ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1983

Seria: GÓRNICTWO z. 118 Nr kol. 730

Edward CICHOWSKI

ZWALCZANIE ZAGROŻENIA PYŁOWEGO PRZY KOMBAJNACH ŚCIANOWYCH PRZEZ ZRASZANIE

Streszczenie. Rozważano możliwości techniczne polepszenia skuteczności urządzeń zraszających przy bębnowych kombajnach ścianowych biorąc pod uwagę układ hydrauliczny, konstrukcję i rozmieszczenie dysz, fizyczne własności wody zraszającej, zasysanie powietrza przez dyszę zraszającą oraz elektryzowanie wody zraszającej.

1. Wstęp

Zastosowanie bębnowych kombajnów ścianowych umożliwiło poważny przyrost wydobycia w ostatnich latach. Wg niektórych źródeł około 1% urobku stanowi pył przeważnie związany siłami adhezji z większymi cząstkami urobku, natomiast niewielka jego część unosi się w powietrzu. W sprzyjających okolicznościach, np. podczas opadania lub wskutek ruchu powietrza pył związany z urobkiem może zostać uwolniony i przejść do prądu powietrza. Przyjmując, że tylko 1% wytworzonego pyłu znajdzie się w powietrzu musimy liczyć się ze znacznym zagrożeniem dla załogi zakładu górniczego.

Zagrożenie to, rozpatruje się głównie ze względu na możliwość: wywołania pylicy, wybuchu pyłu węglowego oraz ograniczenia widoczności w miejscu pracy.

Najekonomiczniejsze jest zwalczanie pyłu u źródła jego powstania, tj. przy kombajnie ścianowym nim pył zdąży się unieść w powietrze.

Stopień rozdrobnienia urobku w dużej mierze zależy od parametrów konstrukcyjnych i od stanu technicznego kombajnu [1].

Z metod technicznego zwalczania zapylenia przy kombajnach ścianowych najbardziej rozpowszechnione jest zraszanie wodą; jego stosowanie przy kombajnach jest nakazane przepisami górniczymi. Inne metody, jak strumień piany skierowany na organ urabiający [2] czy odsysanie obłoków pyłowych [3] nie przyjęły się przy kombajnach. Złożyło się na to wiele przyczyn. Decydującą okazała się chyba sprzeczność między wymaganą wydajnością i koniecznością zachowania małych rozmiarów tych urządzeń.

Wydaje się, że na dzień dzisiejszy pozostaje aktualna dążność do poprawy skuteczności pracy istniejących urządzeń zreszających kombajnów ścianowych.

Skuteczność zraszania można zdefiniować jako sprawność zraszania

$$\eta = \frac{\bar{s}_1 - \bar{s}_2}{\bar{s}_1} 100\%, \qquad (1)$$

gdzie:

$\bar{s}_1$ - średnie pierwotne stężenie zapylenia,

$\bar{s}_2$ - średnie stężenie zapylenia po zastosowaniu zraszania.

W warunkach dołowych duży wpływ na stężenie pierwotne $\bar{s}_1$ mogą mieć: droga przepływu i strumień objętości Q_p powietrza wentylacyjnego [4] oraz wstępne nawilżanie pokładu węglowego [5].

2. Sprawność zraszania

Zraszanie polega na drobnym rozpyleniu wody w powietrzu, doprowadzonej pod ciśnieniem do dyszy, której strumień jest skierowany na źródło emisji pyłu, np. na pracujące noże kombajnowe, na urobek lub na obłoki pyłowe wokół źródła emisji pyłu w celu odgrodzenia pyłu od otoczenia.

Sprawność zraszania pyłów związanych z urobkiem w momencie urabiania czy opadania lub w czasie transportu zależy od właściwości zwilżających wody, zwilżalności pyłu oraz od ilości wody i jej równomiernego rozprowadzania. Zwiększając przez zraszanie wilgotność urobku, np. do wartości 8%, uzyskuje się znaczne zmniejszenie lotności pyłu. Wobec ogromnej ilości pyłu związanego z urobkiem możliwości obniżenia zapylenia drogą zwilżenia pyłu są znaczne, pod warunkiem dotrzymania ww. wymogów odnośnie:

- zwilżalności, który można spełnić obniżając napięcie powierzchniowe wody co najmniej do połowy napięcia powierzchniowego wody destylowanej,
- ilości wody zraszającej, którą przy kombajnach przyjmuje się $q = 25$ do 40 dm^3 wody/tonę urobku [6]. Biorąc pod uwagę średnie dobowe wydobycie ze ścian w zakresie $Q_k = 2000$ t/dobę i 25% efektywnego czasu pracy kombajnu uzyskuje się strumień objętości wody zraszającej $Q_w = 90$ do 270 dm^3/min, a średnio $Q_w = 180$ dm^3/min,
- równomierności rozprowadzania wody, którą uzyskuje się przez odpowiednie rozmieszczenie dysz na kombajnie.

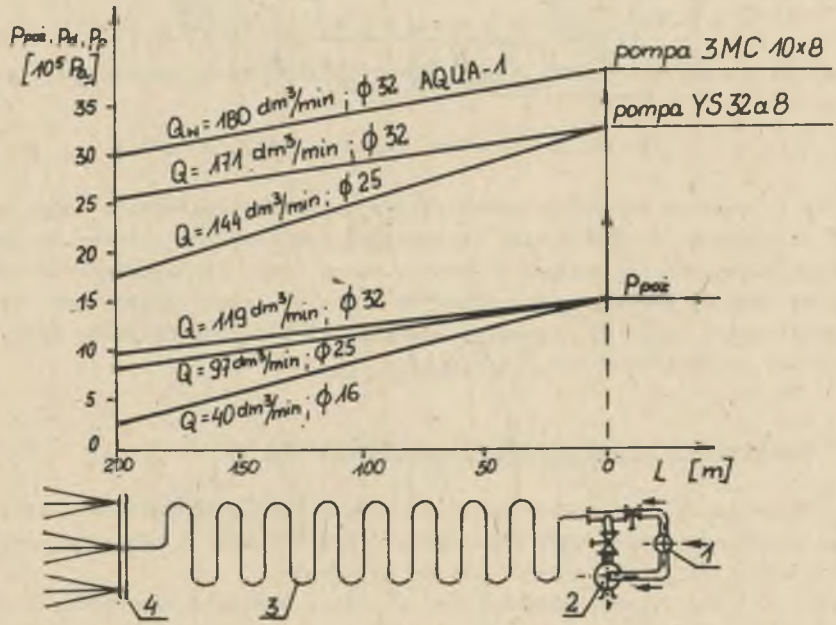
Sprawność zraszania pyłów unoszących się już w powietrzu, zależy od prawdopodobieństwa koagulacji pyłów i kropel w powietrzu. Możliwość koagulacji zależy od ilości, wielkości i dynamiki kropel wody w strumieniu wody zraszającej. Zasadnicze znaczenie mają tutaj konstrukcja dysz, ich rozmieszczenie, ciśnienie wody, prędkość przepływu powietrza, ładunki elektrostatyczne pyłów i kropel wody. Wymienione czynniki wpływają w decydujący sposób na wielkość kropel, ich ilość i prędkość, kierunek i zasięg strumienia. Np. dla wytrącenia z nieruchomego powietrza pyłków o średnicy

zastępczej d_p = 1 do 5 μm najkorzystniejsze są krople o średnicy d_{kr} = = 60 do 200 μm i prędkości v_{kr} = 20 m/s, jakie można uzyskać stosując ciśnienia wody $p_d > 10 \cdot 10^5$ Pa [7, 8].

Sprawność zraszania urządzenia zraszającego bębnowego kombajnu ścianowego zależy od sumarycznej zdolności zwilżenia pyłu związanego z urobkiem oraz koagulacji pyłków i kropel w powietrzu. W następnych punktach zostaną opisane dążenia zmierzające do realizacji wyżej wymienionych warunków poprawy sprawności urządzenia zraszającego ścianowego kombajnu bębnowego.

3. Układ hydrauliczny urządzenia zraszającego kombajnu

Kombajn ścianowy musi być wyposażony w układ hydrauliczny, dostarczający dyszom wodę o ciśnieniu i w ilości stosownej do ilości produkowanego pyłu (por. pkt 2).



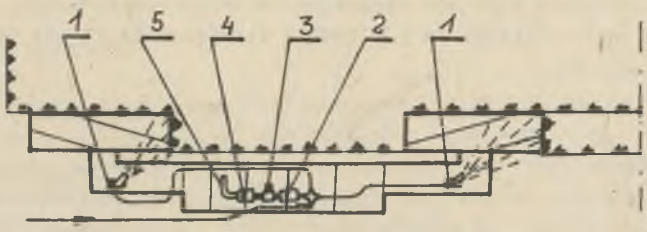
Rys. 1. Parametry pracy instalacji hydraulicznej układu zraszającego

Rys. 1 przedstawia uproszczony schemat ideowy układu hydraulicznego urządzenia zraszającego kombajnu ścianowego, gdzie woda płynie z rurociągu ppoż. (poz. 1) przez pompę wirową (poz. 2) ustawioną w chodniku lub bezpośrednio do elastycznego przewodu wysokociśnieniowego (poz. 3) o

wewnętrznej średnicy ϕ 16, ϕ 25 bądź ϕ 32 mm doprowadzającego wodę do kombajnu, na którym rozmieszczone są dysze zraszające (poz. 4).

Wykresy na rys. 1 przedstawiają przykładowo przebieg zmian ciśnienia wody w układzie hydraulicznym w zależności od średnicy wewnętrznej przewodu, od sposobu zasilania przy długości przewodu L = 200 m, liczbie 20 dysz typu DPZ-7,5 i przy ciśnieniu ppoż. = 15 . 10^5 Pa.

W miarę wzrostu wydobycia w celu zwiększenia strumienia objętości wody zwiększano początkowo średnicę przewodu zasilanego bezpośrednio z rurociągu ppoż. ze średnicy ϕ 16 do ϕ 32 mm dobierając właściwą liczbę dysz zraszających [9]; następnie zastosowano pompę wirową włączoną szeregowo w układ hydrauliczny.



Rys. 2. Uniwersalny układ zraszający AQUA-1

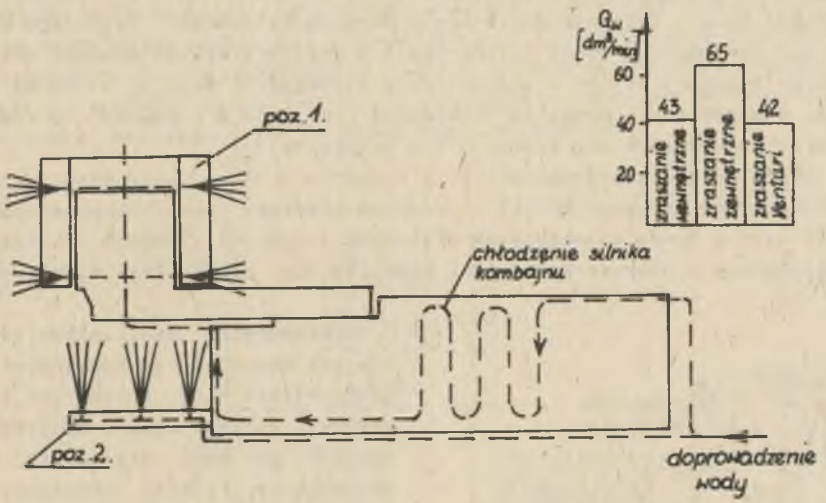
W stosowanym aktualnie uniwersalnym układzie zraszającym AQUA 1 (rys. 2) rozdzielono strumień wody dopływającej do kombajnu z pompy na część wysokociśnieniową zasilającą 2 armatki wodne (poz. 1) i część niskociśnieniową płynącą przez zawór redukcyjny (poz. 2), zawór przelewowy (poz. 3), aparat wodny (poz. 4), komory chłodzące silnika elektrycznego (poz. 5) do osobnej baterii dysz DPZ-7,5 [10].

4. Konstrukcja i rozmieszczenie dysz zraszających

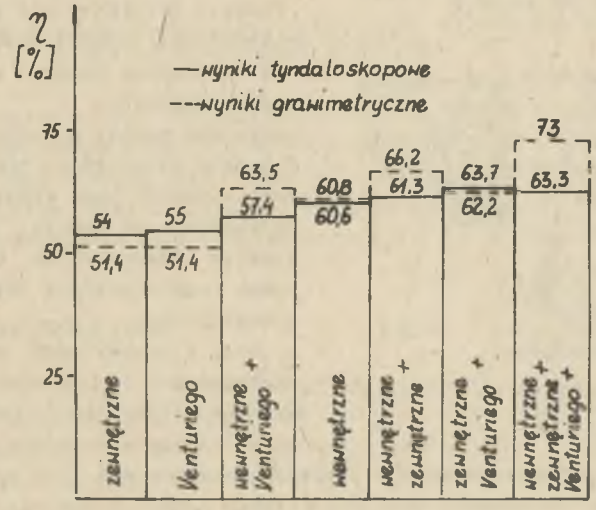
Zadaniem dysz jest doprowadzenie wody zraszającej możliwie blisko miejsca powstawania pyłu bądź stworzenie przez strumień kropel wody przegrody oddzielającej źródło emisji pyłu od otoczenia.

Rys. 3 przedstawia schemat ideowy układu zraszającego kombajnu ścianowego firmy Eickhoff typu EW 170 L o średnicy bębna 1600 mm wyposażonego w zraszanie wewnętrzne, składające się z dysz umieszczonych na obwodzie bębna (poz. 1), zraszanie zewnętrzne obejmujące dysze umieszczone na ramieniu (poz. 2) oraz dysze Venturiego osadzone na ładowarce, które zostaną opisane w pkt. 6. Parametry zraszania wynosiły: ciśnienie p_d = (15-18)10^5 Pa oraz strumień objętości wody Q_w = 150 dm^3/min.

Pomiary grawimetryczne i tyndaloskopowe stężenia zapylenia przy pracy tego kombajnu przeprowadzono w kopalni Walsum w RFN w ścianie, której dłu-



Rys. 3. Schemat ideowy układu zraszającego kombajnu Eickhoff EW 170 L

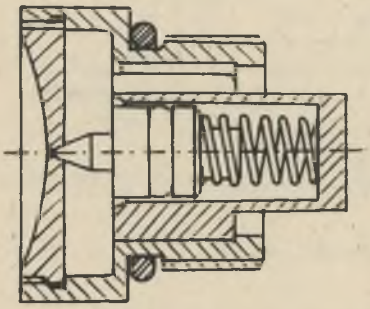


Rys. 4. Wyniki pomiarów grawimetrycznych i tyndaloskopowych sprawności zraszania η przy kombajnie Eickhoff typu EW 170 L w kopalni Walsum

gość w czasie pomiarów zmieniała się w zakresie od 250 do 210 m. Równocześnie było przeprowadzane wstępne nawilżenie pokładu węglowego w ilości 5,7 dm^3 wody/m^3 węgla wprowadzanej w pokład krótkimi otworami oraz zraszanie przesypu ściana - chodnik przy ciśnieniach wody p_d = (15-20)10^5 Pa. Rys. 4 przedstawia uzyskane sprawności zraszania w stosunku do zapylenia pierwotnego przy pracy kombajnu bez zraszania [11].

Dysze zraszające stosowane przy kombajnach można podzielić na dysze wytwarzające strumień płaski i strumień stożkowy pusty lub wypełniony.

W wyniku badań selekcyjnych przeprowadzonych na licznych rozwiązaniach spotykanych w naszych kopalniach zrodziła się konstrukcja dysz typu DS i DP [12].



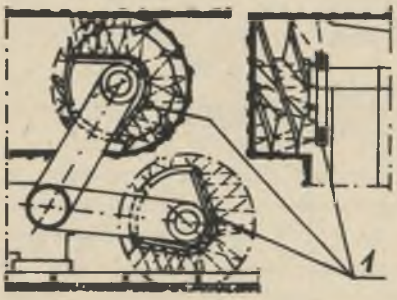
Rys. 5. Kombajnowa dysza zraszająca typu DPZ-7,5

Niezawodność dysz zależy od stopnia ich nieczułości na zanieczyszczenia, jakie niesie woda zraszające lub jakie mogą zatkać otwór wypływowy od zewnętrz gdy woda nie płynie. Rys. 5 przedstawia przykład specjalnej dyszy kombajnowej typu DPZ-7,5, wyposażonej w tłoczek zamykający otwór wypływowy o średnicy ϕ 2 mm, przy ciśnieniach $p_d < 5 \cdot 10^5$ Pa [13].

Z różnych powodów techniczno-ruchowych, takich jak:

- silne zanieczyszczenie wody, - stąd częste zatykanie się dysz,
- możliwość awarii uszczelnienia oddzielającego części: olejową od wodnej kombajnu,

zraszanie wewnętrzne nie przyjęło się w naszym górnictwie, mimo że produkowane kombajny były wyposażone w dysze umieszczone na bębnie. Kolejne modyfikacje konstrukcyjne dotyczyły lepszego rozmieszczenia dysz zraszania zewnętrznego.



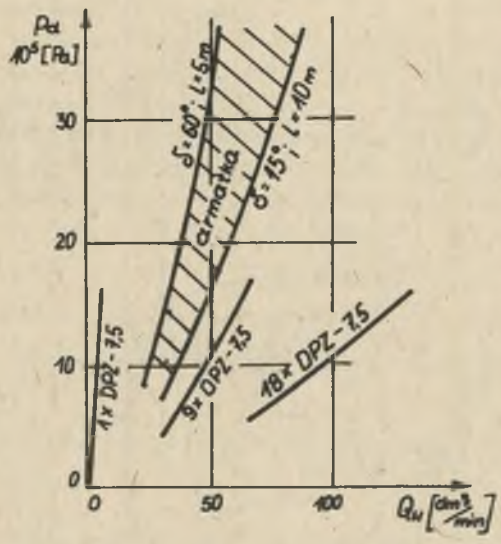
Rys. 6. Tarczowy układ zraszający

Rys. 6 przedstawia tarczowy układ zraszający z 15 dyszami DPZ-7,5 osadzonymi blisko obwodu tarczy zamontowanej na ramieniu kombajnu KWB-3RDS w pobliżu bębna. Częste zrywania masywnej tarczy w czasie pracy kombajnu spowodowały niepowodzenie tego rozwiązania mimo zachęcających wyników zwalczania zapylenia w warunkach dołowych [14].

Jakkolwiek by nie rozmieszczono dysze na kombajnie, zanieczyszczona woda z jednej strony a stosunkowo mały otwór wypływowy dysz, połączony z

trudnym dostępem do nich w celu oczyszczenia, z drugiej strony, były częstym powodem niesprawności tradycyjnych układów zraszających kombajnów.

Uniwersalny układ zraszający AQUA-1 (rys. 2) wyposażono w dwie armatki wodne o średnicy otworu wypływowego ϕ 5 mm, o regulowanym ukierunkowaniu i kształcie stożkowej strugi wodnej, umieszczone w pobliżu kombajnisty, z których każda jest skierowana na jeden organ urabiający.



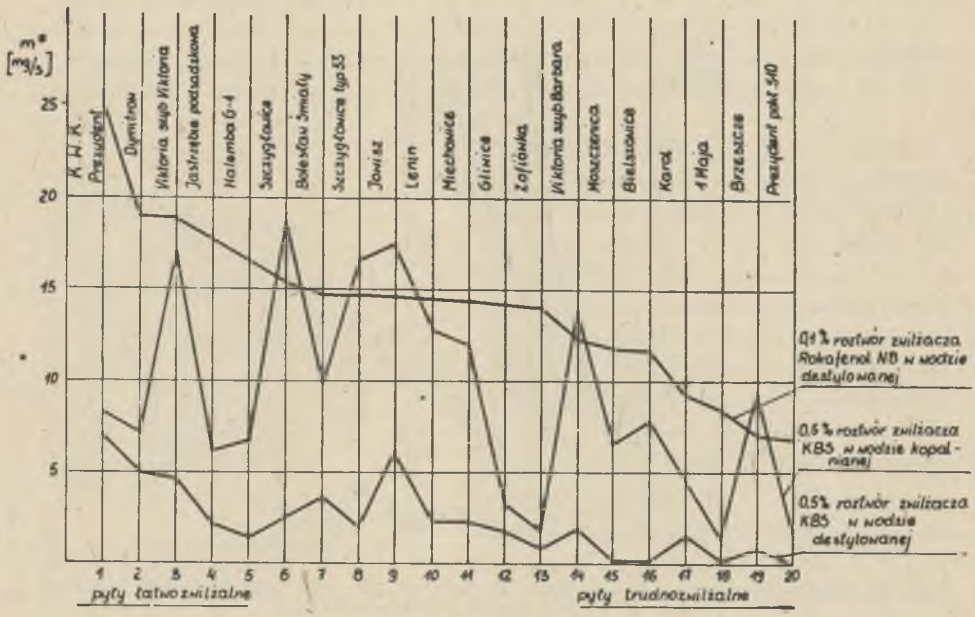
Rys. 7. Charakterystyki pracy dysz zraszających przy kątach rozwarcia strugi δ i zasięgach strumienia l

Znaczne ciśnienie p_d wywołujące dynamiczny strumień wody zraszającej zapewnia doprowadzenie wody do miejsca emisji pyłu [10]. Wzmożonej koagulacji pyłu z wodą sprzyja intensywny ruch powietrza wywołany działaniem strumienia wodnego. Rys. 7 przedstawia charakterystykę opisanych dysz zraszających stosowanych w naszym górnictwie.

5. Fizyczne własności wody

Właściwości zwilżające wody zraszającej w istotny sposób decydują o sprawności zraszania pyłów związanych chwilowo z urobkiem. Dodatek do wody małych ilości środków powierzchniowo-aktywnych, tzw. zwilżaczy obniżających jej napięcie powierzchniowe σ, może spowodować zmniejszenie kąta zwilżania na granicy faz pył - woda - powietrze do wartości $\theta < 90^\circ$; przy których pył staje się zwilżalny, a próbka pyłu naniesiona na lustro cieczy tonie [15].

W latach siedemdziesiątych był szeroko stosowany w naszym górnictwie zwilżacz KBS w postaci stałej i ciekłej. Jest to zwilżacz jonowy, którego skuteczność zależy od składu chemicznego wody kopalnianej, gdyż następuje reakcja zwilżacza z wtrąceniami w niej zawartymi.



Przeprowadzono próby zwilżalności pyłu węglowego z różnych kopalń oparte na pomiarze czasu tonięcia τ próbki pyłu w roztworach tego zwilżacza oraz zwilżacza Rokafenol N8 wg ustalonej metody [16]. Rys. 8 przedstawia wyznaczony następnie strumień masowy zwilżonego pyłu m^* na podstawie zależności

$$m^* = \frac{m}{\tau}, \tag{2}$$

gdzie:

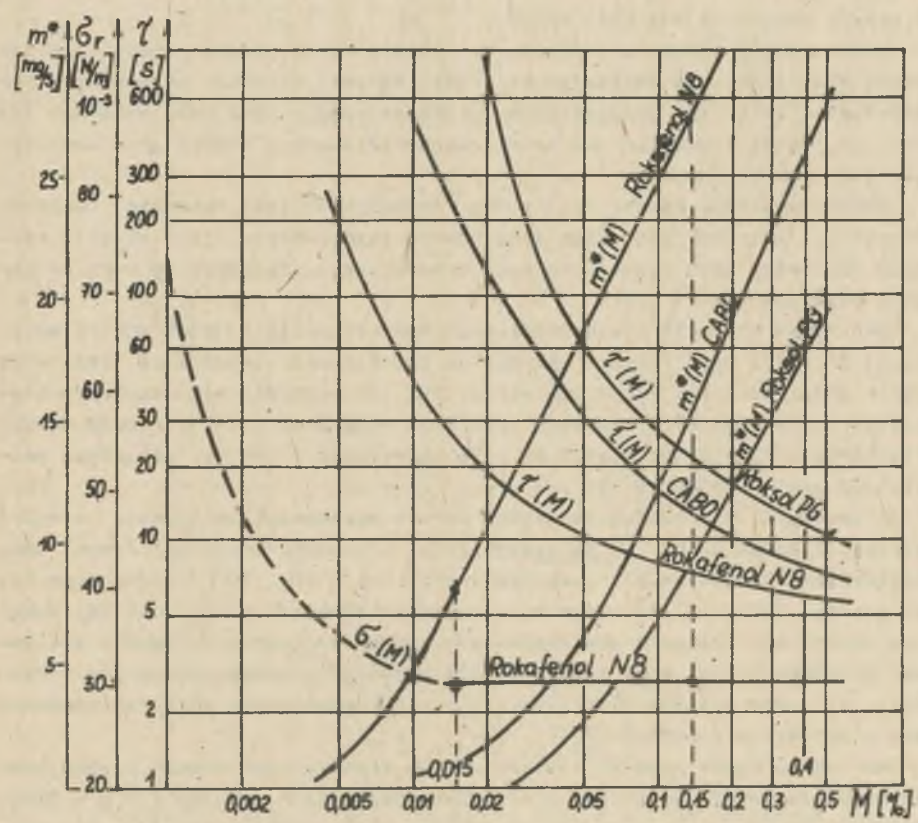
m = 200 mg pyłu o średnicy zastępczej $d_p < 63\ \mu m$ i oznacza masę próbki pyłu użytego w czasie pomiaru czasu tonięcia τ.

Na podstawie prób przeprowadzonych z 0,1% roztworem wodnym niejonowego zwilżacza Rokafenol N8, nie podlegającego wpływom składu chemicznego wody, uszeregowano próbki pyłów z różnych kopalń wg zwilżalności od pyłów łatwo do trudno zwilżalnych. Wyznaczony strumień masowy może stanowić podstawę do klasyfikacji, np.:

- pyły łatwo zwilżalne $m^* > 15 \frac{mg}{s}$,
- pyły średnio zwilżalne $10 < m^* < 15 \frac{mg}{s}$,
- pyły trudno zwilżalne $m^* < 10 \frac{mg}{s}$.

Analogiczne pomiary przeprowadzono z 0,5% roztworem wodnym ciekłego zwilżacza KBS w wodzie destylowanej, przy czym jednak wystąpiły odchyłki w stosunku do uszeregowania pyłów ze względu na zwilżalność; jednak średni przebieg zależności pozostał podobny.

Próby z 0,5% roztworem zwilżacza KBS w wodzie z danej kopalni w zakresie zmienności twardości ogólnej 4,1 do 220,8° n wykazały znaczne zróżnicowanie wyników zależne od twardości wody. W przypadku miękkiej wody nawet przy najtrudniej zwilżalnych pyłach można się było liczyć z pozytywnymi wynikami, np. pyłu i wody z KWK Brzeszcze [16]. Przy wodach twardych efekt zastosowania zwilżacza był niezadowalający, zależny jeszcze od zwilżalności pyłu, np. pyły z KWK Prezydent (rys. 8).



Rys. 9. Zależność $\sigma(M)$, $\tau(M)$ i $m^*(M)$ dla pyłu z IBG w Mikołowie

W ostatnich latach opracowano nowe zwilżacze dla górnictwa charakteryzujące się dużo większą skutecznością przy niższym procentowym stężeniu masowym w wodzie M niezależnie od twardości wody kopalnianej.

Rys. 9 przedstawia zależności:

- napięcia powierzchniowego σ od stężenia M zwilżacza Rokafenol N8 wyznaczonego metodą stalagmometryczną [18],
- czasu tonięcia τ próbki pyłu wzorcowego z Instytutu Bezpieczeństwa Górniczego w Mikołowie w wodzie wodociągowej o twardości 10^0 n od stężenia M dla różnych zwilżaczy dostępnych w handlu,
- strumienia masowego zwilżonego pyłu m^* od stężenia M.

Zdecydowanie najlepszymi właściwościami zwilżającymi charakteryzuje się zwilżacz Rokafenol N8, którego stężenie M = 0,015% pozwala obniżyć napięcie powierzchniowe do wielkości rzędu $\sigma = 30 \cdot 10^{-3}$ N/m przy strumieniu masowym $m^* = 8,4$ mg/s. Dziesięciokrotne zwiększenie stężenia do M = = 0,15% powoduje wzrost strumienia do $m^* = 27,2$ mg/s. Produkt handlowy zwilżacza Rokafenol N8 niestety nie nadaje się do zastosowania w praktyce z powodu żelowania w zimnej wodzie.

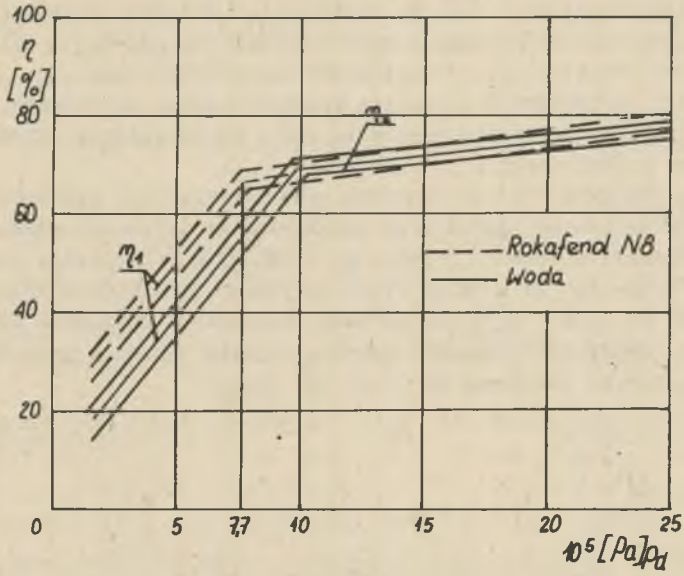
Stały zwilżacz CABO produkowany w postaci lasek charakteryzuje się dobrymi właściwościami zwilżającymi i jest obecnie szeroko stosowany w naszym górnictwie jako dodatek do wody zraszającej. Może być dozowany do wody za pomocą dozownika lub bezpośrednio wkładany w otwory przy nawilżaniu pokładów węglowych.

Ciekły zwilżacz Rokael PG, którego składnikiem jest Rokafenol N8 pierwotnie był przewidziany tylko jako środek pianotwórczy; jest obecnie również stosowany jako dodatek do wody zraszającej; dozowany do wody za pomocą dozownika Dz-1A [19].

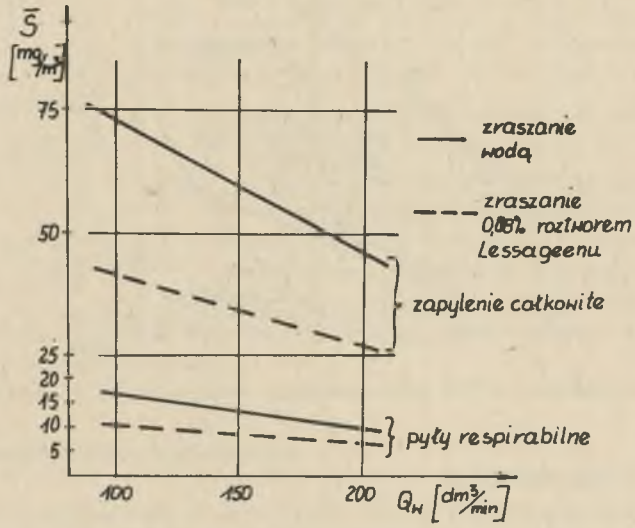
Obniżenie napięcia powierzchniowego wody zraszającej przez udział zwilżacza (rys. 9) może również wpłynąć na zwiększenie sprawności zraszania pyłów unoszących się już w powietrzu. Rys. 10 przedstawia rezultaty stoiskowych pomiarów porównawczych zraszania wodą oraz 0,15 i 0,015% wodnym roztworem zwilżacza Rokafenol N8 pyłu wzorcowego z IBG w Mikołowie unoszącego się w powietrzu [18].

W zakresie η_1 następuje szybki wzrost sprawności zraszania w miarę wzrostu ciśnienia p_d aż do osiągnięcia średniej prędkości kropel wody najbardziej dogodnych dla koagulacji przy $p_d = 10 \cdot 10^5$ Pa zraszając wodę i przy $7,7 \cdot 10^5$ Pa zraszając wodnym roztworem Rokafenolu N8. Wskutek obniżonego napięcia powierzchniowego przy zraszaniu roztworem zwilżacza średnica kropel wody dogodnych dla koagulacji zostaje osiągnięta wcześniej, tj. przy niższym ciśnieniu p_d przy równoczesnym wzroście sprawności zraszania w zakresie η_1.

Nie stwierdzono zgodnie z oczekiwaniem zauważalnych różnic między punktami pomiarowymi uzyskanymi dla stężeń zwilżacza M = 0,15% i M = 0,015%, gdyż w przypadku Rokafenolu N8 wymienione stężenia charakteryzują się prawie jednakowym napięciem powierzchniowym σ (rys. 9); różnią się jedynie



Rys. 10. Przedziały ufności krzywych sprawności zraszania wodą i wodnym roztworem zwilżacza Rokafenol N8

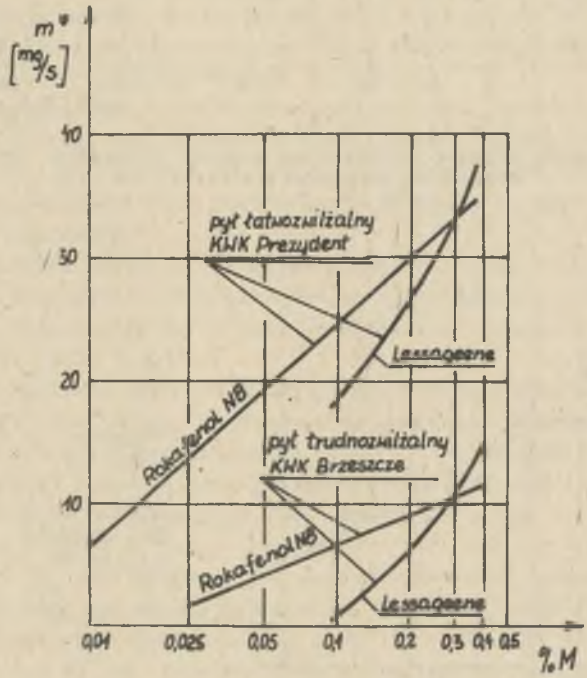


Rys. 11. Zależność $\bar{S}(Q_w)$ przy zraszaniu wodą i wodnym roztworem zwilżacza Lessageene w kop. Luisenthal

wielkością strumienia masy m^*. W zakresie η_2 przyrost zależności (p_d) staje się znacznie łagodniejszy i nie stwierdza się korzyści stosowania zwilżacza przy zraszaniu pyłów unoszących się w powietrzu.

W warunkach kopalnianych sprawność zraszania przy kombajnach ścianowych zależy zarówno od efektu zwilżania jak i od koagulacji pyłów przez krople cieczy w powietrzu.

Rys. 11 przedstawia wyniki pomiarów grawimetrycznych wykazujących korzystny wpływ zwilżacza niejonowego Lessageene na sprawność zraszania przy kombajnie Eickhoff w Kopalni Luisenthal w RFN [20]. Parametry instalacji zraszającej wynosiły $p_d = (5 \text{ do } 6)10^5$ Pa przy $Q_w = 100$ dm^3/min oraz $p_d = (7 \text{ do } 9)10^5$ Pa przy $Q_w = 200$ dm^3/min. Stosowano zraszanie wewnętrzne i zewnętrzne. Zwilżacz Lessageene poddano również badaniom porównawczym z krajowym zwilżaczem Rokafenol N8 (rys. 12) [16].



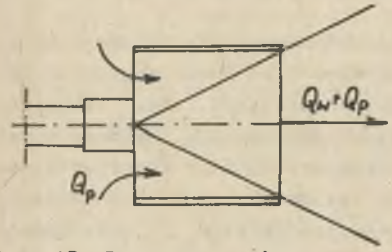
Rys. 12. Zależność $m^*(M)$ dla zwilżaczy Rokafenol N8 i Lessageene

6. Dysza zasysająca powietrze

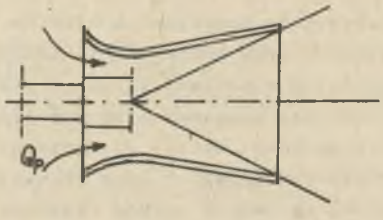
Zwiększenie prędkości przepływu powietrza uintensywnia dyspersję wody w powietrzu, która sprzyja koagulacji pyłków z kroplami cieczy. Wykorzystując moc strumienia kropel wody zraszającej można miejscowo zwiększyć

prędkość przepływu powietrza obudowując stożkowy strumień wypływający z dyszy cylindryczną komorę mieszania w ten sposób, by jej wylot dotykał pobocznicy stożka (rys. 13).

Przy pomiarach urządzenia doświadczalnego możliwy był przyrost prędkości przepływu powietrza u wylotu komory mieszania do v_{km} = 43 m/s przy



Rys. 13. Dysza zraszająca zasysające powietrze



Rys. 14. Dysza Venturi zasysająca powietrze

stosunku ejekcji $\frac{Q_p}{Q_w}$ = 310 i ciśnieniu wody p_d = 12 . 10^5 Pa. Pomiary w komorze pyłowej wykazały wzrost sprawności zraszania pyłów respirabilnych o 12% w stosunku do zwykłej dyszy [21].

Podobne rezultaty aerodynamicznego oddziaływania strumienia kropel uzyskano podczas badań stoiskowych dysz Venturiego angielskiej firmy Conflow (rys. 14) na stoisku SFI w Bochum; podczas jednej z prób [11] uzyskano stosunek ejekcji $\frac{Q_p}{Q_w}$ = 450 przy ciśnieniu p_d = = 30 . 10^5 Pa.

Wymienione dysze stosowano podczas badań w kopalni Walsum (por. pkt 4).

Rys. 15. Dysza zraszająca powietrze o płaskim strumieniu

Rys. 15 przedstawia interesujące rozwiązanie dyszy o płaskim strumieniu obudowanym prostokątną komorą mieszania. Konstrukcję wdrożono w górnictwie USA w celu zwalczania zapylania i przewietrzania przy kombajnach ścianowych. Stosując opisane rozwiązanie [22] uzyskano podczas prób atomizację kropel wody do 1/3 średnicy.

7. Elektryzowanie wody zraszającej

W wyniku doprowadzenia do strumienia wody zraszającej dopływającej do dyszy napięcia rzędu 70 kV wskutek jednoimiennego naładowania kropel można po rozpyleniu w powietrzu uzyskać ich znacznie lepsze rozdrobnienie. W czasie stoiskowych badań porównawczych uzyskano wzrost o 16% sprawności

zraszania pyłów unoszących się w powietrzu w stosunku do zraszania bez elektryzowania [23].

8. Zakończenie

Uzyskanie pozytywnych efektów przy zwalczaniu zagrożenia pyłowego przez zraszanie przy kombajnach ścianowych warunkowane jest przede wszystkim zapewnieniem właściwej ilości i ciśnienia wody zraszającej oraz zabezpieczeniem dostatecznej niezawodności urządzenia zraszającego. Wymienione warunki spełnia obecnie uniwersalny układ zraszający AQUA-1. Poprawa właściwości zwilżających wody zraszającej przez zastosowanie środków powierzchniowo aktywnych wymaga rozwiązania problemu ich łatwego i właściwego dozowania w warunkach dołowych. Dalsze innowacje winny iść w kierunku wykorzystania dynamiki strumienia wody zraszającej dla zassania powietrza z otoczenia w celu uintensywnienia procesu koagulacji kropel i pyłów oraz polepszenia wentylacji w okolicy bębna. Pewne nadzieje można wiązać z elektryzacją wody.

LITERATURA

[1] Giza T.: Badanie wpływu stępienia noży na proces urabiania bębnowymi kombajnami węglowymi. Praca doktorska, Politechnika Śląska, Gliwice 1981.

[2] Braginskij M.D.: Opyt wniedrienija pylepodawlenija pienow pri rabote kombajnow. Ugol 48/73 nr 9.

[3] Konze A.: Versuchseinsatz einer Staubabsaugungsanlage für Walzenschrämlader Kurznachr. Berg-Techn. 87/72.

[4] Hodkinson J.: The relation between ventilation air speed and respirable airborne - dust concentration in coalmines. Colliery Engineering 6/66.

[5] Wild H.W., Thaie H., Heiderich R.: Erfahrungen und Ergebnisse des Tränkens aus dem Streb mit langen Löchern. Glückauf 19/69.

[6] Karowiec K., Rosmus R., Sławek K., Sobala J.: Walka z zapyleniem powietrza kopalnianego w wyrobiskach górniczych. Sprawozdanie CKTMG "KOMAG" 1976 r. Praca niepublikowana.

[7] Jankowski B.: Wasserdüsen und ihre Einsatzmöglichkeit zur Staubbekämpfung im Bergbau. Bergakademie 10/63.

[8] Walton W.H., Woolcock A.: The suppression of airborne dust by water-spray. MRE Report 2163 NCB London.

[9] Cichowski E.: Analiza możliwości optymalnego wykorzystania urządzeń zraszających przy kombajnach węglowych. Bezpieczeństwo pracy w górnictwie, Katowice 2/75.

[10] Cichowski E., Jagoda L., Dębiec J.: Charakterystyki eksploatacyjne układu zraszającego AQUA-1 ścianowych kombajnów węglowych. Przegląd Górniczy, Katowice 1/78.

[11] Bauer H.D.: Die Bedüsung des Räumschildes - eine neue Möglichkeit der Staubbekämpfung beim Einsatz von Walzenschrämladern. Bericht des SFI, Bochum 1972.

[12] Cichowski E.: Metody zwalczania zapylenia w górnictwie za pomocą wody. Mechanizacja Górnictwa, Gliwice 30/70.

[13] Cichowski E., Jagoda L.: Nowe dysze kombajnowe DPZ i DSZ. Nowości ZKMPW, Gliwice 1/75.

[14] Cichowski E., Jagoda L.: Badania nowego tarczowego układu zraszającego dla kombajnu bębnowego. Przegląd Górniczy, Katowice 3/75.

[15] Bojarek T., Cichowski E.: Zwilżalność pyłu węglowego wodą kopalnianą. Mechanizacja Górnictwa, Gliwice 41/71.

[16] Cichowski E.: Problemy stosowania zwilżacza KBS przy zwalczaniu zapylenia w górnictwie. Prace naukowo-badawcze ZKMPW 91/74.

[17] Cichowski E., Niemczyk B.: Efekty eksperymentalnego stosowania ciekłego zwilżacza KBS przy zwalczaniu zapylenia w kopalni Brzeszcze. Nowości ZKMPW, Gliwice 3/73.

[18] Cichowski E.: Badania sprawności zraszania pyłów unoszących się w powietrzu wodnym roztworem środków powierzchniowo-aktywnych. Archiwum Górnictwa, Kraków 2/81.

[19] Cichowski E.: Zastosowania zwilżaczy przy zraszaniu stref zapylonych. Wydawnictwo ZKMPW, Gliwice 1973.

[20] Bauer H.D., Klinkner H.G.: Die Wirksamkeit oberflächenaktiver Stoffe bei der nassen Staubbekämpfung an Walzenschrämladern. Glückauf, 5/1971.

[21] Cichowski E.: Design parameters choice of an air sucking water whirl nozzle. Proceedings of the sixth conference on fluid machinery. Budapest 1979.

[22] Miles R.C.: Venturis Ventilate and Control Dust. Coal Age/March 1979.

[23] Cichowski E.: Wpływ zjawisk elektrostatycznego naładowania pyłów i kropel wody na skuteczność zraszania. Prace Instytutu Techniki Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej, Gliwice 1981. Praca niepublikowana.

Recenzent: Doc. dr inż. Jan DĘBIEC

Wpłynęło do Redakcji 30.03.1982 r.

ПРЕОДОЛЕНИЕ ПЫЛЕВОЙ УГРОЗЫ ПРИ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНАХ ПУТЕМ ОРОШЕНИЯ

Р е з ю м е

В работе были проанализированы технические возможности повышения эффективности оросительных устройств при использовании барабанного очистного комбайна учитывая гидравлическую систему, конструкцию и расположение сопел, физические свойства оросительной воды, засасывание воздуха при применении оросительного сопла и электризирование оросительной воды.

THE CONTROL OF COAL DUST HAZARD NEAR LONGWALL MACHINE BY SPRAYING

S u m m a r y

The author considers technical possibilities of improving the efficiency of a sprinkling machine near longwall machine, taking into account hydraulic configuration, construction and arrangement of nozzles, physical properties of spraying water, suction of the air by a nozzle and electrification of spraying water.