

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



**ДНІПРОВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА**
1899



**КАФЕДРА
БУДІВНИЦТВА,
ГЕОТЕХНІКИ
І ГЕОМЕХАНІКИ**

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

Методичні рекомендації до практичних занять із дисципліни
«Гірничо-прохідницька і будівельна техніка»
для підготовки бакалаврів спеціальностей
184 Гірництво та 192 Будівництво та цивільна інженерія

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Методичні рекомендації до практичних занять із дисципліни
«Гірничо-прохідницька і будівельна техніка»
для підготовки бакалаврів спеціальностей
184 Гірництво та 192 Будівництво та цивільна інженерія**

**Дніпро
2019**

Методичні рекомендації до практичних занять із дисципліни «Гірничо-прохідницька і будівельна техніка» для підготовки бакалаврів спеціальностей 184 Гірництво та 192 Будівництво та цивільна інженерія / Р.М. Терещук, О.В. Халимендик, Г.П. Іванова, К.С. Жабчик. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. – 51 с.

Автори:

Р.М. Терещук, канд. техн. наук, доц. (практичні заняття № 1-6);
О.В. Халимендик, канд. техн. наук, доц. (практичні заняття № 1-3).
Г.П. Іванова, канд. техн. наук, доц. (практичні заняття № 4-5);
К.С. Жабчик, канд. техн. Наук (практичні заняття № 6).

Рекомендовано до видання редакційною радою НТУ «ДП» (протокол № 9 від 03.09.2019) за поданням кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки (протокол №1 від 30.08.2019).

Подано методичні рекомендації до практичних навчальних занять з дисципліни «Гірничо-прохідницька і будівельна техніка» для підготовки бакалаврів спеціальностей 184 Гірництво та 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Розглянуто найбільш загальні підходи до визначення продуктивності й необхідної кількості гірничо-прохідницьких та будівельних машин при будівництві об'єктів різного призначення.

Методичні рекомендації до практичних занять передбачають виконання завдань як із викладачем, так і під час самостійної роботи.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ БУРИЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	5
2. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ МАШИН.....	10
3. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМБАЙНІВ.....	18
4. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ УЩІЛЬНЮЮЧИХ МАШИН.....	28
5. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН.....	33
6. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ТА РОЗПОДІЛЬЧИХ МАШИН.....	41
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАНОГО ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ..	50
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	50

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна “Гірничо-прохідницька і будівельна техніка” є базовою в підготовці студентів до самостійної роботи у сфері будівництва, як гірничих, так і промислових (цивільних) об’єктів.

Гірничо-прохідницька і будівельна техніка сама по собі виступає дуже важливим чинником гірничого, промислового або цивільного будівництва. Її вивчення в межах однойменної дисципліни передбачає розгляд великої кількості обладнання, яке застосовується для виконання гірничо-прохідницьких та будівельних робіт. Знання принципів вибору гірничо-прохідницьких та будівельних машин, вивчення їхньої будови та перспективи освоєння нових видів – усе це дає змогу фахівцям, що працюють у складі технічних відділів підприємств, розробляти сучасні проекти гірничого, промислового або цивільного будівництва.

Метою видання цих методичних рекомендацій було ознайомлення студентів із найбільш загальними питаннями вибору та обґрунтування необхідного гірничо-прохідницького та будівельного обладнання при будівництві різних видів об’єктів, з огляду на специфіку кожного розділу навчальної програми.

У результаті вивчення дисципліни “Гірничо-прохідницька і будівельна техніка” студент повинен засвоїти основну інформацію про види й будову гірничо-прохідницьких та будівельних машин, про організацію робочих місць при виконанні різних будівельних робіт, зокрема про ознаки правильно влаштованого робочого місця, групування нормативних документів; він має осмислити принципи вибору гірничо-прохідницьких та будівельних машин відповідно до конкретних виробничих умов, а також правила безпеки та охорони праці.

Засвоївши матеріал дисципліни, студент повинен уміти:

- визначати продуктивність гірничо-прохідницьких та будівельних машин та їхню необхідну кількість з урахуванням певних виробничих умов;
- розробляти технологічні схеми переміщення гірничо-прохідницьких та будівельних машин;
- застосовувати методики обчислення параметрів цих машин;
- оцінювати якість робіт вибраної техніки;
- правильно розраховувати витрати часу на виконання гірничо-прохідницьких та будівельних робіт, а також будувати графіки їх ведення.

Рекомендації побудовано таким чином, що користуючись ними, студент може виконувати завдання як під керівництвом викладача, так і самостійно. Вони встановлюють обсяг і рівень засвоєння практичних знань за видами занять і сприяють поліпшенню якості самостійної роботи й підвищенню рівня підготовки фахівця.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ БУРИЛЬНИХ УСТАНОВОК

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності бурильних установок на базі знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни та шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набутих умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності бурильних установок.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Технічна продуктивність бурильних установок показує, скільки може бути пробурено шпурометрів за одну годину чистого машинного часу в типових експлуатаційних умовах. Цей параметр визначають за такою формулою:

$$Q_{\text{техн}} = \frac{60}{t_{\text{бур}} + t_{\text{дон}}}, \text{ м/год,}$$

де $t_{\text{бур}}$ – чистий час буріння шпура глибиною 1 м, хв;

$t_{\text{дон}}$ – допоміжний технологічний час, необхідний для буріння шпура глибиною 1 м, хв.

$$\text{Чистий час буріння } t_{\text{бур}} = \frac{1}{60k_o n v}, \text{ хв,}$$

де k_o – коефіцієнт одночасності при роботі двох бурильних машин ($k_o = 0,7$); трьох бурильних машин ($k_o = 0,5$);

n – число шпурів, які пробурюються одночасно;

v – швидкість буріння, м/с (залежить від міцності порід, а тому її значення приймають згідно із технічною характеристикою бурильної машини).

Допоміжний технологічний час

$$t_{\text{дон}} = t_{\text{ман}} + t_{\text{з.х}} + t_{\text{к}}, \text{ хв,}$$

де $t_{\text{ман}}$ – час, що витрачається на маніпуляції із встановлення й перестановки бурильних машин, передбачено, що дорівнює 0,25 – 0,5 хв на 1 м шпура;

$t_{\text{з.х}}$ – час зворотного ходу бурильної головки на 1 м шпура, хв;

$t_{\text{к}}$ – час на заміну коронок, хв; передбачено, що становить 0,1 хв на буріння 1 м шпура.

Таким чином, технічна продуктивність (шпурометрів на годину)

$$Q_{\text{техн}} = \frac{60}{\frac{1}{k_o n v} + (t_{\text{ман}} + t_{\text{з.х}} + t_{\text{к}})}$$

Експлуатаційна продуктивність бурильних установок (у шпурометрах) визначається з огляду на загальний час роботи (в зміну), враховуючи час на підготовчі й завершальні операції та різного роду простої з організаційних і технічних причин, а саме:

$$Q_E = \frac{T - (t_{n.з} + t_{n.з}^1 + O + t_{\text{нідр}})}{\frac{1}{k_o n v} + (t_{\text{ман}} + t_{\text{з.х}} + t_{\text{к}})}, \text{ ШПМ/ЗМ,}$$

де T – тривалість зміни, хв;

$t_{n.з}$ – час, витрачений на загальні підготовчо-завершальні операції протягом зміни, прийнято, що він становить 2,5 % її тривалості, хв;

$t_{n.з}^1$ – час, витрачений на підготовчо-завершальні операції при бурінні шпурів, передбачено, що він дорівнює 9,5 % тривалості зміни, хв;

O – час відпочинку прохідників, прийнято, що становить 10 % тривалості зміни, хв;

$t_{\text{нідр}}$ – час, передбачений на технологічну перерву для проведення підривних робіт (12 % тривалості зміни), хв.

Таблиця 1

Технічна характеристика шахтних бурильних установок

Обертальне буріння (марка установки)				
Параметри	БУЕ-1М	БУЕ-3	БКГ-2	БУА-3С
Розміри вибою, обурюваного з однієї позиції, м:				
– висота	4	4,2	3,5	3,4
– ширина	3,8	5,4	4,5	3,7
Коефіцієнт міцності породи	8 – 16	16	16	6
Площа перерізу виробки в проходці, м ²	8 – 12	9 – 25	9 – 22	15
Глибина буріння шпурів, м	3,0		2,8	2,5
Бурильна машина, тип/кількість	БУЕ/1; МБЕ/1	МБЕ/2	БКГ/2	БУА/1

Продовження табл. 1

Ходова частина, тип	Колісно-рейкова			Гусенична
Ширина колії, мм	600; 750; 900	750; 900	900	–
Габаритні розміри, м:				
– довжина	8,9	8,6	6,8	7,35
– ширина	1,15	1,3	1,41	1,45
– висота	1,2	1,6	1,61	1,4
Маса, т	5,4	9,8	5,5	5,4
Ударно-обертальне (марка установки)				
Параметри	СБКНС-2	СБКН-2П	2БКП-3	3БК-5Д
Розміри вибою, обурюваного з однієї позиції, м:				
– висота	3	2,5	3,6	7,1
– ширина	3,55	3,3	4,5	8,5
Коефіцієнт міцності породи	12 – 20			
Площа перерізу виробки в проходці, м ²	5 – 10	5 – 11	9 – 20	60
Глибина буріння шпурів, м	2	2,5	3	4
Бурильна машина, тип/кількість	ПТ-36М/2; ПК-60/2	ПТ-36М/2; ПК-60/2	ПК-60/2	ПК-75/3
Ходова частина, тип	Колісно-рейкова			Пневмо-колісна
Ширина колії, мм	600; 750	750; 900		–
Габаритні розміри, м:				
– довжина	5,28	6,5	8,7	11,8
– ширина	0,95	1,35	1,75	2,4
– висота	1,17	1,60	1,60	2,5
Маса, т	4,63	5,1	9	20
Оборотно-ударне буріння (марка установки)				
Параметри	1БУ-1	1СБУ-2	1БУР-2	1СБУ-2К
Розміри вибою, обурюваного з однієї позиції, м:				
– висота	4	3,92	4	5,8
– ширина	5,2	5,88	5,8	6,2
Коефіцієнт міцності породи	16			
Площа перерізу виробки в проходці, м ²	8 – 12	12 – 20	12 – 20	20 – 30
Глибина буріння шпурів, м	2,7; 3,3			4
Бурильна машина, тип/кількість	БГА-1М; 1БГА-1; ПК-75/1	БГА-1М; ПК-75/2	БГА-1М; 1БГА-1; ПК-75/2	БГА-1М/2

Закінчення табл. 1

Ходова частина, тип	Колісно-рейкова	Гусенична	Колісно-рейкова	Гусенична
Ширина колії, мм	600; 750; 900	–	750; 900	–
Габаритні розміри, м:				
– довжина	8,7	9,1	8,7	9,2 – 10
– ширина	0,85	2	1,35	2,4
– висота	1,5	1,8	1,5	2,35 – 2,75
Маса, т	4,05	8; 9	6,5	13,9 – 14,6

Приклад. Визначити технічну й експлуатаційну продуктивність установки для буріння шпурів у вибої, площа перерізу якого $S_{np} = 13,1 \text{ м}^2$ (ширина $B = 4520 \text{ мм}$) у породах, міцність яких $f = 5$ за шкалою проф. М.М. Протодьяконова, тривалість зміни $T = 6$ год.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Вибір способу буріння

На основі багатьох дослідів встановлено такі сфери застосування різних способів механічного буріння шпурів діаметром 32 – 52 мм: обертальне буріння ($f < 8$); обертально-ударне буріння ($f = 8 – 16$); ударно-обертальне буріння ($f \geq 16$).

Для обчислень беремо обертальне буріння.

З метою максимального охоплення вибою та механізації прохідницьких процесів вибираємо бурильну установку БУЕ-3, що застосовується у виробках, переріз яких дорівнює 9 – 25 м^2 (див. табл. 1). На установці змонтовано дві бурильні машини МБЕ-1, характеристики яких наведено в посібниках [1 – 4].

2. Обчислення технічної продуктивності установки

Чистий час буріння 1 м шпуру

$$t_{\text{бур}} = \frac{1}{60k_0nv} = \frac{1}{60 \cdot 0,7 \cdot 2 \cdot 0,06} = 0,2 \text{ хв},$$

приймаємо, що $k_0 = 0,7$; $n = 2$ шп.; $v = 0,06 \text{ м/с}$ [1 – 4].

Допоміжний технологічний час на буріння 1 м шпуру

$$t_{\text{дон}} = t_{\text{ман}} + t_{\text{з.х}} + t_{\text{к}} = 0,35 + \frac{1}{60 \cdot 0,13} + 0,1 = 0,58 \text{ хв},$$

приймаємо, що $t_{\text{ман}} = 0,35 \text{ хв}$; $t_{\text{з.х}} = 0,13 \text{ м/с}$ [1 – 4]; $t_{\text{к}} = 0,1 \text{ хв}$.

Технічна продуктивність

$$Q_{\text{техн}} = \frac{60}{t_{\text{бур}} + t_{\text{всп}}} = \frac{60}{0,2 + 0,58} = \frac{60}{0,78} = 76,9 \text{ м/год.}$$

3. Визначення експлуатаційної продуктивності установки

Цю величину розраховуємо таким чином:

$$Q_E = \frac{T - (t_{n.з} + t_{n.з}^1 + O + t_{\text{вуб}})}{\frac{1}{60k_0nv} + (t_{\text{ман}} + t_{з.х} + t_{\kappa})} = \frac{360 - (9 + 34,2 + 36 + 43,2)}{\frac{1}{60 \cdot 0,7 \cdot 2 \cdot 0,06} + \left(0,35 + \frac{1}{60 \cdot 0,13} + 0,1\right)} = \frac{237,6}{0,78} = 304,6 \text{ м/}$$

ЗМ,

приймаємо, що $t_{n.з} = 9$ хв; $t_{n.з}^1 = 34,2$ хв; $O = 36$ хв; $t_{\text{вуб}} = 43,2$ хв.

Вихідні дані для обчислення продуктивності бурильної установки

№ вар.	S_{np} , м ²	B , мм	f	T , год
1	9,6	3540	8	3
2	18,4	6030	6	4
3	15,2	5150	17	5
4	35,3	7850	15	6
5	26,6	6150	9	8

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Яку установку називають машиною обертального буріння?
2. Як можна визначити машину ударного буріння?
3. Що являють собою машини ударно-обертального буріння?
4. Дайте визначення машинам оборотно-ударного буріння?
5. Яке обладнання називають шахтною бурильною установкою?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності ківшових навантажувальних машин, навантажувальних машин із закрібними лапами та навантажувально-транспортних машин на базі знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни та шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набутих умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності навантажувальних машин.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

КІВШОВІ НАВАНТАЖУВАЛЬНІ МАШИНИ

3. Теоретичні відомості

Теоретична (розрахункова) продуктивність ківшової навантажувальної машини $Q_{теор}$ визначається залежно від геометричної форми та об'єму ковша й теоретичної тривалості циклу в секундах, а саме:

$$Q_{теор} = \frac{60}{T} V_k = n_u V_k, \text{ м}^3/\text{хв},$$

де T – теоретична тривалість циклу, с;

V_k – об'єм ківша, м³;

$n_u = 60/T$ – теоретичне число робочих циклів у хвилину.

Тривалість робочого циклу машин прямого навантажування з пневмоприводом становить 8 – 10 с, а машин ступінчастого навантажування з ківшем на шарнірній рукоятці з електроприводом – 12 – 15 с.

Технічна продуктивність у типових експлуатаційних умовах з урахуванням коефіцієнтів

$$Q_{тех} = Q_{теор} k_z \frac{1}{k_u} k_p = \frac{n_u}{k_u} k_z k_p V_k, \text{ м}^3/\text{хв},$$

де k_z – коефіцієнт заповнення ківша;

k_u – коефіцієнт, що враховує зміну часу циклу в реальних умовах;

k_p – коефіцієнт додаткового розпушування матеріалу в ківші.

Коефіцієнт заповнення ківша k_z (табл. 2) залежить від щільності гірської маси, її крупності, висоти штабеля, глибини занурення ковша в штабель і форми ківша.

Коефіцієнт k_u для машин з пневматичним приводом дорівнює 0,92 – 1,1, для машин з електричним приводом 1,0 – 1,15.

Коефіцієнт k_p , якщо об'єм ківша не перевищує 0,12 м³, становить 0,92, а коли перевищує цю величину, то 0,92 – 0,96.

Таблиця 2

Значення коефіцієнта заповнення ківша k_z

Розмір шматків породи, мм	Відношення маси машини до ширини ківша, Н/мм				
	30 – 50	50 – 70	70 – 90	90 – 110	110
до 350	0,55 – 0,62	0,62 – 0,74	0,74 – 0,88	0,88 – 1,05	1,05 – 1,2
понад 350	0,38 – 0,46	0,46 – 0,58	0,58 – 0,72	0,72 – 0,92	0,92 – 1,08

Експлуатаційну продуктивність визначають, користуючись величинами об'єму гірської маси, завантаженої протягом загального часу роботи машини (за годину, за зміну), включаючи підготовчо-завершальні операції, витрати часу на обмін вагонеток і різного роду простої з організаційних і технічних причин, а саме:

$$Q_e = 60 \frac{V_z}{T_o}, \text{ м}^3/\text{год},$$

де V_z – загальний об'єм гірської маси, завантаженої машиною за прохідницький цикл, м³;

T_o – загальний час роботи машини, хв.

Загальний об'єм гірської маси

$$V_z = l_u S \eta_e k_{p.n}, \text{ м}^3,$$

де l_u – розрахункове просування виробки за один цикл, м;

S – площа перерізу виробки в проходці, м²;

η_e – коефіцієнт, що враховує збільшення площі перерізу виробки по відношенню до проектного, $\eta_e = 1,05 - 1,08$;

$k_{p.n}$ – коефіцієнт розпушування гірської маси.

Загальний час роботи машини

$$T_o = \frac{60V_z\sigma}{Q_{\text{мех}}} + \left(\frac{V_z}{zV_e} - 1 \right) t_o + \sum t_{np}, \text{ хв},$$

де σ – коефіцієнт, що враховує залежність технічної продуктивності машини від розташування гірської маси після відбою, приймають 1,1 – 1,6 (за даними Р.В. Родіонова);

V_e – об'єм вагонетки, м³;

z – кількість вагонеток у партії, які можуть завантажитись без перерви, шт.;

t_o – час обміну партії або однієї вагонетки, приймаємо 5 – 15 хв;

$\sum t_{np}$ – сумарна тривалість простоїв машини з організаційно-технічних причин, включаючи підготовчо-завершальні операції, передбачено 20 – 40 хв.

Приклад. Визначити технічну й експлуатаційну продуктивність ківшової навантажувальної машини ППН1, якщо площа виробки в проходці $S = 12,1$ м², просування вибою за один цикл $l_u = 1,8$ м, максимальний розмір шматків породи $a_{\text{max}} = 300$ мм; коефіцієнт, у якому враховано збільшення площі перерізу виробки по відношенню до проектної, $\eta_e = 1,05$, коефіцієнт розпушування гірської породи $k_{p.n} = 1,6$, об'єм вагонетки $V_e = 2,5$ м³, кількість вагонеток $z = 4$ шт.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Теоретична (розрахункова) продуктивність, згідно з технічними даними ківшових машин

$$Q_{\text{теор}} = \frac{60}{T} V_{\kappa} = n_{\zeta} V_{\kappa} = 4 \cdot 0,32 = 1,28 \text{ м}^3/\text{хв},$$

приймаємо, що $T = 15$ с, $V_{\kappa} = 0,25 \text{ м}^3$ [1 – 4], $n_{\zeta} = 60/10 = 6$ 1/хв.

2. Технічна продуктивність

$$Q_{\text{тех}} = Q_{\text{теор}} k_3 \frac{1}{k_u} k_p = \frac{n_{\zeta}}{k_u} k_3 k_p V_{\kappa} = \frac{6}{0,95} \cdot 0,6 \cdot 0,95 \cdot 0,25 = 0,9 \text{ м}^3/\text{хв},$$

передбачаємо, що $k_u = 0,95$; $k_3 = 0,6$ (див. табл. 2) $38000/1150 = 33,04$ Н/мм [1 – 4]; $k_p = 0,95$.

3. Загальний об'єм гірської маси

$$V_3 = l_{\zeta} S \eta_{\zeta} k_{p.n} = 1,8 \cdot 12,1 \cdot 1,05 \cdot 1,6 = 36,59 \text{ м}^3.$$

4. Загальний час роботи машини

$$T_o = \frac{V_3 \sigma}{Q_{\text{тех}}} + \left(\frac{V_3}{z V_{\zeta}} - 1 \right) t_o + \sum t_{np} = \frac{36,59 \cdot 1,1}{0,9} + \left(\frac{36,59}{4 \cdot 2,5} - 1 \right) \cdot 10 + 30 = 101 \text{ хв};$$

приймаємо, що $\sigma = 1,1$; $t_o = 10$ хв; $\sum t_{np} = 30$ хв.

5. Експлуатаційна продуктивність

$$Q_e = 60 \frac{V_3}{T_o} = 60 \frac{36,59}{101} = 21,74 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Вихідні дані для обчислення продуктивності ківшових навантажувальних машин

№ вар.	Тип машини	$S, \text{ м}^2$	$l_{\zeta}, \text{ мм}$	η_{ζ}	$\hat{e}_{\zeta.r.}$	$a_{\zeta\delta}, \text{ мм}$
1	ППН1	10,7	1800	1,06	1,8	300
2	ППН1С	12,1	1800	1,05	1,6	350
3	1ППН5	9,25	500	1,07	2	400
4	ППМ4У	4,7	1300	1,06	1,45	300
5	МПК3	5,2	1250	1,08	1,7	700

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Які установки називають ківшовими навантажувальними машинами?
2. Перелічіть основні переваги ківшових навантажувальних машин.
3. Які недоліки мають ківшові навантажувальні машини?
4. Які основні вузли входять до складу ківшових навантажувальних машин?
5. Назвіть способи захоплення та передачі вугілля й породи ківшовими навантажувальними машинами.

НАВАНТАЖУВАЛЬНІ МАШИНИ ІЗ ЗАГРІБНИМИ ЛАПАМИ

3. Теоретичні відомості

Технічна продуктивність установок цього типу

$$Q = znV_n, \text{ м}^3/\text{хв},$$

де z – число закрібних лап (звичайно дві або чотири);
 n – число ходів кожної лапи за хвилину; приймається, що $n = 30 - 35$ для важких вантажів і $n = 45$ для легких;
 V_n – об'єм гірської маси, що захоплюється кожною лапою за робочий хід, м^3 ; причому

$$V_n = \frac{B_z}{2} d_m h_{sp}, \text{ м}^3,$$

де B_z – ширина захвату, м;
 d_m – відстань між ділянками траєкторії руху лап під час закрібання маси й зворотного ходу, орієнтовно

$$d_m \geq (1,25 \div 1,4) a_{\max}, \text{ мм},$$

де a_{\max} – найбільший розмір шматків породи, мм;
 h_{sp} – середня висота закрібного шару гірської маси, причому в разі навантаження скельних порід приймають, що вона дорівнює подвійній висоті закрібної лапи, а при роботі із слабкими породами – висоті лапи, м.

Остаточне значення технічної продуктивності машини із закрібними лапами обчислюємо таким чином:

$$Q_m = \frac{1}{2} znB_z d_m h_{sp}, \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Приклад. Визначити технічну продуктивність навантажувальної машини із закрібними лапами 1ПНБ2, якщо максимальний розмір шматків породи $a_{\max} = 400$ мм; вантаж важкий; навантажуються скельні породи.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Відстань між ділянками траєкторії руху лап під час згрібання породи й зворотного ходу

$$d_m = (1,25 \div 1,4) a_{\max} = 1,3 \cdot 400 = 520 \text{ мм.}$$

2. Об'єм гірської маси, що захоплюється кожною лапою протягом робочого ходу

$$V_l = \frac{B_z}{2} d_m h_{zp} = \frac{1300}{2} \cdot 520 \cdot 400 = 135200000 \text{ мм}^3 = 0,1352 \text{ м}^3,$$

приймаємо, що $B_z = 1300 \text{ мм}$ [1 – 4]; $h_{zp} = 2 \cdot 200 = 400 \text{ мм}$ [1 – 4].

3. Технічна продуктивність

$$Q_m = znV_l = 2 \cdot 30 \cdot 0,1352 = 8,11 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

приймаємо, що $z = 2$ [1 – 4]; $n = 30$.

Вихідні дані для обчислення продуктивності навантажувальних машин із закрібними лапами

№ вар.	Тип машини	$a_{\text{ідб}}$, мм	Вантаж	Тип порід
1	1ПНБ2	300	легкий	слабкі
2	1ПНБ2У	350	важкий	слабкі
3	2ПНБ2	400	легкий	скельні
4	2ПНБ2У	500	важкий	слабкі
5	ПНБ3Д2	700	важкий	скельні

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Які установки належать до навантажувальних машин із закрібними лапами?
2. Перелічіть основні переваги навантажувальних машин із закрібними лапами.
3. Які недоліки мають навантажувальні машини із закрібними лапами?
4. Із яких вузлів складається навантажувальна машина із закрібними лапами?
5. Які способи захоплення та передачі вугілля й породи мають у своєму розпорядженні навантажувальні машини із закрібними лапами?

НАВАНТАЖУВАЛЬНО-ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ

3. Теоретичні відомості

Продуктивність навантажувально-транспортних машин визначають, користуючись такою формулою:

$$Q = \frac{3600 \gamma K_3 K_6 V}{T_{\text{ц}}}, \text{ т/год,}$$

де γ – щільність гірської маси, т/м³;
 K_3 – коефіцієнт заповнення вантажонесучого органа;
 K_6 – коефіцієнт використання машини в часі, приймаємо 0,6 – 0,7;
 V – об'єм вантажонесучого органа (кузова або ківша), м³;
 $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу переміщення вантажу, с.
При цьому

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{рух}} + t_{\text{роз}}, \text{ с,}$$

де $t_{\text{зав}}$ – час завантаження вантажонесучого органа, с;
 $t_{\text{рух}}$ – час руху машини від вибою до пункту розвантаження й назад, с;
 $t_{\text{роз}}$ – час розвантаження машини, с.
До того ж

$$t_{\text{зав}} = \frac{K_{\text{ч}} n_{\text{ц}} t_{\text{ц}} k_{\text{м}}}{K_{\text{зан}}}, \text{ с,}$$

де $K_{\text{ч}}$ – коефіцієнт, у якому враховано час, що витрачається на розбирання негабаритних шматків породи у вибої ($K_{\text{ч}} = 1,15 - 1,2$);
 $n_{\text{ц}}$ – число циклів черпання ковшем (для машини типу ПД $n_{\text{ц}} = 1$);
 $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу черпання навантажувальним ковшем, с (для машин типу ПД $t_{\text{ц}} = 50$ с);
 $k_{\text{м}}$ – коефіцієнт, у якому враховано час, що витрачається на маневри машини у вибої ($k_{\text{м}} = 1,3$);
 $K_{\text{зан}}$ – коефіцієнт заповнення ківша ($K_{\text{зан}} = 0,75 - 0,9$).
Час руху машини

$$t_{\text{рух}} = 3600 L K_{\text{рух}} \left(\frac{1}{v_{\text{нав}}} + \frac{1}{v_{\text{пор}}} \right), \text{ с,}$$

де L – довжина шляху транспортування вантажу, км;
 $v_{\text{нав}}, v_{\text{пор}}$ – швидкість руху навантаженої та порожньої машини відповідно, км/год;
 $K_{\text{рух}}$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність руху машини ($K_{\text{рух}} = 1,25 - 1,3$).

Зазвичай передбачають, що час розвантаження машини $t_{роз} = 30 - 40$ с.
Можливе число рейсів машини за зміну

$$n_p = 60 \frac{t_{зм} - t_1}{T_{ц}}$$

де $t_{зм}$ – тривалість зміни, хв;
 t_1 – тривалість завершальних операцій, ($t_1 = 40 - 50$ хв).
Потрібне число рейсів за зміну

$$n_n = K_n \frac{A_{зм}}{V \gamma K_3}$$

де $A_{зм}$ – маса гірської породи, яку необхідно вивезти протягом зміни з вибою, т;
 K_n – коефіцієнт годинної нерівномірності роботи машини (1,1 – 1,25).
Потрібне число машин

$$z = K_p \frac{n_n}{n_p}, \text{ шт.},$$

де K_p – інвентарний коефіцієнт, у якому враховано тривалість перебування машини в ремонті ($K_p = 1,25 - 1,5$, причому беруть менші значення при двозмінній роботі, більші – при тризмінній).

Приклад. Визначити продуктивність навантажувально-транспортної машини ПД2 та потрібне число машин для роботи протягом двох змін, якщо щільність гірської маси $\gamma = 2,3$ т/м³, коефіцієнт заповнення вантажонесучого органа $K_3 = 0,8$, довжина шляху транспортування $L = 0,05$ км; тривалість зміни $t_{зм} = 360$ хв; маса гірської породи, яку необхідно вивезти протягом зміни з вибою, $A_{зм} = 207$ т.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Час завантаження вантажонесучого органа

$$t_{зав} = \frac{K_{ц} n_{ц} t_{ц} k_{м}}{K_{зан}} = \frac{1,15 \cdot 1 \cdot 50 \cdot 1,3}{0,8} = 94 \text{ с},$$

приймаємо, що $K_{ц} = 1,15$; $n_{ц} = 1$; $t_{ц} = 50$ с; $k_{м} = 1,3$; $K_{зан} = 0,8$.

2. Час руху машини

$$t_{\text{рух}} = 3600LK_{\text{рух}} \left(\frac{1}{v_{\text{нав}}} + \frac{1}{v_{\text{пор}}} \right) = 3600 \cdot 0,05 \cdot 1,25 \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{12} \right) = 64 \text{ с},$$

передбачаємо, що $v_{\text{нав}} = 5$ км/год [4]; $v_{\text{пор}} = 12$ км/год [4]; $K_{\text{рух}} = 1,25$.

3. Приймаємо, що час розвантаження машини $t_{\text{роз}} = 30$ с.

4. Тривалість циклу переміщення вантажу

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{рух}} + t_{\text{роз}} = 94 + 64 + 30 = 188 \text{ с}.$$

5. Продуктивність навантажувально-транспортних машин

$$Q = \frac{3600 \gamma K_3 K_6 V}{T_{\text{ц}}} = \frac{3600 \cdot 2,3 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 2}{188} = 42,3 \text{ т/год},$$

передбачаємо, що $K_6 = 0,6$; $V = 2 \text{ м}^3$ [4].

6. Можливе число рейсів машини за зміну

$$n_p = 60 \frac{t_{\text{зм}} - t_1}{T_{\text{ц}}} = 60 \frac{360 - 40}{188} = 103,$$

встановлюємо, що $t_1 = 40$ хв.

7. Потрібне число рейсів у зміну

$$n_n = K_n \frac{A_{\text{зм}}}{V \gamma K_3} = 1,2 \frac{207}{2 \cdot 2,3 \cdot 0,8} = 68,$$

приймаємо, що $K_n = 1,2$.

8. Потрібне число машин

$$z = K_p \frac{n_n}{n_p} = 1,3 \frac{68}{103} = 1 \text{ шт.},$$

передбачаємо, що $K_p = 1,3$.

**Вихідні дані для обчислення продуктивності
навантажувально-транспортних машин**

№ вар.	Тип машини	γ , т/м ³ ,	K_z	L , км	t_{zm} , хв	Число змін	A_{zm} , т
1	ПД2	2,1	0,85	0,06	320	3	250
2	ПД3	2,2	0,9	0,1	400	2	300
3	ПД5	2,3	0,82	0,12	340	3	350
4	ПД8	2,4	0,88	0,2	450	2	400
5	ПД12	2,5	0,85	0,3	300	3	650

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Які установки називаються навантажувально-транспортними машинами?
2. Перелічіть основні переваги навантажувально-транспортних машин.
3. Які недоліки відзначено в роботі навантажувально-транспортних машин?
4. Із яких основних вузлів складається навантажувально-транспортна машина?
5. Які існують типи навантажувально-транспортних машин?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМБАЙНІВ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності прохідницьких комбайнів з виконавчим органом вибіркової дії, прохідницьких комбайнів з виконавчим органом бурової дії та прохідницьких комплексів і щитів на базі знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни та шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набутих умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності прохідницьких комбайнів та прохідницьких комплексів і щитів.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

ПРОХІДНИЦЬКІ КОМБАЙНИ З ВИКОНАВЧИМ ОРГАНОМ ВИБІРКОВОЇ ДІЇ

3. Теоретичні відомості

Теоретична продуктивність прохідницьких комбайнів, що працюють у

вугільних пластах, звичайно визначається в тоннах за хвилину, тобто

$$Q_{теор} = Sv\gamma,$$

а тих, що руйнують породи, – у кубічних метрах за хвилину, а саме:

$$Q_{теор} = Sv,$$

де S – площа перерізу виробки, що руйнується виконавчим органом, m^2 ;

v – швидкість подачі виконавчого органа на вибір у даних гірничо-геологічних умовах, $m/хв$;

γ – щільність вугілля, t/m^3 .

Для комбайнів, що мають виконавчий орган вибіркової дії у вигляді коронки, при поперечному різанні значення S збігається з площею перерізу заглибленої частини коронки, що проходить через її вісь, тобто

$$S = S_{\kappa}.$$

Якщо коронка має форму зрізаного конуса, то

$$S_{\kappa} = \frac{d + D}{2} l,$$

У коронках, що мають форму конуса, площа перерізу

$$S_{\kappa} = \frac{D}{2} l,$$

де d і D – відповідно малий і великий діаметри заглибленої частини коронки;

l – довжина заглибленої частини коронки, а в разі її повного заглиблення довжина всієї коронки.

Теоретичну продуктивність можна також визначити за потужністю приводу N , яка витрачається на руйнування породи (кВт) і за параметром питомої енерговитрати на руйнування, а саме:

$$Q_{теор} = 0,06 \frac{N}{H_w}.$$

Технічну продуктивність комбайна визначають як максимально можливу в конкретних умовах. Вона нижча від теоретичної, бо її обчислюють з урахуванням втрат часу, викликаних перервами в роботі, що залежить від особливостей конструкції комбайна. Технічна продуктивність визначається в кубічних метрах за хвилину ($m^3/хв$) таким чином:

$$Q_{тех} = k_{тех} Q_{теор},$$

або в кубічних метрах на годину (м³/год):

$$Q_{\text{мех}} = 60k_{\text{мех}} Q_{\text{теор}}$$

де $k_{\text{мех}}$ – коефіцієнт технічно можливої безперервності роботи комбайна, обчислений за такою формулою:

$$k_{\text{мех}} = \frac{1}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_{\text{н.к}} Q_{\text{теор}}}{LS_{\text{пр}}}}$$

де k_2 – коефіцієнт готовності комбайна, у якому враховано відносний час простоїв з метою усунення несправностей;

$T_{\text{н.к}}$ – час простоїв за цикл, що залежить від специфіки конструкції комбайна, інструменту, 10 – 15 хв;

L – довжина проходки за цикл, м;

$S_{\text{пр}}$ – площа перерізу виробки в проходці, м².

Значення коефіцієнта готовності за даними хронометражних та експлуатаційних спостережень роботи комбайна ГПКС становить 0,91, комбайна 4ПП-2 – 0,88. Для щойно спроектованих прохідницьких комбайнів, обладнаних виконавчим органом вибіркової дії, рекомендоване значення коефіцієнта готовності $k_2 = 0,9$.

Параметр довжини проходки протягом робочого циклу комбайнів з виконавчим органом вибіркової дії відповідає заглибленню коронки у вибій.

Експлуатаційна продуктивність комбайна залежить від перерахованих вище чинників, а також від тривалості додаткових простоїв з організаційно-технічних причин, що не залежать від конструкції комбайна. Експлуатаційну продуктивність визначають у кубічних метрах на годину (м³/год) таким чином:

$$Q_e = 60k_e Q_{\text{теор}}$$

де k_e – коефіцієнт безперервності роботи, у якому взято до уваги всі види простоїв протягом робочого циклу комбайна, його обчислюють за такою формулою:

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_2} + \frac{(T_{\text{н.к}} + T_{\text{н.о}}) Q_{\text{теор}}}{LS_{\text{пр}}}}$$

де A – коефіцієнт, у якому враховано регламентовані перерви в роботі ($A = 0,8$);

$T_{н.о}$ – час простоїв з організаційно-технічних причин, наприклад, на зведення кріплення, обмін вагонеток та ін. (20 – 60 хв).

Приклад. Визначити продуктивність комбайна ГПКС в процесі проведення квершлагу, площа перерізу якого в проходці $S_{np} = 15,6 \text{ м}^2$.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Теоретична продуктивність комбайна

$$Q_{теор} = Sv = 0,135 \cdot 6,8 = 0,92 \text{ м}^3/\text{хв},$$

приймаємо, що $D = 0,54 \text{ м}$ [1 – 3]; $l = 0,5 \text{ м}$ [1 – 4];

$$S = S_k = \frac{D}{2}l = \frac{0,54}{2} \cdot 0,5 = 0,135 \text{ м}^2.$$

2. Технічна продуктивність комбайна

$$Q_{тех} = 60k_{тех}Q_{теор} = 60 \cdot 0,44 \cdot 0,92 = 24,29 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$k_{тех} = \frac{1}{\frac{1}{k_z} + \frac{T_{н.к}Q_{теор}}{LS_{np}}} = \frac{1}{\frac{1}{0,91} + \frac{10 \cdot 0,92}{0,5 \cdot 15,6}} = 0,44,$$

передбачаємо, що $k_z = 0,91$; $T_{н.к} = 10 \text{ хв.}$; $L = 0,5 \text{ м}$ [1 – 4].

3. Експлуатаційна продуктивність комбайна

$$Q_e = 60k_eQ_{теор} = 60 \cdot 0,14 \cdot 0,92 = 7,73 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_z} + \frac{(T_{н.к} + T_{н.о})Q_{теор}}{LS_{np}}} = \frac{0,8}{\frac{1}{0,91} + \frac{(10 + 30) \cdot 0,92}{0,5 \cdot 15,6}} = 0,14,$$

встановлюємо, що $T_{н.о} = 30 \text{ хв.}$

Вихідні дані для обчислення продуктивності прохідницьких комбайнів з виконавчим органом вибіркової дії

№ вар.	Тип машини	Тип виробки	$S_{np}, \text{ м}^2$
1	ГПКС	штрек	12,3
2	4ПП2М	квершлаг	14,8
3	КСП-32	польовий штрек	12,9
4	КП-25	штрек	13,5
5	КСП-42	штольня	21,7

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Дайте визначення прохідницького комбайна з виконавчим органом вибіркової дії.
2. Які основні переваги мають прохідницькі комбайни з виконавчим органом вибіркової дії?
3. Перелічіть недоліки, які можливі в роботі прохідницьких комбайнів з виконавчим органом вибіркової дії.
4. Які основні вузли входять до складу прохідницьких комбайнів з виконавчим органом вибіркової дії?
5. Які види виконавчих органів мають прохідницькі комбайни вибіркової дії?

ПРОХІДНИЦЬКІ КОМБАЙНИ З ВИКОНАВЧИМ ОРГАНОМ БУРОВОЇ ДІЇ

3. Теоретичні відомості

Теоретична продуктивність прохідницьких комбайнів, що працюють у вугільних пластах, звичайно визначається в тоннах за хвилину, тобто

$$Q_{теор} = Sv\gamma,$$

а тих, що руйнують породи, – у кубічних метрах за хвилину, а саме:

$$Q_{теор} = Sv,$$

де S – площа перерізу виробки, що руйнується виконавчим органом, м²;
 v – швидкість подачі виконавчого органу на вибій у даних гірничо-геологічних умовах, м/хв;
 γ – щільність вугілля, т/м³.

Для комбайнів, оснащених буровим виконавчим органом, значення S збігається з площею перерізу виробки в проходці $S_{пр}$.

З метою визначення теоретичної продуктивності бурових прохідницьких комбайнів іноді користуються метрами на хвилину, ототожнюючи цей показник із швидкістю подачі виконавчого органа, тобто $Q_{теор} = v$.

У свою чергу швидкість подачі v (м/хв), визначають за такою формулою:

$$v = 0,06n_{e.o} h_{max} m,$$

де $n_{e.o}$ – частота обертання виконавчого органа, с⁻¹, що залежить від міцності порід;

h_{max} – максимальна товщина стружки (у разі застосування шарошки – глибина руйнування), мм;

m – число різців (шарошок), задіяних у місці лінії руйнування.

Якщо напрямок подачі виконавчого органа збігається з віссю його обертання, то товщина зрізу постійна, тобто $h = h_{max}$. Коли напрямок подачі, перпендикулярний до осі обертання виконавчого органа, то зріз має серпоподібний вигляд. Середня товщина стружки

$$h = \frac{2}{\pi} h_{max}.$$

Треба підкреслити, що ключовим для визначення теоретичної продуктивності комбайна виявляється параметр товщини стружки (глибина руйнування), значення якого залежить від опору матеріалу руйнуванню з огляду на задані геометричні, кінематичні й силові характеристики виконавчого органа й руйнівного інструменту.

Теоретичну продуктивність можна також визначити за потужністю приводу N , яка витрачається на руйнування породи (кВт) і за параметром питомої енерговитрати на руйнування, а саме:

$$Q_{теор} = 0,06 \frac{N}{Hw}.$$

Технічну продуктивність комбайна визначають як максимально можливу в конкретних умовах. Вона нижча від теоретичної, бо її обчислюють з урахуванням втрат часу, викликаних перервами в роботі, що залежить від особливостей конструкції комбайна. Технічна продуктивність визначається в кубічних метрах за хвилину (m^3/xv) таким чином:

$$Q_{тех} = k_{тех} Q_{теор},$$

або в кубічних метрах на годину ($m^3/год$):

$$Q_{тех} = 60k_{тех} Q_{теор},$$

де $k_{тех}$ – коефіцієнт технічно можливої безперервності роботи комбайна, обчислений за такою формулою:

$$k_{тех} = \frac{1}{\frac{1}{k_z} + \frac{T_{н.к} Q_{теор}}{LS_{np}}},$$

де k_z – коефіцієнт готовності комбайна, у якому враховано відносний час простоїв з метою усунення несправностей;

$T_{н.к}$ – час простоїв за цикл, що залежить від специфіки конструкції комбайна, інструменту, 10 – 15 хв;

L – довжина проходки за цикл, м;

S_{np} – площа перерізу виробки в проходці, м².

Значення коефіцієнта готовності за даними хронометражних та експлуатаційних спостережень для бурових прохідницьких комбайнів $k_2 = 0,8$.

Робочий цикл бурових комбайнів залежить від довжини виробки, що пройдена в період між простоями, спричиненими заміною інструменту, цю величину обчислюють за такою формулою:

$$L = \frac{n_{\partial} n_{заг}}{100 S_{np} n_n},$$

де n_{∂} – допустимий відсоток виходу з ладу різців або шарошок;

$n_{заг}$ – загальне число різців або шарошок на виконавчому органі;

n_n – питомі витрати різців або шарошок на одиницю об'єму відокремленої від масиву породи, шт./м³.

Експлуатаційна продуктивність комбайна залежить від перерахованих вище чинників, а також від тривалості додаткових простоїв з організаційно-технічних причин, що не залежать від конструкції комбайна. Експлуатаційну продуктивність визначають у кубічних метрах на годину (м³/год) таким чином:

$$Q_e = 60 k_e Q_{теор},$$

де k_e – коефіцієнт безперервності роботи, у якому взято до уваги всі види простоїв протягом робочого циклу комбайна, його обчислюють за такою формулою:

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_2} + \frac{(T_{н.к} + T_{н.о}) Q_{теор}}{L S_{np}}},$$

де A – коефіцієнт, у якому враховано регламентовані перерви в роботі ($A = 0,8$);

$T_{н.о}$ – час простоїв з організаційно-технічних причин, наприклад, на зведення кріплення, обмін вагонеток та ін. (20 – 60 хв).

Приклад. Визначити продуктивність бурового прохідницького комбайна Роббінс-351, якщо міцність породи $f = 15$ за шкалою проф. М.М. Протодяконова, величина подачі $h_{max} = 1,5$ мм, число шарошок у місці лінії руйнування $m = 2$, довжина проходки за цикл $L = 0,7$ м.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Теоретична продуктивність комбайна

$$Q_{теор} = Sv = 63,59 \cdot 0,03 = 1,91 \text{ м}^3/\text{хв},$$

приймаємо, що $D = 9 \text{ м}$ [1 – 3]; $n_{e.o} = 0,167 \text{ с}^{-1}$ [1 – 4];

$$v = 0,06n_{e.o} h_{max} m = 0,06 \cdot 0,167 \cdot 1,5 \cdot 2 = 0,03 \text{ м}/\text{хв},$$

$$S = \pi \frac{D^2}{4} = 3,14 \frac{81}{4} = 63,59 \text{ м}^2.$$

2. Технічна продуктивність комбайна

$$Q_{тех} = 60k_{тех} Q_{теор} = 60 \cdot 0,6 \cdot 1,91 = 68,76 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$k_{тех} = \frac{1}{\frac{1}{k_z} + \frac{T_{н.к} Q_{теор}}{LS_{пр}}} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{10 \cdot 1,91}{0,7 \cdot 63,59}} = 0,6,$$

передбачаємо, що $k_z = 0,8$; $T_{н.к} = 10 \text{ хв}$.

3. Експлуатаційна продуктивність комбайна

$$Q_e = 60k_e Q_{теор} = 60 \cdot 0,315 \cdot 1,91 = 36,1 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_z} + \frac{(T_{н.к} + T_{н.о}) Q_{теор}}{LS_{пр}}} = \frac{0,8}{\frac{1}{0,8} + \frac{(10 + 20) \cdot 1,91}{0,7 \cdot 63,59}} = 0,315,$$

встановлюємо, що $T_{н.о} = 20 \text{ хв}$.

Розрахунок продуктивності прохідницьких комбайнів з виконавчим органом бурової дії

№ вар.	Тип машини	f	h_{max} , мм	m	L , м
1	Роббінс-Аба	10	1,7	3	0,5
2	Роббінс-351	8	2,0	4	0,6
3	Роббінс-371	16	2,2	3	0,7
4	Дрессер	12	2,5	2	0,8
5	МТВ-УН	15	1,2	4	0,6

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Яку машину називають прохідницьким комбайном з виконавчим

органом бурової дії?

2. Які основні переваги мають прохідницькі комбайни з виконавчим органом бурової дії?

3. Перелічіть основні недоліки, що виникають при роботі прохідницьких комбайнів з виконавчим органом бурової дії.

4. Із яких основних вузлів складаються прохідницькі комбайни з виконавчим органом бурової дії?

5. Які види виконавчих органів мають прохідницькі комбайни бурової дії?

ПРОХІДНИЦЬКІ КОМПЛЕКСИ ТА ЩИТИ

3. Теоретичні відомості

Теоретичну продуктивність прохідницького комплексу (щита), за допомогою якого механізують усі операції проведення виробок, визначають на основі параметра *змінної проходки* в метрах, тобто

$$Q_{\text{теор}} = \frac{P S_{\text{пр}}}{k_e T_{\text{зм}}}, \text{ м}^3/\text{хв},$$

де P – змінна проходка, м;

$S_{\text{пр}}$ – площа перерізу виробки в проходці, м²;

k_e – коефіцієнт безперервності роботи комплексу, в якому враховано всі види простоїв виконавчого органа;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, хв.

У свою чергу коефіцієнт k_e обчислюють за такою формулою:

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_z} + \frac{T_n}{T_p}},$$

де k_z – коефіцієнт готовності комплексу (0,8 – 0,9);

A – коефіцієнт, у якому враховано тривалість регламентованих простоїв (0,8);

T_p – тривалість руйнування вибою за цикл, хв;

T_n – сумарна тривалість простоїв виконавчого органа, хв.

У розрахунку продуктивності прохідницьких комплексів використовують охарактеризовані нижче параметри.

Тривалість прохідницького циклу

$$T_{\text{ц}} = T_p + T_n, \text{ хв.}$$

Час, витрачений на операції руйнування вибою та навантаження гірської маси, в середньому становить 0,15 – 0,2 від загальної тривалості прохідницького

циклу.

Час руйнування вибою протягом циклу можна визначити за такою формулою:

$$T_p = \frac{S_{np} L}{Q_{теор}}, \text{ хв,}$$

де L – довжина проходки за цикл.
Тривалість простоїв

$$T_n = T_{кр} + T_k + T_{тр} + T_{доп}, \text{ хв,}$$

де $T_{кр}$ – тривалість операцій, пов'язаних із зведенням постійного кріплення;
 T_k – тривалість операцій із нарощування конвеєра та комунікацій;
 $T_{тр}$ – тривалість транспортно-маневрових операцій;
 $T_{доп}$ – тривалість допоміжних операцій.
У свою чергу тривалість допоміжних операцій

$$T_{доп} = T_{різ} + T_z + T_n + T_{ін}, \text{ хв,}$$

де $T_{різ}$ – час, витрачений на заміну різців або шарошок;
 T_z – час, який пішов на підкидання гірської маси до навантажувального органа комплексу, розбиття великих шматків і на зачистку виробки;
 T_n – час перевірки напрямку виробки;
 $T_{ін}$ – час, витрачений на інші допоміжні операції.

Приклад. Визначити продуктивність прохідницького комплексу (щита) й число циклів за зміну, якщо змінна проходка $L = 3$ м; площа перерізу виробки в проходці $S_{np} = 43$ м²; тривалість зміни $T_{зм} = 6$ год, тривалість руйнування вибою за цикл $T_p = 24$ хв; сумарна тривалість простоїв виконавчого органа $T_n = 96$ хв.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Теоретична продуктивність комплексу (щита)

$$Q_{теор} = \frac{L S_{np}}{k_e T_{зм}} = \frac{3 \cdot 43}{0,152 \cdot 360} = 2,36 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

2. Коефіцієнт безперервності роботи комплексу

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_z} + \frac{T_n}{T_p}} = \frac{0,8}{0,8 + \frac{96}{24}} = 0,152,$$

приймаємо, що $k_z = 0,8$.

3. Тривалість прохідницького циклу

$$T_u = T_p + T_n = 24 + 96 = 120 \text{ хв.}$$

4. Число циклів за зміну

$$n = \frac{T_{зм}}{T_u} = \frac{360}{120} = 3.$$

Вихідні дані для обчислення продуктивності прохідницьких комплексів і щитів

№ вар.	$П$, м	$S_{пр}$, м ²	$T_{зм}$, ГОД	T_p , хв	T_n , хв
1	2,5	56,2	7	20	85
2	3,1	62,4	6	25	110
3	3,5	28,9	8	30	125
4	3,8	33,4	7	35	165
5	2,7	48,2	8	40	170

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Яке обладнання називають прохідницьким комплексом?
2. Що являє собою прохідницький щит?
3. Які основні переваги й недоліки виявлено в роботі прохідницьких комплексів?
4. Які основні переваги й недоліки мають прохідницькі щити?
5. Які основні вузли входять до складу прохідницьких комплексів?
6. Перелічіть основні вузли прохідницьких щитів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ УЩІЛЬНЮЮЧИХ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності ущільнюючих машин на базі знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни та шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набутих умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості ущільнюючих машин.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.
Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність котків визначають за формулою

$$\Pi_k = A \frac{L_a H_o (b - b_o)}{\left(\frac{L_a}{v} + t_{нов}\right)n}, \text{ м}^3,$$

де $A = TK_в$;

T – тривалість зміни;

$K_в$ – коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9);

L_a – довжина захватки, м;

H_o – товщина шару, що ущільнюється, в щільному тілі, м (табл. 3);

b – ширина вальця котка, м;

b_o – ширина смуги перекриття сліду попереднього проходу, м ($b_o = 0,2$ м);

v – робоча швидкість, м/с;

$t_{нов}$ – час на поворот, с;

n – необхідне число проходів по одному сліду (табл. 3).

Таблиця 3

Найменування і тип	Глибина ущільнювання (великі значення для незв'язних ґрунтів), см	Кількість проходів або ударів у різних ґрунтах
1. Самохідні гладкі котки	15 – 20	6 – 12
2. Причіпні котки:		
2.1 гладкі	10 – 15	8 – 12
2.2 решітчасті, ребристі та кулачкові важкі	30 – 40	6 – 10
3. Самохідні кулачкові котки	25 – 30	8
4. Причіпні котки на пневматичних шинах	20 – 50	6 – 8
5. Ущільнююча плита:		
5.1 висота падіння 1 м	60 – 80	5 – 6
5.2 висота падіння 2 м	120 – 150	3 – 4
5.3 ущільнююча плита для ущільнення галечникових ґрунтів	80 – 120	3 – 4
5.4 ущільнюючі плити пересувні для незв'язних ґрунтів	До 50	3 – 4
5.5 ручні трамбівки з електроприводом	20 – 30	2 – 4

Продуктивність трамбувальної машини визначають за формулою

$$\Pi_c = A \frac{B_c v H_o}{n}, \text{ м}^3,$$

де B_c – ширина смуги, що ущільнюється, м.

Продуктивність вібраційної машини визначають за формулою

$$\Pi_0 = A \frac{(b-b_0) \nu H_0}{n} \text{ м}^3,$$

Приклад 1. Визначити необхідну кількість котків для ущільнення ґрунту в насипі довжиною $L = 1000$ м та шириною $B = 6$ м, висотою $h = 1$ м. Ширина вальця катка $b = 1,5$ м, робоча швидкість $\nu = 3000$ м/год, час на поворот $t_{нов} = 40$ с, довжина захватки $L_a = 50$ м, тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 5$ діб, H_0 – товщина шару, що ущільнюється, в щільному тілі, n – необхідне число проходів по одному сліду, K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9).

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність котків

$$\Pi_k = A \frac{L_a H_0 (b - b_0)}{\left(\frac{L_a}{\nu} + t_{нов}\right) n} = 8 \cdot 0,9 \frac{50 \cdot 0,15 \cdot (1,5 - 0,2)}{\left(\frac{50}{3000} + \frac{40}{3600}\right) \cdot 6} = \frac{70,2}{0,166} = 421,2 \text{ м}^3.$$

2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBh = 1000 \cdot 6 \cdot 1 = 6000 \text{ м}^3.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{\Pi_k} = \frac{6000}{421,2} = 14,25 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{14,25}{2 \cdot 5} = 1,4 \text{ машин.}$$

Приймаємо 2 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності котків

№ вар	Тип котка	L , м	L_a , м	$t_{нов}$, с	S , діб	ν , м/год
1	4	600	30	60	7	2000
2	3	750	80	45	3	1500
3	2,1	2000	150	25	2	2500
4	2,2	800	50	30	4	1900
5	1	1050	100	15	8	2800

Приклад 2. Визначити необхідну кількість трамбувальних машин для ущільнення ґрунті в насипі довжиною $L = 1000$ м та шириною $B = 6$ м, висотою $h = 1$ м. Робоча швидкість $v = 200$ м/год, період виконання $S = 3$ доби, машини працюють 2 зміни на добу (K), H_o – товщина шару, що ущільнюється, в щільному тілі, n – необхідне число проходів, ширина смуги, що ущільнюється $B_c = 2$ м, тривалість зміни $T = 8$ год, K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9);

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність трамбувальної

$$P_c = A \frac{B_c v H_o}{n} = 8 \cdot 0,9 \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,6}{5} = \frac{1728}{5} = 345,6 \text{ м}^3.$$

2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBh = 1000 \cdot 6 \cdot 1 = 6000 \text{ м}^3.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{P_c} = \frac{6000}{345,6} = 17,36 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{17,36}{2 \cdot 3} = 2,89 \text{ машин.}$$

Приймаємо 3 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності трамбувальних машин

№ вар	Ущільнююча плита	L , м	S , діб	v , м/год	B_c , м
1	5,1	1500	5	250	2
2	5,2	2000	7	300	2,5
3	5,1	3000	10	400	2,8
4	5,2	1800	4	250	2,4
5	5,1	1200	3	350	2,7

Приклад 3. Визначити необхідну кількість вібраційних машин для ущільнення ґрунті в насипі довжиною $L = 1000$ м та шириною $B = 6$ м, висотою $h = 1$ м. Робоча швидкість $v = 400$ м/год, ширина плити $b = 1$ м, b_o – ширина смуги перекриття сліду попереднього проходу, м ($b_o = 0,2$ м); період виконання $S = 3$ доби, машини працюють 2 зміни на добу (K), H_o – товщина

шару, що ущільнюється, в щільному тілі, n – необхідне число проходів, тривалість зміни $T = 8$ год, K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9).

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність вібраційної машини

$$P_o = 8 \cdot 0,9 \frac{(1-0,2) \cdot 400 \cdot 1}{3} = \frac{2304}{3} = 768 \text{ м}^3.$$

2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBh = 1000 \cdot 6 \cdot 1 = 6000 \text{ м}^3.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{P_o} = \frac{6000}{768} = 7,81 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{7,81}{2 \cdot 3} = 1,3 \text{ машин.}$$

Приймаємо 2 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності вібраційних машин

№ вар	Тип трамбувальної плити	L , м	S , діб	v , м/год	B , м
1	5,4	500	4	250	4
2	5,5	750	5	300	5
3	5,3	1500	6	450	7
4	5,4	600	5	350	6
5	5,3	1200	3	400	5

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Яке обладнання називають ущільнюючими машинами?
2. Які існують види ущільнюючих машин?
3. Із яких основних вузлів складаються котки?
4. Із яких основних вузлів складаються трамбувальні машини?
5. Із яких основних вузлів складаються вібраційні машини?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності землерийних машин на базі знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни та шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набутих умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості землерийних машин.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Експлуатаційна продуктивність бульдозерів визначають за формулою

$$P = \frac{1}{2} abhnK_n K_n \frac{1}{K_p} K_e T, \text{ м}^3,$$

де a, b, h – геометричні розміри призми волочіння ґрунту перед відвалом, м (геометричні розміри призми волочіння визначають обміром в натурі) (табл. 4), $a = h$;

n – число циклів за годину роботи, визначається з виразу $n = \frac{3600}{t_u}$;

t_u – час, що витрачається на один повний цикл, с; $t_u = \frac{L_{зх}}{v_p} + \frac{L_{хх}}{v_x}$;

v_p – швидкість робочого ходу, км/год, приймається 0,4 – 0,7 м/с;

v_x – швидкість холостого ходу, км/год, приймається 1,1 – 2,2 м/с;

K_n – коефіцієнт наповнення відвала, приймається для відвалів без відкрيلків – 0,9;

K_n – коефіцієнт втрат ґрунту при транспортуванні його до місця укладання; залежить від способів ведення робіт і відстані (приймають від 1 до 1,05);

K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту приймають 1,05 – 1,35;

K_e – коефіцієнт використання робочого часу, приймають 0,85 – 0,90;

T – тривалість зміни.

Таблиця 4

Показники	Бульдозери з неповоротним відвалом		Універсальні	
	ДЗ – 29	ДЗ – 24	ДЗ – 27	ДЗ – 25
Базовий трактор	Т – 74	Т – 180	Т – 130	Т – 180ГП
Довжина відвала, (b) мм	2520	3640	3200	4430
Висота відвалу, (h) мм	800	1480	1300	1200

Приклад 1. Визначити необхідну кількість бульдозерів ДЗ – 29 для розподілу ґрунту на ділянці довжиною $L = 5000$ м, шириною $B = 10$ м, висотою $H = 0,7$ м. Довжина відвала $b = 2,52$ м, висота відвала $h = 0,8$ м, довжина захватки $L_{зах} = 50$ м, швидкість робочого ходу $v_p = 2$ км/год, швидкість холостого ходу $v_x = 5$ км/год, тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 23$ доби, n – число циклів за годину роботи, визначається з виразу $n = \frac{3600}{t_u}$; t_u – час, що витрачається на один повний

цикл, с; K_n – коефіцієнт наповнення відвала приймають – 0,9; K_n – коефіцієнт втрат ґрунту при транспортуванні його до місця укладання; залежить від способів ведення робіт і відстані (приймають від 1 до 1,05); K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту приймають 1,05 – 1,35; K_e – коефіцієнт використання робочого часу, приймають 0,85 – 0,90.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність бульдозерів

$$\Pi = \frac{1}{2} abhnK_n K_n \frac{1}{K_p} K_e T = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 2,52 \cdot 0,8 \frac{3600}{0,035 \cdot 3600} \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1,1} \cdot 0,87 \cdot 8 = 131,2 \text{ м}^3,$$

де $t_u = \frac{L_{зах}}{V_p} + \frac{L_{зах}}{V_x} = \frac{50}{2000} + \frac{50}{5000} = 0,035$ год.

2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBH = 5000 \cdot 10 \cdot 0,7 = 35000 \text{ м}^3.$$

2. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{\Pi} = \frac{35000}{131,2} = 266,77 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{266,77}{2 \cdot 23} = 5,79 \text{ машин.}$$

Приймаємо 6 машин.

Вихідні дані обчислення продуктивності бульдозера

№ вар.	Тип бульдозера	L , м	H , м	B , м	$L_{зах}$, м	S , діб
1	ДЗ – 27	6000	0,5	7	100	30
2	ДЗ – 25	4500	0,6	9	80	27
3	ДЗ – 24	4000	0,65	12	70	25
4	ДЗ – 29	5000	0,7	10	90	24
5	ДЗ – 24	5500	0,55	8	110	22

Експлуатаційна продуктивність автогрейдера розраховують за формулою

$$\Pi = \frac{qTK_e}{t_u K_p}, \text{ м}^3,$$

де $q = 2Lf$; L – довжина захватки, м;

f – поперечний переріз борозни, що вирізується, при зарізі ґрунту, м^2 ,
 $f = ab$ (табл. 5);

T – тривалість робочої зміни, год;

$$t_u = \frac{2L}{v_1} + \frac{2L}{v_2} n + 2(n+1)t_n + t_y, \text{ год,}$$

де v_1, v_2 – швидкості руху автогрейдера відповідно при зарізі та переміщенні ґрунту, м/год, $v_1 = 1 - 2$ км/год, $v_2 = 4 - 6$ км/год;

n – кількість проходів для переміщення ґрунту, вирізаного за один прохід зарізу, 3 – 6;

t_n – час, що витрачається на один поворот автогрейдера в кінці захватки, 0,025 год;

t_y – час на одну заміну установки відвала, 0,5 год;

K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту.

Довжину захватки призначають не менше 300 – 500 м (менші розміри при дощовій або, навпаки, посушливій погоді).

Таблиця 5

Показники	ДЗ – 40 (Д – 598)	ДЗ – 31А (Д – 710А)	ДЗ – 14В (Д – 395)
Потужність двигуна, к.с.	73	108	250
Розміри відвалу, мм:			
Довжина (<i>a</i>)	3040	3700	4200
Висота (<i>b</i>)	500	560	700
Боковий виніс відвалу, мм	700	800	800
Маса автогрейдера, кг	7200	12000	18600

Приклад 2. Визначити необхідну кількість автогрейдерів ДЗ – 40 для зведення насипів з бокових резервів на ділянці довжиною $L = 5000$ м, шириною $B = 6$ м, висотою $H = 0,5$ м, довжина захватки $L_{зах} = 400$ м, поперечний перетин вирішуваної борозни при зарізі ґрунту $f = ab = 3,04 \cdot 0,5 = 1,52$ м², тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 10$ діб, швидкість руху автогрейдера при зарізі $v_1 = 2$ км/год, швидкість руху автогрейдера при переміщенні ґрунту $v_2 = 5$ км/год, кількість проходів для переміщення ґрунту, вирізаного за один прохід зарізу $n = 3$; час, що витрачається на один поворот автогрейдера в кінці захватки $t_n = 0,025$ год; час на одну зміну установки відвала $t_y = 0,5$ год; K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту, приймають 1,05 – 1,35; K_e – коефіцієнт використання робочого часу, приймають 0,85 – 0,90.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність автогрейдера

$$\Pi = \frac{qTK_e}{t_y K_p} = \frac{152 \cdot 8 \cdot 0,9}{1,58 \cdot 1,1} = 629,69 \text{ м}^3,$$

де $t_y = \frac{2L}{v_1} + \frac{2L}{v_2} n + 2(n+1)t_n + t_y = \frac{2 \cdot 400}{2000} + \frac{2 \cdot 400}{5000} \cdot 3 + 2 \cdot (3+1) \cdot 0,025 + 0,5 = 1,58$ год.

2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_\kappa = LBH = 5000 \cdot 6 \cdot 0,5 = 15000 \text{ м}^3.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_\kappa}{\Pi} = \frac{15000}{629,69} = 23,82 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{23,82}{2 \cdot 10} = 1,19 \text{ машин.}$$

Приймаємо 2 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності автогрейдера

№ вар	Тип автогрейдера	L , м	B , м	$L_{зах}$, м	S , діб
1	ДЗ – 31А	6000	4	500	7
2	ДЗ – 40	4500	5	450	5
3	ДЗ – 14В	4000	7	350	6
4	ДЗ – 31А	5000	6	300	4
5	ДЗ – 40	5500	5	400	8

Продуктивність скреперів визначають за формулою

$$P_c = \frac{3600 q_c K_n K_e}{t_u K_p} T, \text{ м}^3,$$

де q_c – місткість ківша скрепера, м³ (табл. 6);
 K_n – коефіцієнт наповнення ківша від 0,8 до 1,2;
 K_e – коефіцієнт використання часу 0,85 – 0,90;
 T – тривалість робочої зміни, год;
 K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту 1,1 – 1,5;
 t_u – тривалість робочого циклу, с;

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \text{ год,}$$

де $t_{1,2,3,4,5}$ – відповідно тривалість: набору ґрунту, переміщення до місця укладання, розвантаження ґрунту з ківша, переміщення до місця завантаження, перемикаць передач (в середньому приймають 60 с).

Таблиця 6

Ґрунти	Місткість ківша, м ³			
	2,5-3	6-8	10	15
Відстань шляху набору (розвантаження), м				
Супісь	15-20	20-30	30	35
Легкий суглинок	20-25	25-35	40	40
Важкий суглинок	25-30	40-50	60	70

Приклад 3. Визначити необхідну кількість скреперів для розробки виїмки на ділянці довжиною $L = 1000$ м, шириною $B = 6$ м, висотою $H = 0,6$ м,

тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 10$ діб. Ґрунти – супісь. Місткість ковша скрепера $q_c = 2,5$ м³. K_n – коефіцієнт наповнення ковша від 0,8 до 1,2; K_e – коефіцієнт використання часу 0,85 – 0,90; K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту 1,1 – 1,5; t_u – тривалість робочого циклу, с; відстань переміщення ґрунту $L_{пер} = 500$ м, відстань шляху набору і розвантаження $L_{наб} = L_{роз} = 20$ м (табл. 6), швидкість набору і розвантаження $v_{наб} = v_{роз} = 4000$ м/год, швидкість переміщення до міста розвантаження $v_{пер.роз} = 10000$ м/год, швидкість переміщення до міста навантаження $v_{пер.нав} = 20000$ м/год.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність скрепера

$$P_c = \frac{3600 q_c K_n K_e T}{t_u K_p} = \frac{2,5 \cdot 1 \cdot 0,87}{0,1017 \cdot 1,2} \cdot 8 = 142,56, \text{ м}^3,$$

де $t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 0,005 + 0,05 + 0,005 + 0,025 + \frac{60}{36000} = 0,1017$ год,

$$t_1 = \frac{L_{наб}}{v_{наб}} = \frac{20}{4000} = 0,005 \text{ год},$$

$$t_2 = \frac{L_{пер}}{v_{пер.роз}} = \frac{500}{10000} = 0,05 \text{ год},$$

$$t_3 = \frac{L_{роз}}{v_{роз}} = \frac{20}{4000} = 0,005 \text{ год},$$

$$t_4 = \frac{L_{пер}}{v_{пер.нав}} = \frac{500}{20000} = 0,025 \text{ год}.$$

2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_\kappa = LBH = 1000 \cdot 6 \cdot 0,6 = 3600 \text{ м}^3.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_\kappa}{P_c} = \frac{3600}{142,56} = 25,25 \text{ маш-змін}.$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{25,25}{2 \cdot 10} = 1,26 \text{ машин.}$$

Приймаємо 2 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності скрепера

№ вар	Місткість ківша, м ³	Ґрунти	L, м	S, діб	B, м	H, м	L _{пер} , м	v _{наб} = v _{роз} , м/ГОД	v _{пер.роз} , м/ГОД	v _{пер.нав} , м/ГОД
1	6	Легкий суглинок	800	7	10	0,4	800	4000	10000	20000
2	10	Важкий суглинок	2000	8	6	0,8	600	4500	11000	25000
3	15	Супісь	1500	11	8	0,6	1000	5000	12000	30000
4	3	Легкий суглинок	1200	9	7	0,5	700	5500	11000	2500
5	8	Важкий суглинок	700	6	9	0,7	900	4500	12000	3000

Продуктивність одноківшового екскаватора визначають за формулою

$$P_e = \frac{3600TV_e K_n K_v}{t_u K_p}, \text{ м}^3$$

де T – тривалість зміни, год;
 V_e – об'єм ківша екскаватора, м³;
 K_n – коефіцієнт наповнення ківша (табл. 7);
 K_v – коефіцієнт використання часу;
 t_u – тривалість робочого циклу екскаватора (табл. 8).

Таблиця 7

Група ґрунту	Місткість ківша, м ³			
	0,15-0,3	0,5-1,5	2	3-4
	Коефіцієнт наповнення ківша			
1	0,9	0,9	0,85	0,85
2	0,8	0,8	0,8	0,8
3	0,7	0,7	0,7	0,7
4	–	0,65	0,65	0,6
5	–	0,55	0,55	0,45
6	–	0,55	0,55	0,5

Таблиця 8

Марка екскаватора	Місткість ківша м ³	Тривалість робочого циклу, с
ЕО – 3322А	0,5; 0,8	15
ЕО – 4121	0,65; 1,0; 1,5	17
ЕО – 5122	1,35; 1,6; 2,8	20; 25
ЕО – 6121	1,85; 2,34; 4,0	23; 28

Приклад 4. Визначити необхідну кількість екскаваторів для розробки виїмки на ділянці довжиною $L = 5000$ м, шириною $B = 10$ м, висотою $H = 7$ м, тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 40$ діб. Група ґрунту – 3. Марка екскаватора ЕО – 3322А з місткістю ківша $V_e = 0,8$ м³; K_n – коефіцієнт наповнення ківша 0,7; K_g – коефіцієнт використання часу 0,85 – 0,90; K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту 1,1 – 1,5; t_u – тривалість робочого циклу, $t_u = 15$ с.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність одноківшового екскаватора

$$P_e = \frac{3600TV_e K_n K_g}{t_u K_p} = \frac{3600 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,87}{15 \cdot 1,2} = 779,52 \text{ м}^3.$$

2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_\kappa = LBH = 5000 \cdot 10 \cdot 7 = 350000 \text{ м}^3.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_\kappa}{P_e} = \frac{350000}{779,52} = 448,99 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{448,99}{2 \cdot 40} = 5,61 \text{ машин.}$$

Приймаємо 6 машин

Вихідні дані обчислення продуктивності одноківшового екскаватора

№ вар	Марка екскаватора	Група ґрунту	L , м	B , м	H , м	S , діб
1	ЕО – 4121	2	6000	12	4	30
2	ЕО – 5122	4	8000	8	6	45
3	ЕО – 6121	1	10000	10	8	50
4	ЕО – 3322А	3	9000	9	7	35
5	ЕО – 6121	5	11000	11	5	55

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Яке обладнання називають землерийними машинами?
2. Які існують види землерийних машин?
3. Із яких основних вузлів складаються бульдозери?
4. Із яких основних вузлів складаються автогрейдери?
5. Із яких основних вузлів складаються скрепери?
6. Із яких основних вузлів складаються екскаватори?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ТА РОЗПОДІЛЬЧИХ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності транспортних та розподільчих машин на базі знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни та шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набутих умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості транспортних та розподільчих машин.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.
Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність роботи автомобіля-самоскида розраховують за формулою

$$P_a = \frac{TQK_2K_6}{t_u}, \text{ Т,}$$

- де T – тривалість робочої зміни, год;
 Q – вантажопідйомність машини, т;
 K_2 – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля 0,95 – 1,05;
 K_6 – коефіцієнт використання часу;
 t_u – час повного циклу автомобіля, год;

$$t_u = \left(\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} + t \right), \text{ ГОД,}$$

- де l – відстань транспортування, км;

v_1 – швидкість руху порожнього автомобіля, 40 км/год;

v_2 – швидкість руху навантаженого автомобіля, 20 км/год;

t – час, що витрачається на навантаження і розвантаження (0,2 год).

Кількість автомобілів-самоскидів N , що працюють в комплекті з екскаватором, визначають залежно від співвідношення їх продуктивності за формулою

$$N = \frac{P_s}{P_a} \gamma, \text{ шт,}$$

де γ – щільність ґрунту, 1,8 – 2,5 т/м³.

Приклад 1. Визначити необхідну кількість автомобілів-самоскидів. Тривалість зміни $T = 8$ год, Q – вантажопідйомність машини, 22 т; K_s – коефіцієнт використання часу 0,8; l – відстань транспортування, 2 км; P_e – продуктивність екскаватора, 779,52 м³ (практичне заняття 5, приклад 4).

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність роботи автомобілів-самоскидів

$$P_a = \frac{TQK_s K_e}{t_u} = \frac{8 \cdot 22 \cdot 0,95 \cdot 0,8}{0,35} = 382,17 \text{ т,}$$

де $t_u = \left(\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} + t \right) = \frac{2}{40} + \frac{2}{20} + 0,2 = 0,35$ год.

2. Кількість автомобілів-самоскидів, що працюють в комплекті з екскаватором.

$$N = \frac{P_s}{P_a} \gamma = \frac{779,52}{382,17} 1,9 = 3,87 \text{ машини.}$$

Приймаємо 4 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності роботи автомобілів-самоскидів

№ вар.	Q , т	L , км	v_1 , км/ГОД	v_2 , км/ГОД	γ , т/м ³
1	24	5	45	35	2,1
2	20	4	35	25	2,0
3	16	3	30	15	1,8
4	18	6	40	20	2,2
5	22	4	35	15	1,9

Продуктивність автогудронів розраховують за формулою

$$\Pi = \frac{TK_g A}{\frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + t_n + t_p}, \text{ т/зміну,}$$

де T – тривалість зміни, год;

K_g – коефіцієнт використання часу (0,85 – 0,9);

A – місткість автогудрону, т;

L – відстань доставки в'язучого, км;

v_1 і v_2 – швидкості руху відповідно навантаженого і порожнього автогудрону, км/год;

t_n – час перебування автогудрону на базі, 0,2 год;

t_p – час на розлив в'язучого, год (приблизно 0,1 – 0,2 год на 1 т в'язучого).

Приклад 2. Визначити необхідну кількість автогудронів. T – тривалість зміни, 8 год; K_g – коефіцієнт використання часу (0,85 – 0,9); A – місткість автогудрону, 10 т; L – відстань доставки в'язучого, 2 км; v_1 і v_2 – швидкості руху відповідно навантаженого і порожнього автогудрону, 30 і 60 км/год; t_n – час перебування автогудрону на базі, 0,2 год; t_p – час на розлив в'язучого, год (приблизно 0,1 – 0,2 год на 1 т в'язучого). Машина працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 50$ діб. H – товщина шару в'язучого 0,1 м; L_0 – довжина дороги, 5000 м; B – ширина дороги, 7 м; γ – щільність в'язучого 2,2 т/м³.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність автогудрону

$$\Pi = \frac{TK_g A}{\frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + t_n + t_p} = \frac{8 \cdot 0,85 \cdot 10}{\frac{2}{30} + \frac{2}{60} + 0,2 + 1,5} = 38,67 \text{ т/зміну,}$$

де $t_p = 0,15 \cdot 10 = 1,5$ год.

2. Загальний об'єм в'язучого

$$V_k = L_0 B H = 5000 \cdot 7 \cdot 0,1 = 3500 \text{ м}^3.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{\Pi} \gamma = \frac{3500}{38,67} \cdot 2,2 = 199,12 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{199,12}{2 \cdot 50} = 1,99 \text{ машин.}$$

Приймаємо 2 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності роботи автогудронів

№ вар	A, т	L, км	v ₁ , км/ГОД	v ₂ , км/ГОД	L ₀ , м	γ, т/м ³	B, м	S, діб
1	8	3	25	45	4000	2,1	9	40
2	10	4	35	50	6000	2,3	7	70
3	9	5	40	55	7000	2,0	9	50
4	12	2	20	40	5000	2,4	8	40
5	11	3	30	55	8000	2,2	6	60

Продуктивність розподільчої машини

$$\Pi_p = B v_m T K_e, \text{ м}^2/\text{змін},$$

де B – ширина одного сліду, м;

v_m – робоча швидкість переміщення машини, км/год;

T – тривалість зміни, год;

K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9).

Режим роботи на швидкості $v_m \leq 2$ км/год нераціональний з погляду експлуатаційних характеристик машин.

Продуктивність автогрейдера при розрівнюванні матеріалу визначають за формулою

$$\Pi_a = \frac{BL}{tn} 3600 T K_e, \text{ м}^2/\text{змін},$$

де B – ширина одного сліду, м;

L – довжина сліду, м;

t – час проходження по одному сліду з урахуванням розворотів (табл. 9), год;

n – оптимальне число проходів по одному сліду (табл. 9);

T – тривалість зміни, год;

K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8 – 0,9).

Таблиця 9

Тип автогрейдера	Вид керування відвалом	Час одного проходу ($l = 200 \text{ м}$) з урахуванням поворотів, с	Оптимальна кількість проходів
Легкий	1.1 Ручне	260	6
	1.2 «Профіль – 1»	360	3
	1.3 «Профіль – 2»	400	3
Середній	2.1 Ручне	230	6
	2.2 «Профіль – 1»	340	3
	2.3 «Профіль – 2»	380	3
Важкий	3.1 Ручне	230	8
	3.2 «Профіль – 1»	355	3
	3.3 «Профіль – 2»	400	4

Приклад 3. Визначити необхідну кількість розподільчих машини та автогрейдерів при розрівнюванні матеріалу, на ділянці довжиною $L_{dil} = 50 \text{ км}$; шириною $B_{dil} = 6 \text{ м}$; B – ширина одного сліду, 3 м ; v_m – робоча швидкість переміщення машини, 3 км/год ; T – тривалість зміни, 8 год ; K_e – коефіцієнт використання робочого часу ($0,8 - 0,9$); розподільчі машини працюють 1 зміну на добу (K_p); період виконання $S = 5 \text{ діб}$. L – довжина сліду, 400 м ; t – час проходження по одному сліду з урахуванням розворотів, 520 с ; оптимальне число проходів по одному сліду, $n = 6$; автогрейдери працюють 2 зміни на добу (K_a).

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність розподільчої машини

$$P_p = B v_m T K_e = 3 \cdot 300 \cdot 8 \cdot 0,9 = 64800 \text{ м}^2/\text{змін.}$$

2. Визначаю необхідну площу

$$F = LB = 50000 \cdot 6 = 300000 \text{ м}^2.$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{F}{P_p} = \frac{300000}{64800} = 4,62 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{K_p S} = \frac{4,62}{1 \cdot 5} = 0,92 \text{ машин.}$$

Приймаємо 1 машину.

5. Продуктивність автогрейдера

$$P_a = \frac{BL}{tn} 3600 \cdot TK_g = \frac{3 \cdot 400}{520 \cdot 6} \cdot 3600 \cdot 8 \cdot 0,9 = 9969,23 \text{ м}^2/\text{змін.}$$

6. Визначаю необхідну площу

$$F = LB = 50000 \cdot 6 = 300000 \text{ м}^2.$$

7. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{F}{P_a} = \frac{300000}{9969,23} = 30 \text{ маш-змін.}$$

8. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{K_a S} = \frac{30}{2 \cdot 5} = 3 \text{ машин.}$$

Приймаємо 3 машини.

Вихідні дані обчислення продуктивності роботи розподільчої машини та автогрейдера

№ вар.	V_m , км/год	B , м	$L_{\text{дйл}}$, км	$B_{\text{дйл}}$, м	S , діб	Тип автогрейдера	L , м
1	4	3	70	5	5	1.1	800
2	5	2	50	7	6	1.3	600
3	6	2,5	40	8	4	2.2	500
4	3	3,5	60	9	3	3.1	700
5	4	3	55	6	5	3.3	900

Продуктивність асфальтоукладача визначають за формулою

$$P = 60TK_g hBv\gamma, \text{ т/змін,}$$

- де T – тривалість зміни, год;
 K_g – коефіцієнт використання часу (до 0,9);
 h – товщина шару, що укладається, м;
 B – ширина смуги, що укладається, м;
 γ – необхідна щільність асфальтобетонної суміші, т/м³;
 v – швидкість руху асфальтоукладача, м/хв (табл. 10).

Таблиця 10

Товщина слою, см	v , м/хв	Товщина слою, см	v , м/хв
До 2,5	5,0	6-10	2,0
3-5	2,5	≥ 11	1,6

Робота котків, що працюють з асфальтоукладачем

Для визначення кількості котків виконують розрахунки з урахуванням типу котка, числа проходів по одній смузі при заданій швидкості. Число проходів по ширині покриття B визначають залежно від ширини вальців котка b (залежить від типу котка, при розрахунках приймають 1 – 2,2 м)

$$n = \frac{1,1B}{b}.$$

Загальне число проходів одного котка по довжині захватки, що укладається, за зміну складає

$$N = \frac{TK_g}{\left(\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + t \right) s},$$

де T – тривалість зміни, год;
 K_g – безрозмірний коефіцієнт використання котка за часом (0,85 – 0,90);
 l_1 – довжина ділянки смуги, що ущільнюється, м;
 l_2 – довжина шляху для переходу на наступний слід, м;
 v_1 – робоча швидкість котка, м/хв;
 v_2 – маневрова швидкість котка, м/хв;
 t – час на перемикання передач в кінці, 1 хв;
 s – число окремих циклів ущільнення впродовж захватки за зміну, $s = L/l_1$, де L – довжина захватки, м.

Продуктивність одного котка при m проходах по одній смузі складе

$$\Pi = \frac{nN}{m}.$$

Приклад 4. Визначити необхідну кількість асфальтоукладачів та котків до них. T – тривалість зміни для роботи асфальтоукладача, 4 год; K_g – коефіцієнт використання часу (0,85 – 0,9); h – товщина шару, що укладається, 5 см; B – ширина смуги, що укладається, 8 м; γ – необхідна щільність асфальтобетонної суміші, 2,2 т/м³; v – швидкість руху асфальтоукладача, 2,5 м/хв; машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 6$ діб; L_d – довжина робочої ділянки, 5000 м; b – ширина вальців котка, 1,5 м; T – тривалість зміни для роботи котка, 8 год; l_1 – довжина ділянки смуги, що ущільнюється, 100 м, l_2 – довжина шляху для переходу на наступний слід, 10 м; v_1 і v_2 – відповідні швидкості котка, 1 та 2 км/год, t – час на перемикання передач в кінці, 1 хв; s – число окремих циклів ущільнення впродовж захватки за зміну, $s = L/l_1$, де L – довжина захватки, 300 м; m – кількість проходів по одній смузі, 5.

РОЗВ'ЯЗОК

1. Продуктивність асфальтоукладача

$$\Pi = 60TK_g hV\gamma = 60 \cdot 4 \cdot 0,87 \cdot 0,05 \cdot 8 \cdot 2,2 \cdot 2,5 = 459,36 \text{ т/зміну.}$$

2. Маса асфальтобетонної суміші

$$Q_{асф} = LBh\gamma = 5000 \cdot 8 \cdot 0,05 \cdot 2,2 = 4400 \text{ т.}$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{Q_{асф}}{\Pi} = \frac{4400}{459,36} = 9,58 \text{ маш-змін.}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{9,58}{2 \cdot 6} = 0,79 \text{ машин.}$$

Приймаємо 1 машину.

5. Число проходів по ширині покриття

$$n = \frac{1,1B}{b} = \frac{1,1 \cdot 8}{1,5} = 5,87.$$

6. Загальне число проходів одного котка по довжині захватки, що укладається, за зміну

$$N = \frac{TK_g}{\left(\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + t\right)s} = \frac{8 \cdot 0,87}{\left(\frac{0,1}{1} + \frac{0,01}{2} + \frac{60}{3600}\right) \cdot \frac{300}{100}} = 19,07 = 20.$$

7. Продуктивність одного котка при t проходах по одній смузі

$$\Pi = \frac{nN}{t} = \frac{6 \cdot 20}{5} = 24.$$

8. Загальний об'єм асфальтобетонної суміші

$$V_k = LBH = 5000 \cdot 8 \cdot 0,05 = 2000 \text{ м}^3.$$

9. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{\Pi} = \frac{2000}{24} = 83,34 \text{ маш-змін.}$$

10. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{83,34}{2 \cdot 6} = 6,9 \text{ машин.}$$

Приймаємо 7 машин.

Вихідні дані обчислення продуктивності роботи асфальтоукладача та котків

№ вар	h , см	B , м	L_0 , м	l_1 , м	l_2 , м	v_1 , км/ГОД	v_2 , км/ГОД	L , м	t	S , діб
1	2,4	12	4000	150	14	1	2	450	3	8
2	3,5	11	5000	200	11	1,5	3	400	4	7
3	7	10	6000	250	10	1	2	500	5	6
4	12	9	7000	100	12	1,5	3	300	6	5
5	5	8	8000	300	15	1	2	600	7	9

4. Питання для підготовки до захисту практичного модуля

1. Яке обладнання називають транспортним?
2. Яке обладнання називають розподільчим?
3. Із яких основних вузлів складаються транспортні машини?
4. Із яких основних вузлів складаються розподільчі машини?
5. Із яких основних вузлів складаються асфальтоукладачі?

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВИКОНАНОГО ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ

Загальні вимоги, що забезпечують максимальну оцінку:

- ♦ правильність обчислення продуктивності техніки;
- ♦ повнота структури розрахунків;
- ♦ грамотність, лаконізм і логічна послідовність викладу;
- ♦ оформлення завдань відповідно до чинних стандартів;
- ♦ наявність посилань на джерела інформації;
- ♦ самостійність виконання (діагностується під час захисту).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гірничі машини для підземного видобування вугілля: Навч. посіб. для вузів / П.А. Горбатов, Г.В. Петрушкін, М.М. Лисенко, С.В. Павленко, В.В. Косарев; Під аг. ред. П.А. Горбатов. – 2-ге вид. перероб. і доп. – Донецьк: Норд Ком'пютер, 2006. – 668 с.
2. Гірниче обладнання для підземної розробки рудних родовищ: Довідковий посібник / О.Є. Хоменко, М.М. Кононенко, Д.В. Мальцев. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 340 с.
3. Малевич Н.А. Горнопроходческие машины и комплексы / Н.А. Малевич. – М.: Недра, 1980. – 384 с.
4. Машины и оборудование для угольных шахт: Справочник / Под ред. В.Н. Хорина. – М.: Недра, 1987. – 424 с.
5. Будівельні машини та обладнання: Підручник / За редакцією О.М. Лівінського. – К.: Українська академія наук, «МП Леся», 2015. – 612 с.
6. Сукач М.К. Будівельні машини і обладнання: Підручник. – К.: Видавництво Ліра, 2016. – 390 с.
7. Білятинський О.А., Старойвода В.П. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг: Підручник. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.

Навчальне видання

Терещук Роман Миколайович
Халимендик Олексій Володимирович
Іванова Ганна Павлівна
Жабчик Катерина Сергіївна

Методичні рекомендації
до практичних занять із дисципліни
«Гірничо-прохідницька і будівельна техніка»

для підготовки бакалаврів спеціальностей
184 Гірництво та 192 Будівництво та цивільна інженерія

Видано в авторській редакції.

Підписано до виходу в світ 03.09.2019.

Видано
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004.
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.