

ZABEZPIECZENIE PRZECIWPOŻAROWE KOPALNI	N O R M A   B R A N Ż O W A	<b>BN-87</b> <b>0426-01</b>
	Pyłomierze Ogólne wymagania i badania	
		Grupa katalogowa 0107

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są ogólne wymagania i badania dotyczące pyłomierzy stosowanych do pomiaru stężeń zanieczyszczeń pyłowych w podziemnych wyrobiskach górniczych oraz w powierzchniowych pomieszczeniach związanych bezpośrednio z prowadzeniem ruchu w podziemiach kopalń.

### 1.2. Określenia

**1.2.1. stężenie zanieczyszczeń pyłowych** — masa pyłu zawarta w jednostce objętości powietrza, wyrażona w  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

**1.2.2. pyłomierz** — urządzenie przeznaczone do pomiaru stężenia zanieczyszczeń pyłowych w środowisku pracy ludzi.

**1.2.3. pyłomierz stanowiskowy** — pyłomierz przeznaczony do pomiaru stężenia zanieczyszczeń pyłowych w wybranym miejscu stanowiska pracy załogi.

**1.2.4. pyłomierz osobisty** — pyłomierz przyporządkowany w dniu pomiaru danemu pracownikowi, przeznaczony do pomiaru stężenia zanieczyszczeń pyłowych w miejscach jego pracy.

**1.2.5. pyłomierz wzorcowy** — umownie przyjęty typ pyłomierza, z którego wskazaniem porównuje się wskazania pyłomierzy innych typów.

**1.2.6. pył całkowity** — zbiór ziarn pyłu, które w procesie oddychania mogą wnikać do organizmu człowieka.

**1.2.7. pył wdychalny (respirabilny)** — zbiór ziarn pyłu, które w procesie oddychania mogą wnikać do dolnych partii dróg oddechowych człowieka.

**1.2.8. średnica aerodynamiczna ziarna pyłu** — umowna średnica kuli o gęstości równej gęstości badanego pyłu, której prędkość swobodnego opadania w nieruchomym powietrzu przy ciśnieniu 1013 hPa (760 mm Hg) i temperaturze 20°C jest równa prędkości opadania ziarna pyłu.

## 2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

**2.1. Podział pyłomierzy** — wg tabl. 1.

Tablica 1

Lp.	Podstawa podziału	Nazwa rozwiązania technicznego i jego symbol
1	Miejsce zainstalowania	stanowiskowe — ST osobiste — OS
2	Zasada działania	filtracyjna — FI rozproszenie światła — OR absorpcja promieniowania jonizującego — A inna — DE
3	Rodzaj zastosowanego kolektora pyłu	filtr membranowy — M filtr piankowy — P filtr włókninowy lub tkaninowy — W płytko lub taśma przylepna — T bez kolektora — Z
4	Rodzaj zastosowanego selektora ziarn	selektor płytkowy — E cyklon — CY impaktor — I inny — DE
5	Sposób zasilania	elektryczny z akumulatora — B elektryczny z sieci — S sprężonym powietrzem — P przepływ niewymuszony — N
6	Wynik pomiaru	pośredni, obliczony na podstawie masy pobranej próbki pyłu i objętości powietrza — 1 bezpośredni cyfrowy lub analogowy — 2

**2.2. Sposób budowy oznaczenia.** Oznaczenie powinno zawierać następujące dane:

a) skróconą nazwę: PYŁOMIERZ ST lub PYŁOMIERZ OS,

b) symbol literowy zasady działania wg tabl. 1 lp. 2,

c) symbol literowy rodzaju zastosowanego kolektora pyłu wg tabl. 1 lp. 3,

d) symbol literowy sposobu zasilania wg tabl. 1 lp. 5,

f) symbol cyfrowy odczytu wyniku pomiaru wg tabl. 1 lp. 6,

g) numer normy.

Zgłoszona przez Główny Instytut Górnictwa  
Ustanowiona przez Ministra Górnictwa i Energetyki dnia 22 października 1987 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 lipca 1988 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 14/1987, poz. 36)

### 3. WYMAGANIA

**3.1. Zasada działania.** Zasada działania i konstrukcja pyłomierza powinny zapewniać wydzielenie w trakcie pomiaru pyłu wdychalnego (respirabilnego).

Charakterystyka wymiarowa pyłu wdychalnego wydzielonego w trakcie pomiaru powinna odpowiadać warunkom podanym w tabl. 2.

Tablica 2

Aerodynamiczna średnica ziarna $\mu\text{m}$	Udział masy pyłu wdychalnego zatrzymanego w selektorze %	Udział masy pyłu wdychalnego przechodzącego przez selektor %
do 2	max 15	min 85
powyżej 2 do 5	60 ÷ 40	40 ÷ 60
powyżej 5 do 10	min 95	max 5

**3.2. Kontrola strumienia objętości pobieranego powietrza.** Pyłomierze z wymuszonym przepływem powietrza powinny być wyposażone w urządzenie do kontroli strumienia objętości przepływającego powietrza.

**3.3. Prędkość zasysania w pyłomierzach z wymuszonym przepływem powietrza** powinna wynosić 0,5 ÷ 2,5 m/s.

**3.4. Źródła energii zasilania pyłomierzy z wymuszonym przepływem powietrza** powinny zapewniać co najmniej 8-godzinną nieprzerwaną ich pracę.

**3.5. Stabilność zasysania.** W czasie 8-godzinnej nieprzerwanej pracy pyłomierza z wymuszonym przepływem strumień objętości zasysanego powietrza nie powinien się zmniejszyć więcej niż o 10% wartości znamionowej.

**3.6. Zabezpieczenie przeciwwybuchowe.** Pyłomierze zasilane elektrycznie powinny odpowiadać wymaganiom wg PN-83/E-08110.

Pyłomierze stanowiskowe powinny ponadto odpowiadać wymaganiom wg PN-85/E-08112 lub PN-83/E-08116, a pyłomierze osobiste — PN-84/E-08107.

**3.7. Rozrzut wyników pomiarów.** Stosunek średniej wartości zapylenia zmierzonego w serii co najmniej 10 pomiarów wykonanych w jednakowych warunkach do średniego zapylenia standardowego nie powinien być mniejszy niż 1,4.

**3.8. Porównywalność wskazań pyłomierza z pyłomierzem wzorcowym.** W instrukcji obsługi każdego pyłomierza powinna być podana zależność umożliwiająca przeliczenie wskazań tego pyłomierza na wskazania pyłomierza przyjętego jako wzorcowy.

**3.9. Czułość pyłomierza.** Przy 8-godzinnym pomiarze pyłomierz stanowiskowy z odczytem 2 wg 2.1 powinien zapewnić pomiar co najmniej 0,3 NDS (najwyższe dopuszczalne stężenie), a pyłomierz osobisty co najmniej 0,5 NDS.

**3.10. Skalowanie pyłomierzy.** Pyłomierze z odczytem bezpośrednim nie pobierające próbki pyłu do dalszej analizy powinny być wyskalowane w jednostkach stężenia zanieczyszczeń pyłowych,  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

**3.11. Masa pyłomierza stacjonarnego** nie powinna przekraczać 8 kg, a pyłomierza osobistego 0,8 kg.

**3.12. Znakowanie.** Do każdego pyłomierza powinna być przymocowana w sposób trwały tabliczka znamionowa zawierająca nazwę producenta, numer seryjny, oznaczenie wg 2.2 oraz oznaczenie wg PN-83/E-08110 p. 6.5.

### 4. BADANIA

#### 4.1. Program badań

**4.1.1. Badania kwalifikacyjne** obejmują wszystkie badania wymienione w tabl. 3. Należy je wykonywać dla oceny przydatności danego typu pyłomierza do stosowania w podziemnych wyrobiskach górniczych, przed podjęciem produkcji seryjnej oraz każdorazowo przy zmianie konstrukcji lub technologii produkcji.

Badania kwalifikacyjne powinny być przeprowadzone przez wyspecjalizowane instytucje wskazane przez Wyższy Urząd Górniczy.

**4.1.2. Badania odbiorcze** obejmują badania wymienione w tabl. 3 lp. 2 ÷ 5 i 9 ÷ 12. Należy je wykonywać przy bieżącej kontroli każdej wyprodukowanej i przeznaczonej do odbioru partii pyłomierzy.

**4.1.3. Rodzaje badań** — wg tabl. 3.

Tablica 3

Lp.	Rodzaje badań	Zakres badań		Wymagania wg	Opis badań wg
		kwalifikacyjne	odbiorcze		
1	2	3	4	5	6
1	Sprawdzenie zasady działania	+	-	3.1	4.2.1
2	Sprawdzenie strumienia objętości powietrza	+	+	3.2	4.2.2
3	Sprawdzenie prędkości zasysania	+	+	3.3	4.2.3
4	Sprawdzenie źródła zasilania	+	+	3.4	4.2.4
5	Sprawdzenie stabilności zasysania	+	+	3.5	4.2.5
6	Sprawdzenie zabezpieczenia przeciwwybuchowego	+	-	3.6	4.2.6
7	Sprawdzenie rozrzutu wyników	+	-	3.7	4.2.7
8	Sprawdzenie porównywalności wskazań	+	-	3.8	4.2.8
9	Sprawdzenie czułości pyłomierza	+	+	3.9	4.2.9
10	Sprawdzenie skali pyłomierza	+	+	3.10	4.2.10
11	Sprawdzenie masy	+	+	3.11	4.2.11
12	Sprawdzenie znakowania	+	+	3.12	4.2.12

#### 4.2. Opis badań

**4.2.1. Sprawdzenie zasady działania.** Do badania należy stosować pył kwarcowy o znanym rozkładzie frakcyjnym ziarn w zakresie powyżej 2  $\mu\text{m}$ .

Charakterystykę wymiarową pyłu wdychalnego wydzielonego w trakcie pomiaru pyłomierzami wyposażonymi w kolektory ziarn należy sprawdzić w następujący sposób. W zamkniętej komorze pomiarowej o objętości co najmniej 1  $\text{m}^3$  należy wytworzyć obłok

pyłu kwarcowego o stężeniu około 10 mg/m<sup>3</sup> i pobrać z niej próbkę pyłu badanym pyłomierzem.

Pobraną próbkę pyłu należy zdjąć z kolektora (filtr, pianka, płytka klejąca) i wykonać jej analizę frakcyjną wg PN-74/Z-04097/04 lub inną równorzędną metodą uwzględniającą średnicę aerodynamiczną ziarna pyłu, a uzyskane wyniki porównać z wymaganiami podanymi w tabl. 2.

Sprawdzenie charakterystyki wymiarowej pyłu wydzielonego w trakcie pomiaru pyłomierzami bez kolektora wg tabl. 1 należy przeprowadzić przez porównanie wskazań tych pyłomierzy ze wskazaniami pyłomierza wzorcowego w następujący sposób. W zamkniętej komorze pomiarowej o objętości co najmniej 1 m<sup>3</sup> należy umieścić pyłomierze badany i wzorcowy w odległości około 0,2 m jeden nad drugim. Następnie w komorze tej wytwarzać obłok pyłu o stężeniu zmieniającym się w granicach od 2 do 50 mg/m<sup>3</sup> i mierzyć co najmniej 10-krotnie stężenie zanieczyszczeń pyłomierzami wzorcowym i badanym.

Czas pojedynczego pomiaru powinien wynosić 10 ÷ 30 min.

Zgodność wskazań obydwu pyłomierzy oraz przypadek, gdy wartość współczynnika korelacji ( $R$ ) obliczonego wg wzoru (1)  $R > 0,7$  oznacza zgodność charakterystyk tych pyłomierzy.

$$R = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \cdot \sum y_i}{n}}{\sqrt{\left[ \sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2 \right] \left[ \sum y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum y_i)^2 \right]}} \quad (1)$$

w którym:

- $y_i$  — wskazania pyłomierza wzorcowego w  $i$ -tym pomiarze,
- $x_i$  — wskazania pyłomierza badanego w  $i$ -tym pomiarze,
- $n$  — liczba pomiarów.

**4.2.2. Sprawdzenie strumienia objętości pobieranego powietrza** należy przeprowadzić zgodnie z instrukcją obsługi danego pyłomierza.

**4.2.3. Sprawdzenie prędkości zasysania** należy przeprowadzić dzieląc wartość strumienia objętości, wyznaczoną wg 4.2.2, przez powierzchnię przekroju wlotu pyłomierza.

**4.2.4. Sprawdzenie energii źródła zasilania** należy przeprowadzić uruchamiając pyłomierz w komorze pomiarowej wg 4.2.1 z rozpylonym w niej pyłem kwarcowym o stężeniu co najmniej 20 mg/m<sup>3</sup> na co najmniej 8 h. Co godzinę należy sprawdzać strumień objętości powietrza wg 4.2.2, którego zmiana po 8 h nieprzerwanej pracy pyłomierza nie powinna być większa niż 10% wartości znamionowej.

**4.2.5. Sprawdzenie stabilności zasysania** — wg 4.2.4.

**4.2.6. Sprawdzenie zabezpieczenia przeciwwybuchowego** — wg PN-85/E-08110.

Pyłomierze stanowiskowe należy ponadto sprawdzić na zgodność z PN-85/E-08112 lub PN-83/E-08116, a pyłomierze osobiste — z PN-84/E-08107.

**4.2.7. Sprawdzenie rozrzutu wyników pomiaru.** W komorze pomiarowej wg 4.2.1 należy wytworzyć obłok pyłu o stałym stężeniu około 10 mg/m<sup>3</sup> i wykonać

co najmniej 10 pomiarów badanym pyłomierzem. Rozrzut wyników pomiarów ( $m$ ) należy obliczyć wg wzoru

$$m = \frac{\bar{x}}{S_x} \quad (2)$$

w którym:

- $\bar{x}$  — średnia arytmetyczna 10 pomiarów, mg/m<sup>3</sup>,
- $S_x$  — średnie odchylenie standardowe wskazań badanego pyłomierza, obliczone wg wzoru

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum x_i^2 - \frac{y_i^2}{10}}}{9} \quad (3)$$

w którym  $x_i, y_i$  — jak we wzorze (1).

**4.2.8. Sprawdzenie porównywalności wskazań.** Porównanie wskazań badanego pyłomierza ze wskazaniami pyłomierza przyjętego jako wzorcowy należy przeprowadzić w komorze pomiarowej w warunkach opisanych w 4.2.1 dla pyłomierzy bez kolektora wg tabl. 1, a następnie obliczyć wartość współczynnika korelacji ( $R$ ) wg wzoru (1).

Wartość  $R < 0,7$  dyskwalifikuje badany pyłomierz.

Jeśli wartość współczynnika  $R > 0,7$  należy wyznaczyć równanie przeliczeniowe umożliwiające przeliczenie wskazań badanego pyłomierza na wskazania pyłomierza wzorcowego ( $Y$ ) wg wzoru

$$Y = b x + a \quad (4)$$

w którym:

- $a$  i  $b$  — współczynniki obliczone wg wzorów (5) i (6),
- $x$  — wskazania pyłomierza badanego.

$$a = \frac{\sum y_i \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i \cdot \sum x_i \cdot y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (5)$$

w którym:

- $y_i$  — wskazanie pyłomierza wzorcowego w komorze pomiarowej w  $i$ -tym pomiarze mg/m<sup>3</sup>,
- $x_i$  — wskazania pyłomierza badanego w komorze pomiarowej w  $i$ -tym pomiarze mg/m<sup>3</sup>,
- $n$  — liczba pomiarów.

$$b = \frac{n \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (6)$$

w którym  $x_i, y_i$  i  $n$  — jak we wzorze (5).

**4.2.9. Sprawdzenie czułości.** Czułość pyłomierza należy sprawdzić mierząc nim zapylenie w pomieszczeniu bez sztucznego źródła zapylenia w ciągu 6 h. Wskazanie pyłomierza powinno być większe niż zero.

**4.2.10. Sprawdzenie skali pyłomierza.** Skalę pyłomierzy z odczytem bezpośrednim należy sprawdzić nie uzbrojonym okiem.

**4.2.11. Sprawdzenie masy pyłomierza.** Masę pyłomierza należy sprawdzić na wadze technicznej z działką elementarną do 10 g.

**4.2.12. Sprawdzenie znakowania** należy przeprowadzić nie uzbrojonym okiem.

**4.3. Protokół badań kwalifikacyjnych.** Po przeprowadzeniu badań wg 4.2 należy sporządzić protokół, który powinien zawierać:

- a) nazwę i oznaczenie pyłomierza,
- b) nazwę producenta pyłomierza,
- c) rodzaj badania,
- d) opis techniczny pyłomierza,

- e) tabelaryczne zestawienie wyników badań,
- f) ocenę wyników badań obejmującą stwierdzenie o zgodności pyłomierza z dokumentacją techniczną,
- g) orzeczenie o spełnieniu przez pyłomierz przepisów bezpieczeństwa pracy w podziemiach kopalń,
- h) informację o przydatności pyłomierza w kopalniach podziemnych i w zakresie jego stosowania.

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Główny Instytut Górnictwa.

2. Normy związane

PN-84/E-08107 Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe. Urządzenia i obwody iskrobezpieczne. Wymagania i badania

PN-83/E-08110 Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe. Wspólne wymagania i badania

PN-85/E-08112 Elektryczne urządzenia przeciwwybuchowe. Osłona gazowa z nadciśnieniem. Wymagania i badania

PN-74/Z-04097 Ochrona czystości powietrza. Badania składu ziarnowego pyłów. Oznaczanie wagowego składu ziarnowego pyłu za pomocą pipety sedymentacyjnej.

3. Autorzy projektu normy: doc. dr inż. Paweł Kszystolik, dr Kazimierz Lebecki, mgr inż. Piotr Rozmus, mgr inż. Kazimierz Kluska — Główny Instytut Górnictwa.