

Systemy do redukcji zapylenia w zakładach przeróbczych

Streszczenie

W artykule przedstawiono rozwiązanie systemu „PASAT” opracowane przez ITG KOMAG i wykonane przez Firmę FIW ELEKTRON S.C. Rozwiązanie przeznaczone jest do redukcji zapylenia wytwarzanego na przesypach przenośników. System omówiony został na przykładzie dwóch wdrożonych odmian PASAT oraz PASAT-W. Dla każdej odmiany szczegółowo przedstawiono miejsce instalacji, budowę i zasadę działania oraz parametry techniczne systemu.

Summary

PASAT solution developed in KOMAG and manufactured by FIW ELEKTRON S.C. is presented. This solution is intended to reduce concentration of airborne dust generated on the conveyor's transferring points. The system is discussed on the example of two implemented versions: PASAT and PASAT-W. Technical parameters of the systems, principle of operation and place for its installation are given for each version.

Słowa kluczowe: zraszanie, redukcja zapylenia, pył, zakłady przeróbcze

Keywords: water spraying, dust control, dust, processing plants

1. Wprowadzenie

Problematyka zwalczania zapylenia w zakładach przeróbczych kopalń węgla, jest istotna ze względu na ilość generowanego pyłu, mogącego powodować choroby płuc u pracowników. Doświadczenia zdobyte podczas wdrażania systemów redukcji zapylenia typu BRYZA [3] oraz ORKAN [2], pozwoliły na opracowanie systemu redukcji zapylenia w zakładach przeróbczych o nazwie PASAT. Idea rozwiązania opiera się na izolowaniu miejsc generowania pyłu, od otaczającej je przestrzeni. Dostosowywanie systemu do warunków zabudowy, pozwala na powszechne stosowanie go także w innych gałęziach przemysłu. W artykule omówiono budowę, zasadę działania oraz efekty wdrożenia systemu.

2. Miejsce zabudowy

System zraszania PASAT zabudowano w zakładach przeróbczych kopalń KWK Bolesław Śmiały oraz KWK Mysłowice-Wesoła. Wymagało to indywidualnego podejścia do problemu powstawania zapylenia oraz przystosowania systemu do miejsc zabudowy, jak i wymagań użytkowników w zakresie funkcjonalności instalacji.

Pierwsze urządzenie zraszające typu PASAT wdrożono w zakładzie przeróbczym KWK Bolesław Śmiały, na wysypie z kruszarki WUB-100 (rys. 1). Opadający urobek z kruszarki zlokalizowanej na wyższym poziomie, kierowany był na przenośnik zgrzeblowy, a następnie do trzech otworów zsypanych w ciągu przenośnika zgrzeblowego.



Rys. 1. Obudowa przesypu z kruszarki WUB-100 [7]

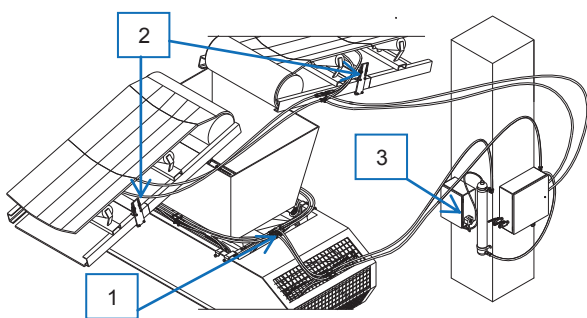


Rys. 2. Obudowany przesyp przenośnika stalowo-członowego nr U-101C [7]

Drugi z systemów zraszających, typu PASAT-W, wdrożono w zakładzie przeróbczym KWK Mysłowice-Wesoła. Miejscem zabudowy były przesypy z przenośników stalowo-członowych o numerach U-101B oraz U-101C (rys. 2), na przenośniki taśmowe. Budowa systemu umożliwia jego łatwą przebudowę, również na przesypy przenośników o numerach U-101A oraz U-101D.

3. Opis i zasada działania systemu PASAT

System zraszania PASAT [5], przeznaczony jest do zabudowy wokół przesypów z kruszarek na linię transportową (rys. 3). Rozwiązanie to wyposażone jest w zespół zraszający 1, składający się z pięciu baterii zraszających, tworzących strumień mgły wodnej. Krople wyrzucanych dynamicznie strumieni, łączą się z pyłem znajdującym się w powietrzu i osadzają go na przenośniku. System wykorzystuje sprężone powietrze, które ogranicza zużycie wody, potrzebnej do redukcji występującego zapylenia. Powietrzno-wodny układ pracuje przy niskich wartościach ciśnienia (0,20 ÷ 0,40 MPa) wody oraz sprężonego powietrza (0,20 ÷ 0,40 MPa), co pozwala na jego zasilanie w wodę i sprężone powietrze bezpośrednio z kopalnianej magistrali, bez konieczności stosowania dodatkowych pomp lub sprężarek [4]. Zespół zraszający 1 zasilany jest z zespołu zasilająco-sterującego 3, w skład którego wchodzi: układ zasilania elektrycznego, układ zasilania w media robocze, a także sterylizator typu UV25. System sterowany jest za pomocą zespołu czujników nadawy 2, samoczynnie wykrywających ruch jednego z dwóch przenośników dostarczających urobek do kruszarki.

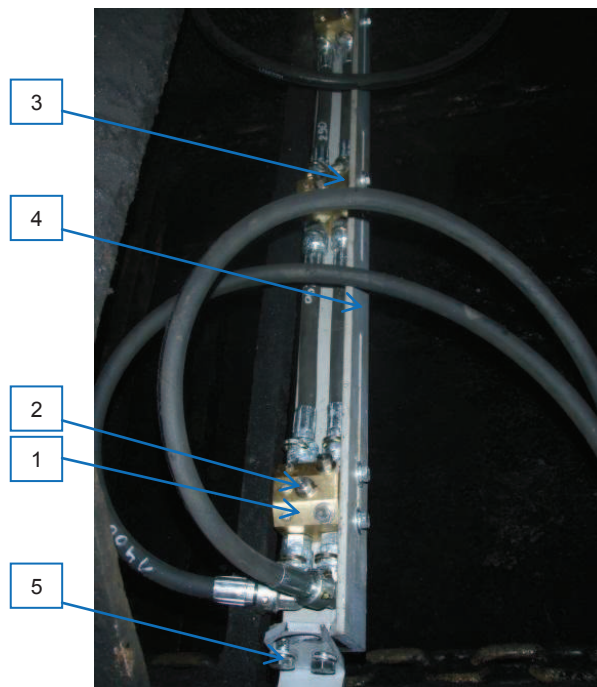


Rys. 3. System zraszania dla zakładów przeróbczych w odmianie PASAT [5]

Zespół zraszający składa się z pięciu baterii (rys. 4), z których cztery usytuowane są wokół obudowy przesypu. Piąta bateria zabudowana jest w pobliżu kraty rewizyjnej obudowy przesypu i skierowana jest przeciwnie do kierunku przepływającego powietrza.

Bateria zraszająca, w zależności od miejsca zabudowy, wyposażana jest w różnej liczbie w: korpusy zasilające 1, dysze powietrzno-wodne 2, korki zaślepiające 3, zespół kątownika 4 oraz układ regulacji kierunku zraszania 5.

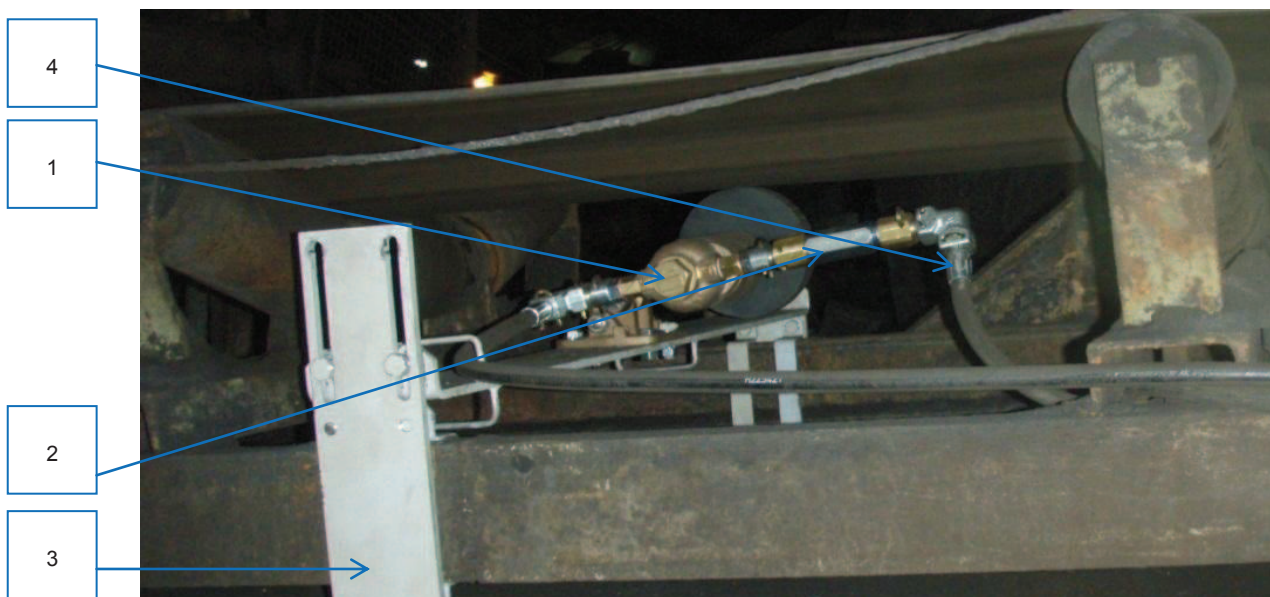
Zespół czujnika nadawy (rys. 5) zabudowany jest na obu przenośnikach taśmowych dostarczających urobek do kruszarki. W skład zespołu wchodzi: zawory odcinające, sterowane ruchem taśmy 1, zawory zwrotne 2, dostosowane do przenośników, regulowane mocowania 3 oraz elementy złączne 4.



Rys. 4. Bateria zraszająca systemu PASAT [7]

Zespół zasilająco-sterujący dostarcza wodę i sprężone powietrze o ustalonych parametrach do zespołu zraszającego (rys. 6). W skład zespołu wchodzi: skrzynia 1, zawór odcinający wody 2, zawór odcinający powietrza 3, regulator przepływu wody 4, zawór redukcyjny wody 5, zawór zwrotny sterowany ciśnieniem 6, filtr wody 7, filtr powietrza 8, oraz elementy złączne typu „STECKO” 9. Dodatkowo poza skrzynią aparatury zabudowany został sterylizator UV typ UV25 10, wraz z skrzynią zasilającą 11.

Elementy hydrauliki i pneumatyki do sterowania i regulacji parametrów zasilania zraszaczy zamontowano w stalowej skrzyni. Uchwyty zaworów odcinających wodę oraz powietrze zlokalizowano na zewnątrz skrzyni, pozwalając na włączanie i wyłączenie zraszaczy przesypu, bez konieczności otwierania skrzyni oraz niezależne wyłączenie, bez względu na ruch taśmy przenośnika. Ze skrzyni wyprowadzono przyłącza wejściowe i wyjściowe wody oraz powietrza. Zastosowany w układzie sterylizator ma na celu biologiczne oczyszczenie wody kierowanej do zraszania, poprzez użycie lampy UV. Schemat hydrauliczno-pneumatyczny systemu zraszania PASAT przedstawiono na rysunku 7.



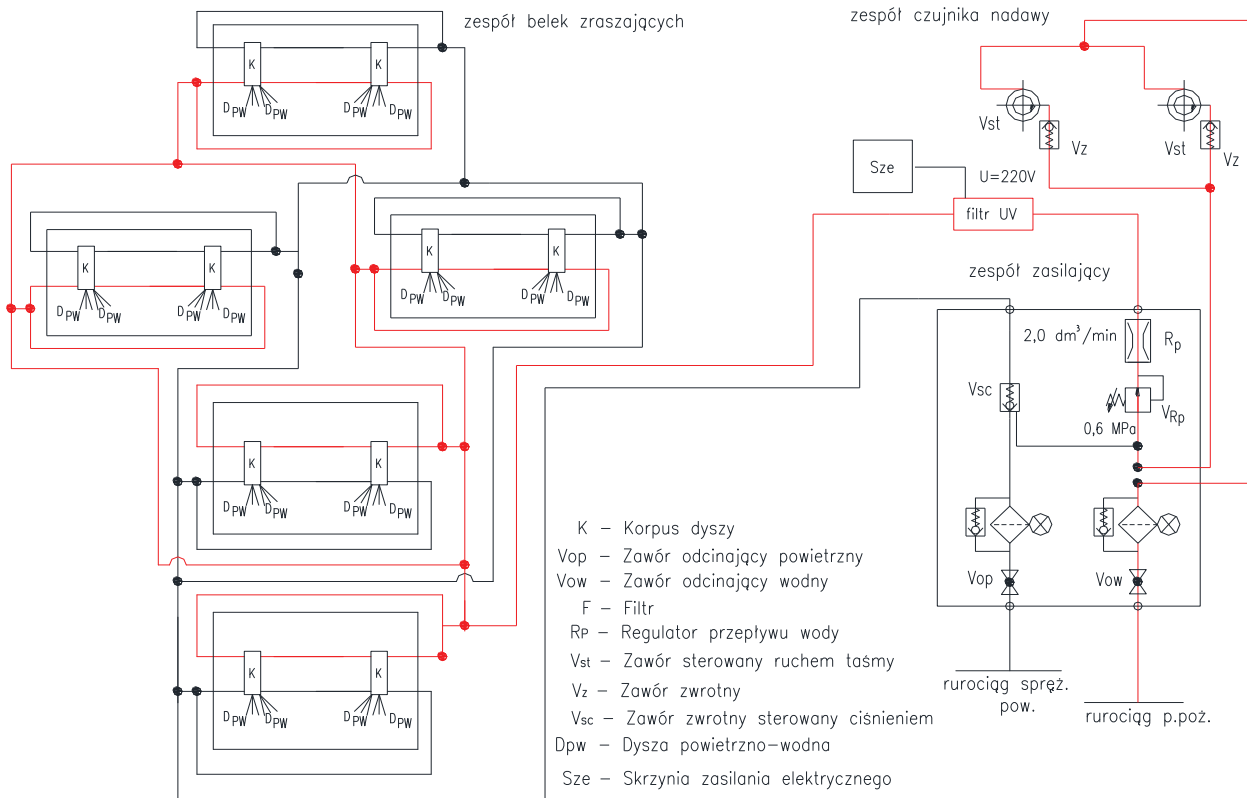
Rys. 5. Zespół czujnika nadawy [7]



Rys. 6. Zespół zasilająco-sterujący [7]

Woda oraz sprężone powietrze kierowane są przewodami elastycznymi do skrzyni z kopalnianej magistrali dostarczania mediów. W skrzyni oba media, są oczyszczane poprzez układ filtrów, o dokładności filtracji minimum 200 μm , co zabezpiecza układ zraszania przed nieczystościami występującymi w kopalnianej magistrali dostarczania mediów. Zastosowany w układzie zraszania zawór odcinający sterowany ruchem taśmy, włącza i wyłącza instalację powietrzno-wodną systemu, w zależności od wykrytego urobku i ruchu przenośnika. Transportowany przez taśmę urobek wywołując jej ugięcie, wymusza ruch obrotowy rolki zaworu odcinającego, który z kolei

wywołuje wzrost ciśnienia w zaworze, co wymusza jego otwarcie i swobodny przepływ wody. Spadek prędkości ruchu taśmy oraz brak kontaktu taśmy z rolką zaworu (mniejsza ilość urobku zmniejsza wartość ugięcia taśmy) powoduje zamknięcie zaworu i brak przepływu wody. Istnieje jednocześnie możliwość ręcznego, awaryjnego wyłączenia instalacji za pomocą zaworów odcinających. Dostarczona z układu czujnika nadawy woda rozdzielana jest na dwa przewody. Pierwszy podłączony jest do kanału pilotującego zawór zwrotny sterowany, zainstalowany w przewodzie powietrza, powodując otwarcie i jego przepływ do układu zraszania. Drugi poprzez zawór redukcyjny oraz



Rys. 7. Schemat hydrauliczno-pneumatyczny systemu zraszania PASAT [5]

regulator przepływu doprowadza wodę do układu zraszania. Dostarczone: woda oraz sprężone powietrze, przepływają za pomocą odpowiednich kanałów do dysz dwuczynnikowych, gdzie ma miejsce ich mieszanie i tworzony jest aerozol powietrzno-wodny, wyrzucany dynamicznie z dysz w założonym kierunku. Prawidłowa praca systemu charakteryzuje się widocznymi strumieniami mieszanki powietrzno-wodnej, wyrzucanymi z każdej dyszy zraszającej.

Po zabudowaniu systemu, poddano go testom w warunkach pracy zakładu przerobczego. Prawidłowa praca zespołów czujnika nadawy oraz przygotowania mediów roboczych, umożliwiła wytworzenie kurtyny powietrzno-wodnej w obrębie obudowy przesypu kruszarki. Wszystkie zastosowane dysze pracowały w sposób ciągły, generując strumienie o założonym zasięgu i rozkładzie frakcyjnym kropel (rys. 8).



Rys. 8. System wytwarzający strumienie powietrzno-wodne, podczas prób [7]

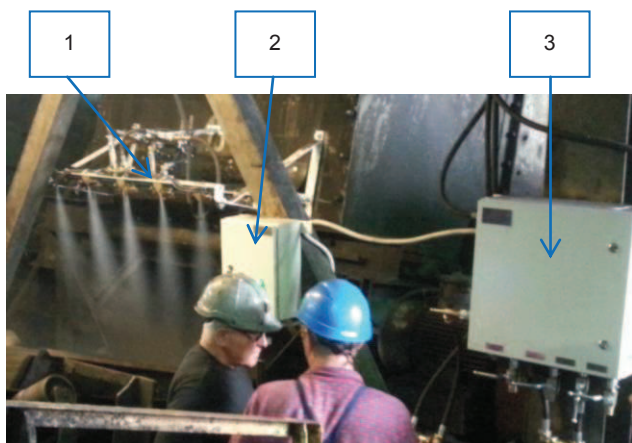


Rys. 9. Efekt osadzania się zwilżonego pyłu na kratce rewizyjnej [7]

System zraszania zainstalowany w obrębie przesypu kruszarki zwilżał pył, co w efekcie prowadziło do natychmiastowego jego osadzania (rys. 9). Pozwoliło to na znaczne zredukowanie zapylenia w atmosferze zakładu przerobczego [1]. System pracował podczas wykrycia ruchu przynajmniej jednego z przenośników taśmowych dostarczających urobek do kruszarki. W momencie zatrzymania obu przenośników, zespół czujników wykrywał brak nadawy, powodując wyłączenie działania systemu. Układ sterowania pozwalał zatem na zasilenie systemu tylko w czasie generowania zapylenia (nadawa przynajmniej na jednym przenośniku), co pozwalało na efektywne wykorzystanie sprężonego powietrza i wody.

4. Opis i zasada działania systemu PASAT-W

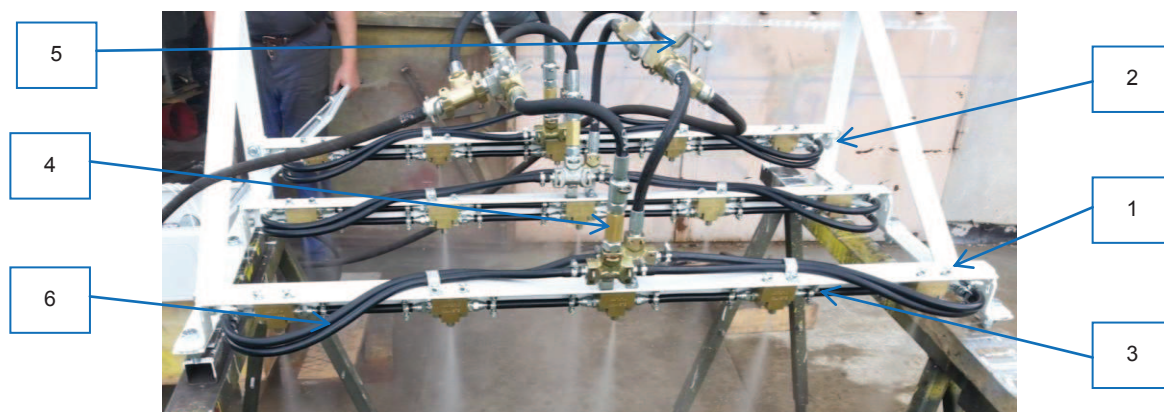
System zraszania PASAT-W, przeznaczony do zabudowy na obudowanych przesypach przenośników stalowo-członowych z przenośnikami taśmowymi. System wyposażony w zespół zraszający, składający się z trzech baterii wytwarzających mgłę powietrzno-wodną, skierowaną do wnętrza obudowanego przesypu. Strumienie skierowane w wyznaczonym kierunku mają za zadanie strącić cząstki pyłu, jeszcze w miejscu jego powstawania i zapobiec wydostawaniu się ich poza obudowę przesypu. Zespół zraszający połączony jest przewodami elastycznymi ze skrzynią zespołu zasilającego, gdzie przygotowana jest woda i sprężone powietrze. Sterowanie systemem realizowane jest poprzez układ, składający się z: przekaźników pobudzanych ruchem przenośnika stalowo-członowego, elektrozaworu, czujników ciśnienia wody oraz sprężonego powietrza. Elektryczny zespół sterujący włącza zraszanie tylko wtedy, gdy uruchomione są oba przenośniki oraz przy obecności minimalnych wartości ciśnienia potwierdzonych przez czujniki ciśnienia wody i sprężonego powietrza. System mgłowy PASAT-W (rys. 10) składa się z: zespołu zraszającego 1, elektrycznego zespołu sterującego 2 oraz zespołu zasilającego 3 [6].



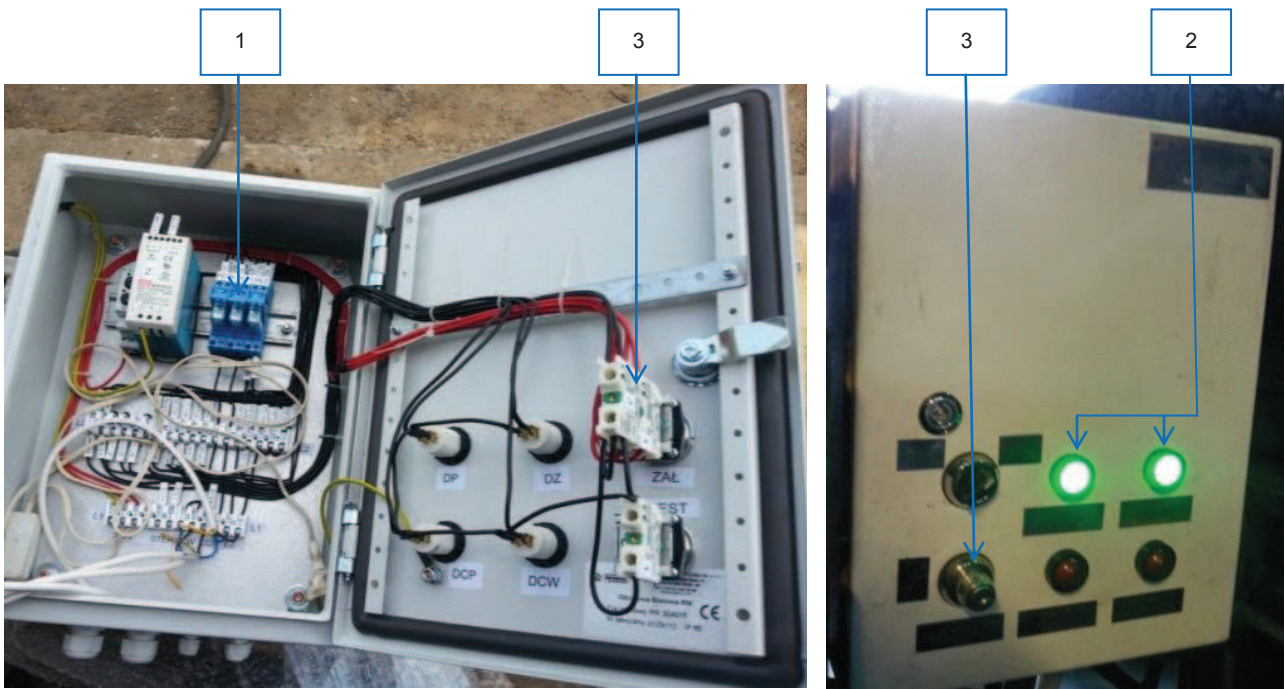
Rys. 10. System mgłowy PASAT-W – główne zespoły [7]

Zespół zraszający (rys. 11) składa się z trzech baterii zraszających 1, montowanych za pomocą uchwytów montażowych 2 do obudowy przesypu w taki sposób, aby pierwsza bateria, poprzez specjalnie wycięty otwór kierowała strumień zraszający do wnętrza obudowy przesypu. Pozostałe dwie baterie są umiejscowione tak, aby możliwe było stworzenie kurtyny powietrzno-wodnej w niecce przenośnika taśmowego. Zasilanie zespołu baterii zraszających realizowane jest poprzez oddzielne zawory odcinające 5, umożliwiające indywidualne sterowanie pracą każdej baterii. Baterie zraszające wyposażono w pięć korpusów, wraz z dyszami powietrzno-wodnymi 3. Korpusy te połączono szeregowo w taki sposób, aby zasilanie w media robocze docierało z obu stron (zamknięty obwód 6). Dodatkowo w przewodzie dostarczającym wodę zainstalowano regulatory przepływu 4, ustalające wydatek wody dla każdej z trzech baterii zraszających. Zaprojektowany elektryczny zespół sterujący (rys. 12), zabudowano w uziemionej skrzyni stalowej, zasilanej napięciem 230 V, o odpowiednim stopniu ochrony. Zaprojektowany układ elektryczny realizuje funkcję sterowania i kontroli parametrów pracy instalacji. W zespole zabudowano przekaźniki, sterowane sygnałem z przenośników oraz czujników ciśnienia 1, diody sygnalizacyjne 2 oraz wyłączniki ręcznego przesterowania 3. Dodatkowymi elementami wchodzącymi w skład elektrycznego zespołu sterującego są: cewka elektrozaworu oraz czujniki ciśnienia mediów roboczych, zabudowane w zespole zasilającym (rys. 13).

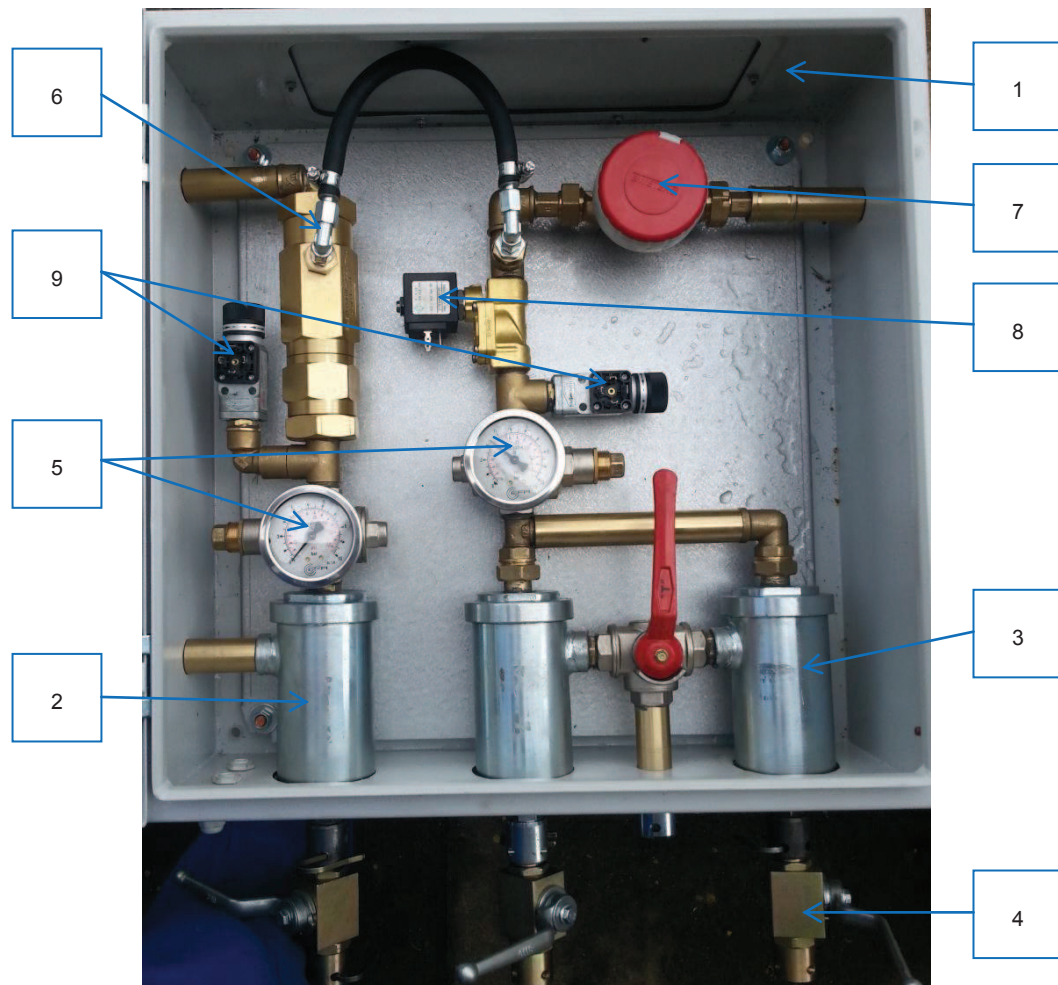
Zastosowany w systemie zespół zasilający (rys. 13), ma za zadanie przygotować i dostarczyć media robocze do instalacji zraszającej. W stalowej skrzyni 1 zabudowano: filtr sprężonego powietrza 2, rewersyjny filtr wody 3, zawory odcinające 4, zawory redukcyjne wraz z manometrami 5, zawór zwrotny sterowany ZZS 6, licznik wody 7 oraz elementy złączne. Dodatkowo w skrzyni umieszczono elementy elektrycznego zespołu sterującego, takie jak: elektrozawór 8 oraz czujniki ciśnienia 9 mediów zraszających. Elementy te, poprzez przyłącza w skrzyni, połączono przewodami elektrycznymi z zespołem sterowania.



Rys. 11. Zespół zraszający podczas prób ruchowych u producenta [7]



Rys. 12. Elektryczny zespół sterujący [7]

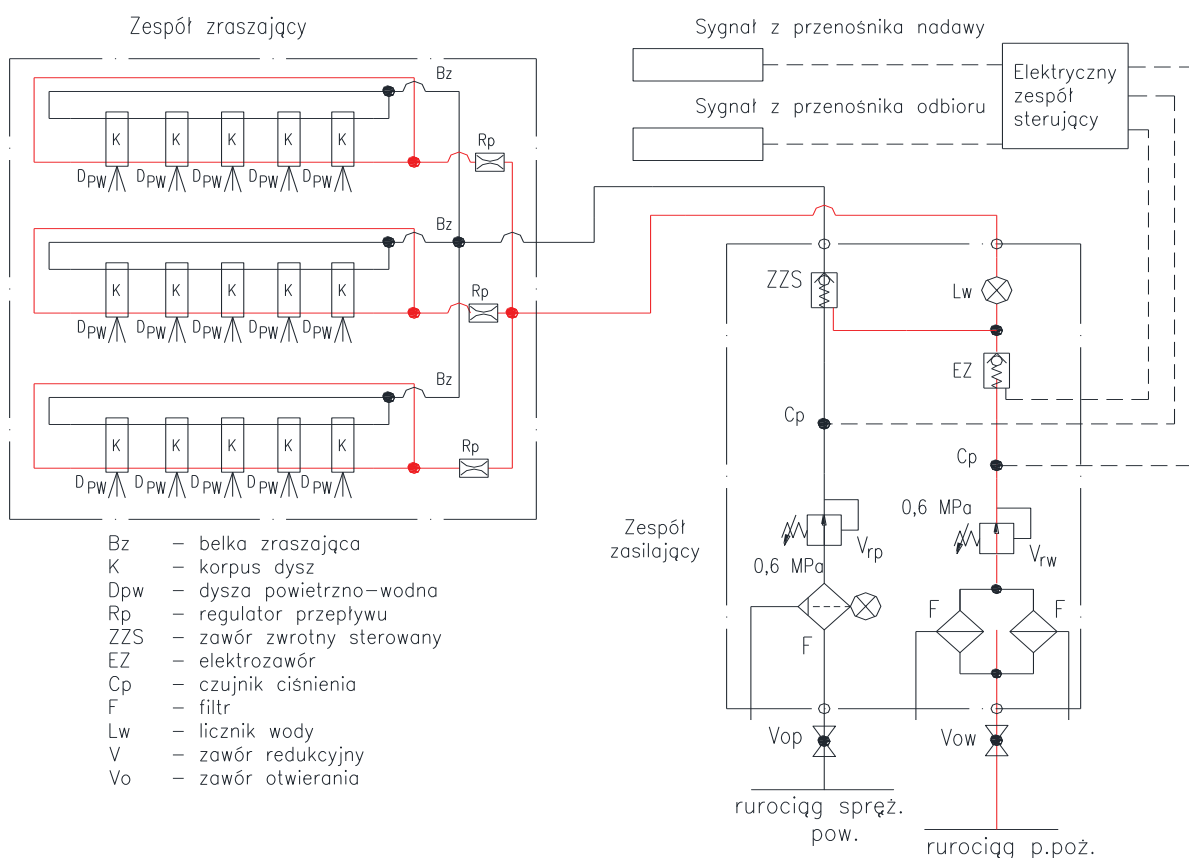


Rys. 13. Zespół zasilający [7]

Praca systemu polega na zraszaniu strumieniami powietrzno-wodnymi, pyłu wzniesanego podczas przesypu urobku z przenośnika stalowo-członowego na przenośnik taśmowy. Po otwarciu zaworów odcinających wodę i powietrze oraz przełącznika w pozycję ZAŁ, ma miejsce przepływ mediów przez zawory regulujące wartość ich ciśnienia. Po odebraniu przez zespół sterujący sygnału sygnalizującego transport nadawy i odbioru urobku, następuje otwarcie elektrozaworu wody, a następnie sprężonego powietrza (poprzez zawór zwrotny sterowany). Tak przygotowane media zasilające dostają się poprzez regulator przepływu do baterii zraszających za pomocą przewodów elastycznych. Dostarczona woda i powietrze, jest wymieszane w dyszach dwuczynninkowych i jako mieszanina wodno-powietrzna, są wyrzucane w postaci mgłowych strumieni zraszających w kierunku źródła zapylenia. Prawidłowa praca baterii zraszających charakteryzuje się widocznymi strumieniami aerozolu powietrzno-wodnego, obserwowanymi przy każdej dyszy zraszającej. Brak obecności urobku na taśmie powoduje wyłączenie systemu. Obniżenie ciśnienia wody lub powietrza poniżej wartości 0,2 MPa, powoduje awaryjne wyłączenie systemu, a stan ten jest sygnalizowany odpowiednią diodą, zlokalizowaną na obudowie zespołu sterującego. Schemat hydrauliczno-pneumatyczny systemu przedstawiono na rysunku 14.

System PASAT-W można wyłączyć przekręcając przełącznik pakietowy „ZAŁ”, zlokalizowany na elektrycznym zespole sterującym, w pozycję „0”. System umożliwia pracę w opcji testowej (praca systemu niezależna od pracy przenośników jak i ciśnien mediów roboczych), poprzez przekręcenie przełącznika TEST w pozycję „1”. Następuje wtedy otwarcie elektrozaworu i włączenie systemu mgłowego. Możliwe jest dodatkowe awaryjne przesterowanie zaworów odcinających w pozycję „Wył”, co skutkuje odcięciem mediów zraszających i wyłączeniem instalacji (nawet w przypadku obecności nadawy oraz prawidłowych wartości ciśnienia wody i sprężonego powietrza) [6].

System zraszania poddano testom w zakładzie przerobczym. Sprawdzono poprawność działania baterii zraszających, których praca sterowana była ręcznie za pomocą przełącznika „TEST”. Instalacja zraszająca działała poprawnie, tworząc strumienie o zakładanych parametrach zasięgu i stopniu rozdrobnienie strugi (rys. 15a). Następnie sprawdzono poprawność działania elementów sterowania systemem, w opcji uzależnionej od poprawnych parametrów czynników roboczych oraz działania obu przenośników (rys. 15b).



Rys. 14. Schemat hydrauliczno-pneumatyczny systemu mgłowego PASAT-W [6]



Rys. 15. System PASAT-W wytwarzający strumień zraszający [7]

Zespół sterowania pracą baterii zraszających pracował zgodnie z algorytmem założonym podczas jej projektowania. Algorytm umożliwia pracę systemu tylko w przypadku prawidłowych wartości parametrów mediów zraszających oraz w momencie działania obu przenośników. Baterie zraszające zainstalowane na wylocie oraz we wnętrzu obudowy przesypu, pozwalając na zwilżanie powstającego pyłu, co w efekcie prowadziło do natychmiastowego jego zbijania w kierunku taśmy przenośnika. Tak zaprojektowany system pozwolił obniżyć ilość pyłu dostającego się do atmosfery w zakładzie przerobczym.

5. Podsumowanie

Zakłady przerobcze kopalń, ze względu na obecność wielu potencjalnych źródeł generujących zapylenie, są obiektami, gdzie instalowane są systemy jego ograniczenia. Problem generowania znacznej ilości pyłu w zakładach przerobczych ma wpływ zarówno na bezpieczeństwo, zdrowie, jak i na komfort pracy załóg górniczych. Jego neutralizacja u źródeł powstawania, w taki sposób, aby uniemożliwić przedostawanie się pyłu do ciągów wentylacyjnych oraz miejsc pracy, jest zatem bardzo istotna. Działaniami mającymi na celu redukcję zapylenia w miejscu jego powstania są opisane instalacje typu PASAT. System ten jest indywidualnie dostosowany do miejsca zabudowy, a jego praca uzależniona od działania przenośników dostarczających urobek. Przeprowadzone testy oraz próby ruchowe wykazują niezawodność pracy instalacji oraz potwierdzają jej wysoką skuteczność w redukcji generowanego zapylenia [1].

Literatura

1. Bałaga D., i inni: Ocena skuteczności redukcji zapylenia na stanowisku obudowy kruszarki WUB-100, wyposażonej w powietrzno-wodną instalację zraszającą PASAT, ITG KOMAG 2012 (materiały nie publikowane).
2. Bałaga D., Siegmund M.: Urządzenia zraszające od redukcji zapylenia w wyrobiskach chodnikowych z zastosowaniem mgły wodnej. Nowoczesne metody eksploatacji węgla i skał zwięzłych. Monografia, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków 2013 s. 97-106; 0,60 ark. wyd., ISBN 978-83-930353-1-1.
3. Bałaga D., Siegmund M., Urbanek A.: Nowe rozwiązania urządzeń zraszających ograniczające zagrożenia pyłowe w górnictwie. Maszyny Górnicze 2012 nr 2 s. 50-55.
4. Prostański D.: Stosowanie zraszania powietrzno-wodnego dla ograniczenia zapylenia w kopalniach. J. Sust. Min. 2013 nr 2 s. 28-33, ISSN 2300-1364.
5. Instrukcja instalacji zraszającej dla zakładów przerobczych PASAT – Dokumentacja techniczna ITG KOMAG (materiały nie publikowane), Gliwice 2012.
6. Instrukcja instalacji zraszającej dla zakładów przerobczych PASAT-W – Dokumentacja techniczna ITG KOMAG (materiały nie publikowane), Gliwice 2014.
7. Dokumentacja fotograficzna ITG KOMAG

Artykuł wpłynął do redakcji w lutym 2015 r.