

BUDOWNICTWO GÓRNICZE	NORMA BRANŻOWA	BN-72
	Kopalniana sieć sprężonego powietrza o ciśnieniu do 10 kG/cm² (1 MN/m²)	8901-04
	Zasady projektowania	Grupa katalogowa I 02

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są zasady projektowania kopalnianych sieci sprężonego powietrza pracujących pod ciśnieniem do 10 kG/cm² (1MN/m²).

1.2. Określenia. Sieć sprężonego powietrza — system rurociągów od punktu zasilania do odbiorów.

1.3. Normy związane

PN-67/H-74209 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco. Wymiary

PN-68/H-74219 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco. Wymagania i badania

PN-60/H-74253 Rury stalowe bez szwu przewodowe, kołnierze z obrzeżami wywijanymi. Wymiary

PN-68/H-74375 Rurociągi i armatura. Uszczelki płaskie do przylg zgrubnych kołnierzy

PN/H-74385 Rurociągi. Materiały do wyrobu uszczelnień

PN-70/H-74732 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe płaskie. Ciśnienie nominalne 10 i 16 kG/cm²

PN-70/H-74737 Rurociągi i armatura. Kołnierze luźne z pierścieniami do przypawania. Ciśnienie nominalne 2,5; 6; 10 i 16 kG/cm²

PN-61/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki

PN-64/H-84024 Stal do wyrobu rur. Gatunki

PN-70/M-34034 Rurociągi. Zasady obliczeń strat ciśnienia

PN-58/M-82101 Śruby zgrubne z łbem sześciokątnym

PN-58/M-82143 Nakrętki sześciokątne zgrubne

PN-67/M-84540 Łańcuchy techniczne ogniowe o ogniach krótkich

PN-54/M-84541 Łańcuchy techniczne o ogniach długich

PN-61/M-92101 Sprzęt mocujący metalowe rurociągi sprężonego powietrza. Warunki techniczne

PN-61/M-92102 Sprzęt mocujący metalowe rurociągi sprężonego powietrza. Wsporniki

PN-70/N-01270 ark. 1 Wytyczne znakowania rurociągów. Postanowienia ogólne

BN-70/8901-03 Rurociągi szybowe. Zasady projektowania

BN-63/8914-01 Wyrobiska korytarzowe poziome i pochyle w kopalniach. Odstępy ruchowe i wymiary przejścia dla ludzi

Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych

Ustanowiona przez Ministra Górnictwa i Energetyki dnia 17 listopada 1972 r.
jako norma obowiązująca w zakresie opracowywania dokumentacji technicznej od dnia 1 lipca 1973 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 8/1973 poz. 24)

2. ZASADY DOBORU ŚREDNIC RUROCIĄGÓW

2.1. Dyspozycyjny spadek ciśnienia między punktem zasilania i punktem odbioru (Δp) należy obliczać, w kG/cm^2 (MN/m^2), wg wzoru

$$\Delta p = p_p - p_k \quad (1)$$

w którym:

p_p — ciśnienie w punkcie zasilania, kG/cm^2 (MN/m^2),

p_k — wymagane ciśnienie w punkcie odbioru, zależne od rodzaju zainstalowanych silników pneumatycznych, kG/cm^2 (MN/m^2).

2.2. Zalecane prędkości powietrza w rurociągach. Należy przyjmować prędkości powietrza w wysokości $2 \div 15$ m/s wg PN-70/M-34034. Dopuszcza się stosowanie większych prędkości w końcowych odcinkach sieci, jeżeli nie spowoduje to przekroczenia dopuszczalnego spadku ciśnienia.

2.3. Obliczanie średnicy rurociągu

2.3.1. Wstępny dobór średnic rurociągu. Jednostkowy spadek ciśnienia (H) w rurociągu należy obliczać, w $\text{kG}/(\text{cm}^2 \cdot \text{km})$ [$\text{MN}/(\text{m}^2 \cdot \text{km})$], wg wzoru

$$H = \frac{\Delta p}{L_1} \quad (2)$$

w którym:

Δp — dyspozycyjny spadek ciśnienia, kG/cm^2 (MN/m^2),

L_1 — długość rurociągu od punktu zasilania do punktu odbioru, km.

Ciśnienie końcowe w rozpatrywanym odcinku rurociągu (p_2) należy obliczać, w kG/cm^2 (MN/m^2), wg wzoru

$$p_2 = p_1 - H \cdot L_2 \quad (3)$$

w którym:

p_1 — ciśnienie początkowe w odcinku rurociągu, kG/cm^2 (MN/m^2),

H — jednostkowy spadek ciśnienia, $\text{kG}/(\text{cm}^2 \cdot \text{km})$ [$\text{MN}/(\text{m}^2 \cdot \text{km})$],

L_2 — długość odcinka rurociągu, km.

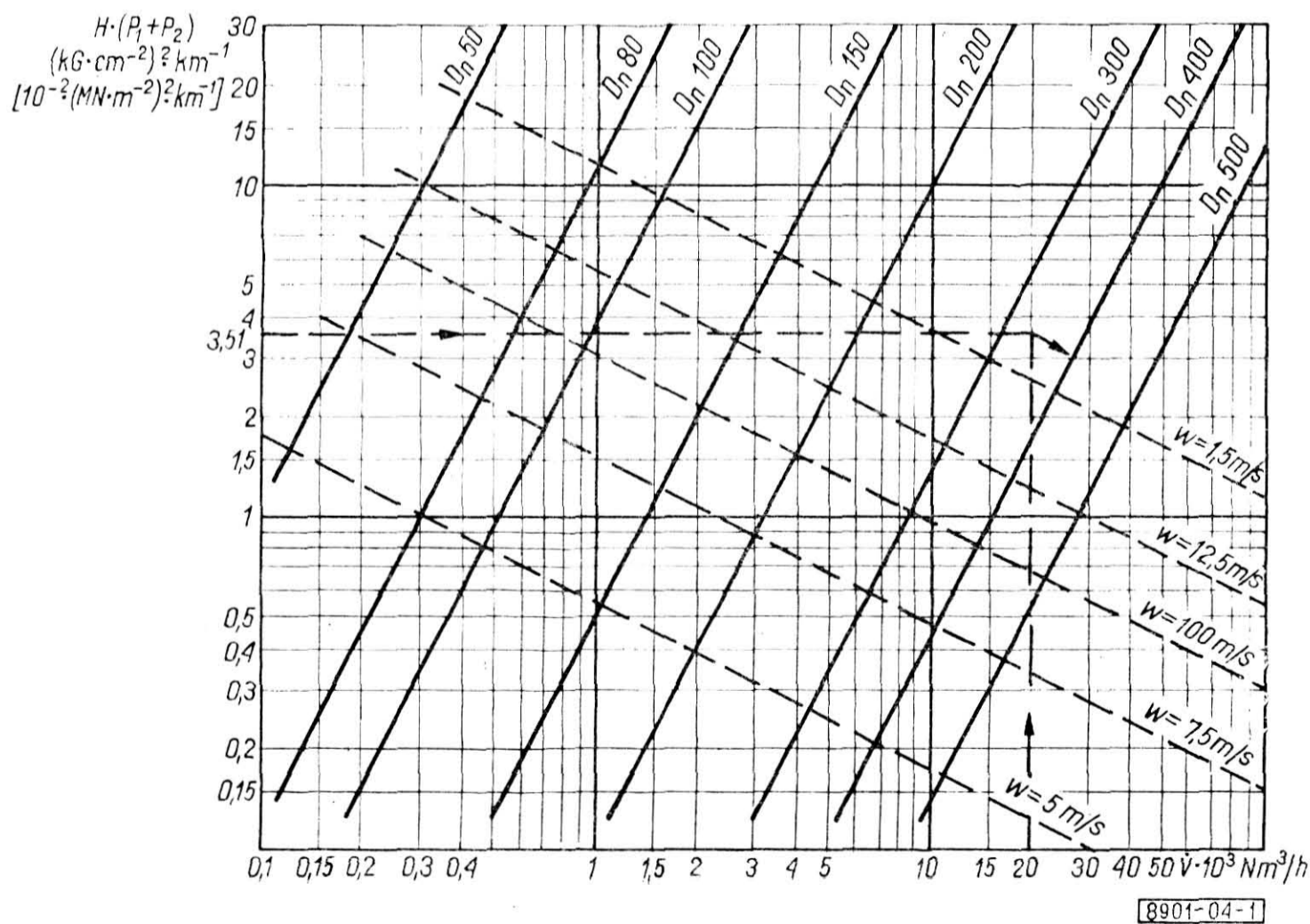
Średnicę rurociągu należy wyznaczać wstępnie z wykresu wg rysunku w zależności od wartości natężenia przepływu (V), ciśnienia początkowego (p_1), końcowego (p_2) i jednostkowego spadku ciśnienia (H).

Wykres sporządzono dla przepływu izotermicznego, temperatury w rurociągu $t = 30^\circ\text{C}$ i współczynnika tarcia $\lambda = 0,02$, wg wzoru

$$V = 1,68 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{\frac{d_w^5 \cdot (p_1^2 - p_2^2)}{L_2 \cdot p_N^2}} \text{ Nm}^3/\text{h} \quad (4)$$

w którym:

d_w — średnica wewnętrzna rurociągu, m.



Podane na wykresie prędkości wyznaczono dla ciśnienia w rurociągu 5 kG/cm² (0,5 MN/m²).

2.3.2. Obliczenie sprawdzające opór przepływu dla rurociągu sprężonego powietrza. Straty ciśnienia należy obliczać wg PN-70/M-34034 przeprowadzając obliczenia od punktu zasilania w kierunku punktu odbioru. Dla rurociągu o połączeniu kołnierzym, należy uwzględnić straty upływu powietrza przez nieszczelności. Wielkość strat ($\Delta \dot{V}$) można wyznaczyć orientacyjnie, w Nm³/h:

— dla rurociągów w głównych przekopach wg wzoru

$$\Delta \dot{V}_1 = 0,8 \cdot d_w \cdot L \quad (5)$$

— dla rurociągów oddziałowych wg wzoru

$$\Delta \dot{V}_2 = 2 \cdot d_w \cdot L \quad (6)$$

w których:

d_w — średnica wewnętrzna rurociągu, m,

L — długość rurociągu, m.

W toku obliczeń należy wprowadzić ewentualne korekty średnic rurociągu tak, aby ciśnienie końcowe było zbliżone do założonego.

2.4. Rury

2.4.1. Wymiary rur podano w tabl. 1.

Tablica 1

Średnica nominalna rury, mm	D_{nom}	50	80	100	150	200	300	400	500
Średnica zewnętrzna rury, mm	D_z	57	89	108	159	219	324	403	508
Grubość ścianki rury, mm	g	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	9,5	11,5
Długość rury, m	l	4 ÷ 8							

2.4.2. Rury do rurociągu z połączeniami kołnierzymi. Należy stosować rury kołnierzowe z obrzeżami wywijanymi wg PN-60/H-74253. Dopuszcza się stosowanie rur stalowych bez szwu wg PN-68/H-74219 i PN-67/H-74209 oraz rur spiralnie spawanych z kołnierzami luźnymi i przypawanymi pierścieniami.

2.4.3. Rury do rurociągu z połączeniami spawanymi. Należy stosować rury wg PN-67/H-74209. Dopuszcza się stosowanie rur stalowych ze szwem podłużnym spawanych elektrycznie oraz rur spiralnie spawanych.

3. ZASADY DOBORU ARMATURY I ELEMENTÓW SIECI SPRĘŻONEGO POWIETRZA

3.1. Elementy rurociągów:

— rury gładkie wg PN-67/H-74209,
 — rury kołnierzowe z obrzeżami wywijanymi wg PN-60/H-74253,
 — trójniki kołnierzowe, kolana kołnierzowe, zwężki kołnierzowe oraz kolana segmentowe i oddzielacze wody powinny być wykonane ze stali R wg PN-64/H-84024 lub ze stali St3S wg PN-61/H-84020.

Oddzielacze wody należy rozmieszczać w najniższych punktach rurociągu.

3.2. Armatura. Zasuwy klinowe żeliwne powinny być rozmieszczone na wszystkich odgałęzieniach rurociągu i na trasach rurociągu w odstępach przyjętych w zależności od potrzeb.

3.3. Połączenia elementów rurowych powinny być stałe. Połączenia rozbieralne należy stosować tylko w tych odcinkach rurociągu, gdzie nie ma możliwości spawania przy montażu.

3.4. Kołnierze — luźne do rur stalowych z pierścieniami wg PN-70/H-74737 oraz kołnierze przyspawane okrągłe płaskie wg PN-70/H-74732 ze stali St3S wg PN-61/H-84020.

3.5. Uszczelnienia. Do połączeń kołnierzowych na rurociągach należy stosować uszczelki o wymiarach wg PN-68/H-74375 wykonane z masy azbestowo kauczukowej ANK wg PN/H-74385.

3.6. Śruby i nakrętki. Śruby zgrubne wg PN-58/M-82101, nakrętki sześciokątne zgrubne wg PN-58/M-82143.

4. WYTRZYMAŁOŚĆ ELEMENTÓW RUROCIĄGÓW I POŁĄCZEŃ

Przy projektowaniu sieci rurociągów sprężonego powietrza należy przeprowadzać obliczenia wytrzymałościowe zawieszenia rurociągów, podpór oraz obliczać rozstawy podpór i zawiesznień.

Przy obliczeniach zawiesznień i podpór należy przyjmować, że obciążenie działające na każde trzy podpory rozkłada się na dwie podpory skrajne.

5. ZNAKOWANIE RUROCIĄGÓW

W projekcie sieci sprężonego powietrza należy uwzględnić oznakowanie rurociągów wg PN-70/N-01270 ark. 01.

6. ZABEZPIECZENIE PRZED KOROZJĄ

Elementy rurociągów, zawieszzenia i podpory należy zabezpieczyć przed korozją, stosując malarskie powłoki ochronne, odpowiednie dla danego środowiska.

7. WYTYCZNE PROWADZENIA RUROCIĄGU

7.1. Prowadzenie rurociągu na powierzchni

7.1.1. Prowadzenie rurociągu napowietrzne. Rurociąg należy prowadzić ze spadkiem co najmniej 3‰. Odwodnienia rurociągu należy zabezpieczyć przed zamarzaniem.

7.1.2. Prowadzenie rurociągu w kanale. Rurociąg można prowadzić w kanałach wspólnie z rurociągami grzewczymi względnie w oddzielnych kanałach. Przy układaniu rurociągu z rur kołnierzowych należy przyjmować wymiary kanału umożliwiające swobodny montaż połączeń. Rurociąg należy prowadzić ze spadkiem co najmniej 3‰. W najniższych miejscach rurociągu należy przewidzieć odwodnienia.

7.1.3. Prowadzenie rurociągu w ziemi. Rurociąg zabezpieczony przed korozją można ułożyć bezpośrednio w ziemi. Dla odwodnienia rurociągu należy przewidzieć studzienki.

7.2. Prowadzenie rurociągu w szybie. Rurociąg w szybie należy prowadzić zgodnie z BN-70/8901-03.

7.3. Prowadzenie rurociągu na podszybiu. Rurociąg należy prowadzić na podporach wmurowanych w ociosy wyrobiska (między innymi wg PN-61/M-92101 i PN-61/M-92102) lub na łańcuchach technicznych wg PN-67/M-84540 lub PN-54/M-84541 podwieszonych do stropu. Za zasuwą zamontowaną na odgałęzieniu z rurociągu szybowego należy przewidzieć odwodnienie składające się z oddzielnika wody, rurki spustowej i zaworu.

Dla rurociągu o średnicy nie większej niż 200 mm odwodnienie należy lokalizować przy ociosie podszybia, dla rurociągu o średnicy większej niż 200 mm — we wnękach.

7.4. Prowadzenie rurociągów w przekopach i chodnikach. Rurociąg w przekopie i chodniku należy prowadzić pod stropem wyrobiska z zachowaniem wymaganych odstępów ruchowych i przejść dla ludzi zgodnie z BN-63/8914-01.

Rurociąg należy zawieszać na łańcuchu technicznym do obudowy i prowadzić ze spadkiem nie mniejszym niż 3‰.

8. ZASADY PROJEKTOWANIA REGULACJI ROZPLYWÓW I POMIAR PARAMETRÓW POWIETRZA W SIECI

8.1. Ogólne wymagania regulacji. Regulacja rozplywu sprężonego powietrza powinna zapewnić prawidłowy rozplyw powietrza w sieci, za pomocą silników pneumatycznych zapewnić wymagane ciśnienie w miejscu odbioru powietrza oraz możliwość dostosowania rozplywów w sieci do aktualnych potrzeb wynikających ze zmian rejonów eksploatacji górniczej.

8.2. Wyposażenie sieci w armaturę do regulacji rozplywu. Odgałęzienia z przekopów głównych należy wyposażyć w kryzy dławiące. Kryzy powinny być montowane pomiędzy kołnierzami przy zasuwach odcinających odgałęzienia rurociągów. Przed i za kryzą dławiącą należy przewidzieć punkty pomiaru ciśnienia. Przy odbiornikach sprężonego powietrza należy stosować do regulacji zabudowane szeregowo dwa zawory odcinające.

Armatura regulacyjna powinna być zamontowana w miejscu dostępnym dla obsługi.

8.3. Aparatura kontrolno-pomiarowa

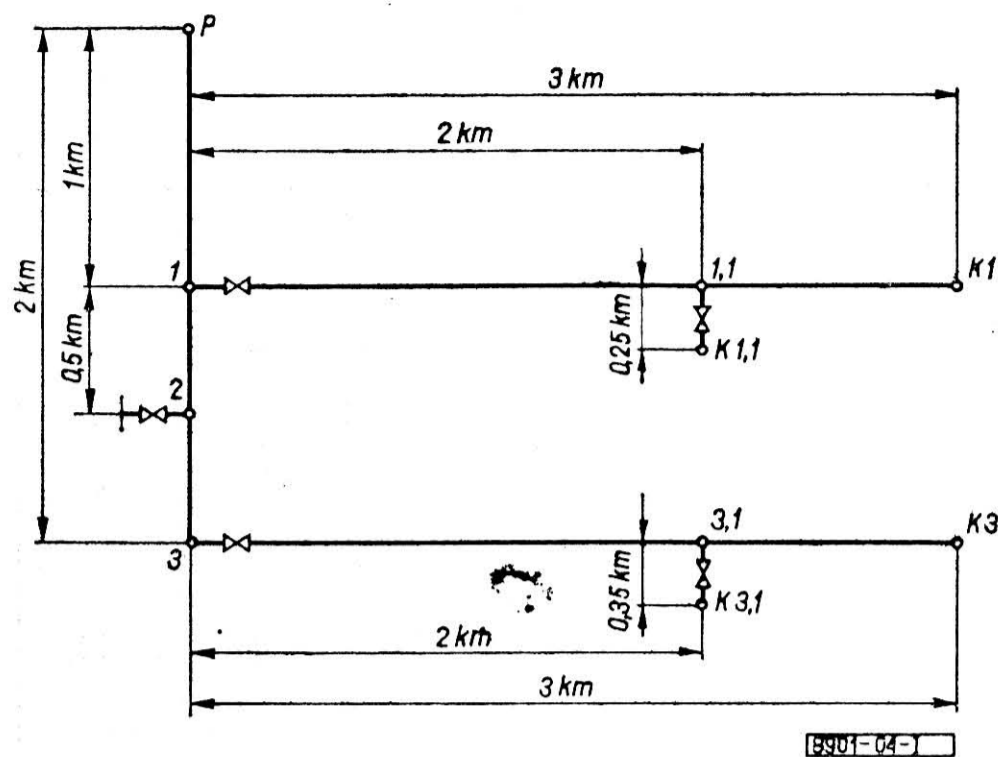
8.3.1. Rurociągi ze stacją sprężarek. Na rurociągach wychodzących ze stacji sprężarek należy przewidzieć pomiar natężenia przepływu, ciśnienia i temperatury z możliwością przekazywania danych do centrum zarządzania kopalni.

8.3.2. Węzły rozplywowe na rurociągach w szybie. Na odgałęzieniach z rurociągu w szybie należy przewidzieć pomiar miejscowy ciśnienia i temperatury oraz możliwość pomiaru natężenia przepływu powietrza.

8.3.3. Rurociągi w przekopach. Na rurociągach w miejscach odgałęzień z rurociągu głównego należy przewidzieć możliwość pomiaru natężenia przepływu.

K O N I E C

Przykład obliczania kopalnianej sieci sprężonego powietrza



Dane wyjściowe

Zaprojektować sieć sprężonego powietrza według schematu podanego na rysunku dla następujących danych wyjściowych:

- temperatura sprężonego powietrza $t = 30^{\circ}\text{C}$
- $p_p = 6 \text{ kG/cm}^2 \text{ (} 0,6 \text{ MN/m}^2\text{)}$,
- $p_{k1} = 4,5 \text{ kG/cm}^2 \text{ (} 0,45 \text{ MN/m}^2\text{)}$,
- $p_{k1,1} = 4,5 \text{ kG/cm}^2 \text{ (} 0,45 \text{ MN/m}^2\text{)}$,

- $p_{k3} = 4,5 \text{ kG/cm}^2 \text{ (} 0,45 \text{ MN/m}^2\text{)}$,
 - $p_{k3,1} = 4,5 \text{ kG/cm}^2 \text{ (} 0,45 \text{ MN/m}^2\text{)}$.
- rurociągi będą mieć połączenia kołnierzowe:
- $\dot{V}_{k1} = 3000 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ (} \dot{V}_{k1,0760} = 0,834 \text{ m}^3/\text{s}\text{)}$,
 - $\dot{V}_{k1,1} = 2000 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ (} \dot{V}_{k1,1,0760} = 0,556 \text{ m}^3/\text{s}\text{)}$,
 - $\dot{V}_{k3} = 6000 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ (} \dot{V}_{k3,0760} = 1,668 \text{ m}^3/\text{s}\text{)}$,
 - $\dot{V}_{k3,1} = 4000 \text{ Nm}^3/\text{h} \text{ (} \dot{V}_{k3,1,0760} = 1,111 \text{ m}^3/\text{s}\text{)}$.

Wstępny dobór średnic rurociągów

- a) Kolejność obliczeń:
 - obliczenie dyspozycyjnego spadku ciśnienia Δp ze wzoru (1),
 - obliczenie jednostkowego spadku ciśnienia H ze wzoru (2),
 - obliczenie ciśnienia końcowego w rozpatrywanych odcinkach sieci p_2 ze wzoru (3),
 - obliczenie natężenia przepływu w punkcie zasilania $\dot{V}_p = \sum \dot{V}_i \text{ Nm}^3/\text{h}$,
 - obliczenie wartości $H \cdot (p_1 + p_2) \text{ kG/cm}^2 \cdot \text{km} \text{ [MN/(m}^2 \cdot \text{km)]}$,
 - wyznaczenie średnicy rurociągu z wykresu (rys. 1),
 - obliczenie straty upływu dla rozpatrywanego odcinka sieci $\Delta \dot{V}$ ze wzoru (5) lub (6).

b) Obliczenia sprawdzające opór przepływu — wg PN-70/M-34034. Obliczenie przeprowadzić w sposób przybliżony dla przepływu izotermicznego.

Współczynnik tarcia obliczać ze wzoru Łobajewa. Przyjąć bezwzględną chropowatość rur

$$10^8 \cdot k = 0,8 \text{ m}$$

c) Wyniki obliczeń zestawiono w formie tabelarycznej.

Rozpatrywany odcinek sieci

Obliczone parametry w poszczególnych punktach sieci		P-1	1-2	2-3	3-3.1	3.1-k3	3.1-k3.1	1-1.1	1.1-k1	1.1-k1.1	
Obliczenia wg niniejszej normy	Ciśnienie na początku rozpatrywanego odcinka p_1 kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	6	5,7	5,55	5,4	4,8	4,8	5,7	4,9	4,9	
	Dyspozycyjny spadek ciśnienia Δp kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,3	1,2		0,4	
	Jednostkowy spadek ciśnienia H kG/(cm ² · km) [0,1 MN/(m ² · km)]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,2	0,4		1,14	
	Ciśnienie w punktach końcowych rozpatrywanych odcinków p_2 kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	5,7	5,55	5,4	4,8	4,5	4,5	4,9	4,5	4,5	
	Wartość $H (p_1 + p_2)$ (kG/cm ²) ² · km ⁻¹ [0,01 (MN/m ²) ² · km ⁻¹]	3,51	3,375	3,285	3,06	2,79	10,26	4,24	3,72	10,6	
	Natężenie przepływu w rozpatrywanych odcinkach \dot{V} Nm ³ /h	20 000	15 000	10 000	10 000	6 000	4 000	5 000	3 000	2 000	
	Dobór średnicy rurociągu wg wykresu (1) D_n mm	400	300	300	300	200	150	200	150	100	
	Średnica wewnętrzna rurociągu d_w mm	387	306	306	306	207	150	207	150	99	
	Strata upływu na rozpatrywanym odcinku	rur ociągu w przekopach Nm ³ /h	310	120 + 800	120	490	165	—	330	120	—
		rur. oddziałowe Nm ³ /h	—	—	—	—	—	70	—	—	50
Skorygowane natężenie przepływu w rozpatrywanych odcinkach \dot{V} Nm ³ /h	22 575	16 765	10 845	10 725	6 165	4 070	5 500	3 120	2050		

cd. tablicy

Obliczone parametry w poszczególnych punktach sieci		P-1	1-2	2-3	3-3.1	3.1-k3	3.1-k3.1	1-1.1	1.1-k1	1.1-k1.1
Obliczenia sprawdzające wg PN-70/M-34034	Ciśnienie na początku rozpatrywanego odcinka p_1 kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	6	5,81	5,58	5,48	4,95	4,95	5,81	5,11	5,11
	Prędkość przepływu na początku rozpatrywanego odcinka, m/s	10,1	12,4	8,38	8,45	11,75	14,7	8,95	10,9	14,35
	Współczynnik tarcia	0,0175	0,0184	0,0192	0,0192	0,0203	0,0217	0,0208	0,0218	0,0232
	Współczynnik strat tarcia z_r	45,2	30,5	31,4	126	98	50,6	201	145	58,5
	Współczynnik strat miejscowych z_m	8,8	6,5	6,6	24	17	9,4	40	29	11,5
	Sumaryczny współczynnik strat z	54	37	38	150	115	60	241	174	70
	Strata ciśnienia na rozpatrywanym odcinku p_{1-2} kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	0,19	0,23	0,10	0,53	0,49	0,89	0,70	0,66	0,46
	Ciśnienie na końcu rozpatrywanego odcinka p_2 kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	5,81	5,58	5,48	4,95	4,46	4,48	5,11	4,55	4,65
Założone ciśnienie w punktach końcowych sieci p_k kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	—	—	—	—	4,5	4,5	—	4,5	4,5	
Wstępnie obliczone ciśnienie na końcach rozpatrywanych odcinków p_2 kG/cm ² (0,1 MN/m ²)	5,7	5,55	5,4	4,8	—	—	4,9	—	—	

INFORMACJE DODATKOWE DO BN-72/8901-04