

OBUDOWA WYROBISK GÓRNICZYCH	NORMA BRANŻOWA zastp PN G-05015'1997	
	BN-79	
	0434-03	
	Zamiast BN-72/0434-03	
Grupa katalogowa I 02		

1 WSTĘP

1 1 Przedmiot normy Przedmiotem normy są zasady projektowania obudowy szybów górniczych o przekroju kołowym

1 2 Zakres stosowania normy Normę należy stosować przy projektowaniu konstrukcji obudowy nowych szybów nie poddanych działaniu obciążeń wynikających z wpływów eksploatacji górniczej

Norma nie obejmuje zasad projektowania

- głowicy szybowej,
- wlotów szybowych,
- obudowy tubingowej,
- obudowy kotwionej,
- obudowy szybów uodpornionych na przemieszczanie mas skalnych wskutek eksploatacji złóż w filarach przyszybowych

Norma może być stosowana przy projektowaniu pogłębiania i przebudowy szybów oraz przy projektowaniu obudowy szybów górniczych o przekroju kołowym.

1 3 Określenia

1 3 1 Obciążenie obliczeniowe obudowy szybowej — wg BN-71/0434-02

1 3 2 Szyb górniczy — wg PN-74/G-06001

1 3 3 Obudowa szybu — wg BN-71/0434-02

1 3 4 Obudowa pojedyncza szybu — obudowa, w skład której wchodzi jeden element (pierścień) konstrukcyjny nosny

1 3 5 Obudowa zespolona szybu — obudowa złożona z dwóch nosnych współpracujących elementów konstrukcyjnych (pierścieni), sztywno ze sobą połączonych. Zewnętrzny pierścień może stanowić obudowę wstępną

1 3 6 Obudowa wielowarstwowa (rozdzielna) szybu — obudowa złożona z kilku nosnych elementów konstrukcyjnych (pierścieni) nie związanych ze sobą sztywno, np. przegrodzonych pierścieniem uszczelniającym. Zewnętrzny pierścień może stanowić obudowę wstępną

1 3 7 Pierścień uszczelniający — element konstrukcyjny obudowy stanowiący izolację przeciwwodną, która jednocześnie może pełnić rolę ochrony antykorozyjnej

1 3 8 Warstwa wyrównawcza — element konstrukcyjny wykonany z zaprawy lub betonu, mający na celu zapewnienie pełnego kontaktu między obudową a górotworem

1 3 9 Klasa betonu — wg PN-76/B-03264

1 3 10 Wytrzymałość obliczeniowa betonu — wg PN-76/B-03264

1 3 11 Współczynnik korekcyjny — wg PN-76/B-03001

2 ZASADY PROJEKTOWANIA

2 1 Zasady ogólne Grubość obudowy należy określać dla obciążenia obliczeniowego obudowy szybu. Obliczenie obciążeń obudowy należy wykonywać zgodnie z BN-71/0434-02

Przy doborze rodzajów materiałów i konstrukcji obudowy szybów górniczych należy brać pod uwagę w szczególności

- przeznaczenie, żywotność i warunki pracy projektowanego wyrobiska,
- wymagania dotyczące wodoszczelności obudowy,
- warunki hydrogeologiczne górotworu (właściwości fizykomechaniczne skał, wielkość dopływu i chemizm wód itp.),
- wielkość występujących ciśnień,
- metodę głębiania,
- technologię wykonywania robot

2 2 Rodzaje materiałów i konstrukcji obudów

2 2 1 Materiały konstrukcyjne do obudowy szybów górniczych

2 2 1 1 Cegły — szybowe wypalane z gliny wg BN-66/6741-09 klasy 250 i 300, cegły klinkierowe budowlane wg PN-71/B-12008 klasy 250 i 350, klinkier drogowy wg BN-77/6741-02 klasy I, II i III

Zgłoszona przez Główne Biuro Studiów i Projektów Górniczych
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa dnia 22 marca 1979 r. jako norma obowiązująca
od dnia 1 października 1979 r. (Dz. Norm. i Miar nr 11/1979 poz. 60)

W odcinkach szybów głębinowych metodą zamrażania gorotworu należy stosować cegłę klasy nie niższej niż 350 o nasiąkliwości nie większej niż 6⁰/₀

2 2 1 2 Betonity — prostopadłoscienne wg BN-65/6791-06 klasy 200 i betonity klinowe wg BN-72/6791-01 klasy 200 i 250

W odcinkach szybów głębinowych metodą zamrażania gorotworu należy stosować betonity klasy nie niższej niż 350 o nasiąkliwości nie większej niż 6⁰/₀

2 2 1 3 Beton klasy B 100, B 150, B 200, B 250, B 300, B 350, B 400 i B 500 wg PN-75/B-06250 Wymagania dotyczące składników betonu — wg PN-74/G-06001 Projektowanie i kontrola jakości betonu powinny odbywać się z uwzględnieniem rzeczywistych warunków produkcji mieszanki betonowej

2 2 1 4 Zaprawy W konstrukcjach murowych z cegły i betonitów należy stosować zaprawy cementowe wg PN-65/B-14504^o o wytrzymałości wg tabl 1 i 2

Tablica 1 Minimalne marki zaprawy do obudowy szybów (mur z cegły)

Mur z cegły klasy	Minimalna marka zaprawy
150 — 250	80
350, III	100
I — II	120

Tablica 2 Minimalne marki zaprawy do obudowy szybów (mur z betonitów)

Mur z betonitów klasy	Minimalna marka zaprawy
140 — 170	80
200 — 250	100

W ciężkich warunkach hydrogeologicznych (zawodniony gorotwor) zaleca się stosowanie zapraw cementowych marki 140, 160, 180 i 200

Wymagania dotyczące składników zapraw — wg PN-74/G-06001

2 2 1 5 Stal do konstrukcji żelbetowych — wg PN-76/B-03264

2 2 1 6 Prefabrykowane elementy żelbetowe lub siatkobetonowe powinny być wykonane z betonu wg PN-75/B-06250 i stali do konstrukcji żelbetowych wg PN-76/B-03264

2 2 1 7 Stosowanie do obudowy innych materiałów Dopuszcza się wykonanie obudowy z innych materiałów i innej konstrukcji np pierścieni stalowych, tworzywa sztucznego itp, których zastosowanie może być projektowane na podstawie indywidualnych opracowań

2 2 2 Materiały do wykonania pierścieni uszczelniających obudowę szybów

2 2 2 1 Płyty z tworzywa sztucznego z PCW, PE itp, powinny być połączone ze sobą trwałym spoiwem zapewniającym wymaganą szczelność i wytrzymałość wszystkich spoin (klejenie, zgrzewanie, spawanie)

2 2 2 2 Elementy prefabrykowane z betonu zbrojonego ze szczelnymi połączeniami spoin poziomymi i pionowymi

2 2 2 3 Elementy prefabrykowane ze stali, tworzące trwałą i szczelną konstrukcję poszczególnych pierścieni składowych

2 2 2 4 Substancje chemiczne nanoszone na elementy konstrukcyjne obudowy ciągłym sposobem natryskowym, zapewniające szczelny ekran izolacyjny

2 2 2 5 Substancje chemiczne formowane lub ciekłe np asfalt przemysłowy wg PN-76/C-96178 00

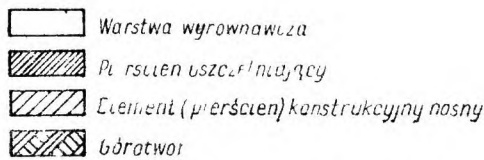
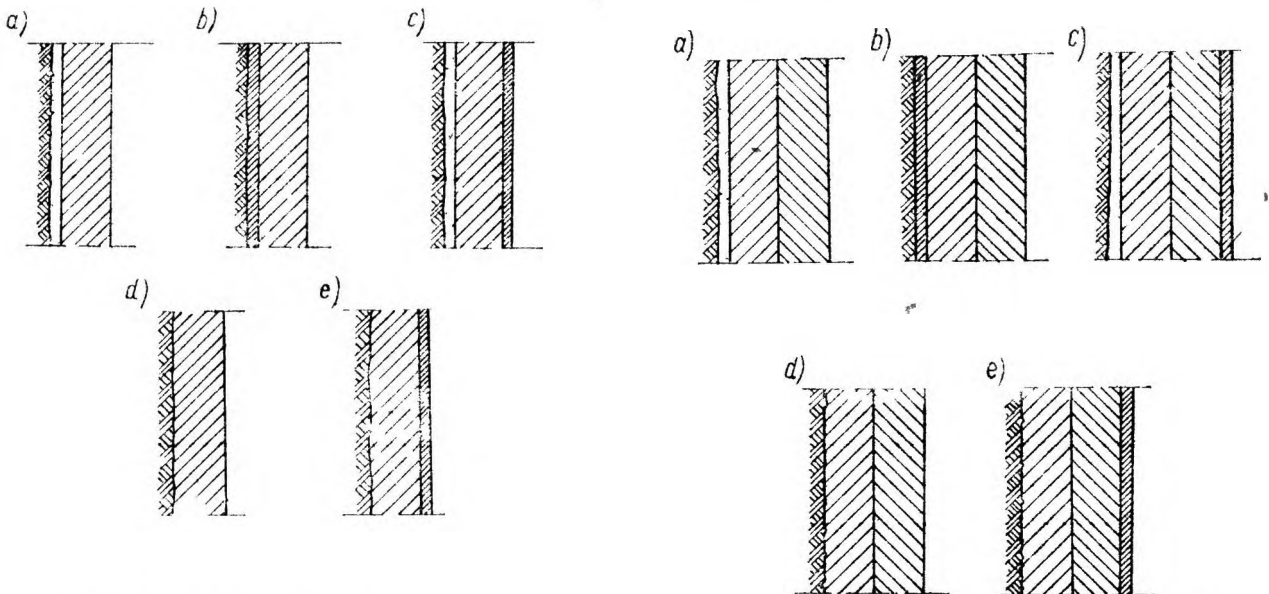
2 2 2 6 Inne materiały, tworzące wodoszczelną i trwałą przegrodę izolacyjną i trwałą przegrodę izolacyjno-dylatacyjną, mogą być projektowane na podstawie opracowań indywidualnych

2 3 Konstrukcja obudowy

2 3 1 Obudowy pojedyncze wg rys 1a) — d) lub e) należy projektować jako konstrukcje z cegły wg 2 2 1 1 o grubości nie większej niż 3 cegły, z betonitów wg 2 2 1 2 o grubości nie większej niż 2,5 betonitu, z prefabrykatów wg 2 2 1 6, z betonu niezbrojonego wg 2 2 1 3 o grubości nie większej niż 100 cm lub z betonu zbrojonego wg 2 2 1 3 i 2 2 1 5 o grubości nie większej niż 100 cm

W szczególnych przypadkach dopuszcza się na długości odcinka do 20 m stosowanie obudowy z cegły o grubości nie większej niż 4 cegły, z betonu niezbrojonego i zbrojonego o grubości nie większej niż 120 cm

2 3 2 Obudowy zespolone wg rys 2a) — d) lub e) należy projektować zgodnie z 2 3 1 Zaleca się projektować wykonanie w pierwszej kolejności pierścienia zewnętrznego mogącego spełniać czasową rolę obudowy wstępnej dla wzniesienia pierścienia wewnętrznego z możliwie najmniejszą liczbą złączy technologicznych Obudowa zespolona może być projektowana również jako dwupierscieniowa z betonu

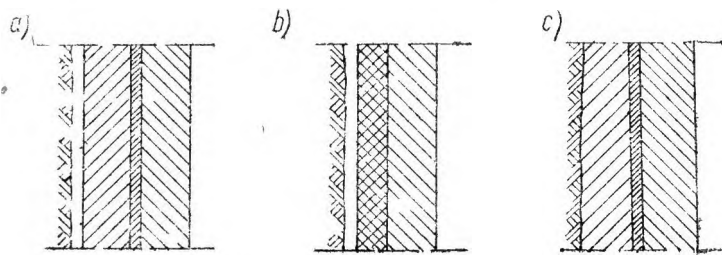


BN-79/0434-03-1

Rys 1 Schematy konstrukcji obudów pojedynczych a) obudowa pojedyncza (np z cegły) z warstwą wyrównawczą, b) obudowa pojedyncza (np z cegły) z pierścieniem uszczelniającym (np z asfaltu), c) obudowa pojedyncza (np z cegły) z warstwą wyrównawczą i wewnętrznym pierścieniem uszczelniającym (np z asfaltolateksu lub żywicy syntetycznej), d) obudowa pojedyncza (np z betonu) bez warstwy wyrównawczej, e) obudowa pojedyncza (np z betonu) z wewnętrznym pierścieniem uszczelniającym jak w c)

Rys 2 Schematy konstrukcji obudów zespolonych (oznaczenia jak na rys 1) a) obudowa zespolona (pierścień zewnętrzny np z cegły) z warstwą wyrównawczą, b) obudowa zespolona (pierścień zewnętrzny np z cegły) z pierścieniem uszczelniającym (np z asfaltu) c) obudowa zespolona (pierścień zewnętrzny np z cegły) z warstwą wyrównawczą i wewnętrznym pierścieniem uszczelniającym (np z asfaltolateksu lub żywicy syntetycznej) d) obudowa zespolona (pierścień zewnętrzny np z betonu) bez warstwy wyrównawczej, e) obudowa zespolona (pierścień zewnętrzny np z betonu) bez warstwy wyrównawczej z wewnętrznym pierścieniem uszczelniającym jak w c)

a obudową, w środku — pomiędzy dwoma elementami obudowy, od strony wewnętrznej — od lica obudowy



Uszczelniony element (pierścień) konstrukcyjny nasny
Pozostałe oznaczenia jak na rys 1

BN-79/0434-03-3

Rys 3 Schematy konstrukcji obudów wielowarstwowych a) obudowa wielowarstwowa (pierścień zewnętrzny np z cegły) z warstwą wyrównawczą, b) obudowa wielowarstwowa (pierścień zewnętrzny np ze stali lub pufaorykatów plastobetonowych) z warstwą wyrównawczą, c) obudowa wielowarstwowa (pierścień zewnętrzny np z betonu) bez warstwy wyrównawczej

2 3 3 Obudowy wielowarstwowe (rozdzielne) wg rys 3a), b) lub c) należy projektować zgodnie z 2 3 1

2 3 4 Pierścień uszczelniający W zależności od ustalen 2 1 pierścienie uszczelniające mogą być usytuowane w konstrukcji obudowy pojedynczo od strony zewnętrznej — pomiędzy gorotworem

Pierścienie uszczelniające mogą być wykonane również jako podwójne — od strony zewnętrznej i wewnętrznej

2 3 5 Stopy szybowe nie są wymagane w gorotworze związłym ($f < 3$) związłym z obudową, z wyjątkiem przypadków uzasadnionych technologią robot

3 ZASADY WYMIAROWANIA OBUDOWY

3 1 Zasady ogólne Do obliczeń obudowy szybow należy przyjmować obciążenie obliczeniowe zgodnie z BN-71/0434-02. Obliczenia grubości obudowy betonowej i żelbetowej należy przeprowadzać metodą stanów granicznych (stan graniczny nośności) wg PN-76/B-03001, obliczenia grubości obudowy murowej z cegły i betonitów — metodą naprężeń dopuszczalnych.

Wyniki obliczeń zaleca się zestawiać tabelarycznie w zależności od głębokości.

Zwiększenie lub zmniejszenie grubości obudowy należy wykonywać stopniowo na długości równej co najmniej pięciokrotnej różnicy grubości obudowy.

3 2 Obliczanie grubości obudowy pojedynczej

3 2 1 Obliczanie grubości obudowy betonowej

3 2 1 1 Cechy wytrzymałościowe betonu

a) Wytrzymałość obliczeniowa, współczynniki sprężystości i współczynnik odkształcenia poprzecznego — wg PN-76/B-03264

b) Współczynnik korekcyjny należy przyjmować w zależności od rodzaju skał wg BN-71/0434-02

- w skałach kurzawkowych $m = 0,95$,
 - w skałach zawodnionych $m = 1,00$,
 - w skałach niezawodnionych sypkich, mało spoiistych i spoiistych
- $m = 1,00$ — dla kąta upadu warstw $\alpha \leq 30^\circ$,
 $m = 1,10$ — dla kąta upadu warstw $\alpha > 30^\circ$,
- w niezawodnionych skałach zwięzłych
- $m = 1,10$ — dla kąta upadu warstw $\alpha \leq 30^\circ$,
 $m = 1,15$ — dla kąta upadu warstw $\alpha > 30^\circ$

3 2 1 2 Grubość obudowy betonowej d_b należy obliczyć w centymetrach według wzoru

$$d_b = a \left(\sqrt{\frac{R_b}{R_b - m p \sqrt{3}} - 1} \right) \quad (1)$$

w którym

- a — promień szybu w świetle obudowy, cm,
- R_b — wytrzymałość obliczeniowa betonu na sciskanie, MPa — wg 3 2 1 1,
- m — współczynnik korekcyjny — wg 3 2 1 1,
- p — obciążenie obliczeniowe obudowy szybu, MPa — wg BN-71/0434-02

3 2 1 3 Dokładność obliczeń Obliczenia należy przeprowadzać z dokładnością do trzech cyfr znaczących, tj. z błędem zaokrąglenia nie przekraczającym 1%.

3 2 1 4 Zaokrąglenie wyników obliczeń Obliczoną grubość obudowy należy zaokrąglić w górę do 5 cm.

3 2 1 5 Minimalna grubość obudowy Grubość obudowy w odcinkach szybow głębionych metodą zwykłą nie powinna być mniejsza niż

— 30 cm — w przypadkach, gdy zbrojenie jest mocowane do obudowy z zastosowaniem kotwienia,

— 25 cm — w pozostałych przypadkach

W odcinkach szybow głębionych z zastosowaniem metody zamrażania gorotworu grubość obudowy nie powinna być mniejsza niż

— 50 cm — przy temperaturze ociosów poniżej -15°C ,

— 40 cm — przy temperaturze ociosów zawartej w granicach od -10°C do -15°C ,

— 35 cm — przy temperaturze ociosów zawartej w granicach od -5°C do -9°C

3 2 2 Obliczanie grubości obudowy żelbetowej

3 2 2 1 Cechy wytrzymałościowe betonu — wg 3 2 1 1

3 2 2 2 Cechy wytrzymałościowe stali — wg PN-76/B-03264

3 2 2 3 Grubość obudowy żelbetowej \hat{d}_a należy obliczać na sciskanie zgodnie z PN-76/B-03264 p 5 2, przy czym wartości siły podłużnej N należy obliczać w MN/m wg wzoru

$$N = 1,1 p a \quad (2)$$

w którym

- p — obciążenie obliczeniowe obudowy szybu, MPa — wg BN-71/0434-02,
- a — promień szybu w świetle obudowy, m

Mimosrod początkowy e_0 należy natomiast obliczać w m wg wzoru

$$e_0 = \frac{\omega a}{2(3 + \omega)} \quad (3)$$

w którym

- ω — współczynnik charakteryzujący zmienność obciążenia i charakter pracy obudowy,
 - dla obudowy wstępnej $\omega = 0,10$,
 - dla obudowy ostatecznej $\omega = 0,20$,
- a — wg wzoru (2)

3 2 2 4 Przekrój zbrojenia pionowego należy obliczać na rozciąganie osiowe zgodnie z PN-76/B-03264 p 5 3 1, przy czym jako obciążenie należy przyjąć ciężar własny odcinka obudowy nie związanego z gorotworem. W przypadku obudowy związanej z gorotworem przekrój zbrojenia pionowego należy przyjąć równy przekrojowi zbrojenia wg 3 2 2 3

3 2 2 5 Wymagania i zalecenia dotyczące zbrojenia — wg PN-76/B-03264 rozdz 8

3 2 2 6 Dokładność obliczeń — wg 3 2 1 3

3 2 2 7 Zaokrąglenie wyników obliczeń Obliczoną grubość obudowy należy zaokrąglić w górę do 5 cm

Przekrój przyjętego zbrojenia może być mniejszy od obliczonego nie więcej niż o 2,5%

3 2 2 8 Minimalna grubość obudowy powinna być następująca (jeżeli inne względy nie stanowią inaczej o zwiększeniu grubości)

- w przypadku prefabrykatów — 10 cm,
- w przypadku obudowy wykonywanej „na mokro” w szybach głębinowych z zastosowaniem metody

- zamrażania gorotworu — zgodnie z 3 2 1 5,
- zwykłej — 20 cm

3 2 3 Obliczanie grubości obudowy z cegły i betonitów

3 2 3 1 Cechy wytrzymałościowe muru z cegły

a) Wytrzymałość normową na sciskanie muru z cegły (R_{nc}) należy przyjmować wg tabl 3

b) Współczynnik sprężystości muru z cegły (E_{km}) należy obliczać wg wzoru

$$E_{km} = 0,8a_s R_{nc} \quad (4)$$

w którym

a_s — cecha sprężystości muru z cegły — wg PN-67/B-03002 (dla marki zaprawy R_z większej od 12 MPa należy przyjmować wartość jak dla $R_z = 12$ MPa),

R_{nc} — wytrzymałość normowa na sciskanie muru z cegły, MPa, wg tabl 3

c) Współczynnik pewności s należy przyjmować 2,5. Dopuszcza się stosowanie współczynnika $s = 2$ w przypadku korzystnych warunków hydrogeologicznych

d) Naprężenie dopuszczalne na sciskanie muru z cegły, k , w MPa, należy obliczać wg wzoru

$$k = \frac{R_{nc}}{s} \quad (5)$$

w którym

R_{nc} — wytrzymałość normowa na sciskanie muru z cegły, MPa, wg tabl 3,

s — współczynnik pewności wg 3 2 3 1c)

Tablica 3 Wytrzymałość normowa na sciskanie muru z cegły

Klasa cegły	Wytrzymałość normowa na sciskanie muru z cegły R_{nc} przy marce zaprawy						
	80	100	120	140	160	180	200
	MPa						
250	5,4	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8
350	—	6,9	7,2	7,5	7,8	8,0	8,3
III (330)	—	6,7	7,0	7,3	7,5	7,8	8,0
II (500)	—	—	9,0	9,3	9,7	10,0	10,3
I (650)	—	—	10,6	11,0	11,4	11,8	12,1

3 2 3 2 Cechy wytrzymałościowe muru z betonitów

a) Wytrzymałość normową na sciskanie muru z betonitów (R_{nb}) należy przyjmować wg tabl 4

b) Współczynnik sprężystości muru z betonitów E_{kb} należy obliczać wg wzoru

$$E_{kb} = 1200R_{nb} \quad (6)$$

w którym R_{nb} — wytrzymałość normowa na sciskanie muru z betonitów, MPa, wg tabl 4

c) Współczynnik pewności s należy przyjmować 2,5

Dopuszcza się stosowanie współczynnika $s = 2$ w przypadku korzystnych warunków hydrogeologicznych

d) Naprężenie dopuszczalne na sciskanie muru z betonitów, k , w MPa, należy obliczać wg wzoru

$$k = \frac{R_{nb}}{s} \quad (7)$$

w którym

R_{nb} — wytrzymałość normowa na sciskanie muru z betonitów, MPa, wg tabl 4,

s — współczynnik pewności wg 3 2 3 2c)

Tablica 4 Wytrzymałości normowe na sciskanie muru z betonitów

Klasa betonitu	Wytrzymałość normowa na sciskanie muru z betonitów R_{nb} przy marce zaprawy						
	80	100	120	140	160	180	200
MPa							
200	—	9,2	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8
250	—	11,2	11,4	11,6	11,8	11,9	12,0

3 2 3 3 Grubość obudowy z cegły lub betonitów d_c należy obliczać w centymetrach wg wzoru

$$d_c = a \left(\sqrt{\frac{k}{k-p} \sqrt[3]{3}} - 1 \right) \quad (8)$$

w którym

a — promień szybu w świetle obudowy, cm,

k — naprężenie dopuszczalne na sciskanie muru z cegły lub betonitów, MPa, wg 3 2 3 1d) lub 3 2 3 2d),

p — obciążenie obliczeniowe obudowy szybu, MPa, wg BN-71/0134-02

3 2 3 4 Dokładność obliczeń — wg 3 2 1 3

3 2 3 5 Zaokrąglanie wyników obliczeń Obliczoną grubość obudowy należy zaokrąglić w górę do $1/2$ cegły ($1/2$ betonitu)

3 2 4 Orientacyjne obliczenia można wykonywać przy użyciu nomogramu ¹⁾

3 3 Obliczanie grubości obudowy zespolonej i dwuwarstwowej

3 3 1 Obliczanie grubości obudowy zespolonej

3 3 1 1 Dobór grubości elementów obudowy zespolonej należy przeprowadzać w zależności od wartości stosunku

$$\frac{E}{E_1}$$

¹⁾ Informacje dodatkowe rys I-1

w którym

E_2 — współczynnik sprężystości zewnętrznego elementu (pierscienia) obudowy zespolonej, MPa,

E_1 — współczynnik sprężystości wewnętrznego elementu (pierscienia) obudowy zespolonej, MPa

Wartości współczynników sprężystości E_1 i E_2 należy przyjmować wg 3 2 1 1, 3 2 3 1 i 3 2 3 2, w zależności od rodzaju materiału obudowy

Przy doborze grubości można posługiwać się nomogramem ¹⁾

3 3 1 2 Sprawdzenie grubości obudowy zespolonej należy wykonywać kolejno

— reakcję między elementami obudowy zespolonej p_R należy obliczać w MPa wg wzoru

$$p_R = \frac{2p}{\frac{E_2}{E_1} (1 - R_2^{-2}) \left(\frac{R_1^2 + 1}{R_1 - 1} - \nu_1 \right) + R_2^{-2} + 1} \quad (9)$$

w którym

$$R_2 = \frac{r_2}{r_1},$$

$$R_1 = \frac{r_1 + a}{a},$$

p — obciążenie obliczeniowe obudowy zespolonej, MPa,

a — promień szybu w świetle obudowy, cm,

r_1 — promień zewnętrzny wewnętrznego pierścienia (elementu) obudowy zespolonej, cm,

r_2 — promień zewnętrzny obudowy zespolonej, cm,

ν_1 — współczynnik odkształcenia poprzecznego wewnętrznego elementu obudowy zespolonej (w przypadku obudowy z cegły lub betonitów $\nu_1 = 0$, w przypadku obudowy z betonu — wg 3 2 1 1a),

E_1, E_2 — wg 3 3 1 1,

— grubość wewnętrznego elementu (pierscienia) obudowy zespolonej należy sprawdzać (obliczać) — wg 3 2, przy czym jako obciążenie należy przyjmować p_R (wzór 9),

— grubość zewnętrznego elementu (pierscienia obudowy zespolonej) należy obliczać wg 3 2, przyjmując jako obciążenie obliczeniowe różnicę $p - p_R$

3 3 1 3 Sposób uproszczony Jeżeli grubość obudowy wstępnej z cegły klinkierowej wynosi $1\frac{1}{2}$

cegły, to grubość wewnętrznego pierścienia betonowego zespolonej obudowy betonowo-ceglanej można określać wg 3 2 1 2, przy czym wartości współczynnika korekcyjnego m należy przyjmować

$$m = 1,00 \text{ dla } \frac{E_2}{E_1} = 0,1,$$

$$m = 0,95 \text{ dla } \frac{F}{E_1} = 0,2,$$

$$m = 0,90 \text{ dla } \frac{E_2}{E_1} = 0,3$$

3 3 1 4 Uwzględnienie uplastycznienia materiałów obudowy W skałach kurzawkowych lub w zawodnionych skałach sypkich, mało spoiстых i spoiстых dopuszcza się uwzględnienie uplastycznienia materiałów obudowy, tj. równomierne wyczerpanie nosności obydwóch części obudowy w stanie granicznym, przy czym należy sprawdzić zachowanie ciągłości na ich kontakcie

3 3 1 5 Dokładność obliczeń — wg 3 2 1 3 Różnica między grubością obudowy przyjętą wg 3 3 1 1 i obliczoną wg 3 3 1 2 i 3 3 1 3 nie powinna przekraczać 5%

3 3 1 6 Zaokrąglanie wyników obliczeń i minimalna grubość pierścienia obudowy — wg 3 2 1 4, 3 2 1 5, 3 2 2 7 i 3 2 2 8, w zależności od rodzaju materiału, przy czym obliczoną wartość grubości pierścienia zewnętrznego z betonu należy zaokrąglić w górę do 10 cm

3 3 2 Obliczanie grubości obudowy dwuwarstwowej

3 3 2 1 Grubość wewnętrznego elementu (pierscienia) należy obliczać wg 3 2, przyjmując jako p obciążenie normowe pochodzące od ciśnienia hydrostatycznego wody (p_N^w) — wg BN-71/0434-02

3 3 2 2 Grubość zewnętrznego elementu (pierscienia) należy obliczać wg 3 2, przyjmując jako p obciążenie obliczeniowe w skałach zawodnionych pochodzące od ciśnienia gorotworu (p_g) — wg BN-71/0434-02

3 3 2 3 Uwzględnienie uplastycznienia materiałów obudowy W skałach kurzawkowych dopuszcza się uwzględnienie uplastycznienia materiałów obudowy, tj. równomierne wyczerpanie nosności wszystkich punktów przekroju każdej części obudowy

3 3 2 4 Sprawdzenie stateczności obudowy Po wykonaniu obliczeń należy sprawdzić stateczność każdej części obudowy W przypadku gdy sprawdzenie daje wynik negatywny, należy zmienić materiał lub grubość pierścienia obudowy i obliczenia powtórzyć

3 3 2 5 Dokładność obliczeń — wg 3 2 1 3

¹⁾ Informacje dodatkowe rys I-1

3 3 2 6 Zaokrąglenie wyników obliczeń i minimalna grubość pierścienia obudowy — wg 3 3 1 6

3 4 Obliczenie stóp szybowych

3 4 1 Metoda obliczania Stopy szybowe wykonane z betonu należy obliczać metodą stanów granicznych. Stopy szybowe wykonane z cegły lub betonitów należy obliczać metodą naprężeń dopuszczalnych, przy czym współczynnik pewności należy przyjmować $s = 2,5$. Dopuszcza się stosowanie współczynnika $s = 2$ w przypadku korzystnych warunków hydrogeologicznych.

3 4 2 Obciążenie obliczeniowe stopy szybowej Q należy obliczać w MN/m wg wzoru

$$Q = \gamma_f \gamma_m h_m d \quad (10)$$

w którym

γ_f — współczynnik obciążenia wg PN-74/B-02009 ($\gamma_f = 1,1$),

γ_m — ciężar objętościowy muru obudowy, MN/m³, wg PN-74/B-02009,

h_m — wysokość odcinka obudowy nie związanego z gorotworem i spoczywającego na stopie, m,

d — grubość obudowy, m

3 4 3 Szerokość stopy szybowej b należy obliczać, w m, wg wzoru

$$b = \frac{Q}{q_f^{(r)}} \cos \beta \quad (11)$$

w którym

Q — obciążenie obliczeniowe stopy szybowej wg 3 4 2, MN/m,

$q_f^{(r)}$ — obliczeniowe obciążenie jednostkowe podłoża stopy szybowej, MPa, wg tabl 5,

β — kąt nachylenia dolnej podstawy stopy do poziomu, należy przyjmować (w zależności od rodzaju skały wg BN-71/0434-02)

w skałach zwięzłych $\beta \leq 30^\circ$,

w skałach spoiowych, mało spoiowych i sypkich niezawodnionych $\beta \leq 20^\circ$,

w skałach spoiowych, mało spoiowych i sypkich zawodnionych $\beta \leq 10^\circ$

3 4 4 Wysokość stopy szybowej h_o należy obliczać, w m, wg wzorów

— dla stopy wykonanej z betonu

$$h_o = 1,309 \sqrt{\frac{Q b}{R_{bz}}} \quad (12)$$

w którym

Q — obciążenie obliczeniowe stopy szybowej wg 3 4 2, MN/m,

b — przyjęta szerokość stopy, m,

R_{bz} — wytrzymałość obliczeniowa betonu na rozciąganie wg PN-76/B-03264, MPa,

— dla stopy wykonanej z cegły lub betonitów

$$h_o = 1,732 \sqrt{\frac{Q b}{k_z}} \quad (13)$$

w którym

Q, b — jak we wzorze (12),

k_z — naprężenie dopuszczalne na zginanie obudowy stopy, MPa, należy przyjmować

dla muru z cegły $k_z = \frac{R_{nrg}}{s}$ — wg PN-67/B-03002,

dla muru z betonitów — jak dla cegły o zbliżonej wytrzymałości

Wysokość stopy szybowej należy sprawdzać na ścinanie wg wzorów

— dla stopy wykonanej z betonu

$$h_o \geq \frac{Q}{2 R_{bz}} \quad (14)$$

— dla stopy wykonanej z cegły lub betonitów

$$h_o \geq \frac{Q}{k_t} \quad (15)$$

w którym

Q, R_{bz} — jak we wzorach (10), (13),

k_t — naprężenie dopuszczalne na ścinanie obudowy stopy, MPa, należy przyjmować

dla muru z cegły $k_t = \frac{R_{nt}}{s}$ — wg PN-67/B-03002,

dla muru z betonitów — jak dla cegły o zbliżonej wytrzymałości

3 4 5 Dokładność i zaokrąglenie wyników obliczeń — wg 3 2 1 3, 3 2 1 4, 3 2 2 6, 3 2 2 7, 3 2 3 4 i 3 2 3 5, w zależności od rodzaju materiału obudowy

3 5 Stosowanie innych wzorów W szczególnych przypadkach dopuszcza się określenie wymiarów obudowy szybowej na podstawie analizy pracy obudowy w istniejących szybach wykonanych w podobnych warunkach geologicznych

Tablica 5 Obliczeniowe obciążenie jednostkowe podłoża stopy szybowej $q_f^{(r)}$

Podział gruntów wg PN-74/B-02480			Nazwa gruntów	Obliczeniowe obciążenie jednostkowe podłoża stopy szybowej $q_f^{(r)}$, MPa					
1	2	3	4	5	6	7	8		
Grunty rodzime	skaliste ¹⁾	twarde $R_c > 5$ MPa		lite	mało spękane	średnio spękane	bardzo spękane		
			krystaliczne i przeobrażone	4,0	2,0	1,5	1,0		
osadowe wapienne i piaskowce itp			2,0	1,0	0,8	0,6			
			margle kredowe, łupki, piaskowce słabo spójne, itp	1,0	0,5	0,4	0,3		
		miękkie $R_c \leq 5$ MPa	kreda, łółupki, itp	0,5	0,4	0,3	0,2		
Grunty rodzime	nieskaliste mineralne			przy wypełnieniu porów gruntem					
				spójnym					
				niespoistym (sypkim)	zwartym i półzwartym	twardoplastycznym i plastycznym	miękkoplastycznym		
		kamieniste	rumosze i wietrzelniny	0,7 — 0,35	0,4	0,4 — 0,2	0,2 — 0,1		
		gruboziarniste	zwały i pospółki (niezależnie od wilgotności)	0,6 — 0,3	0,35	0,35 — 0,2	0,2 — 0,1		
		drobnoziarniste			zagęszczone	sr zagęszczone	luźne		
			piaski grube i średnie (niezależnie od wilgotności)	0,5 — 0,4	0,4 — 0,3		0,3 — 0,2		
			piaski drobne i pylaste mało wilgotne	0,4 — 0,35	0,35 — 0,25		0,25 — 0,15		
			piaski drobne i pylaste wilgotne	0,35 — 0,28	0,28 — 0,20		0,20 — 0,12		
			piaski drobne i pylaste mokre	0,25 — 0,20	0,20 — 0,15		0,15 — 0,10		
					zwarte	półzwarte	twardoplastyczne	plastyczne	miękkoplastyczne
			piaski gliniaste, pyły, gliny, ility	0,35	0,35 — 0,25	0,25 — 0,15	0,15 — 0,08	wymagają badań	
			grunty prochniczne, namuły, torfy		wymagają badań				
Grunty nasypowe		nasypy budowlane i niekontrolowane	wymagają badań						

¹⁾ Wartości dla gruntów skalistych można wyznaczać doświadczalnie wg wzoru $q_f^{(r)} = \frac{R_c}{7}$ i zmniejszyć odpowiednio do spękania gruntu proporcjonalnie do wartości tabelarycznych

INFORMACJE DODATKOWE

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

2 Istotne zmiany w stosunku do BN-72/0434-03

- a) zaktualizowano tekst w nawiązaniu do postanowień PN-76/B-03264 i innych norm,
- b) współczynnik warunków pracy obudowy zastąpiono współczynnikiem korekcyjnym i obniżono jego wartości,
- c) zmieniono zasady przyjmowania minimalnej wartości grubości obudowy betonowej i żelbetowej,
- d) wprowadzono metodę stanów granicznych do wyznaczania stop szybowych wykonanych z betonu,
- e) metodę obliczania stóp szybowych dostosowano do postanowień PN-74/B-03020,
- f) zmieniono układ normy

3 Normy związane

- PN-74/B-02009 Obciążenia w obliczeniach statycznych Obciążenia stałe i zmienne
- PN-74/B-02480 Grunty budowlane Podział, nazwy, symbole i określenia
- PN-76/B-03001 Konstrukcje i podłoża budowli Ogólne zasady obliczeń
- PN-67/B-03002 Konstrukcje mурowe z cegły Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-74/B-03020 Grunty budowlane Projektowanie i obliczenia statyczne posadowień bezpośrednich
- PN-76/B-03264 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone Obliczenia statyczne i projektowanie
- PN-75/B-06250 Beton zwykły
- PN-71/B-12008 Cegła wypalana z gliny klinkierowa budowlana
- PN-65/B-14504 Zaprawy budowlane cementowe
- PN-76/C-96178 00 Przetwory naftowe Asfalty przemysłowe Postanowienia ogólne i zakres normy
- PN-74/G-06001 Szyby górnicze Obudowa mурowa i betonowa Wymagania i badania
- BN-71/0434-02 Szyby górnicze Obudowa Obciążenia
- BN-77/6741-02 Klinkier drogowy

- BN-66/6741-09 Cegły szybowe pełne wypalane z gliny
- BN-72/6791-01 Betonity klinowe do obudowy szybów
- BN-65/6791-06 Betonity prostokątne do obudowy wyrobisk górniczych

4 Normy zagraniczne

ZSRR СНиП II М 4 65 Подземные горные выработки предприятий по добыче полезных ископаемых Нормы проектирования

5 Autorzy projektu normy — mgr inż Jerzy Godziek,

doc dr inż Eugeniusz Posyłek, doc dr hab inż Andrzej Wachur, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Budownictwa Górniczego BUDOKOP, Mysłowice

6 Nomogramy

6.1 Nomogram do określania grubości obudowy pojedynczej podano na rys I-1

Sposób posługiwania się nomogramem (rys I-1) jest następujący

a) dla znanych wartości obciążenia i materiału obudowy obliczamy wartość stosunku $\frac{p}{k}$ wg wzoru

$$\frac{p}{k} = \begin{cases} \frac{m \cdot p}{R_b} & \text{dla obudowy betonowej — wg 3.2.1} \\ \frac{p}{k} & \text{dla obudowy mурowej z cegły lub betonitów — wg 3.2.3} \end{cases} \quad (I-1)$$

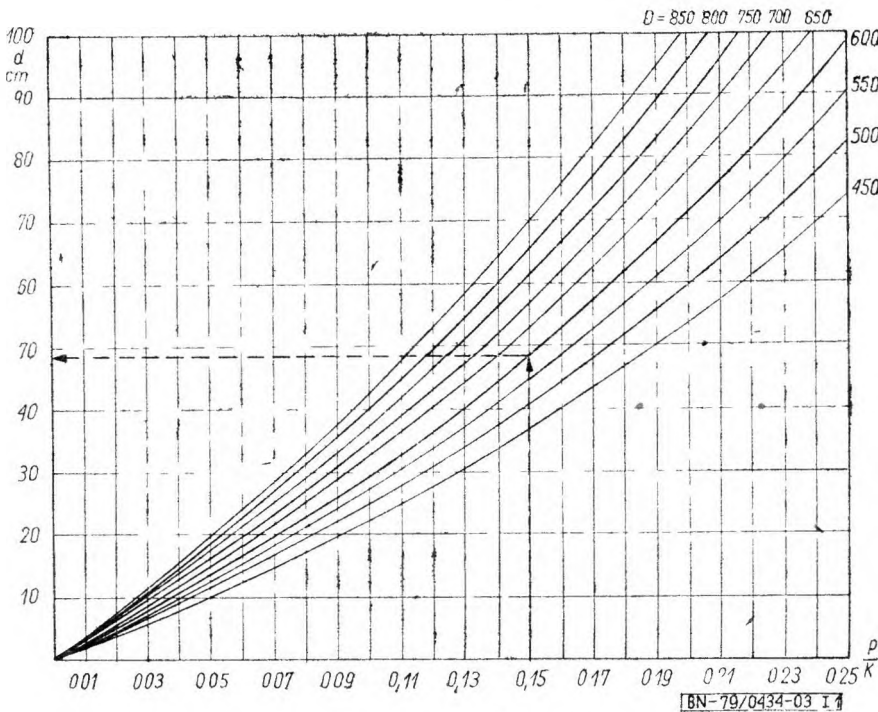
b) z punktu odpowiadającego obliczonej wartości $\frac{p}{k}$ wystawiamy prostą do przecięcia z krzywą odpowiadającą założonej średnicy szybu w świetle D ,

c) z punktu przecięcia prowadzimy prostą do przecięcia z osią grubości obudowy d — punkt przecięcia stanowi szukaną grubość obudowy pojedynczej

Przykład

$\frac{p}{k} = 0,15$, $D = 600$ cm Z nomogramu otrzymujemy $d = 49$ cm (po zaokrągleniu $d = 50$ cm)

6.2 Nomogramy dla określania wymiarów obudowy zespolonej podano na rys I-2 — I-4



Rys I-1 Nomogram do określenia grubości obudowy pojedynczej

Sposób posługiwania się nomogramami (rys I-2 — I-4) jest następujący

a) dla znanych wartości współczynników sprężystości pierścieni obudowy zespolonej obliczamy wartość stosunku $\frac{E_2}{E_1}$ — wg 3.3.11, określenie wymiarów obudowy

prowadzamy następnie na dwóch nomogramach, tzn dla $\frac{E_2}{E_1} = 0,0$ i $0,6$ lub $0,6$ i $1,2$ — w zależności od obliczonej E_1 wartości stosunku współczynników sprężystości,

b) wybieramy grubość pierścienia zewnętrznego d_z i obliczamy wartość stosunku $\frac{d_z}{a}$ (a — promień szybu w świetle obudowy),

c) obliczamy wartość stosunku $\frac{p}{k}$ wg wzoru (I-1), przy czym parametry związane z materiałem obudowy dotyczą pierścienia wewnętrznego obudowy zespolonej,

d) z punktu odpowiadającego obliczonej wartości $\frac{p}{k}$ prowadzimy prostą do przecięcia z krzywą, na której znajduje się punkt odpowiadający obliczonej wartości $\frac{d_z}{a}$

Punkt ten po odrzutowaniu na os R_1 wyznacza wartość $R_1 = \frac{r_1}{a}$,

e) grubość wewnętrznego pierścienia obudowy określamy według wzoru

$$d_w = a(R_1 - 1) \quad (I-2)$$

Przykład

D a n e

— pierścien zewnętrzny o grubości $d_z = 39$ cm wykonany z cegły klinkierowej klasy 350 na zaprawie marki 120,

— pierścien wewnętrzny wykonany z betonu B 400,

— obciążenie obliczeniowe $p = 4,0$ MPa,

— współczynnik korekcyjny $m = 1,1$,

— promień szybu w świetle obudowy $a = 300$ cm

T o k p o s t ę p o w a n i a

— współczynnik sprężystości zewnętrznego pierścienia obudowy (wzór 4)

$$E_2 = 0,8 \cdot 1100 \cdot 7,2 = 6330 \text{ MPa,}$$

— współczynnik sprężystości wewnętrznego pierścienia obudowy (PN-76/B-03264, tabl 4)

$$E_1 = 36000 \text{ MPa,}$$

— wartość stosunku $\frac{E_2}{E_1} = \frac{6330}{36000} = 0,176,$

— wartość stosunku $\frac{d_z}{a} = \frac{39}{300} = 0,13,$

— wytrzymałość obliczeniowa betonu na sciskanie (PN-76/B-03264, tabl 3)

$$R_b = \frac{22,0}{1,25} = 17,5 \text{ MPa,}$$

— wartość stosunku $\frac{p}{k}$ (wzór 1-1)

$$\frac{p}{k} = \frac{1,1 \cdot 40}{176} = 0,25,$$

— z rys I-2 otrzymujemy, że prosta poprowadzona z punktu $\frac{p}{k} = 0,25$ przebiega najbliżej punktu odpowiadającego $\frac{d_z}{a} = 0,08$ i wykracza poza zakres $R_1 = 1,35,$

— rys I-3 otrzymujemy, że prosta jw przebiega najbliżej punktu odpowiadającego $\frac{d_z}{a} = 0,12$

Po odrzutowaniu na os R_1 otrzymamy $R_1 = 1,28,$

— przez interpolację otrzymamy

$$R_1 = \frac{0,176}{0,6 - 0,0} (1,28 - 1,35) \approx -0,02,$$

— wartość R_1 po interpolacji

$$R_1 = 1,35 - 0,02 = 1,33,$$

— grubość wewnętrznego pierścienia obudowy (wzór I-2)

$$d_w = 300 (1,33 - 1) = 99 \text{ cm}$$

(po zaokrągleniu $d_w = 100$ cm)

Sprawdzając wg wzoru (8), otrzymamy

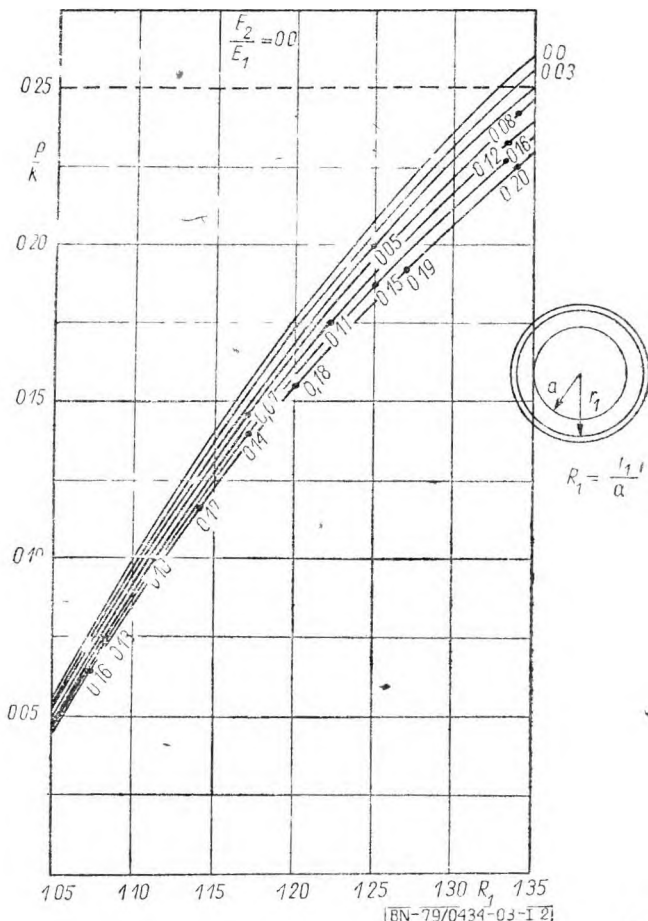
$$2 \cdot 4,0$$

$$p_R = \frac{0,176 \left[1 - \left(\frac{400}{439} \right)^4 \right] \left[\frac{\left(\frac{400}{300} \right)^2 + 1}{\left(\frac{400}{300} \right)^2 - 1} - 0,167 \right] + \left(\frac{400}{439} \right)^2 + 1}{2 \cdot 4,0} = 4,14 \text{ MPa}$$

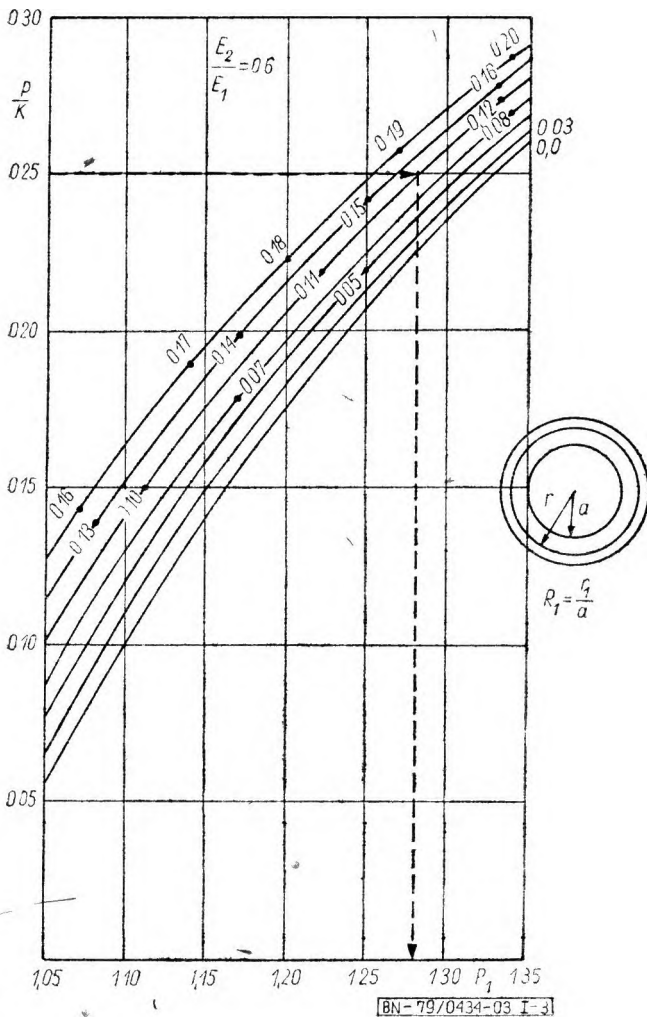
Grubość wewnętrznego pierścienia obudowy wyniesie (wzór 1)

$$d_b = 300 \left(\sqrt{\frac{17,6}{17,6 - 1,1 \cdot 4,14 \sqrt{3}} - 1} \right) = 104 \text{ cm}$$

Różnica między grubościami $\frac{104 - 100}{700} = 4\% < 5\%$



Rys I-2 Nomogram do określania wymiarów obudowy zespolonej ($\frac{E_2}{E_1} = 0,0$)



Rys I-3 Nomogram do określania wymiarów obudowy zespolonej ($\frac{E_2}{E_1} = 0,6$)

7 Przykłady obliczeń grubości obudowy

7.1 Obudowa pojedyncza z cegły (betonitów)

Dane wyjściowe szyb o średnicy w świetle 600 cm obciążenie obliczeniowe wg BN-71/0434-02 obudowy szybu wynosi $p = 0,249$ MPa

Tok obliczeń jest następujący

a) przyjmuje się klasę cegły (betonitów) i markę zaprawy zgodnie z 2 2 1 1 (2 2 1 2) i 2 2 1 4 mur z cegły szybowej klasy 250 na zaprawie cementowej marki 30,

b) z tabl 3 (w przypadku muru z betonitów z tabl 4) odczytujemy wartość wytrzymałości normowej na ściskanie

$$R_{nc} = 5,4 \text{ MPa}$$

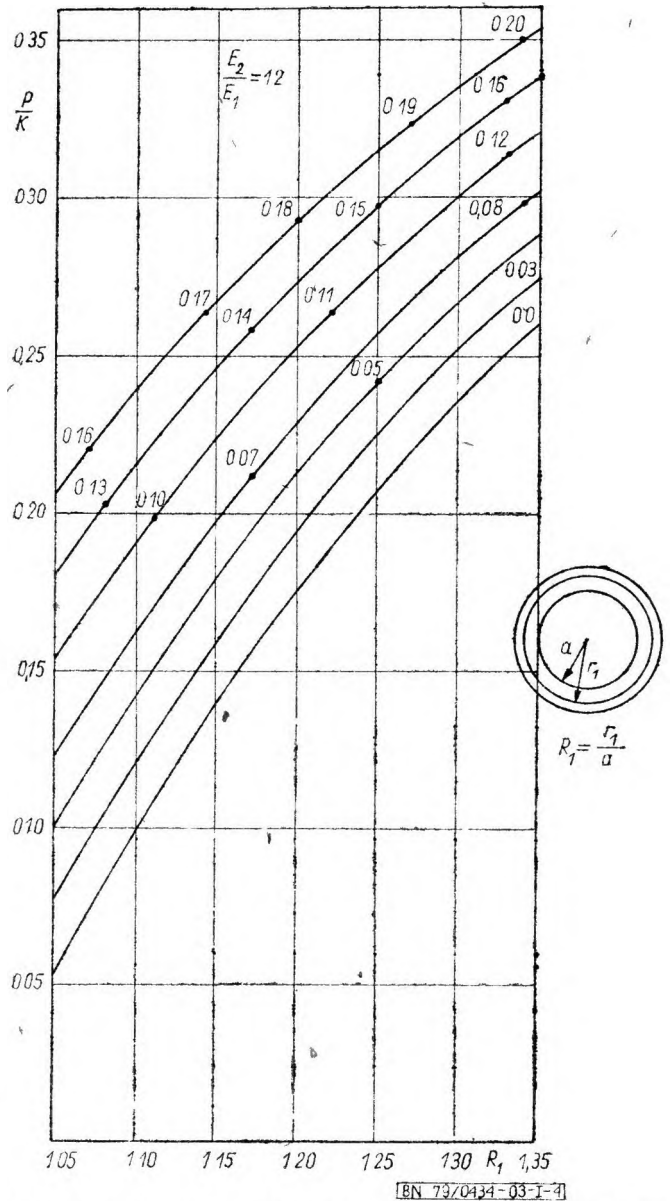
c) naprężenie dopuszczalne na ściskanie oblicza się wg wzoru (5) (w przypadku muru z betonitów — wg wzoru 7),

$$k = \frac{5,4}{2,5} = 2,1 \text{ MPa}$$

d) grubość obudowy oblicza się wg wzoru

$$d_c = 300 \left(\sqrt{\frac{2,1}{2,1 - 0,249 \sqrt{3}} - 1} \right) = 36,5 \text{ cm}$$

e) przyjmuje się ostatecznie grubość obudowy $1 \frac{1}{2}$ cegły



Rys I-4 Nomogram do określania wymiarów obudowy zespolonej ($\frac{E_2}{E_1} = 1,2$)

7.2 Obudowa pojedyncza z betonu

Dane wyjściowe szyb o średnicy w świetle 600 cm, obciążenie obliczeniowe wg BN-71/0434-02 obudowy szybu wynosi $p = 3,08$ MPa, rodzaj górotworu skały zawodnione

Tok obliczeń jest następujący

a) przyjmuje się klasę betonu B 350,

b) z tabl 3 PN-76/B-03264 odczytujemy wartość wytrzymałości obliczeniowej betonu na ściskanie

$$R_b = \frac{19,5}{1,25} = 15,6 \text{ MPa},$$

c) wartość współczynnika korekcyjnego przyjmuje się zgodnie z 3 2 1 b) $m = 1,0$,

d) grubość obudowy oblicza się wg wzoru (1)

$$d_b = 300 \left(\sqrt{\frac{15,6}{15,6 - 1,0 \cdot \frac{3,08 \sqrt{3}}{3}} - 1} \right) = 69,8 \text{ cm}$$

e) przyjmuje się ostatecznie grubość obudowy 70 cm

7.3 Obudowa pojedyncza żelbetowa

Dane wyjściowe szyb o średnicy w świetle 600 cm, obciążenie obliczeniowe obudowy szybu wg

BN-71/0434-02 wynosi $p = 2,52$ MPa, współczynnik korekcyjny wg 3 2 1 b) $m = 1,1$

Tok obliczeń jest następujący

a) przyjmuje się wartość współczynnika ω zgodnie z 3 2 2 3 $\omega = 0,20$,

b) wartość siły podłużnej N oblicza się wg wzoru (2)

$$N = 1,1 \cdot 2,52 \cdot 3,00 = 8,316 \text{ MN/m,}$$

c) wartość mimosrodu e_o oblicza się wg wzoru (3)

$$e_o = \frac{0,20}{2 \cdot (3 + 0,20)} \cdot 300 = 9,38 \text{ cm}$$

d) dalsze obliczenia prowadzi się zgodnie z PN-76/B-03264 p 5 2

7 4 Obudowa dwuwarstwowa (rozdzielna)

Dane wyjściowe szyb o średnicy w świetle 600 cm, obciążenie normowe pochodzące od ciśnienia hydrostatycznego wody (wg BN-71/0434-02) $p_N^z = 3,00$ MPa, obciążenie obliczeniowe w skałach zawodnionych pochodzące od ciśnienia skał (wg BN-71/0434-02) $p_g = 0,242$ MPa

Tok obliczeń jest następujący

a) przyjmuje się materiały obudowy

— pierścien wewnętrzny beton B 350,

— pierścien zewnętrzny mur z cegły klinkierowej klasy 250 na zaprawie cementowej marki 80,

— pierścien uszczelniający folia PCW łączona przez zgrzewanie,

b) postępując jak w 7 1 i 7.2 Informacji dodatkowych otrzymamy $R_b = 15,6$ MPa, $k = 2,1$ MPa,

c) wartość współczynnika korekcyjnego przyjmujemy zgodnie z 3 2 1 b) $m = 1,0$,

d) grubość pierścienia wewnętrznego obliczamy zgodnie z 3 3 2 1

$$d_b = 300 \left(\sqrt{\frac{15,6}{15,6 - 1,0 \cdot 3,00 \sqrt{3}} - 1} \right) = 67,4 \text{ cm}$$

(przyjmujemy $d_b = 70$ cm),

e) grubość pierścienia zewnętrznego obliczamy zgodnie z 3 3 2 2

$$d_e = (300 + 70) \left(\sqrt{\frac{2,1}{2,1 - 0,242 \sqrt{3}} - 1} \right) = 43,6 \text{ cm}$$

(przyjmujemy grubość pierścienia zewnętrznego 2 cegły)