ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1978

Seria: GÓRNICTWO z.89 Nr kol.576

JERZY ANTONIAK
ROMUALD KARWOT

SYMULACJA IKONICZNA UNOSZENIA PRZEZ STRUMIEŃ POWIETRZA PYŁU Z NOSIWA TRANSPORTOWANEGO W TUNELU PRZENOŚNIKIEM TAŚMOWYM

W pracy podano budowę stanowiska pomiarowego i uzyskane wyniki z zakresu unoszenia pyłu z nosiwa transportowanego przenośnikiem taśmowym. Wykonano badania porównawcze na przenośniku przemysłowym.

1. Wstęp

Silna koncentracja wydobycia wymaga, szczególnie w kopalniach metanowych, dużych wydajności powietrza i związanych z tym wysokich wartości jego prędkości w wyrobiskach górniczych. Dopuszczalne maksymalne prędkości W_{max} powietrza w zależności od rodzaju wyrobiska wynoszą od 5 do 12 m/s. O doborze prędkości powietrza decyduje między innymi zjawisko podrywania i unoszenia pyłu węglowego [1,2,3,6].

Badania nad unoszeniem pyłu z podłoża wyrobisk górniczych prowadziło wielu różnych badaczy [1,7,9]. W pracy [10] przedstawiono oryginalne wyniki badań modelowych z tego zakresu. Wpływ środków transportu kopalnianego na wzrost osiadania pyłu rozważano w pracy [4].

Zjawisko unoszenia pyłu przez opływające powietrze z urobku węglowego transportowanego przenośnikiem taśmowym zabudowanym w tunelu, nie było dotychczas badane w szerszym zakresie. Prędkości względne w wyrobisku, nawet przy umiarkowanych prędkościach powietrza, mogą być znaczne i dochodzić do 10 m/s. Urobek znajdujący się na przenośniku będącym w ruchu jest okresowo podrzucany i mieszany, wskutek działania podpór krążnikowych i specyficznych własności mechanicznych samej taśmy.

Miejscami, szczególnie korzystnymi dla zwiększonej intensywności unoszenia pyłu z transportowanego urobku, są przesypy i ta część przenośnika, która znajduje się bezpośrednio za przesypem / w kierunku spływu urobku/.

W celu rozeznania powyższego problemu, przeprowadzono specjalnie zaplanowane badania na modelu fizycznym / uproszczonym/. Wymiary modelu dobrano tak, aby w zakresie zmienianych prędkości powietrza jego przepływ w tunelu był statecznie turbulentny. Liczba Reynoldsa / Re/ przy zmianie prędkości powietrza od 2,5 do 10 m/s wynosiła od $1,8.10^4$ do $7,4.10^4$. Długość tunelu badawczego uniemożliwiała sedymentację uniesionych pyłów i ich powtórne uniesienia. Stanowisko badawcze zainstalowane było na KWK Rydułtowy.

Wyniki z przeprowadzonych badań wstępnych pozwalają na pewną ocenę zjawiska unoszenia pyłu węglowego z transportowanego urobku w zależności od prędkości i wilgotności powietrza opływającego przenośnik taśmowy.

2. Badania modelowe

Modelem ikonicznym był tunel aerodynamiczny przelotowy prosty o średnicy 0,4 m i długości 5,85m[/rys. 1/. Ułożenie tunelu było poziome.

Na wylocie z tunelu zabudowano w układzie ssącym wentylator lutniowy typu WLP-400. Napęd pneumatyczny wentylatora umożliwiał regulację jego liczby obrotów w zakresie potrzebnym do zmiany prędkości przepływu powietrza przez tunel. Badania prowadzono przy pięciu prędkościach powietrza: 2,5; 4,5; 6,5; 8,5 i 10 m/s.

Wewnątrz tunelu zabudowano nieruchomy nośnik urobku z odpowiednim urządzeniem symulującym jego ruch. Urządzenie to stanowił zestaw krążników przymocowanych w równych odstępach do łańcucha bez końca, którego prędkość była stała podczas wszystkich pomiarów i wynosiła 2,0 m/s. Krążniki te, przesuwane pod nieruchomą taśmą, powodowały falowanie urobku znajdującego się na taśmie w tunelu aerodynamicznym.
Urobek wprowadzano na taśmie do tunelu i wyprowadzano go po wykonaniu badań na zewnątrz dzięki zastosowaniu rewersyjnego napędu taśmy. W celu uzyskania wyrównanego przepływu strumienia powietrza w tunelu zabudowano na jego wlocie prostownicę ulową.

Badano znoszenie pyłu z węgla pochodzącego ze ściany w pokładzie 620 KWK Rydułtowy, który urabiany był mechanicznie strugiem typu SWS-4. Wilgotność węgla podczas badań była stała i wynosiła 6,3 %. Ze względu na wymiary modelu, ziarna węgla o wymiarach powyżej 30 mm odrzucono.

Zestawienie użytej podczas badań aparatury pomiarowej i jej rozmieszczenie w modelu obrazuje rys. 1. Aparaturę pomiarową zastosowano i rozmieszczono zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie wytycznymi i normami [5,8].

Przebieg pomiarów oraz wykonanych obliczeń analitycznych przedstawiono w postaci schematu blokowego na rys. 2.

Stężenia pyłu w powietrzu opływającym nosiwo znajdujące się na przenośniku mierzono pyłomierzem PKK-2.

Składy ziarnowe pyłu uchwyconego tym pyłomierzem, dla zakresu prędkości powietrza od 4,5 do 10 m/s, określono dla pyłu o wymiarach ziarn $>63\ \mu m$ na podstawie analizy sitowej; dla pyłu o wymiarach ziarn $\leq 63\ \mu m$ metodą odwirowania w separatorze Bahco. Dla prędkości powietrza 2,5 m/s skład ziarnowy pyłu ustalono konimetrem klejącym firmy Zeiss model 10.

Wilgotność powietrza podczas poszczególnych pomiarów była różna, zatem można było ustalić przybliżony wpływ jej na ilość unoszącego pyłu z nosiwa.

3. Wyniki badań

Wyniki pomiarów stężenia pyłu uniesionego z nosiwa przez opływające powietrze zestawiono w tabl. 1. Podane wartości są wartościami średnimi z trzech punktów pomiarowych usytuowanych w przekroju A-A z rys. 1. W celu skrócenia artykułu nie podano tutaj wyników samych pomiarów, ani też toku obliczeń niezbędnych do określenia zestawionych parametrów. W pomiarze 1 i 2 nie określono składu ziarnowego, ani stężenia pyłu makroskopowego bardzo drobnego, ponieważ pyłomierzem PKK-2 nie udało się uchwycić niezbędnej ilości pyłu potrzebnej do analizy metodą odwirowywania w separatorze Bahco.

Zależność stężenia pyłu uniesionego przez powietrze opływające nosiwo usytuowane na przenośniku taśmowym w funkcji prędkości powietrza /względnej/ i jego wilgotności zestawiono na rys. 3,4 i 5. Z badań wynika, że stężenie uniesionego pyłu węglowego makroskopowego bardzo drobnego w powietrzu zwiększa się wraz ze wzrostem prędkości względnej i wilgotności powietrza. Ponieważ pył występujący w nadawie na przenośniku jest pyłem polidyspersyjnym, a węgiel jest materiałem hydrofobowym, omawiane zjawisko jest prawdopodobnie spowodowane przylepianiem się ziarn pyłu makroskopowego bardzo drobnego do ziarn o większej średnicy. Ponieważ rozdział powstałych w ten sposób cząstek pyłu następuje dopiero w warunkach laboratoryjnych podczas analizy sitowej lub analizy metodą odwirowywania, wykonywanych po wysuszeniu próbki uchwyconej pyłu, zatem ilość pyłu makroskopowego bardzo drobnego w powietrzu opływającym nosiwo w tunelu jest mniejsza niż to obrazuje rys. 5.

W tabl. 2 zestawiono wyniki obliczeń stosunku ilości pyłu uniesionego z 1,0 m^2 powierzchni nosiwa stykającej się ze strumieniem opływającego powietrza w czasie 1 s do ilości pyłu tej samej kalasy ziarnowej, zawartej w nadawie na przenośnik. Graficznie wyniki tych obliczeń zestawiono na rys. 6 i 7. Na rys. 7 zaznaczono także hipotetyczny przebieg krzywych unoszenia ziarn pyłu o średnicy $< 5\ \mu m$.
Przebiegi krzywych z rys. 6 i 7 wyznaczono na podstawie pomiarów konimetrem. Obliczenia wskaźnika intensywności unoszenia pyłu z nosiwa / K_c, K_1, K_2.../ przeprowadzono przy założeniu, że nadawa stale dopływała do tunelu podczas pomiarów.

Składy ziarnowe uchwyconego pyłu zestawiono w tabl. 3 i 4, natomiast na rys. 8 przedstawiono krzywe składu ziarnowego tego pyłu oraz nadawy na przenośnik taśmowy.

Ponieważ pomiary stężenia pyłu w powietrzu opływającym przenośnik przeprowadzono tylko w jednym przekroju i w czasie niezbyt długim, nie można na ich podstawie określać zmiany stężenia pyłu wzdłuż długości przenośnika. Badania [10] wykazały, że istnieje silna zależność stężenia pyłu w powietrzu od czasu trwania przepływu strumienia powietrza nad danym miejscem, z którego unoszony jest pył. Zależność tę spełnia równanie wykładnicze o postaci:

$$S_v = S_{v\,pocz} \cdot e^{-k.t} + S_{v\,min}, \quad g/m^3$$

Zjawisko komplikuje się dodatkowo w wyniku sedymentacji pyłu zawartego w powietrzu i ponownego jego unoszenia.

Problem ten został częściowo rozeznany - dla jednej prędkości względnej - dzięki pomiarom wykonanym przez GIG Katowice w chodniku transportowym na kopalni Rydułtowy. Przekroje chodnika i wyniki pomiarów zestawiono na rys. 9.

Na wielkość sedymentacji pyłu, szczególnie pyłu grubego, istotny wpływ mają wszelkie zakrzywienia chodnika oraz zmiany jego przekroju poprzecznego. Na wzrost sedymentacji pyłu w punktach pomiarowych 5 i 6 / rys. 9/ wpływa dodatkowo zwiększona intensywność unoszenia pyłu z transportowanego urobku, wynikająca z większych w zakrzywieniu chodnika podrzutów taśmy przenośnika podczas jej rozruchów i hamowań, a także znaczne / 10°/ nachylenie chodnika, oporowe w stosunku do kierunku prędkości strumienia powietrza.

4. Wnioski

1. Całkowite stężenie pyłu w powietrzu, będące wynikiem unoszenia pyłu z nosiwa o stałej wilgotności, transportowanego przenośnikiem taśmowym poziomym w tunelu przez opływający strumień powietrza, zwiększa się wraz ze wzrostem prędkości względnej i maleje ze wzrostem wilgotności powietrza.
2. Stężenie pyłów makroskopowych bardzo drobnych ($<5\ \mu m$) w powietrzu, wzrasta ze wzrostem prędkości względnej i ze wzrostem wilgotności powietrza.
3. Procentowy udział pyłów makroskopowych bardzo drobnych w powietrzu opływającym nosiwo jest mniejsze od procentowego udziału pyłów drobnych, co przypuszczalnie spowodowane jest działaniem sił wzajemnego oddziaływania / wg prof. W.Cybulskiego/.
4. Ze wzrostem prędkości względnej strumienia powietrza i nosiwa na przenośniku taśmowym, zwiększa się procentowy udział pyłów grubych w masie unoszonego pyłu.

5. Stosunek ilości pyłu uniesionego z nosiwa do ilości pyłu tej samej klasy ziarnowej zawartej w nadawie, rośnie ze wzrostem prędkości względnej strumienia powietrza i przenośnika, a maleje ze wzrostem wilgotności powietrza i ze wzrostem wymiarów ziarn pyłu.
6. W celu pełniejszego zbadania przedmiotowego zjawiska unoszenia pyłu, wskazane jest poszerzenie badań w oparciu o modele ikoniczne.

LITERATURA

[1] J.Gruszka, K.Lebecki, M.Madeja, J. Śliż: Unoszenie pyłów osiadłych przez prądy wentylacyjne i sposoby zwalczania tego zagrożenia. Prace GIG Katowice, Komunikat nr 442

[2] J.Gruszka,K.Lebecki, J.Śliż: Wpływ prędkości przepływu powietrza na wielkość zapylenia w zmechanizowanych wyrobiskach ścianowych, Prace GIG Katowice, Komunikat nr 520. Wydaw. Śląsk Katowice 1971

[3] J.R.Hodkinson: The relation between ventilation airspeed and respirable aiborn-dust concentration in coalmines. Coll. Engng.1960, s.236-239

[4] J.Janota,H.Pawlik, M.Stolecki: Wpływ odstawy urobku na wzrost osiadania pyłu według jego uziarniania, Prace GIG Katowice, Komunikat nr 563, Wydawn. Śląsk, Katowice 1972

[5] J.Juda: Pomiary zapylenia i technika odpylania. WNT, Warszawa 1968

[6] B.Kozłowski, J.Sobala: Walka z pyłem węglowym w kopalniach węgla Wydawn. Śląsk, Katowice 1966

[7] S.J.Leach, G.L.Walker: Experiments on steady state diffusion in turbulent pipe flow, Res.Rep.Safety Min. Res. Establ.1965, nr 234, s. 1-44

[8] Normy: PN-64/Z-01001; PN-64/Z-04000; PN-58/M-94008; RN-53/MG-05162

[9] M.Reinhardt: Untersuchungen in Strecken über das Verhalten von Staub in Grubenwettern. Glückauf - Forschungshefte 1972, s.19-32.

[10] M.Reinhardt; K.Renner, E.Ioos: Aufwirbelung, Sichtung und Transport von Stäuben im Wetterstrom. Glückauf-Forschungshefte, 1975/5, s.219-228.

Tablica 1

Wyniki pomiarów całkowitego stężenia uniesionego pyłu z nosiwa przez opływający strumień powietrza

Mierzony parametr	Oznaczenia	Wymiar	Numer pomiaru: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Prędkość przepływu powietrza	W	$\frac{m}{s}$	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	6,5	8,5	8,5	10,0	10,0	10,0
Wilgotność powietrza	w	%	68,1	60,2	68,2	65,7	55,2	71,2	84,1	51,7	44,2	70,1	57,2
Całkowite stężenie pyłu	S_v	$\frac{g}{m^3}$	0,30	0,36	1,81	2,06	2,36	3,58	3,44	7,51	24,1	12,1	14,6
Stężenie pyłu makroskopowego bardzo drobnego (< 3 μm)	S_{v1}	$\frac{mg}{m^3}$	-	-	0,06	0,06	0,05	0,08	0,10	0,09	0,13	0,09	0,11

Tablica 3

Wyniki pomiarów dla prędkości względnej strumienia powietrza 2,5 m/s

Numer pomiaru	Objętość próbki	Ilość ziarn w próbce: całkowita	< 5 μm		Stężenie pyłu: całkowite	< 5 μm
	cm^3	szt	szt	%	ziarn/cm^3	
1 $W=2,5\frac{m}{s}$	2,5	204	195	95,4	82	78
w=60,2%	2,5	205	190	92,1	82	78
2 $W=2,5\frac{m}{s}$	2,5	254	235	92,5	102	94
w=68,1%	2,5	258	233	90,3	103	93

Tablica 2

Wyniki szczegółowe pomiarów uniesionego pyłu z nosiwa przez opływający strumień powietrza

	τ [s]	Klasa ziarnowa [μm]																							
		0,- 3,0				3,0 - 4,9				4,9 - 50				50 - 250				250 - 1000				0 - 1000			
		γ_1 [g]	γ_1^* [g]	$\frac{\gamma_1^*}{\gamma_1}\cdot 100$ [%]	K_1 [$\frac{g}{m^2 \cdot s}$]	γ_2 [g]	γ_2^* [g]	$\frac{\gamma_2^*}{\gamma_2}\cdot 100$ [%]	K_2 [$\frac{g}{m^2 \cdot s}$]	γ_3 [g]	γ_3^* [g]	$\frac{\gamma_3^*}{\gamma_3}\cdot 100$ [%]	K_3 [$\frac{g}{m^2 \cdot s}$]	γ_4 [g]	γ_4^* [g]	$\frac{\gamma_4^*}{\gamma_4}\cdot 100$ [%]	K_4 [$\frac{g}{m^2 \cdot s}$]	γ_5 [g]	γ_5^* [g]	$\frac{\gamma_5^*}{\gamma_5}\cdot 100$ [%]	K_5 [$\frac{g}{m^2 \cdot s}$]	γ_c [kg]	γ_c^* [kg]	$\frac{\gamma_c^*}{\gamma_c}\cdot 100$ [%]	K_c [$\frac{g}{m^2 \cdot s}$]
3 W = 4,5 m/s w = 68,2 %	17880	803	334	41,59	0,017	1034	1008	97,49	0,04	7986	3863	48,37	0,026	47223	2504	5,30	0,003	89001	1987	2,23	0,001	146,0	9,70	6,64	0,003
4 W = 4,5 m/s w = 65,7 %	5940	146	102	69,86	0,10	188	180	95,74	0,14	1452	922	63,50	0,09	8586	1066	12,41	0,017	16182	990	6,12	0,01	26,5	3,3	12,28	0,018
5 W = 4,5 m/s w = 55,2 %	4830	146	53	36,30	0,06	188	97	51,59	0,09	1452	550	37,88	0,07	8586	903	10,52	0,02	16182	1231	7,61	0,01	26,5	2,8	10,67	0,019
6 W = 6,5 m/s w = 71,2 %	9780	511	361	70,64	0,06	658	600	91,18	0,08	5092	2501	49,21	0,04	30051	3461	13,17	0,02	56637	6041	10,66	0,01	92,9	15,0	16,10	0,014
7 W = 8,5 m/s w = 84,1 %	16560	1022	1001	97,94	0,05	1316	1254	95,28	0,05	10164	5917	58,21	0,03	60102	10735	17,86	0,01	113274	11031	9,73	0,005	185,9	29,9	16,10	0,008
8 W = 8,5 m/s w = 51,7 %	4390	365	242	66,30	0,13	470	420	89,36	0,17	3630	2291	63,11	0,12	21465	6355	29,60	0,06	40455	7569	18,71	0,02	66,4	16,9	25,42	0,050
9 W = 10 m/s w = 44,2 %	1260	146	98	50,27	0,04	188	131	69,68	0,05	1452	1016	69,97	0,05	8586	5333	62,11	0,04	16182	9326	57,63	0,04	26,5	16,9	58,85	0,04
10 W = 10 m/s w = 70,1 %	6240	803	578	71,98	0,10	1034	1009	97,49	0,14	7986	6229	79,99	0,11	47223	15227	32,24	0,04	89001	17588	19,75	0,02	146,0	40,6	27,82	0,038
11 W = 10 m/s w = 57,2 %	3600	292	186	63,70	0,16	376	372	98,90	0,24	2904	2575	88,67	0,22	17172	5282	30,76	0,08	32364	15940	49,25	0,12	53,1	24,4	46,85	0,110

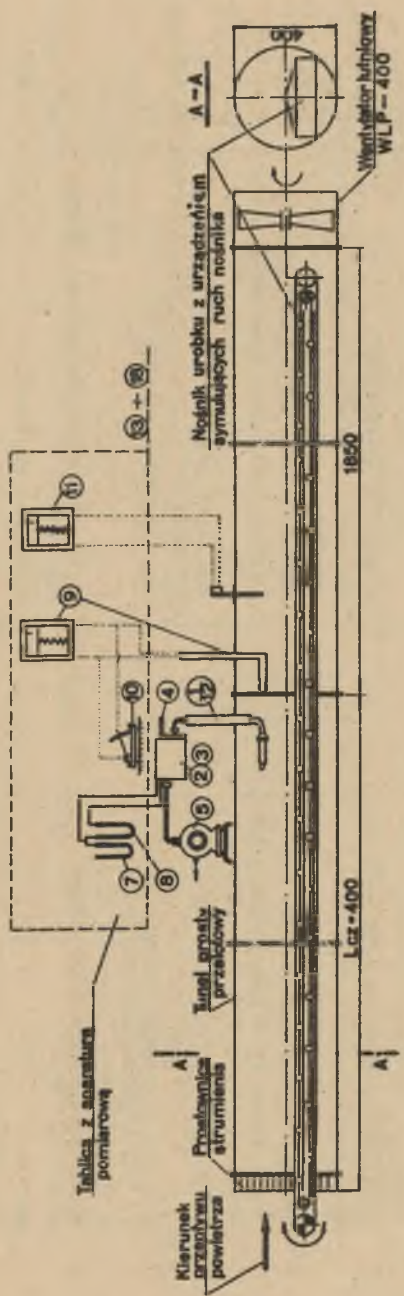
$\gamma_{1,2,...}$ - masa pyłu danej klasy ziarnowej zawarta w nadawie

$\gamma^*_{1,2,...}$ - masa pyłu danej klasy ziarnowej wywiewana z nadawy

Tablica 4

Skład ziarnowy nosiwa na przenośniku i uniesionego pyłu

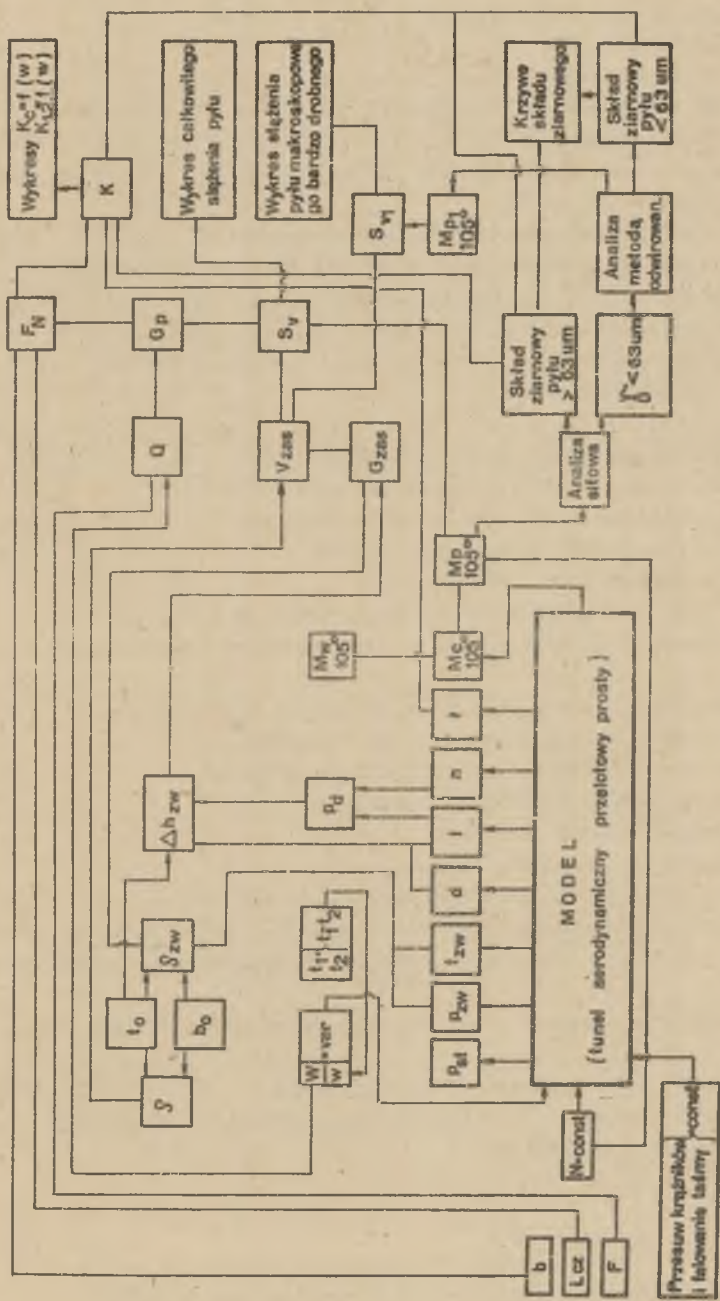
Klasa ziarnowa /µm/	Prędkość przepływu powietrza przez tunel (m/s). Wilgotność powietrza podczas pomiaru (%)														
	Nadawa			4,5/68,2			1,5/65,7			4,5/55,2			6,5/71,2		
	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)
0 - 3,0	2,7	0,17	0,17	1,54	3,30	3,30	0,58	2,67	2,67	0,30	1,49	1,49	1,39	2,28	2,28
3,0 - 4,9	3,3	0,22	0,39	4,72	9,96	13,26	1,02	4,70	7,37	0,55	2,73	4,22	2,31	3,79	6,07
4,9 - 50,0	27,2	1,70	2,09	17.89	38,18	51,44	5,18	24,11	31,48	3,11	15,43	19,65	10,00	15,80	21,87
50,0 - 250,0	160,1	10,05	12,14	11,72	24,75	76,19	6,04	27,89	59,37	5,18	25,36	45,00	21,55	34,50	56,37
250,0 - 1000,0	296,7	18,94	31,08	9,31	19,64	95,83	5,67	25,90	85,27	6,98	34,56	79,56	23,84	38,16	94,53
Powyżej 1000	1010,0	70,04	101,12	1,98	4,17	100,00	3,22	14,69	99,96	4,06	20,10	99,66	3,42	5,47	100,00
	1500,0	101,12		47,36	100,00		21,71	99,96		20,18	99,66		62,51	100,00	
	8,5/84,1			8,5/51,7			10,0/44,2			10,0/70,1			10,0/57,2		
	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%)	γ (g)	γ (%)	Σγ (%
0 - 3,0	4,10	2,97	2,97	0,96	1,24	1,24	0,21	0,40	0,40	2,03	1,10	1,10	0,67	0,51	0,51
3,0 - 4,9	5,15	3,72	6,69	1,66	2,15	3,39	0,34	0,60	1,00	3,56	1,92	3,02	1,15	0,02	1,53
4,9 - 50,0	24,24	17,55	24,24	9,07	11,74	15,13	2,84	4,64	5,64	22,06	11,85	14,87	8,09	7,06	8,59
50,0 - 250,0	44,02	31,84	56,08	25,15	32,56	47,69	13,94	24,36	30,00	53,46	28,97	43,84	15,35	14,48	23,07
250,0 -1000,0	45,20	32,72	88,80	29,96	38,78	86,47	24,20	42,60	72,60	61,94	33,46	77,30	46,68	43,70	66,77
Powyżej 1000	15,39	11,14	99,94	10,45	13,53	100,00	15,30	26,91	99,51	42,04	22,71	100,01	34,86	32,64	99,41
	138,10	99,94		77,25	100,00		56,83	99,51		185,00	100,10		106,80	99,41	



Rys. 1. Schemat modelu ikonicznego tunelu z przenośnikiem taśmowym do badania zjawiska unoszenia pyłu z nosiwa przez opływający strumień powietrza. Opis zastosowanej aparatury pomiarowej zawiera tablica do rysunku

Tablica do rys. 1.

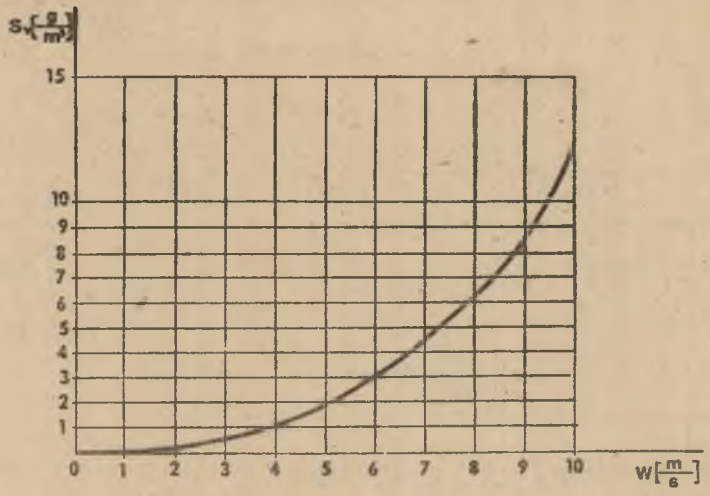
Oznaczenie	Przyrząd pomiarowy, urządzenie	Symbol	Mierzony parametr	Jednostka
1	Sonda pyłowa			
2	Filtr tkaninowy Pyłomierz PKK-2	M_c	ilość uchwyconego pyłu	g
3	Zwężka pomiarowa	V_{zas}, G_{zas}	ilość zassanego powietrza	kg, m^3
4	Termometr laboratoryjny rtęciowy	t_{zw}	temperatura na zwężce pomiarowej	^oC
5	Ssawa			
6	Higrometr aspiracyjny wg Assmanna	w	wilgotność powietrza	%
7	U-rurka napełniona wodą	Δh_{zw}	ciśnienie różnicowe na zwężce pomiarowej	mm H_2O
8	U-rurka napełniona rtęcią	p_{zw}	ciśnienie statyczne przed zwężką	mm Hg
9	Rurka Prandtla z miernikiem prędkości wskazująco-rejestrującym	W	prędkość przepływu powietrza w tunelu	m/s
10	Mikromanometr MPR-4 /Recknagla/	p_{st}, p_d	ciśnienie statyczne i dynamiczne w tunelu	mm /alkohol/
11	Czujnik termometru oporowego PT 100 z miernikiem wskazująco-rejestrującym	t	temperatura w tunelu, ^{o}	^oC
12	Konimetr klejący filmy Zeiss model 10	$V_{1\ zas}$	ilość zassanego powietrza, liczba ziarn pyłu	cm^3, szt
13	Barometr	b_o	ciśnienie otoczenia	mm HG
14	Stoper		czas	s
15	Suszarka			
16	Waga laboratoryjna	M_p	masa uchwyconego pyłu	g
17	Wstrząsarka do sit		skład ziarnowy uchwyconego pyłu $> 63\ \mu m$	g,%
18	Separator Bahco		skład ziarnowy uchwyconego pyłu $< 63\ \mu m$	g,%



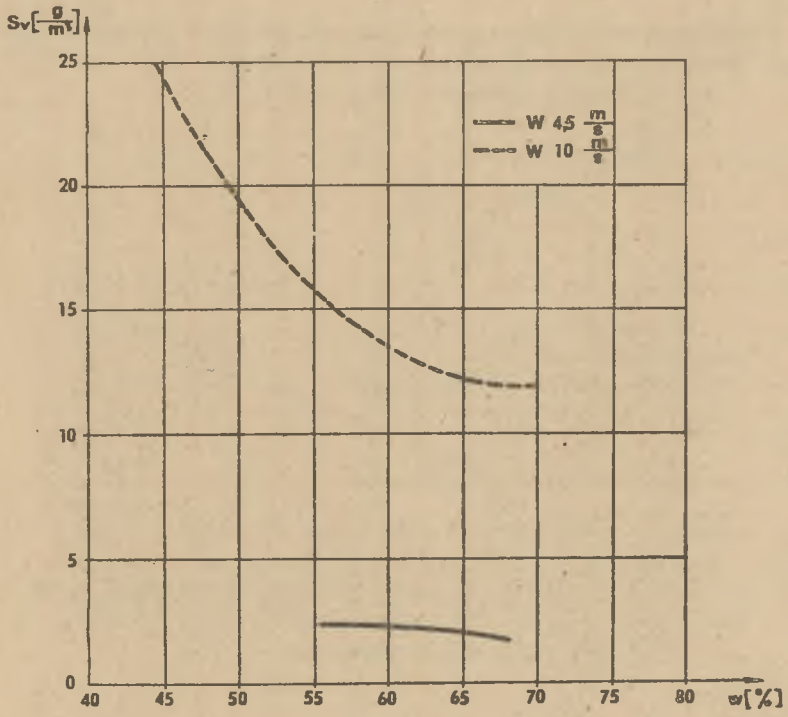
Rys. 2. Schemat blokowy układu pomiarowego i obliczeń analitycznych

Objaśnienie oznaczeń użytych na rys. 2.

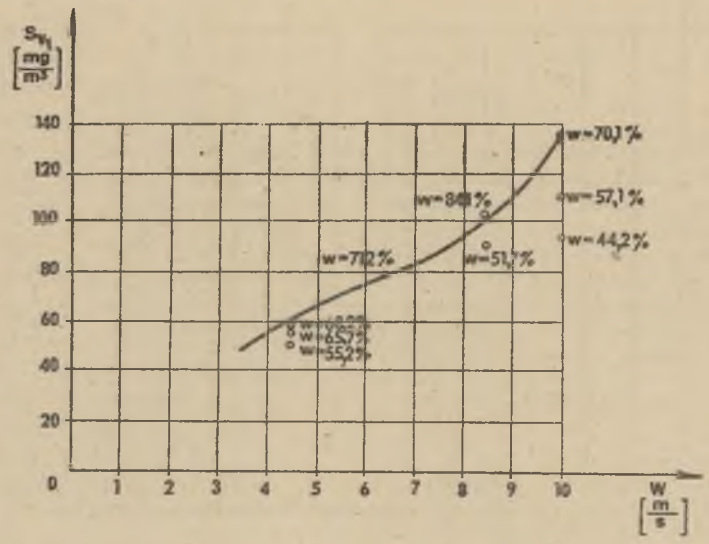
N - nadawa, kg
W - prędkość powietrza przepływającego przez tunel, m/s
w - wilgotność powietrza, %
t_1 - temperatura termometru suchego, °C
t_2 - temperatura termometru zwilżonego, °C
t_o - temperatura otoczenia, °C
t_{zw} - temperatura na zwężce pomiarowej, °C
b_o - ciśnienie otoczenia, mm Hg
p_{zw} - ciśnienie statyczne przed zwężką pomiarową, mm Hg
p_d, p_{st} - ciśnienie dynamiczne i statyczne w tunelu, mm /alkohol/
Δh_{zw} - ciśnienie różnicowe na zwężce pomiarowej, mm H_2O
d - średnica dyszy sondy pyłowej, mm
l - wskazania mikromanometru,
n - przełożenie mikromanometru,
τ - czas pomiaru, s
ρ_o - gęstość powietrza w warunkach normalnych, g/m^3
ρ - gęstość powietrza w tunelu w warunkach pomiaru, g/m^3
ρ_{zw} - gęstość powietrza przed zwężką pomiarową, g/m^3
G_{zas}, V_{zas} - ilość zassanego powietrza, m^3, kg
S_v - całkowite stężenie pyłu, g/m^3
S_{v1} - stężenie pyłu makroskopowego bardzo drobnego $< 3\mu$m, g/m^3
M_c - masa pyłu łącznie z workiem filtru wysuszonego o temperaturze 105°C, g
M_w - masa worka filtru wysuszonego w temperaturze 105°C, g
M_p - masa pyłu uchwyconego z powietrza lub w nadawie, g
M_{p1} - masa pyłu makroskopowego bardzo drobnego $< 3\mu$m, g
$\gamma(< 63\mu m)$ - masa pyłu o wymiarach $< 63\mu$m, g
b - czynna szerokość przenośnika, mm
L_{cz} - czynna długość przenośnika, mm
P - powierzchnia przekroju tunelu nad przenośnikiem, mm^2
Q - ilość powietrza przepływającego przez tunel nad przenośnikiem, m^3/s
G_p - całkowita ilość pyłu zawarta w powietrzu przepływającym przez tunel, g
F_N - powierzchnia styku nosiwa z opływającym go strumieniem powietrza, m^2
$K_{1,2,\ldots}$ - wskaźnik intensywności unoszonego pyłu z 1 m^2 powierzchni F_N nosiwa w czasie 1 s dla pyłów tej samej klasy ziarnowej
K_c - j.w. dla całej ilości pyłu.



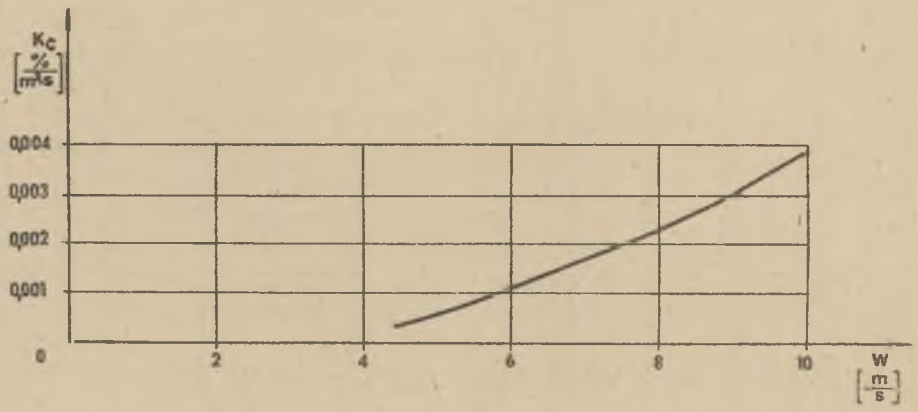
Rys. 3. Całkowite stężenie pyłu w powietrzu o wilgotności w≈70% w funkcji prędkości względnej strumienia powietrza W,m/s



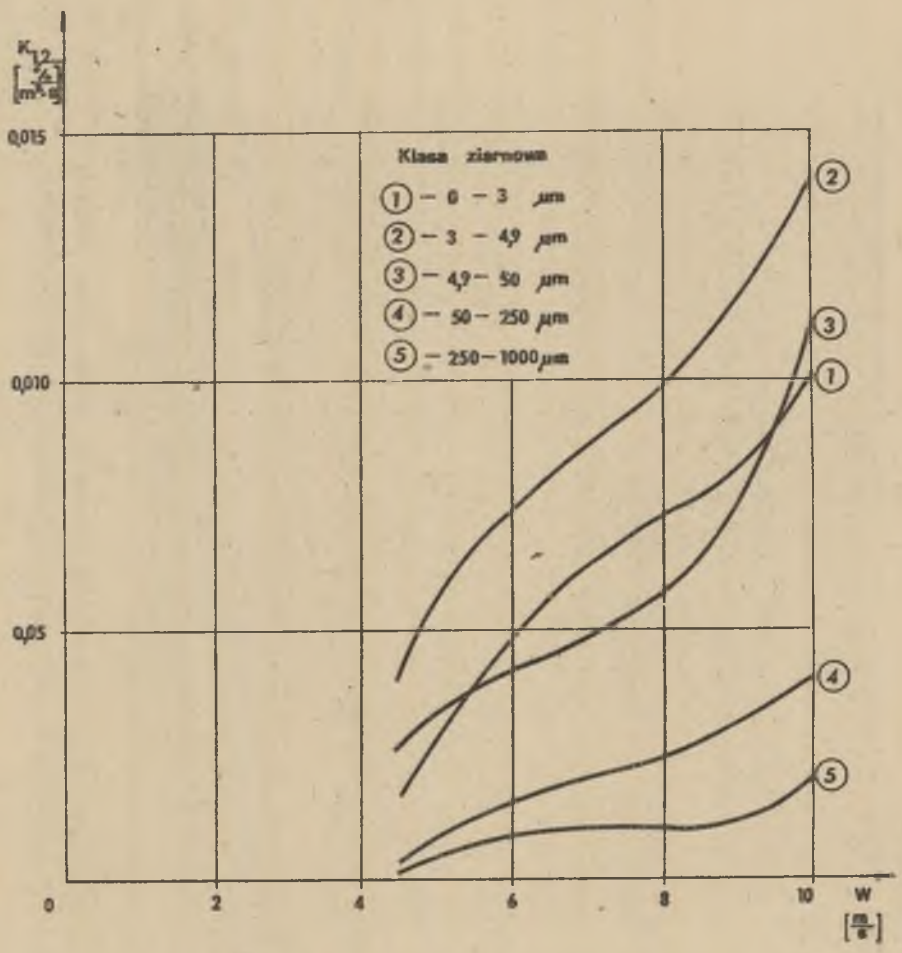
Rys. 4. Całkowite stężenie pyłu w powietrzu w funkcji jego wilgotności w, % dla W = 4,5 i 10 m/s



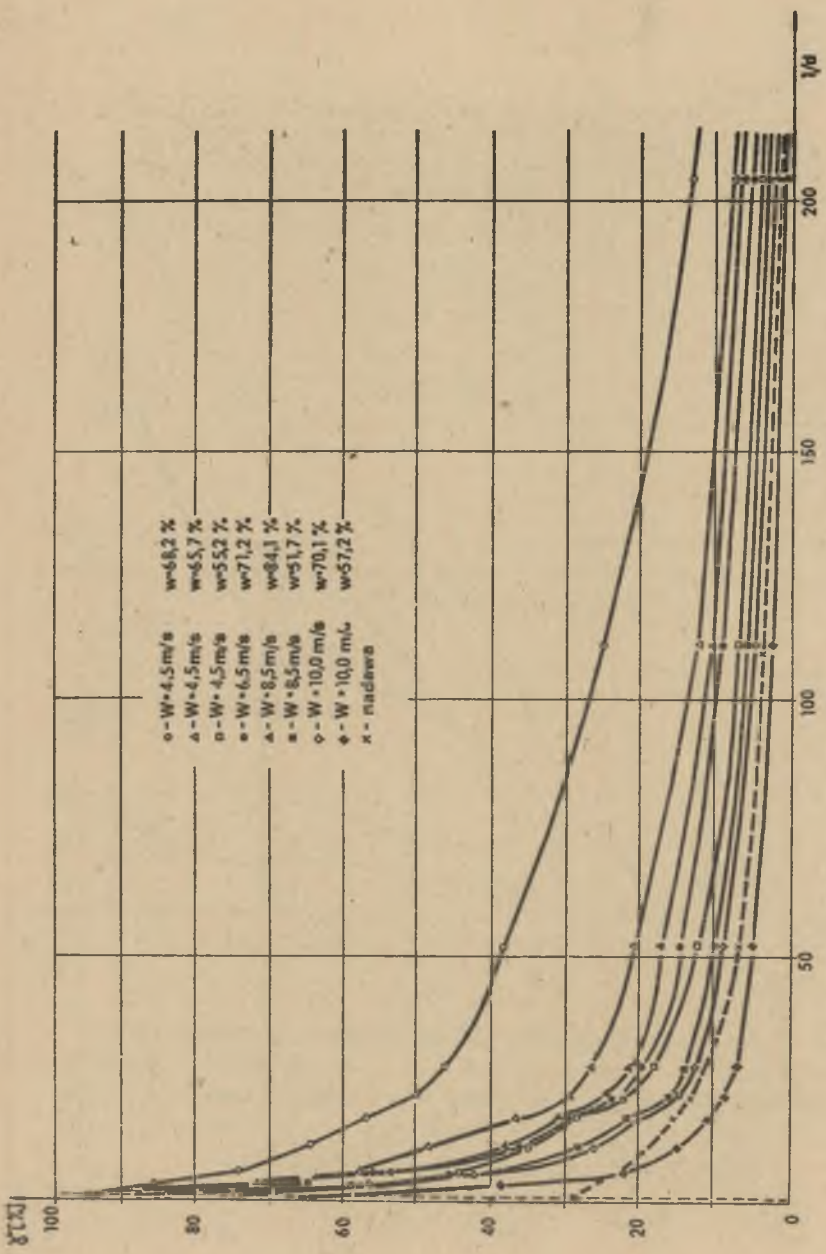
Rys. 5. Wykres stężenia pyłu makroskopowego bardzo drobnego $< 3\mu m$ w funkcji prędkości względnej strumienia powietrza W, m/s, przy różnych wilgotnościach powietrza w, %



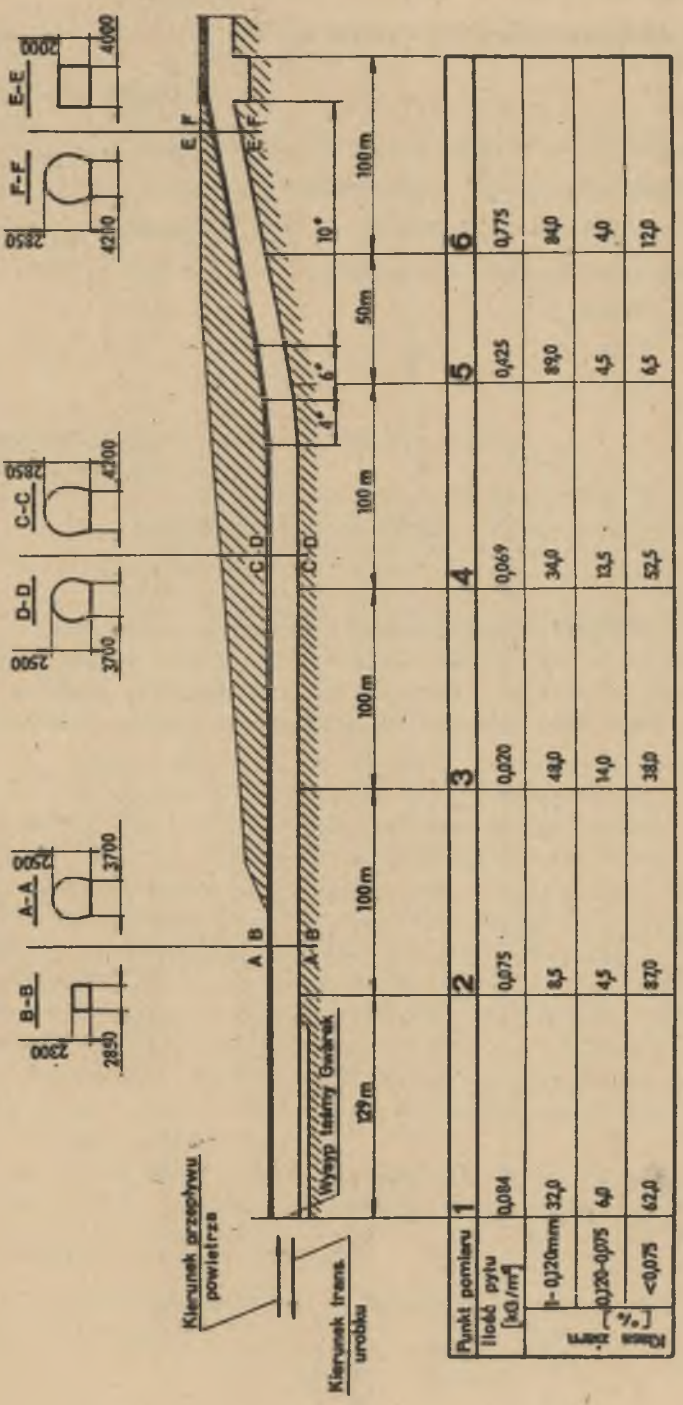
Rys. 6. Zależność wskaźnika intensywności wnoszenia pyłu K_c /dla całej ilości pyłu/ od prędkości względnej strumienia powietrza W, m/s, przy wilgotności powietrza $w \approx 70\%$



Rys. 7. Zależność wskaźników intensywności unoszenia pyłu poszczególnych klas ziarnowych $K_{1,2}$... od prędkości względnej strumienia powietrza W, m/s, dla wilgotności powietrza w = 70%



Rys. 8. Krzywe składu ziarnowego nośiwa na przenośniku taśmowym oraz uniesionych pyłów przez opływający strumień powietrza



Rys. 9. Schemat chodnika transportowego w KWK Ryduułtowy i wyniki badań zapylenia /wg GIG Katowice/

Иконическая симуляция уноса пыли из транспортируемого груза, струей воздуха на ленточном конвейере в тоннеле.

В статье были представлены полученные результаты исследований, проведенные на измерительном стенде, относительно уноса пыли из транспортируемого груза на ленточном конвейере. Были проделаны сравнительные исследования на ленточном конвейере. Были представлены результаты работы.

ICONOMIC SIMULATION OF CONVECTING BY AN AIR STREAM OF THE DUST FROM THE MATERIAL HANDLED IN A TUNNEL BY A CONVEYOR BELT

In the paper are presented the construction of the measuring stand and the obtained results of the studies in the field of dust convection from the material handled by a conveyor belt. Comparative studies on the conveyor belt have been made and the conclusions drawn have been given.