

OBUDOWA WYROBISK GÓRNICZYCH	NORMA BRANŻOWA	BN-77
	Wyrobiska korytarzowe i komorowe Obudowa z betonu natryskowego	0434-06
	Beton natryskowy Wymagania i badania	Grupa katalogowa I 02

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące betonu natryskowego stosowanego w obudowach górniczych.

1.2. Określenia

1.2.1. Beton natryskowy — sztuczny kamień, utworzony na powierzchniach konstrukcji, gruntów, skał lub odeskowań, w wyniku stwardnienia natryskanej warstwy mieszanki betonowej.

1.2.2. Sucha mieszanka betonowa — mieszanina kruszywa, cementu i w razie potrzeby sproszkowanych dodatków.

1.2.3. Mokra mieszanka betonowa — mieszanina kruszywa, cementu, wody i w razie potrzeby dodatków.

1.2.4. Transport pneumatyczny — transport rurowy suchej lub mokrej mieszanki betonowej za pomocą sprężonego powietrza.

1.2.5. Transport hydrauliczny — transport rurowy mokrej mieszanki betonowej za pomocą pompy.

1.2.6. Metoda sucha — metoda wykonywania betonu natryskowego przy użyciu urządzeń transportujących suchą mieszankę betonową sposobem pneumatycznym; woda przy tej metodzie doprowadzana jest do dyszy natryskowej.

1.2.7. Metoda mokra — metoda wykonywania betonu natryskowego przy użyciu urządzeń transportujących mokrą mieszankę betonową sposobem pneumatycznym lub hydraulicznym.

1.2.8. Betoniarzka natryskowa — urządzenie do wykonywania betonu natryskowego metodą suchą.

1.2.9. Natryskownica betonu — urządzenie do

wykonywania betonu natryskowego metodą mokrą.

1.2.10. Pneumatyczna natryskownica betonu — natryskownica transportująca mieszankę betonową sposobem pneumatycznym.

1.2.11. Hydrauliczna natryskownica betonu — natryskownica transportująca mieszankę betonową sposobem hydraulicznym.

1.2.12. Dysza natryskowa — końcówka giętkiego przewodu do transportu mieszanki betonowej, do której doprowadzone są w zależności od metody wykonywania betonu natryskowego powietrze lub woda i dodatki. Dysza natryskowa służy do wymieszania doprowadzonych składników z mieszanką betonową.

1.2.13. Odprysk — część mieszanki betonowej odpadająca w czasie natrysku.

1.2.14. Podłoże — powierzchnia konstrukcji, gruntów, skał lub odeskowań, na którą natryskiwana jest mieszanka betonowa.

1.2.15. Przyczepność betonu natryskowego do podłoża — opór przeciwko odrywaniu betonu natryskowego od podłoża w daN/cm².

1.2.16. Klasa betonu natryskowego — jak klasa betonu zwykłego wg PN-75/B-06250.

2. WYMAGANIA

2.1. Składniki betonu natryskowego

2.1.1. Cement. Zaleca się stosować rodzaje cementu wg tabl. 1 na str. 2.

2.1.2. Kruszywo

2.1.2.1. Rodzaje kruszywa. Zaleca się stosować naturalne kruszywo kamienne (otoczkowe) wg BN-69/6721-02. Ziarna kruszywa powinny mieć kształt zbliżony do sześcianu o zaokrąglonych krawędziach.

Zgłoszona przez Główné Biuro Studiów i Projektów Górniczych
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa dnia 19 marca 1977 r.
jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą
od dnia 1 października 1977 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 10/1977 poz. 33)

Tablica 1

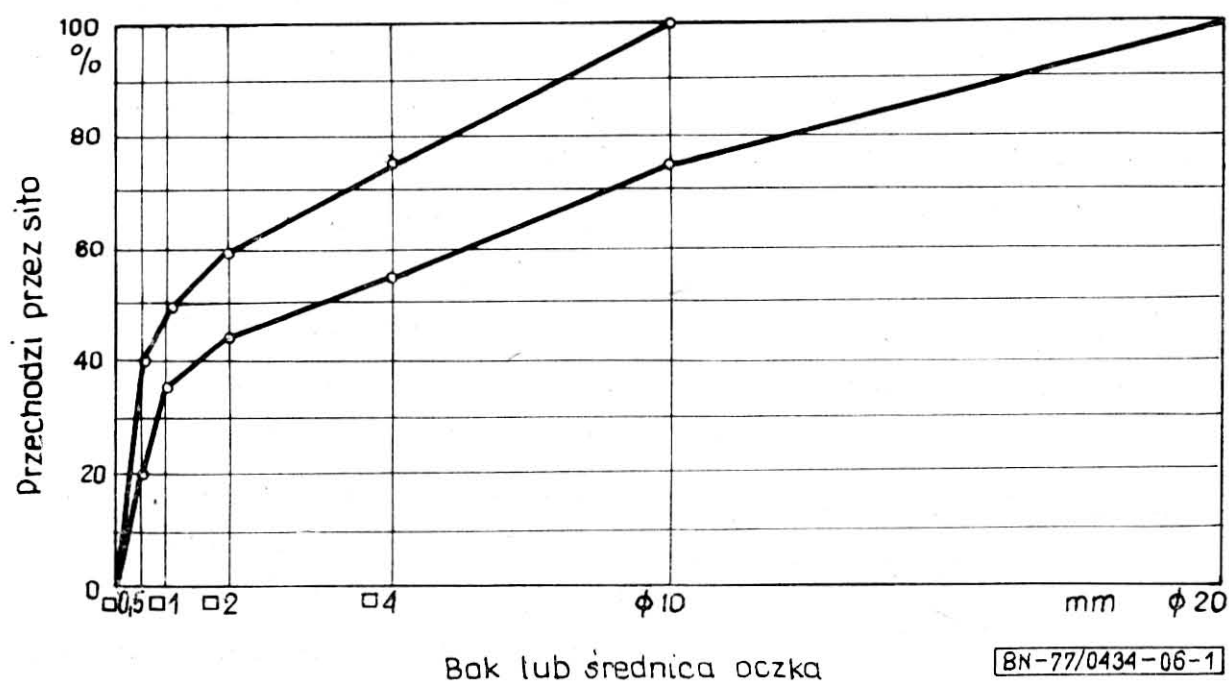
Rodzaj cementu	Główne zastosowanie
Cement portlandzki 250 wg PN-74/B-30000	do betonu natryskowego klasy nie większej niż B150 wykonanego natryskownicą pneumatyczną lub betoniarką natryskową
Cement portlandzki 350 wg PN-74/B-30000	do betonu natryskowego klasy B150 i większej wykonanego natryskownicą pneumatyczną lub betoniarką natryskową i do betonu natryskowego klasy B75 i B100 wykonanego natryskownicą hydrauliczną

2.1.2.2. Uziarnienie kruszywa. W zależności od stosowanego urządzenia do wykonywania betonu natryskowego (sposobu transportu masy betono-

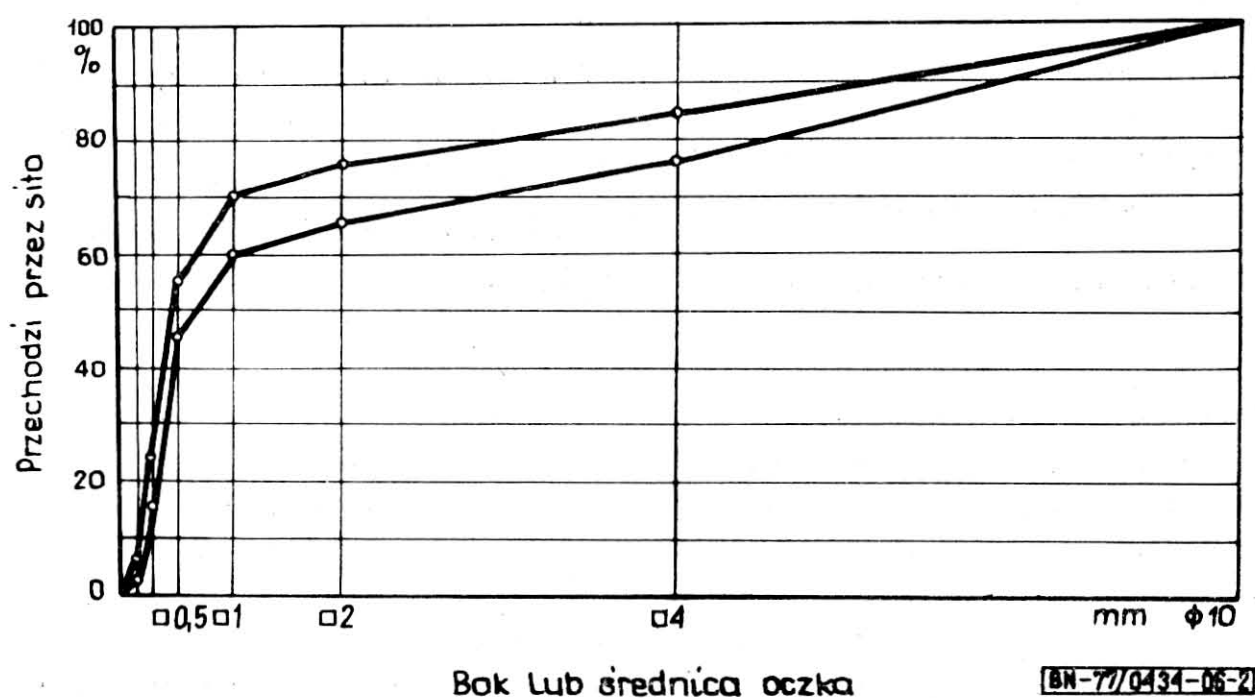
wej) powinno być używane kruszywo o następującym uziarnieniu:

a) przy stosowaniu natryskownic pneumatycznych i betoniarek natryskowych krzywa uziarnienia kruszywa powinna mieścić się w granicach pokazanych na rys. 1, przy czym kruszywo może być pozbawione frakcji 2÷5 mm. Zaleca się stosowanie mieszanki piaskowo-żwirowej do 20 mm wg BN-69/6721-02 z zawartością ziarn o wielkości do 2,5 mm w ilości wagowej $50 \pm 10\%$. Zawartość ziarn do 5 mm w mieszance piaskowo-żwirowej może przekraczać wagowo 60%,

b) przy stosowaniu natryskownic hydraulicznych krzywa przesiewu kruszywa powinna mieścić się między krzywymi pokazanymi na rys. 2. Zaleca się uzgodnić skład mieszanki z dostawcą bądź mieszać piasek odmiany pierwszej wg BN-69/6721-02 ze żwirem 5÷10 mm w stosunku wagowym piasku do żwiru 3 : 1.



Rys. 1



Rys. 2

2.1.3. Woda zarobowa — wg PN-75/C-04630.

2.1.4. Dodatki do betonu natryskowego należy stosować zgodnie z PN-75/B-06250. Dodatki przyspieszające wiązanie i twardnienie betonu należy doprowadzać do dyszy natryskowej.

Przy mokrej metodzie wykonywania betonu zaleca się dozować dodatki w postaci sproszkowanej a przy suchej metodzie wykonywania betonu — w postaci płynnej. Inne dodatki mogą być dozowane w trakcie przygotowania mieszanki betonowej.

2.2. Właściwości betonu natryskowego

2.2.1. Klasa betonu natryskowego. W konstrukcjach z betonu natryskowego zaleca się stosować jedną z następujących klas betonu natryskowego: B75, B100, B150, B200.

2.2.2. Wytrzymałość gwarantowana betonu natryskowego na ściskanie R_b^G w daN/cm² — jak dla betonu zwykłego wg PN-75/B-06250.

2.2.3. Wytrzymałość średnia ($\bar{R}$) w daN/cm² wymagana dla uzyskania wytrzymałości gwarantowanej — wg tabl. 2.

Tablica 2

Klasa betonu natryskowego	B75	B100	B150	B200
R_b^G	75	100	150	200
$\bar{R}$	110	140	200	270

2.2.4. Wytrzymałość określona w innych terminach. Zależność między wytrzymałością umowną (R_b^u) a wytrzymałością na ściskanie betonu natryskowego w okresie innym niż 28 dni należy ustalać doświadczalnie dla konkretnych warunków wykonania betonu natryskowego.

2.2.5. Przyczepność betonu natryskowego. Konstrukcja z betonu natryskowego powinna ściśle przylegać do podłoża i mieć przyczepność określoną w dokumentacji lecz nie mniejszą niż 2 daN/cm² po 28 dniach twardnienia.

2.3. Ustalanie składu betonu natryskowego

2.3.1. Zasady ogólne. Skład betonu natryskowego może być ustalany dowolną metodą zgodnie z wytycznymi PN-75/B-06250.

2.3.2. Zależność wytrzymałości umownej (R_b^u) od składu betonu natryskowego. W metodach obliczeniowych wartość współczynnika $\frac{c}{w}$ należy przyjmować wg wzoru

$$\frac{c}{w} = \frac{R_b^u}{A_1} + 0,5 \quad (1)$$

w którym:

c — masa cementu w 1 m³ betonu natryskowego, kg,

w — masa wody w 1 m³ betonu natryskowego, kg,

A_1 — współczynnik uwzględniający aktywność spoiwa, jakość kruszywa oraz warunki wykonywania betonu natryskowego, wyznaczony doświadczalnie dla określonych warunków; jeśli nie jest wyznaczony doświadczalnie, A_1 dla $\frac{c}{w} > 2,0$ można przy zastosowaniu kruszywa wg 2.1.2 przyjmować wg tabl. 3.

Tablica 3

Kierunek natrysku	Współczynnik A_1 przy zastosowaniu marki cementu	
	250	350
poziomy lub lekko skośny do góry	100	125
skośny lub pionowy do góry	85	105

W przypadku doświadczalnego ustalania składu betonu natryskowego w oparciu o badania wytrzymałościowe próbek typu B wykonanych zgodnie z PN-75/B-06250, wymaganą wytrzymałość umowną betonu natryskowego R_b^u należy określać w daN/cm² wg wzoru

$$R_b^u = \beta \cdot R_{\square 15} \quad (2)$$

w którym:

β — współczynnik uwzględniający sposób wykonywania betonu natryskowego, dla natryskownic hydraulicznych 0,80; dla natryskownic pneumatycznych 1,0; dla betoniarek natryskowych 0,90,

$R_{\square 15}$ — wytrzymałość na ściskanie próbki betonu o wymiarze $a=15$ cm wykonywanej z mieszanki betonowej użytej na budowie, daN/cm²

2.4. Wykonywanie betonu natryskowego

2.4.1. Przygotowanie podłoża. Powierzchnia podłoża powinna być szorstka i oczyszczona z tłuszczów, pyłu i luźnych odłamków skalnych. Przy wykonywaniu betonu natryskowego o wysokim wskaźniku cementowo-wodnym, podłoże powinno być dostatecznie zwilżone. Ściekającą po podłożu wodę należy ująć i odprowadzić za pomocą odpowiedniego drenażu.

Podłoże powinno być dostatecznie sztywne.

2.4.2. Zabetonowanie elementów stalowych. Elementy stalowe powinny być przymocowane do podłoża w sposób umożliwiając ich dokładne obe-

tonowanie przy jednoczesnym uzyskaniu wymaganej przyczepności konstrukcji do podłoża. Elementy stalowe nie powinny zmieniać swojego położenia w czasie natrysku, a grubość ich pokrycia warstwą betonu powinna wynosić co najmniej 2 cm. Oczka siatki zbrojeniowej powinny mieć kształt kwadratu lub prostokąta, w którym wymiar mniejszego boku powinien wynosić co najmniej 10 cm.

2.4.3. Przygotowanie mieszanki betonowej. Mieszanka betonowa powinna być przygotowana zgodnie z wymaganiami PN-75/B-06250 z uwzględnieniem metody wykonywania betonu natryskowego. Czas mieszania suchych składników betonu natryskowego powinien wynosić co najmniej 3 min.

2.4.4. Prowadzenie dyszy natryskowej. Dysza natryskowa powinna być prowadzona prostopadle do podłoża. Odległość wylotu dyszy natryskowej od podłoża należy ustalać indywidualnie w zależności od prędkości wylotowej ziarn. Przy pneumatycznym transporcie mieszanki betonowej wylot dyszy natryskowej powinien znajdować się w odległości od 0,5 do 1,0 m od podłoża, a przy hydraulicznym transporcie od 0,2 do 0,4 m. Grubość warstwy betonu natryskowego nałożonej w jednym cyklu betonowania zależy od lokalnych warunków i stosowanego rodzaju dodatku przyspieszającego wiązanie i twardnienie betonu. Dla uzyskania umiarkowanej ilości odpadu, grubość warstwy nałożonej w jednym cyklu betonowania na pionową ścianę nie powinna być większa niż 10 cm, przy betonowaniu pułapu wyrobiska nie większa niż 5 cm.

2.4.5. Pielęgnacja betonu natryskowego. Zaleca się stosować pielęgnację betonu natryskowego zgodnie z PN-75/B-06250, a w szczególności utrzymywanie cienkościennych powłok betonowych w stanie wilgotnym przez co najmniej 7 dni.

2.4.6. Wykonywanie betonu natryskowego w warunkach obniżonych temperatur. Beton natryskowy w warunkach obniżonych temperatur należy wykonywać zgodnie z PN-75/B-06250. Na zamrożone podłoże nie należy nakładać betonu natryskowego.

e) sprawdzenie prowadzenia dyszy natryskowej (2.4.4),

f) sprawdzenie wytrzymałości betonu na ściskanie (2.2.3),

g) sprawdzenie przyczepności betonu natryskowego (2.2.5).

3.2. Plan kontroli jakości robót betonowych. Jakość wykonywanego betonu natryskowego w warunkach kopalnianych powinna być na bieżąco kontrolowana na podstawie opracowanego planu kontroli jakości dostosowanego do wymagań technologii wykonania. Plan kontroli powinien obejmować badania przewidziane niniejszą normą oraz badania konieczne dla potwierdzenia prawidłowości przebiegu zastosowanych zabiegów technologicznych.

3.3. Opis badań

3.3.1. Sprawdzenie jakości składników betonu — wg PN-75/B-06250.

3.3.2. Sprawdzenie przygotowania podłoża należy przeprowadzać nieuzbrojonym okiem, oceniając stopień czystości i szorstkości podłoża przed wykonywaniem betonu natryskowego na zgodność z wymaganiami 2.4.1.

3.3.3. Sprawdzenie zabetonowania elementów stalowych należy przeprowadzać porównując zgodność wykonania zbrojenia z dokumentacją konstrukcji i wymaganiami 2.4.2.

3.3.4. Sprawdzenie przygotowania mieszanki betonowej. Kontrolę jakości przygotowania masy betonowej należy przeprowadzić dla betonu natryskowego klasy B150 i B200 jak dla betonu zwykłego wg PN-75/B-06250.

Próbki dla kontroli jakości przygotowania mieszanki betonowej należy pobierać z mieszarki natryskownicy.

3.3.5. Sprawdzenie prowadzenia dyszy natryskowej należy przeprowadzać nieuzbrojonym okiem, oceniając prawidłowość przebiegu procesu ułożenia mieszanki betonowej na podłożu na zgodność z wymaganiami 2.4.4, przy czym ilość odprysku nie powinna przekraczać wartości podanych w tabl. 4.

Tablica 4

Kierunek natrysku	Największa dopuszczalna ilość odprysku, %
poziomy lub lekko skośny do góry	10
skośny lub pionowy do góry	20

3.3.6. Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie na zgodność z wymaganiami 2.2.3 należy przepro-

3. BADANIA

3.1. Rodzaje badań

- sprawdzenie składników betonu (2.1),
- sprawdzenie przygotowania podłoża (2.4.1),
- sprawdzenie zabetonowania elementów stalowych (2.4.2),
- sprawdzenie przygotowania mieszanki betonowej (2.4.3),

wadzać wg PN-75/B-06250 z wyjątkiem sposobu wykonania próbek.

Próbki dla badań wytrzymałości na ściskanie należy pobierać z konstrukcji przez wykucie z niej bryły o takiej wielkości, aby po obrobieniu można było uzyskać sześcian o wymiarach krawędzi około 10 cm lub za pomocą wiercenia rdzeniowego.

Dopuszcza się również pobieranie próbek z płyty próbnej o wymiarach 50×50 cm i o grubości aktualnie wykonywanej warstwy betonu natryskowego, jednak nie mniejszej niż 12 cm. Płytę próbną należy formować poprzez natryskiwanie betonu na podkładkę drewnianą umieszczoną w miejscu wznoszenia konstrukcji przy zachowaniu identycznych warunków jej wykonywania.

Liczba próbek oraz częstość i miejsca ich pobierania (wykonania płyt próbnych) należy każdorazowo ustalać w planie kontroli (3.2), w zależności od rodzaju obudowy i ważności obiektu. Przy pobieraniu próbek z konstrukcji ich liczba nie może być mniejsza niż 3 sztuki na każde 50 m³ wykonanego betonu natryskowego.

Przy wykonywaniu płyt próbnych ich liczba powinna wynosić co najmniej 1 sztukę na każde 50 m³ wykonanego betonu natryskowego a z każdej płyty próbnej należy wyciąć co najmniej 3 próbki.

Do badania wytrzymałości przed upływem 28 dni odpuszcza się stosowanie urządzenia pomiarowego typu Kaindl-Meyco.

3.3.7. Sprawdzenie przyczepności betonu natryskowego. Przyczepność betonu natryskowego należy określać na podstawie wyrywania naciętych w świeżym betonie (aż do podłoża konstrukcji) próbek o wymiarach 12×12 cm. W tym celu należy na lekko wygładzoną powierzchnię próbki przykleić płytkę z odpowiednim uchwytem i wyrwać ją przy użyciu wyrwarki.

Przyczepność betonu natryskowego τ_p do podłoża w daN/cm² należy określać według wzoru

$$\tau_p = \frac{P}{F} \quad (3)$$

w którym:

P — siła wyrywania, daN,

F — przekrój powierzchni próbki przylegającej do podłoża, cm².

Konieczność sprawdzenia przyczepności betonu natryskowego do podłoża, liczbę prób oraz okres, po którym powinny być przeprowadzane badania należy każdorazowo ustalić w planie kontroli jakości robót betonowych.

K O N I E C

Informacje dodatkowe

INFORMACJE DODATKOWE

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

2. Normy związane

PN-75/B-06250 Beton zwykły

PN-74/B-30000 Cement portlandzki

PN-75/C-04630 Woda do celów budowlanych. Wymagania i badania

BN-69/6721-02 Kruszywo mineralne. Naturalne kruszywa kamienne do betonu zwykłego.

3. Zalecane mieszanki dla wykonywania betonu natryskowego w warunkach kopalnianych wg tabl. I-1.

4. Aktualnie stosowane typy natryskownic pozwalają uzyskać klasy betonu podane w tabl. I-2.

5. Autor projektu normy — dr inż. Jan Mateja — Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Budownictwa Górniczego BUDOKOP, Mysłowice.

Tablica I-1

Składniki betonu natryskowego	Jedn. miary	Typ natryskownicy			
		USI-139, HNBT-1		WUBET-400	
		Klasa betonu natryskowego			
		B100		B200	
Kruszywo 0 ÷ 10 mm wg 2.1.2	kg	1500		—	
Kruszywo 0 ÷ 20 mm wg 2.1.2		—		1880	
Cement portlandzki 350		450		400	
Woda zarobowa + + wilgotność kruszywa		250		160	130
Szkło wodne		50			40

Tablica I-2

Urządzenie do wykonywania betonu natryskowego	Klasa betonu natryskowego
Hydrauliczna natryskownica PIONIER USI 139, HNBT-1	B75 B100
Wszystkie typy betoniarek natryskowych (GM 57, Aliwa, BN-4)	B100 B150
Pneumatyczna natryskownica WUBET-400	B150 B200