

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

ПРОХІДНИЦЬКІ МАШИНИ

**Методичні рекомендації до практичних занять із дисципліни
“ГІРНИЧОПРОХІДНИЦЬКА І БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА”**

для підготовки бакалаврів напряму 6.050301 Гірництво

**Дніпропетровськ
2013**

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



**ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра будівництва і геомеханіки**

ПРОХІДНИЦЬКІ МАШИНИ

**Методичні рекомендації до практичних занять із дисципліни
“ГІРНИЧОПРОХІДНИЦЬКА І БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА”**

для підготовки бакалаврів напрямку 6.050301 Гірництво

Дніпропетровськ
НГУ
2013

Прохідницькі машини. Методичні рекомендації до практичних занять із дисципліни «Гірничо-прохідницька і будівельна техніка» для підготовки бакалаврів напряму 6.050301 Гірництво / В.І. Пілюгін, Р.М. Терещук, О.Є. Григор'єв. – Д. : Національний гірничий університет, 2013. – 29 с.

Автори:

В.І. Пілюгін, д-р техн наук, проф. (практичні заняття № 2, 3, 4);

Р.М. Терещук, канд. техн. наук, доц. (практичні заняття № 1, 7);

О.Є. Григор'єв, канд. техн. наук, доц. (практичні заняття № 5, 6).

Затверджено методичною комісією з напряму підготовки 060101 Гірництво (протокол № 1 від 15.02.2013) за поданням кафедри будівництва і геомеханіки (протокол № 9 від 06.02.2013).

Подано методичні рекомендації до практичних навчальних занять з дисципліни «Гірничо-прохідницька і будівельна техніка. Ч. 1. Прохідницькі машини» для бакалаврів напряму підготовки 6.060101 Гірництво.

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

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

Відповідальний за випуск завідувач кафедри будівництва і геомеханіки д-р техн. наук, проф. О.М. Шашенко.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна “Гірничопрохідницька і будівельна техніка. Ч. 1. Прохідницькі машини” є базовою в підготовці студентів до самостійної роботи у сфері будівництва гірничих об’єктів.

Гірничопрохідницька 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 гірничопрохідницьких робіт. Знання принципів вибору гірничопрохідницьких 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 гірничопрохідницького обладнання при будівництві гірничих об’єктів, з огляду на специфіку кожного розділу навчальної програми.

У результаті вивчення дисципліни “Гірничопрохідницька і будівельна техніка. Ч. 1. Прохідницькі машини” студент повинен засвоїти основну інформацію про види й будову гірничопрохідницьких машин, про організацію робочих місць при виконанні гірничопрохідницьких робіт, зокрема про ознаки правильно влаштованого робочого місця, групування нормативних документів; він має осмислити принципи вибору гірничопрохідницьких машин відповідно до конкретних виробничих умов, а також правила безпеки та охорони праці.

Засвоївши матеріал дисципліни, студент повинен уміти:

- визначати продуктивність гірничопрохідницьких машин та їхню необхідну кількість з урахуванням певних виробничих умов;
- розробляти технологічні схеми переміщення гірничопрохідницьких машин;
- застосовувати методики обчислення параметрів цих машин;
- оцінювати якість робіт вибраної техніки;
- правильно розраховувати витрати часу на виконання гірничопрохідницьких 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.

**Робоча програма дисципліни “Гірничопрохідницька і будівельна техніка.
Ч. 1. Прохідницькі машини”**

№ модуля	Зміст модуля	Розподіл часу (год)			
		аудиторний	самостійна робота	загальний	
1	Лекції – 3-й семестр, III чверть (1...7 тиж.) Аудиторні – 4 години на тиждень				
	Передмова	1	40,00	72,00	
	Загальні відомості про гірничопрохідницькі машини	1			
	Машини та механізми для буріння шпурів і свердловин	7			
	Навантажувальні машини	4			
	Машини й механізми для тимчасового та постійного кріплення гірничих виробок	2			
	Прохідницькі комбайни	6			
	Комплекси для проведення горизонтальних і похилих виробок	3			
	Щитові прохідницькі комплекси й комплекси для спорудження тунелів	2			
	Обладнання для проведення вертикальних виробок	2			
	Контрольна модульна робота за розкладом занять (8-й тиждень)	4			
Разом:	32				
2	Практичні заняття – 3-й семестр, III чверть (1...7 тиж.) Аудиторні – 2 години на тиждень				
	Розрахунок продуктивності бурильних установок	2	20,00	36,00	
	Розрахунок продуктивності навантажувальних машин	4			
	Розрахунок продуктивності навантажувально-транспортних машин	2			
	Розрахунок продуктивності прохідницьких комбайнів	4			
	Розрахунок продуктивності прохідницьких комплексів і щитів	2			
	Захист індивідуального завдання/ модуля за розкладом занять (8-й тиждень)	2			
	Разом	16			
Разом з дисципліни	48	48			108
Частка навантаження		0,56			

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:

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

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

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

$$\text{Чистий час буріння } t_{бур} = \frac{1}{60k_0nv}, \text{ хв,}$$

де k_0 – коефіцієнт одночасності при роботі двох бурильних машин ($k_0 = 0,7$); трьох бурильних машин ($k_0 = 0,5$);

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

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

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

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

t_k – час на заміну коронок, хв; передбачено, що становить 0,1 хв на буріння 1 м шпура.

Таким чином, технічна продуктивність (шпурометрів на годину)

$$Q_{\text{техн}} = \frac{60}{\frac{1}{k_0 n v} + (t_{\text{ман}} + t_{\text{з.х}} + t_{\text{к}})}$$

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:

$$Q_E = \frac{T - (t_{\text{н.з}} + t_{\text{н.з}}^1 + O + t_{\text{нідр}})}{\frac{1}{k_0 n v} + (t_{\text{ман}} + t_{\text{з.х}} + t_{\text{к}})}, \text{ шпм/зм,}$$

де T – тривалість зміни, хв;

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

$t_{\text{н.з}}^1$ – 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 підричних 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

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	ЗБК-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			Пнемо-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

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. Протождяконова, 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 – 3].

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.; $v = 0,06$ м/с [1 – 3].

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 $t_{\text{ман}} = 0,35$ хв; $t_{\text{з.х}} = 0,13$ м/с [1 – 3]; $t_{\text{к}} = 0,1$ 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:

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

м/зм,

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

Вихідні дані для обчислення продуктивності бурильної установки

№ вар.	$S_{пр}$, 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 КІВШОВИХ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності ківшових навантажувальних 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 ківшових навантажувальних машин.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

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 ковша, 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 ковшем 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 ковша;

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

k_p – коефіцієнт додаткового розпушування матеріалу в ковші.

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

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 ковша не перевищує 0,12 м³, становить 0,92, а коли перевищує цю величину, то 0,92 – 0,96.

Таблиця 2

Значення коефіцієнта заповнення ковша k_z

Крупність породи, мм	Відношення маси машини до ширини ковша, 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:

$$Q_e = 60 \frac{V_3}{T_o}, \text{ м}^3/\text{год},$$

де V_3 – загальний об'єм гірської маси, завантаженої машиною за прохідницький цикл, м^3 ;

T_o – загальний час роботи машини, хв.

Загальний об'єм гірської маси

$$V_3 = l_u S \eta_\sigma k_{p.n}, \text{ м}^3,$$

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

S – площа перерізу виробки в проходці, м^2 ;

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

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

Загальний час роботи машини

$$T_o = \frac{60 V_3 \sigma}{Q_{\text{мех}}} + \left(\frac{V_3}{z V_\sigma} - 1 \right) t_o + \sum t_{np}, \text{ хв},$$

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_σ – об'єм вагонетки, м^3 ;

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 $S = 12,1 \text{ м}^2$, просування вибою за один цикл $l_u = 1,8 \text{ м}$, максимальний розмір шматків породи $a_{\text{max}} = 300 \text{ мм}$; коефіцієнт, у якому враховано збільшення площі перерізу виробки по відношенню до проектної, $\eta_\sigma = 1,05$, коефіцієнт розпушування гірської породи $k_{p.n} = 1,6$, об'єм вагонетки $V_\sigma = 2,5 \text{ м}^3$, кількість вагонеток $z = 4$ шт.

РОЗВ'ЯЗОК

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

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

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

2. Технічна продуктивність

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

передбачаємо, що $k_u = 0,95$; $k_3 = 0,6$ (див. табл. 2) $38000/1150 = 33,04 \text{ Н/мм [1 – 3]}$; $k_p = 0,95$.

3. Загальний об'єм гірської маси

$$V_3 = l_u S_l k_{p.n} = 1,8 \cdot 12,1 \cdot 1,05 \cdot 1,6 = 36,59 \text{ м}^3.$$

4. Загальний час роботи машини

$$T_o = \frac{V_3 \sigma}{Q_{\text{тех}}} + \left(\frac{V_3}{z V_6} - 1 \right) t_o + \sum t_{np} = \frac{36,59 \cdot 1,1}{0,9} + \left(\frac{36,59}{4 \cdot 2,5} - 1 \right) \cdot 10 + 30 = 101 \text{ хв};$$

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

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	$S, \text{ м}^2$	$l_u, \text{ мм}$	η_6	$k_{p.n.}$	$a_{\text{мах}}, \text{ мм}$
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.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ МАШИН ІЗ ЗАГРІБНИМИ ЛАПАМИ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності навантажувальних машин із закрібними лапами 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 із закрібними лапами.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Технічна продуктивність установок цього типу

$$Q = znV_l, \text{ м}^3/\text{хв},$$

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_l – об'єм гірської маси, що захоплюється кожною лапою за робочий хід, м^3 ; причому

$$V_l = \frac{B_3}{2} d_m h_{cp}, \text{ м}^3,$$

де B_3 – 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_{cp} – 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:

$$Q_m = \frac{1}{2} znB_3 d_m h_{cp}, \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Приклад. Визначити технічну продуктивність навантажувальної машини із загірбними 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 загірбання 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

$$V_l = \frac{B_3}{2} d_m h_{cp} = \frac{1300}{2} \cdot 520 \cdot 400 = 135200000 \text{ мм}^3 = 0,1352 \text{ м}^3,$$

приймаємо, що $B_3 = 1300$ мм [1 – 3]; $h_{cp} = 2 \cdot 200 = 400$ мм [1 – 3].

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 – 3]; $n = 30$.

Вихідні дані для обчислення продуктивності навантажувальних машин із загірбними лапами

№ вар.	Тип машини	$a_{i\ddot{o}}$, 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 загірбними лапами?
2. Перелічіть основні переваги навантажувальних машин із загірбними лапами.
3. Які недоліки мають навантажувальні машини із загірбними лапами?
4. Із яких вузлів складається навантажувальна машина із загірбними лапами?
5. Які способи захоплення та передачі вугілля й породи мають у своєму розпорядженні навантажувальні машини із загірбними лапами?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ НАВАНТАЖУВАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності 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 навантажувально-транспортних машин.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

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 ковша), 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

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

де $K_{\text{ц}}$ – коефіцієнт, у якому враховано час, що витрачається на розбирання негабаритних шматків породи у вибої ($K_{\text{ц}} = 1,15 - 1,2$);
 $n_{\text{ц}}$ – 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_m – коефіцієнт, у якому враховано час, що витрачається на маневри машини у вибої ($k_m = 1,3$);

$K_{зан}$ – коефіцієнт заповнення ковша ($K_{зан} = 0,75 - 0,9$).

Час руху машини

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

де L – довжина шляху транспортування вантажу, км;

$v_{нав}, v_{пор}$ – швидкість руху навантаженої та порожньої машини відповідно, км/год;

$K_{рух}$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність руху машини ($K_{рух} = 1,25 - 1,3$).

Зазвичай передбачають, що час розвантаження машини $t_{роз} = 30 - 40$ с.

Можливе число рейсів машини за зміну

$$n_p = 60 \frac{t_{зм} - t_1}{T_u},$$

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 $\gamma = 2,3 \text{ т/м}^3$, 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

$$t_{зав} = \frac{K_u n_u t_u k_m}{K_{зан}} = \frac{1,15 \cdot 1 \cdot 50 \cdot 1,3}{0,8} = 94 \text{ с,}$$

приймаємо, що $K_u = 1,15$; $n_u = 1$; $t_u = 50 \text{ с}$; $k_m = 1,3$; $K_{зан} = 0,8$.

2. Час руху машини

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

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

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

4. Тривалість циклу переміщення вантажу

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

5. Продуктивність навантажувально-транспортних машин

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

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

6. Можливе число рейсів машини за зміну

$$n_p = 60 \frac{t_{зм} - t_l}{T_u} = 60 \frac{360 - 40}{188} = 103,$$

встановлюємо, що $t_l = 40 \text{ хв}$.

7. Потрібне число рейсів у зміну

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

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	$t_{зм}$, хв	Число змін	$A_{зм}$, 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 № 5

**РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМБАЙНІВ
З ВИКОНАВЧИМ ОРГАНОМ ВИБІРКОВОЇ ДІЇ**

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності прохідницьких комбайнів з виконавчим органом вибіркової дії 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 з виконавчим органом вибіркової дії.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

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 вибій 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:

$$Q_{теор} = 0,06 \frac{N}{Hw}.$$

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 ($m^3/хв$) таким чином:

$$Q_{mex} = k_{mex} Q_{теор},$$

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

$$Q_{mex} = 60 k_{mex} Q_{теор},$$

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

$$k_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{k_z} + \frac{T_{n.k} Q_{meop}}{LS_{np}}},$$

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

$T_{n.k}$ – 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 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 $k_z = 0,9$.

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:

$$Q_e = 60k_e Q_{meop},$$

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

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_z} + \frac{(T_{n.k} + T_{n.o}) Q_{meop}}{LS_{np}}},$$

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

$T_{n.o}$ – 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 квершлага, площа перерізу якого в проходці $S_{np} = 15,6$ м².

РОЗВ'ЯЗОК

1. Теоретична продуктивність комбайна

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

приймаємо, що $D = 0,54$ м [1 – 3]; $l = 0,5$ м [1 – 3];
 $S = S_k = \frac{D}{2}l = \frac{0,54}{2} \cdot 0,5 = 0,135$ м².

2. Технічна продуктивність комбайна

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

$$k_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_{н.к}Q_{теор}}{LS_{np}}} = \frac{1}{\frac{1}{0,91} + \frac{10 \cdot 0,92}{0,5 \cdot 15,6}} = 0,44,$$

передбачаємо, що $k_2 = 0,91$; $T_{н.к} = 10$ хв.; $L = 0,5$ м [1 – 3].

3. Експлуатаційна продуктивність комбайна

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

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_2} + \frac{(T_{н.к} + T_{н.о})Q_{теор}}{LS_{np}}} = \frac{0,8}{\frac{1}{0,91} + \frac{(10 + 30) \cdot 0,92}{0,5 \cdot 15,6}} = 0,14,$$

встановлюємо, що $T_{н.о} = 30$ хв.

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

№ вар.	Тип машини	Тип виробки	S_{np} , 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?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМБАЙНІВ З ВИКОНАВЧИМ ОРГАНОМ БУРОВОЇ ДІЇ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності прохідницьких комбайнів з виконавчим органом бурової дії 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 з виконавчим органом бурової дії.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

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 ($m^3/xв$) таким чином:

$$Q_{mex} = k_{mex} Q_{теор},$$

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

$$Q_{mex} = 60 k_{mex} Q_{теор},$$

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

$$k_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_{н.к} Q_{теор}}{LS_{np}}},$$

де k_2 – 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, m^2 .

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:

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

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. Протодьяконова, 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 $D = 9$ м [1 – 3]; $n_{г.о} = 0,167 \text{ с}^{-1}$ [1 – 3];

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

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

2. Технічна продуктивність комбайна

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

$$k_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_{n.k} Q_{теор}}{LS_{np}}} = \frac{1}{0,8 + \frac{10 \cdot 1,91}{0,7 \cdot 63,59}} = 0,6,$$

передбачаємо, що $k_2 = 0,8$; $T_{n.k} = 10$ хв.

3. Експлуатаційна продуктивність комбайна

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

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_2} + \frac{(T_{n.k} + T_{n.o}) Q_{теор}}{LS_{np}}} = \frac{0,8}{\frac{1}{0,8} + \frac{(10 + 20) \cdot 1,91}{0,7 \cdot 63,59}} = 0,315,$$

встановлюємо, що $T_{n.o} = 20$ 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?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ І ЩИТІВ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок обчислення продуктивності 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 комплексів і щитів.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

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

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

де Π – змінна проходка, м;

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

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

$T_{зм}$ – 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

$$T_{ц} = T_p + T_n, \text{ хв.}$$

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 конвєсера та комунікацій;
 $T_{тр}$ – тривалість транспортно-маневрових операцій;
 $T_{доп}$ – тривалість допоміжних операцій.
У свою чергу тривалість допоміжних операцій

$$T_{доп} = T_{різ} + T_3 + T_n + T_{ін}, \text{ хв},$$

де $T_{різ}$ – час, витрачений на заміну різців або шарошок;
 T_3 – 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 $П = 3$ 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)

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

2. Коефіцієнт безперервності роботи комплексу

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_n}{T_p}} = \frac{0,8}{\frac{1}{0,8} + \frac{96}{24}} = 0,152,$$

приймаємо, що $k_2 = 0,8$.

3. Тривалість прохідницького циклу

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

4. Число циклів за зміну

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

Вихідні дані для обчислення продуктивності прохідницьких комплексів і щитів

№ вар.	H , м	S_{np} , 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.

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 [Текст] / П.А. Горбатов, Г.В. Петрушкін, М.М. Лисенко, та ін.; під ред. П.А. Горбатова. – 2-ге вид. перероб. і доп. – Донецьк : Норд Комп'ютер, 2006. – 668 с.
2. Малевич Н.А. Горнопроходческие машины и комплексы [Текст] / Н.А. Малевич. – М. : Недра, 1980. – 384 с.
3. Машини и оборудование для угольных шахт: Справочник [Текст] / под ред. В.Н. Хорина. – М. : Недра, 1987. – 424 с.
4. Гетопанов В.Н. Горные, транспортные машины и комплексы [Текст] / В.Н. Гетопанов, Н.С. Гудилин, Л.И. Чугреев. – М. : Недра, 1991. – 481 с.

Пілюгін Віктор Іванович
Терещук Роман Миколайович
Григор'єв Олексій Євгенович

ПРОХІДНИЦЬКІ МАШИНИ

Методичні рекомендації до практичних занять із дисципліни
“ГІРНИЧОПРОХІДНИЦЬКА І БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА”
для підготовки бакалаврів напряму 6.050301 Гірництво

Редактор О.Н. Ільченко.

Підписано до друку 04.03.2013. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,1.
Обл.-вид. арк. 2,2. Тираж 100 пр. Зам. № .

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.