

Лабораторна робота № 3. Дослідження енергоємності процесу екскавації

Практичне завдання

На основі вихідних даних, наведених в таблиці 3.1 виконати розрахунок параметрів роботи одноківшевого екскаватора на основі яких визначити його питоме енергоспоживання за заданих умов експлуатації.

Таблиця 3.1

Вихідні дані до виконання роботи

Вар.	Гірнична маса	Марка екскаватора	Тип робочого устаткування	Місткість ківша, м ³	Ширина ківша, мм	Форма організації роботи	Товщина стружки ґрунту, що зрізає ківш екскаватора, мм	Кут повороту ківша на розвантаження, град
1	Погано підірвана скельна порода	ЕО-4112	Пряма лопата	0,65	1067	Розв. у автомобіль	280	95
2	Пісок вологий	ЕО-5111	Пряма лопата	1	1220	Розв. у відвал	290	95
3	Гравій вологий	ЕО-4124	Зворотна лопата	0,8	1220	Розв. у автомобіль	332	90
4	Пісок сухий	ЕО-3221	Зворотна лопата	0,45	610	Розв. у відвал	219	145
5	Пісок вологий	ЕО-3211	Зворотна лопата	0,45	762	Розв. у автомобіль	313	120
6	Гравій вологий	ЕО-5124	Зворотна лопата	1,25	1067	Розв. у відвал	298	135
7	Гравій	ЕО-3221	Зворотна лопата	0,5	762	Розв. у автомобіль	311	100
8	Добре підірвана скельна порода	ЕО-4124	Зворотна лопата	1	1067	Розв. у відвал	234	75
9	Щебінь	ЕО-5111	Пряма лопата	1,2	1372	Розв. у автомобіль	228	150
10	Пісок вологий	ЕО-3122	Пряма лопата	0,63	610	Розв. у відвал	321	115
11	Щебінь	ЕО-4112	Пряма лопата	0,8	1372	Розв. у автомобіль	282	120
12	Погано підірвана	ЕО-5111	Пряма лопата	1	1220	Розв. у відвал	243	75

	скельна порода							
13	Пісок вологий	ЕО-4124	Зворотна лопата	0,8	1220	Розв. у автомобі ль	215	120
14	Гравій вологий	ЕО-3221	Зворотна лопата	0,45	610	Розв. у відвал	288	150
15	Щебінь	ЕО-3211	Зворотна лопата	0,45	762	Розв. у автомобі ль	311	75
16	Гравій	ЕО-4124	Зворотна лопата	0,63	915	Розв. у автомобі ль	265	85
17	Гравій сухий	ЕО-3211	Пряма лопата	0,5	915	Розв. у відвал	212	115
18	Пісок вологий	ЕО-3122	Зворотна лопата	0,8	915	Розв. у автомобі ль	217	135
19	Щебінь	ЕО-5124	Пряма лопата	1,6	1524	Розв. у відвал	204	110
20	Пісок сухий	ЕО-4124	Зворотна лопата	0,63	915	Розв. у автомобі ль	235	90
21	Гравій сухий	ЕО-3211	Пряма лопата	0,5	915	Розв. у відвал	287	110
22	Пісок сухий	ЕО-3122	Зворотна лопата	0,8	915	Розв. у автомобі ль	214	120
23	Гравій сухий	ЕО-5124	Пряма лопата	1,6	1524	Розв. у відвал	265	135
24	Погано підірвана скельна порода	ЕО-4124	Зворотна лопата	1	1067	Розв. у автомобі ль	276	180
25	Пісок вологий	ЕО-5111	Пряма лопата	1,2	1372	Розв. у відвал	228	160
26	Гравій вологий	ЕО-3122	Пряма лопата	0,63	610	Розв. у автомобі ль	235	155
27	Гравій вологий	ЕО-4112	Пряма лопата	0,8	1372	Розв. у відвал	298	100
28	Пісок сухий	ЕО-4112	Пряма лопата	0,8	1372	Розв. у автомобі ль	222	145
29	Пісок вологий	ЕО-4124	Зворотна лопата	0,63	915	Розв. у відвал	240	80
30	Гравій вологий	ЕО-3211	Пряма лопата	0,5	915	Розв. у автомобі ль	315	95

Порядок виконання роботи

Визначити середню годинну експлуатаційну продуктивність одноківшевого екскаватора Π_{Γ}^E , м³/год., можна за допомогою формули:

$$\Pi_{\Gamma}^E = q_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} \cdot k_{\text{ч}} \cdot k_{\text{м}} = 0,34 \cdot 294 \cdot 0,75 \cdot 0,85 = 65,3$$

де $q_{\text{ц}}$ – фактичний об'єм породи в ківші екскаватора, що переміщується за один цикл, м³;

$n_{\text{ц}}$ – кількість циклів за одну годину роботи екскаватора;

$k_{\text{ч}}$ – коефіцієнт використання екскаватора за часом (при розвантаженні екскаватора у транспортний засіб $k_{\text{ч}} = 0,75 \dots 0,8$, а при роботі у відвал $k_{\text{ч}} = 0,85 \dots 0,9$);

$k_{\text{м}}$ – коефіцієнт, який враховує кваліфікацію машиніста екскаватора ($k_{\text{м}} = 0,82 \dots 0,9$).

Фактичний об'єм породи $q_{\text{ц}}$, м³, який може перебувати у ківші екскаватора з урахуванням реальних умов його завантаження:

$$q_{\text{ц}} = q'_{\text{ц}} \cdot k_{\text{з}} = 0,65 \cdot 0,53 = 0,65$$

де $q_{\text{ц}}$ – геометрична місткість ківша екскаватора, м³;

$k_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження ківша екскаватора.

$$k_{\text{з}} = k_{\text{н}} \cdot \frac{1}{k_{\text{р}}} = 0,75 \cdot \frac{1}{1,4} = 0,53$$

де $k_{\text{н}}$ – коефіцієнт наповнення ківша екскаватора (таблиця 3.2);

$k_{\text{р}}$ – коефіцієнт розпушування породи у ківші (таблиця 3.3).

Таблиця 3.2

Коефіцієнт наповнення ківша екскаватора

Тип ґрунту	Значення коефіцієнта k_n
Пісок і гравій сухі, щебінь, підірвана скельна порода	0,95...1,05
Пісок і гравій вологі	1,15...1,25
Суглинок сухий	1,05...1,1
Суглинок вологий	1,2...1,4
Глина середня суха	1,1...1,2
Глина середня волога	1,3...1,5
Глина важка суха	0,95...1,1
Глина важка волога	1,25...1,45
Погано підірвана скельна порода	0,75...0,9

Таблиця 3.3

Коефіцієнт розпушування породи

Тип ґрунту	Категорія ґрунту	Значення коефіцієнта k_p
Пісок, супісок	I	1,1...1,2
Гравій, суглинок і глина легкі	II	1,1...1,3
Суглинок і глина середньої міцності	III	1,2...1,3
Суглинок і глина міцні, сланці, конгломерати	IV	1,3...1,4
Сланці, конгломерати, вапняки, скельні і мерзлі породи добре підірвані	V	1,3...1,5
Черепашники та конгломерати, крейда, гіпс, погано підірвана порода тощо	VI	1,4...1,5

Кількість циклів $n_{\text{ц}}$, які може виконати екскаватор за одну годину роботи:

$$n_{\text{ц}} = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} = \frac{3600}{12,2} = 294$$

де $t_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу роботи екскаватора, с.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{пв}} + t_{\text{в}} + t_{\text{пз}} = 0,7 + 4,5 + 2,5 + 4,5 = 12,2$$

де $t_{\text{к}}$ – тривалість копання, с;

$t_{\text{пв}}$ – тривалість повороту ківша на вивантаження, с;

$t_{\text{в}}$ – тривалість вивантаження породи з ківша, с (для ківшів із днищем, що відкривається, $t_{\text{в}} = 1...2,5$ с, а ковшів, що розвантажуються перекиданням, $t_{\text{в}} =$

2...4 с, більші значення приймаються для випадків роботи із вологим матеріалом та для випадків розвантаження у транспортний засіб);

$t_{\text{ПЗ}}$ – тривалість повороту ківша в забій, с.

Витрати часу на копання ґрунту $t_{\text{к}}$, с:

$$t_{\text{к}} = \frac{l_{\text{к}}}{v_{\text{к}}} = \frac{1,65}{1,5} = 0,77$$

де $l_{\text{к}}$ – шлях який має прийти ківш для повного його наповнення, м;

$v_{\text{к}}$ – швидкість копання (для гідравлічних екскаваторів $v_{\text{к}} = 0,75 \dots 1$ м/с, для екскаваторів із канатним приводом $v_{\text{к}} = 1 \dots 1,5$ м/с).

$$l_{\text{к}} = \frac{q'_{\text{ц}} \cdot k_{\text{н}}}{b \cdot h \cdot k_{\text{р}}} = \frac{0,65 \cdot 0,75}{1,067 \cdot 0,28 \cdot 1,4} = 1,65$$

де b – ширина ківша екскаватора, м;

h – товщина стружки, що зрізається, м.

Тривалість повороту ківша екскаватора на розвантаження $t_{\text{ПВ}}$ та його повернення в забій $t_{\text{ПЗ}}$, с, розрахувати за формулою

$$t_{\text{ПВ}} = t_{\text{ПЗ}} = \frac{\alpha}{6 \cdot n_{\text{п}}} = \frac{95}{6 \cdot 5,89} = 4,5$$

де α – кут повороту ківша від забою до місця розвантаження, град;

$n_{\text{п}}$ – частота обертання поворотної платформи екскаватора, хв⁻¹ (таблиця 3.4).

Потрібно врахувати, що в таблиці 3.4 наводяться максимальні значення частоти обертання поворотної платформи у сталому режимі, без урахування часу на розгін та гальмування привода, отож, перед підстановкою у формулу потрібно скористатися поправочними коефіцієнтами, які рекомендовано брати для

випадку вивантаження породи у відвал 0,7...0,75, а при розвантаженні у транспортний засіб 0,6...0,7.

Виходячи з одержаних результатів та технічних характеристик екскаватора визначаємо питому енергоємність видобування 1 м³ породи:

$$E_n = \frac{P \cdot \left(\frac{t_{\text{ц}}}{3600}\right)}{q_{\text{ц}}} = \frac{66 \cdot \left(\frac{12,2}{3600}\right)}{0,34} = 0,64 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$$

де P – потужність двигуна екскаватора, кВт.

Таблиця 3.4

Технічні характеристики використовуваних машин

Показник	ЕО-3122	ЕО-3221	ЕО-4124	ЕО-5124	ЕО-3211	ЕО-4112	ЕО-5111
Маса, т	14,3	14,2	25	39	12,9	24,5	32
Місткість ковша, м ³	0,25-1,2	0,25-0,8	0,3-2	1-3	0,3-0,5	0,65- 0,8	1-1,2
Марка двигуна	Д-243	Д-245	А-01М	ЯМЗ-238	Д-65	Д-160	Д-160
Потужність двигуна, кВт	60	77	95,6	125	44,4	66	103
Швидкість пересування максимальна, км/год	3	3	2,5	2,2	3,2	4,3	2
Частота обертання поворотної платформи, хв ⁻¹	До 7,4	До 8,75	До 5,6	До 5,6	До 6,87	До 5,89	До 7,15
Управління робочими органами	Гідравлічне				Канатне		

Індивідуальні завдання за темою лабораторної роботи

Завдання 1. Розрахунок питомої енергоємності екскавації для різних типів ґрунтів.

Використавши вихідні дані та значення, наведені в таблицях 3.2 і 3.3 виконати аналіз енергоємності процесу екскавації за умови відпрацювання різних типів ґрунту.

Завдання 2. Оптимізація роботи екскаватора залежно від кута повороту ківша.

Проаналізувати, як змінюється продуктивність і енергоємність процесу екскавації гірничої маси при зміні значення кута повороту у довільно обраному діапазоні за умови відпрацювання вказаної у вихідних даних породи.

Завдання 3. Ретроспективний аналіз розвитку одноківшових екскаваторів.

Зібрати історичну інформацію про розвиток одноківшових екскаваторів, еволюцію їх технічних характеристик і вплив інновацій на енергоємність процесу екскавації.