здійснюється за допомогою гідросистеми 3.

Окрім описаного способу, розвантаження ковша може здійснюватися і іншими способами:

- самоскидним – перекиданням ковша вперед або назад;
- напівпримусовим – перекиданням донної частини ковша і задньої стінки, здатних переміщатися відносно шарнірів на бічних стінках;
- щілинним – шляхом розсунення днища.

Основним недоліком розроблення скреперами міцних ґрунтів є обмежена можливість проштовхування ґрунту в ківш через шар ґрунту, що знаходиться там, у завершальній стадії заповнення ковша. Унаслідок цього тягова здатність скрепера може вичерпатися перш ніж заповниться ківш.

Хороші результати дає примусове завантаження, для чого в передній частині ковша встановлюють скребковий елеватор або шнеки, які ґрунт, відокремлений від масиву, закидають у ківш. Таке завантаження підвищує наповнення ковша в середньому на 20 %.

Підвищити наповнюваність ковша можна за рахунок збільшення тягового зусилля шляхом застосування штовхачів, за які використовують обладнані буферами трактори або бульдозери. При копанні штовхач заходить у хвіст скрепера і, упираючись у його буфер (за задніми колесами), надає йому додаткове тягове зусилля. Це дозволяє зазвичай збільшувати товщину стружки в середньому до 40 %. Залежно від місткості ковша і дальності возіння ґрунту один штовхач може обслуговувати від 2 до 16 скреперів, залишаючись весь час у зоні розроблення ґрунту. Ще ефективніше використання скреперних потягів, що складаються з двох самохідних скреперів, які з'єднуються на час копання керованим зчипним пристроєм. Спочатку спільним тяговим зусиллям двох тягачів заповнюється передній скрепер, а потім задній, після чого скрепери відокремлюються і рухаються до місця відсипання ґрунту роздільно. При такому способі ковші можуть бути наповнені більш ніж на 10 % вище за їх геометричну місткість.

### **Програма та методика виконання роботи**

У роботі необхідно виконати розрахунок окремих параметрів робочого процесу скрепера та його технологічних характеристик на основі індивідуальних вихідних даних (таблиця 7.1).

Також потрібно проаналізувати вплив деяких параметрів технологічного процесу на експлуатаційні характеристики скреперів.

**Таблиця 7.1 – Вихідні дані**

Вар.	Модель скрепера	Ґрунт	Кут уклону місцевості, град.	Глибина різання, мм	Дальність транспортування ґрунту, м
1	ДЗ-20	Пісок сухий	Підйом, 2	80	450
2	ДЗ-13Б	Пісок вологий	Спуск, 2	140	1000
3	МоАЗ-6014	Рослинний шар	Підйом, 4	100	1500
4	ДЗ-107-2	Піщано-гравійна суміш	0	200	800

5	ДЗ-87-1	Суглинок	Спуск, 4	60	1200
6	МоАЗ-6007	Глина легка	0	100	2000
7	ДЗ-23	Пісок сухий	0	160	200
8	ДЗ-74	Пісок вологий	Підйом, 4	110	640
9	ДЗ-77С	Рослинний шар	Спуск, 5	90	250
10	ДЗ-33	Піщано-гравійна суміш	0	80	680
11	ДЗ-13Б	Суглинок	Підйом, 3	120	1450
12	ДЗ-20	Глина легка	Спуск, 3	60	500
13	ДЗ-87-1	Пісок сухий	0	80	550
14	МоАЗ-6007	Рослинний шар	Підйом, 2	100	1100
15	ДЗ-33	Пісок вологий	0	80	600
16	ДЗ-107-2	Суглинок	Підйом, 4	250	950

### Порядок виконання роботи

1 Визначити загальний опір переміщенню скрепера при копанні ґрунту  $\Sigma W$ , Н, за формулою

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (7.1)$$

де  $W_1$  - опір ґрунту різанню, Н;

$W_2$  - опір руху призми волочіння попереду скрепера, Н;

$W_3$  - опір від ваги зрізаного ґрунту, що, який рухається у ковші, Н;

$W_4$  - опір від внутрішнього тертя ґрунту у ковші, Н;

$W_5$  - опір руху скрепера, Н.

Опір ґрунту різанню  $W_1$ , Н, визначається за формулою

$$W_1 = a \cdot h \cdot k_0, \quad (7.2)$$

де  $a$  - ширина смуги різання, м (таблиця 7.2);

$h$  - глибина різання, м (таблиця 7.1);

$k_0$  - питомий опір ґрунту різанню, Н/м<sup>2</sup> (таблиця 7.3).

Опір руху призми волочіння попереду скрепера  $W_2$ , Н, визначається так:

$$W_2 = \frac{y \cdot (\mu \pm i) \cdot a \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot g}{k_p}, \quad (7.3)$$

- де  $y$  - відношення висоти призми волочіння до висоти ґрунту у ковші,  $y = 0,5 \dots 0,7$ , більші значення приймаються для сипких ґрунтів;
- $\mu$  - коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту. Приймається для зв'язних ґрунтів  $\mu = 0,5$ , для незв'язних ґрунтів  $\mu = 0,7$ ;
- $i$  - уклон місцевості. При русі скрепера на підйом приймається зі знаком "плюс", а при русі на спуск – зі знаком "мінус";
- $H$  - висота наповнення ковша, м (таблиця 7.4);
- $\gamma$  - густина ґрунту, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 7.3);
- $g$  - прискорення вільного падіння,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;
- $k_p$  - коефіцієнт розпушування ґрунту (таблиця 7.3).

Уклон місцевості  $i$  розраховується за формулою

$$i = \tan \beta, \quad (7.4)$$

- де  $\beta$  - кут уклону ділянки копання до горизонту, град. (таблиця 7.1).

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнтів для різних ґрунтів

Назва ґрунту	Вологість, %	Коефіцієнт розпушування	Коефіцієнт наповнення ковша скрепера	Питомий опір різанню, кН/м <sup>2</sup>	Густина ґрунту, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт $x$
Пісок сухий	-	1,05...1,1	0,6...0,7	20...40	1,4	0,46...0,5
Пісок вологий	12...15	1,1...1,2	0,7...0,9	50...80	1,5	0,46...0,5
Піщано-гравійна маса	10	1,2...1,25	0,9	60...100	1,6	0,4...0,44
Рослинний ґрунт	10	1,2...1,25	1,1...1,2	80...120	1,4	0,42...0,46

Суглинок	-	1,2...1,25	1,1...1,2	70...100	1,6	0,37...0,44
Глина легка	-	1,25...1,3	1,0...1,1	100... 150	1,8	0,24...0,31

Таблиця 7.4 – Залежність висоти наповнення ковша від його місткості

Місткість ковша, м <sup>3</sup>	3...6	6...10	10...15	Більше 15
Висота наповнення, м	1...1,3	1,3...1,8	1,8...2,4	2,4...3,5

Опір від ваги зрізаного ґрунту, що рухається у ковші  $W_3$ , Н, розраховується за формулою

$$W_3 = \frac{a \cdot H \cdot h \cdot \gamma \cdot g}{k_p}, \quad (7.5)$$

де  $a$  - ширина смуги різання, м (таблиця 7.2);  
 $H$  - висота наповнення ковша, м (таблиця 7.4);  
 $h$  - глибина різання, м (таблиця 7.1);  
 $\gamma$  - густина ґрунту, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 7.3);  
 $k_p$  - коефіцієнт розпушування ґрунту (таблиця 7.3).

Опір від внутрішнього тертя ґрунту у ковші  $W_4$ , Н, визначається за формулою

$$W_4 = \frac{x \cdot a \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot g}{k_p}, \quad (7.6)$$

де  $x$  - коефіцієнт, що враховує вплив виду ґрунту (таблиця 7.3).

Опір руху скрепера  $W_5$ , Н, визначається за формулою

$$W_5 = (m_T + m_C + m_B) \cdot (f_{оп} \pm i) \cdot g, \quad (7.7)$$

де  $m_T$  - маса тягача, кг (таблиця 7.2);  
 $m_C$  - маса скрепера, кг (таблиця 7.2);  
 $m_B$  - маса вантажу в ковші скрепера, кг;

$f_{оп}$  - коефіцієнт опору ґрунту переміщенню скрепера. Для щільних ґрунтів  $f_{оп} = 0,15 \dots 0,2$ , для сипких ґрунтів  $f_{оп} = 0,25 \dots 0,3$ .

Маса вантажу в ковші скрепера  $m_B$ , кг, визначається за формулою

$$m_B = \frac{q \cdot k_H \cdot \gamma}{k_P}, \quad (7.8)$$

де  $q$  - геометрична місткість ковша скрепера, м<sup>3</sup> (таблиця 7.2);  
 $k_H$  - коефіцієнт наповнення ковша скрепера (таблиця 7.3);  
 $\gamma$  - густина ґрунту, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 7.3);  
 $k_P$  - коефіцієнт розпушування ґрунту (таблиця 7.3).

2 Перевірити, чи виконується умова руху скрепера без буксування

$$P_{зч} \geq P_T > \Sigma W, \quad (7.9)$$

де  $P_T$  - тягове зусилля скрепера, Н;  
 $P_{зч}$  - сила тяги скрепера по зчепленню, Н.

Тягове зусилля скрепера  $P_T$ , Н, розраховується за формулою

$$P_T = \frac{N_{дв} \cdot \eta_M}{v}, \quad (7.10)$$

де  $N_{дв}$  - потужність двигуна тягача, Вт (таблиця 7.2);  
 $v$  - швидкість переміщення при наборі ґрунту, м/с (таблиця 7.2);  
 $\eta_M$  - ККД машини,  $\eta = 0,8$ .

Сила тяги скрепера по зчепленню  $P_{зч}$ , Н, визначається за формулою

$$P_{зч} = m_T \cdot g \cdot \varphi, \quad (7.11)$$

де  $m_T$  - маса тягача, кг;



$\varphi$  - коефіцієнт зчеплення тягача із ґрунтом. Для гусеничних тягачів  $\varphi = 0,7...0,9$ , для колісних -  $\varphi = 0,5...0,6$ .

При невиконанні умови 7.9 необхідно змінити товщину зрізаного шару ґрунту та швидкість руху або застосовувати штовхач при набиранні ґрунту. У висновку з роботи обов'язково необхідно надати рекомендації щодо оптимізації робочого процесу заданого скрепера і дотримання умови (7.9).

3 Дослідити, в яких межах змінюється опір заданого ґрунту різанню при застосуванні заданого скрепера при зміні товщини шару різання, і побудувати графік залежності  $W_1 = f(h)$  (рисунок 7.3). Для розрахунку змінювати значення товщини шару різання  $h$  від 0 до максимального для даного скрепера (таблиця 7.2).

4 Дослідити, в яких межах змінюється опір переміщенню як рухомої одиниці заданого скрепера із повним ковшем по заданому ґрунту при різному ухлоні поверхні ділянки копання до горизонту, і побудувати графік залежності  $W_5 = f(\beta)$  (рисунок 7.3). Для розрахунку прийняти значення кута ухлону ділянки в межах, допустимих для скреперів, тобто  $\beta = (-15...8,5)^\circ$ .

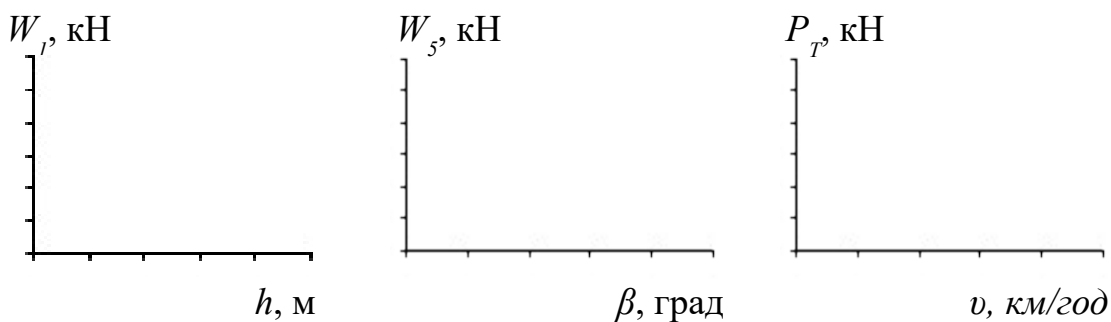


Рисунок 7.3 – Графіки досліджених залежностей

5 Дослідити, в яких межах змінюється тягове зусилля заданого скрепера при русі по заданому ґрунту на різних швидкостях, і побудувати залежність  $P_T = f(v)$  (рисунок 7.3). Для розрахунку прийняти значення швидкості переміщення від 0,5 км/год до максимальної для заданого скрепера (таблиця 7.2).

6 Визначити довжину шляху заповнення ковша скрепера  $l_{\text{ЗВ}}$ , м, за формулою

$$l_{\text{ЗВ}} = \frac{q \cdot k_H \cdot k_B}{0,7 \cdot a \cdot h \cdot k_P}, \quad (7.12)$$

де  $q$  - геометрична місткість ковша скрепера, м<sup>3</sup> (таблиця 7.2);  
 $k_H$  - коефіцієнт наповнення ковша скрепера (таблиця 7.3);  
 $k_B$  - коефіцієнт, що враховує втрати ґрунту при утворенні валика,  $k_B = 1,2$ ;  
 $0,7$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність товщини стружки;  
 $a$  - ширина смуги різання, м (таблиця 7.2);  
 $h$  - глибина різання, м (таблиця 7.1);  
 $k_P$  - коефіцієнт розпушування ґрунту (таблиця 7.3).

7 Визначити довжину шляху розвантаження ґрунту скрепером  $l_{\text{РВ}}$ , м, за формулою

$$l_{\text{РВ}} = \frac{q \cdot k_H}{b \cdot a}, \quad (7.13)$$

де  $b$  - середня товщина шару відсипання, м. Для розрахунку прийняти рівною половині товщини шару ґрунту, що відсипається, згідно технічних характеристик машини (таблиця 7.2).

8 Визначити тривалість одного циклу роботи скрепера  $\dot{O}_o$ , с, за формулою

$$T_{\text{Ц}} = \frac{l_{\text{ЗВ}}}{\mathcal{Q}_{\text{ЗВ}}} + \frac{l_{\text{ТР}}}{\mathcal{Q}_{\text{ТР}}} + \frac{l_{\text{РВ}}}{\mathcal{Q}_{\text{РВ}}} + \frac{l_{\text{ХХ}}}{\mathcal{Q}_{\text{ХХ}}} + t_{\text{П}} + 2 \cdot t_{\text{Р}}, \quad (7.14)$$

де  $l_{\text{ТР}}$  - дальність транспортування ґрунту, м (таблиця 7.1);  
 $l_{\text{ХХ}}$  - довжина шляху руху порожнього скрепера, м. Для даного розрахунку можна прийняти  $l_{\text{ХХ}} = l_{\text{ЗВ}} + l_{\text{ТР}} + l_{\text{РВ}}$ ;  
 $\mathcal{Q}_{\text{ЗВ}}$ ,  $\mathcal{Q}_{\text{ТР}}$ ,  $\mathcal{Q}_{\text{РВ}}$  та  $\mathcal{Q}_{\text{ХХ}}$  - швидкість руху скрепера відповідно при наборі ґрунту, при транспортуванні до місця відсипання, при розвантаженні ковша та у порожньому стані, м/с

(таблиця 7.2);

$t_{\text{п}}$  - час, витрачений на перемикання швидкостей,  $t_{\text{п}} = 6 \dots 8$  с;

$t_{\text{р}}$  - час, витрачений на один розворот скрепера,  $t_{\text{р}} = 15 \dots 20$  с.

9 Визначити продуктивність скрепера  $\Pi_E$ , м<sup>3</sup>/год, за формулою

$$\Pi_E = \frac{3600 \cdot q \cdot k_H \cdot k_{\text{ч}}}{T_{\text{ц}} \cdot k_P}, \quad (7.15)$$

де  $k_{\text{ч}}$  - коефіцієнт використання скрепера в часі. Приймається для скреперів місткістю ковша до 7 м<sup>3</sup> – 0,8, а місткістю 7 м<sup>3</sup> і більше – 0,85.

10 Студентам, що виконують непарний варіант, дослідити, як впливає глибина різання заданого ґрунту заданим скрепером на довжину шляху заповнення ковша скрепера, і побудувати графік залежності  $l_{\text{зв}} = f(h)$  (рисунок 7.4). Для розрахунку змінювати значення товщини шару різання  $h$  від 0 до максимального для даного скрепера (таблиця 7.2).

11 Студентам, що виконують парний варіант, дослідити, як впливає товщина шару відсіпання заданого ґрунту заданим скрепером на довжину шляху розвантаження ковша скрепера, і побудувати графік залежності  $l_{\text{рв}} = f(b)$  (рисунок 7.4). Для розрахунку змінювати значення товщини шару відсіпання ґрунту  $b$  від 2 см до максимального для даного скрепера (таблиця 7.2).

12 Дослідити, як впливає дальність транспортування ґрунту на час виконання заданим скрепером одного робочого циклу, і побудувати графік залежності  $T_{\text{ц}} = f(l_{\text{тр}})$  (рисунок 7.4). Для розрахунку змінювати значення дальності транспортування ґрунту від 100 м до 1,5 км для причіпних скреперів та від 500 м до 5 км для самохідних.

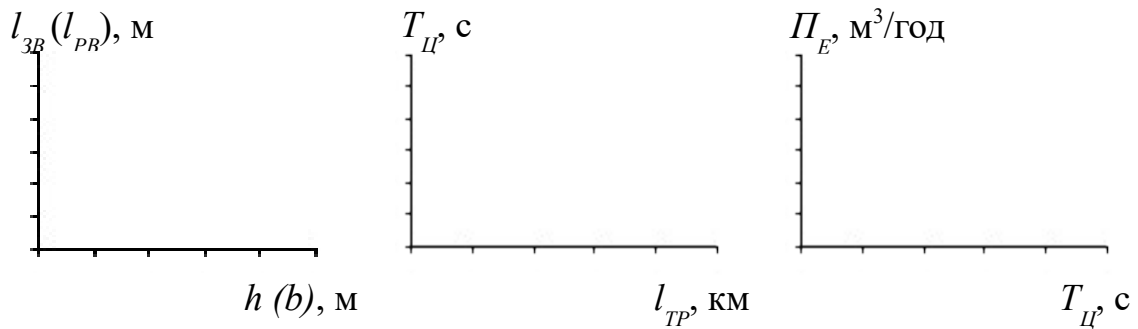


Рисунок 7.4 – Графіки досліджених залежностей

13 Дослідити, як впливає тривалість робочого циклу заданого скрепера при роботі на заданому ґрунті на його продуктивність, і побудувати графік залежності  $П_E = f(T_{Ц})$  (рисунок 7.4). Для розрахунку змінювати значення тривалості робочого циклу.

14 Результати проведених розрахунків занести у звіт та зробити висновок з роботи.

### Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити таку інформацію:

- назва, мета та завдання роботи;
- основні теоретичні відомості за темою роботи;
- схематичне зображення скрепера та опис його конструкції;
- розрахунки експлуатаційних характеристик скрепера за вихідними даними згідно з варіантом, результати яких зводяться у таблицю 7.5;
- графіки зміни експлуатаційних характеристик скрепера в залежності від значення параметрів робочого процесу;
- висновки з роботи.

### Контрольні питання

- 1 Для яких робіт у будівництві застосовуються скрепери?
- 2 З яких операцій складається робочий цикл скрепера?

3 Які існують різновиди скреперів за способом агрегування їх із тягачем?

4 Яким чином реалізовується процес копання та наповнення ковша грейфера ґрунтом?

5 Яким чином реалізовується процес розвантаження ковша грейфера?

6 Які заходи можуть бути застосовані для підвищення ефективності наповнення ковша грейфера?

7 З яких зусиль складається загальний опір переміщенню скрепера під час копання ґрунту?

8 Які технічні характеристики скрепера та параметри робочого процесу впливають на довжину шляху заповнення ковша скрепера?

9 Які технічні характеристики скрепера та параметри робочого процесу впливають на довжину шляху розвантаження ковша скрепера?

10 Які параметри впливають на експлуатаційну продуктивність скреперів?

Таблиця 7.5 – Результати роботи

Опір ґрунту різанню, Н	
Опір руху призми волочіння попереду скрепера, Н	
Опір від ваги зрізаного шару ґрунту, що рухається у ковші, Н	
Опір від внутрішнього тертя ґрунту у ковші, Н	
Опір руху скрепера, Н	
Загальний опір пересуванню скрепера при копанні ґрунту, Н	
Тягове зусилля скрепера при копанні ґрунту, Н	
Сила тяги скрепера по зчепленню, Н	
Довжина шляху заповнення ковша скрепера, м	
Довжина шляху розвантаження ґрунту скрепером, м	
Тривалість одного робочого циклу скрепера, с	
Експлуатаційна продуктивність скрепера, м <sup>3</sup> /год	

