

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторних робіт з дисципліни**

***“БУДІВЕЛЬНІ МАШИНИ”***

**Харків - 2009**

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

розвантажувальні машини” 3 грудня 2007 р., протокол №5.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.090214  
"Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні  
машини і устаткування" усіх форм навчання.

Укладач

старш. викл. В.М. Орел

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни  
“Будівельні машини”

Відповідальний за випуск Орел В.М.

Редактор Буранова Н.В.

---

Підписано до друку 11.01.08 р.  
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.  
Умовн.-друк.арк. 1,0. Обл.-вид.арк. 1,25.  
Замовлення № Тираж 50 Ціна

---

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

Міністерство транспорту України

Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра “Будівельні, колійні та  
вантажно-розвантажувальні машини”

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт  
з дисципліни “Будівельні машини”  
для студентів спеціальності 7.090214  
"Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні,  
меліоративні машини і устаткування"  
усіх форм навчання

Методичні вказівки розглянуті і рекомендовані до друку на засіданні кафедри “Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини” (протокол №5 від “03” грудня 2007 р.).

Рекомендується для студентів спеціальності 7.090214 "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і устаткування" усіх форм навчання.

Укладач:

ст. викладач В.М. Орел

Рецензент:

доц. А.В. Євтушенко

## ЗМІСТ

Вступ	4
1 Лабораторна робота 1 Визначення категорії ґрунту за методою О.М. Зеленіна .....	5
2 Лабораторна робота 2 Визначення питомого опору різанню ґрунту .....	7
3 Лабораторна робота 3 Вивчення кінематичної і гідравлічної схем екскаватора ЕО - 2621 .....	12
4 Лабораторна робота 4 Визначення продуктивності одноківшового екскаватора .....	17
Список літератури .....	18

## ВСТУП

З метою глибокого і міцного засвоєння знань студентами рекомендується заздалегідь готуватися до кожної лабораторної роботи. Підготовка передбачає вивчення і засвоєння відповідних розділів курсу за рекомендованою літературою і даними методичними вказівками.

Перед проведенням чергового лабораторного заняття викладач контролює підготовленість студентів до роботи (засвоєння теоретичних і загальних понять, знання будови і роботи лабораторного обладнання і правил безпечного користування ним). У випадку незадовільного результату контролю студент може бути недопущеним до лабораторного заняття.

Виконання лабораторних робіт зараховується як при атестаціях, так і під час заліків. Студенти, які не здали викладачу звіт з однієї або декількох лабораторних робіт, до заліку з даної дисципліни не допускаються.

Успішно пройшовши контроль підготовленості, студент одержує індивідуальне завдання, записує його у звіт і, користуючись цими методичними вказівками, береться за виконання чергової лабораторної роботи. Насамперед готується робоче місце: перевіряється комплектність лабораторного обладнання, інвентар та інструменти розкладаються в зручному порядку. Згодом, дотримуючись техніки безпеки, у відповідності до вказівок до конкретної лабораторної роботи студент виконує її, заносючи у звіт усі необхідні результати.

Звіт повинен мати завдання, загальні відомості, відомості про лабораторне обладнання, обчислювально-графічний розділ і висновки.

Після закінчення роботи робоче місце приводиться у порядок: лабораторне обладнання очищується і протирається віхтем, усі предмети прибираються у відповідні місця. Показавши викладачу заповнений звіт і одержавши від нього дозвіл, студент може залишити лабораторію.

## Лабораторна робота 1

### ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ ҐРУНТУ ЗА МЕТОДОЮ О.М. ЗЕЛЕНІНА

1.1 Мета роботи: визначити дослідним шляхом категорію ґрунту.

1.2 Матеріальне забезпечення: ящик зі зразками ґрунтів, динамічний щільномір (ударник "ДОРНИИ").

1.3 Загальні вказівки до роботи: при створенні машин для земляних робіт використовується науково обґрунтована класифікація немерзлих землянистих ґрунтів, запропонована проф. О.М. Зелениним.

За цим методом належність ґрунту до тієї чи іншої категорії визначається за кількістю ударів динамічного щільноміра (ударника "ДОРНИИ"). Цей прилад (рисунок 1.1) простий у виготовленні та застосуванні. Гиря (поз.2) масою 2,5 кг падає з висоти 0,4 м і вдаряється об буртик стержня (поз.1), проводячи роботу, яка дорівнює 10 Дж. Прилад устанавлюється вертикально на ґрунт, піднімається рукою і кидається повторно до тих пір, доки наконечник стержня не заглибитися на 0,1 м, кількість зроблених при цьому ударів є числом  $S$ , яке прямо пропорційне зусиллям різання для будь-якого робочого органу при роботі в більшості ґрунтів.

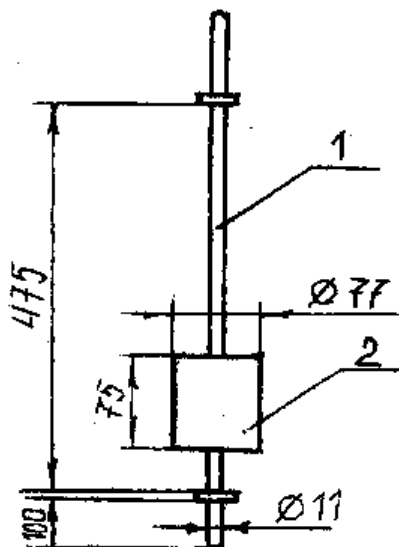


Рисунок 1.1 - Ударник "ДОРНИИ" 1 - стержень, 2 - гиря

Класифікація ґрунтів за методом О.М. Зеленіна (таблиця 1.1) передбачає VIII категорій ґрунтів, визначених числом С

Таблиця 1.1

Категорія ґрунту	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Число С	1-4	5-8	9-16	17-35	35-70	70-140	140-280	280-560

#### 1.4 Порядок виконання роботи

1.4.1 Визначити число С для кожного зразка ґрунту, використовуючи ударник "ДОРНИИ" так, як вказано вище.

1.4.2 Відповідно до таблиці 1.1 визначити категорію кожного зразка ґрунту.

#### 1.5 Оформлення лабораторної роботи

1.5.1 У звіті необхідно дати опис динамічного щільноміра ґрунту і методу визначення категорії ґрунту.

1.5.2 Результати проведених дослідів звести в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2

Номер зразка	1	2	3	4	Прим.
Число С					
Категорія					

## Лабораторна робота 2



## ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ОПОРУ РІЗАННЮ ГРУНТУ

2.1 Мета роботи: визначити експериментальним шляхом опір транспортуванню призми волочіння відвалом з заглибленим ножем для зрізання стружки і опір транспортуванню ґрунту без зрізання стружки. Визначити питомий опір різанню ґрунту.

2.2 Матеріальне забезпечення: дослідна установка, пестик для ущільнення ґрунту, ударник "ДОРНИИ", динамометр, індикатор, лінійка.

Дослідна установка (рисунок 2.1) являє собою ґрунтовий канал та робоче обладнання у масштабі 1:10.

Ґрунтовий канал складається з металевого ящика з ґрунтом (поз. 1), напрямних (поз. 2), розміщених зверху, по яких за допомогою ручної лебідки переміщується вимірювальний візок (поз. 3).

До вимірювального візка за допомогою паралелограма (поз. 4) підвішена траверса (поз. 3) з трубками для кріплення робочого органу (поз. 6). Одна з ланок паралелограма виконана у вигляді вигнутого двоплечового важеля (поз. 7), який одним плечем кріпиться до траверси, а другий натискає на плоску пружину (поз. 8). При прикладанні горизонтального навантаження до траверси пружина вигинається. Прогин вимірюється індикатором (поз. 9).

2.3 Загальні вказівки до роботи: загальний опір  $P$ , виникаючи у випадку лобового різання транспортування ґрунту відвалом по горизонтальній поверхні, складається з суми опорів

$$P = P_1 + P_2 + P_3,$$

де  $P_1$  - опір ґрунту різанню, Н;

$P_2$  - опір переміщенню призми волочіння, Н;

$P_3$  - опір переміщенню ґрунту вверх по відвалу, Н.

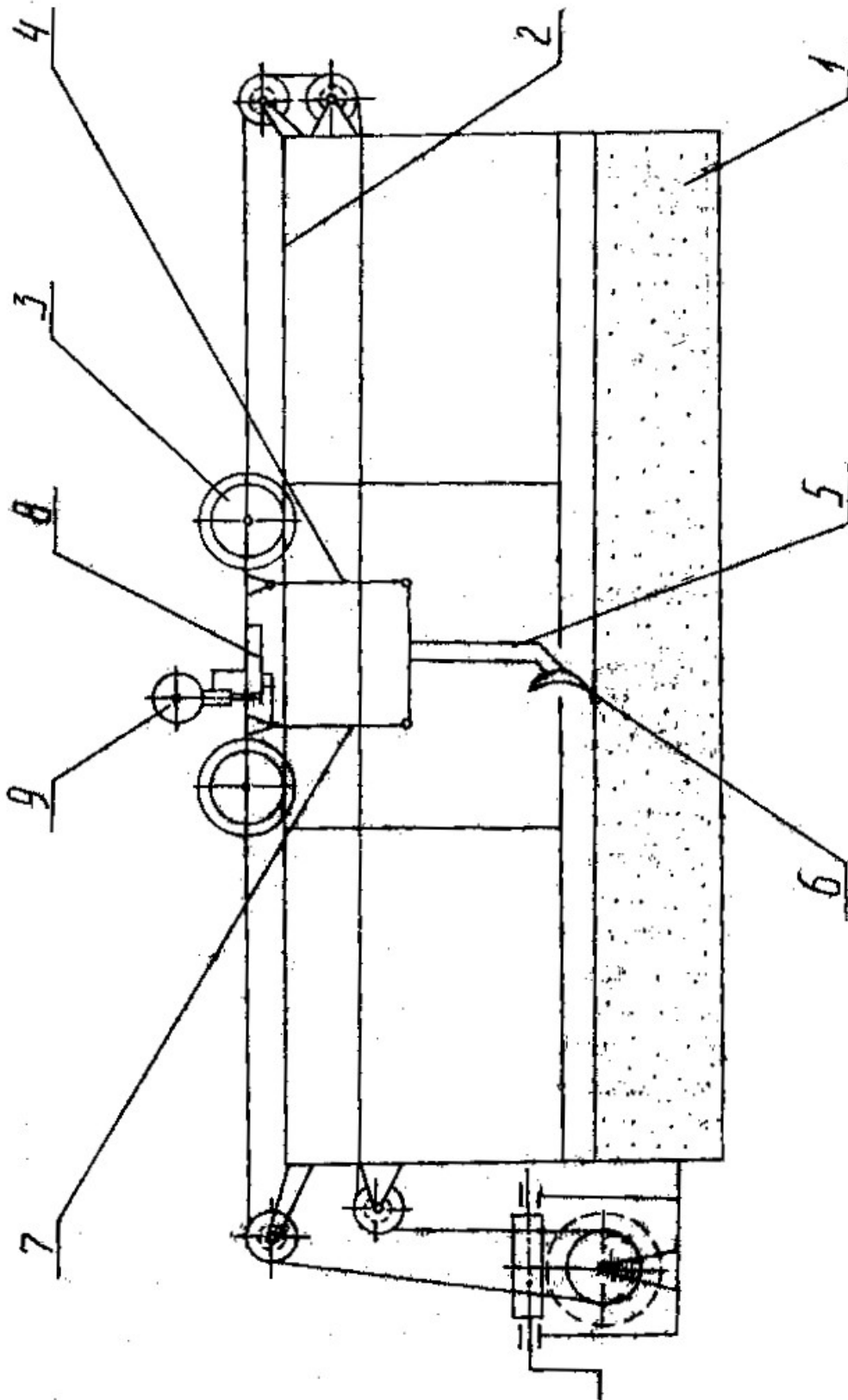


Рисунок 2.1 - Дослідна установка

Питомий опір різанню визначається як відношення опору ґрунту різання до площі стружки, що зрізається,

$$k = \frac{P_1}{b * h * 10^6},$$

де  $k$  - питомий опір, МПа;  
 $b$  - ширина відвала, м;  
 $h$  - глибина різання, м.

## 2.4 Порядок виконання роботи

### 2.4.1 Підготовка ґрунту

Ґрунт рівномірно розпушити на глибину 10-15 см. Потім за допомогою ручної трамбівки ущільнити, перевіряючи щільність ударником "ДОРНИИ". З боку лебідки прорізати поперечну траншею-заглиблення для виставлення робочого органу на потрібну глибину шириною 15-20 см.

### 2.4.2 Тарування індикатора

Зачепити гачок динамометра за нижній край відвала, прикладаючи зусилля 10Н, 20Н, 30Н, 40Н, 50Н, заміряти прогин пружини індикатором.

Визначити тарувальні масштаби

$$M_i = \frac{P_i}{\Delta_i},$$

де  $P_i$  -  $i$ -те навантаження за динамометром;  
 $\Delta_i$  -  $i$ -те показання динамометра.

Дані звести в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Навантаження, Н	10	20	30	40	50
Прогин пружини, 0,01 мм					

Масштаб					
---------	--	--	--	--	--

Визначити середній тарувальний масштаб

$$M_c = \frac{\sum M_i}{n},$$

де  $n$  - кількість вимірювань.

2.4.3 Виміряти ширину  $b$  і висоту  $H$  відвала.

2.4.4 Встановити задану глибину різання.

2.4.5 Обертаючи ручку лебідки, переміщати відвал до повного набору призми волочіння, вимірюючи індикатором опір на початку копання і після набору призми.

2.4.6 Провести транспортування призми волочіння без різання ґрунту, вимірюючи опір.

2.4.7 Повторити досліди 2-3 рази.

2.4.8 Обчислити опір різанню.

2.4.9 Визначити питомий опір різанню.

2.5 Оформлення лабораторної роботи;

2.5.1 У звіті необхідно скласти схему установки, описати послідовність своїх дій при проведенні тарування і дослідів, а також розрахувати тарувальний масштаб, опір ґрунту різанню і питомий опір різанню.

2.5.2. Результати вимірювань та обчислень записати до зведеної таблиці 2.1.

2.5.3 Обчислити середнє значення питомого опору різанню ґрунту

$$k_c = \frac{\sum k_i}{n},$$

де  $k_i$  - питомий опір різанню в І-му досліді;  
 $n$  - кількість дослідів.

2.5.4 У заключній частині звіту треба зробити висновки за результатами проведеної роботи.

Таблиця 2.2

Ширина відвала, м	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Прим.
Глибина різання, м				
Загальний опір копанню при заглибленому ножі відвала, Н				
Опір без зрізання стружки, Н				
Опір ґрунту різанню, Н				
Питомий опір різанню, Па				

### Лабораторна робота 3

## ВИВЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ І ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМ ЕКСКАВАТОРА ЕО - 2621

3.1 Мета роботи: набуття навичок читання кінематичної і гідравлічної схем, визначення характеру і напрямку руху основних елементів деталей машини і робочих органів.

3.2 Матеріальне забезпечення: екскаватор ЕО -2621, кінематична і гідравлічна схеми екскаватора.

3.3 Послідовність виконання роботи

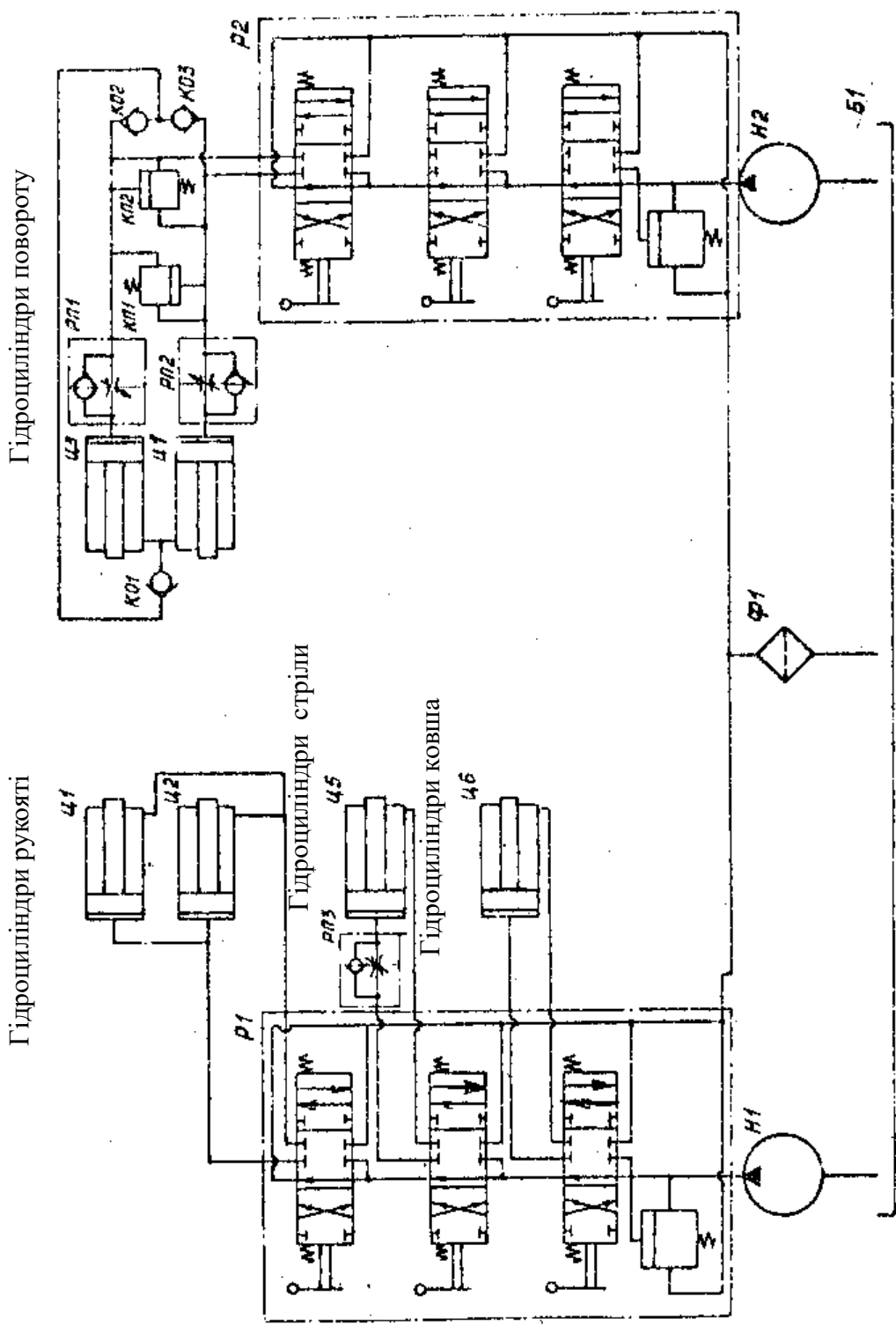
3.3.1 Ознайомитися із загальним улаштуванням одноківшового екскаватора і його роботою.

3.3.2 Описати функціонування основних кінематичних ланцюгів. Описати роботу гідропривода відповідно до гідравлічної схеми, при підйомі і опусканні стріли, повороті рукояті, повороті ковша, повороті робочого устаткування на вивантаження.

3.4 Методичні вказівки до виконання роботи

3.4.1 Ознайомлення із загальним улаштуванням і роботою екскаватора здійснюється на натурному зразку і гідравлічній схемі, яка наведена на рисунку 3.1.

3.4.2 Робочий цикл екскаватора, обладнаного зворотною лопатою, складається з ряду операцій. На початку циклу стріла 1 (рисунок 3.2) з ковшом 2 опускається за допомогою гідроциліндра 3 до підшви забою і ківш заглиблюється на товщину стружки, що знімається (напірний рух). Після заглиблення ковша 2 гідроциліндром 5 здійснюється поворот рукояті "до себе" і набір ґрунту. Товщина стружки вибирається так, щоб до закінчення набору ґрунту ківш 2 був заповнений. Після закінчення набору гідроциліндром 6 проводиться поворот ковша ("зап'ястний рух"), підйом стріли, рукояті і поворот всієї машини на вивантаження у відвал або транспортний засіб.



Гідроциліндри повороту

Гідроциліндри рукояті

Гідроциліндри стріли

Гідроциліндри ковша

Рисунок 3.1 - Схема гідравлічна екскаватора

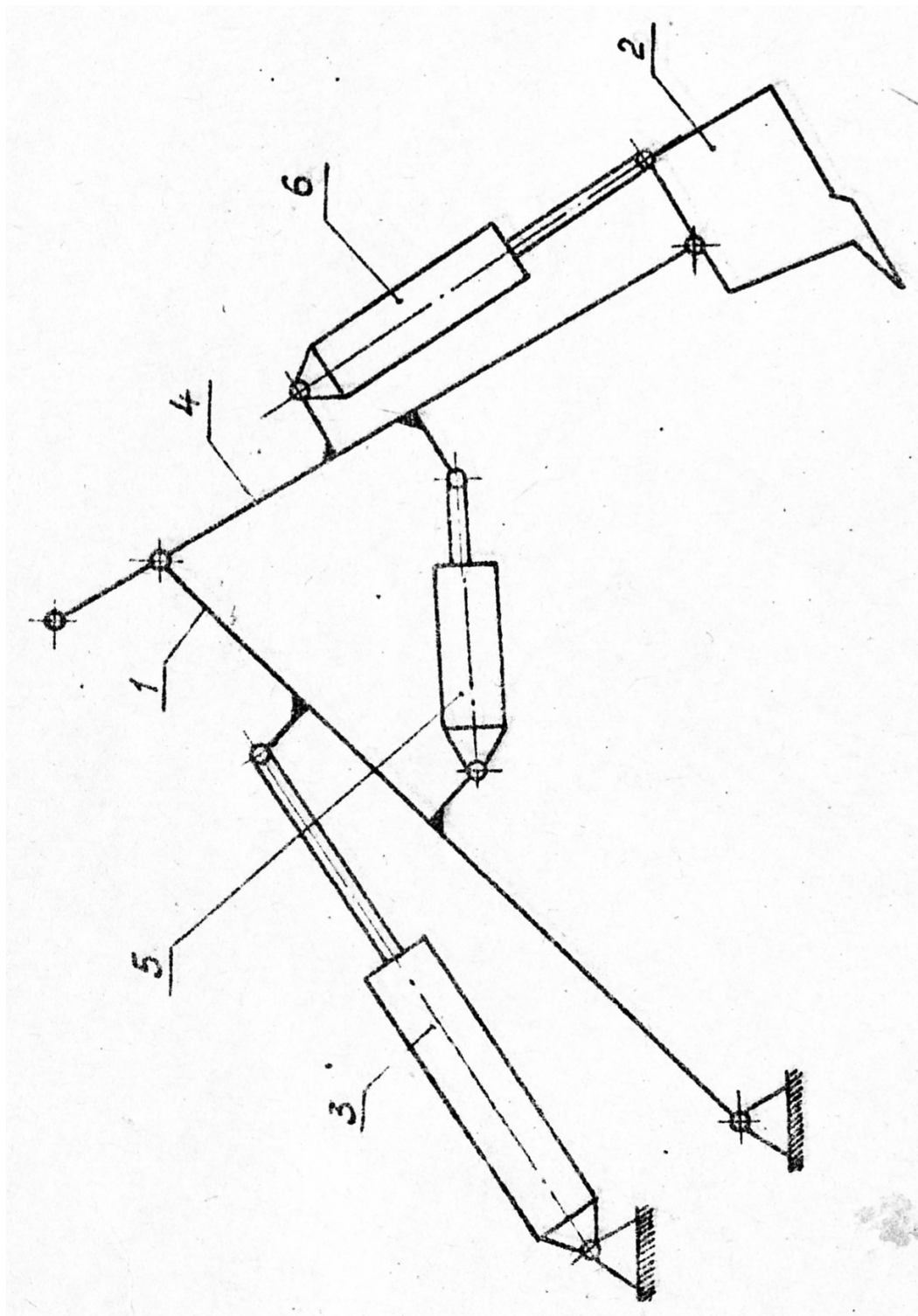


Рисунок 3.2 - Кінематична схема екскаватора

Можливий також набір ґрунту і за рахунок "зап'ястного руху" ковша. Для підвищення ефективності набору ґрунту потужність механізму повороту ковша на останніх моделях екскаваторів



підвищують до потужності механізму підйому стріли.

Вивантаження ґрунту проводиться поворотом ковша 2 в протилежний бік втягуванням штока гідроциліндра 6.

Переміщення порожнього ковша від місця вивантаження ґрунту назад до місця копання відповідає холостому ходу екскаватора. Після вироблення ділянки забою екскаватор пересувається на нову позицію.

3.4.3 Опис елементів робочого устаткування при виконанні робочих рухів полягає в переліку елементів робочого устаткування, гідравлічних елементів і кінематичних ланцюгів, через які енергія від первинного двигуна (насоса) передається до кінцевого елемента (гідроциліндра) відповідного механізму.

Розібравшись в роботі механізму, необхідно в конспекті зробити запис з переліком кінематичних елементів, вказівкою положення золотників гідророзподільника, керівника роботою гідроциліндра механізму, що вивчається.

#### 3.4.4 Приклад запису. Підйом і опускання стріли

В початковому стані усі рукоятки гідророзподільника P1 P2 стоять в нейтральному положенні, і робоча рідина від насосів Н1 і Н2 крізь розподільники і фільтр Ф1 надходить на злив, виключаючи втрати потужності на нагрівання робочої рідини.

При зсуві рукоятки вліво вільне перетікання робочої рідини припиняється, і вона надходить в поршневу порожнину гідроциліндрів, а штокова порожнина з'єднується зі зливом. Штоки, шарнірно сполучені із стрілою, висуваючись, піднімають стрілу, також шарнірно сполучену з рамою машини. Для реверсування механізму рукоятка розподільника переміщається в протилежний бік. При цьому вільне перетікання робочої рідини також припиняється, вона надходить в штокову порожнину гідроциліндра, а поршнева порожнина з'єднується зі зливом - відбувається поворотний рух поршня і опускання стріли. Для запобігання падінню стріли при розриві рукава високого тиску, що сполучає гідроциліндр з розподільника, поршнева порожнина гідроциліндра може бути забезпечена системою дросель - зворотний клапан РП 3.

Зворотний клапан пропускає робочу рідину тільки в одному напрямі (підйом стріли), тоді як при опусканні стріли зворотний клапан закривається, і робоча рідина надходить на злив через

дросель - гідравлічний опір, який має обмежену пропускну спроможність, що запобігає падінню стріли при розриві шланга.

У разі упору ковша в непереборну перешкоду, тиск в системі збільшується і спрацьовує запобіжний клапан, вбудований в гідророзподільник. При цьому робоча рідина надходить під тиском на злив, поршень зупиняється, виключаючи перевантаження в стрілі. Аналогічно працюють механізми повороту рукоятки, ковша і повороту екскаватора. Пересування екскаватора відбувається при відключених насосах шляхом передачі всієї потужності двигуна через коробку передач і інші кінематичні елементи на ведучі колеса.

#### **Лабораторна робота 4**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОДНОКОВШОВОГО**

## ЕКСКАВАТОРА

4.1 Мета роботи: визначення технічної і експлуатаційної продуктивності одноківшового екскаватора.

4.2 Матеріальне забезпечення: натурний зразок екскаватора ЕО - 2621, лінійка, секундомір.

4.3 Послідовність виконання роботи

4.3.1 Ознайомитися з улаштуванням одноківшового екскаватора і його роботою.

4.3.2 Записати формули, що визначають технічну ( $P_T$ ) і експлуатаційну ( $P_E$ ) продуктивності екскаватора:

$$P_T = \frac{3600k_n q_k}{k_p t_u} k_y \quad \text{и} \quad P_E = \frac{3600k_n q_k k_y}{k_p t_u} k_e,$$

де  $k_n$  - коефіцієнт наповнення,  $k_n = 0,7 - 1,3$ ;

$k_p$  - коефіцієнт розпушування,  $k_p = 1,05 - 1,5$

$q_k$  - місткість ковша;

$k_y$  - коефіцієнт, що враховує зміну циклу в реальних умовах

$k_y = 0,75 - 0,85$ ;

$k_e$  - коефіцієнт використання в часі,  $k_e = 0,85$

$t_u$  - час циклу, с;

$$t_u = t_k + t_n + t_p + t_e,$$

де  $t_k$  - час копання (набір ґрунту);

$t_n$  - час повороту екскаватора на вивантаження;

$t_p$  - час розвантаження;

$t_e$  - час повернення в початковий стан (в забій).

4.3.3 За допомогою лінійки виміряти об'єм ковша екскаватора

$$q_k = LBH,$$

де L, B, H - відповідно довжина, ширина і висота ковша, м.

4.3.4 За допомогою секундоміра виміряти  $t_k$ ,  $t_n$ ,  $t_p$ ,  $t_e$ .

4.4 Методичні вказівки до виконання роботи

4.4.1 Ознайомлення з улаштуванням і роботою екскаватора

здійснюється на натурному зразку і полягає у вивченні переліку і послідовності виконання робочих рухів, а саме копання, повороту, розвантаження і повернення в початковий стан. Послідовність виконання операцій перед вимірюваннями часу складових циклу відпрацьовується на діючому натурному зразку двома - трьома студентами. Після набуття необхідних навичок, проводиться вимірювання циклу і визначається технічна і експлуатаційна продуктивність екскаватора.

4.4.2 Запуск насосної установки здійснюється у присутності викладача відповідно до інструкції з обслуговування насосної установки.

#### 4.5 Заходи безпеки при виконанні лабораторної роботи

Визначення об'єму ковша здійснюється при вимкненій насосній станції. Ківш повинен лежати на ґрунті. При вимірюванні часу циклу (функціонування робочих органів) знаходитись в зоні дії ковша заборонено.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Ветров Ю.А., Баладинский В.Л. Машины для специальных земляных работ. – К.: Высшая школа, Главное изд-во, 1980.

2 Гаркави Н.Г., Аринченков В.И., Карпов В.В. и др. Машины для земляных работ. - М.: Высшая школа, 1982.

3 Алексеева Т.В., Артемьев К.А., Бромберг А.А и др. Дорожные машины. Ч.1: Машины для земляных работ. - 3-е изд., перераб. и доп.: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1972.- 504 с.

4 Зеленин А.Н. Машины для земляных работ: Учеб. пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1972.



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до курсового проектування з дисципліни  
"ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНІ  
БУДІВЕЛЬНІ, ДОРОЖНІ, МЕЛІОРАТИВНІ  
МАШИНИ І УСТАТКУВАННЯ"  
Відповідальний за випуск Орел В.М.