

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра будівництва і геомеханіки

ГІРНИЧОПРОХІДНИЦЬКА ТЕХНІКА
методичні рекомендації до вивчення дисципліни
студентами напряму підготовки 6.060101 Будівництво

Дніпропетровськ
НГУ
2012

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

ГІРНИЧОПРОХІДНИЦЬКА ТЕХНІКА
методичні рекомендації до вивчення дисципліни
студентами напряму підготовки 6.060101 Будівництво

Дніпропетровськ
2012

Гірничопрохідницька техніка. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни студентами напряму підготовки 6.060101 Будівництво / Р.М. Терещук, О.Є. Григор'єв. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 25 с.

Автори:

Р.М. Терещук, канд. техн. наук, доц. (практичне заняття № 2, 3).

О.Є. Григор'єв, канд. техн. наук, асист. (практичне заняття № 1, 4)

Затверджено методичною комісією з напряму підготовки 060101 Будівництво (протокол № 2 від 11.06.2012) за поданням кафедри будівництва і геомеханіки (протокол № 14 від 01.06.2012).

Подано методичні рекомендації до практичних навчальних занять з дисципліни «Гірничопрохідницька техніка» для студентів напряму підготовки 6.060101 Будівництво.

У методичних рекомендаціях розглянуто найбільш загальні підходи до визначення продуктивності й необхідної кількості гірничопрохідницьких машин при будівництві гірничотехнічних об'єктів у міських умовах.

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 техніка” є основою підготовки студентів до самостійної роботи у сфері будівництва гірничотехнічних об’єктів.

Гірничопрохідницька техніка – складова гірничого, промислового або цивільного виробництва. Вивчення цієї дисципліни передбачає розгляд великої кількості техніки, яка застосовується для виконання гірничопрохідницьких і будівельних робіт. Знання принципів вибору гірничопрохідницької техніки, вивчення її будови та перспективи розвитку – усе це дає змогу фахівцям, що працюють у складі технічних відділів підприємств, розробляти сучасні проекти гірничого, промислового або цивільного виробництва.

Мета написання цих методичних рекомендацій полягає в ознайомленні студентів із найбільш загальними питаннями вибору та обґрунтування необхідного гірничопрохідницького обладнання при будівництві гірничотехнічних об’єктів, з огляду на специфіку кожного розділу навчальної програми.

У результаті вивчення дисципліни “Гірничопрохідницька техніка” студент повинен знати основні дані про види й будову гірничопрохідницьких машин, про організацію робочих місць при виконанні гірничопрохідницьких і будівельних робіт, ознаки правильно влаштованого робочого місця, групування нормативних документів, опанувати принципи вибору гірничопрохідницьких і будівельних машин для конкретних виробничих умов, правила безпеки та охорони праці.

Засвоївши матеріал дисципліни, студент повинен уміти:

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

Ці методичні 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 підвищенню якості самостійної роботи та підвищенню рівня підготовки фахівця.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ БУРИЛЬНИХ УСТАНОВОК

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок практичного застосування знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни, шляхом виконання індивідуальних завдань.

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

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові справи.

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.

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

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 приймається 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 та 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)

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

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:

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

де T – тривалість зміни, хв;

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

$t_{н.з}^1$ – 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;

$t_{нідр}$ – 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 прохідці, 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	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 прохідці, 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			Пневмоколісна
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 прохідці, 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. Протодьяконова, тривалість зміни $T = 6 \text{ год}$.

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 становить 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

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

Технічна продуктивність

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

3. Визначення експлуатаційної продуктивності

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

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

Вихідні дані для обчислення продуктивності бурильної установки

№ вар.	$S_{np}, \text{ м}^2$	$B, \text{ мм}$	f	$T, \text{ год}$
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

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ТА НАВАНТАЖУВАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок практичного застосування знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни, шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набути умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при обчисленні продуктивності навантажувальних і навантажувально-транспортних машин.

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Прийнято окремо виконувати розрахунок продуктивності ківшових навантажувальних машин і машин безперервної дії із загірбними лапами, а також навантажувально-транспортних машин.

Продуктивність ківшових навантажувальних машин

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 рукояці з електроприводом – 12 – 15 с.

Технічна продуктивність у типових експлуатаційних умовах з урахуванням коефіцієнтів

$$Q_{тех} = Q_{теор} k_3 \frac{1}{k_u} k_p = \frac{n_u}{k_u} k_3 k_p V_k, \text{ м}^3/\text{хв},$$

де k_3 – 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_3 (табл. 2) залежить від щільності гірської маси, її крупності, висоти штабелю, 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, коли перевищує цю величину, то 0,92 – 0,96.

Таблиця 2

Значення коефіцієнта заповнення ковша k_3

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, м³;

T_o – загальний час роботи машини, хв.

Загальний об'єм гірської маси

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

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

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

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

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

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, м^3 ;

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

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

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

Продуктивність навантажувальних машин із закріпними лапами

Технічна продуктивність установок цього типу

$$Q = znV_l, \text{ м}^3/\text{хв},$$

де z – число закріпних 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

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

де B_3 – ширина захвату, м;

d_m – відстань між ділянками траєкторії руху лап під час закріпання 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_{zp} – середня висота загірного шару гірської маси, причому в разі навантаження скельних порід приймають, що вона дорівнює подвійній висоті загірної лапи, а при роботі із слабкими породами – висоті лапи, м.

Остаточне значення технічної продуктивність машини із загірними лапами обчислюємо таким чином:

$$Q_m = \frac{1}{2} z n B_3 d_0 h_{zp}, \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Продуктивність навантажувально-транспортних машин

Цей параметр визначають, користуючись такою формулою:

$$Q = \frac{3600 \gamma K_3 K_6 V}{T_u}, \text{ т/ГОД,}$$

де γ – щільність гірської маси, т/м³;

K_3 – коефіцієнт заповнення вантажонесучого органа;

K_6 – коефіцієнт використання машини в часі 0,6 – 0,7;

V – об'єм вантажонесучого органа (кузова або ковша), м³;

T_u – тривалість циклу переміщення вантажу, с.

При цьому

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

де $t_{зав}$ – час завантаження вантажонесучого органу, с;

$t_{рух}$ – час руху машини від вибою до пункту розвантаження й назад, с;

$t_{роз}$ – час розвантаження машини, с.

До того ж

$$t_{зав} = \frac{K_u n_u t_u k_M}{K_{зан}}, \text{ с,}$$

де K_u – коефіцієнт, у якому враховано час, що витрачається на розбирання негабаритних шматків породи у вибої ($K_u = 1,15 - 1,2$);

n_u – число циклів черпання ковшем (для машини типу ПД $n_u = 1$);

t_u – тривалість циклу черпання навантажувальним ковшем, с; (для машин типу ПД $t_u = 50$ 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

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

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 приймають, що час розвантаження машини $t_{\text{роз}} = 30 - 40$ с.

Можливе число рейсів машини за зміну

$$n_p = 60 \frac{t_{\text{зм}} - t_l}{T_{\text{ц}}},$$

де $t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, хв;

t_l – тривалість завершальних операцій, ($t_l = 40 - 50$ хв).

Потрібне число рейсів за зміну

$$n_n = K_n \frac{A_{\text{зм}}}{V_{\gamma} K_3},$$

де $A_{\text{зм}}$ – 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 враховують менші значення при двозмінній роботі, більші – при тризмінній).

Приклад 1. Визначити технічну й експлуатаційну продуктивність ківшової навантажувальної машини ППН1, якщо площа виробки в прохідці $S = 12,1$ м², просування вибою за один цикл $l_{\text{ц}} = 1,8$ 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 $V_g = 2,5$ м³, кількість вагонеток $z = 4$ шт.

РОЗВ'ЯЗОК

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

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

приймаємо, що $T = 15$ с, $V_{\kappa} = 0,25$ м³ [1-3], $n_u = 60/10 = 6$ 1/хв.

2. Технічна продуктивність

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

приймаємо, що $k_u = 0,95$; $k_3 = 0,6$ (див. табл. 2) $38000/1150 = 33,04$ Н/мм [1 - 3]; $k_p = 0,95$.

3. Загальний об'єм гірської маси

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

4. Загальний час роботи машини

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

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 , м ²	l_{σ} , мм	η_a	$\dot{\epsilon}_{\sigma.t.}$	$a_{i\ddot{\sigma}}$, 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

Приклад 2. Визначити технічну продуктивність навантажувальної машини із загрибними лапами 1ПНБ2, якщо максимальний розмір шматків породи $a_{\text{max}} = 400$ 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

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

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

3. Технічна продуктивність

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

приймаємо, що $z = 2$ [1 - 3]; $n = 30$.

Вихідні дані для обчислення продуктивності навантажувальних машин із загрібними 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	ПНБЗД2	700	важкий	скельні

Приклад 3. 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 $L = 0,05 \text{ км}$; тривалість зміни $t_{3M} = 360 \text{ хв}$; маса гірської породи, яку необхідно вивезти протягом зміни з вибою, $A_{3M} = 207 \text{ т}$.

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

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

приймаємо, що $v_{\text{нав}} = 5$ км/ГОД [4]; $v_{\text{нор}} = 12$ км/ГОД [4]; $K_{\text{рух}} = 1,25$.

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

4. Тривалість циклу з переміщення вантажу

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

5. Продуктивність (т/год) навантажувально-транспортних машин

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

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

6. Можливе число рейсів машини за зміну

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

приймаємо, 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

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

приймаємо, що $K_p = 1,3$.

Вихідні дані для обчислення продуктивності навантажувально-транспортних машин

№ вар.	Тип машини	γ , т/м ³ ,	K_3	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

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМБАЙНІВ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок практичного застосування знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни, шляхом виконання індивідуальних завдань.

Вид набутих умінь: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при обчисленні продуктивності прохідницьких комбайнів.

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, – в кубічних метрах за хвилину, а саме:

$$Q_{теор} = Sv,$$

де S – площа перерізу, 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, 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

$$S = S_k.$$

Якщо коронка має форму зрізаного конуса, то

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

У коронках, що мають форму конуса, площа перерізу

$$S_k = \frac{D}{2} l,$$

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.

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 параметр із швидкістю подачі виконавчого органа, тобто $Q_{теор} = v$.

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

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

де $n_{e.o}$ – частота обертання виконавчого органа, s^{-1} , що залежить від міцності порід;
 h_{max} – максимальна товщина стружки (у разі застосування шарошки – глибина руйнування), мм;

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

Якщо напрям 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:

$$Q_{теор} = 0,06 \frac{N}{H_w}$$

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 у хвилину ($m^3/xв$) таким чином:

$$Q_{тех} = k_{тех} Q_{теор},$$

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

$$Q_{тех} = 60 k_{тех} Q_{теор},$$

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

$$k_{тех} = \frac{1}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_{н.к} Q_{теор}}{L S_{np}}},$$

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 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 $k_2 = 0,9$, для бурових прохідницьких комбайнів $k_2 = 0,8$.

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

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

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

де n_d – 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:

$$Q_e = 60k_e Q_{теор},$$

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

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

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 1. Визначити продуктивність комбайна ГПКС в процесі проведення квершлягу, площа перерізу якого в проходці $S_{np} = 15,6$ м².

РОЗВ'ЯЗОК

1. Теоретична продуктивність комбайна

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

приймаємо, що $D = 0,54$ 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

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

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

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

3. Експлуатаційна продуктивність комбайна

$$Q_e = 60k_e Q_{теор} = 60 \cdot 0,14 \cdot 0,92 = 7,73 \text{ м}^3/\text{год},$$
$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_z} + \frac{(T_{н.к} + T_{н.о})Q_{теор}}{LS_{пр}}} = \frac{0,8}{0,91 + \frac{(10 + 30) \cdot 0,92}{0,5 \cdot 15,6}} = 0,14,$$

приймаємо, що $T_{н.о} = 30$ хв.

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

№ вар.	Тип машини	Тип виробки	$S_{пр}$, 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

Приклад 2. 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];

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

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

2. Технічна продуктивність комбайна

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

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

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

3. Експлуатаційна продуктивність комбайна

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

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

приймаємо, що $T_{n.o} = 20$ хв.

Вихідні дані для обчислення продуктивності прохідницьких комбайнів бурової дії

№ вар.	Тип машини	f	h_{max} , мм	t	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

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ І ЩИТІВ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування в студентів умінь і навичок практичного застосування знань, набутих у теоретичному циклі вивчення дисципліни, шляхом виконання індивідуальних завдань.

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

2. Тематика

Зміст практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові справи.

3. Теоретичні відомості

Теоретичну продуктивність прохідницького комплексу (щита), за допомогою

якого механізують усі операції проведення виробок, визначають на базі параметра *змінної проходки* в метрах, тобто

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

де P – 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

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

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;
 $T_{дон}$ – тривалість допоміжних операцій.

У свою чергу тривалість допоміжних операцій

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

де $T_{\text{різ}}$ – 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;
 $T_{\text{ін}}$ – час, витрачений на інші допоміжні операції.

Приклад. Визначити продуктивність прохідницького комплексу (щита) й число циклів за зміну, якщо змінна проходка $\Pi = 3$ м; площа перерізу виробки в проходці $S_{\text{пр}} = 43$ м²; тривалість зміни $T_{\text{зм}} = 6$ 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)

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

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

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

4. Число циклів за зміну

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

Вихідні дані для обчислення продуктивності прохідницьких комплексів

№ вар.	P , 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

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. Горно-проходческие машины и комплексы [Текст] / Н.А. Малевич. – М.: Недра, 1980. – 384 с.
3. Машины 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.

Терещук Роман Миколайович
Григор'єв Олексій Євгенович

ГІРНИЧОПРОХІДНИЦЬКА ТЕХНІКА
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
СТУДЕНТАМИ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ
6.060101 БУДІВНИЦТВО

Редактор О.Н. Ільченко.

Підписано до друку 12.07.2012. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,5.
Обл.-вид. арк. 1,6. Тираж 150 пр. Зам. № .

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