

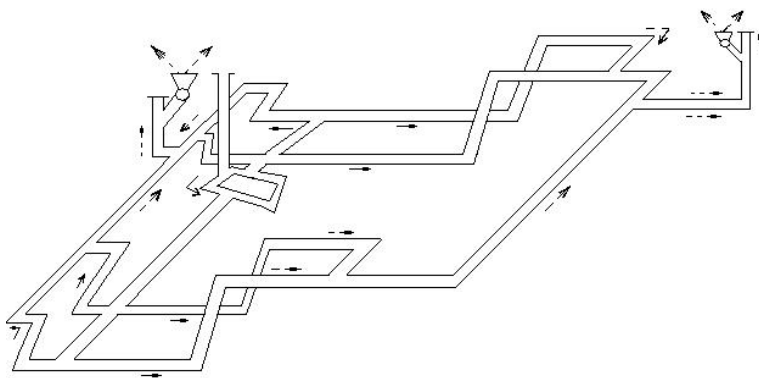
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Житомирський державний технологічний університет

**Панасюк А.В., Левицький В.Г.,
Ковалевич Л.А., Лисенко А.В.**

АЕРОЛОГІЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

для студентів денної та заочної форм навчання
напряму підготовки 6.050301 «Гірництво»



Житомир
2011

Міністерство освіти і науки України
Житомирський державний технологічний університет

**Панасюк А.В., Левицький В.Г.,
Ковалевич Л.А., Лисенко А.В.**

АЕРОЛОГІЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

для студентів денної та заочної форм навчання
напряму підготовки 6.050301 «Гірництво»

Затверджено на засіданні
кафедри маркшейдерії
Протокол №7 від 09.03.2011 р.

Затверджено на засіданні
методичної ради ГЕФ
Протокол №6 від 16.03.2011 р.

Житомир
2011

УДК 621:622
Л37

Панасюк А.В., Левицький В.Г., Ковалевич Л.А., Лисенко А.В. Аерологія гірничих підприємств. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – 35 с.

Упорядники:

Панасюк Андрій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету

Левицький Володимир Григорович, асистент кафедри маркшейдерії

Ковалевич Людмила Анатоліївна, старший викладач кафедри маркшейдерії

Лисенко Антон Вікторович, асистент кафедри маркшейдерії

Відповідальний за випуск:

Соболевський Руслан Вадимович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету

Рецензент:

Котенко Володимир Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету

©Панасюк А.В., 2011.

©Левицький В.Г., 2011.

©Ковалевич Л.А., 2011.

©Лисенко А.В., 2011.

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота № 1. Розрахунок метанообільності вугільного пласта	5
Лабораторна робота № 2. Розрахунок тепловиділення в тупикових гірничих виробках	11
Лабораторна робота № 3. Визначення режиму руху повітря та депресії гірничих виробок	18
Лабораторна робота № 4. Аналітичний розрахунок вентиляційних мереж	24
Додатки	28
Список літератури	34

ВСТУП

Рудникова та промислова вентиляція забезпечує необхідну кількість повітря на робочих місцях і створює необхідні санітарно-гігієнічні умови праці робітників, підвищує рівень безпеки робіт. Вентиляція гірничих виробок та підземних споруд різного призначення при їх будівництві та експлуатації займає значне місце у виробничих процесах. Гірничі інженери мають досконало знати схеми та способи провітрювання гірничих підприємств та підземних споруд, вміти правильно проводити інженерні розрахунки з вентиляції на основі глибоких знань властивостей газів, що виділяються в атмосферу гірничих виробок, процесів їх утворення, виділення та поширення по гірничим виробкам; добре знати процеси теплообміну та пилоутворення; вміти працювати з приладами та обладнанням для вивчення основних характеристик шахтної атмосфери.

Методичні вказівки призначенні для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Аерологія гірничих підприємств» для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.050301 «Гірництво». Методичні вказівки містять чотири лабораторні роботи, в яких виконується розрахунок метанообільності вугільних пластів, тепловиділення в тупикових гірничих виробках, депресії гірничих виробок та аналітичний розрахунок вентиляційних мереж. До кожної лабораторної роботи вказані контрольні питання для їх захисту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1
РОЗРАХУНОК МЕТАНООБІЛЬНОСТІ
ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА

Мета роботи: вивчити методику розрахунку метанообільності вугільного пласта.

Завдання: згідно з варіантом (*додаток №1*) розрахувати відносну метанообільність вугільного пласта та визначити категорію шахти за метаном.

Порядок виконання роботи

1. Визначаємо відносне метановиділення з розроблюваного пласта:

$$q_{nl} = k_{nl}(x - x_1) + k_{ев}(x - x_0), \text{ м}^3 / \text{т}, \quad (1.1)$$

де k_{nl} – коефіцієнт, що враховує вплив системи розробки на метановиділення з пласта:

$$k_{nl} = \frac{l_{оч} \pm 2b_{з.д}}{l_{оч}}, \quad (1.2)$$

де $l_{оч}$ – довжина очисного вибою, м (*див. дод. №1*); $b_{з.д}$ – ширина умовного поясу газового дренирування, м (*табл. 1.1*); знак «+» приймається при суцільній системі розробки; знак «-» – при стовповій.

Якщо отримане значення k_{nl} менше 0,5, то воно приймається рівним 0,5. Якщо більше 0,5, то приймається розраховане значення.

x – природна метаноносність пласта, м³/т (*див. дод. №1*);

x_1 – залишкова метаноносність вугілля, що видається за межі виїмкової ділянки:

$$x_1 = (0,5V_{об} - 13,6) \cdot \left(\frac{100 - w - A_3}{100} \right), \text{ м}^3 / \text{т}, \quad (1.3)$$

де $V_{об}$ – об'ємний вихід летких речовин, мл/г (див. дод. №1);

w – пластова вологість ($w = 10\%$);

A_3 – зольність вугілля ($A_3 = 40-60\%$).

$k_{ев}$ – коефіцієнт, що враховує метановиділення з експлуатаційних витрат в межах виїмкової ділянки ($k_{ев} = 0,1$);

x_0 – залишкова метаноносність вугілля, що залишається в ціликах (визначається за допомогою інтерполяції від виходу летких за таблицею 1.1).

Таблиця 1.1

Визначення ширини умовного поясу газового дренирування та залишкової метанообільності вугілля, що залишається в ціликах

Вихід летких, %	2-8	8-12	12-18	18-26	26-35	35-42	> 42
$b_{з,0}$	5,5	7,5	10	12,5	10	7,5	7,5
$x_0, \text{ м}^3/\text{т}$	12,1-5,3	5,3-4,1	4,1-3,2	3,2-2,6	2,6-2,2	2,2-1,9	1,9-1,7

2. Визначаємо відносну метанообільність вміщуючих порід:

$$q_{пор} = 1,14 \cdot V_{о.в.}^{-0,4} (x - x_0) \cdot k_{кп} \cdot (H - H_0), \text{ м}^3 / \text{т}, \quad (1.4)$$

$V_{о.в.}$ – швидкість просування очисного вибою, м/добу (див. дод. №1);

$k_{кп}$ – коефіцієнт, що враховує спосіб керування покрівлею (табл. 1.2);

H – глибина гірничих робіт, м (див. дод. №1);

H_0 – глибина верхньої межі метанових газів ($H_0 = 200$ м);

Таблиця 1.2

Коефіцієнт, що враховує спосіб керування покрівлею

Спосіб керування покрівлею	Повне обрушення	Часткове закладання	Повне закладання
$k_{кп}$	0,00106	0,00084	0,00043

3. Визначаємо відносну метанообільність вугільної ділянки:

$$q_{\text{дл}} = q_{\text{нл}} + q_{\text{сн}} + q_{\text{нор}}, \text{ м}^3 / \text{т}, \quad (1.5)$$

де $q_{\text{сн}}$ – відносне метановиділення із зближених вугільних пластів та пропластків ($q_{\text{сн}} = 0 \text{ м}^3/\text{т}$).

4. Визначаємо метановиділення з нерухомих оголених поверхонь пласта:

$$I_{\text{нов}} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot m_n \cdot \beta \cdot V_n \cdot a_3 (x - x_0)^n \cdot k_T, \text{ м}^3 / \text{хв}, \quad (1.6)$$

де m_n – повна потужність вугільних пластів, м (див. дод. №1);

β – коефіцієнт, що враховує умови фільтрації метану (для тонких пластів і пластів середньої потужності $\beta = 1$);

V_n – проектна швидкість просування вибою тупикової виробки (при буровибуховому способі проходки прийняти $V_n = 4$ м/доб, при комбайновому – $V_n = 8$ м/доб);

a_3 – коефіцієнт, що враховує вугільний басейн (для Донбасу $a_3 = 5,2$);

n – кількість пластів ($n = 1$);

k_T – коефіцієнт, що враховує зміну метановиділення за часом ($k_T = 1,2$).

5. Визначаємо метановиділення з відбитого вугілля:

– при комбайновому способі проходки:

$$I_{\text{від}} = (x - x_0) \cdot q_p \cdot k_{\text{д}}, \text{ м}^3 / \text{хв}, \quad (1.6.1)$$

– при буровибуховому способі проходки:

$$I_{\text{вiд}} = 9 \cdot 10^{-3} (x - x_0) \cdot S_{\text{вз}} \cdot \gamma \cdot l_{\text{ц}}, \text{ м}^3 / \text{хв}, \quad (1.6.2)$$

де q_p – технічна продуктивність комбайну, т/хв (табл. 1.3);

$k_{\text{д}}$ – коефіцієнт, що враховує ступінь дегазації відбитого вугілля (табл. 1.4), який залежить від часу перебування вугілля в привибійному просторі T_y :

$$T_y = \frac{S_{\text{вз}} \cdot \gamma \cdot l_{\text{ц}}}{q_p}, \quad (1.7)$$

де $S_{\text{вз}}$ – площа вугільного вибою, м² (див. дод. №1);

$l_{\text{ц}}$ – просування вибою за цикл, м (див. дод. №1);

γ – щільність вугілля ($\gamma = 1,2 \text{ т/м}^3$).

Таблиця 1.3

Продуктивність прохідницьких комбайнів

Тип комбайна	4ПУ	ГПКС	4ПП-2	4ПП-5	ПК-25	ПК-3Р
Технічна продуктивність q_p , т/хв	1,2	1,8	1,5	1,0	2,4	1,5

Таблиця 1.4

Значення коефіцієнта $k_{\text{д}}$, що враховує ступінь дегазації відбитого вугілля

Час знаходження вугілля в привибійному просторі T_y , хв	1	2	3	4	5	6
Коефіцієнт $k_{\text{д}}$	0,052	0,088	0,116	0,138	0,157	0,175

6. Визначасмо абсолютну метанообільність тупикової виробки:

$$\sum_{i=1}^n I_n = I_{\text{нов}} + I_{\text{вiд}}, \text{ м}^3 / \text{хв}. \quad (1.8)$$

7. Розрахуємо продуктивність відповідно видобувної ділянки $A_{\text{ол}}$ і шахтного поля $A_{\text{шт}}$:

$$A_{\text{дл}} = L \cdot m \cdot \gamma \cdot V_{\text{об}}, \text{ м / добы}, \quad (1.9)$$

де L – довжина очисного вибою, м (див. дод. №21);

m – потужність пласта, м (див. дод. №1).

Якщо шахта відробляє одну ділянку, то $A_{\text{ум}} = A_{\text{дл}}$.

8. Розраховуємо метановиділення з одночасно виймальних ділянок, що гасяться:

$$\sum I_{\text{нов}} = \frac{1}{2} \frac{q_{\text{дл}}(1+k_{\text{см}}) \cdot A_{\text{дл}}}{1440}, \text{ м}^3 / \text{хв}. \quad (1.10)$$

9. Визначаємо метановиділення з монтажних виробок:

$$I_{\text{мон}} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot m \cdot \beta \cdot V_n \cdot a_3 (x - x_0)^n k_M, \text{ м}^3 / \text{хв}, \quad (1.11)$$

де k_M – коефіцієнт, що враховує зміну метановиділення в монтажних виробках по часу ($k_M = 3$).

10. Визначаємо метанообільність вугільного пласта:

$$q_{\text{ум}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\text{дл}}} [q_{\text{дл}}(1+k_{\text{см}})A_{\text{дл}}] + 1140 \left[\sum_{i=1}^{n_{\text{дл}}} I_n(1+k_{\text{см}} \cdot k_{\text{нід}}) + \sum_{i=1}^{n_{\text{ноз}}} I_{\text{ноз}} + \sum_{i=1}^{n_{\text{мон}}} I_{\text{мон}} \right]}{A_{\text{ум}}}, \text{ м}^3 / \text{м},$$

де $n_{\text{дл}}$ – кількість одночасно працюючих виймальних ділянок в межах шахто пласта ($n_{\text{дл}} = 1$);

$k_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує метановиділення з раніше відроблених поверхів або горизонтів (для шахт Донбасу $k_{\text{см}} = 0,25$; для шахт інших вугільних басейнів $k_{\text{см}} = 0,15$);

$k_{\text{нід}}$ – коефіцієнт, що враховує спосіб підготовки виймальної ділянки ($k_{\text{нід}} = 1$).

11. Після виконання розрахунку $q_{\text{ум}}$ зробити висновок про те, до якої категорії за метаном відноситься дана шахта.

Додаткова література до виконання роботи [1,4].

Контрольні питання:

1. Види виділення метану: звичайне виділення метану.
2. Види виділення метану: суфлярне виділення метану.
3. Боротьба з метаном.
4. Боротьба з суфлярами та раптовими викидами.
5. Відносна метанообільність шахт.
6. Водень та вуглеводні гази.
7. Склад атмосферного та рудникового повітря.
8. Контроль за хімічним складом рудникової атмосфери.
9. Вибухові властивості пилу.
10. Засоби по зменшенню запиленості рудникового повітря.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ В ТУШКОВИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ

Мета роботи: вивчити фактори, які впливають на тепловий режим гірничих виробок та засвоїти методику розрахунку кількості теплоти, що виділяється в атмосферу гірничих виробок.

Завдання: згідно з варіантом (*додаток №2*) розрахувати сумарну кількість теплоти, що виділяється в атмосферу гірничих виробок.

Порядок виконання роботи

Тепловий режим гірничої виробки залежить від таких факторів, як температура повітря, що надходить у виробку, температури порід, вологість рудникової атмосфери, швидкість руху та кількість повітря, що проходить по виробці. Кожен фактор визначається за своєю методикою.

1. Визначаємо температуру вміщуючих гірських порід:

$$t_{вм.п} = t_{нз} + \frac{H - H_0}{\Gamma_{ст}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.1)$$

де $t_{нз}$ – температура порід нейтральної зони, $^\circ\text{C}$ (*табл. 2.1*);

H – глибина закладення виробки, м (*див. дод. №2*);

H_0 – глибина нейтральної зони від поверхні, м (*табл. 2.1*);

$\Gamma_{ст}$ – геотермічна ступінь, m°C (*табл. 2.1*).

Таблиця 2.1

Геотермічні характеристики вугільних басейнів

Басейн	H_0 , м	$t_{нз}$, °С	$\Gamma_{ст}$, м/°С
Донецький	25	8,5	33
Кузнецький	30	2,5	30
Карагандинський	35	2,5	35
Подмосковний	30	3,0	30

2. Визначасмо тепловиділення при охолодженні гірських порід:

$$T_{пор} = K_{\tau} LP(t_{вм,н} - t_{ср}), \text{ кДж} / \text{год}, \quad (2.2)$$

де L – довжина виробки, м (див. дод. №2);

P – периметр виробки, м (див. дод. №2);

$t_{вм,н}$ – температура гірничих порід, °С;

$t_{ср}$ – середня температура повітря у виробці (максимальна температура повітря по ПБ не повинна перевищувати +26 °С) (див. дод. №2);

K_{τ} – коефіцієнт нестационарного теплообміну:

$$K_{\tau} = \frac{\lambda \cdot \left(1 + 0,27 \cdot \sqrt{\alpha \cdot \tau_{розр} / R_{np}^2}\right)}{0,88 \cdot \sqrt{\alpha \cdot \tau_{розр} + \lambda / \psi}}, \text{ кДж} / \text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{°С}, \quad (2.3)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності породи, Вт/м·°С (табл. 2.2);

α – коефіцієнт температуропровідності, м²/°С (табл. 2.2);

$\tau_{розр}$ – розрахунковий час процесу теплообміну:

$$\tau_{розр} = 0,279 \cdot \tau_n, \text{ год}, \quad (2.4)$$

τ_n – час з початку проведення виробки ($\tau_n = 24$ год);

R_{np} – приведений еквівалент радіуса виробки:

$$R_{np} = 0,564 \cdot \sqrt{S}, \text{ м}, \quad (2.5)$$

S – площа поперечного перерізу виробки, м² (див. дод. №2);

ψ – коефіцієнт тепловіддачі:

$$\psi = (8,37 \cdot \varepsilon \cdot U^{0,8} j^{0,8} P^{0,2}) / S^{0,2}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}, \quad (2.6)$$

ε – коефіцієнт, що враховує вплив шорсткості стінок (при анкерному і бетонному кріпленні $\varepsilon = 1$);

U – швидкість повітря у виробці, м/с (див. дод. №2);

j – питома теплоємність, кДж/кг·°С (табл. 2.2)

Таблиця 2.2

Теплові характеристики порід

Порода	Питома теплоємність, кДж/кг·°С	Коефіцієнт теплопровідності	Коефіцієнт температуропровідності
Пісковик	0,84	9,22	0,00437
Глинистий та піщаний сланець	0,903	6,74	0,00293
Вугілля	1,206	0,251	0,00074
Буре вугілля (Челябінськвугілля)	1,130	0,914	0,00066
Буре вугілля (Коркинське родовище)	1,143	0,906	0,00066
Кам'яне вугілля	1,058	0,964	0,00072
Антрацит	0,956	1,182	0,00086
Сірчаний колчедан (Білоріченське родовище)	0,895	15,10	0,00362
Сірчаний колчедан (Дегтярське родовище)	0,920	15,04	0,00358
Мідний колчедан	0,862	15,16	0,00373
Вуглистий сланець	0,244	3,01	0,00166
Глинистий сланець	0,999	3,35	0,00137
Хлористий сланець	1,02	4,78	0,00177
Змійовик	0,946	5,70	0,00228
Альбітофір	0,977	7,15	0,0028
Граніт	0,916	7,98	0,00318
Доломіт	0,927	6,25	0,0025
Пісковик кремнієвий щільний	0,960	7,21	0,00285

3. Визначаємо тепловиділення внаслідок окислення порід та вугілля:

$$T_{ок} = q_0 \cdot U^{0,8} \cdot P \cdot L, \text{ кДж/год}, \quad (2.7)$$

де q_0 – тепловиділення в результаті окислювальних процесів (приймається в залежності від швидкості повітря, при $U = 0,15-4$ м/с $q_0 = 11,1-14,8$ кДж/м²·год).

4. При кріпленні виробки монолітним бетоном розраховуємо тепловиділення в результаті гідратації бетону:

$$T_b = q_b \cdot P \cdot l_u, \quad (2.8)$$

де q_b – питома тепловиділення при гідратації бетону, кДж/м²·год;

l_u – довжина ділянки виробки, що бетонується за один цикл, м.

5. Обчислюємо тепловиділення місцевих джерел:

а) при роботі електродвигунів гірничопрохідницького обладнання (комбайни, навантажувальні машини, електричне бурильне обладнання та ін.):

$$T_{ед} = 3600 \cdot N_{спож} \cdot K_3, \text{ кДж/год}, \quad (2.9)$$

де $N_{спож}$ – споживана потужність електродвигуна ($N_{спож} = 75-110$ кВт);

K_3 – коефіцієнт завантаження обладнання за часом: $K_3 = 0,25$ – для бурових установок, $K_3 = 0,5$ – для навантажувальних машин, $K_3 = 0,8$ – для комбайнів, $K_3 = 1$ – для іншого електрообладнання;

б) тепловиділення при роботі електродвигуна лебідки:

– при підйомі лебідки:

$$T_{лп} = 3600 \cdot N_{л} \cdot K_3 \cdot (1 - \eta), \text{ кДж/год}, \quad (2.10.1)$$

де $N_{л}$ – встановлена потужність електродвигуна лебідки (5-7 кВт);

– при спуску лебідки:

$$T_{лс} = 3600N_{л}K_{з}, \text{ кДж/год.} \quad (2.10.2)$$

в) тепловиділення при роботі людей, кДж/год:

$$T_{л} = q_{л}n_{л}, \text{ кДж/год,} \quad (2.11)$$

де $n_{л}$ – кількість людей у виробці (див. дод. №2);

$q_{л}$ – тепловиділення одного робітника при важкій фізичній праці

($q_{л} = 1050$ кДж/год).

6. Тепловиділення при роботі конвеєрного транспорту:

– при роботі стрічкового конвеєра:

$$T_{к.стр} = 4,9 \cdot L \cdot V \left[\frac{\omega'}{\eta_{ед}} (m_{к} + 2m_{с} + m'_{р} + m''_{р}) \cdot \cos \beta \pm \left(\frac{1}{\eta_{ед}} - 1 \right) \cdot m_{к} \sin \beta \right];$$

– при роботі скребкового конвеєра:

$$T_{к.ск} = 4,9 \cdot L \cdot V \left[\frac{\omega'}{\eta_{ед}} (m_{к} \cdot \omega'' + 2m_{л} \cdot f) \cdot \cos \beta \pm \left(\frac{1}{\eta_{ед}} - 1 \right) \cdot m_{к} \sin \beta \right], \quad (2.12)$$

де L – довжина конвеєра, м;

V – швидкість руху конвеєрної стрічки ($V = 1$ м/с);

ω' – коефіцієнт опору руху стрічки по роликam ($\omega' = 0,03 - 0,06$);

$\eta_{ед}$ – ККД електродвигуна ($\eta_{ед} = 0,9$);

$m_{к}$ – маса корисної копалини на 1 м стрічки ($m_{к} = 250-300$ кг);

$m_{с}$ – маса 1 м стрічки ($m_{с} = 15$ кг);

$m'_{р}, m''_{р}$ – маса роликів, що обертаються на вантажній и порожній вітках (відповідно 8 і 10 кг);

ω'' – коефіцієнт опору руху матеріалу по рештаку конвеєра ($\omega'' = 0,5-1,2$);

$m_{л}$ – маса 1 м тягових ланцюгів полотна ($m_{л} = 12$ кг);

f – коефіцієнт опору руху ланцюгу конвеєра ($f = 0,25-0,4$);

β – кут нахилу виробки, градус (*див. дод. №2*).

Знак «+» в формулах (2.12.1) и (2.12.2) ставиться при розміщенні конвеєра в похилі; «-» при розміщенні конвеєра в бремсберзі.

Характеристики конвеєра приведені в [5].

7. Тепловиділення при вибуху ВР:

$$T_e = 0,8 \cdot q_e \cdot c, \text{ кДж/год}, \quad (2.13)$$

де q_e – питоме тепловиділення при вибуху 1 кг ВР, кДж/кг (*табл. 2.3*);

c – маса заряду ($c = 18-20$ кг).

Таблиця 2.3
Значення питомого тепловиділення для застосовуваних ВР

Найменування ВР	q_e , кДж/кг	Найменування ВР	q_e , кДж/кг
Аммоніт ПЖВ	3360	Аммоніт АП-5ЖВ	3780
Вугленіт Э-6	2570	Аммоніт скельний № 1	5400
Победіт ВП-4	3810	Аммоніт № 6ЖВ	4290
Аммоніт АП-4ЖВ	3560	Ігданіт	3790

Загальне тепловиділення у виробку залежить від багатьох факторів (температури гірських порід, тепловиділення при охолодженні гірських порід, тепловиділення від затвердіння бетонного кріплення, при вибуху ВР, тепловиділення при роботі електродвигунів гірничопрохідницького обладнання та транспорту, а також тепловиділення при роботі людей) і розраховується як сума всіх складових, наявних в даній виробці:

$$T_{заг} = \sum T_i \quad (2.14)$$

Після розрахунку сумарного тепловиділення у виробку $T_{заг}$ зробити висновки по роботі.

Додаткова література до виконання роботи [2, с. 42-50].

Контрольні питання:

1. Боротьба з високою температурою в шахті.
2. Основні елементи мікроклімату кар'єрів.
3. Провітрювання тупікових виробок.
4. Температура рудникового повітря.
5. Обігрівання шахтних стволів.
6. Втрати повітря і боротьба з втратами.
7. Закони розподілення повітря в шахтних мережах.
8. Вибір системи і способу провітрювання.
9. Джерела забруднення атмосфери кар'єрів.
10. Вентиляційні споруди.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМУ РУХУ ПОВІТРЯ ТА ДЕПРЕСІЇ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

Мета роботи: вивчити режими руху повітря у виробках, засвоїти методику розрахунку депресії гірничих виробок.

Завдання: згідно з варіантом (*додаток №3*) розрахувати депресії гірничих виробок.

Порядок виконання роботи

1. Визначення режиму руху повітря у виробці.

У виробках існує два режими руху повітря:

- *ламінарний*, що характеризується малими швидкостями, паралельними траєкторіями частинок та відсутністю перемішування шарів потоку;

- *турбулентний*, що характеризується безладним перемішуванням окремих частинок та шарів потоку.

Визначити режим руху повітря у виробці можна за допомогою числа Рейнольдса Re (число Re безрозмірне):

$$Re = \frac{UD}{\nu}, \quad (3.1)$$

де U – середня швидкість руху повітря у виробці, м/с:

$$U = \frac{Q}{S_{ce}}, \quad \text{м/с}, \quad (3.2)$$

де Q – кількість повітря, що проходить по виробці, м³/с (*див. дод. №3*);

S_{ce} – площа поперечного перерізу виробки в світлі, м² (*див. дод. №3*);

D – гідравлічний діаметр виробки, м:

– для виробок круглого перерізу:

$$D = D_{св}, \text{ м}, \quad (3.3.1)$$

– для некруглих виробок:

$$D = \frac{4S_{св}}{P}, \text{ м}, \quad (3.3.2)$$

де P – периметр виробки, м (див. дод. №3);

ν – кінематична в'язкість повітря ($\nu = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$).

За числом Рейнольдса визначається режим руху повітря у виробці:

Число Рейнольдса Re		Режим руху повітря
в гладких трубах	у виробках	
> 2300	> 1500	турбулентний
< 2300	< 1500	ламінарний

У виробках, що провітрюються робочим вентиляційним струменем, рух повітря, як правило, турбулентний.

2. Визначення депресії гірничої виробки.

Для вибору вентиляторів (його подачі та депресії) необхідно знати депресію гірничої виробки, яка підлягає провітрюванню.

Депресія гірничої виробки визначається за законом опору:

$$h = R \cdot Q^n, \text{ даПа}, \quad (3.4)$$

де R – коефіцієнт пропорційності, що має при турбулентному русі зміст аеродинамічного опору;

n – показник степеня, що залежить від режиму руху:

для турбулентного режиму:

– при $Re > 30000$, $n = 2$,

– при $20000 < Re < 30000$, $n = 1,8$;

для ламінарного режиму $n = 1$.

Аеродинамічний опір виробок залежить від геометричних розмірів, довжини виробки, шорсткості кріплення, загромадженості поперечного перерізу обладнання, звилистості виробок і визначається за формулою:

$$R = \frac{\alpha PL}{S_{св}}, \quad (3.5)$$

де L – довжина виробки, м;

α – коефіцієнт аеродинамічного опору тертя. Залежить від типу кріплення, форми виробки і визначається за наступними формулами:

1) Для виробок, закріплених монолітним бетоном, бетонітом, цеглою:

– при круглому поперечному перерізі:

$$\alpha = 9,81 \frac{0,015}{\left[1,74 + 2 \cdot \lg \left(\frac{D}{d_0} \right) \right]^2}, \quad H \cdot c^2 / M^4 \quad (3.6.1)$$

де D – діаметр виробки, м;

d_0 – висота виступу шорсткості поверхні кріплення (для монолітного бетону – 4 мм, для цегляної кладки – 1,3 мм, для бутової кладки (бетоніту) – 20 мм).

– при некруглому поперечному перерізі виробки:

$$\alpha = 9,81 \frac{0,015}{\left[1,74 + 16,3 \cdot \lg \left(\frac{4,8\sqrt{S}}{d_0} \right) \right]^2}. \quad (3.6.2)$$

2) Для виробок, закріплених рамним кріпленням:

– аروحним металевим кріпленням з СВП (рис. 3.1)

$$\alpha = \frac{1,08}{\left[0,175 + 0,06 \cdot \lg \left(\frac{\varepsilon}{(\Delta' m'_1 m'_2)} \right) \right]^2} \cdot 10^{-3}, \quad (3.7)$$

де $\varepsilon = \frac{0,48\sqrt{S_{ce}}}{d_1}$ – поперечний калібр кріплення; $\Delta' = \frac{5}{\Delta}$, $\Delta = \frac{l}{d_2}$ – поздовжній калібр кріплення, l – крок кріплення, м; $m'_1 = 1 - \frac{d_2}{l}$ – параметр, що характеризує розподіл шорсткості; $m_2 = \frac{P_k}{P}$, де P_k – периметр кріплення, м; d_1 и d_2 – параметри перерізів СВП (табл. 3.1).

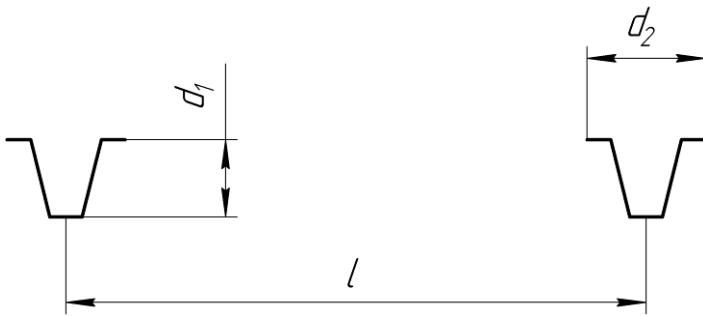


Рис. 3.1. Схема до визначення параметрів арочного металевго кріплення з СВП

Таблиця 3.1

Параметри перерізів СВП

№СВП	d_1	d_2	№СВП	d_1	d_2	№СВП	d_1	d_2
14	88	121,0	17	94	121,5	19	102	136,0
22	110	145,5	27	123	149,5	33	137	166,3

– для арочного кріплення з двотавру:

$$\alpha = 0,981 \cdot \frac{10^{-3}}{\left(0,135 + 0,2 \cdot \lg \left[2S_{ce} / (p_k \cdot l) \right] \right)^2}, \quad (3.8.1)$$

де p_k – периметр кріплення, що дорівнює 3/4 загального периметру, м;

l – крок кріплення, м.

– для трапецієподібної та прямокутної кріплення з з/б стояків та металевих двотаврових балок:

$$\alpha = 0,981 \cdot \frac{10^{-3}}{\left(0,2 + 0,2 \cdot \lg \left[\frac{2S_{ce}}{p_k \cdot l} \right] \right)^2}; \quad (3.8.2)$$

– для трапецієподібної та прямокутної кріплення з стояків і верхняків прямокутного перерізу:

$$\alpha = 0,981 \cdot \frac{10^{-3}}{\left(0,2 + 0,222 \cdot \lg \left[\frac{2S_{ce}}{p_k \cdot l} \right] \right)^2}. \quad (3.8.3)$$

Отримане значення α необхідно скоректувати до значення α_k в залежності від захарашченості виробки. При встановленні у виробці конвеєрів:

$$\alpha_k = \alpha \cdot \frac{S_{ce}^2}{S_1^3}, \quad (3.9)$$

де S_1 – площа виробки в світлі, зменшена на площу, яку займає конвеєр, м²,

$$S_1 = S_{ce} - B \cdot H, \quad (3.10)$$

де B, H – габарити конвеєра, м (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Габарити найбільш поширених конвеєрів

Тип конвеєра	Висота H , м	Ширина B , м
1Л 80, 1ЛТ-80, 2Л-80	0,93	1,108
1Л 100, 1ЛУ100, 2ЛУ100	0,925	1,4
1ЛТ 100	0,950	1,3
1ЛТ 120	1,18	1,7
2ЛУ 120 А 2ЛУ 120 Б 2 ЛУ 120 В	1,087	1,63

При роботі конвеєра назустріч вентиляційному струменю α_k збільшується на 15-20%.

При використанні підвісних конвеєрів α_k зменшується на 15-20%. При захарашенні виробок породою, лісом, матеріалами необхідно збільшити α_k :

- при сильному захарашенні (великі відвали порід, скупчення кріпильних матеріалів и труб, обладнання, часті звуження) на 0,01;
- при середньому (вентиляційні труби, велика кількість верхняків, часті вивали породи, звуження перерізу) – на 0,003;
- при помірному захарашенні (повітропроводи стисненого повітря, водогінні труби, невелика кількість породи на ґрунті) – на 0,001.

При звлистості виробки значення коефіцієнта α_k необхідно збільшувати:

- при помірній звлистості на 0,002;
- при середній звлистості на 0,003;
- при сильній звлистості на 0,005.

Контрольні питання:

1. Природна тяга повітря в шахтах.
2. Режими руху повітря.
3. Рівняння Бернуллі.
4. Типи повітряних потоків. Число Рейнольдса.
5. Шахтні вентиляційні мережі.
6. Дегазація вугільного пласта.
7. Аеродинамічний опір гірничих виробок.
8. Місцевий опір гірничих виробок.
9. Види депресій
10. Види з'єднань виробок та джерел тяги.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ МЕРЕЖ

Мета роботи: засвоїти методику аналітичного розрахунку вентиляційних мереж.

Завдання: згідно з варіантом (додаток №4) розрахувати сумарний аеродинамічний опір вентиляційної мережі, сумарну депресію та кількість повітря, що проходить через кожну виробку. Перевірити швидкість руху повітря згідно „Правил безпеки на вугільних та сланцевих шахтах” (ПБ).

Методика розрахунку

Під законом опору в аерології розуміється залежність між депресією H та середньою швидкістю повітря U , або кількістю повітря Q :

$$H = R_1 \cdot U^n \text{ або } H = R_2 \cdot Q^n,$$

де R_1 , R_2 – коефіцієнти пропорційності (аеродинамічний опір, $\text{к}\mu$);

n – показник степеня, що враховує режим руху повітряного струменю ($n = 1$ – ламінарний потік, $n = 2$ – турбулентний потік).

Вентиляційна мережа – це мережа з'єднаних між собою гірничих виробок, по яким рухається повітря. Розрізняють послідовне, паралельне та змішане з'єднання виробок.

При послідовному з'єднанні (рис. 4.1) характерні наступні співвідношення:

$$Q_{зав} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n;$$

$$H_{зав} = H_1 + H_2 + \dots + H_n;$$

$$R_{зав} = R_1 + R_2 + \dots + R_n.$$

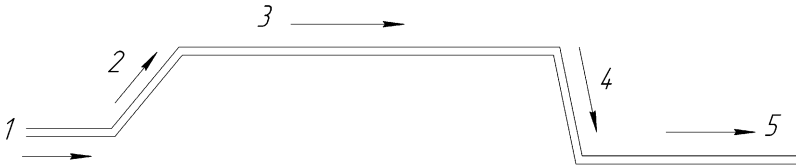


Рис. 4.1. Схема послідовно з'єднаних виробок

При паралельному з'єднанні двох виробок характерні наступні співвідношення:

$$Q_{зав} = Q_1 + Q_2;$$

$$H_{зав} = H_1 = H_2.$$

$$R_{зав} = \frac{R_1}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}\right)^2} \quad \text{або} \quad R_{зав} = \frac{R_2}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}\right)^2}$$

$$Q_1 = \frac{Q_{зав}}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}\right)} \quad \text{або} \quad Q_2 = \frac{Q_{зав}}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}\right)}.$$

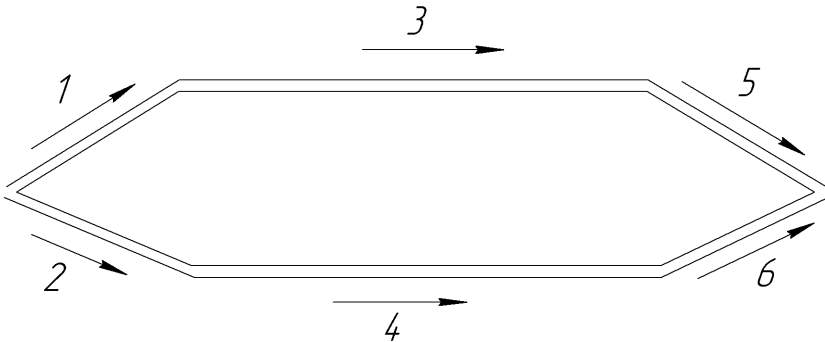


Рис. 4.2. Схема паралельно з'єднаних виробок

Якщо декілька гілок з однаковим опором R з'єднані паралельно, то $R_{\text{заг}} = \frac{R_i}{n^2}$ де n – кількість паралельно з'єднаних виробок.

При змішаному з'єднанні виробок одні виробки з'єднані паралельно, інші – послідовно. В цьому випадку знаходяться еквівалентні характеристики окремих ділянок, а потім загальні характеристики.

Швидкість руху повітря U у виробці:

$$U = \frac{Q}{S}, \text{ м/с,}$$

де S – площа поперечного перерізу виробки в світлі, м^2 .

Порядок виконання роботи

1) Розбити задану вентиляційну мережу шахти (див. дод. 4) на ділянки простих з'єднань (паралельних або послідовних) з двох виробок.

2) Розрахувати еквівалентні аеродинамічні опори для отриманих ділянок вентиляційної мережі, а потім сумарний аеродинамічний опір мережі виробок.

3) Розрахувати депресію кожної ділянки и сумарну депресію вентиляційної мережі.

4) Розрахувати кількість повітря, що проходить по кожній ділянці, а потім – по кожній виробці.

5) Визначити швидкості руху повітря в кожній виробці.

6) Отримані швидкості руху повітря у виробках порівняти з допустимими по Правилам Безпеки та зробити висновки.

Контрольні питання:

1. Аеродинамічний опір гірничих виробок
2. Регулювання розподілення повітря в паралельному з'єднанні.
3. Основні закони розподілення повітря у вентиляційній системі.
4. Основні схеми природного динамічного провітрювання кар'єрів
5. Аналітичні методи розрахунку вентиляційних мереж: діагональне з'єднання.
6. Аналітичні методи розрахунку вентиляційних мереж: комбіноване з'єднання.
7. Аналітичні методи розрахунку вентиляційних мереж: паралельне з'єднання.
8. Аналітичні методи розрахунку вентиляційних мереж: послідовне з'єднання.
9. Аналітичні методи розрахунку вентиляційних мереж: складне з'єднання.
10. Одиниці аеродинамічного опору.

Вихідні дані до лабораторної роботи №1

ПОКАЗНИКИ	ВАРІАНТ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вихід легких, %	9	13	17	22	29	36	24	10	2	5
Система розробки	стовпова	суцільна	стовпова	суцільна	стовпова	суцільна	стовпова	суцільна	стовпова	суцільна
Природна метанонасність, м ³ /т	8	9	10	11	15	20	14	13	12	9
Глибина гірничих робіт H , м	240	300	350	400	700	800	600	300	250	220
Час транспортування вугільної маси, хв.	4	8	5	5	7	9	4	5	5	3
Спосіб проведення виробки	БВР	БВР	комб.	БВР	комб.	БВР	БВР	БВР	комб.	комб.
Швидкість просування очисного вибою $V_{о.в.}$, м/добу	6,0	4,2	8,0	4,0	7,2	3,8	4,7	6,0	8,0	10,0
Площа виробки в світлі, м ²	8,5	9,0	8,2	12,3	12,8	13,8	12,0	10,6	13,8	6,0
Тип комбайна	–	–	1ПК-3Р	–	ГПКС	–	–	–	4ПП-2	4ПУ
Просування вибою виробки за цикл роботи комбайна $l_{ц}$, м	–	–	0,9	–	0,8	–	–	–	0,9	1,0
Просування вибою виробки за вибух $l_{ц}$, м	2,2	2,1	–	2,0	–	1,9	1,9	2,0	–	–
Потужність пласта m , м	0,9	0,7	1,0	1,2	1,2	1,3	1,0	0,9	1,1	0,8
Спосіб керування покрівлею	повне обр.	част. закл.	повне обр.	част. закл.	повне обр.	част. закл.	повне обр.	част. закл.	повне обр.	част. закл.
Площа по вугіллю в проходці $S_{вз}$, м ²	3,2	2,8	3,5	4,8	5,0	6,5	3,8	2,7	4,5	2,4
Об'ємний вихід легких речовин $V_{об}$, мл/Г	50	55	60	65	70	75	70	65	60	55
Довжина очисного вибою L , м	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190

Вихідні дані до практичної роботи №2

ПОКАЗНИКИ	ВАРІАНТ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Басейн	Донбас	Кузбас	Караган.	Підмос.	Донбас	Кузбас	Караган.	Донбас	Донбас	Підмос.
Виробка	квершлаг	хідник похилу	штрек	штрек	бремсберг	вент. збійка	штрек	квершлаг	штрек	вент. штрек
Кут нахилу виробки β	0	14	0	0	5	11	0	0	0	0
Глибина закладення виробки H , м	500	700	300	200	1000	900	400	800	600	150
Площа поперечного перерізу виробки S , м ²	15	8,4	10,8	12,8	6	9	17	6	10	7
Периметр виробки L , м	16,2	12	15	13,5	10	15	19,5	9	14	9,3
Довжина виробки P , м	300	500	1200	900	200	1000	1000	800	500	800
Середня температура повітря в виробці t_{cp} , °С	+20	+24	+8	+8	+26	+26	+12	+25	+24	+5
Бокові породи	пісковик	глинис. сланець	кам. вугілля	пісковик	глинис. сланець	антрацит	доломіт	пісковик	вуглистий сланець	хлорист. сланець
Швидкість повітря у виробці, м/с	1,5	2	0,15	0,15	3	2,5	0,3	2	1,5	0,15
Тип кріплення	арочн. метал.	трапец. метал.	анкерна	арочн. метал.	монол. бетон	рамна метал.	арочн. метал.	трапец. з.-б.	монол. бетон	анкерна
Спосіб проведення виробки	БВР	БВР	комбайн	БВР	БВР	комбайн	БВР	БВР	комбайн	БВР
Тип ВР	амм. скел. №1	амм. 6ЖВ	-	амм. АП- 5ЖВ	амм. 6ЖВ	-	угленіт Э-6	амм. скел. №1	-	амм. 6ЖВ
Прохідницьке обладнання	2ПНБ-2Б	1ПНБ-2БУ	4ПУ	ПП-54 1ППН-5	МПК-3Б	ГПКСН	БУЭ-1м ППМ-4	ПК-63 ППМ-4	ГПКС	1ПНБ-2Б
Транспорт	СР-70м	СР-70м лебідка	1ЛТП-80	ел.-воз К10	лебідка	2ЛТП-80У	ел.-воз А10	ел.-воз К14	2Л100	СП-202
Кількість робітників у виробці n_n , люд.	5	4	5	5	3	5	6	3	6	4

Зауваження. Всі необхідні характеристики обладнання (потужність електродвигунів, ККД, швидкість руху конвеєрної стрічки, маси окремих агрегатів конвеєрів і т.д.) прийняти самостійно за довідковою літературою [2, 5, 6].

Вихідні дані до практичної роботи №3

№ вар.	Форма поперечного перерізу виробки	Параметри перерізу*	Параметри кріплення	Довжина виробки L , м	Кіл-ть повітря, що проходить по виробці Q , м ³ /с	Обладнання, напрям руху конвеєра	Захарактерність в-ки	Звивистість в-ки
1	Кругла	$D_{cv} = 3,5$ м	монолітний бетон	1000	2,5	конвеєр 1Л100, підвісний, назустріч повітряному потоку	помірна	середня
2	Кругла	$D_{cv} = 3$ м	бетоніт	1200	4	конвеєр 1Л80, на лежнях, за напрямом повітряного потоку	середня	помірна
3	Кругла	$D_{cv} = 4$ м	монолітний бетон	600	6	конвеєр 2ЛУ120А, підвісний, назустріч повітряному потоку	сильна	сильна
4	Еліптична	$S_{cv} = 7,5$ м ² $P = 95$ м	цегляна кладка	300	20	конвеєр 1Л80, на лежнях, назустріч повітряному потоку	сильна	середня
5	Еліптична	$S_{cv} = 9$ м ² $P = 12,3$ м	монолітний бетон	100	30	конвеєр 2Л80, на лежнях, назустріч повітряному потоку	середня	помірна
6	Арочна	$B_{виж} = 4,5$ м $h_{нр} = 1,7$ м	металева трьохланкова з СВП-27, крок кріплення 0,9 м	1800	15	конвеєр 2ЛУ120А, на лежнях, назустріч повітряному потоку	помірна	помірна
7	Арочна	$B_{виж} = 3,5$ м $h_{нр} = 1,5$ м	металева трьохланкова з СВП-22, крок кріплення 0,8 м	900	12	рельсовий путь	помірна	середня
8	Арочна	$B_{виж} = 5,2$ м $h_{нр} = 1,9$ м	металева трьохланкова з СВП-33, крок кріплення 1 м	500	28	рельсовий путь	середня	сильна

9	Арочна	$B_{ниж} = 2,8$ м $h_{np} = 1,2$ м	металева арочна з двотавра, крок кріплення 1 м	300	8	конвеєр 1ЛГ100, на лежнях, назустріч повітряному потоку	середня	помірна
10	Арочна	$B_{ниж} = 4$ м $h_{np} = 1,6$ м	металева арочна з двотавра, крок кріплення 0,5 м	850	14	конвеєр 1ЛУ120, на лежнях, за напрямом повітряного потоку	сильна	помірна
11	Трапецеподібна	$B_{ниж} = 3,5$ м $B_{верх} = 3,1$ м $H = 2,8$ м	ж.-б. стойки и двотавровий верхняк	330	5	конвеєр 2Л80, підвісний, за напрямом повітряного потоку	середня	середня
12	Трапецеподібна	$B_{ниж} = 3,8$ м $B_{верх} = 3,2$ м $H = 2,4$ м	стойки и верхняки прямокутного перерізу	970	3	конвеєр 1Л80, підвісний, назустріч повітряному потоку	помірна	помірна
13	Прямокутна	$B = 3,5$ м $H = 2,8$ м	ж.-б. стойки и двотавровий верхняк	1500	30	рельсовий путь	середня	помірна
14	Прямокутна	$B = 3,5$ м $H = 2,8$ м	стойки и верхняки прямокутного перерізу	270	45	рельсовий путь	сильна	сильна
15	Прямокутна	$B = 4,5$ м $H = 3,4$ м	монолітний бетон	50	10	рельсовий путь	помірна	помірна

*Прийняті позначення: $D_{св}$ – діаметр виробки в світлі;

$S_{св}$ – площа поперечного перерізу виробки в світлі;

P – периметр виробки; B – ширина виробки;

$B_{ниж}$, $B_{верх}$ – відповідно ширина нижньої та верхньої основ виробки;

H – висота виробки; h_{np} – висота прямолінійної частини виробки.

Вихідні дані до практичної роботи №4

№ вар	Ескіз ділянки (1-6 – №№ виробок)	$Q_{\text{заг}}$, м ³ /с	Виробка 1		Виробка 2		Виробка 3		Виробка 4		Виробка 5		Виробка 6	
			H ₁ , даПа	R ₁ , кц	H ₂ , даПа	R ₂ , кц	H ₃ , даПа	R ₃ , кц	H ₄ , даПа	R ₄ , кц	H ₅ , даПа	R ₅ , кц	H ₆ , даПа	R ₆ , кц
1		7	150	7	220	12	180	10	200	11	200	7	300	12
2		8	100	5	50	2	300	17	300	21	150	8	230	18
3		12	100	5	100	9	50	7	200	20	150	15	350	25
4		5	50	4	150	14	150	17	50	2	220	12	220	14
5		4	120	11	100	9	250	18	150	14	500	33	270	20

6		3	120	10	180	20	150	17	150	13	100	11	200	19
7		11	100	5	200	10	150	18	70	3	130	6	250	15
8		15	50	3	70	4	20	3	20	2	40	2	40	3
9		25	30	5	40	6	20	2	50	4	100	5	100	8
10		30	50		40	16	40	16	40	16	40	16	20	4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Правила безопасности в угольных шахтах. – Самара: Самар. Дом печати, 1995. – 242 с.
2. Кирин Б.Ф., Ушаков К.З. Рудничная и промышленная аэрология: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1983. – 256 с.
3. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А. Аэрология горных предприятий: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1987. – 421 с.
4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Макеевка; Донбасс: Изд-во МакНИИ, 1989.
5. Пейсахович Г. Я. Подземный транспорт шахт и рудников: Справочник. – М.: Недра, 1985. – 565 с.
6. Петров А.И. Проходчик горных выработок: Справочник. – М.: Недра, 1991. – 646 с.
7. Ушаков К.З. Газовая динамика шахт. – М.: Недра, 1984. – 248 с.
8. Ушаков К.З. Рудничная вентиляция: Справочник. – М.: Недра, 1988. – 440 с.

Навчальне видання

Панасюк Андрій Вікторович
Левицький Володимир Григорович
Ковалевич Людмила Анатоліївна
Лисенко Антон Вікторович

АЕРОЛОГІЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт

Редактор	<i>А.В. Панасюк</i>
Технічний редактор	<i>В.Г. Левицький</i>
Комп'ютерна верстка	<i>В.Г. Левицький</i>

Підп. до друку 22.04.2011. Формат 60×90 1/16. Папір офс.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2,2. Тираж 100 пр.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи
ЖТ № 08 від 26.03.2004 р.

Редакційно-видавничий відділ
Житомирського державного технологічного університету
вул. Черняхівського, 103, м. Житомир, 10005