

Jolanta ZGADZAJ

Centrum Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa EMAG

Janusz GRYT

KWK „Śląsk”

OCENA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ PYŁOWYCH ZE ŹRÓDEŁ ZLOKALIZOWANYCH NA TERENIE ZAKŁADÓW PRZERÓBKI MECHANICZNEJ WĘGLA

Streszczenie. Przedstawiono modele pozwalające na ocenę emisji pyłu ze źródeł zlokalizowanych na terenie zakładu przeróbki mechanicznej węgla. Określono emisję zanieczyszczeń pyłowych z niektórych źródeł leżących w obrębie KWK „Śląsk”. Opisano proces rozprzestrzeniania się ich w atmosferze, a także określono udział tej grupy zanieczyszczeń w całkowitym skażeniu powietrza.

ESTIMATION OF DUST POLLUTION EMISSION FROM THE SOURCES LOCATED AT COAL PREPARATION PLANT

Summary. The paper presents the models enabling to estimate dust emission from the sources located at coal preparation plant. Dust pollution emission from some sources being within the reach of the „Śląsk” hard coal mine has been estimated. The paper describes the process of pollution propagation in air and determines a portion of this group of pollution in the total air contamination.

1. Wstęp

Cykl technologiczny wydobycia i przeróbki węgla wiąże się z wytwarzaniem znacznych ilości pyłów, które przy braku odpowiednich środków przeciwdziałania mogą stanowić istotne zagrożenie dla otaczającego środowiska. Dla pełnego zobrazowania udziału kopalń w kształtowaniu stanu sanitarnego powietrza atmosferycznego podjęto badania mające na celu określenie:

- wielkości emisji zanieczyszczeń pyłowych z poszczególnych źródeł zlokalizowanych na terenie kopalni;
- strefy zagrożenia ekologicznego;
- udziału emitowanych zanieczyszczeń w całkowitym skażeniu środowiska.

Wyniki powyższe wraz z wynikami badań zanieczyszczeń gazowych [6] i promieniotwórczych [8] stanowią zamkniętą całość obrazującą wpływ kopalni węgla kamiennego na stan powietrza atmosferycznego Śląska.

Poniżej przedstawiono fragmenty badań dotyczące emisji pyłów przez kopalnie węgla kamiennego ze szczególnym uwzględnieniem zakładów przeróbki mechanicznej węgla. Zagadnienie to omówione zostało na przykładzie kopalni „Śląsk”.

2. Parametry zanieczyszczeń powietrza

Pyły dyspersyjne powstające w wyniku mechanicznego rozdrobnienia ciała stałego przy zaistnieniu określonych warunków zostają wyemitowane do atmosfery. **Emisją (E)** nazywa się ilość zanieczyszczeń wydzielanych do powietrza ze źródła ich wytwarzania lub kumulacji. W celu opisanego tego zjawiska wprowadza się pojęcia:

- **emisji średniej** dla okresu obliczeniowego (\bar{E}), określającej ilość zanieczyszczeń wysyłanych do atmosfery w jednostce czasu;
- **emisji rocznej (E_a)** podającej całkowitą ilość zanieczyszczeń wyemitowanych w ciągu roku.

Emisję określającą masę zanieczyszczeń wysyłanych:

- w jednostce czasu [kg/h],
- przez jednostkową powierzchnię [kg/m²],
- przy przetwarzaniu jednostkowej masy produktu [kg/t]

nazywa się **wskaźnikiem** lub **współczynnikiem emisji (e)**.

W sytuacji, kiedy nad źródłem tworzenia zanieczyszczeń zainstalowane zostały urządzenia odpyłające, wprowadza się dwa pojęcia opisujące proces pylenia:

- **unos (U)** – ilość zanieczyszczeń tworzących się w czasie procesów technologicznych i unoszonych ze źródła tworzenia do odpylaczy;
- **emisja (E)** – ilość zanieczyszczeń wydzielanych do atmosfery po przejściu przez urządzenia oczyszczające.

W zależności od sposobu wyemitowania zanieczyszczeń możemy mieć do czynienia z:

- **emisją zorganizowaną** – wysyłanie zanieczyszczeń do powietrza odbywa się tu w sposób uporządkowany, możliwy do opisanego w miarę prostymi zależnościami matematycznymi, przez określone emitery o ściśle sprecyzowanych parametrach;
- w sytuacji, kiedy zanieczyszczenia wysyłane są do atmosfery w sposób nieuporządkowany, przez trudne do scharakteryzowania źródła, mówimy o **emisji niezorganizowanej**.

Stężenie zapylenia definiowane jest jako:

$$C = \frac{\text{ilość fazy rozproszonej (pyłu)}}{\text{objętość ośrodka dyspersyjnego (powietrza)}}$$

W zależności od celu pomiaru wyraża się go:

- liczbą ziaren fazy rozproszonej zawartych w jednostce objętości powietrza [Z/m^3];
- masą ziaren fazy rozproszonej w jednostce objętości powietrza [g/m^3].

Stężenie pyłu w powietrzu określone na wylocie z emitora lub tuż nad źródłem pylenia (w przypadku emisji niezorganizowanej) można nazwać **stężeniem emisyjnym**.

Stężenie zanieczyszczenia w powietrzu atmosferycznym określone na poziomie ziemi (lub niewielkiej wysokości nad nią) w punktach recepcyjnych $[X, Y]$ nazywa się **stężeniem imisyjnym**. O jego wartości decyduje między innymi natężenie emisji z otaczających źródeł.

Pył o średnicy $< 10 \mu m$ zwany jest **pyłem wdychalnym** lub **respirabilnym**. Pył ten nagromadzony w powietrzu określa się również mianem **zawieszonego**.

3. Ocena emisji pyłów ze źródeł zlokalizowanych na terenie zakładu przeróbki mechanicznej węgla

Każde ze źródeł emisji ze względu na swoją specyfikę wymaga zastosowania innego modelu jej określania. Należy wyraźnie podkreślić, że modele te, w związku z bardzo złożonym niejednokrotnie charakterem tego zjawiska pozwalają jedynie na przybliżone jej oszacowanie. Nie wszystkie bowiem czynniki wpływające na wielkość emisji są możliwe do uwzględnienia w sposób jednoznaczny. O ile określenie emisji zorganizowanej wydaje się stosunkowo proste, o tyle emisja niezorganizowana jest szczególnie trudna do opisanego.

3.1. Podstawy określania emisji zorganizowanej

Średnia emisja (\bar{E}_j) pyłu z danego emitora (j) pracującego bez urządzenia odpylającego w okresie obliczeniowym (t_j) opisana jest przez stężenie zanieczyszczenia w powietrzu wylotowym (C_j) oraz wydajność wentylatora (W_j):

$$\bar{E}_j = C_j W_j \quad (1)$$

Wyrażenie (1) jest słuszne i w sposób prawidłowy opisuje emisję w przypadku równomiernego jej przebiegu, tzn. gdy (C) i (W) podlegają tylko niewielkim wahaniom. W sytuacji natomiast, kiedy zmiany stężenia zanieczyszczenia lub wydajności wentylatora są znaczne, okres obliczeniowy należy podzielić na podokresy $t_{j1}, t_{j2}, \dots, t_{jn}$ o równomiernej pracy emitatorów, dla każdego z nich określić wartość emisji $E_{j1}, E_{j2}, \dots, E_{jn}$, a następnie jej średnią ważoną:

$$\bar{E}_j = \frac{1}{t_j} (E_{j1} t_{j1} + E_{j2} t_{j2} + \dots + E_{jn} t_{jn}) \quad (2)$$

Emisję roczną (E_{ja}) określa się jako iloczyn emisji średniorocznej (\bar{E}_{ja}) i czasu pracy emitatora w roku (t_{ja}):

$$E_{ja} = \bar{E}_{ja} t_{ja} \quad (3)$$

zaś emisja całkowita wyznaczona dla danej kopalni (E_a) jest sumą emisji z poszczególnych emitatorów:

$$E_a = \sum_{j=1}^i E_{ja} \quad (4)$$

gdzie:

i – liczba emitatorów.

W sytuacji, kiedy nad obiektami pyłącymi zainstalowane zostały odpylacze, emisję średnią (\bar{E}_j) w okresie (t_j) opisuje wyrażenie:

$$\bar{E}_j = (1 - \eta_j) C_j W_j \quad (5)$$

gdzie:

η_j – sprawność j-tego urządzenia odpylającego,

C_j – stężenie pyłu przed zespołem odpylającym.

W przypadku emisji nierównomiernej należy określić średnią ważoną wartość (\bar{E}_j) (wzór 2).

Roczna emisja pyłu z obiektu (j) wynosi:

$$E_{ja} = (1 - \eta_j) C_j W_j t_{ja} \quad (6)$$

gdzie:

t_{ja} – czas pracy odpylacza w ciągu roku.

Całkowita emisja roczna określona jest przez wyrażenie (4).

Określenie emisji pyłu respirabilnego (E_R) wymaga znajomości składu ziarnowego pyłu oraz właściwości zastosowanego odpylacza.

3.2. Podstawy określania emisji niezorganizowanej

Zwały węgla lub mialu – erozja wietrzna

Przez erozję wietrzną rozumie się wywiewanie przez wiatr warstw pyłu w sposób praktycznie ciągły, tzn. warstwa po warstwie. Pylenie na skutek działania wiatru następuje dopiero wtedy, gdy prędkość wiatru przekroczy pewną progową wartość zwaną prędkością graniczną (u_g). Poniżej tej prędkości emisja ze złoza jest stała.

Podatność złoza na erozję gwałtownie wzrasta w wyniku podmuchów (porywów) wiatru. Aby nastąpiło pylenie, musi być spełniony warunek:

$$u_m > u_g \quad (7)$$

gdzie:

u_m – maksymalna prędkość wiatru w porywach.

Emisja generowana przez erozję wietrzną zależna jest także od częstości zaburzeń złoza.

Emisja roczna cząstek pyłu z powierzchni zwał węgla lub mialu na skutek erozji wietrznej wynosi [1, 2, 7]:

$$E_a = k \sum_{i=1}^n P_i S_{i,zab} \quad (8)$$

gdzie:

k – mnożnik frakcyjny; dla pyłu całkowitego $k=1$, dla pyłu respirabilnego $k=0,5$;

n – liczba zaburzeń złoza w ciągu roku;

P_i – funkcja zwana podatnością na erozję, zależna od obserwowanej maksymalnej prędkości wiatru w porywie dla i -tego okresu między zaburzeniami złoza;

$S_{i,zab}$ – zaburzana powierzchnia złoza w i -tym okresie.

W obliczeniach wielkości emisji fragmenty erodującej powierzchni, które zaburzane są z różną częstotliwością, powinny być analizowane oddzielnie.

Dla suchej, eksponowanej na działanie wiatrów powierzchni funkcja podatności na erozję może być obliczana według następującego wzoru:

$$P = 58(u_d - u_{dg}^2) + 25(u_d - u_{dg}) \quad (9)$$

$$P = 0 \text{ dla } u_d \leq u_{dg}$$

gdzie:

u_d – prędkość dynamiczna,

u_{dg} – graniczna prędkość dynamiczna.

Prędkość dynamiczna powiązana jest z prędkością maksymalną w porywach następującą zależnością:

$$u_d = 0,053 u_{m10} \quad (10)$$

gdzie:

u_{m10} – maksymalna prędkość wiatru w porywie wyznaczona na wysokości 10 m w okresie między zaburzeniami złoża.

Wartość graniczna prędkości dynamicznej dla różnych rodzajów zwałów oraz zwałowanych materiałów podano w pracach [1, 7].

Zwały węgla – zaburzenia mechaniczne

Generowana mechanicznie emisja z otwartych źródeł cechuje się dużą zmiennością zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Emisja ta jest silnie zależna od wilgotności składowanego materiału. Obliczenia emisji pyłu z tych procesów można przeprowadzić na podstawie wzorów empirycznych opracowanych przez U.S. Environmental Protection Agency [3]. Wyniki otrzymane tą drogą obciążone są, co prawda, dużym błędem, ale nie ma obecnie dokładniejszych matematyczno-fizycznych modeli pozwalających na opisanie tego zjawiska.

Emisja roczna pyłu całkowitego (E_{ac}) wywołana stresem mechanicznym (na przykład pracą spychacza) wynosi zatem:

$$E_{ac} = 35,6 \frac{(s)^{1,2}}{(M)^{1,3}} t_a \quad (11)$$

gdzie:

s – zawartość w węglu frakcji drobnoziarnistych,

M – wilgotność zwałowanego węgla,

t_a – czas pracy spychacza w roku.

Emisję roczną pyłu respirabilnego opisuje wyrażenie:

$$E_{\text{aR}} = 6.33 \frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}} t_a \quad (12)$$

Odpowiednie zależności sformułowane zostały również w celu określenia emisji ze zwałów miału wywołanej stresem mechanicznym [1, 7].

Punkty załadunku, przesypy

Wydaje się, że wzory empiryczne na wskaźniki emisji opracowane przez US EPA jako dotyczące generalnie stresów mechanicznych, można zastosować do określenia emisji zachodzącej w procesach załadunku i przesypu. Zgodnie z tym założeniem emisja roczna pyłu całkowitego będzie wynosić [7]:

$$E_{\text{ac}} = 35,6 \frac{(s)^{1.2}}{(M)^{1.3}} \frac{1}{v} m_{\text{aw}} \quad (13)$$

gdzie:

v – średnia ważona prędkość załadunku,

m_{aw} – masa węgla załadowanego (przesypanego) w danym punkcie emisji w ciągu roku.

Odpowiednio emisja roczna pyłu respirabilnego opisana jest wyrażeniem:

$$E_{\text{aR}} = 6,33 \frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}} \frac{1}{v} m_{\text{aw}} \quad (14)$$

Wzory opisujące emisję pyłu całkowitego i respirabilnego w procesie załadunku i przesypu miału węglowego podano w pracy [7].

3.3. Ocena wartości emisji pyłu

Szczegółowa analiza emisji zanieczyszczeń pyłowych z poszczególnych źródeł zlokalizowanych na terenie kopalni pozwoliła na wskazanie i zdefiniowanie najgroźniejszych z nich.

Były to:

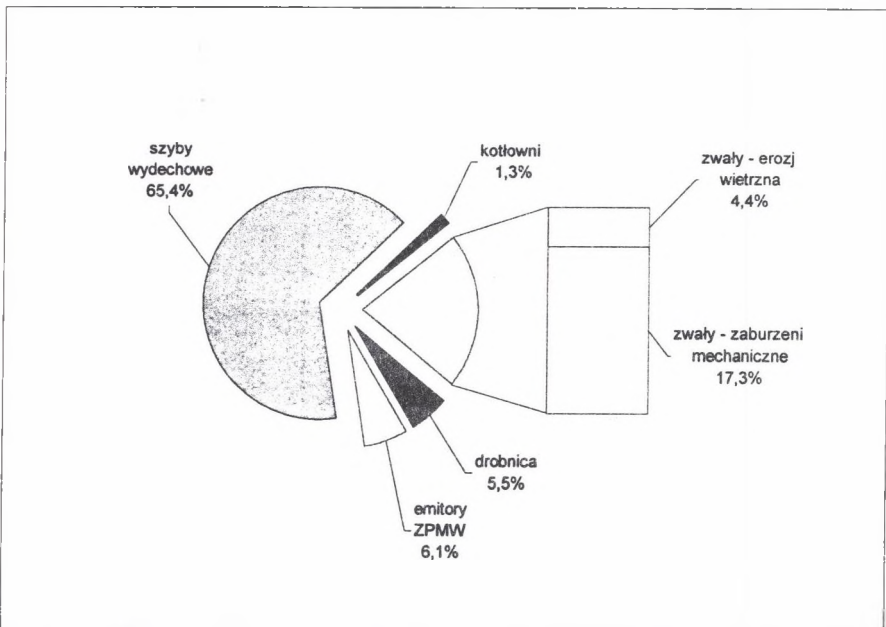
- źródła emisji zorganizowanej:
 - emitory Zakładu Przeróbki Mechanicznej Węgla,
 - szyby wydechowe,
 - emitory kotłowni;
- źródła emisji niezorganizowanej:

- zwały węgla – pylenie na skutek erozji wietrznej,
- zwały węgla – pylenie na skutek zaburzeń mechanicznych,
- drobnica.

Wielkość emisji z poszczególnych źródeł opisywano wskaźnikami emisji (e). I tak wskaźnik ten określał:

- emitory zakładu ZPMW – ilość wyemitowanego pyłu z jednego emitora w czasie 1 h,
- szyby wydechowe – ilość wyemitowanego pyłu z jednego szybu w czasie 1 h,
- kotłownia – ilość wyemitowanego pyłu z jednego rusztu w czasie 1 h,
- zwały węgla:
 - erozja wietrzna – ilość wyemitowanego pyłu w ciągu roku z 1 m² zwału,
 - zaburzenia mechaniczne – ilość wyemitowanego pyłu w czasie 1 h pracy spychacza,
- załadunek – ilość wyemitowanego pyłu w czasie załadunku 1 t węgla.

W tabeli 1 zestawiono wartości emisji rocznej pyłu całkowitego i respirabilnego wysyłanego przez Zakład Przeróbki Mechanicznej Węgla KWK „Śląsk”. Dla porównania podano tu również wielkość emisji pyłu przez emitory kotłowni i szyby wydechowe kopalni. To samo zestawienie określające udział procentowy poszczególnych emitatorów pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Udział poszczególnych emitatorów KWK „Śląsk” w całkowitej emisji pyłu respirabilnego
 Fig. 1. Portion of respective emitters of the „Śląsk” colliery in the respirable dust total emission

Tabela 1

Wartości emisji rocznej pyłu całkowitego i respirabilnego wysyłanego przez poszczególne źródła zlokalizowane na terenie KWK „Śląsk”

Emitor		E_{aC} [Mg/a]	E_{aR} [Mg/a]	
Emitory ZPMW	I	0,16	0,08	
	II	0,16	0,08	
	III	1,89	0,95	
	łącna emisja	2,21	1,11	
Szyby wydechowe	III	-	4,91	
	IV	-	7,02	
	łącna emisja z szybów	-	11,93	
Kotłownia		1,68	0,23	
Zwały	A	erozja wietrzna	0,44	0,22
		zaburzenia mechaniczne	5,72	1,42
	B	erozja wietrzna	0,08	0,04
		zaburzenia mechaniczne	3,35	0,87
	C	erozja wietrzna	0,28	0,14
łącna emisja ze zwałów	3,35	0,87		
Drobnica		6,00	1,00	
Łączna emisja ze wszystkich źródeł		23,11	17,83	
		(bez szybów wydechowych)		

4. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń pyłowych

Dane zestawione w tabeli 1 stały się punktem wyjścia do opisu propagacji powyższych zanieczyszczeń w atmosferze.

Sposób rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń emitowanych przez źródła punktowe zależy od wielu czynników, w tym między innymi od [4, 5]:

- położenia źródeł emisji (X, Y),
- parametrów technicznych źródeł:
 - wysokości (h),
 - średnicy wewnętrznej przewodu emitującego zanieczyszczenia (d),
 - prędkości zanieczyszczeń na wylocie ze źródła (v),
 temperatury zanieczyszczeń (t_g).
- wielkości emisji (\bar{E}),

- warunków meteorologicznych:
 - statystyki stanów równowagi atmosfery,
 - temperatury powietrza (t_p),
 - prędkości wiatru na wysokości h (u_h),
 - średniej prędkości wiatru (\bar{u}) w warstwie $z=0$ do $z=h$,
 - współczynnika dyfuzji poziomej (σ_y),
 - współczynnika dyfuzji pionowej (σ_z),
- wysokości pozornego punktu emisji (całkowitego wyniesienia) (H),
- aerodynamicznej szorstkości terenu (z_0).

Przy opisie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń wykorzystano uproszczone równanie różniczkowe dyfuzji zanieczyszczeń w poruszającym się ośrodku gazowym:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\sigma_y^2}{2} \right) \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{d}{dt} \left(\frac{\sigma_z^2}{2} \right) \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} \quad (15)$$

gdzie:

C – stężenie zanieczyszczenia w punkcie recepcyjnym,

t – czas wędrówki zanieczyszczenia od chwili wyrzutu do osiągnięcia punktu recepcyjnego.

Rozwiązanie równania (15) prowadzi do grupy wzorów typu Pasquilla. Najprostsze z nich otrzymuje się przy założeniu:

$$1. \quad t \rightarrow 0, C_i \rightarrow \frac{\bar{E}}{u} \delta(y) \delta(H-z)$$

$$2. \quad z=0, \frac{\partial C}{\partial z} = 0$$

$$3. \quad z \rightarrow \infty, C \rightarrow 0$$

Dla pyłu ma ono postać:

$$C_{i(x,y,z)} = \frac{\bar{E}}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \quad (16)$$

Wyrażenie to opisuje stężenie imisyjne zanieczyszczenia w punkcie o współrzędnych (X, Y, Z) . Określone przez Pasquilla współczynniki dyfuzji wynoszą:

$$\sigma_y = A x^a, \quad \sigma_z = B x^b$$

gdzie:

$$A = 0,08 [6m^{-0,3} + 1 - \ln (H / z_0)]$$

$$B = 0,38 m^{1,3} [8,7 - \ln (H / z_0)]$$

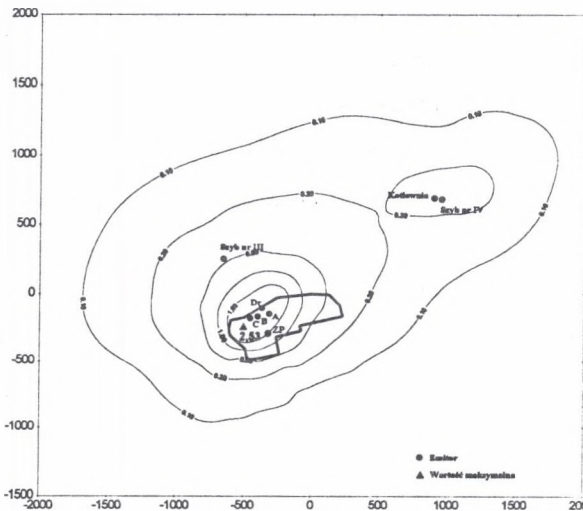
a, b, m – stałe dla danego stanu równowagi atmosfery.

W wyniku przeprowadzonej na podstawie wzoru (16) analizy propagacji badanych zanieczyszczeń otrzymano rozkłady imisyjnych stężeń średniorocznych pyłu, a także określono wartość oraz miejsce wystąpienia stężenia maksymalnego (C_{im}). Pozwoliło to na ocenę udziału tego zanieczyszczenia w całkowitym skażeniu atmosfery.

Na rys. 2 pokazano rozkład średniorocznych stężeń pyłu respirabilnego emitowanego przez KWK „Śląsk” po jego rozprzestrzenieniu się w atmosferze; są to stężenia określone na poziomie ziemi ($Z=0$). Zaznaczono tu również położenie emitorów, a także miejsce wystąpienia stężenia maksymalnego ($X_{C_{imR}}, Y_{C_{imR}}$).

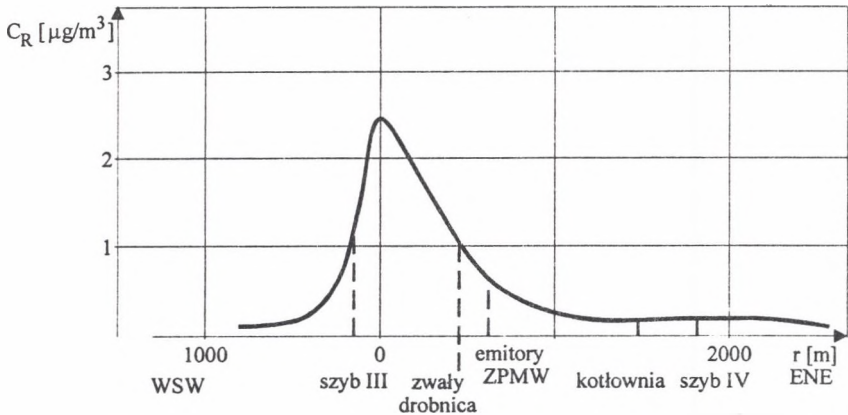
Na rozkład stężeń pyłu mają wpływ czynniki podane na wstępie rozdziału. W konsekwencji izolinie stężeń rozciągają się w kierunku WSW-ENE; oznacza to, że zasięg zanieczyszczeń jest tu największy.

Rozkład stężeń imisyjnych pyłu respirabilnego na kierunku WSW-ENE przedstawia rys. 3 (przekrój przez izolinie). Punktem zerowym jest miejsce wystąpienia stężenia maksymalnego ($X_{C_{imR}}=0, Y_{C_{imR}}=0$). Na wykresie tym uwidacznie się wyraźnie wpływ poszczególnych emitorów.



Rys. 2. Izolinie rocznych stężeń pyłu respirabilnego emitowanego przez KWK „Śląsk”

Fig. 2. The lines showing distribution of respirable dust yearly concentration emitted by the „Śląsk” colliery



Rys. 3. Rozkład imisyjnych stężeń pyłu respirabilnego emitowanego przez źródła zlokalizowane na terenie KWK „Śląsk” na kierunku WSW-ENE

Fig. 3. Distribution of respirable dust concentration emitted by the „Śląsk” colliery on the direction WSW-ENE

Zobaczymy, jaki udział mają te zanieczyszczenia w całkowitym stężeniu imisyjnym.

W tabeli 2 zestawiono:

- stężenie pyłu respirabilnego w powietrzu atmosferycznym w rejonie Katowic (C_i) (całkowite stężenie imisyjne określone przez SANEPID);
- dopuszczalną wartość stężenia respirabilnego (C_d);
- maksymalne stężenie imisyjne, jakie wystąpiło w rejonie kopalni związane z emisją zanieczyszczeń pyłowych ze źródeł zlokalizowanych na jej terenie (C_{imR}) (obliczone na drodze modelowania matematycznego);
- miejsce wystąpienia stężenia maksymalnego ($X_{C_{imR}}$, $Y_{C_{imR}}$);
- udział stężenia maksymalnego w całkowitym stężeniu imisyjnym (α_i);
- udział stężenia maksymalnego w dopuszczalnym stężeniu imisyjnym (α_d).

Tabela 2

Udział maksymalnego stężenia imisyjnego związanego z emisją pyłu respirabilnego ze źródeł zlokalizowanych na terenie KWK „Śląsk” w całkowitym stężeniu imisyjnym (α_i) oraz w dopuszczalnym stężeniu imisyjnym (α_d)

Lp.	Parametr	Wartość
1	C_i [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	59,7
2	C_d [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	50,0
3	C_{imR} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2,53
4	$X_{C_{imR}}$, $Y_{C_{imR}}$ [m]	-500, -250
5	α_i [%]	4,2
6	α_d [%]	5,1

Pozycja 5 tabeli 2 przedstawia udział pyłu respirabilnego w punkcie $r=0$ (rys. 3). Udział ten będzie gwałtownie spadał w miarę oddalania się od tego miejsca.

W tabeli 3 podano udziały (α_i) dla kilku punktów w różnych odległościach od miejsca o stężeniu maksymalnym (C_{imR}) (kierunek WSW-ENE). Przyjmuje się na ogół, że udział poniżej 0,05% jest już do pominięcia. Z przedstawionego zestawienia wynika więc, że spada on do wartości pomijalnie małych w odległości:

- około 3 km w kierunku WSW,
- 5 km w kierunku ENE.

Tabela 3

Udziały zanieczyszczeń pyłowych emitowanych przez KWK „Śląsk” w całkowitym stężeniu imisyjnym (α_i) w różnych odległościach od punktu wystąpienia stężenia maksymalnego (C_{imR})

Odległość r [m]	α_i [%]	
	kierunek WSW	kierunek ENE
0	4,2	4,2
250	0,8	3,3
500	0,3	1,7
1000	0,2	0,5
2000	0,08	0,5
3000	0,03	0,2
4000	0,01	0,1
5000	0,005	0,05

5. Podsumowanie

Prowadzone obligatoryjnie badania stężeń zanieczyszczeń pyłowych na niektórych stanowiskach pracy zakładu przeróbki mechanicznej węgla dają obraz zagrożenia dla pracujących tam załóg. Nieznany był jednak dotąd wpływ tych zanieczyszczeń na stan sanitarny powietrza atmosferycznego, a co za tym idzie, nie było wiadomo, czy i na ile są one niebezpieczne dla zamieszkujących w pobliżu ludzi.

- Zaproponowano modele pozwalające na opisanie emisji zanieczyszczeń pyłowych ze źródeł zlokalizowanych na terenie ZPMW. Sprecyzowano parametry, których znajomość jest konieczna do oszacowania jej wielkości.

- Określono emisję średnioroczną oraz roczną pyłu całkowitego i respirabilnego z poszczególnych źródeł leżących w obrębie KWK „Śląsk” ze szczególnym uwzględnieniem Zakładu Przeróbki Mechanicznej Węgla.
- Powyższe dane stały się punktem wyjścia do opisu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń pyłowych w atmosferze. Obliczenia prowadzono opierając się na modelu Pasquilla będącym rozwiązaniem uproszczonego równania różniczkowego dyfuzji pyłów w poruszającym się ośrodku gazowym. Wynikiem obliczeń były rozkłady imisyjnych stężeń średniorocznych pyłu respirabilnego w otoczeniu zespołu źródeł emisji oraz określenie wartości i miejsca wystąpienia maksymalnego stężenia imisyjnego (C_{imR}). Rozkłady powyższe przedstawiono w postaci izolinii stężeń.

Maksymalne stężenie imisyjne pyłu respirabilnego będące wynikiem emisji tego zanieczyszczenia przez kopalnię miało wartość:

$$C_{imR} = 2,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

i wystąpiło w punkcie o współrzędnych:

$$X_{C_{imR}} = -500 \text{ m}, Y_{C_{imR}} = -250 \text{ m}.$$

Należy zaznaczyć, że uzyskane na drodze modelowania matematycznego stężenia imisyjne pyłu respirabilnego nie przekroczyły w żadnym miejscu wartości dopuszczalnej.

- Określono udział emitowanego pyłu respirabilnego w całkowitym stężeniu tego zanieczyszczenia w powietrzu atmosferycznym. Pokazano, że w przypadku KWK „Śląsk” udział ten w punkcie o stężeniu maksymalnym wynosi:

$$\alpha_i = 4,2\%$$

W miarę oddalania się od niego (α_i) gwałtownie spada, osiągając wartości pomijalnie małe (0,05%) w promieniu 5 km.

Badania wykonane w ramach grantów 9 S601 057 06 oraz 9 T12A 058 11.

LITERATURA

1. Cowhered C.Jr.: A refined scheme for calculation of wind generated PM-10 emissions from storage piles. In: Proceedings of APCA EPA Conference on PM-10: Implementations of Standards. San Francisco, CA, U.S. EPA (1988) (4).
2. Cowhered C.Jr.: Fugitive dust emissions. In: Aerosol Measurement. Principles, Techniques and Applications. Edited by K. Willeke and P. Barn. Van Nostrand Reinhold, New York (1993) (8).
3. U.S. EPA 1985/1986/1988/1990. Compilation of air pollution emission factors, AP-42, 4th ed. Research Triangle Park, NC: U.S. EPA (7).
4. Wytyczne obliczania stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, MAGTOŚ, Warszawa 1981.
5. Zgadzaj J.: Problemy zanieczyszczenia środowiska gazami emitowanymi przez szyby wydechowe kopalń węgla kamiennego (część I), MiAG 1 (307), 22 (1996).
6. Zgadzaj J.: Contamination of air as a result of emission of gaseous pollutants from upcast shafts in hard coal mines, Second World Mining Environment Congress, Proceedings 1, 595, Katowice 1997.
7. Zgadzaj J.: Badanie wpływu zanieczyszczeń mechanicznych oraz promieniotwórczych emitowanych przez kopalnie węgla kamiennego na środowisko naturalne. Raport z prac wykonanych na zlecenie KBN; grant nr 9 T12A 058 11, Katowice 1998.
8. Zgadzaj J. i in.: Wpływ radonu i jego pochodnych emitowanych szybami wydechowymi kopalń węgla kamiennego na skażenie powietrza atmosferycznego. Ogólnopolska konferencja: „System ochrony radiologicznej w polskich kopalniach”. Ustroń 1998.

Abstract

The presented results make a fragment of work conducted within the framework of two research projects (grants) referring to the influences of gas, radiation and dust pollution emitted by hard coal mines on free air condition. The aim of this stage of research was:

- to determine quantity of total and respirable dust emission from particular sources located within the reach of a mine, also coal preparation plant;
- to describe propagation process of these pollutions in air;

- to determine a portion of emitted dusts in total concentration of this group of pollutions in air.

Therefore the models providing the description of dust pollution emission from the sources of coal preparation plants were designed. Also the parameters necessary to estimate the emission quantity were specified.

On this basis, the middle-yearly and yearly emissions of total and respirable dust from the emitters located within the reach of coal preparation plant of the „Śląsk” colliery were estimated. For the whole picture, the emission from upcast shafts and mine boiler-brouzes was estimated.

The above mentioned data became a starting-point for description of pollution propagation in air. The calculations were made on the basis of the Pasquill’s model being a solution of simplified differential equation of dust diffusion in moving gaseous medium. The calculations resulted in dust concentration distribution in free air around the emitters treated as a set of emission sources, and in determination of value and place of maximum concentration occurrence (C_{im}).

The maximum respirable dust concentration in air being the effect of this pollution emission from a mine, was of value:

$$C_{imR} = 2,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

and it occurred at the point of coordinates:

$$X_{C_{imR}} = - 500 \text{ m}, Y_{C_{imR}} = -250 \text{ m}$$

A portion of respirable dust in its total concentration in air was determined. It was shown that for the „Śląsk” colliery this portion at point of maximum concentration was:

$$\alpha_i = 4,2\%$$

On moving away from this point (α_i) rapidly goes down and reaches small to-be-ignored values (0,05%) within a radius of 5 km.