



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Навчально-науковий механічний інститут  
Кафедра розробки родовищ та видобування корисних копалин

**02-06-72М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних робіт із навчальної дисципліни  
«Гірничі машини та комплекси»  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
за освітньо-професійними програмами  
спеціальності 184 «Гірництво»  
денної та заочної форм навчання



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННМІ  
Протокол № 6 від 26.01.2021 р.

Рівне – 2021



Методичні вказівки до практичних робіт із навчальної дисципліни «Гірничі машини та комплекси» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами спеціальності 184 «Гірництво» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Корнієнко В. Я., Васильчук О. Ю. – Рівне : НУВГП, 2021. – 26 с.

**Укладачі:**

Корнієнко В. Я., професор, д.т.н., завідувач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин;  
Васильчук О. Ю., доцент, к.т.н., доцент кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин.

Відповідальний за випуск: Корнієнко В. Я., професор, д.т.н., завідувач кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин.

Керівник групи забезпечення спеціальності

Маланчук З. Р.

ID перевірки: 1006637033 від 23.02.2021

© Корнієнко В. Я.,  
Васильчук О. Ю., 2021  
© НУВГП, 2021



## ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	4
Практична робота № 7. Розрахунок обладнання для видобування корисних копалин гідромеханічним способом.	5
Практична робота № 8. Розрахунок гідроприводу гірничих машин.....	7
Практична робота № 9. Розрахунок стругових установок.....	11
Практична робота № 10. Розрахунок прохідницьких комбайнів.....	15
Практична робота № 11. Розрахунок прохідницьких комплексів і щитів.....	16
Практична робота № 12. Розрахунок машин для кріплення гірничих виробок.....	18
Практична робота № 13. Розрахунок водовідливних установок.....	20
Практична робота № 14. розрахунок шахтного підйому.....	24
Список рекомендованих літературних джерел.....	26



## Вступ

Навчальна дисципліна «Гірничі машини та комплекси» відноситься до нормативних навчальних дисциплін з циклу професійної та практичної підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 184 Гірництво. Вивчення курсу закінчується екзаменом.

Практичні роботи орієнтовані на проведення розрахунків та підбір необхідних параметрів та машин для підземних гірничих робіт.

Мета викладання дисципліни – дати студентам уявлення про класифікацію гірничих машин, будову і принципи їх роботи, конструкції головних елементів, кінематичних і енергетичних розрахунків машин та їх систем, розвинути навички використання сучасних технологічних рішень в подальшій практичній діяльності.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

- знати призначення, конструкцію, властивості та параметри основних гірничих машин для підземних гірничих робіт та їх елементів і систем, фізичні процеси у вузлах та елементах, теоретичні основи для розрахунку їх продуктивності та енергоємності, обґрунтування вибору машин та обладнання і експлуатаційних вимог до них;

- вміти проводити розрахунок та підбір гірничих машин для підземної розробки корисних копалин з урахуванням вимог безпеки праці.

Методична спрямованість дисципліни передбачає виклад її змісту за принципом «від простого до складного», врахування етапів розробки родовища, закріплення теоретичних знань на практичних заняттях.

Під час написання методичних вказівок частково використано матеріали Сергієнко О. М., Овчаренко О.В., Чеснокова В. Т., Пілюгіна В.І., Терещука Р.М., Григор'єва О.Є., Хоменко О.Є., Кононенко М.М., Мальцева Д.В.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН ГІДРОМЕХАНІЧНИМ СПОСОБОМ

**Мета роботи:** навчитись проводити розрахунок пристроїв для видобутку корисних копалин гідромеханічним способом на прикладі видобування бурштину.

### Порядок виконання роботи

1. Вихідні дані представлені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

#### Вихідні дані

Варіант	Ширина масиву, м	Довжина масиву, м	Глибина шару ґрунту, м	Густина скелету ґрунту, кг/м <sup>3</sup>
1	1,8	1,6	5	2650
2	1,7	1,5	6	2600
3	1,9	1,7	4	2700
4	2,0	1,8	7	2600
5	1,6	1,9	5	2650
6	1,8	1,6	6	2700
7	1,7	1,5	4	2600
8	1,9	1,7	7	2650
9	2,0	1,8	5	2700
10	1,6	1,9	6	2650

2. Для визначення витрат води у випадку, коли процес забезпечується при подачі в масив води без повітря кількість води, що подається в масив ґрунту визначається на величину заповнення пор та розраховується витрата води за залежністю

$$Q_{pв} = \frac{ABg}{1+e} \left( \frac{(\rho_{ск}(1+W) - \rho_p(1+e))}{\rho_p - \rho_e} \right), \text{ м}^3/\text{год} \quad (7.1)$$

де  $A, B$  – параметри масиву, що обробляється, м;

$g=0,1$  - швидкість заглиблення установки, м/с;

$e=0,72$  - коефіцієнт пористості;

$\rho_{ск}, \rho_p=1600, \rho_e$  - відповідно, густина скелету ґрунту,

густина робочого середовища, густина води, кг/м<sup>3</sup>;

$W=15$  - відносна вологість, %.



3. Для визначення витрат повітря, що подається в масив ґрунту насиченого водою (на величину заповнення пор) розглянемо наступну залежність, що інтенсифікує процес спливання бурштину та створює умови для підняття його на поверхню

$$Q_{нов} = \frac{n_1 AB g (\rho_s - \rho_p) + \frac{AB g}{1+e} (\rho_{ск} (1+W) - \rho_p (1+e))}{\rho_p}, \text{ м}^3/\text{Год} \quad (7.2)$$

де  $n_1=0,4$  - пористість середовища в природному стані

4. Потужність на підтримання робочого процесу

$$N_{np} = N_{віб} + N_{рв} + N_{нов}, \text{ кВт}, \quad (7.3)$$

де  $N_{віб}$  - потужність на збудження масиву, кВт;

$N_{рв}$  - потужність на подачу в масив робочої рідини, кВт;

$N_{нов}$  - потужність на подачу в масив повітря, кВт.

Потужність, яка витрачається на збудження масиву ґрунту

$$N_{віб} = PA_{\kappa} \omega \sin \delta, \text{ кВт}, \quad (7.4)$$

де  $A_{\kappa}=0,002$  - амплітуда коливань, м;

$\omega=3000$  - частота вібрації;

$\delta=20$  - кут зміщення фаз, град;

$P$  - максимальна збуджуюча сила

$$P = mA_{\kappa} \omega^2, \text{ кН}, \quad (7.5)$$

де  $m=3000$  – маса обладнання, кг.

Потужність на подачу в масив робочої рідини

$$N_{рв} = p_{рв} Q_{рв}, \text{ кВт}, \quad (7.6)$$

де  $p_{рв}=0,1$  - тиск робочої рідини, мПа;

Потужність на подачу в масив повітря

$$N_{нов} = p_{нов} Q_{нов}, \text{ кВт}, \quad (7.7)$$

де  $p_{нов}=0,2$  - тиск повітря, мПа.

5. Розрахунок продуктивності інтенсифікатора.

Тривалість добування бурштину ( $t_{ц}$ ) складається з часу заглиблення робочого обладнання ( $T_3$ ), часу витягування робочого обладнання ( $T_6$ ) та часу переходу на нову ділянку роботи ( $T_{пер}$ ).  $T_3=T_6$ . Отже

$$t_{ц} = T_3 + T_6 + T_{пер}, \text{ хв}. \quad (7.8)$$



Тривалість знаходження інтенсифікатора на місці роботи

$$T_3 = \frac{H}{g}, \text{ хв,} \quad (7.9)$$

де  $H$  – глибина, на яку заглиблюється установка.

Продуктивність інтенсифікатора

$$P = 3600 \cdot \frac{nABHK_g K_{nep}}{t_{ц}}, \text{ м}^3/\text{цикл,} \quad (7.10)$$

де  $n=1...3$  – кількість циклів заглиблення і виглиблення з масиву ґрунту;

$K_g=0,95$  – коефіцієнт використання робочого часу;

$K_{nep}=1,1$  - коефіцієнт, що враховує час на перестановку інтенсифікатора.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ ГІРНИЧИХ МАШИН

**Мета роботи:** навчитись розраховувати гідропривод машин.

### Порядок виконання роботи

1. Вихідні дані представлені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

#### Вихідні дані

Варіант	$S_{ш}$ , Н	$g_n$ , м/с	$S_n$ , мм	Довжина трубопроводу, L, м.
1	30000	0,05	300	5
2	50000	0,06	400	6
3	35000	0,055	500	7
4	40000	0,065	350	8
5	35000	0,075	370	10
6	37000	0,04	420	12
7	57000	0,07	310	11
8	33000	0,08	320	15
9	32000	0,075	380	14
10	38000	0,055	320	7

**Задача.** Визначити втрати в гідросистемі та провести розрахунок гідросистеми гірничої машини.



2. Дійсні вихідні параметри гідроприводу повинні бути близькими до заданих параметрів. Для врахування втрат з метою наближення дійсних параметрів до заданих, вводяться розрахункові параметри гідроприводу.

3. Розрахункове зусилля на штоку гідроциліндра

$$S_{up} = S_{ui} k_3, \text{ Н}, \quad (8.1)$$

де  $S_{ui}$  – задане зусилля на штоку, Н;

$k_3 = 1,25$  – коефіцієнт запасу.

4. Розрахункова швидкість поршня

$$G_{np} = G_n k_{zu}, \text{ м/с}, \quad (8.2)$$

де  $k_{zu} = 1,3$  – коефіцієнт запасу швидкості;

$G_n$  – швидкість поршня, м/с.

5. Потужність гідроприводу визначається за формулою:

$$N_{zn} = S_{um} G_{np}, \text{ кВт}. \quad (8.3)$$

6. По розрахованій потужності гідроприводу приймаємо потужність стандартного електродвигуна  $N_{el.дв} = \text{---}$  кВт. При цьому повинна виконуватись умова

$$N_{zn} \leq N_{el.дв}. \quad (8.4)$$

7. Вибираємо тиск в гідросистемі. В якості робочої рідини приймаємо масло МГ-30 ТУ 38-10150-79. Розрахунковий тиск приймаємо рівний  $P=10$  МПа.

8. Вибираємо гідроциліндр

$$F_n = \frac{S_{up}}{P}, \text{ м}^2 \quad (8.5)$$

де  $F_n$  – площа гідроциліндра.

Діаметр гідроциліндра та штока

$$D_{ц} = 2 \sqrt{\frac{F_n}{\pi}}, \text{ м}; \quad d_{ш} = D_{ц} \cdot k, \text{ м}. \quad (8.6)$$

Приймаємо стандартний гідроциліндр в якого  $D_{ц} = \text{---}$  мм,  
 $d_{ш} = \text{---}$  мм, хід штока  $\text{---}$  мм.





Ефективна площа поршня

$$F_{ef} = \frac{\pi D_u^2}{4}, \text{ м}^2. \quad (8.7)$$

9. Вибираємо гідронасос.

Визначимо подачу насоса

$$Q_n = F_{ef} \cdot g_{np}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (8.8)$$

На основі подачі та тиску вибираємо насос \_\_\_\_\_.

Визначимо кількість обертів насосу

$$n_n = \frac{Q_n}{q}, \text{ об/хв}. \quad (8.9)$$

Визначимо потужність, що споживає насос

$$N_n = Q_n \cdot P, \text{ кВт}. \quad (8.10)$$

10. Вибираємо розміри гідробаку.

В резервуарі рідина охолоджується, фільтрується, відстоюється, з неї виділяється не розчинене повітря. До складу резервуару входить: корпус, зливна горловина з сітковим фільтром і кришкою, сапун, зливний і всмоктувальний трубопроводи, спускна пробка, вентиль для запирання всмоктуючого трубопроводу, оглядове вікно, або щуп.

Для забезпечення ефективної роботи гідросистем всмоктувальний трубопровід розміщується на відстані не менше 50 мм від дна; кінець зливного трубопроводу повинен бути занурений в рідину для запобігання запінення рідини; на зливній пробці встановлюють магніт для уловлення металевих домішок; всмоктувальний і зливний трубопровід розводять і між ними встановлюють перегородку висотою 2/3 від мінімального рівня рідини в резервуарі.

Об'єм гідробака

$$V_b = 1,6 \cdot V_m, \text{ м}^3, \quad (8.11)$$

де  $V_m$  - об'єм робочої рідини

$$V_m = 3 \cdot V_u, \text{ м}^3, \quad (8.12)$$

де  $V_u$  - робочий об'єм циліндра.



Розміри сторін бака визначаємо виходячи з рівності

$$V_6 = X \cdot 2X \cdot 3X, \text{ м}^3, \quad (8.13)$$

де  $X$  – сторона бака.

Приймаємо бак із сторонами    x    x    мм.

#### 11. Розрахунок трубопроводу.

Трубопроводи служать для підведення робочої рідини від одного елемента до другого. Для з'єднання гідроагрегатів, що не переміщуються застосовують металеві трубопроводи, що переміщуються – гнучкі шланги.

Трубопроводи виготовляють зі сталених безшовних гарячекатаних, холоднотянутих або холоднокатаних труб. Гнучкі шланги високого тиску складаються з внутрішнього гумового шару, бавовняного плетіння, двох металевих обплетень, проміжного і зовнішнього гумових шарів.

З'єднують трубопроводи за допомогою зовнішніх і внутрішніх конусів, фланців, ущільнюючих кілець, та швидко роз'ємних кулькових з'єднань.

Діаметр трубопроводу рівний

$$d_v = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{Q}{g}}, \text{ м}, \quad (8.14)$$

де  $Q$  – подача насоса  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$g$  – швидкість рідини в трубопроводі.

Приймаємо діаметр всмоктувального трубопроводу    мм, діаметр нагнітального –    мм, зливного –    мм.

#### 12. Вибір фільтра.

В гідросистемах випробувальних стендів робочу рідину очищають поверхневими сітковими, дротяними, пластинчатими фільтрами грубого очищення, з тонкістю фільтрування 100...50 мкм, та об'ємними картонними, паперовими, керамічними фільтрами тонкого очищення з тонкістю фільтрування 50...5 мкм.

Фільтри встановлюють на зливній магістралі. В цьому випадку вони не чинять опору всмоктуванню рідини і заповненню гідромашини, як при встановленні на всмоктуючій магістралі, не знаходяться під робочим тиском, як при установці на нагнітальній магістралі.



Для запобігання руйнування фільтрів в наслідок збільшення тиску при забрудненні фільтри обладнують запобіжними клапанами.

Вибираємо фільтр \_\_ є з пропускною здатністю \_\_ л/хв з тонкістю фільтрації \_\_ мкм.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №9 РОЗРАХУНОК СТРУГОВИХ УСТАНОВОК

**Мета роботи:** закріпити і поглибити теоретичні знання в вивченні конструкції стругових установок для очисних робіт у вугільних шахтах. Відпрацювати практичні навички в розрахунку параметрів стругових установок при конкретних гірничо-геологічних умовах.

### Порядок виконання роботи

1. На представленому рисунку 9.1 вказати назви вузлів стругової установки по порядку номерів.
2. Виконати необхідні розрахунки параметрів, що дозволяють вибрати стругові установки, які відповідають заданим гірничо-геологічними умовами. Вибір стругових установок зробити по кожному пласту варіанта завдання. Вихідні дані представлені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

### Вихідні дані

Показ- ник	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$H$ , м	1,3	1,6	1,4	1,3	1,5	1,4	1,4	1,3	1,9	1,5
Марка струга	УСТ2М	1УСБ67	С075	СН75	УСВ	УСТ2М	1УСБ67	С075	СН75	УСВ
$\alpha$ , град	5	10	15	25	30	30	25	20	15	10
$A_{\text{еуғ}}$ , кН/м	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215
$\gamma$ , т/м <sup>3</sup>	1,45	1,35	1,3	1,4	1,35	1,5	1,3	1,4	1,37	1,45

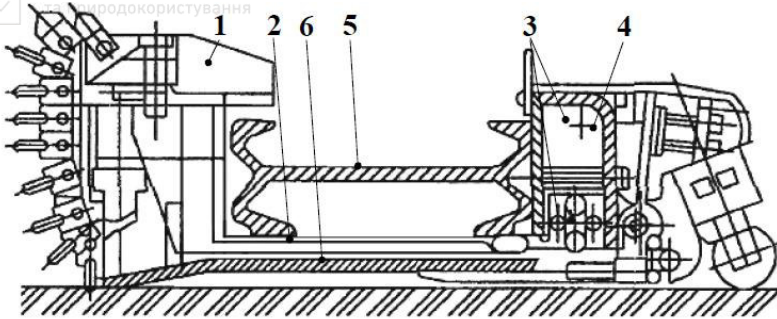


Рис.9.1. Стругова установка

### 3. Розрахунок потужності електроприводу струга.

Потужність електроприводу струга може бути визначена двома методами: енергетичним і силовим.

- *Енергетичний метод.*

Потужність  $P$  визначається з виразу

$$P = 3600 \cdot v \cdot h \cdot H \cdot q, \text{ кВт}, \quad (9.1)$$

де  $v$  - швидкість переміщення струга, м/с;

$h$  - товщина зрізу вугілля, м;

$H$  - потужність пласта, що виймається з урахуванням саморуйнуючої верхньої пачки, м;

$q=0,15 \dots 0,6$  - питома витрата електроенергії, кВт-год/м<sup>3</sup>.

- *Силовий метод.*

Необхідна потужність  $P$  електроприводу струга визначається з виразу

$$P = \frac{F \cdot v}{102 \cdot \eta}, \text{ кВт}, \quad (9.2)$$

де  $F$  - тягове зусилля при робочому ході струга, кгс;

$v$  - швидкість переміщення струга, м/с;

$\eta_{уст}$  - к.к.д. установки,

$$\eta_{уст} = \eta_{мех} = \eta_{дв} = 0,3 \dots 0,6, \quad (9.3)$$

де  $\eta_{мех}$  - к.к.д. механічної передачі;

$\eta_{дв}$  - к.к.д. електродвигуна.

### 4. Вибір стругової установки.



При виборі виймальних машин для пластів потужністю  $m < 1,5 \dots 1,6$  м перевагу слід віддавати струговим установкам.

Стругові установки вибирають за умови сталого залягання вугільного пласта, тобто коливання кута падіння пласта не більше  $\alpha = 2^\circ$ , стійкої кривлі (не нижче середньої), а також при опірності різанню

$$A_{\text{вуг}} < 180 \text{ Н/мм}, \quad (9.4)$$

На більш міцному вугіллі рекомендується застосовувати струги змінного дії, а на м'яких - відриноного дії.

#### 5. Визначення продуктивності стругові установки

Теоретична продуктивність стругової установки

$$Q_{\text{теор}} = h \cdot H \cdot v \cdot \gamma, \text{ т/хв}, \quad (9.4)$$

де  $\gamma$  - щільність вугілля в масиві,  $\text{т/м}^3$ .

Продуктивність струга повинна бути ув'язана з продуктивністю скребкового конвеєра  $Q_k$ , яка повинна бути приблизно на 20% вище і дорівнює

$$Q_k = 60 \cdot S \cdot \gamma_n \cdot v_k, \text{ т/хв}, \quad (9.5)$$

де  $S$  - допустима площа поперечного перерізу вантажопотоку конвеєра,  $\text{м}^2$  (для конвеєрів СП202 її можна приймати на рівні  $0,22 \text{ м}^2$ , вважаючи забій як другий борт);

$\gamma_n$  - щільність вугілля в насипанні,  $\text{т/м}^3$ ;

$v_k$  - швидкість скребкових ланцюгів конвеєра,  $\text{м/с}$ .

При розрахунку продуктивності струговою установкою необхідно враховувати прийнятий режим її роботи. Розрізняють два основні режими:

- I - швидкість струга менше швидкості конвеєра ( $v < v_k$  причому  $v/v_k < 0,5$ ). У цьому випадку має місце силовий режим різання. Для повного завантаження конвеєра необхідно збільшувати товщину стружки, враховуючи опірність вугілля різанню, енергоозброєність і надійність струговою установки. На такому режимі працюють, наприклад, стругові установки УСТ2М і 1УСБ67. При силовому режимі поліпшується сортність вугілля, зменшується число перемикачів приводу і проходів струга.

II - швидкості струга і конвеєра можна змінювати шляхом перемикачів коробки швидкостей в редукторах приводів,



причому  $v > v_k$  і  $v/v_k > 1,0$ . Такий режим характерний для стругових установок С075, СН75 і УСВ. За рахунок переключення швидкостей можна встановити раціональні співвідношення для конкретних гірничо-геологічних умов, витримуючи умова  $v/v_k = 2/3$ . При цьому швидкість струга в 2...3 рази більше швидкості скребковий ланцюга конвеєра, тобто досягається швидкісний або випереджаюче режим роботи.

При русі в одному напрямку з рухом скребкового ланцюга струг випереджає його і залишає за собою на конвеєрі занурений шар вугілля. При зворотному ході струг вантажить вугілля на вже завантажений їм шар. Тому можливі випадки, коли на конвеєрі будуть перебувати 2...3 шари вугілля. Переваги швидкісного режиму - рівномірний потік вугілля з лави, висока продуктивність, недоліки - збільшення питомих енерговитрат на різання, числа проходів струга і перемикаць приводу.

Технічна продуктивність струговою установки

$$Q_{mex} = 60 \cdot k_{mex} \cdot Q_{теор}, \text{ т/год}, \quad (9.6)$$

де  $k_{mex} = 0,6 \dots 0,8$  - коефіцієнт технічної досконалості установки ( $k_{mex} < 1$ ), враховує витрати часу на допоміжні операції і усунення несправностей, які залежать безпосередньо від струговою установки і умов її роботи.

Експлуатаційна продуктивність струговою установки

$$Q_e = T \cdot k_m \cdot Q_{теор}, \text{ т/зміну}, \quad (9.7)$$

де  $T = 360$  - тривалість видобувної зміни, хв;

$k_m < 1$  - коефіцієнт машинного часу, який визначається на основі хронометражних спостережень або розрахунковим шляхом.

Коефіцієнт машинного часу роботи стругових установок в середньому становить 0,25...0,35, а у передових бригад він досягає 0,5...0,6. Збільшення коефіцієнта машинного часу роботи виїмкових машин є основним завданням в підвищенні навантаження на лаву і продуктивності праці.

Експлуатаційна продуктивність стругової установки, певна розрахунковим шляхом, повинна бути перевірена за газовим фактором.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА №10 РОЗРАХУНОК ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМБАЙНІВ

**Мета роботи:** закріпити і поглибити теоретичні знання в вивченні конструкції прохідницьких комбайнів. Відпрацювати практичні навички в розрахунку параметрів та продуктивності прохідницьких комбайнів.

### Порядок виконання роботи

1. Визначити продуктивність прохідницького комбайна циклічної дії з корончатим виконавчим органом. Вихідні дані представлено у таблиці 10.1. Також дано: трапецієподібний переріз виробки,  $z_d=25\%$ ,  $z_e=0,1$  шт/м<sup>3</sup>,  $z_{e,n}=0,3$ шт/м<sup>3</sup>,  $B=0,6$  м(захват),  $t_p=2$  хв,  $K_n=0,9$ ,  $a=1,0$  м,  $d_k=0,65$  м (діаметр коронки),  $v_n=1,38$  м/хв,  $z=18$  шт,  $v_{n,max}=0,12$  м/с.

Таблиця 10.1

#### Вихідні дані

Показ- ник	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S, \text{м}^2$	8,5	8,6	8,4	8,2	8,3	8,5	8,6	8,4	8,2	8,3
$\gamma_e, \text{т/м}^3$	1,3	1,35	1,4	1,25	1,33	1,26	1,3	1,35	1,4	1,25
$\gamma_n, \text{т/м}^3$	2,2	2,3	2,4	2,1	2,5	2,3	2,4	2,1	2,5	2,2

### 2. Теоретична продуктивність

$$Q_m = 3600 \cdot m \cdot B \cdot v_{n,max} \cdot \gamma_e, \text{ т/ГОД}, \quad (10.1)$$

$$P_m = \frac{Q_m}{S \cdot \gamma_e}, \text{ м/ГОД}, \quad (10.2)$$

де  $m$  - потужність шару вугілля, що виймається

$$m = \frac{d_k}{2}, \text{ т/ГОД}. \quad (10.3)$$

### 3. Технічна продуктивність

$$Q_{mex} = 3600 \cdot m \cdot B \cdot v_n \cdot k_{mex}, \text{ т/ГОД}. \quad (10.4)$$



#### 4. Коефіцієнт технічної готовності

$$K_{max} = \frac{1}{\frac{1}{K_n} + \frac{60T_{np}}{L_n} \times v_n}, \quad (10.5)$$

де  $L_n$  - шлях виконавчого органу за робочий цикл

$$L_n = H_e \cdot \left( \frac{B_n + B_e}{2d_k} - 1 \right), \quad (10.6)$$

де  $H_e=2,2$  - висота виробки, м;

$B_n=3,65$  - ширина нижньої основи виробки, м;

$B_e=3,05$  - ширина верхньої підстави виробки, м.

#### 5. Час простою комбайна

$$T_{np} = T_m + t_m + t_{z.p}, \quad \text{хв}, \quad (10.7)$$

де

$$T_m = \frac{B}{v_n}, \quad \text{хв}, \quad (10.8)$$

$t_m$  - питомі витрати часу на маневрові операції

$$t_m = 200 \frac{L_n \cdot m \cdot B \cdot a \cdot z_e}{z_d \cdot z \cdot v_n}, \quad \text{хв}, \quad (10.9)$$

$t_{z.p}$  - питомі витрати часу на заміну різців.

#### 6. Питомі витрати часу на заміну різців

$$t_{z.p} = L_n m B z_e t_p, \quad \text{хв}. \quad (10.10)$$

### ПРАКТИЧНА РОБОТА №11 РОЗРАХУНОК ПРОХІДНИЦЬКИХ КОМПЛЕКСІВ І ЩИТІВ

**Мета роботи:** сформувані в студентів уміння і навички розрахунку продуктивності прохідницьких комплексів і щитів.

#### Порядок виконання роботи

1. Визначити продуктивність прохідницького комплексу (щита) й число циклів за зміну, якщо змінна проходка  $II$ , м;





площа перерізу виробки в проходці  $S_{np}$ , м<sup>2</sup>; тривалість зміни  $T_{зм}$ , год, тривалість руйнування вибою за цикл  $T_p$ , хв; сумарна тривалість простоїв виконавчого органа  $T_n$ , хв. Вихідні дані для проведення розрахунків представлені у таблиці 11.1.

Таблиця 11.1

Вихідні дані

Показ- ник	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$П$ , м	2,5	3,1	3,5	3,8	2,7	2,5	3,1	3,5	3,8	2,7
$S_{np}$ , м <sup>2</sup>	56,2	62,4	28,9	33,4	48,2	56,2	62,4	28,9	33,4	48,2
$T_{зм}$ , год	7	6	8	7	8	8	9	7	8	6
$T_p$ , хв	20	25	30	35	40	30	35	40	25	35
$T_n$ , хв	85	110	125	165	170	85	110	125	165	170

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

$$Q_{теор} = \frac{ПS_{np}}{k_e T_{зм}}, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (11.1)$$

де  $П$  - змінна проходка, м;

$S_{np}$  - площа перерізу виробки в проходці, м;

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

$T_{зм}$  - тривалість зміни, хв.

3. Коефіцієнт безперервності роботи комплексу

$$k_e = \frac{A}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_n}{T_p}}, \quad (11.2)$$

де  $k_2 = 0,8 \dots 0,9$  - коефіцієнт готовності комплексу;

$A = 0,8$  - коефіцієнт, у якому враховано тривалість регламентованих простоїв;

$T_p$  - тривалість руйнування вибою за цикл, хв;

$T_n$  - сумарна тривалість простоїв виконавчого органа, хв.



#### 4. Тривалість прохідницького циклу

$$T_{\text{ц}} = T_p + T_n, \text{ хв.} \quad (11.3)$$

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

5. Час руйнування вибою протягом циклу можна визначити за такою формулою

$$T_p = \frac{S_{\text{пр}} L}{Q_{\text{теор}}}, \text{ хв,} \quad (11.4)$$

де  $L$  - довжина проходки за цикл.

#### 6. Тривалість простоїв

$$T_n = T_{\text{кр}} + T_k + T_{\text{мп}} + T_{\text{дон}}, \text{ хв,} \quad (11.5)$$

де  $T_{\text{кр}}$  - тривалість операцій, пов'язаних із зведенням постійного кріплення;

$T_k$  - тривалість операцій із нарощування конвеєра та комунікацій;

$T_{\text{мп}}$  - тривалість транспортно-маневрових операцій;

$T_{\text{дон}}$  - тривалість допоміжних операцій.

#### 7. Тривалість допоміжних операцій

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{різ}} + T_3 + T_n + T_{\text{ін}}, \text{ хв,} \quad (11.6)$$

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.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №12 РОЗРАХУНОК МАШИН ДЛЯ КРІПЛЕННЯ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

**Мета роботи:** сформувати у студентів навички по визначенню продуктивності машини для кріплення гірничих виробок.



## Порядок виконання роботи

1. Вихідні дані для проведення розрахунків представлені у таблиці 12.1.

Таблиця 12.1

### Вихідні дані

№ варіанта	Інтенсивність нормативного тиску з боку покрівлі й боків, кПа	Довжина виробки яка закріплена набризкбетоном, м	Ширина виробки, м	Тривалість зміни, год.
1	35	10	3,0	6,0
2	40	15	3,2	7,2
3	45	20	3,4	6,0
4	50	25	3,6	7,2
5	55	30	3,8	6,0
6	60	10	4,0	7,2
7	65	15	3,0	6,0
8	70	20	3,2	7,2
9	30	25	3,4	6,0
10	35	30	3,6	7,2

2. За вихідним даними визначаємо товщину набризкбетону користуючись формулою

$$\delta_k = 0,35 \sqrt{\frac{q_n \cdot n_n}{m_\sigma \cdot [\sigma_p]}}, \text{ м}, \quad (12.1)$$

де  $q_n$  – інтенсивність нормативного тиску з боку покрівлі й боків, Па;

$n_n=1,2$  – коефіцієнт перевантаження;

$m_\sigma=0,85$  – коефіцієнт умов роботи;

$[\sigma_p]$  – розрахунковий опір набризкбетону розтягання для проектних марок бетону 300, 400, 500 відповідно  $1,2 \cdot 10^6$ ,  $1,4 \cdot 10^6$ ,  $1,6 \cdot 10^6$ , Па.

3. Визначаємо обсяг робіт по кріпленню виробки

$$V_\sigma = (3,18 + 1,33B) \cdot L_\sigma, \text{ м}^2, \quad (12.2)$$

де  $L_\sigma$  – довжина виробки, яка закріплена набризкбетоном, м;

$B$  – ширина виробки, м.



4. Змінна продуктивність установки для кріплення виробки набризкбетоном

$$H_{\kappa} = \frac{T_{зм} - (t_{пз} + t_{мн} + t_{об} + t_{ос})}{(t_o + t_г)}, \text{ м}^2/\text{зм}, \quad (12.3)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв;

$t_{пз}$  – час загальних підготовчо-заключних операцій, приймається рівним 8...14 % від тривалості зміни, хв;

$t_{мн}$  – час на організаційно-технічну перерву, приймається рівним 10 % від тривалості зміни, хв;

$t_{об}$  – час на обслуговування установки для кріплення, приймається рівним 10...15 хв;

$t_{ос}$  – особистий час робітника, рівний 10 хв;

$t_г$  – час допоміжних операцій, пов'язаних з маневрами машини, підтягуванням або маніпуляцією шланга до місця нанесення суміші і т.д., приймається рівним 4...6 хв/м<sup>2</sup>;

$t_o$  – час нанесення 1 м<sup>2</sup> набризкбетону, яке знаходиться за формулою

$$t_o = \frac{\delta_{\kappa}}{Q_{ук}}, \text{ хв}, \quad (12.4)$$

де  $\delta$  – товщина набризкбетону, м;

$Q_{ук}$  – продуктивність установки для нанесення набризкбетону, м<sup>3</sup>/хв.

5. Визначаємо змінну трудомісткість робіт по кріпленню виробки

$$N_{\kappa} = \frac{V_{\delta}}{H_{\kappa}}, \text{ чол.-змін.} \quad (12.5)$$

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №13 РОЗРАХУНОК ВОДОВІДЛИВИХ УСТАНОВОК

**Мета роботи:** сформувати у студентів навички розрахунку водовідливної установки шахти.

### Порядок виконання роботи

1. Вихідні дані для проведення розрахунків представлені



у таблиці 13.1.

Таблиця 13.1

Вихідні дані

№ ва- ріанта	Нормальний добовий приплив, м <sup>3</sup> /доба	Висота всмоктування насосів, м	Глибина шахти, м
1	350	3,0	500
2	400	3,2	600
3	450	3,4	550
4	500	3,6	670
5	550	3,8	560
6	350	4,0	500
7	400	3,0	600
8	450	3,2	550
9	500	3,4	670
10	550	3,6	560

2. Вибір типу насоса і кількості робочих коліс.

Для надійності відкачування води з шахти згідно правил безпеки подача кожного насосного агрегату повинна забезпечувати відкачку нормального добового припливу не більше, ніж за 20 годин. Тому подача насоса повинна бути не менше

$$Q_{\min} = \frac{Q_H \cdot \beta \cdot 24}{20}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (13.1)$$

де  $Q_{\min}$  - мінімальна подача насоса, м<sup>3</sup>/год;

$Q_H$  - нормальний добовий приплив, м<sup>3</sup>/год;

$\beta = 1,04$  - коефіцієнт зміни в осінній і весняний періоди.

3. Необхідний напір насоса визначається за залежністю

$$H' = H_z + i(Z + \Sigma l_{\text{екв}}), \text{ м}^3, \quad (13.2)$$

де  $H_z$  - геометричний напір, який визначається як відстань по вертикалі від нижнього рівня води в водозбірнику до вливу її з нагнітального трубопроводу;

$Z$  - довжина нагнітального трубопроводу;

$i$  - оптимальний гідравлічний ухил, значення якого для умовних діаметрів труб 75...300 мм і витрат 10...750 м<sup>3</sup>/год може бути прийнято рівним 0,025...0,05;

$\Sigma l_{\text{екв}}$  - еквівалентна довжина всіх місцевих опорів трубопроводу.



#### 4. Геометричний напір

$$H_z = H_{\text{вс}} + H_{\text{ш}} + 1, \text{ м}, \quad (13.3)$$

де  $H_{\text{вс}}$  - висота всмоктування насосів, м;

$H_{\text{ш}}$  - глибина шахти, м.

#### 5. Довжина нагнітального трубопроводу

$$Z = \frac{H_z}{\sin \alpha} + l_1 + l_2 + l_3, \text{ м}, \quad (13.4)$$

де  $\alpha$  - кут нахилу стовбура (для вертикального  $\alpha=90^\circ$ );

$l_1=20\dots30$  - довжина труб в насосній камері від приймального пристрою найбільш віддаленого насоса до трубного ходка, м;

$l_2=15\dots20$  - довжина труб в похилому ходку, м;

$l_3=15\dots20$  - довжина труб на поверхні від стовбура до місця зливу, м.

#### 6. Еквівалентна довжина всіх місцевих опорів трубопроводу

$$\Sigma l_{\text{екв}} \approx 0,177 \cdot \Sigma \xi \sqrt{\frac{Q_{\text{min}}}{\sqrt{i}}}, \text{ м}, \quad (13.5)$$

де  $\Sigma \xi=25\dots30$  - сума коефіцієнтів місцевих опорів трубопроводу.

7. Визначивши  $Q_{\text{min}}$ , а також  $H'_{\text{min}}$  і  $H'_{\text{max}}$ , за графіком робочих зон шахтних відцентрових насосів підбираємо такий насос, робоча зона якого покриває точку з координатами  $Q_{\text{min}}$ ,  $H_{\text{min}}$  при відповідному числі робочих коліс.

8. Необхідна кількість ступенів (робочих коліс) може бути знайдено з залежності

$$\frac{H'_{\text{min}}}{H_k} > H_c < \frac{H'_{\text{max}}}{H_k}, \quad (13.6)$$

де  $H_k$  - число робочих коліс.

#### 9. Визначення розмірів водозбірника

- Згідно правил безпеки, головні і дільничні водовідливні установки повинні мати водозбірники, які складаються з двох і більше виробок. Сумарна ємність гірських виробок водозбірника повинна розраховуватися на прийом 4-годинного,



а) допоміжного (дільничного) водовідливу - 2-годинного нормального припливу. Отже, ємність водозбірника головного водовідливу

$$W = 4QH, \text{ м}^3, \quad (13.7)$$

- У разі вимог енергозбуту виконувати графік добового навантаження енергоспоживання для зменшення її піків, ємність водозбірника розраховується за формулою

$$W_{\epsilon} = W + W_{cm}, \text{ м}^3, \quad (13.8)$$

де  $W_{cm}$  - об'єм частини водозбірника, що приймає приплив води в період талових (на вимогу енергозбуту) стоянок.

$$W_{cm} = QHt_{cm}, \text{ м}^3, \quad (13.9)$$

де  $t_{cm}=2$  год - період талових стоянок, або  $t_{cm}$  - час, протягом якого забороняється включення насосів, год.

- Кріплення виробок водозбірника необхідно приймати водостійке, а їх переріз - типовий.

- Сумарна довжина гірничих виробок водозбірника

$$\sum l_{вод} = \frac{W_{\epsilon}}{S_m}, \text{ м}, \quad (13.10)$$

де  $S_m$  - прийнятий типовий переріз гірничої виробки,  $\text{м}^2$ .

- Конструкція водозбірника це система горизонтальних і похилих виробок порівняно великої протяжності.

Набагато ефективніше схеми механізації очищення таких водозбірників зі стаціонарним розташуванням обладнання. Для цього перед водозбірником споруджується попередній відстійник, який має невеликі розміри. У ньому осідає значна частина твердих частинок, що надходять з шахтної водою.

- Визначення часу роботи насоса при відкачці нормального добового припливу

$$T_m = \frac{24 \cdot Q_H}{Q_p}, \text{ год}, \quad (13.11)$$

- Визначення часу роботи насоса при відкачці максимального припливу

$$T_m = \frac{24 \cdot Q_m}{Q_p}, \text{ год}. \quad (13.12)$$



## ПРАКТИЧНА РОБОТА №14 РОЗРАХУНОК ШАХТНОГО ПІДЙОМУ

**Мета роботи:** сформувати у студентів навички розрахунку шахтної підйомної установки.

### Порядок виконання роботи

1. Вихідні дані для проведення розрахунків представлені у таблиці 14.1.

Таблиця 14.1

#### Вихідні дані

№ Варіанта	річна продуктивність шахти, т/рік	Глибина горизонту, м
1	1100000	500
2	1200000	550
3	1000000	450
4	1100000	525
5	1200000	500
6	1000000	550
7	1100000	450
8	1200000	525
9	1000000	500
10	1100000	450

2. Висота підйому при глибині завантаження  $h_3=25$  м і висоті приймального бункера над рівнем землі  $h_6=25$  м складе  $H=550$  м.

3. Добова продуктивність підйомної установки

$$A_{\text{доб}} = \frac{A_p \cdot K_1}{n_0}, \text{ т/доба}, \quad (14.1)$$

де  $A_p$  - річна продуктивність шахти, т/рік рядового вугілля;

$K_1=1,1 \dots 1,15$  - коефіцієнт переведення рядового вугілля в гірничій масі, для породного підйому

$n_0=300$  - кількість робочих днів у році.





### 3. Годинна продуктивність підйомної установки

$$A_{\text{год}} = \frac{K_n A_p}{n_o t}, \text{ т/год}, \quad (14.2)$$

де  $K_n=1,5$  - коефіцієнт нерівномірності роботи скіпового підйому;

$t=18$  год - час роботи скіпового підйому на добу.

### 4. Оптимальна вантажопідйомність скіпа

$$Q_{\text{опт}} = A_{\text{год}} \frac{4\sqrt{H} + 10}{3,6}, \text{ кг}. \quad (14.2)$$

Приймаємо скіп \_\_\_\_\_ з \_\_\_\_\_ затвором вантажопідйомністю  $Q_n$  \_\_\_\_\_ т. Власна маса скіпа  $Q_c$  \_\_\_\_\_ т; висота  $h_c$  \_\_\_\_\_ м; шлях скіпа при русі ролика його в розвантажувальних кривих  $h_p$  \_\_\_\_\_ м.

### 5. Число підйомних операцій на годину

$$n_{n,z} = \frac{1000 A_{\text{год}}}{Q_n}, \text{ шт}. \quad (14.3)$$

### 6. Тривалість підйомної операції

$$t_{p,n} = \frac{3600}{n_{n,z}}, \text{ с}. \quad (14.4)$$

### 7. Час руху підйомних посудин

$$T_p = t_{p,n} - t_n, \text{ с}. \quad (14.5)$$

де  $t_n=10$  с – час перерв.

### 8. Середня та орієнтовна максимальна швидкості підйому

$$V_{cp} = \frac{H}{T_p}, \text{ м/с}. \quad (14.6)$$

$$V_{\text{max}} = a_c V_{cp}, \text{ м/с}, \quad (14.7)$$

де  $a_c=1,25\dots1,35$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірність швидкості.



## Список рекомендованих літературних джерел

1. Подэрни Р. Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ : учебное пособие. В 2-х т. М. : Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2001. 332 с.
2. Шешко Е. Е. Горно-транспортные машины и оборудование для открытых работ : учеб. пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГГУ, 2003. 260 с.
3. Сергиенко А. Н., Овчаренко Г. В. ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по выполнению практических и лабораторных работ по курсу Горные машины и оборудование для студентов специальности: Горное дело Специализация: «Технологическая безопасность и горноспасательное дело». Санкт-Петербург: СПУГПС, 2016. 148 с.
4. Горные машины и оборудование подземных разработок: Методические указания к практическим занятиям для студентов специальностей 130404, 150404 всех форм обучения / В. Т. Чесноков; СФУ. Красноярск, 2009. 97 с.
5. 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.
6. Гірничі машини для розробки рудних родовищ. Матеріали методичного забезпечення для практичних занять студентів напряму підготовки 6.050301 Гірництво / О. Є. Хоменко, М. М. Кононенко, Д. В. Мальцев. Д. : Національний гірничий університет, 2011. 43 с.