

Відокремлений структурний підрозділ
«Павлоградський фаховий коледж
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття на тему
«Проектування шахтної пневматичної установки»
спеціальність «Гірництво», освітньо-професійна програма
«Експлуатація та ремонт гірничого електромеханічного
обладнання та автоматичних пристроїв»

Розробник : Вікторія ШАРІНА

Розглянуто та схвалено на засіданні циклової
комісії гірничих електромеханічних дисциплін

Протокол від _____ № _____

Голова комісії _____Марія РЕБУКА

ТЕМА: Проектування пневматичних установок шахт.

ЦІЛЬ: навчитись виконувати розрахунок основних параметрів компресорної станції.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Під час проектування пневматичних установок необхідно:

- 1) встановити необхідну продуктивність компресорної станції;
- 2) вибрати тип та число компресорів, двигунів до них;
- 3) встановити тиск стисненого повітря на виході компресорної станції;
- 4) скласти схему повітропроводної мережі та розрахувати її;
- 5) провести техніко-економічні розрахунки з визначення капітальних витрат на обладнання та монтаж пневматичної установки, визначити проектну вартість 1 м³ повітря та витрату його на 1 тону видобутку та на 1 м³ повітря.

1. Продуктивність компресорної станції (м³/хв)

$$V_{K.C} = k_p k_o \sum_{i=1}^Z n_i V_{n.i} k_{n.i} k_{z.i} + V_{um} \ell + V_{п.р} n_{п.р}, \quad (1)$$

де $k_p = 1.05 \dots 1.1$ - коефіцієнт резерву продуктивності компресорної станції на невраховані споживачі;

$k_o = 0,8 \dots 0,85$ - середньозважений коефіцієнт одночасності роботи (рис.1), визначається за номограмою в залежності від k_v і продуктивності;

i – номер групи однотипних споживачів;

z – кількість однотипних споживачів;

V_n – номінальний витрата одним споживачем цієї групи при безперервній його роботі;

$k_{zn} = 1,15 \dots 1,2$ - коефіцієнт враховує збільшення витрати повітря у зв'язку зі зносом споживачів;

k_z – коефіцієнт завантаження;

для комбайнів, лебідок, бурильних та відбійних молотків $k_z = 1$; для породонавантажувальних машин $k_z = 0,25$; вентиляторів місцевого провітрювання $k_z = 0,7$; маневрових лебідок $k_z = 0,8$;

$V_{um} = 3 \text{ м}^3/\text{хв}$ - допустимі витрати через нещільність на 1 км магістрального трубопроводу;

$V_{п.р} = 0,4 \text{ м}^3/\text{хв}$ - допустимі прасування через нещільність у місці приєднання одного споживача до повітропроводу;

n – кількість місць приєднань споживачів.

У середньому витік повітря на 1 км повітропроводу без поділу їх на витік у магістральному трубопроводі та в місцях приєднання споживачів можна приймати $4 \dots 5 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}}$.

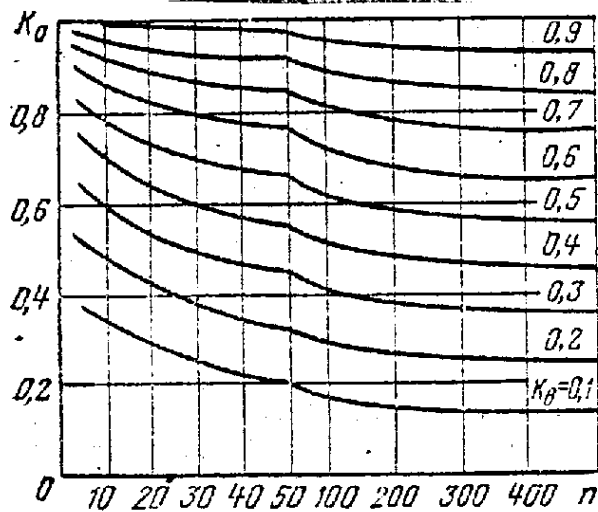


Рис. 1. Коефіцієнт одночасності роботи

Коефіцієнт включення:

$$k_B = \frac{\sum_{i=1}^Z V_{cp.i}}{\sum_{i=1}^Z V_{max/i}} = \frac{\sum_{i=1}^Z n_{n,i} V_{n,i} k_{u,i} k_{z,i} k_{B,i}}{\sum_{i=1}^Z n_{n,i} V_{n,i} k_{u,i} k_{z,i}} \quad (2)$$

Коефіцієнт включення k_B окремого споживача приймається рівним: для комбайнів, їх лебідок та вентиляторів місцевого провітрювання $k_B = 1$; для бурильних молотків $k_B = 0,65$; для буростійких верстатів $k_B = 0,5$; для породонавантажувальних машин та відбійних молотків $k_B = 0,4$; для маневрених лебідок $k_B = 0,05$.

2. Вибір типу та числа компресорів проводиться наступним чином: при продуктивності компресорної станції 200...500 м³/хв., приймають поршневі компресори 4М10-100/8, при 500...1000 м³/хв.- відцентрові компресори К-250, при більшій продуктивності - відцентрові К-500.

Число резервних компресорів приймають: на 1-2 працюючих 1 резервний; на 4-6 працюючих - 2 резервних; на 3 працюючих - 1 резервний, при поршневих та 2 резервних, при відцентрових компресорах.

3. Тиск стисненого повітря:

$$p_{к.с} = p_{п} + \Delta p_{м} \ell + \Delta p_{ш}, \text{ МПа} \quad (3)$$

$p_{п} = 0,5$ МПа - надлишковий тиск споживачів;

$\Delta p_{м} = 0,03$ МПа/км - середні питомі втрати тиску у магістральному трубопроводі;

ℓ - довжина повітропроводу від компресорної станції до самого питомого споживача (км);

$\Delta p_{ш} = 0,03$ МПа - сумарні втрати тиску у шлангах.

4. Розрахунок повітропровідної мережі.

1) відповідно до схеми розкриття родовища складають схему повітропровідної мережі;

2) на схему завдають фактичні довжини ділянок; облік опорів в арматурі та фасонних частинах трубопроводу провадиться збільшенням фактичної довжини на 10% тобто. $\ell_p = 1,1 \ell_f$;

3) за формулою (1) визначають витрати повітря на кожній ділянці та отримані значення їх вказують на схемі;

4) знаючи витрати повітря на ділянках по номограмі (рис.2,а) визначають оптимальні діаметри труб допт залежно від тиску компресорів $p_{к.с}$ і потім вибирають стандартні труби більшого діаметру; діаметри труб вказують за схемою;

5) залежно від витрати повітря та тиску $p_{к.с}$ за номограмою (рис. 2,б) визначають оптимальні питомі втрати тиску (МПа/км) для всіх ділянок мережі.

Оптимальні втрати тиску на ділянках:

$$\Delta p_{\text{опт}} = \Delta p_{\text{уд}} \ell_p \quad (4)$$

6) для всіх ділянок мережі обчислюють швидкість руху повітря за формулою

$$v = \frac{V}{60 \frac{\pi d^2}{4}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_{\text{сп}}} = \frac{4 \rho_0 V}{60 \pi d^2 \rho_{\text{сп}}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\rho_0 = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ щільність повітря за нормальних умов;

V – об'ємна витрата повітря за нормальних умов ($\frac{\text{м}^3}{\text{мин}}$).

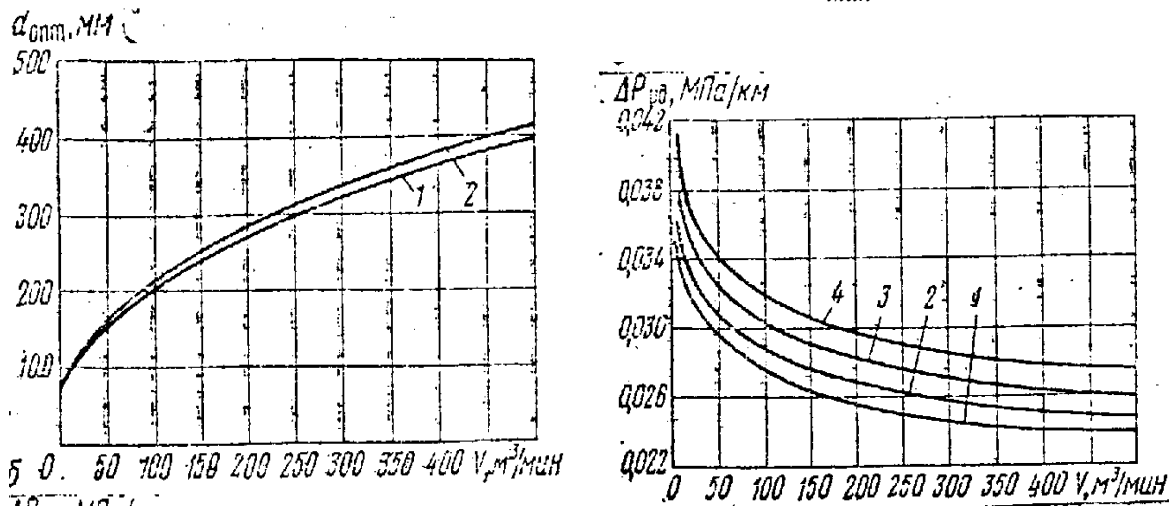


Рис.2. Номограма для розрахунку повітропроводу:

а – оптимальний діаметр труб при $p_{к.с} = 0,7$ МПа (1) та $p_{к.с} = 0,5$ МПа (2);

б – оптимальні питомі втрати тиску за $p_{к.с} = 0,7$ МПа (1); $p_{к.с} = 0,6$ МПа (2), $p_{к.с} = 0,5$ МПа (3); $p_{к.с} = 0,4$ МПа (4).

Втрати тиску Δp по довжині на ділянці повітропроводу:

$$\Delta p = \lambda \frac{\ell_p}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \rho_{\text{сп}}, \text{ Па} \quad (5)$$

$\lambda = 0,0334$ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

ℓ_p – розрахункова довжина ділянки повітропроводу (м).

7) підсумовують втрати тиску на ділянках мережі від компресора до віддаленого, остаточно встановлюють величину тиску повітря на виході компресорної станції.

5. Техніко-економічні показники.

Річне вироблення стисненого повітря

$$V_{\Gamma} = 60 V_{к.с} n_{\Gamma} n_g, \text{ м}^3 \quad (6)$$

де n_{Γ} і n_g – кількість годин роботи компресора на добу днів роботи компресора на рік.

Річна витрата електроенергії:

$$W_{\Gamma} = k \frac{\sum N}{n_g n_r} \bullet \eta_{\Gamma} \eta_M, \quad (7)$$

$k = 1,02 \dots 1,04$ – коефіцієнт враховує витрату електроенергію на подачу охолоджувальної води та допоміжні потреби;

$\sum N$ - сумарна розрахункова потужність двигуна компресорів, що працюють одночасно (кВт);

$\eta_d = 0,85 \dots 0,9$ і $\eta_M = 0,95$ - к.к.д. двигуна та електричної мережі.

Визначивши V_{Γ} і W_{Γ} річну продуктивність шахти A визначають витрату сатого повітря на 1 т вугілля, а також витрата електроенергії на 1 т вугілля і на 1 м³ повітря.

Вартість 1 м³ повітря визначається за річними експлуатаційними витратами, куди входять: сума амортизаційних відрахувань, вартість електроенергії, фонд заробітної плати обслуговуючого персоналу, вартість ремонту.

Таблиця 1 - До визначення продуктивності компресорної станції

Таблиця 1 до визначення продуктивності компресорної станції							
Споживачі		Номиналь- на витрата повітря споживачем, м³/хв	Коефіцієнт			Макси- мальна витрата повітря V _{max} , м³/хв	Середня витрата повітря V _{ср} , м³/хв
Найменування	Число, п		знос k _и	завантаження k _з	включе- ння k _в		
Комбайни	2	3,2					
Лебідки	1	16					
Відбійні молотки	1	1,4					
Бурильні молотки	2	3,5					
Маневрові лебідки	1	10					
	4	22					
ВМП	3	4,7					
РАЗОМ							

Таблиця 2 - До визначення продуктивності за ділянками

[illegible]

Таблиця 3 - Технічна характеристика х поршневих компресорів 4М10-100/8 и 2М10-50/8

Параметри	Тип компресору	
	4М10-100/8	2М10-50/8
Продуктивність, м ³ /хв	100	50
Абсолютний тиск, кгс/см ²		
всмоктування	1	1
нагнітання	9	9
Частота обертання валу, об/хв	500	500
Хід поршня, мм	220	220
Число ступенів стиснення	2	2
Число циліндрів		
I ступені	2	1
II ступені	2	1
Діаметр циліндру, мм		
I ступені	620	620
II ступені	370	370
Потужність компресор, кВт	535	270
Витрата мастила для змащування циліндрів і сальників, г/ч	252	140
Кількість мастила заливається в картер, м	200	100
Вага, кг	10500	7600
Електродвигун, тип	СДК-17-26-12К	СВК-14-31-12
Потужність, кВт	630	32
Струм	змінний	
Компресорна установка		
Витрата охолоджуючої води, м ³ /год	14,1	10
Вага (з електричним двигуном), кг	18780	10700

Таблиця 4 - Технічна характеристика повітряних кутових модернізованих компресорів типу ВП.

Параметри	Тип компресора		
	302ВП-10/8	202ВП-20/8	305ВП-30/8
Продуктивність (при абсолютному тиску повітря на 1 кгс/см ² і температурі 0°С), м ³ /хв	10	20	30
Абсолютний тиск, кгс/см ²			
всмоктування	1	1	1
нагнітання	9	9	9
Частота обертання вала, об/хв	735	735	500
Число ступенів стиснення	2	2	2
Потужність компресора, кВт	60	125	150
Витрата охолоджуючої води при температурі 20°С, м ³ /ч	3	3	4,5
Габарити, мм			
довжина	1900	2356	2440
ширина	1200	1680	1810
висота	1840	2440	2670
Загальна вага компресорної установки, кг	3060	6415	7820

Таблиця 5 - Технічна характеристика повітряних компресорів загального призначення

Параметри	Тип компресора	
	В-300-2К	ВП-50/8
Продуктивність (при абсолютному тиску повітря на 1 кгс/см ² і температурі 0°C), м ³ /хв	40	50
Абсолютний тиск повітряна нагнітання, кгс/см ²	9	9
Частота обертання вала, об/хв	333	375
Хід поршня, мм	300	300
Число циліндрів при двоступінчастий стисненні	2	2
Діаметр циліндра, мм	I ступені	600
	II ступені	350
Потужність компресора, кВт	224	290
	електродвигуна	300
Витрата охолоджуючої води, м ³	13	10
Вага, кг компресора без електродвигуна і проміжного повітряного охолоджувача найбільш важкої моделі компресора	7700	6650
	1100	1900
Габарити, мм	довжина	3100
	ширина	3700
	висота	3300

Таблиця 6 – Технічні дані компресорів

Компресор	Продуктивність, м³/хв	Тиск нагнітання, кПа	Потужність електродвигуна, кВт	Частота обертання, об/хв
1	2	3	4	5
В-300-2К	40	900	250	187
ВП-50/8	50		300	375
2ВГ	100		625	167
55В	100		625	167
3Г-100/8	100		725	187
Кутові компресори типу П				
302ВП-10/8	10	900	75	735
202ВП-20/8	20		160	735
305ВП-30/8	30		200	500

Приклад розрахунку

Розрахувати шахтну компресорну установку з річною продуктивністю 1 млн. т. вугілля, на глибині 400 м.

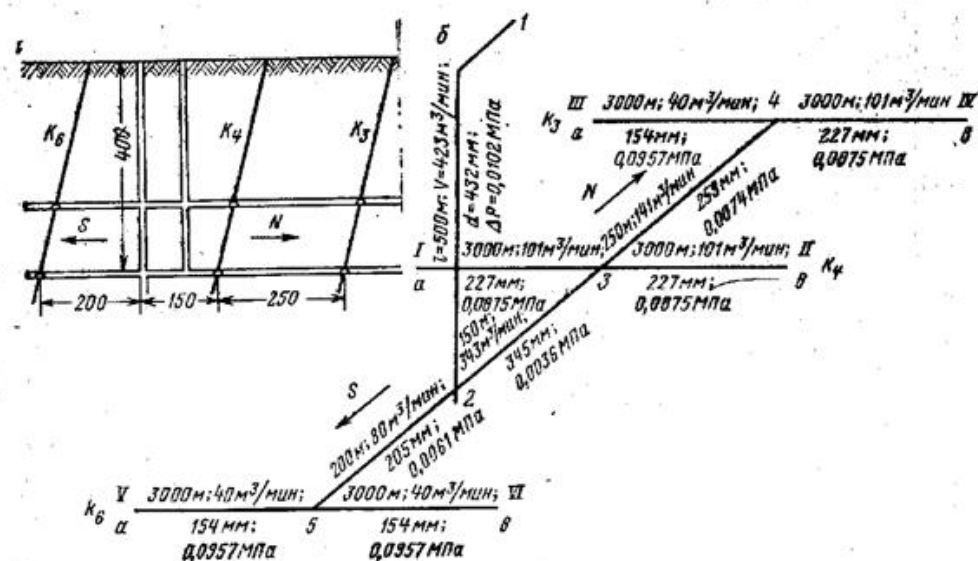


Рис. 3 – до розрахунку компресорної установки:

а) схема розкриття шахтного поля; б) схема повітряного трубопроводу.

Пневматична енергія застосовується для вугільних комбайнів, лебідок, бурильних та відбійних молотків, породонавантажувальних машин і вентиляторів місцевого провітрювання.

На схемі розкриття шахтного поля (рис.3, а) наведена схема розташування стволів, квершлагів північний (N) і південний (S), пласти, що розробляються k_3 , k_4 , k_6 , відстань між ними. Довжина по простяганню до межі шахтного поля в кожную сторону від квершлягу – 3000м.

На ділянці I, II, IV (рис.3, б) працюють комбайни, по два відбійних молотка, на ділянках III, V, VI – по 11 відбійних молотка. На кожній ділянці, крім цього працюють один бурильний молоток, одна породонавантажувальна машина, одна маневрова лебідка і один вентилятор.

РОЗРАХУНОК.

1. Продуктивність компресорної станції ($\text{м}^3/\text{хв}$) визначаємо відповідно до розрахунків, виконаних у таблиці 1, визначаємо V_{max} , V_{cp}

Таблиця 1 – До визначення продуктивності компресорної станції

Споживачі		Номиналь – на витрата повітря споживачем, $\text{м}^3/\text{хв}$	Коефіцієнт			Макси – мальна витрата повітря V_{max} , $\text{м}^3/\text{хв}$	Середня витрата повітря V_{cp} , $\text{м}^3/\text{хв}$
Найменування	Число, п		знос $k_{\text{и}}$	заванта – ження $k_{\text{з}}$	включення $k_{\text{в}}$		
Комбайни	3	32	1,2	1,0	1,0	115,2	115,2
Лебідки комбайнів	3	16	1,2	1,0	1,0	57,6	57,6
Відбійні молотки	39	1,4	1,15	1,0	0,4	62,8	25,1
Бурильні молотки	6	3,5	1,15	1,0	0,65	24,2	15,7
Маневрові лебідки	6	10	1,2	0,8	0,05	57,6	2,9

Породонавантажувальна машина	6	22	1,15	0,25	0,4	38,0	15,2
Вентилятори місцевого провітрювання	6	4,7	1,0	0,7	1,0	19,7	19,7
РАЗОМ	69					375,1	251,4

Середньозважений коефіцієнт включення за формулою (2):

$$k_B = \frac{\sum_{i=1}^Z V_{cp.i}}{\sum_{i=1}^Z V_{max/i}} = \frac{\sum_{i=1}^Z n_{n.i} V_{n.i} k_{u.i} k_{z.i} k_{B.i}}{\sum_{i=1}^Z n_{n.i} V_{n.i} k_{u.i} k_{z.i}} = \frac{251,4}{375,1} = 0,67$$

Середньозважений коефіцієнт одночасності роботи споживачів при $n=69$ і $k_B=0,67$ за рис. 1 дорівнює $k_0=0,82$.

Продуктивність компресорної станції за формулою (1)

$$V_{K.C} = 1,1 \cdot 0,82 \cdot 375,1 + 3 \cdot 19,1 + 0,4 \cdot 69 = 423,2 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Також на початку робіт на горизонті

$$V_{K.C} = 1,1 \cdot 0,82 \cdot 375,1 + 3 \cdot 1,1 + 0,4 \cdot 69 = 369,2 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Витрата повітря на витіки в кінці робіт на горизонті

$$V_{ут.к} = \frac{3 \cdot 19,1 + 0,4 \cdot 69}{423,2} \cdot 100 = 20,1\%$$

Також на початку робіт

$$V_{ут.п.} = \frac{3 \cdot 1,1 + 0,4 \cdot 69}{369,2} \cdot 100 = 8,4\%$$

Середнє значення витрати повітря на витіки за період роботи на горизонті – 14,3%.

2. Тип і число компресорів.

Виходячи з розрахункової продуктивності компресорної станції $V_{K.C} = 423,2 \text{ м}^3/\text{хв.}$, враховуючи зміну характеристик компресорів в процесі експлуатації, а також можливе збільшення числа і потужності споживачів, приймаємо 7 компресорів 4М10 – 100/8, з яких в роботі будуть 4 на початку робіт на горизонті і 5 в кінці робіт, останні компресори – резервні.

Резерв продуктивності компресорної станції на горизонті і $((700 - 500)/500) \cdot 100 = 40\%$ – в кінці робіт. В середньому за період робіт на горизонті резерв дорівнює 57,5%.

Потужність двигунів для компресорів визначаємо за формулою:

$$N_k = \frac{N_i}{\eta_m} = \frac{L_k \cdot V_{xв}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_i \cdot \eta_m}, \text{ кВт}$$

Компресор 4М10 – 100/8 поставляється заводом комплектно із синхронним двигуном СДК2 – 17 – 26 – 12К потужністю 630 кВт, $n = 500 \text{ об/хв.}$, напругою 6000 В.

3. Необхідний надлишковий тиск стисненого повітря на компресорній станції при робочому тиску у споживачів $p = 0,5 \text{ МПа}$ визначаємо за формулою

$$p_{к.с} = p_n + 0,03l + 0,03 = 0,5 + 0,03 \cdot 3,9 + 0,03 = 0,647 \text{ МПа.}$$

Приймаємо $p_{к.с} = 0,65 \text{ МПа.}$

4. Розрахунок повітропровідної мережі. Відповідно до схеми розкриття родовища (див. рис. 2, а) складено схему повітропровідної мережі (див. рис. 2, б)

Визначаємо витрату повітря на окремих ділянках повітропроводу.

Ділянка 1 – 2. Витрата повітря на цій ділянці дорівнює продуктивності компресорної станції, тобто $V_{1-2} = 423 \text{ м}^3/\text{хв}$.

Для спрощення подальших розрахунків у табл. 2 визначено максимальні та середні витрати повітря на ділянках 2 – 3 та 3 – а.

За даними табл. 2 визначаємо витрату повітря всіх ділянках мережі.

Ділянка 2 – 3: кількість споживачів $n_{\text{пр}} = 39$.

Середньозважений коефіцієнт включення

$$k_b = \frac{219,4}{293,3} = 0,75$$

Середньозважений коефіцієнт одночасності за мал. 124 $k_o = 0,9$.

Кількість повітря, що протікає по ділянці 2 – 3:

$$V_{2-3} = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 293,3 + 3 \cdot 12,4 + 0,4 \cdot 39 = 343 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Ділянка 3а: $n_{\text{пр}} = 8$; $l = 3 \text{ км}$; $k_b = 67,8/84,1 = 0,806$; $k_o = 0,96$.

Кількість повітря, що протікає по ділянці 3 – а:

$$V_{3-a} = 1,1 \cdot 0,96 \cdot 84,1 + 3 \cdot 3 + 0,4 \cdot 8 = 101,0 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

У подальших розрахунках для спрощення виходимо з того, що комбайнові ділянки I, II, та IV мають ідентичне обладнання; це стосується і ділянок III, V та VI на яких застосовуються відбійні молотки.

Таблиця 2 – До визначення витрат повітря на ділянках повітропровідної мережі

Споживачі		Номиналь – на витрата повітря споживачем, м³/хв	Коефіцієнт			Макси – мальна витрата повітря $V_{\max}$, м³/хв	Середня витрата повітря $V_{\text{ср}}$, м³/хв
Найменування	Число, п		знос к и	заванта – ження к з	вклю – чення к в		
Ділянка 2 – 3:							
Комбайни	3	32	1,2	1,0	1,0	115,2	115,2
Лебідки комбайнів	3	16	1,2	1,0	1,0	57,6	57,6
Відбійні молотки	17	1,4	1,15	1,0	0,4	27,3	10,9
Бурильні молотки	4	3,5	1,15	1,0	0,65	16,1	10,5
Маневрові лебідки	4	10	1,2	0,8	0,05	38,4	1,9
Породонавантажувальна машина	4	22	1,15	0,25	0,4	25,3	10,1
Вентилятори	4	4,7	1,0	0,7	1,0	13,2	13,2
РАЗОМ	39					293,3	219,4
Ділянка 3 – а:							
Комбайни	1	32	1,2	1,0	1,0	38,4	38,4
Лебідки комбайнів	1	16	1,2	1,0	1,0	19,2	19,2
Відбійні молотки	2	1,4	1,15	1,0	0,4	3,22	1,29
Бурильні молотки	1	3,5	1,15	1,0	0,65	4,03	2,62
Маневрові лебідки	1	10	1,2	0,8	0,05	9,6	0,48
Породонавантажувальна машина	1	22	1,15	0,25	0,4	6,32	2,53
Вентилятори	1	4,7	1,0	0,7	1,0	3,29	3,29
РАЗОМ	8					84,1	67,8

Отже:

$$V_{2-5} = V_{1-2} - V_{2-3} = 423 - 343 = 80 \text{ м}^3/\text{хв.};$$

$$V_{5-a} = V_{5-b} - V_{4-a} = \frac{V_{2-5}}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ м}^3/\text{хв.};$$

$$V_{3-a} = V_{3-b} = V_{4-b} = 101 \text{ м}^3/\text{хв.};$$

$$V_{3-4} = V_{4-a} + V_{4-b} = 40 + 101 = 141 \text{ м}^3/\text{хв.};$$

Якщо обладнання видобувних та прохідницьких ділянок не ідентичне, то витрати повітря слід вважати так само, як і ділянок 2 – 3 та 3 – а.

Таблиця 3 – До визначення діаметрів труб та втрат тиску

Дільниця за мал. 126	Витрати повітря на ділянці $V, \text{ м}^3/\text{хв.}$	Оптимальний діаметр труб $d_{\text{опт}}, \text{ мм}$	Стандартний діаметр труб $d, \text{ мм}$	Фактична довжина ділянок труб $l_{\text{ф}}, \text{ м}$	Розрахункова довжина з урахуванням еквівалентної довжини $l_{\text{ф}}, \text{ м}$	Швидкість повітря в трубі $v, \text{ м/с}$	Розрахункові витрати тиску на ділянці $\Delta p, \text{ МПа}$	Питомі витрати тиску на ділянці $\Delta p_{\text{уд}}, \text{ МПа/км}$	Оптимальні витрати тиску на ділянці $\Delta p_{\text{опт}}, \text{ МПа}$
1 – 2	423	375	432	500	550	7,74	0,0102	0,0245	0,0135
2 – 3	343	345	384	150	165	7,95	0,0036	0,025	0,0041
3 – 4	141	240	259	250	275	7,2	0,0074	0,0272	0,0075
2 – 5	80	200	205	200	220	6,51	0,0061	0,0285	0,0063
4 – а	40	150	154	3000	3300	5,77	0,0957	0,0305	0,101
4 – в	101	215	227	3000	3300	6,7	0,0875	0,0282	0,0931
3 – а	101	215	227	3000	3300	6,7	0,0875	0,0282	0,0931
3 – в	101	215	227	3000	3300	6,7	0,0875	0,0282	0,0931
5 – а	40	150	154	3000	3300	5,77	0,0957	0,0305	0,0101
5 – в	40	150	154	3000	3300	5,77	0,0957	0,0305	0,0101

Визначаємо діаметри труб та витрати повітря на всіх ділянках повітропровідної мережі (табл. 3). Оптимальні значення питомих витрат тиску та діаметрів труб приймаємо за рис. 2; швидкість руху повітря в трубах. Еквівалентна довжина для визначення розрахункової довжини ділянок мережі прийнято рівною 10% від фактичної. Розрахункові втрати тиску визначені за формулою:

$$\Delta p = \lambda \frac{l_p}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho_{\text{сер}}$$

Середня щільність повітря на всіх ділянках мережі прийнята однаковою та визначена за формулою при $T_{\text{ср}} = (273 + 20) = 293 \text{ К}$

$$\rho_{\text{сер}} = \frac{p_{\text{ср}}}{RT_{\text{ср}}} = \frac{p_{\text{к.с}} + p_{\text{п}}}{2 RT_{\text{ср}}} = \frac{(0,75+0,6) \cdot 10^6}{2 \cdot 287 \cdot 293} = 8,03 \text{ кг/м}^3,$$

де $p_{\text{к.с}}$ і $p_{\text{п}}$ – абсолютні тиску в компресорній станції та у споживачів, МПа.

За даними табл. 3 витрати тиску від компресора до самого віддаленого споживача за лінією 1 – 2 – 3 – 4 – а рівні

$$\Sigma_{\Delta p} = 0,0102 + 0,0036 + 0,0074 + 0,0957 = 0,117 \text{ МПа.}$$

Надлишковий тиск на виході компресорної станції

$$p_{\text{к.с}} = p_{\text{п}} + \Sigma_{\Delta p} + \Delta p_{\text{ш}} = 0,5 + 0,117 + 0,03 = 0,647 \text{ МПа.}$$

Приймаємо остаточно раніше встановлений тиск $p_{\text{к.с}} = 0,65 \text{ МПа}$.

5. Техніко-економічні показники.

Приймаємо 20 год. роботи компресорів на добу та 300 робочих днів на рік.
Середня продуктивність компресорної станції під час робіт на горизонті

$$V_{\text{ср}} = \frac{423,2 + 369,2}{2} = 396,2 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Середньорічна виробка стисненого повітря

$$V_{\Gamma} = 60 V_{\text{ср}} n_{\text{ч}} n_{\text{д}} = 60 \cdot 396 \cdot 20 \cdot 300 = 142\,560\,000 \text{ м}^3.$$

Річна витрата електроенергії

$$W_{\Gamma} = k \frac{\sum N}{n_{\text{д}} n_{\text{с}}} n_{\text{ч}} n_{\text{д}} = 1,04 \frac{4 \cdot 487}{0,9 \cdot 0,95} \cdot 20 \cdot 300 = 14\,217\,000 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

При зазначеній в завданні продуктивності шахти 1 млн. т вугілля на рік витрата стисненого повітря на 1 т вугілля дорівнює 142 м^3 , витрата електроенергії на 1 т вугілля - $14,22 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ і на 1 м^3 повітря - $0,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.