

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра автомобілів та автомобільного господарства

АВТОТРАНСПОРТ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ
«Розрохунок кількості самоскидів при проведенні капітальних траншей»

студентам напряму підготовки
274 «Автомобільний транспорт»

Дніпропетровськ

НГУ

2016

Федоскін В.О.

Автотранспорт гірничих підприємств. Методичні вказівки до виконання практичної роботи «Розрахунок кількості автосамоскидів при проведенні капітальних траншей». Для студентів напряму підготовки 274 «Автомобільний транспорт» / В.О. Федоскін., М.М. Єрісов; Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2016. – 28 с.

Автори:

В.О.Федоскін, канд. техн. наук, доц.;

М.М.Єрісов, асистент;

Затверджено до видання редакційною радою ДВНЗ «НГУ» (протокол № __ від __.__.2016) за поданням методичної комісії напряму підготовки 274 «Автомобільний транспорт» (протокол № від __.__.2016).

Методичні матеріали призначено для самостійної роботи студентів напряму підготовки 274 «Автомобільний транспорт» під час виконання практичного завдання з вибіркової дисципліни «Автотранспорт гірничих підприємств».

Розглянуто взаємодію автосамоскидів з виїмковою машиною на відкритих горних роботах. Приведені розрахунки необхідної кількості автосамоскидів для виконання планового завдання проходження траншеї.

Рекомендації орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск зав. кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», канд. техн. наук, доц. К.М. Бас

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Порядок проведення роботи.....	4
2 Вихідні дані для розрахунку.....	5
3 Розрахунок обсягів транспортування породи при проведенні траншей..	5
4 Визначення моделі екскаватора.....	8
5 Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів.....	9
Вимоги до оформлення роботи.....	11
Контрольні запитання.....	12
Критерії оцінювання.....	13
Перелік посилань.....	13
Додаток 1.....	14
Додаток 2.....	16
Додаток 3.....	21

.ВСТУП

Переміщення кар'єрних вантажів є одним з найбільш енергоємних виробничих процесів при видобутку корисних копалин відкритим способом. Вартість переміщення гірської маси складає 40-50% загальній вартості вскришних робіт в кар'єрі. Річний вантажообіг на кар'єрі середньої потужності обчислюється десятками мільйонів тон. Одним з основних видів транспорту, що доставляють породу від забою до місця розвантаження, є автотранспорт. Він ефективний при будівництві кар'єрів, при розробці покладів складних форм, складної топографії поверхні. Робота автотранспорту безпосередньо пов'язана з навантажувальною машиною. Правильне поєднання їх робочих параметрів забезпечує високопродуктивну роботу усього технологічного тракту.

Метою роботи є показати взаємодію автосамоскидів з екскаватором на підставі виконуваних розрахунків.

1 Порядок проведення роботи:

1. Згідно заданому варіанту приймаються вихідні дані для проведення розрахунку.
2. На підставі вихідних даних розраховується обсяг транспортованої породи при проведенні траншеї.
3. Визначається необхідна годинна продуктивність ($\text{м}^3/\text{год}$) виїмкової машини(екскаватора).
4. Визначається фактична ємність ковша екскаватора.
5. За фактичної ємності ковша, з урахуванням ширини тупикового забою, вибирається модель екскаватора.
6. Визначається необхідна місткість кузова і експлуатаційна вантажопідйомність автосамоскида.
7. За отриманими даними вибирається модель автосамоскиду.
8. Розраховується час рейсу (обороту) автосамоскиду.

9. Розраховується необхідне для виконання виробничої програми кількість автосамоскидів.

2 Вихідні дані для розрахунку:

h - висота уступу, м

b - ширина нижньої основи траншеї, м

α - кут відкосу бортів траншеї, град.

γ - щільність породи в цілині, т/м³

i - ухил траншеї, ‰, % або град.

T_3 - плановий час на проведення траншеї, години

S - відстань транспортування самоскидом, км.

Вихідні данні беруться з Додатку 1, таблиця 1, відповідно з порядковим номером у списку групи.

3 Розрахунок обсягів транспортування породи при проведенні траншей

Обсяг похилих капітальних траншей залежить від форми і розмірів їх поперечного перерізу, величини їх ухилу і рельєфу поверхні землі. Траншеї, які проводять з поверхні землі до родовища або з розроблювального горизонту на новий горизонт, мають повний поперечний профіль (Рисунок 1,а); траншеї, які проводять на височині, мають неповний поперечний профіль і тому називаються напівтраншеями (Рисунок 1,б).

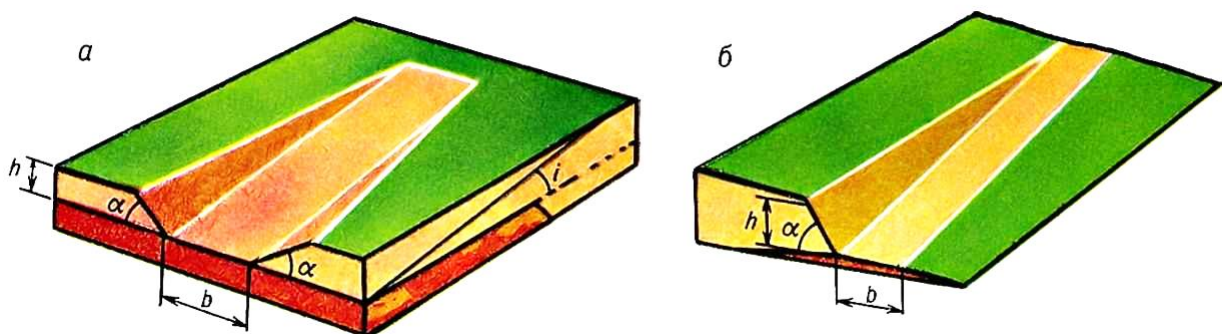


Рисунок 1 - Вскриваючі траншеї

а) капітальна траншея

б) капітальна напівтраншея

При рівній земній поверхні обсяг траншеї визначають як суму обсягів правильних геометричних фігур, його складові (Рисунок 2).

В нього входять:

V_1 - об'єм породи, який представляє середню частину траншеї (фіг. А), м^3

V_2 - об'єм породи, що складається з двох прямих пірамід, утворених розносом бортів траншеї під кутом α (фіг. В), м^3

V_3 - об'єм породи забійної (центральної) частини траншеї після її проведення (фіг. С), м^3

V_4 - об'єм породи забійної (бокової) частини траншеї після її проведення (фіг. D), м^3

Сумарний об'єм породи, що транспортується, складе

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \quad (1)$$

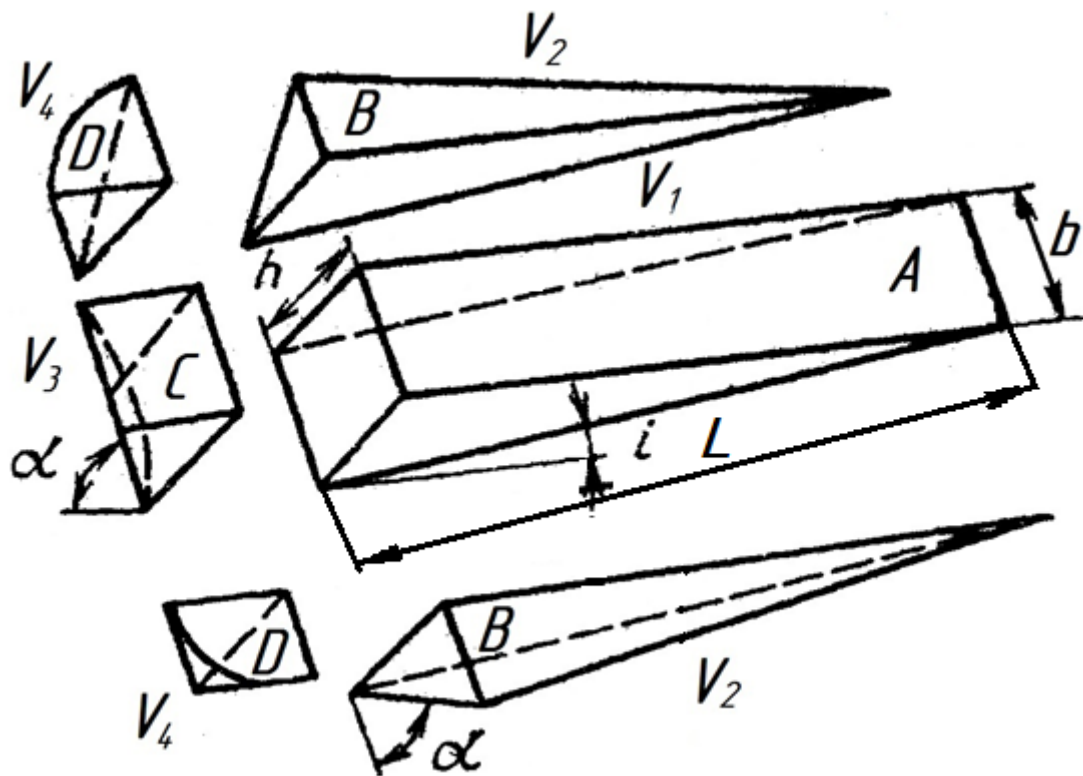


Рисунок 2 - Схеми до розрахунку обсягу породи капітальної траншеї

Фігура А зображує пряму призму в основі якої лежить прямокутник зі сторонами b та h .

Висота полупризми

$$L = \frac{h}{i},$$

L - довжина траншеї, м.

i - ухил траншеї, ‰

Об'єм фігури А

$$V_1 = \frac{b \cdot h^2}{2 \cdot i} \quad (2)$$

Фігура В представляє піраміду, в основі якої лежить трикутник висотою

$$L = \frac{h}{i},$$

і площею

$$F = \frac{h^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \text{ м}^2$$

тоді об'єм фігури В

$$V_2 = \frac{h^3}{3 \cdot i \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad (3)$$

α - кут відкосів бортів траншеї, градус.

Фігура С - пряма полупризма з площею основи $b \cdot h$ і висотою $\frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$

Об'єм фігури С

$$V_3 = \frac{b \cdot h^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad (4)$$

Фігура D - частина конуса в основі якого лежить чверть кола радіусом $\frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$, а висота рівна h .

Об'єм фігури D

$$V_4 = \frac{\pi \cdot h^3}{6 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad (5)$$

Підставив 2, 3, 4, 5 в 1 отримаємо об'єм транспортованої породи (m^3) з похилої капітальної траншеї з урахуванням відкосу торцевої частини

$$V_T = \frac{h^2}{i} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right) + \frac{h^2}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{\pi \cdot h}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right) \quad (6)$$

При похилих траншеях, що мають невеликий ухил, величини V_3 та V_4 відносно малі і ними можна знехтувати. Тоді

$$V_T' = \frac{h^2}{i} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right) \quad (7)$$

Об'єм розпушеної породи, що транспортується (m^3) з похилої капітальної траншеї з урахуванням відкосу торцевої частини становитиме:

$$V_{T.paz.} = V_T \cdot K_p \quad (8)$$

де K_p - коефіцієнт розрихлення використовується для м'яких порід 1,2 - 1,4; для скальних порід 1,4 - 1,6.

4 Визначення моделі екскаватора

При заданому (плановому) часі T_3 проходження траншеї необхідна годинна продуктивність ($m^3/\text{год}$) виїмкової машини:

$$Q_M = \frac{V_{T.paz.}}{T_3} \quad (9)$$

З урахуванням коефіцієнта використання часу k_u , фактична продуктивність виїмкової машини ($m^3/\text{год}$) повинна бути рівна:

$$Q_\phi = \frac{Q_M}{k_u} \quad (10)$$

$$k_u = \frac{t_p}{T}$$

де: T - тривалість зміни (години), t_p - чистий час роботи виїмкової машини (екскаватора).

При роботі екскаватора з автомобільним транспортом - $k_u = 0,75 \dots 0,8$ при роботі безпосередньо у відвал - $k_u = 0,8 \dots 0,95$

Експлуатаційна місткість ковша, м³

$$E_{\text{э}} = \frac{E_T \cdot k_H}{k_P} \quad (11)$$

E_T -теоретична ємність ковша, м³

k_H - коефіцієнт наповнення ковша, приймається $k_H = 0,85...1,1$

k_P -коефіцієнт розрихлення породи в ковші, [Додаток 2, таблиця 7]

Кількість ковшів, розвантажуваних за 1 годину роботи екскаватора

$$n_k = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} \quad (12)$$

де: $t_{\text{ц}}$ - тривалість робочого циклу екскаватора

Тривалість робочого циклу екскаватора ($t_{\text{ц}}$) складається з часу черпання, часу повороту до місця розвантаження і назад до забою, часу розвантаження ковша. На тривалість робочого циклу також впливають умови розвантаження породи, кваліфікація машиніста і низка інших менш значущих факторів. Для попереднього розрахунку можна прийняти тривалість робочого циклу ($t_{\text{ц}}$) рівний 25 - 45с з наступним уточненням часу для конкретного екскаватора по нормативним даним або хронометражним вимірам.

Експлуатаційна продуктивність екскаватора (виїмкової машини), м³/год

$$Q_{\text{э}} = E_{\text{э}} \cdot n_k \quad (13)$$

Для виконання виробничої програми має виконуватися умова: $Q_{\text{э}} = Q_{\text{ф}}$, тоді, визначається фактична ємність ковша, м³

$$E_{\text{ф}} = \frac{Q_M \cdot k_u \cdot k_P}{n_k \cdot k_H} \quad (14)$$

Цій ємності відповідає теоретична ємність ковша для вибору моделі екскаватора [Додаток 2, таблиця 1, 2, 3]. При виборі моделі враховується також ширина тупикового забою, в якому здійснюється робота екскаватора. Вона повинна бути не менш як: $2 \cdot R_{\text{ч.у.}}$ - при тупиковому забої; $1,5-1,7 \cdot R_{\text{ч.у.}}$ - при нормальній заходці; $0,5-1 R_{\text{ч.у.}}$ -при вузькій заходці в обмежених умовах.

Радіус черпання на рівні стояння екскаватора ($R_{ч.у.}$) відповідає межі переміщення ріжучого краю ковша по горизонтальній площині.

5 Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів

При транспортуванні породи на відстань S до 5 км раціональне співвідношення ємкості ковша екскаватора (E_ϕ) та кузова самоскиду (V_a) тобто

$$n = \frac{V_a}{E_\phi} \quad (15)$$

змінюється від 4 до 6 в сторону збільшення відстані транспортування.

При транспортуванні породи на відстань 5 - 10 км орієнтовно приймається 6 - 10.

Необхідна місткість кузова автосамоскида, m^3

$$V_a = n \cdot E_\phi \quad (16)$$

Необхідна експлуатаційна вантажопідйомність автосамоскида, т.

$$q = n \cdot E_\phi \cdot \gamma_p \quad (17)$$

де: γ_p -насипна щільність гірської породи, t/m^3 .

$$\gamma_p = \frac{\gamma}{K_p}$$

γ - щільність гірської породи в масиві, t/m^3 [Додаток 2, таблиця 5]

За отриманими даними вибирається модель автосамоскида [Додаток 2, таблиця 4].

Час рейсу (обороту) автосамоскида T_p включає:

t_{Π} - час навантажування автосамоскида, хв;

$t_{дв}$ - час руху автосамоскида, хв;

t_p - час розвантаження автосамоскида, хв;

$t_{доп}$ - час, необхідний на маневри при навантаженні і розвантаженні автосамоскида, хв.

Час навантаження автосамоскида, хв:

$$t_{\Pi} = n \cdot t_u$$

Час розвантаження автосамоскиду (хв) Включає операції підйому і опускання кузова автосамоскиду тривалість яких становить 0,7 - 0,9 хв для автосамоскидів вантажопідйомністю менше 42 т і 1,2 хв для автосамоскиду більшої вантажопідйомності.

Час маневрів автосамоскиду витрачається на під'їзд і установку автомобілів до місць навантаження і розвантаження. Час маневру при розвантаженні приймається 1,3-1,7 хв, Час маневру при навантаженні з тупиковою схемою під'їзду становить 0,8-1,0 хв.

Час руху автосамоскиду визначається в вантажному і порожняковому напрямках

$$t_{ДВ} = \left(\frac{60 \cdot S}{V_{CP}} + \frac{60 \cdot S}{V_{CP}} \right) \cdot k_{P.З.}$$

V_{CP} - швидкість руху автосамоскида в вантажному і порожняковому напрямках; [Додаток 2, таблиця 6]

$k_{P.З.}$ - коефіцієнт, що враховує розгін і уповільнення автосамоскида при русі. $k_{P.З.} = 1,1$

Потрібне для виконання виробничої програми кількість автосамоскидів, які обслуговують один екскаватор:

$$N = \frac{T_P}{t_{П}} = \frac{t_{П} + t_{ДВ} + t_P + t_{ДОП}}{t_{П}} \quad (18)$$

При отриманні дробового числа його слід округлити в сторону збільшення.

Вимоги до оформлення роботи

Пояснювальна записка повинна бути оформлена машинним способом на одній стороні аркуша білого паперу формату А4. Текст друкується шрифтом Times New Roman, розмір 14, через півтора інтервали. Розміри полів, які рекомендуються: верхнє і нижнє - не менше 20 мм, праве - не менше 10 мм, ліве - 25 мм. Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Сторінки пояснювальної записки слід нумерувати арабськими цифрами,

дотримуючись наскрізної нумерації впродовж всієї роботи. Номером першої сторінки є титульний аркуш. У записці потрібно вживати стандартизовані найменування, позначення та одиниці фізичних величин (система СІ). Скорочення слів і словосполучень подавати відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи.

Формули і математичні рівняння подаються в тексті окремим рядком. Переносити формулу на наступний рядок допускається тільки на знаках операцій, які виконуються, причому знак на початку наступного рядка повторюють. При перенесенні формули на знаку множення застосовують знак "х". Пояснення символів і числових коефіцієнтів, що входять у формулу, якщо вони не пояснені раніше в тексті, має бути подано безпосередньо під формулою. Пояснення кожного символу треба давати з нового рядка, причому перший рядок пояснення має починатися зі слова "де" без двокрапки після нього. Формули нумеруються в межах розділу пояснювальної записки. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули, розділених крапкою. Номер формули записують у круглих дужках на рівні формули праворуч. Посилання на формули дають в круглих дужках, наприклад "... у формулі (2.1). ". Формули, які йдуть одна за одною і не розділені текстом, відокремлюють комою.

Контрольні запитання

1. Чому дорівнює обсяг розпушеній породи капітальної траншеї.
2. Від чого залежить необхідна годинна продуктивність екскаватора.
3. Складові робочого циклу екскаватора.
4. Яке раціональне співвідношення ємності кузова автосамосвала і ємності ковша екскаватора.
5. По якими параметрами вибирається модель автосамоскиду.
6. Складові часу рейсу автосамоскиду.
7. Складові часу розвантаження автосамосвала

Критерії оцінювання

При належному виконанні і захисту роботи максимальна оцінка становить 5 балів.

Перелік посилань

При підготовці методичних вказівок були використані матеріали з літературних джерел:

- 1.Анистратов Ю.И.Технология открытых горных работ –М.: Недра, 1984.- 287с.
- 2.Спиваковский А.О., Потапов М.Г. Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок.–М.: Недра, 1974.
- 3.Эймер В., Опперман С., Редлих Р., Шюманн М. Перемещение грунтов-Бонн:KirschbaumVerlagGmbH, 2006.

Додаток 1

Таблиця 1 - Вихідні дані для виконання індивідуального завдання

Варіант	Тип породи	Висота уступу, м	Ширина нижньої основи траншеї, м	Ухил траншеї, °/00	Ухил бортів траншеї, градус	Плановий час проведення траншеї, годину.	Відстань транспортування , км
1	піщаний сланець	5	15	30	45	40	0,5
2	пісчаник	6	15,5	35	60	45	0,6
3	мармур	7	16	40	50	50	0,7
4	глина	8	16,5	45	46	55	0,8
5	сланець слюдистий	9	17	50	45	60	0,9
6	магнетит	10	17,5	55	59	65	1
7	каолінит	11	18	60	57	70	1,2
8	вапняк	12	18,5	65	58	74	1,4
9	базальт	13	19	70	55	78	1,6
10	граніт	14	19,5	75	60	82	1,8
11	вапняк мармуризований	15	20	80	56	86	2
12	кварцит	16	20,5	85	60	90	2,3
13	доломіт	17	21	90	47	94	2,6
14	конгломерат	18	21,5	95	45	98	2,9
15	сіль кам'яна	19	22	100	60	105	3,2
16	кальцит	20	22,5	105	45	115	3,5
17	халцедон	5	15	110	49	40	3,8
18	халькопірит	6	15,5	115	47	45	4
19	хлорит	7	16	120	45	50	4,5
20	мергель	8	16,5	30	46	55	5
21	піщаний сланець	9	17	35	45	60	5,5
22	пісчаник	10	17,5	40	60	65	6
23	мармур	11	18	45	50	70	6,5
24	глина	12	18,5	50	46	74	7
25	сланець слюдистий	13	19	55	45	78	7,5
26	магнетит	14	19,5	60	59	82	8
27	каолінит	15	20	65	57	86	8,5

28	вапняк	16	20,5	70	58	90	9
29	базальт	17	21	75	55	94	9,5
30	граніт	18	21,5	80	60	98	10
31	вапняк мармуризований	19	22	85	56	105	1,5
32	кварцит	20	22,5	90	60	115	2
33	доломіт	5	15	95	47	40	2,5
34	конгломерат	6	15,5	100	45	45	3
35	сіть кам'яна	7	16	105	60	50	3,5
36	кальцит	8	16,5	110	45	55	4
37	халцедон	9	17	115	49	60	4,5
38	халькопірит	10	17,5	120	47	65	5
39	хлорит	11	18	30	45	70	5,5
40	мергель	12	18,5	35	46	74	6

Додаток 2

Таблиця 1 - Технічна характеристика екскаваторів ЕКГ

Тип екскаватора	Показник											
	ЭКГ-8и	ЭКГ-10	ЭКГ-12,5	ЭКГ-15	ЭКГ-20 А	ЭКГ-5у	ЭКГ-6,3УС	ЭКГ-8УС	ЭКГ-12УС	ЭКГ-8У	ЭВГ-35/65м	ЭВГ-100/70
Місткість ковша , м ³ : - номінальна - змінна	8,0 6,3-10	10,0 8-16	12,5 16	15,0	20,0 18-23	5,0 8	6,3	8,0 12	12,5	8,0	35,0	100,0
Максимальна висота черпання , м	13,5	13,5	15,1	16,4	17,9	22,2	17,1	17,6	22,0	30,0	40,0	50,0
Максимальна висота розвантаження , м	8,6	8,6	10,0	10,0	11,6	17,5	12,5	12,3	15,8	24,5	45,0	40,0
Максимальний радіус копання , м	18,4	18,4	22,5	22,6	24,0	23,7	19,8	19,8	28,0	34,0	65,0	70,0
Радіус копання на рівні стояння , м	12,2	12,6	14,8	15,6	13,7	14,5	13,5	13,5	17,5	20,2	37,0	-
Максимальний радіус розвантаження , м	16,3	16,3	19,9	20,0	21,6	22,1	17,9	17,9	26,0	32,0	62,0	66,0
Радіус обертання кузова, м	7,78	7,78	8,0	10,0	8,0	7,78	7,78	7,78	10,0	10,0	-	-
Час циклу , с	26	26	28	28	30	30	28	28	32	32	56	55
Потужність , кВт	520	630	1250	1250	1358	630	630	630	1250	1250	5500	11600
Маса, т	370	395	658	672	1060	386	385	405	695	710	3790	12000
Тиск на ґрунт , МПа	0,26	0,22	0,20	0,21	0,30	0,21	0,26	0,23	0,22	0,22	-	-

Таблиця 2 - Технічна характеристика екскаваторів ЕГ

Тип екскаватора	ЭГ-6	ЭГ-12Б	ЭГ-15	РН-1550CD	РН-2250CD	ЭГО-4	ЭГО-8	РН-1550HD
Робоче обладнання	Пряма мехлопата					Зворотня мехлопата		
Місткість ковша для скальних порід, м ³	6,0	12,0	15,0	9,2	11,5	4,0	8,0	9,0
Максимальна висота копання, м	13	13,5	16	12,7	15,2	- •	-	-
Максимальна глибина копання, м	-	-	-	3,0	3,5	9,0	12,0	8,2
Максимальна висота розвантаження, м	9,0	10,5	13,0	9,0	12,4	9,0	12,5	9,0
Максимальний радіус копання, м	13,0	15,0	16,0	13,3	16,1	12,3	16,7	16,1
Радіус копання на рівні стояння, м	12,0	13,5	14,0	12,7	15,2	12,3	16,7	16,1
Максимальний радіус розвантаження, м	12,0	13,5	14,0	11,0	11,7	9,0	12,5	8,9
Радіус обертання кузова, м	-	7,1	-	4,6	5,5	-	7,2	4,6
Потужність, кВт	500	-	910	820	1200	660	910	820
Маса, т	150	330	350	206	341	150	350	205
Тиск на ґрунт, МПа	0,16	0,22	0,167	0,143	0,155	0,17	0,167	0,142

Таблиця 3 - Технічна характеристика кар'єрних мехлопат фірми Харнішфегер Корп. (США)

Найменування	Показник						
Тип екскаватора	RH-1900AL	RH-2100BL	RH-2100ХРА	RH-2300ХРБ	RH-2800ХРБ	RH-4100	RH-5700ХРА
Місткість ковша, м³: - номінальна - змінна	10,7 7,5-19,1	13,8 10,7—21,4	16,8 12,2-25,2	24,5 19,9-36,7	35,2 25,2-53,5	42,8 30,6-61,2	53,5 45,8-65
Максимальна висота копання, м	14,63	14,73	15,14	15,39	16,23	16,92	20,73
Максимальна висота розвантаження, м	9,75	9,65	10,06	9,91	10,01	9,6	13,26
Максимальний радіус копання, м	17,83	20,04	* 20,60	21,54	23,88	23,5	29,06
Радіус копання на рівні стояння, м	11,58	13,49	14,05	15,27	16,63	15,62	20,42
Максимальний радіус розвантаження, м	16,15	17,53	18,08	18,69	20,98	21,08	25,48
Радіус обертання кузова, м	7,02	7,62	8,61	9,75	9,96	10,066	11,35
Час циклу, с	28	30	30	30	30	32	32
Потужність, кВт	368	552	1426	1858	2227	2684	5042
Маса, т	436	572	627	884	1237	1383	1905

Таблиця 4.1 - Технічна характеристика автосамоскидів

Параметри	Автосамоскиди				
	БелАЗ-540	БелАЗ-548	БелАЗ - 549	БелАЗ-7519	БелАЗ-75211
Колісна формула	4X2	4X2	4X2	4X2	4X2
Вантажопідйомність, т	27	40	75	110	170
Потужність двигуна, кВт	265	367	770	955	1690
Місткість кузова, м³	15	21	35	44	70
Довжина бази, мм	3550	4200	4450	5300	6650
Радіус повороту по колії переднього зовнішнього колеса, м	8,5	10	11	12	16
Максимальна швидкість руху, км/год	55	50	50	52	50
Розмір шин	18.00—25	20.00—33	27.00—49	33.00—51	40.00—57
Трансмісія	гідромеханічна		електромеханічна		
Основні розміри, мм: довжина	7250	8120	10 250	11 250	14 285
ширина	3480	3790	5360	6 100	7 800
висота	3580	3800	4750	5 130	6 400
Маса (без вантажу), т	21	29	66	85	159

Таблиця 4.2 - Технічна характеристика автосамоскидів

Найменування	Показник									
Тип автосамоскида	Комацу HD 1200	БелАЗ- 7514	БелАЗ- 7513	БелАЗ- 75215	БелАЗ- 75303	Cat 793B	БелАЗ- 75305	БелАЗ- 7550	БелАЗ- 75501	БелАЗ- 75503
Вантажопідйомність, т	120	120	130	180	200	218	200	280	280	330
Об'єм кузова, м³	46	47	50,1	110	125	129	92	110	110	139
Повна маса навантаженого автосамоскида, т	204,5	210	235	343	355,5	376,5	400	490	530	600
Колісна формула	4x2								4x4	
Потужність двигуна, КВт	854	956	1194	1691	1765	1611	2060	2575	2720	3125
Тип шин	33.00-51			40.00-57			40.00-63	40.00-69	40.00-57	
База автосамоскида, м	5,4	5,3	5,3	6.65	6,1	5,9	6,85	7,6		
Габаритні розміри автосамоскида, м:										
- довжина	30,9	11,38	11,5	14,58	13,36	12,86	15	16,7	20	21
- ширина	6,3	6,14	6,47	7,78	7,78	7,6	8	8,8	8,2	8,3
- висота	4,89	5,58	5,72	6,46	6,52	6,43	6,5	6,6	6,15	6,6
Радіус повороту, м	14 '			18,0	17,0	15,0	17,0	18,5	25,5	24,0
Максимальна швидкість руху, км/год	57,5	45		40		54	45	40		
Статична площа контакту завантаженої шини, см²	10602			14836			18906	22150	14836	
Кількість шин, од.	6								8	

Таблиця 5 - Щільність в масиві мінералів і гірських порід

Мінерал, гірська порода	$\gamma \cdot 10^3, \text{кг/м}^3$	Мінерал, гірська порода	$\gamma \cdot 10^3, \text{кг/м}^3$
Алмаз	3,52	Магнетит	5,17
Кварц	2,65	Галеніт	7,50—7,15
Топаз	3,40-5,55	Ангідрит	2,8-3,0
Корунд	4,02	Апатит	3,16-3,27
Пірит	4,02-4,91	Барит	4,3-4,7
Вольфраміт	6,7-7,5	Сфалерит	3,5-4,2
Галіт	2,17	Тальк	2,7-2,8
Гіпс	2,3-2,4	Флюорит	3,01-3,25
Глауконіт	2,2-2,9	Халцедон	2,59-2,64
Графіт	2,09-2,25	Халькопірит	4,1-4,3
Каолініт	2,58-2,60	Хлорит	2,6-3,0
Доломіт	1,80-3,15	Шеєліт	5,8-6,2
Кальцит	2,6-2,8	Шпінель	3,5-3,7
Магнезит	2,9-3,1	Граніт	2,55-2,67
Сидерит	3,0-3,9	Гранодиорит	2,62-2,78
Касситерит	6,8-7,1	Сієніт	2,57-2,65
Малахіт	3,9-4,03	Серпентиніт	2,48-3,60
Монтморилоніт	2,04-2,52	Ліпарит	2,14-2,59
Нефелін	2,55-2,65	Порфір кварцовий	2,54-2,66
Дуніт серпентизированный	2,66-3,20	Андезит	2,17-2,68
Лабрадорит	2,63-2,69	Базальт	2,22-2,85
Габбро	2,75-3,10	Діабаз	2,62-2,95
Габбронорит	2,90-3,09	Перидотит	2,88-3,29
Норит	2,94-3,05	Пісок	1,3-2,0
Сланець слюдяний	2,6-2,75	Алевроліт	1,8-2,8
Вапняк мармуризований	2,65-2,68	Пісчаник	2,0-2,9
Кварцит	2,62-2,65	Піщаний сланець	2,3-3,0
Мармур	2,68-2,72	Брекчія	1,6-3,0
Глина	1,2-2,4	Конгломерат	2,1-3,0
Аргіліт	1,7-2,9	Мергель	1,5-2,8
Сланець глинистий	2,3-3,0	Вапняк	1,8-2,9
Опал	1,9-2,5	Доломіт	1,9-3,0
Піротин	4,58-4,7	Гіпс	2,1-2,5
Серпентин	2,5-2,6	Ангідрит	2,4-2,9
Біотит	2,69-3,0	Сіль кам'яна	2,15-2,3
Мусковіт	2,5-3,0	Опока	1,0-1,6
Флогопіт	2,7-3,0	Кремень	2,52-2,6

Таблиця 6 - Середня швидкість руху автосамоскидів від відстані транспортування

Відстань транспортування, км	Середня швидкість руху, км/год	Відстань транспортування, км	Середня швидкість руху, км/год
0,5	12,2	1,8	19,5
0,6	13,1	2	20,3
0,7	13,9	2,3	21,2
0,8	14,6	2,6	22,2
0,9	15,3	2,9	23,2
1	15,9	3,2	24
1,2	16,7	3,5	24,8
1,4	17,7	3,8	25,6
1,6	18,7	>3,81	26,4

Таблиця 7 - Коефіцієнт розрихлення гірських порід

Породи	Питома вага породи в щільному тілі, т/м ³	Коефіцієнт розрихлення, об'ємний		
		в ковші екскаватора	в вагоні	в відвалі (насипу)
Легкі	1,5-1,7	1,2	1,15	1,1
Середні	1,8	1,5	1,3	1,15
Важкі	1,9-4,8	1,9	1,5	1,25

Додаток3

Приклад розрахунку індивідуального завдання

Вихідні дані:

$h=10$ - висота уступу, м

$b=20$ - ширина нижньої основи траншеї, м

$\alpha = 60$ - кут відкосу бортів траншеї, град.

$\gamma=2,62$ - щільність породи в цілині, т/м³

$i= 50$ - ухил траншеї, ‰

$T_3 = 80$ - плановий час на проведення траншеї, години

$S = 4$ - відстань транспортування самоскидом, км

1 Об'єм одиночній похилої капітальної траншеї (м³)

При рівній земній поверхні обсяг траншеї визначають як суму обсягів правильних геометричних фігур, його складові (Рисунок 1).

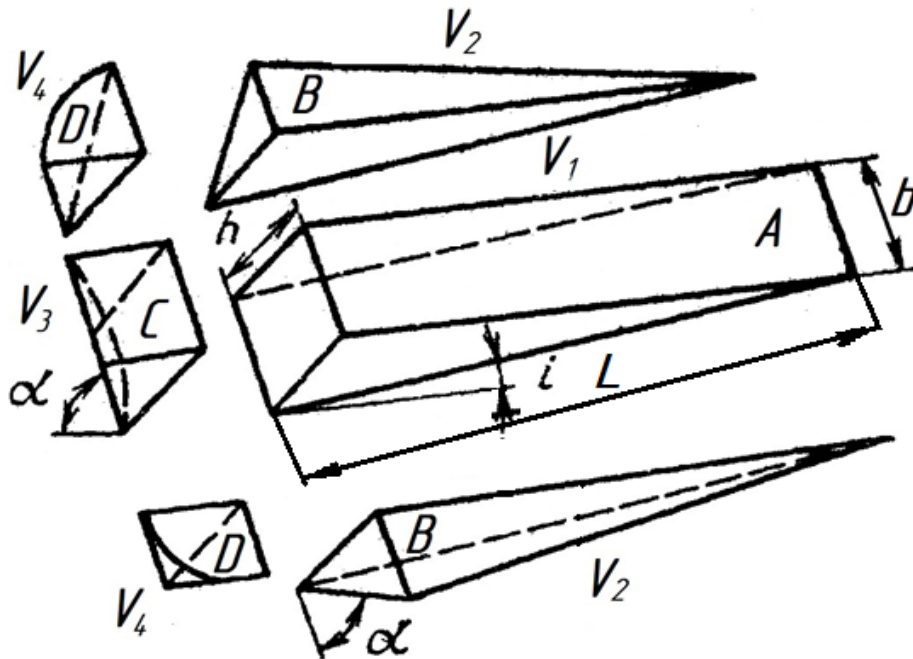


Рисунок 1 - Схеми до розрахунку обсягу капітальної траншеї

В нього входять:

V_1 - об'єм, який представляє середню частину траншеї (фіг. А), м^3

V_2 - об'єм, що складається з двох прямих пірамід, утворених розносом бортів траншеї під кутом α (фіг. В), м^3

V_3 - об'єм породи забійної (центральної) частини траншеї після її проведення (фіг. С), м^3

V_4 - об'єм породи забійної (бокової) частини траншеї після її проведення (фіг. D), м^3

Сумарний об'єм породи, що транспортується складе

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \quad (1)$$

Фігура А зображує пряму призму в основі якої лежить прямокутник зі сторонами b та h .

Висота полупризми

$$L = \frac{h}{i},$$

L - довжина траншеї, м.

i - ухил траншеї, ‰ для розрахунків в формулу підставляємо в частках, тобто ухил $i = 50\text{‰} = 0,05$

Об'єм фігури А

$$V_1 = \frac{b \cdot h^2}{2 \cdot i} = \frac{20 \cdot 10^2}{2 \cdot 0,05} = 20000 \text{ м}^3 \quad (2)$$

Фігура В представляє піраміду, в основі якої лежить трикутник висотою

$$L = \frac{h}{i},$$

і площею

$$F = \frac{h^2}{2 \cdot \text{tg } \alpha}, \text{ м}^2$$

тоді об'єм фігури В

$$V_2 = \frac{h^3}{3 \cdot i \cdot \text{tg } \alpha} = \frac{10^3}{3 \cdot 0,05 \cdot 1,732} = 3849 \text{ м}^3 \quad (3)$$

де α - кут відкосів бортів траншеї, градус.

Фігура С - пряма полупризма з площею основи $b \cdot h$ і висотою $\frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$

Об'єм фігури С

$$V_3 = \frac{b \cdot h^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{20 \cdot 10^2}{2 \cdot 1,732} = 577 \text{ м}^3 \quad (4)$$

Фігура D - частина конуса в основі якого лежить чверть кола радіусом $\frac{h}{\operatorname{tg} \alpha}$, а висота рівна h .

Об'єм фігури D

$$V_4 = \frac{\pi \cdot h^3}{6 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{\pi \cdot h^3}{6 \cdot 1,732^2} = 17 \text{ м}^3 \quad (5)$$

Підставив 2, 3, 4, 5 в 1 отримаємо об'єм транспортованої породи (м³) з похилої капітальної траншеї з урахуванням відкосу торцевої частини

$$V_T = \frac{h^2}{i} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right) + \frac{h^2}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{\pi \cdot h}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right) = \frac{10^2}{0,05} \cdot \left(\frac{20}{2} + \frac{10}{3 \cdot 1,732} \right) + \frac{10^2}{1,732} \cdot \left(\frac{20}{2} + \frac{\pi \cdot 10}{3 \cdot 1,732} \right) = 24780 \text{ м}^3 \quad (6)$$

При похилих траншеях, що мають невеликий ухил, величини V_3 та V_4 відносно малі і ними можна знехтувати. Тоді

$$V'_T = \frac{h^2}{i} \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{3 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right) = \frac{10^2}{0,05} \cdot \left(\frac{20}{2} + \frac{10}{3 \cdot 1,732} \right) = 23850 \text{ м}^3 \quad (7)$$

Об'єм розпушеної породи, що транспортується (м³) з похилої капітальної траншеї з урахуванням відкосу торцевої частини становитиме:

$$V_{T.раз.} = V_T \cdot K_p = 23850 \cdot 1,5 = 35770 \text{ м}^3 \quad (8)$$

де K_p - коефіцієнт розрихлення використовується для м'яких порід 1,2 - 1,4; для скальних порід 1,4 - 1,6.

4 Визначення моделі екскаватора

При заданому (плановому) часі T_3 проходження траншеї необхідна годинна продуктивність (м³/год) виїмкової машини:

$$Q_M = \frac{V_{T.раз}}{T_3} = \frac{35770}{80} = 447 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (9)$$

З урахуванням коефіцієнта використання часу k_u , фактична продуктивність виїмкової машини (м³/год) повинна бути рівна:

$$Q_\phi = \frac{Q_M}{k_u} = \frac{447}{0,8} = 558,75 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (10)$$

$$k_u = \frac{t_p}{T}$$

де T - тривалість зміни (години), t_p - чистий час роботи виїмкової машини (екскаватора).

При роботі екскаватора з автомобільним транспортом - $k_u = 0,75...0,8$ при роботі безпосередньо у відвал - $k_u = 0,8...0,95$

Експлуатаційна місткість ковша, м³

$$E_\phi = \frac{E_T \cdot k_H}{k_P} \quad (11)$$

E_T - теоретична ємність ковша, м³

k_H - коефіцієнт наповнення ковша, приймається $k_H = 0,85...1,1$

k_P - коефіцієнт розрихлення породи в ковші, [Додаток 2, таблиця 7]

Кількість ковшів, розвантажуються за 1 годину роботи екскаватора

$$n_k = \frac{3600}{t_u} = \frac{3600}{30} = 120 \quad (12)$$

де t_u - тривалість робочого циклу екскаватора

Тривалість робочого циклу екскаватора (t_u) складається з часу черпання, часу повороту до місця розвантаження і назад до забою, часу розвантаження ковша. На тривалість робочого циклу також впливають умови розвантаження породи, кваліфікація машиніста і низка інших менш значущих факторів. Для попереднього розрахунку можна прийняти тривалість робочого циклу

(t_u) рівний 25 - 45с з наступним уточненням часу для конкретного екскаватора по нормативним даним або хронометражним вимірам.

Експлуатаційна продуктивність екскаватора (виїмкової машини), м³/год

$$Q_{\text{э}} = E_{\text{э}} \cdot n_k \quad (13)$$

Для виконання виробничої програми має виконуватися умова: $Q_{\text{э}} = Q_{\phi}$, тоді, визначається фактична ємність ковша, м³

$$E_{\phi} = \frac{Q_M \cdot k_P}{n_k \cdot k_H \cdot k_u} = \frac{447 \cdot 1,9}{120 \cdot 1 \cdot 0,8} = 8,84 \approx 9 \quad (14)$$

Цій ємності відповідає теоретична ємність ковша для вибору моделі екскаватора [Додаток 2, таблиця 1, 2, 3]. При виборі моделі враховується також ширина тупикового забою, в якому здійснюється робота екскаватора. Вона повинна бути не менш як: $2 \cdot R_{\text{ч.у.}}$ - при тупиковому забої; $1,5-1,7 \cdot R_{\text{ч.у.}}$ - при нормальній заходці; $0,5-1 R_{\text{ч.у.}}$ - при вузькій заходці в обмежених умовах.

Радіус черпання на рівні стояння екскаватора ($R_{\text{ч.у.}}$) відповідає межі переміщення ріжучого краю ковша по горизонтальній площині.

5 Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів

При транспортуванні породи на відстань S до 5 км раціональне співвідношення ємності ковша екскаватора (E_{ϕ}) та кузова самоскиду (V_a) тобто

$$n = \frac{V_a}{E_{\phi}} \quad (15)$$

змінюється від 4 до 6 в сторону збільшення відстані транспортування.

При транспортуванні породи на відстань 5 - 10 км орієнтовно приймається 6 -10.

Необхідна місткість кузова автосамоскида, м³

$$V_a = n \cdot E_{\phi} = 5 \cdot 9 = 45 \text{ м}^3 \quad (16)$$

Необхідна експлуатаційна вантажопідйомність автосамоскида, т.

$$q = n \cdot E_{\phi} \cdot \gamma_P = 5 \cdot 9 \cdot 1,74 = 78,3 \text{ т} \quad (17)$$

де: γ_p - насипна щільність гірської породи, т/м³.

$$\gamma_p = \frac{\gamma}{K_p} = \frac{2,62}{1,5} = 1,74 \text{ т/м}^3$$

γ - щільність гірської породи в масиві, т/м³ [Додаток 2, таблиця 5]

За отриманими даними вибирається модель автосамоскида [Додаток 2, таблиця 4].

Час рейсу (обороту) автосамоскида T_p включає:

t_{Π} - час навантажування автосамоскида, хв;

$t_{дв}$ - час руху автосамоскида, хв;

t_p - час розвантаження автосамоскида, хв;

$t_{доп}$ - час, необхідний на маневри при навантаженні і розвантаженні автосамоскида, хв.

Час навантаження автосамоскида, хв:

$$t_{\Pi} = n \cdot t_{\Pi} = \frac{9 \cdot 28}{60} = 4,2 \text{ мин}$$

Час розвантаження автосамоскиду (хв) Включає операції підйому і опускання кузова автосамоскиду тривалість яких становить 0,7 - 0,9 хв для автосамоскидів вантажопідйомністю менше 42 т і 1,2 хв для автосамоскиду більшої вантажопідйомності.

Час маневрів автосамоскиду витрачається на під'їзд і установку автомобілів до місць навантаження і розвантаження. Час маневру при розвантаженні приймається 1,3-1,7 хв, Час маневру при навантаженні з тупиковою схемою під'їзду становить 0,8-1,0 хв.

Час руху автосамоскиду визначається в вантажному і порожняковому напрямках

$$t_{дв} = \left(\frac{60 \cdot S}{V_{CP}} + \frac{60 \cdot S}{V_{CP}} \right) \cdot k_{p.3.} = \left(\frac{60 \cdot 4}{26,4} + \frac{60 \cdot 4}{26,4} \right) \cdot 1,1 = 20 \text{ минут}$$

V_{CP} - швидкість руху автосамоскида в вантажному і порожняковому напрямках; [Додаток 1, таблиця 6]

$k_{p.з.}$ - коефіцієнт, що враховує розгін і уповільнення автосамоскида при русі. $k_{p.з.} = 1,1$

Потрібне для виконання виробничої програми кількість автосамоскидів, які обслуговують один екскаватор:

$$N = \frac{T_P}{t_{\Pi}} = \frac{t_{\Pi} + t_{ДВ} + t_P + t_{ДОП}}{t_{\Pi}} = \frac{4,2 + 20 + 1,2 + 2,5}{4,2} = 6,6 \approx 7 \quad (18)$$

Приймаєм 7 автосамоскидів.

Навчальне видання

Федоскін Валерій Олексійович
Єрісов Микола Миколайович

**РОЗРОХУНОК КІЛЬКОСТІ САМОСКИДІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ
КАПІТАЛЬНИХ ТРАНШЕЙ**

Методичні рекомендації до виконання практичної роботи
студентам напряму підготовки 274 «Автомобільний транспорт»

Підписано до видання 25.06.2015.
Електронний ресурс. Авт. арк. 1,5.

Видано
у Державному вищому навчальному закладі
«Національний гірничий університет».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.