

wyc 2105, 1997  
Zast. PN-G-05016' 1997

wyc 2105 r  
N, 7197 ob  
Zast. PN-G-05016' 1997

UKD 622 283

GÓRNICTWO	NORMA BRANŻOWA	BN-83
	Szyby gornicze Obudowa Obciążenia	0434-02
		Zamiast BN 71/0434 02
		Grupa katalogowa 0102

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są zasady obliczania obciążeń obudowy szybów górniczych dla kopalń węgla kamiennego, rud metali i innych kopalń użytecznych,

**1.2. Zakres stosowania normy.** Normę należy stosować przy projektowaniu obudowy nowych szybów i modernizacji szybów istniejących, nie poddanych działaniu obciążeń wynikających z wpływów eksploatacji górniczej. Norma nie obejmuje zasad obliczania obciążeń głowicy szypowej szybów wychodzących na powierzchnię, ujętych w BN-81/0434-10

### 1.3. Określenia

**1.3.1. szyb górniczy** - wg PN-74/G-06001

**1.3.2. głowica szybu** - wg BN-81/0434-10

**1.3.3. średnica nominalna szybu** - wg BN-81/0414-15

**1.3.4. skała** - naturalny zespół minerałów wchodzących w skład skorupy ziemskiej, powstały wskutek określonego procesu geologicznego. Z punktu widzenia współpracy z obudową szybu określenie "skała" użyte w normie odpowiada pojęciu "grunt budowlany" wg PN-74/B-02480

**1.3.5. skała twarda - grunt skalisty** - wg PN-74/B-02480

**1.3.6. skała luźna - grunt nieskalisty** - wg PN-74/B-02480

**1.3.7. obudowa szybu** - konstrukcja zabezpieczająca szyb przed obrywami odłamków skał, wdarciami wody lub kurzawki i przed jego zaciśnięciem przez górotwór oraz przeznaczona do zamocowania wyposażenia i zbrojenia szybu

**1.3.8. obciążenie obudowy szybu** - siły działające na obudowę szybu związane z ciśnieniem hydrostatycznym lub piezometrycznym, ciężarem odpajających się odłamków skał, deformacjami odprężającego się górotworu, ciężarem zamocowanego wyposażenia lub przenoszone przez zbrojenie szybu

**1.3.9. głębokość krytyczna** - głębokość, poniżej której dana warstwa górotworu obciąża obudowę szybu

**1.3.10. głębokość graniczna** - głębokość, poniżej której obciążenie obudowy szybu ze strony danej warstwy geologicznej górotworu nie rośnie wraz ze wzrostem głębokości

**1.3.11. współczynnik koncentracji naprężeń w górotworze** - współczynnik charakteryzujący wzrost naprężeń w górotworze wokół szybu po wykonaniu szybu i wyrobisk przy-szybowych

**1.3.12. parametry geotechniczne** - wg PN-81/B-03020

**1.3.13. wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego** - wg PN-81/B-03020

**1.3.14. obciążenie normowe (charakterystyczne) obudowy szybu (na głębokości H)** - równomiernie rozłożone na obwodzie obciążenie przekroju poziomego obudowy szybu (na głębokości H) równoważne działaniu średniej wartości obciążenia w tym przekroju obudowy szybu w przeciętnych warunkach. Obciążenie to jest obliczane przy założeniu charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych i obciążeń normowych (charakterystycznych) stałych (np. ciężaru własnego, ciężaru wyposażenia)

**1.3.15. współczynnik strukturalnego osłabienia skał w górotworze** - współczynnik charakteryzujący spadek wartości parametru geotechnicznego górotworu ze względu na zmienność górotworu oraz tzw. "efekt skał" (różnice między wartościami odpowiednich parametrów geotechnicznych próbki skalnej i górotworu)

**1.3.16. współczynnik materiałowy** - wg PN-81/B-03020

**1.3.17. wartość obliczeniową parametru geotechnicznego** - wg PN-81/B-03020

**1.3.18. ciśnienie hydrostatyczne** - wg PN-77/G-01300

**1.3.19. ciśnienie piezometryczne** - wg PN-77/G-01300

**1.3.20. współczynnik filtracji** - wg PN-77/G-01300

**1.3.21. współczynnik obciążenia** - wg PN-76/B-03001

Zgłoszona przez Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych  
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa i Energetyki dnia 21 października 1983 r  
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1984 r  
(Dz Norm i Miar nr 16/1983 poz 32)

1, 3, 22, obciążenie obliczeniowe obudowy szybu - obciążenie obudowy szybu o wartości nie korzystniejszej ze względu na bezpieczeństwo konstrukcji od obciążenia normowego (charakterystycznego), równe iloczynowi współczynnika obciążenia przez obciążenie wyznaczone przy założeniu obliczeniowych (w uzasadnionych przypadkach charakterystycznych) wartości parametrów geotechnicznych i obciążeń normowych (charakterystycznych) stałych (np ciężaru własnego, ciężaru wyposażenia)

1, 4, Zestawienie oznaczeń - wg tabl 1

Tablica 1, Zestawienie oznaczeń występujących w normie

Sym-bol	Jed-nostka miary	Znaczenie symbolu	Sposób obliczania lub oznaczania wg
1	2	3	4
$c^{(kt)}$	MPa	charakterystyczna wartość efektywnej spójności skały	BN-83/0410-03
$D$	m	średnica nominalna szybu	BN-81/0414-15
$d_m$	m	grubość płaszcza mroźniowego wokół szybu	-
$H$	m	głębokość rozważanego przekroju szybu	-
$H_{gr}$	m	głębokość graniczna	2 5
$H_{kr}$	m	głębokość krytyczna	2 4
$h$	m	łączna grubość sąsiadujących warstw górotworu słabego w odcinku szybu	2 4
$h_i$	m	grubość $i$ -tej warstwy górotworu ( $i = 1, 2, 3, \dots, j$ )	-
$h_w$	m	wysokość słupa wody w otworze badawczym, odpowiadająca ciśnieniu hydrostatycznemu lub piezometrycznemu w poziomie wodonośnym	-
$j$	-	kolejny numer warstwy, w której się oblicza obciążenie obudowy szybu	-
$k_k$	-	współczynnik strukturalnego osłabienia skał w górotworze	2 4
$k_p$	-	współczynnik koncentracji naprężeń w górotworze	2 4
$k_{p1}$	-	cząstkowy współczynnik koncentracji naprężeń w górotworze, zależny od technologii wykonania wyłomu	2 4
$k_{p2}$	-	cząstkowy współczynnik koncentracji naprężeń w górotworze, zależny od odległości rozważanego przekroju szybu od wlotów	2 4

cd tabl 1

Sym-bol	Jed-nostka miary	Znaczenie symbolu	Sposób obliczania lub oznaczania wg
1	2	3	4
$k_{p3}$	-	cząstkowy współczynnik koncentracji naprężeń w górotworze, zależny od odcciążającego działania pobliskich mocnych warstw	2 4
$n_i$	-	porowatość skały w $i$ -tej warstwie ( $i = 1, 2, 3, \dots, j$ )	BN-83/0410-03
$n$	-	współczynnik obciążenia	3 1
$n_1$	-	cząstkowy współczynnik obciążenia, zależny od położenia rozważanego przekroju szybu w stosunku do najbliższego wlotu	3 1
$n_2$	-	cząstkowy współczynnik obciążenia zależny od kąta upadu warstw	3 1
$n_3$	-	cząstkowy współczynnik obciążenia zależny od średnicy nominalnej szybu	3 1
$n_w$	-	współczynnik obciążenia dla ciśnienia wody	3 2
$p$	MPa	obciążenie obliczeniowe obudowy szybu	rozd 3
$p'$	MPa	skorygowane obciążenie obliczeniowe obudowy wstępnej szybu	3 5 2
$p^s$	MPa	obciążenie obliczeniowe obudowy szybu w skałach zawodnionych pochodzące od nacisku górotworu	3 2
$p^{w}$	MPa	obciążenie obliczeniowe obudowy szybu w skałach zawodnionych pochodzące od ciśnienia wody	3 2
$p_N$	MPa	obciążenie normowe (charakterystyczne) obudowy szybu w skałach niezawodnionych	2 6
$p_N^s$	MPa	obciążenie normowe (charakterystyczne) obudowy szybu w skałach zawodnionych pochodzące od nacisku górotworu	2 7
$p_N^w$	MPa	obciążenie normowe (charakterystyczne) obudowy szybu w skałach zawodnionych pochodzące od ciśnienia hydrostatycznego lub piezometrycznego wody	2 7
$p_N^z$	MPa	obciążenie normowe (charakterystyczne) obudowy szybu w skałach zawodnionych	2 7

Sym-bol	Jed-nostka miary	Znaczenie symbolu	Sposób obliczania lub oznaczania wg
1	2	3	4
$R_{cs}^{(n)}$	MPa	charakterystyczna wartość wytrzymałości na ściskanie skały	BN-83/0410-03
$R_{ct}^{(n)}$	MPa	charakterystyczna wartość wytrzymałości na ściskanie zamrożonego górotworu po czasie $t$ od przyłożenia obciążenia	BN-83/0410-03
$R_{rs}^{(n)}$	MPa	charakterystyczna wartość wytrzymałości na rozciąganie skały	BN-83/0410-03
$r_z$	m	zewnętrzny promień obudowy wstępnej szybu	-
$\gamma_m$	-	współczynnik materiałowy	2 5
$\gamma_m^{(n)}$	MN/m <sup>3</sup>	charakterystyczna wartość naturalnego ciężaru objętościowego skały w $i$ -tej warstwie ( $i = 1, 2, 3, \dots, j$ )	BN-83/0410-03
$\gamma_{nk}^{(n)}$	MN/m <sup>3</sup>	charakterystyczna wartość naturalnego ciężaru objętościowego skały w stanie kurzawkowym	BN-83/0410-03
$\gamma_{st}^{(n)}$	MN/m <sup>3</sup>	charakterystyczna wartość ciężaru właściwego szkieletu gruntowego skały w $i$ -tej warstwie ( $i = 1, 2, 3, \dots, j$ )	BN-83/0410-03
$\gamma_{sr}^{(n)}$	MN/m <sup>3</sup>	charakterystyczna wartość średniego naturalnego ciężaru objętościowego skał nadległych	2 4
$\gamma_w$	MN/m <sup>3</sup>	ciężar właściwy wody	2 3
$\nu$	-	współczynnik Poissona skały	BN-83/0410-03
$\sigma_{zy}$	MPa	naprężenie pierwotne pionowe w górotworze niezawodnionym	2 3
$\sigma_{zy}$	MPa	naprężenie pierwotne pionowe w górotworze zawodnionym	2 3
$\phi^{(n)}$	stopnie	charakterystyczna wartość efektywnego kąta tarcia wewnętrznego skały	BN-83/0410-03
$\phi^{(r)}$	stopnie	obliczeniowa wartość efektywnego kąta tarcia wewnętrznego skały	BN-83/0410-03

**2. OBCIĄŻENIE NORMOWE OBUDOWY SZYBOW GORNICZYCH**

**2.1. Podział skał** - wg PN-74/B-02480 W przypadku skał litych dopuszcza się stosowanie podziału na kategorie wg załącznika do BN-79/0434-04

**2.2. Parametry geotechniczne i rodzaj skał wg 2.1 oraz czynniki hydrogeologiczne** powinny być podane w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i hydrogeologicznej wykonanej zgodnie z BN-83/0410-03

**2.3. Naprężenie pionowe pierwotne w górotworze** (w szkielecie mineralnym górotworu) w spągu  $j$ -tej warstwy należy obliczać wg wzorów

a) w przypadku warstwy niezawodnionej

$$\sigma_{zy} = \gamma_{n1}^{(n)} h_1 + \gamma_{n2}^{(n)} h_2 + \dots + \gamma_{nj}^{(n)} h_j \quad (1)$$

b) w przypadku warstwy będącej zbiornikiem wodnym stanowiącym poziom wodonośny (lub jego część) o ciśnieniu piezometrycznym w stropie poziomu wodonośnego odpowiadającym wysokości stupa wody  $H_w$

$$\sigma_{zy}^c = \gamma_1^{*(n)} h_1 + \gamma_2^{*(n)} h_2 + \dots + \gamma_j^{*(n)} h_j - \gamma_w H_w \quad (2)$$

przy czym  $\gamma_i^{*(n)}$  ( $i = 1, 2, \dots, j$ ) należy obliczać wg wzorów

- w skałach zalegających nad tym poziomem wodonośnym

$$\gamma_i^{*(n)} = \gamma_{ni}^{(n)} \quad (3)$$

- w skałach zalegających w tym poziomie wodonośnym

$$\gamma_i^{*(n)} = (\gamma_{si}^{(n)} - \gamma_w) (1 - n_i) \quad (4)$$

W przypadku poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym należy przyjmować  $H_w = 0$

W obliczeniach dopuszcza się przyjmować  $\gamma_w = 0,010 \text{ MN/m}^3$

**2.4. Głębokość krytyczna ( $H_{kr}$ )** powinna być obliczana dla skał litych wg wzoru

$$H_{kr} = \frac{k_k R_{cs}^{(n)}}{k_p \gamma_{sr}^{(n)}} \quad (5)$$

dla skał luźnych

$$H_{kr} = \frac{2 k_k c^{(n)} \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{0,9 \phi^{(n)}}{2} \right)}{\gamma_{sr}^{(n)}} \cdot n_\nu \quad (6)$$

przy czym współczynnik liczbowy  $n_\nu$  należy określać wg wzorów

$$\text{- dla } \nu \leq \frac{1}{3} \quad n_\nu = 1,0$$

$$\text{- dla } \nu \geq \frac{1}{3} \quad n_\nu = \frac{1-\nu}{2\nu}$$

Charakterystyczną wartość średniego ciężaru objętościowego skał nadległych należy obliczać wg wzoru

$$\gamma_{sr}^{(n)} = \frac{\gamma_{n1}^{(n)} h_1 + \gamma_{n2}^{(n)} h_2 + \dots + \gamma_{nj}^{(n)} h_j}{h_1 + h_2 + \dots + h_j} \quad (7)$$

Wartości współczynnika Poissona skał luźnych dopuszczają się dobierać zgodnie z tabl. 3 wg PN-81/B-03020

Wartość współczynnika koncentracji naprężeń  $k_p$  należy określać wg wzoru

$$k_p = k_{p1} k_{p2} k_{p3} \quad (8)$$

przy czym wartości  $k_{p1}$  należy przyjmować

- w przypadku gębienia szybu z użyciem materiałów wybuchowych  $k_{p1} = 3,0$ ,

- w przypadku urabiania ociosów szybu metodą kombajnową (nie dotyczy szybów wierconych z użyciem płuczki wiertniczej) lub ręczną  $k_{p1} = 2,0$

Wartości  $k_{p2}$  należy przyjmować

- dla przekrojów szybu w odległości mniejszej niż  $2D$  od stropu najbliższego wlotu lub w odległości mniejszej niż  $D$  od spągu najbliższego wlotu  $k_{p2} = 1,5$ ,

- dla pozostałych odcinków szybu  $k_{p2} = 1,0$

Wartości  $k_{p3}$  należy przyjmować

- w przypadku warstw skał starych o łącznej grubości  $h$  do  $1,5D$  zalegających między dwoma warstwami położonymi na głębokości mniejszej od krytycznej ( $H < H_{kr}$ ) w zależności od stosunku grubości warstw  $h$  do średnicy nominalnej szybu  $D$  - wg tabl. 2.

- gdy nie zachodzi ww. przypadek  $k_{p3} = 1,0$

Tablica 2. Wartości współczynnika  $k_{p3}$  w zależności od  $\frac{h}{D}$

$\frac{h}{D}$	$k_{p3}$
do 0,1	0,50
powyżej 0,1 do 0,2	0,55
powyżej 0,2 do 0,3	0,60
powyżej 0,3 do 0,4	0,65
powyżej 0,4 do 0,6	0,70
powyżej 0,6 do 0,8	0,75
powyżej 0,8 do 1,5	0,80

Wartość współczynnika strukturalnego osłabienia skał w górotworze  $k_k$  w przeciętnych warunkach należy przyjmować w zależności od grubości warstwy

- dla grubości warstwy mniejszej niż 0,8 m  $k_k = 0,3$ ,

- dla grubości warstwy powyżej 0,8 do 1,3 m  $k_k = 0,7$ ,

- dla grubości warstwy powyżej 1,3 m  $k_k = 1,0$

W przypadku skał bardzo spękanych wg PN-74/B-02480 podane wyżej wartości należy zmniejszyć o 50%, w strefach starych zrobów (strefa zawału pełnego) i strefach zaburzeń tektonicznych należy przyjmować  $k_k = 0$

**2.5. Głębokość graniczna ( $H_{gr}$ )** powinna być obliczana wg wzoru (dla skał litych)

$$H_{gr} = H_{kr} + 70 \operatorname{tg} \left( 45^\circ + \frac{\Phi^{(r)}}{2} \right) \quad (9)$$

przy czym

$$\Phi^{(r)} = \gamma_m \Phi^{(n)} \quad (10)$$

Wartość współczynnika materiałowego należy przyjmować

$$\gamma_m = 0,8$$

W skałach luźnych głębokości granicznej nie oblicza się, przyjmuje się, że zawsze zachodzi nierówność

$$H < H_{gr} \quad (11)$$

tj. skała znajduje się powyżej swojej głębokości granicznej

**2.6. Obciążenie normowe obudowy szybów w skałach niezaawodnionych** należy wyznaczać wg wzorów

a) dla skał zalegających powyżej głębokości krytycznej ( $H < H_{kr}$ )

$$p_N = 0 \quad (12)$$

b) dla skał zalegających poniżej głębokości krytycznej

$$p_N = \sigma_{zy} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (13)$$

przy czym  $\varphi$  należy wyznaczać wg wzoru

$$\varphi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{R_{cs}^{(n)}}{10} \quad (14)$$

b1) w przypadku gdy zachodzi nierówność

$$\Phi^{(n)} \geq \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{R_{cs}^{(n)}}{10} \quad (15)$$

obciążenie normowe można obliczać wg wzoru

$$p_N = \gamma_{str}^{(n)} (H - H_{kr}) \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\Phi^{(n)}}{2} \right) \quad (16)$$

b2) w przypadku gdy są spełnione następujące trzy warunki

- odcinek szybu jest położony poniżej głębokości granicznej ( $H > H_{gr}$ )

- część profilu górotworu, w którym jest projektowany odcinek szybu, jest zaliczona do I lub II stopnia zagrożenia wodnego,

- stosunek wytrzymałości na ściskanie do wytrzymałości na rozciąganie spełnia warunek

$$\frac{R_{cs}^{(n)}}{R_{rs}^{(n)}} > \left[ \frac{1 - \nu}{\nu(1 + \nu)} \right]^2 \quad \text{dla } \nu \leq \frac{1}{3} \quad (17)$$

$$\frac{R_{cs}^{(n)}}{R_{rs}^{(n)}} > \left[ \frac{2}{1 + \nu} \right]^2 \quad \text{dla } \nu \geq \frac{1}{3} \quad (18)$$

obciążenie normowe można obliczać wg wzoru

$$p_N = 70 \gamma_{str}^n \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\Phi^{(n)}}{2} \right) \quad (19)$$

Nie wymaga się sprawdzania warunków wg wzorów (17) i (18) przy obliczaniu obciążenia ze strony warstwy węgla

2.7. Obciążenie normowe obudowy szybów w skałach za-wodnionych należy obliczać wg wzoru

$$p_N^z = p_N^s + p_N^w \quad (20)$$

w którym

$$p_N^w = \gamma_w \cdot h_w \quad (21)$$

$p_N^s$  należy obliczać wg następujących wzorów

a) dla skał zalegających powyżej głębokości krytycznej ( $H < H_{kr}$ )

$$p_N^s = 0 \quad (22)$$

b) dla skał zalegających poniżej głębokości krytycznej

$$p_N^s = \sigma'_{z\gamma} \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (23)$$

przy czym  $\varphi$  należy obliczać wg wzoru (14),

b1) w przypadku spełnienia warunku wg wzoru (15) można obliczać obciążenie  $p_N^s$  wg wzoru

$$p_N^s = \left( \sigma'_{z\gamma} - \gamma_{sr}^{(n)} \cdot H_{kr} \right) \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi^{(n)}}{2} \right) \quad (24)$$

b2) w przypadku gdy są spełnione warunki zawarte w 2.6 b2) oraz skała lita wykazuje odporność na działanie wody A wg skali Skutty, można stosować wzór

$$p_N^s = 70 \cdot \gamma_{sr}^{(n)} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi^{(n)}}{2} \right) \quad (25)$$

W przypadku skał występujących w stanie kurzawkowym dopuszcza się obliczanie obciążenia normowego wg wzoru

$$p_N^z = \gamma_{nk}^{(n)} \cdot H \quad (26)$$

w którym  $\gamma_{nk}^{(n)} = 0,0127 - 0,0147 \text{ MN/m}^3$

2.8. Obciążenie normowe obudowy szybów pochodzące od ciężaru wyposażenia należy wyznaczać zgodnie z PN-82/B-02000, PN-82/B-02001 i PN-82/B-02003

### 3. OBCIĄŻENIE OBLICZENIOWE OBUDOWY SZYBÓW GÓRNICZYCH

3.1. Obciążenie obliczeniowe w skałach niezawodnionych należy wyznaczać wg wzorów

a) dla skał zalegających powyżej głębokości krytycznej ( $H < H_{kr}$ )

$$p = p_N = 0 \quad (27)$$

b) dla skał zalegających poniżej głębokości krytycznej ( $H > H_{kr}$ )

$$p = n \cdot \sigma_{z\gamma} \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (28)$$

przy czym  $\varphi$  należy wyznaczać wg wzoru (14),

b1) w przypadku spełnienia warunku wg wzoru (15), można obliczać obciążenie obliczeniowe wg wzoru

$$p = n \cdot \gamma_{sr}^{(n)} \cdot (H - H_{kr}) \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi^{(n)}}{2} \right) \quad (29)$$

b2) w przypadku gdy są spełnione warunki zawarte w 2.6 b2), można obliczać obciążenie obliczeniowe wg wzoru

$$p = n \cdot 70 \cdot \gamma_{sr}^{(n)} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi^{(r)}}{2} \right) \quad (30)$$

w którym  $\varphi^{(r)}$  należy obliczać wg wzoru (10)

Dla  $H \geq 800$  m wartość otrzymaną ze wzoru (30) należy powiększyć o 10%

Wartość współczynnika obciążenia występującego we wzorach (28), (29) i (30) należy określać wg wzoru

$$n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \quad (31)$$

Wartości współczynników  $n_1, n_2, n_3$  należy przyjmować następująco

$n_1 = 1,5$  - w przypadku gdy przekrój szybu znajduje się w odległości mniejszej niż  $2D$  od stropu najbliższego wlotu lub w odległości mniejszej niż  $D$  od spągu najbliższego wlotu,

$n_1 = 1,0$  - w przypadku przeciwnym, tzn. gdy przekrój szybu znajduje się poza ww. odcinkiem szybu,

$n_2 = 1,0$  - dla kąta upadu warstwy mniejszego niż  $30^\circ$ ,

$n_2 = 1,25$  - dla kąta upadu warstwy nie mniejszego niż  $30^\circ$ ,

$$n_3 = \sqrt[3]{D+1} \quad (32)$$

W przypadku gdy przekrój szybu znajduje się w skałach nie należących do gruntów skalistych wg PN-74/B-02480 lub do gruntów nieskalistych mineralnych drobnopiękistych spoistych (z wyłączeniem mało spoistych) wg PN-74/B-02480, należy przyjmować

$$n = n_2 \quad (33)$$

3.2. Obciążenie obliczeniowe w skałach zawodnionych należy obliczać wg wzoru

$$p = p^s + p^w \quad (34)$$

przy czym

$$p^w = n_w \cdot p_N^w \quad (35)$$

$p^s$  należy obliczać wg następujących wzorów

a) dla skał zalegających powyżej głębokości krytycznej ( $H < H_{kr}$ )

$$p^s = 0 \quad (36)$$

b) dla skał zalegających poniżej głębokości krytycznej

$$p^s = n \cdot \sigma'_{z\gamma} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (37)$$

przy czym  $\varphi$  należy wyznaczać wg wzoru (14),

b1) w przypadku spełnienia warunku wg wzoru (15) można obliczać obciążenie  $p_s$  wg wzoru

$$p^s = n \left( \sigma'_{zy} - \gamma_{sr}^{(n)} H_{kr} \right) \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\Phi^{(n)}}{2} \right) \quad (38)$$

b2) w przypadku gdy są spełnione warunki zawarte w 2 7 b2) można stosować wzór

$$p^s = n \cdot 70 \cdot \gamma_{sr}^{(n)} \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\Phi^{(r)}}{2} \right) \quad (39)$$

w którym  $\Phi^{(r)}$  należy obliczać wg wzoru (10)

Dla  $H \geq 800$  m wartości otrzymane ze wzoru (39) należy powiększyć o 10%

Wartości współczynnika obciążenia dla obciążenia ze strony górotworu  $n$  należy przyjmować zgodnie z 3 1

Wartości współczynnika obciążenia dla ciśnienia wody  $n_w$  należy przyjmować następująco

- w przypadku całkowitego uszczelnienia górotworu i zamknięcia poziomu wodonośnego  $n_w = 0, 1$ ,
- w przypadku ujęcia wody lub pełnego drenażu poziomu wodonośnego  $n_w = 0, 1 - 0, 2$ ,
- w przypadku stosowania obudowy betonowej w warstwach wodonośnych o współczynniku filtracji nie większym od współczynnika filtracji obudowy  $n_w = 0, 2$ ,
- w przypadku niekontrolowanego rozmrażania szybu głębinowego z użyciem metody zamrażania górotworu  $n_w = 1, 1$ ,
- w pozostałych przypadkach  $n_w = 1, 0$

W indywidualnych przypadkach dopuszcza się przyjmowanie innych wartości współczynnika  $n_w$  na podstawie ekspertyzy hydrogeologicznej popartej odpowiednimi obliczeniami

W przypadku skał występujących w stanie kurzawkowym dopuszcza się obliczanie obciążenia obliczeniowego wg wzoru

$$p = \gamma_{nk}^{(n)} H \quad (40)$$

w którym  $\gamma_{nk}^{(n)} = 0, 0127 - 0, 0147 \text{ MN/m}^3$

3.3. Obciążenie obliczeniowe obudowy szybów pochodzące od ciężaru wyposażenia należy wyznaczać zgodnie z PN-82/B-02000, PN-82/B-02001 i PN-82/B-02003

3.4. Obciążenie obliczeniowe obudowy szybów przenieszone przez zbrojenie szybu należy wyznaczać zgodnie z BN-76/0436-01, z uwzględnieniem współczynnika dynamicznego wg PN-82/B-02003.

3.5. Obciążenie obliczeniowe obudowy szybu w szczególnych przypadkach uwarunkowanych technologią głębinienia

3.5.1. Obciążenie obliczeniowe obudowy podatnej powinno być określane wg opracowań indywidualnych przy założeniu, że przemieszczenia do środka szybu obudowy (z

uwzględnieniem przemieszczeń górotworu do chwili osiągnięcia przez obudowę podatności założonej projektem) na kontakcie z górotworem są równe przemieszczeniom górotworu.

3.5.2. Obciążenie obliczeniowe obudowy wstępnej szybu głębinowego z użyciem metody zamrażania górotworu może być obliczane z uwzględnieniem nośności płaszcza mroźniowego, tzn. wg wzoru

$$p' = p \frac{r_z + d_m}{r_z} - 0,9 R_{ct}^{(n)} \cdot \frac{d_m}{r_z} \quad (41)$$

przy czym, w przypadku wykonywania obudowy ostatecznej krótkimi lub długimi odcinkami, należy przyjąć odpowiednio  $t = 48$  h oraz  $t = 30$   $d = 720$  h

3.5.3. Obciążenie obliczeniowe obudowy szybu głębinowego z użyciem metody zamrażania górotworu w przypadkach awaryjnych, w których obudowę wykonuje się przed wejściem izotermy zerowej do światła szybu, należy określać wg opracowań indywidualnych

3.5.4. Obciążenie obliczeniowe obudowy szybów wierconych należy wyznaczać

- a) w przypadku wiercenia bez użycia płuczki wiertniczej w skałach litych i luźnych lub z użyciem płuczki wiertniczej w skałach luźnych - wg 3 1 i 3 2,
- b) w przypadku wiercenia z użyciem płuczki wiertniczej w skałach litych i wykonywania obudowy po wypompowaniu płuczki - wg 3 1 i 3 2,
- c) w przypadku wiercenia z użyciem płuczki wiertniczej w skałach litych i wykonywania obudowy przed wypompowaniem płuczki - wg opracowań indywidualnych, z uwzględnieniem przemieszczeń górotworu i obudowy po wypompowaniu płuczki

3.6. Wymagania dotyczące sposobu prowadzenia, opracowania i przedstawiania wyników obliczeń Obliczenia należy przeprowadzać dla stropu i spągu każdej warstwy górotworu. Wyniki obliczeń zaleca się zestawiać tabelarycznie i ujmować wykreślnie w zależności od głębokości. Pozostałe wymagania - zgodnie z PN-69/B-03000

3.7. Stosowanie innych wzorów. Dopuszcza się określanie obciążeń obudowy szybów na podstawie analizy wyników pomiarów obciążeń lub analizy pracy obudów istniejących szybów wykonanych w podobnych warunkach geologicznych. Dla pojedynczych szybów zlokalizowanych w specyficznych warunkach geologiczno-górnicznych dopuszcza się również określanie obciążeń obudowy szybów na podstawie ekspertyz odpowiednich placówek naukowo-badawczych lub zespołów ekspertów

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-71/0434-02

a) zmieniono klasyfikację (podział) skał zgodnie z PN-74/B-02480 i BN-79/0434-04,

b) wprowadzono pojęcie głębokości granicznej, poniżej której stabilizuje się wartość obciążenia obudowy szybu oraz podano wzór do obliczania tego obciążenia,

c) wprowadzono nowy wzór do obliczania obciążenia, w przypadku gdy kąt tarcia wewnętrznego skały jest nie mniejszy od pozornego kąta tarcia wewnętrznego skały,

d) uściślono wartości współczynnika koncentracji naprężeń i współczynnika obciążenia,

e) współczynnik warunków filtracji zastąpiono współczynnikiem obciążenia dla ciśnienia wody oraz uzależniono jego wartości  $\eta$  i  $n$  od stosunku współczynników filtracji górotworu i obudowy betonowej,

f) wprowadzono zasady obliczania obciążeń obudowy szybów w szczególnych przypadkach uwarunkowanych technologią górnictwa (obudowa podatna, obudowa wstępna, wykonywanie obudowy w warunkach niepełnego zamrożenia górotworu, obudowa szybów wierconych)

3. Normy związane

PN-82/B-02000 Obciążenia budowli Zasady ustalania wartości

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli Obciążenia stałe

PN-82/B-02003 Obciążenia budowli Obciążenia zmienne technologiczne Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe

PN-74/B-02480 Grunty budowlane Podział, nazwy, symbole i określenia

PN-69/B-03000 Projekty budowlane Obliczenia statyczne

PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli Ogólne zasady obliczeń

PN-81/B-03020 Grunty budowlane Posadowienie bezpośrednie budowli Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-77/G-01300 Hydrogeologia Podstawowe nazwy i określenia

PN-74/G-06001 Szyby górnicze Obudowa murowa i betonowa Wymagania i badania

BN-83/0410-03 Szyby górnicze Zasady sporządzania dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej dla potrzeb górnictwa

BN-81/0414-15 Szyby i szybiki górnicze o przekroju kołowym Średnice nominalne

BN-79/0434-04 Wyrobiska korytarzowe w kopalniach Obudowa sklepienia Wytyczne projektowania i obliczeń statycznych

BN-81/0434-10 Szyby górnicze Głowice Zasady projektowania

BN-76/0436-01 Połączenia kotwione zbrojenia z obudową szybu Zasady projektowania

4. Normy zagraniczne

ZSRR СНИП II-M.4-65 Подземные горные выработки предприятий по добыче полезных ископаемых. Нормы проектирования.

5. Autor projektu normy - doc dr hab inż Andrzej Wluchur - Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

1 W punktach 1 3 4, 1 3 5, 1 3 6, 2 1, 2 4 i 3 1, zamiast PN-74/B-02480, powinno być PN-86/B-02480

2 W punktach 1 3 5, 2 1, 2 4, 2 5, 2 7 2 b) i 3 5 4, zamiast skała lita, powinno być skała zwięzła

3 Treść punktu 2 3 zmienia się następująco

2 3 **Naprężenie pionowe w gorotworze** (w szkielecie gorotworu) po zgłębieniu szybu należy obliczyć go wg wzorów

a) w przypadku warstwy niezawodnionej ( $j$ -tej od powierzchni) w stropie  $j$ -tej warstwy

$$\sigma_{zy} = \gamma_{n1}^{(n)} h_1 + \gamma_{n2}^{(n)} h_2 + \dots + \gamma_{nj-1}^{(n)} h_{j-1}, \quad (1)$$

— w spągu  $j$ -tej warstwy

$$\sigma_{zy} = \gamma_{n1}^{(n)} h_1 + \gamma_{n2}^{(n)} h_2 + \dots + \gamma_{nj-1}^{(n)} h_{j-1} + \gamma_{nj}^{(n)} h_j \quad (1a)$$

b) w przypadku warstwy zawodnionej ( $j$ -tej od powierzchni) będącej zbiornikiem wodnym stanowiącym poziom wodonosny (lub jego część) o ciśnieniu piezometrycznym w stropie poziomu wodonosnego odpowiadającym wysokości słupa wody  $H_w$

— w stropie  $j$ -tej warstwy

$$\sigma_{zy} = \gamma_1^{x(n)} h_1 + \gamma_2^{x(n)} h_2 + \dots + \gamma_{j-1}^{x(n)} h_{j-1} - \gamma_w H_w \quad (2)$$

— w spągu  $j$ -tej warstwy

$$\sigma_{zy} = \gamma_1^{x(n)} h_1 + \gamma_2^{x(n)} h_2 + \dots + \gamma_{j-1}^{x(n)} h_{j-1} + \gamma_j^{x(n)} h_j - \gamma_w H_w \quad (2a)$$

przy czym  $\gamma_i^{x(n)}/\gamma_i = 1, 2, \dots, j$  należy obliczać wg wzorów

— w skałach zalegających nad tym poziomem wodonosnym

$$\gamma_i^{x(n)} = \gamma_{ni}^{x(n)} \quad (3)$$

— w skałach zalegających w tym poziomie wodonosnym

$$\gamma_i^{x(n)} = (\gamma_{si}^{x(n)} - \gamma_w) (1 - n_i) \quad (4)$$

Lokalizację poziomów wodonosnych należy ustalać w oparciu o dokumentację hydrogeologiczną i geologiczno-inżynierską wg BN-83/0410-03 oraz projektowaną technologię głębenia (połączenie poziomów wodonosnych, spadek ciśnienia hydrostatycznego lub piezometrycznego na skutek drenazu lub uszczelniania gorotworu itp.)

W przypadku zmiany technologii głębenia lub czynników hydrogeologicznych obliczenia naprężenia pionowego w gorotworze należy powtórzyć

W przypadku poziomu wodonosnego o zwierciadle swobodnym należy przyjmować  $H_w = 0$

W obliczeniach dopuszcza się przyjmować  $\gamma_w = 0,010 \text{ MN/m}^3$

4 W punkcie 2 4, na str. 4, przy określeniu wartości współczynnika  $kp_3$  po wyrażeniu — w przypadku skał słabych, powinno być ( $H > H_{kr}$ )

5 W punkcie 2 5 wzór (9) otrzymuje postać

$$H_{gr} = H_{kr} + 55 \text{ tg} \left( 45^\circ + \frac{\phi'^{(r)}}{2} \right) \quad (9)$$

Wzór (10) otrzymuje postać

$$\phi'^{(r)} = 0,8 \phi'^{(n)} \quad (10)$$

Skreśla się zdanie poniżej wzoru (10) Wartość współczynnika materiałowego należy przyjmować  $\gamma_m = 0,8$

6 W punkcie 2 6 wzór (19) otrzymuje postać

$$P_N = 55 \gamma_{sr}^{(n)} \text{ tg} \left( 45^\circ - \frac{\phi'^{(n)}}{2} \right) \quad (19)$$

Poniżej wzoru dopisuje się zdanie W przypadkach, gdy wartości obciążenia obliczone wg wzoru (19) są wyższe, w stropie niż w spągu, należy przyjmować obciążenie obliczane jak dla spągu

7 W punkcie 2 7 wzór (21) otrzymuje postać

$$p_N^w = \gamma_w h_w^x \quad (21)$$

przy czym skorygowaną wartość wysokości słupa wody w otworze badawczym, odpowiadającą wysokości słupa wody po zgłębieniu szybu, należy obliczyć wg



$$h_w^x = n_w h_w$$

w którym wartość  $n_w$  należy przyjmować następująco

— w przypadku całkowitego uszczelnienia gorotworu i zamknięcia poziomu wodonosnego  $n_w = 0,1$

— w przypadku ujęcia wody lub pełnego drenazu poziomu wodonosnego  $n_w = 0,1-0,2$

— w przypadku stosowania obudowy betonowej w warstwach wodonosnych o współczynniku filtracji nie większym od współczynnika filtracji obudowy  $n_w = 0,2$

— w przypadku niekontrolowanego rozmrażania szybu głębiejonego z użyciem metody zamrażania gorotworu  $n_w = 1,1$

— w pozostałych przypadkach  $n_w = 1,0$

W indywidualnych przypadkach dopuszcza się przyjmowanie innych wartości współczynnika  $n_w$  na podstawie ekspertyzy hydrogeologicznej popartej odpowiednimi obliczeniami

8 Wzór (25) otrzymuje postać

$$P_N^s = 55 \gamma_{sr}^{(n)} \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\phi^{(n)}}{2} \right) \quad (25)$$

Ponizej wzoru dopisuje się zdanie

W przypadkach, gdy wartości obciążenia obliczone wg wzoru (25) są wyzsze stropie niz w spągu, należy przyjmować obciążenie obliczone jak dla spągu

9 W punkcie 3 1 wzor (30) otrzymuje postac

$$p = n \quad 55 \quad \gamma_{sr}^{(n)} \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\phi^{(n)}}{2} \right) \quad (30)$$

Ponizej wzoru dopisuje się zdanie

W przypadku, gdy wartości obciążenia obliczone wg wzoru (30) są wyzsze w stropie niz w spągu, należy przyjmować obciążenie obliczone jak dla spągu

10 W punkcie 3 2 wzor (35) otrzymuje postac

$$p^w = p_N^w \quad (35)$$

11 Wzór (39) otrzymuje postać

$$p_s = n \quad 55 \quad \gamma_{sr}^{(n)} \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\phi^{(n)}}{2} \right) \quad (39)$$

12 Na stronie 6 skreśla się treść wierszy od 13 do 27, rozpoczynającą się od słów "Wartość współczynnika obciążenia dla ciśnienia wody, a kończącą się na słowach popartej odpowiednimi obliczeniami"

13 W INFORMACJACH DODATKOWYCH, w p 3, zamiast PN-74/B-02480 Grunty budowlane Podział, nazwy, symbole i określenia, powinno być PN-86/B-02480 Grunty budowlane Określenia, symbole, podział i opis gruntów

W punkcie 4, zamiast dotychczasowej treści, powinno być ZSRR СНиП II-94-80 Подземные горные выработки нормы