

BUDOWNICTWO GÓRNICZE PODZIEMNE	N O R M A B R A N Ż O W A	<b>BN-86</b>
	<b>Rurociągi szybowe</b> Zasady projektowania	<b>8901-03</b>
		Zamiast BN-74/8901-03
		Grupa katalogowa 0102

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są zasady projektowania rurociągów stałych, instalowanych w pionowych szybach górniczych kopalń węgla, rud, surowców mineralnych i chemicznych.

**1.2. Zakres normy.** Norma obejmuje następujące rurociągi szybowe o temperaturach roboczych przepływającego czynnika od 5 do 115°C:

- a) sprężonego powietrza,
- b) metanu,
- c) odwadniania,
- d) solankowe, z wyjątkiem solanki do celów chłodniczych i mroźniowych,
- e) przeciwpożarowe,
- f) emulsyjne.

### 1.3. Określenia

**1.3.1. ciśnienie statyczne  $p_s$**  — ciśnienie wywołane słupem czynnika w rozpatrywanym przekroju rurociągu.

**1.3.2. ciśnienie uderzenia  $p_u$**  — przyrost ciśnienia wywołany zjawiskiem uderzenia hydraulicznego w rozpatrywanym przekroju rurociągu.

**1.3.3. solanka** — silnie zasolone wody dołowe,

**1.3.4. emulsja** — nisko procentowa mieszanina wody i oleju, stosowana do obudów hydraulicznych.

**1.3.5. konstrukcja wsporcza główna** — konstrukcja podporowa w miejscu załamania osi rurociągu.

**1.3.6. konstrukcja wsporcza pośrednia** — konstrukcja podporowa w miejscu podziału rurociągu na odcinki połączone kompensatorami.

**1.3.7. konstrukcja prowadząca** — obejma, zapobiegająca wyboczeniu rurociągu na odcinku między konstrukcjami wsporczymi.

**1.3.8. Pozostałe określenia** — wg PN-81/H-02650 i PN-83/H-02651.

## 2. ELEMENTY RUROCIĄGÓW

**2.1. Przewody rurowe.** Na przewody rurowe prostoliniowe, łuki i kształtki spawane należy stosować rury stalowe wg tabl. 1, z krawędziami wg PN-75/M-69014 i spoiwem o własnościach wytrzymałościowych nie gorszych niż elementów łączonych.

Tablica 1

Rurociągi	$p_o$ MPa	DN mm	Materiał	Rodzaj wymagań	Wymagania wg
sprężonego powietrza	do 1,6	≤500	R	A1	PN-80/H-74219
	20 do 25	≤100	R35	A3	
		≤150	K10	III	PN-85/H-74252
		≤200	K18		
metanu	do 1,6	≤500	R	A1	PN-80/H-74219
odwadniania, solankowe, przeciwpożarowe, emulsyjne	do 1,6		R35	A2	
	2,5 do 6,3				
	10 do 16			A3	
			18G2A		

Zgłoszona przez Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych  
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa i Energetyki dnia 23 lipca 1986 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 stycznia 1987 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 13/86 poz. 25)

**2.2. Połączenia kołnierzowe** należy dobierać wg tabl. 3. Śruby i nakrętki powinny spełniać wymagania wg PN-68/H-74301.

Dopuszcza się, w przypadkach uzasadnionych względami montażowymi, stosowanie kołnierzy wg PN-70/H-74737 oraz wg PN-70/H-74738.

Na przewody rurowe prostoliniowe dopuszcza się stosowanie rur wg tabl. 2.

**2.3. Kompensatory dławikowe** dla rurociągów, z wyjątkiem metanowych, należy dobierać przy uwzględnieniu następujących różnic temperatur:

- a) dla sprężonego powietrza  $\Delta t = 100^{\circ}\text{C}$ ,  
b) dla wody, solanek i emulsji  $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$ .

**2.4. Konstrukcje wsporcze i prowadzące.** Na konstrukcje wsporcze i prowadzące należy stosować wyroby wg tabl. 4.

Dopuszcza się stosowanie wyrobów ze stali 18G2A wg PN-72/H-84018.

Tablica 2

Rurociągi	$p_o$ MPa	DN mm	Materiał	Rodzaj wymagań	Wymagania wg
sprężonego powietrza	do 1	$\leq 500$	G235	B2	PN-79/H-74244
			R	—	PN-75/H-74253
odwadniania, przeciwpożarowe, emulsyjne	do 1,6	$\geq 100$	G235	B1	PN-79/H-74244
	do 2,5			B2	

Tablica 3

Rurociągi	$p_o$ MPa	Nr normy			Materiał uszczelki
		Kołnierze	Powierzchnie uszczelniające	Uszczelki	
sprężonego powietrza, metanu	do 1,6	PN-70/H-74731 PN-70/H-74732 PN-67/H-74721 PN-67/H-74722 PN-67/H-74723	PN-85/H-74307 tabl. 1 i 6	PN-68/H-74375	azbestokauczuk, guma z kauczuku syntetycznego z przekładkami
sprężonego powietrza	od 20 do 25	nie normalizuje się			
odwadniania, solankowe przeciwpożarowe, emulsyjne	do 1,6	PN-70/H-74732 PN-67/H-74722 PN-67/H-74723	PN-85/H-74307 tabl. 1 i 6	PN-68/H-74275	azbestokauczuk, guma z kauczuku syntetycznego z przekładkami — z wyjątkiem ppoż.
	od 2,5 do 4	PN-67/H-74724 PN-67/H-74725	PN-85/H-74307 tabl. 3	PN-68/H-74377	azbestokauczuk
	od 6,3 do 10	PN-67/H-74726 PN-67/H-74727			
	16	nie normalizuje się			

Tablica 4

Rodzaj wyrobu	Grubość lub średnica mm	Gatunek stali	Wymagania, wg				
			materiał	wymiary	warunki techniczne		
Pręty okrągłe walcowane	do 12	St3SX	PN-72/H-84020	PN-75/H-93200/00	$P_2$ PN-84/H-93000		
	powyżej 12 do 20	St3SY					
	powyżej 20	St3S					
Pręty płaskie walcowane	do 12	St3SX		PN-72/H-93202		PN-80/H-92200	PN-83/H-92120
	powyżej 12 do 20	St3SY					
	powyżej 20	St3S					
Blachy	do 12	St3SX		PN-84/H-93401 PN-81/H-93402 PN-59/H-93403 PN-55/H-93406 PN-59/H-93407 PN-71/H-93451	PN-84/H-93000	$P_2$ PN-84/H-93000	
	powyżej 12 do 20	St3SY					
	powyżej 20	St3S					

### 3. OBLICZANIE PRZEWODÓW RUROWYCH

**3.1. Ciśnienie obliczeniowe** ( $p_o$ ) należy obliczać, w MPa, wg wzorów:

a) dla sprężonego powietrza i metanu

$$p_o = |p_t| \quad (1)$$

b) dla wody, solanki i emulsji

$$p_o = p_s + p_{ud} \quad (2)$$

**3.2. Ciśnienie statyczne** ( $p_s$ ) należy obliczać, w MPa, wg wzoru

$$p_s = h \cdot \gamma \cdot g \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

w którym:

$h$  — różnica wysokości pomiędzy rozpatrywanym przekrojem rurociągu a jego najwyższym punktem ustalonym w projekcie technologicznym całego rurociągu, m,

$\gamma$  — gęstość właściwa przepływającego czynnika,  $\text{kg/m}^3$ ,

$g$  — przyspieszenie ziemskie,  $\text{m/s}^2$ .

**3.3. Ciśnienie uderzenia** ( $p_{ud}$ ) należy obliczyć, w MPa, wg wzoru

$$p_{ud} \geq 0,25p_s \quad (4)$$

w którym  $p_s$  — wg wzoru (3).

**3.4. Naprężenia dopuszczalne dla rur stalowych** ( $k_1$ ) należy obliczać, w MPa, wg wzoru

$$k_1 = \frac{R_e}{x_1} \quad (5)$$

w którym:

$R_e$  — najniższa zapewniona przez dostawcę granica plastyczności, MPa,

$x_1$  — współczynnik bezpieczeństwa, który należy przyjmować:

— dla rur z zaświadczeniem jakości materiału

$x_1 = 1,8$ ,

— dla rur bez zaświadczenia jakości materiału

$x_1 = 2,0$ .

**3.5. Obliczeniowy współczynnik wytrzymałości rur stalowych** ( $z$ ) należy przyjmować wg tabl. 5.

Tablica 5

Rodzaj rury stalowej	$z$
bez szwu walcowana na gorąco	1,0
ze szwem wzdłużnym spawana elektrycznie	0,8
ze szwem spiralnym spawana elektrycznie	1,0

**3.6. Naddatek na wyrównanie dolnej odchyłki grubości ścianek rur** ( $c_1$ ) należy przyjmować, w %, wg norm przedmiotowych.

**3.7. Naddatek na wyrównanie ujemnego działania korozji i erozji czynnika przepływającego** ( $c_2$ ) należy przyjmować:

— dla nieagresywnego  $c_2 = 2$  mm,

— dla agresywnego  $c_2 = 3$  mm,

przy czym zaleca się ustalanie agresywności korozyjnej wg BN-75/1071-05.

**3.8. Obliczeniowa grubość ścianek rur** ( $g_o$ ) powinna być wyznaczona, w mm, wg wzoru

$$g_o = \frac{D_z \cdot p_o}{2 \cdot k_1 \cdot z + p_o} \quad (6)$$

w którym:

$D_z$  — średnica zewnętrzna rury, mm,

$p_o$  — wg wzoru (1) lub (2),

$k_1$  — wg wzoru (5),

$z$  — wg tabl. 5.

**3.9. Wymagana grubość ścianek przewodów rurowych prostoliniowych** ( $g_w$ ) powinna być obliczona, w mm, wg wzoru

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} \quad (7)$$

w którym:

$g_o$  — wg wzoru (6),

$c_1$  — wg 3.6,

$c_2$  — wg 3.7.

Wyznaczoną wg wzoru (7) wymaganą grubość ścianek rur należy zaokrąglić wzwyż do najbliższej grubości objętej programem produkcji rur stalowych. Rurociągi odwadniania o całkowitej długości powyżej 200 m zaleca się projektować z rur o zmiennej grubości ścianek.

**3.10. Wymagana grubość ścianek rur przeznaczonych do wykonania łuków giętych** ( $g_k$ ) powinna być obliczona, w mm, wg wzoru

$$g_k = \left(1 + \frac{D_z}{2R}\right) g_w \quad (8)$$

w którym:

$D_z$  — średnica zewnętrzna rury przeznaczonej na łuk gięty, mm,

$R$  — promień osi łuku giętego, mm,

$g_w$  — wg wzoru (7).

### 4. OBLICZANIE KONSTRUKCJI WSPORCZYCH

**4.1. Obciążenie masą własną odcinka rurociągu** ( $F_r$ ) należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_r = m_r \cdot g \cdot 10^{-6} \quad (9)$$

w którym:

$m_r$  — masa całkowita odcinka rurociągu,  $\text{kg/m}$ ,

$g$  — przyspieszenie ziemskie,  $\text{m/s}^2$ .

**4.2. Obciążenie wywołane oporem tarcia kompensatora dławikowego** ( $F_t$ ) podczas wydłużania lub skracania się danego rurociągu należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_t = \pi \cdot D_z \cdot b \cdot \mu \cdot p_o \quad (10)$$

w którym:

$D_z$  — średnica zewnętrzna rury, m,

$b$  — szerokość szczeliwa wg tabl. 6,

$\mu$  — współczynnik tarcia szczeliwa o rurę bagnetową, który należy przyjmować dla sznura bawełnianego:

— łożowanego 0,25,

— łożowanego i grafitowanego 0,20,

$p_o$  — ciśnienie obliczeniowe w miejscu zabudowy kompensatora wg wzoru (1) lub (2).

Tablica 6

DN mm	$D_z$ m	$b$ m
100	0,108	0,072
150	0,159	0,096
200	0,2191	0,120
250	0,273	0,120
300	0,3239	0,120
350	0,3556	0,150
400	0,4064	0,150
450	0,457	0,150
500	0,508	0,180

**4.3. Obciążenie ciśnieniem przepływającego czynnika na powierzchnię czołową rury kompensatora ( $F_{pk}$ )** należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_{pk} = \frac{\pi}{4}(D_z^2 - D_w^2)p_o \quad (11)$$

w którym:

$D_z$  — średnica zewnętrzna rury, m,

$D_w$  — średnica wewnętrzna rury, m,

$p_o$  — ciśnienie obliczeniowe w miejscu zabudowy kompensatora wg wzoru (1) lub (2).

**4.4. Obciążenie ciśnieniem przepływającego czynnika na zwężony przekrój rurociągu ( $F_{pz}$ )** należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_{pz} = \frac{\pi}{4}(D_w^2 - D_{w1}^2)p_o \quad (12)$$

w którym:

$D_w$  — średnica wewnętrzna rury, m,

$D_{w1}$  — średnica wewnętrzna zwężonego przekroju, m,

$p_o$  — ciśnienie obliczeniowe w miejscu zabudowy zwężonego przekroju wg wzoru (1) lub (2).

**4.5. Obciążenie ciśnieniem przepływającego czynnika na przysłonięty przekrój w miejscu załamania osi rurociągu ( $F_{pp}$ )** należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_{pp} = \frac{\pi}{4}D_w^2 \cdot p_o \quad (13)$$

w którym:

$D_w$  — średnica wewnętrzna rury, m,

$p_o$  — ciśnienie obliczeniowe w miejscu załamania osi rurociągu wg wzoru (1) lub (2).

**4.6. Naprężenia dopuszczalne dla konstrukcji wsporczych ( $k_2$ )** należy obliczać, w MPa, wg wzoru

$$k_2 = \frac{R_m}{n} \quad (14)$$

w którym:

$R_m$  — najniższa granica wytrzymałości na rozciąganie, MPa,

$n$  — współczynnik bezpieczeństwa, który należy przyjmować w zależności od środowiska korozyjnego szybu:

— suchego  $n \geq 4,0$ ,

— mokrego  $n \geq 5,0$ .

**4.7. Obciążenie konstrukcji wsporczej pośredniej ( $F_p$ )** należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_p = F_r + (F_t - F_{t1}) - (F_{pk} - F_{pk1}) \pm F_{pz} \quad (15)$$

w którym:

$F_r$  — wg wzoru (9),

$F_t$  — wg wzoru (10) dla rozpatrywanej podpory,

$F_{t1}$  — wg wzoru (10) dla sąsiedniej wyżej położonej podpory,

$F_{pk}$  — wg wzoru (11) dla rozpatrywanej podpory,

$F_{pk1}$  — wg wzoru (11) dla sąsiedniej wyżej położonej podpory,

$F_{pz}$  — wg wzoru (12), przy czym znak „+” dotyczy zwężonego przekroju pod rozpatrywaną podporą, natomiast znak „-” nad rozpatrywaną podporą.

**4.8. Obciążenie konstrukcji wsporczej głównej ( $F_g$ )** należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_g = F_r + F_{t1} + F_{pk1} + F_{pp} \quad (16)$$

w którym:

$F_r$  — wg wzoru (9),

$F_{t1}$  — wg wzoru (10) dla sąsiedniej wyżej położonej podpory,

$F_{pk1}$  — wg wzoru (11) dla sąsiedniej wyżej położonej podpory,

$F_{pp}$  — wg wzoru (13).

**4.9. Obciążenie konstrukcji wsporczej pośredniej i głównej dla rurociągu o przesuniętej osi** należy obliczać wg wzorów (15) i (16), uwzględniając odpowiednie kierunki i wielkości sił z warunków:

a) rurociąg opróżniony,

b) rurociąg napełniony.

Obliczeń nie należy przeprowadzać dla rurociągów sprężonego powietrza i metanu.

## 5. OBLICZANIE KONSTRUKCJI PROWADZĄCYCH

**5.1. Odległości między konstrukcjami prowadzącymi rurociągi w szybach ( $l_p$ )** należy obliczać, w m, wg wzoru

$$l_p = 15 \sqrt{\frac{1000J_x}{F_p}} \quad (17)$$

w którym:

$J_x$  — moment bezwładności przekroju rury, m<sup>4</sup>,

$F_p$  — wg wzoru (15).

**5.2. Obciążenie poziome konstrukcji prowadzących ( $F_h$ )** należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_h = 0,04 \cdot F_p \quad (18)$$

w którym  $F_p$  — wg wzoru (15).

**5.3. Obciążenie pionowe konstrukcji prowadzących ( $F_v$ )** należy obliczać, w MN, wg wzoru

$$F_v = 0,02 \cdot F_p \quad (19)$$

w którym  $F_p$  — wg wzoru (15).

**5.4. Naprężenia dopuszczalne dla konstrukcji prowadzących ( $k_2$ )** należy przyjmować wg 4.6.

## 6. USYTUOWANIE RUROCIĄGÓW

### 6.1. Usytuowanie rurociągów w przekroju poprzecznym szybu

a) odległość rurociągu i jego konstrukcji wsporczych i prowadzących od naczyń wyciągowych należy przyjmować nie mniejszą niż 150 mm,

b) rurociągi powinny być tak usytuowane, aby były dostępne z naczynia wyciągowego lub przedziału drabinowego.

### 6.2. Usytuowanie rurociągów w przekroju podłużnym szybu

a) rurociągi szybowe powinny być podzielone na odcinki podparte konstrukcją wsporczą oraz zabezpieczone przed wyboczeniem konstrukcjami prowadzącymi,

b) poszczególne odcinki rurociągu szybowego, z wyjątkiem metanowych, należy łączyć za pomocą kompensatorów dławikowych,

c) konstrukcje wsporcze i prowadzące rurociągów szybowych nie powinny być połączone z konstrukcją zbrojenia szybu,

d) konstrukcja wsporcza nad sklepieniem podszybia powinna być zabudowana w odległości ustalonej indywidualnie, w zależności od warunków zabudowy.

K O N I E C

## INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych, Katowice.

### 2. Istotne zmiany w stosunku do BN-74/8901-03

- a) poszerzono zakres normy o rurociągi emulsyjne,
- b) na konstrukcje wsporcze i prowadzące dopuszczono wyroby ze stali 18G2A,
- c) poprawiono bądź przekształcono niektóre wzory obliczeniowe,
- d) wprowadzono wymiary szerokości szczeliwa kompensatora dławikowego.

### 3. Normy związane

- PN-81/H-02650 Armatura i rurociągi. Ciśnienia i temperatury
- PN-83/H-02651 Armatura i rurociągi. Średnice nominalne
- PN-80/H-74219 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco ogólnego zastosowania
- PN-79/H-74244 Rury stalowe ze szwem przewodowe
- PN-85/H-74252 Rury stalowe bez szwu kotłowe
- PN-75/H-74253 Rury stalowe bez szwu kołnierzone
- PN-68/H-74301 Rurociągi i armatura. Śruby, nakrętki, tuleje wyrównawcze do połączeń kołnierzowych. Wymagania ogólne
- PN-85/H-74307 Armatura i rurociągi. Powierzchnie uszczelniające kołnierzy. Wymiary
- PN-68/H-74375 Rurociągi i armatura. Uszczelki płaskie do przyłg płaskich kołnierzy
- PN-68/H-74377 Rurociągi i armatura. Uszczelki płaskie do kołnierzy z wypustami i wpustami
- PN-67/H-74721 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne 6 kG/cm<sup>2</sup>
- PN-67/H-74722 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane z szyjką. Ciśnienie nominalne 10 kG/cm<sup>2</sup>
- PN-67/H-74723 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne do 16 kG/cm<sup>2</sup>
- PN-67/H-74724 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne do 25 kG/cm<sup>2</sup>
- PN-67/H-74725 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne 40 kG/cm<sup>2</sup>
- PN-67/H-74726 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne 64 kG/cm<sup>2</sup>
- PN-67/H-74727 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne 100 kG/cm<sup>2</sup>

PN-70/H-74731 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe płaskie. Ciśnienie nominalne 2,5 i 6 kG/cm<sup>2</sup>

PN-70/H-74732 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe płaskie. Ciśnienie nominalne 10 i 16 kG/cm<sup>2</sup>

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

PN-70/H-74738 Rurociągi i armatura. Kołnierze luźne z końcówkami do przypawania. Ciśnienie nominalne 2,5 do 100 kG/cm<sup>2</sup>

PN-72/H-84018 Stal niskostopowa o podwyższonej wytrzymałości. Gatunki

PN-72/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki

PN-83/H-92120 Blachy grube i uniwersalne ze stali konstrukcyjnej węglowej zwykłej jakości i niskostopowej

PN-80/H-92200 Blachy stalowe grube walcowane na gorąco. Wymiary

PN-84/H-93000 Stal węglowa i niskostopowa. Walcówka, pręty i kształtowniki walcowane na gorąco

PN-75/H-93200/00 Walcówka i pręty stalowe okrągłe walcowane na gorąco. Wymiary

PN-72/H-93202 Pręty stalowe walcowane płaskie. Wymiary

PN-84/H-93401 Stal walcowana. Kątowniki równoramienne

PN-81/H-93402 Kątowniki nierównoramienne stalowe walcowane na gorąco

PN-59/H-93403 Stal walcowana. Ceowniki

PN-55/H-93406 Stal węglowa walcowana. Teowniki. Wymiary

PN-59/H-93407 Stal walcowana. Dwuteowniki

PN-71/H-93451 Stal walcowana. Ceowniki ekonomiczne

PN-75/M-69014 Spawanie łukowe elektrodami otulonymi stali węglowych i niskostopowych. Przygotowanie brzegów do spawania

BN-75/1071-05 Wody kopalniane. Oznaczanie szybkości korozji i klasyfikacja agresywności korozyjnej względem stali węglowych konstrukcyjnych zwykłej jakości

4. Autor projektu normy — inż. Alojzy Olejarczyk — Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych — Biuro Projektów Górniczych, Katowice.

5. Uzgodnienie normy z Wyższym Urzędem Górniczym — Treść merytoryczną normy uzgodniono z Wyższym Urzędem Górniczym pismem z dnia 1 lutego 1986 r. L.dz. E/ZN-041/204/85.