

Dr inż. Jarosław BRODNY
 Dr inż. Marcel ŻOŁNIERZ
 Politechnika Śląska

Analiza wytrzymałościowa pracy złącza ciernego odrzwi obudowy górniczej

Streszczenie

W artykule przedstawiona została analiza wytrzymałościowa złącza ciernego odrzwi obudowy chodnikowej obciążonego siłą podłużną. Analizie poddane zostało złącze składające się z dwóch prostych odcinków kształtownika V29 połączonych dwoma strzemionami typu SDO zgodnie z PN-91/G-15000/11. Obliczenia zostały wykonane z zastosowaniem metody elementów skończonych. Przeanalizowany został wpływ wielkości obciążenia na charakterystykę pracy złącza ciernego, a w szczególności na stan naprężenia w strzemionach. Uzyskane wyniki pozwoliły określić miejsca najbardziej wyęteżone poszczególnych elementów strzemion. Przedstawiony model numeryczny stwarza duże możliwości symulacyjne zarówno w zakresie zmienności obciążenia, jak i zmian konstrukcyjnych analizowanych złączy.

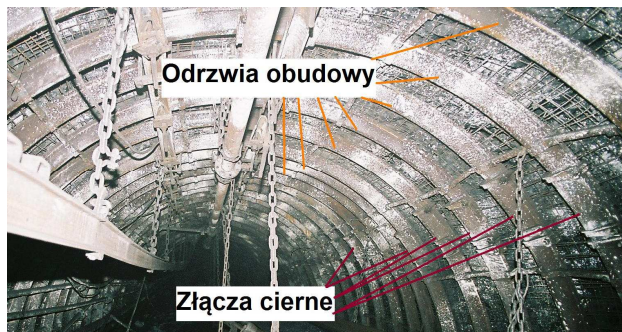
Summary

The article presents an analysis of the strength of frictional joints of roadway support frames loaded with longitudinal force. Connector consisting of two straight sections of profile V29 combined two clamps such as SDO with PN-91/G-15000/11 was analyzed. Calculations were made using the Finite Element Method. Impact of the size of the load on the friction characteristics of the working connectors and in particular on the state of stress in the clamps. The obtained results allowed to determine the sites of the highest stress of clamps. The model provides greater opportunities for numerical simulation of both the variability of load and structural changes in the analyzed joints.

1. Wstęp

Obecnie w Polsce jest czynnych około 90 ścian, w których w sposób ciągły urabia się węgiel kamienny. W celu prawidłowej eksploatacji tych ścian, transportu urobku w jedną stronę, a maszyn, urządzeń i wyposażenia w drugą stronę oraz wentylacji i bezpiecznego transportu ludzi ściany te oplecione są kilometrami górniczych wyrobisk korytarzowych. Wyrobiska te wykonane są w węglu (chodniki) lub w skale płonnej i zabezpieczane obudową górnica.

Do zabezpieczenia tych wyrobisk w 95% stosuje się odrzwiową obudowę podatną wykonaną ze stalowych kształtowników typoszeregu V (rys. 1).



Rys.1. Odrzwiowa stalowa obudowa górnica

Zadaniem obudowy jest zabezpieczenie wyrobisk korytarzowych, przed obciążeniami statycznymi i dynamicznymi pochodzącymi od strony górotworu. Obudowa składa się z odrzwi stalowych o zagęszczeniu od

60 cm do 1,2 m. Odrzwia obudowy wykonane są z kilku stalowych odcinków (od 3 do 6) odpowiednio dobranego kształtownika typu V połączonych ze sobą za pomocą złączy ciernych.

Obudowa, w zależności od profilu, z jakiego jest wykonana, oraz zastosowanego osprzętu, posiada określone parametry pracy. Najważniejsze z nich to nośność i podatność. Podatność obudowy realizowana jest w głównej mierze poprzez złącza cierne, które decydują także o nośności odrzwi.

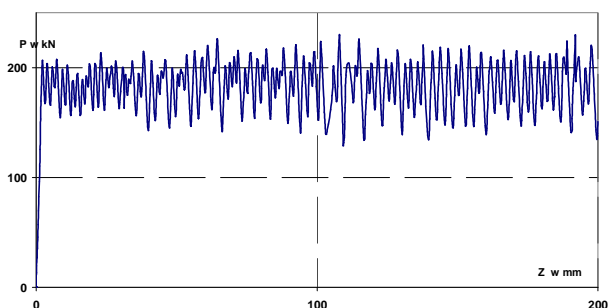
Złącze cierne składa się z zachodzących na siebie dwóch sąsiednich odcinków kształtownika połączonych strzemionami (rys. 2). O poprawnej pracy złącza decydują strzemiona zapewniające odpowiednią siłę docisku współpracujących kształtowników. Siła docisku strzemion jest regulowana poprzez dokręcenie śrub mocujących strzemiono.

Zadaniem złącza ciernego, oprócz połączenia konstrukcyjnego poszczególnych elementów odrzwi, jest zapewnienie odpowiedniej podatności całej odrzwi w czasie pracy. Złącze cierne ma decydujący wpływ na charakterystykę pracy całej odrzwi, a w dalszej kolejności całej obudowy.

Poprzez charakterystykę złącza rozumiemy zależność pomiędzy siłą obciążającą osiowo profil (P) i jego przemieszczeniem się na skutek pracy złącza ciernego (zsuwy - Z). Charakterystyka pracy złącza może być także przedstawiona jako zależność obciążenia profilu w funkcji czasu (t). Zależności te charakteryzują pracę całej odrzwi podatnej obudowy stalowej (rys. 3).



Rys.2. Sposób badania złącza ciernego stalowej podatnej obudowy górniczej z dwoma strzemionami



Rys.3. Charakterystyki pracy złącza ciernego odrzwi stalowej podatnej obudowy górniczej przy osiowym ściskaniu z dwoma strzemionami SDO29

Charakterystykę pracy złącza ciernego odrzwi wyznacza się zgodnie z PN-91/G-15000/11 dla prostych odcinków kształtownika połączonych strzemionami i poddanych działaniu siły podłużnej na podstawie badań stanowiskowych.

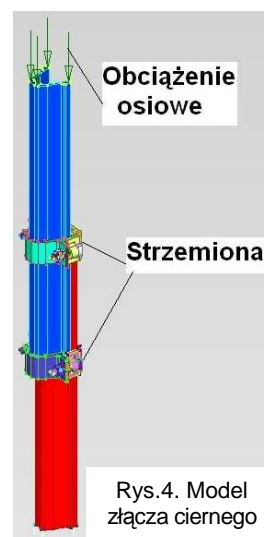
W niniejszym artykule zostały przedstawione wyniki analizy mającej na celu wyznaczenie charakterystyki pracy złącza ciernego oraz określenia stanu naprężenia i odkształcenia w poszczególnych elementach złącza z wykorzystaniem metody elementów skończonych.

2. Analiza numeryczna pracy złącza ciernego

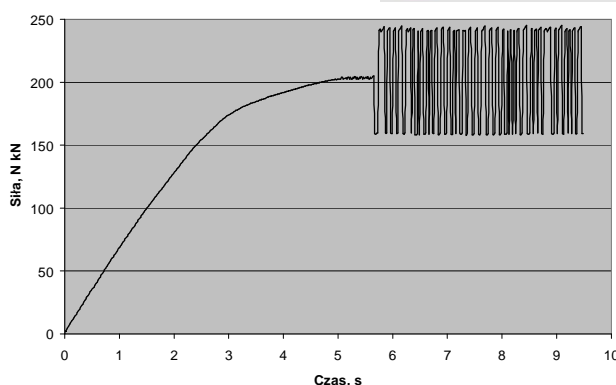
Model złącza opracowany został na bazie rzeczywistego złącza ciernego odrzwi obudowy korytarzowej wykonanej z kształtownika V29 z dwoma strzemionami typu SDO. Sposób podparcia i obciążenia realizowany był zgodnie z PN-91/G-15000/11. Na rysunku 4 został przedstawiony dyskretny model złącza.

Opracowany model został poddany analizie numerycznej z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Celem analizy było wyznaczenie charakterystyki pracy złącza oraz określenie stanu naprężenia i odkształcenia jego elementów.

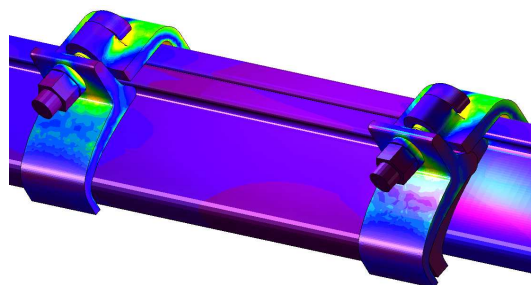
Na rysunku 5 została przedstawiona charakterystyka pracy złącza, a na rysunku 6 rozkład naprężeń zredukowanych w złączu. Stan naprężenia i odkształcenia strzemiona przedstawiony został na rysunku 7. Charakterystyka pracy złącza została przedstawiona w funkcji czasu.



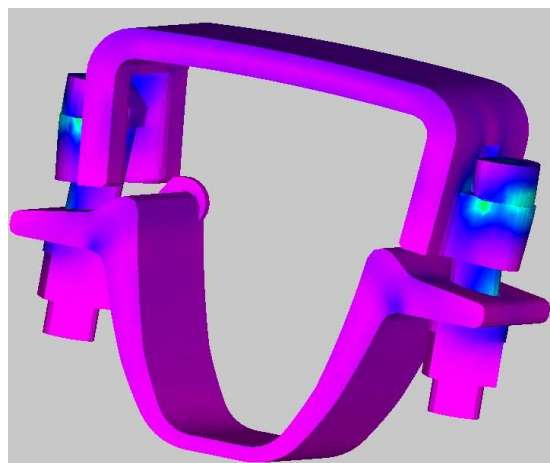
Rys.4. Model złącza ciernego



Rys.5. Charakterystyka pracy złącza ciernego



Rys.6. Rozkład naprężeń zredukowanych w złączu ciernym



Rys.7. Rozkład naprężeń zredukowanych i stan odkształcenia strzemiona SDO29

3. Podsumowanie

Obecnie stosowane rozwiązania konstrukcyjne złączy ciernych charakteryzują się niestabilną pracą. Przy obciążeniach statycznych następuje wzrost obciążenia przenieszonego przez odrzwia do momentu pierwszego zsuwu. W czasie zsuwu spada w sposób istotny siła przenoszona przez odrzwia aż do momentu ponownego zablokowania się złącza ciernego. Trudne do przewidzenia są zarówno wielkości zsuwów, jak i wartości przenoszonych sił. Po kilku zsuwach następuje zablokowanie złącza, jego deformacja i wzrost przenieszonego obciążenia aż do zniszczenia strzemion lub kształtowników odrzwi [2].

Obciążenia przenoszone przez obecnie stosowane złącza stanowią przy pierwszym zsuwie maksymalnie około 60% możliwości nośnych odrzwi. Przy dalszych zsuwach procent ten maleje nawet do około 30-40%. Zsuwy występują przy niskich obciążeniach i w sposób niedostateczny wykorzystywany jest potencjał nośny kształtowników z jakich wykonane są odrzwia [1].

Przy obciążeniach dynamicznych charakterystyka pracy odrzwi jest jeszcze bardziej niekorzystna. W momencie zadziałania siły dynamicznej odrzwia przenoszą obciążenie bez przemieszczania się. W momencie rozpoczęcia zsuwu praktycznie do całkowitego zablokowania się złącza na skutek deformacji kształtowników lub strzemion, reakcja obudowy jest minimalna. Obudowa pracuje jako sztywna do momentu rozpoczęcia zsuwu, a później praktycznie nie zabezpiecza wyrobiska aż do chwili ponownego usztywnienia, co powoduje jej dużą deformację i zniszczenie [3].

Rzeczywiste charakterystyki pracy złączy wyznacza się na podstawie kosztownych badań stanowiskowych. Dlatego istotne znaczenie mają prace, których celem jest opracowanie i wykorzystanie mniej kosztownych metod analizy pracy złączy. Zastosowanie MES do takiej analizy daje duże możliwości badania wrażliwości złączy na różne sposoby ich obciążenia oraz na ich zmiany konstrukcyjne.

W wyniku przeprowadzonych analiz został opracowany numeryczny model złącza ciernego odrzwi podatnej obudowy korytarzowej. Model ten w sposób zadowalający odwzorowuje rzeczywiste złącze cierne.

Poddanie przedstawionego modelu analizie numerycznej metodą elementów skończonych pozwoliło wyznaczyć charakterystykę pracy całego złącza. Porównując otrzymaną w wyniku tej analizy charakterystykę pracy złącza z charakterystykami uzyskanymi na drodze badań stanowiskowych należy podkreślić ich dużą zgodność zarówno pod względem jakościowym jak i ilościowym.

Szczególnie istotne znaczenie ma określenie w tej analizie punktów przejścia złącza ze stanu spoczynkowego w stan kinematyczny. Dało to możliwość zamodelowania podatności złącza ciernego i całej obudowy.

Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że najbardziej wyęteżonymi elementami złącza są strzemiona. Analiza stanu naprężenia i odkształcenia strzemion daje podstawę do określenia ich najbardziej wyęteżonych punktów. Dla analizowanych strzemion SDO najbardziej wyęteżonymi częściami są kołnierze oraz śruby.

Przedstawiony model daje duże możliwości symulacyjne wyznaczania charakterystyk pracy złącza ciernego i określania stanu naprężenia i odkształcenia całego złącza, jak i poszczególnych jego elementów. Uzyskane wyniki powinny zostać wykorzystane do opracowania nowych konstrukcji złączy ciernych.

Literatura

1. Brodny J.: Metody doboru obudowy wyrobisk korytarzowych stosowanych w kopalniach węgla kamiennego. DIAGO 2007, Ostrawa 2007.
2. Brodny J., Głuch P.: Wyznaczanie charakterystyki pracy złącza ciernego. XVII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „TEMAG 2009”. Gliwice 2009.
3. Stoiński K.: Wybrane problemy współpracy obudowy wyrobisk górniczych z górotworem w warunkach obciążeń dynamicznych-tępań. ZN Pol. Śl. Gliwice, 1988.

Artykuł wpłynął do redakcji we wrześniu 2009 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Walery Szuszcik

Mgr inż. Sławomir BARTOSZEK
Mgr inż. Jerzy JAGODA
Mgr inż. Joanna ROGALA
Dr inż. Krzysztof STANKIEWICZ
Mgr inż. Mariusz WOSZCZYŃSKI
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

System monitoringu stanu obciążeń konstrukcji wielkopowierzchniowych

Streszczenie

W artykule przedstawiono system monitoringu stanu obciążeń konstrukcji budowlanych, szczególnie wielkopowierzchniowych. Celem systemu jest wczesne wykrywanie, analizowanie, wizualizowanie i archiwizowanie danych napływających z układu pomiarowego oraz alarmowanie obsługi o przekroczeniu dopuszczalnych granic obciążeń elementów konstrukcji budowli. Ze względu na stałe dążenie do ograniczenia kosztów wzniesienia budynku prowadzi się prace projektowe i wdrożeniowe, tak by maksymalnie zbliżyć się do wartości obciążeń dopuszczalnych przewidzianych przez normy. Daje to wymierne efekty ekonomiczne jednak powoduje, że nowo powstały budynek jest mniej odporny na zdarzenia losowe (szczególnie zjawiska pogodowe). Proponowany system ma za zadanie przede wszystkim poprawę bezpieczeństwa eksploatacji budynków.

Summary

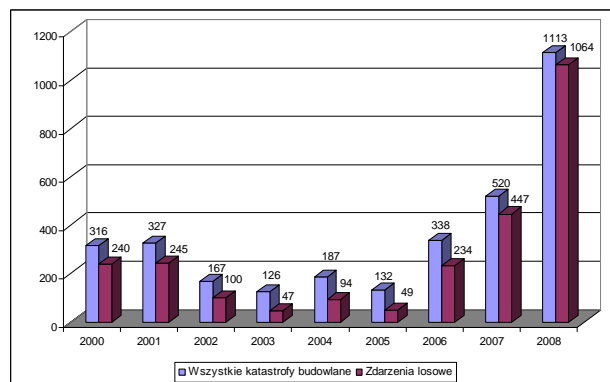
The monitoring system of construction elements of buildings was presented in the paper. Main goal of the system was early identification of collapse danger, analyzing, visualization and archivization of measuring data, as well as signalling of exceeding the predicted load limits. At present results of development work and practical application are maximally close to evaluated permissible limits of load (included in standards) due to continuous process of minimizing costs of building. This is the right way to save the money but it crates danger for building stability by lowering its resistance on random, unpredictable events (especially in the case of weather perturbations). Proposed system increases operational safety of building, lowers costs of snow removal and allows to make much more precisely decisions in the case of evacuation or maintenance.

1. Wstęp

Projektowanie budynków stanowi złożony proces, w którym konieczne jest uwzględnienie kompromisu pomiędzy bezpieczeństwem konstrukcji, a optymalizacją kosztów inwestycji. Wynikiem takiego podejścia jest wytrzymałość konstrukcji bardzo zbliżona do wartości określonej przez normy bezpieczeństwa. Często zdarza się jednak, np. przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych, że faktyczne maksymalne obciążenia znacznie przewyższają dopuszczalne wartości graniczne uwzględnione w normach, co może spowodować katastrofę budowlaną.

W 2008 roku uległo zniszczeniu 1113 budynków (rys. 1). Jak wynika ze statystyk, zdecydowanie najczęstszą przyczyną katastrof budowlanych są przede wszystkim siły natury: intensywne opady atmosferyczne, powodzie, silne wiatry, obfite opady śniegu, osunięcia ziemi, wstrząsy sejsmiczne, uderzenia piorunów i pożary, a także inne zdarzenia losowe.

W latach 2007–2008 znaczna liczba wypadków spowodowana była pojawiającymi się nad terytorium Polski wichurami. Jednak w roku 2006 najczęstszą z przyczyn losowych był zalegający na dachach śnieg i lód – zgłoszono aż 130 przypadków [1].



Rys. 1. Liczba katastrof budowlanych w latach 2000-2008 [1]

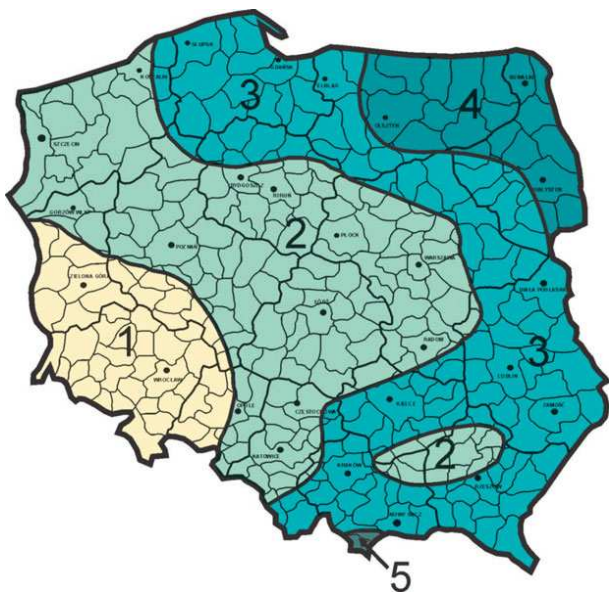
2. Obecna sytuacja techniczna i formalno-prawna

W przypadku obiektów o konstrukcji stalowej i lekkiej obudowie, obciążenia spowodowane zalegającym śniegiem są podstawowymi obciążeniami konstrukcji dachu. Aby zobrazować zagrożenie pochodzące od śniegu zalegającego na dachu obiektu należy określić masę śniegu. Przyjmuje się, że metr sześcienny śniegu waży około 250 kg. Taką wartość przewiduje norma PN-80/B-02010 [4] (tzw. „stara norma”, która obowiązywała, np. w trakcie projektowania chorzowskiej hali MTK).

W roku 2006 wprowadzono do normy zmiany w mapie stref obciążenia śniegiem (rys. 2) i przyjęcia wartości charakterystycznych tego obciążenia, wartości częściowego współczynnika bezpieczeństwa $\gamma_f = 1,5$ oraz zapisu nawiązującego do wartości współczynnika ekspozycji $C_e = 1,2$ do stosowania przy wyznaczaniu obciążenia śniegiem dachu, otoczonego budynkami lub drzewami wyższymi od budynku rozpatrywanego. Wprowadzono też kilka zmian, wynikających z odstąpienia od traktowania jako zmiennej losowej grubości pokrywy śnieżnej na rzecz jej ciężaru. Nie zmieniono układów obciążenia i wartości współczynnika kształtu dachu, ponieważ są bardzo bliskie podanym w normie europejskiej [2, 5].

W warunkach niesprzyjających metr sześcienny śniegu może ważyć nawet 600 kg. Można zatem stwierdzić, że każdy centymetr śniegu na dachu to obciążenie około 2,5 kg na metr kwadratowy. Jeżeli natomiast pod śniegiem znajduje się warstwa lodu to jego każdy centymetr grubości stanowi obciążenie około 10 kg na metr kwadratowy dachu [3].

Po katastrofie budowlanej w Chorzowie, gdzie w styczniu 2006 r. zawaliła się hala targowa, nowelizacji poddana została także ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. Nowelizacja ta zaczęła obowiązywać od 20 czerwca 2007 r. Wprowadzono w niej zmiany mające na celu zwiększenie bezpieczeństwa użytkowania obiektów budowlanych. Właściciel lub zarządca budynku musi „zapewnić, dochowując należytej staranności, bezpieczne użytkowanie obiektu w razie wystąpienia czynników zewnętrznych oddziałujących na obiekt, związanych z działaniem człowieka lub sił natury (...), w wyniku których następuje uszkodzenie obiektu budowlanego lub bezpośrednie zagrożenie takim uszkodzeniem, mogące spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia lub środowiska.” (Art. 61) [6].



Rys.2. Nowy podział stref obciążenia śniegiem w Polsce

Dach budynku powinien mieć określoną „nośność” wyrażoną w kilogramach na metr kwadratowy. Polska podzielona jest na pięć stref obciążenia śniegiem. Pierwsza strefa dopuszcza obciążenie dachu śniegiem o masie 100 kg/m^2 , a w strefie piątej to nawet ponad 190 kg/m^2 . Normy te muszą być uwzględniane przy projektowaniu konstrukcji dachów. Do obliczeń wprowadza się wartość współczynnika, który zależy od kąta nachylenia połaci dachu – im dach bardziej stromy, tym mniejsze zagrożenie stanowi śnieg (stromo dachy domów w górach).

Ze względów ekonomicznych decyzja o odśnieżeniu dachu nie powinna być podejmowana bez rozważenia czy dane obciążenie pochodzące od zalegającego śniegu stanowi realne zagrożenie dla bezpieczeństwa budynku. Niepotrzebne usuwanie śniegu z dachów naraża właściciela na znaczne koszty robocizny wynoszące $2\text{--}5 \text{ zł/m}^2$, co w przypadku hali o powierzchni dachu 30000 m^2 generuje konieczność wydania sumy przynajmniej 60000 zł . Wyżej wymieniona sytuacja rodzi potrzebę monitorowania stanu obciążeń dachu pochodzących od zalegającego śniegu i usuwania go w przypadku zbliżenia się tych obciążeń do ustalonej wartości granicznej.

3. System monitorowania obciążeń konstrukcji wielkopowierzchniowych

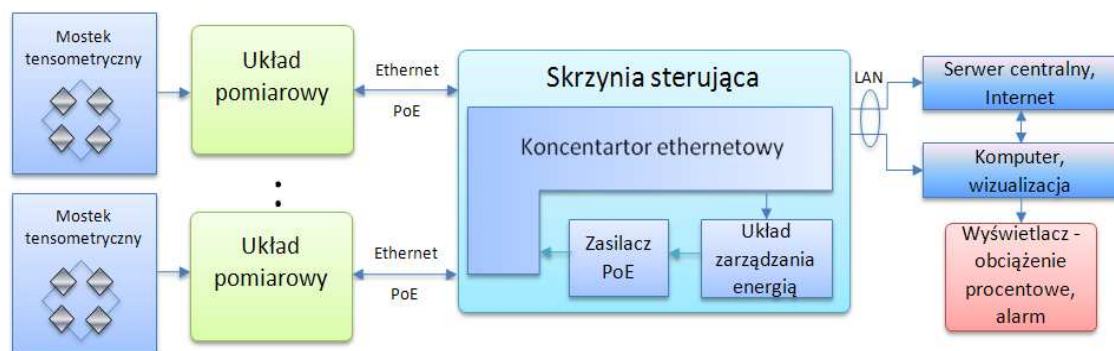
W celu bieżącej kontroli stanu obciążeń, w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG, opracowano system monitoringu dachów konstrukcji wielkopowierzchniowych. Założono, że system będzie pozwalał przede wszystkim na zintegrowane zarządzanie wiedzą o obiekcie, pracę sieciową, wizualizację i archiwizację zapisu stanu obciążeń konstrukcji, automatyczną diagnostykę tego stanu pod kątem zagrożeń i wczesne ostrzeżenie użytkowników obiektu przed przekroczeniem dopuszczalnych stanów granicznych nośności konstrukcji. Proponowany system pozwoli dokładnie ocenić konieczność wezwania firmy odśnieżającej dach, zaplanować czas na odśnieżanie oraz wyznaczyć miejsca, w których konstrukcja jest przeciążona i gdzie odśnieżanie musi być przeprowadzone w pierwszej kolejności. System może posłużyć także firmom wykonującym odśnieżanie do planowania prac i optymalizacji kosztów. Należy podkreślić także niższe koszty ubezpieczenia budowli z zainstalowanym elektronicznym systemem monitoringu. Terminale systemu mogą zostać podłączone do systemów bezpieczeństwa miasta, co umożliwi także szybsze reagowanie służb ratowniczych lub prowadzenie ewakuacji.

Do monitorowania elementów konstrukcyjnych zastosowano czujniki tensometryczne oporowe. Zasada ich działania polega na zmianie oporu elektrycznego przewodu podlegającego odkształceniu wraz z badanym ciałem. Zastosowane tensometry są wykonane w formie elastycznych pasków o małej powierzchni dzięki czemu można je nakleić na prawie każdy

materiał. Poprawne działanie czujnika tensometrycznego, oprócz jego odpowiedniej struktury wewnętrznej, zapewnione jest przez poprawne zamocowanie go na powierzchni badanego przedmiotu. Dlatego też przyklejanie tensometrów należy wykonać ze szczególną dokładnością i laboratoryjną czystością. Bardzo ważnym czynnikiem decydującym o wiarygodności wskazań i prawidłowej pracy tensometrów oporowych są kleje tensometryczne, stosowane zarówno do wyrobu czujników jak i do ich naklejania na powierzchnię badanych przedmiotów [7].

Głównym problemem podczas pomiarów pojedynczym tensometrem są małe zmiany wartości oporu elektrycznego (niska czułość), a tym samym zmiany mierzonej wielkości (napięcia) na skutek zmiennych warunków środowiskowych. Problem ten rozwiązuje się stosując mostki tensometryczne, które pracują w układzie mostka Wheatstona i zapewniają skompensowanie wpływu zmian wilgotności, temperatury itp. na odczyty. Jest to bardzo istotne, ponieważ bezpośrednio pod poszyciem dachu panują często bardzo skrajne wartości temperatury, a głównie w tym obszarze prowadzone są pomiary stanu konstrukcji nośnej dachu.

System ma strukturę modułową, którą można dopasować do wielkości monitorowanego obiektu i wymagań użytkownika. Do odczytu sygnału różnicowego z wyjścia mostka tensometrycznego zaprojektowano specjalizowane układy elektroniczne. Układy pomiarowe, wyposażone w interfejs Ethernet, tworzą lokalną sieć pomiarową, która może zostać dołączona do sieci Internet. Każdy pojedynczy układ pomiarowy posiada własny adres sieciowy IP. Liczba punktów pomiarowych jest ograniczona jedynie dostępnością adresów IP w danej sieci. Ograniczenie to może zostać łatwo usunięte przez zastosowanie routerów sieciowych. W ten sposób możliwy jest odczyt wskazań tensometrów z dowolnego miejsca na Ziemi. Schemat blokowy systemu przedstawiono na rysunku 3.



Rys.3. Schemat blokowy systemu monitoringu

Aby ograniczyć zakłócenia, układ pomiarowy (rys. 4) jest mocowany wraz z tensometrami na badanej konstrukcji (wskazane jest połączenie z mostkiem jak najkrótszymi przewodami). Jest to możliwe dzięki niewielkim wymiarom modułu, co uzyskano przez zastosowanie technologii montażu powierzchniowego SMD.

Poprzez łącze Ethernet moduł pomiarowy komunikuje się z serwerem i komputerem centralnym odpowiedzialnym za analizę, archiwizację i wizualizację przesyłanych wyników. Ethernet jest dołączony do płytki za pomocą ośmiostykowego złącza RJ-45 oraz kabla typu skrętka. Ponieważ komunikacja realizowana jest poprzez 4 przewody, w kablu pozostają cztery wolne żyły, które wykorzystano do podłączenia zasilania o wartości 9V/250mA. Taki sposób zasilania nosi nazwę PoE (ang. Power over Ethernet).



Rys.4. Struktura układu pomiarowego

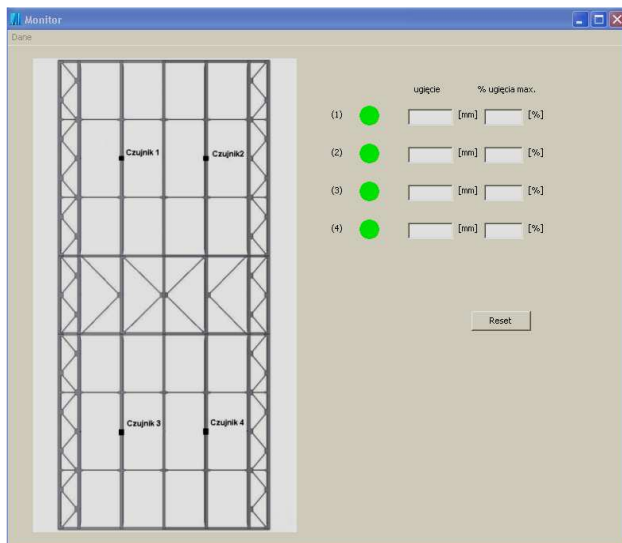
Stwierdzono, że przy większej liczbie użytkowanych punktów pomiarowych (przy dużych powierzchniach badanych konstrukcji lub złożonym stanie obciążenia) wystąpi stosunkowo duże zapotrzebowanie na energię elektryczną. Moc jednego modułu pomiarowego, łącznie z mocą mostka tensometrycznego wynosi około 2,5 W. Ta stosunkowo duża wartość mocy wynika z dużego poboru prądu przez podsystem komunikacji i mostek tensometryczny. Biorąc pod uwagę, że system musi pracować całodobowo ustalono, że niezbędne będzie zarządzanie energią zasilania modułów pomiarowych. Wykonywanie pomiarów nie musi przebiegać w sposób ciągły, gdyż badany proces nie jest szybkozmienny. Opracowano więc dodatkowo centralny moduł zarządzania energią, który sekwencyjnie rozdziela energię zasilania pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi, dokonuje pomiaru, a następnie przełącza zasilanie na kolejny moduł. W przypadku wykrycia stanów obciążenia zbliżających się do wartości krytycznych częstotliwość odpytywania sieci pomiarowej wzrasta. Taki sposób wykonywania pomiarów

pozwoлиł na znaczne obniżenie kosztów systemu (brak konieczności stosowania wielu zasilaczy) oraz obniżenie kosztów jego utrzymania poprzez mniejsze zużycie energii elektrycznej. Moduł zarządzania energią znajduje się w szafce sterowniczej, razem z centralnym zasilaczem oraz koncentratorom Ethernetowym.

Przed przystąpieniem do montażu systemu wskazane jest przeprowadzenie wstępnej kalibracji układu pomiarowego, polegającej na określeniu zakresu wejściowego poprzez obliczenie napięcia niezrównoważenia mostka dla granicznych odkształceń badanego elementu konstrukcji (zależnych od wymiarów, materiału i sposobu zamocowania belki), a następnie na ustawieniu odpowiedniego, zapewniającego dużą dokładność i czułość, zakresu pomiarowego przetworników analogowo-cyfrowych i stopnia wzmocnienia wbudowanego wzmacniacza pomiarowego. Za pomocą kalibratora podłączonego w miejsce mostka tensometrycznego zadaje się z dużą dokładnością kolejne wartości napięcia niezrównoważenia, następnie przeprowadza się pomiary sprawdzając szczególnie liniowość odczytów.

Integralną część systemu pomiarowego stanowi aplikacja programowa zapewniająca analizę, przetworzenie odebranych wartości, wyświetlenie ich, archiwizację, a także porównanie wyników z wartościami granicznymi (rys. 5). Na tej podstawie oprogramowanie informuje i alarmuje użytkownika za pomocą odpowiednich komunikatów o zbliżaniu się, osiągnięciu i przekroczeniu przyjętych progów obciążenia konstrukcji. W oknie widoczne są następujące informacje:

- schemat 2D monitorowanej hali z zaznaczonymi punktami pomiarowymi,
- numer czujnika zgodny z oznaczeniem na schemacie,
- kolor symbolizujący stopień osiągniętego obciążenia (zielony – obciążenie dopuszczalne, żółty – obciążenie bliskie krytycznemu, czerwony – obciążenie krytyczne),
- strzałka ugięcia belki w mm,
- procent obciążenia dopuszczalnego belki.

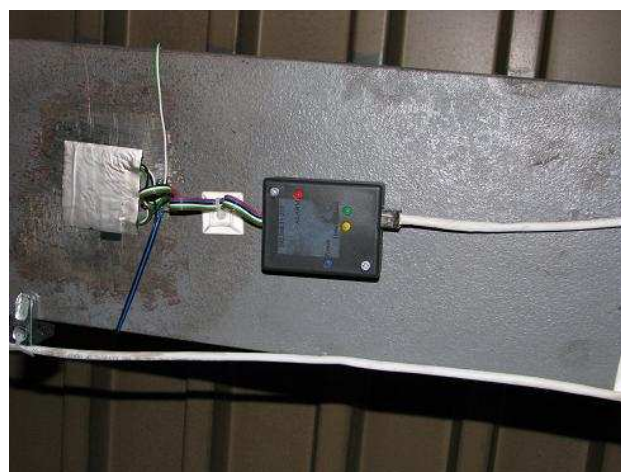


Rys.5. Program monitorujący stan naprężenia konstrukcji

Przed przystąpieniem do instalacji systemu należy wcześniej przeprowadzić niezbędne obliczenia (wyznaczyć miejsca maksymalnych odkształceń badanych

elementów oraz obliczyć granice obciążeń), a następnie na ich podstawie odpowiednio skonfigurować układ pomiarowy oraz określić miejsce zainstalowania tensometrów. W związku z tym modeluje się stan obciążeń i przeprowadza obliczenia wytrzymałościowe konstrukcji nośnej dachu (np. analiza MES), której celem jest zidentyfikowanie wartości i miejsca największego ugięcia dźwigarów (rys. 7). Gdy nie jest możliwe analityczne wyznaczenie wartości obciążeń dopuszczalnych należy zastosować metodę obciążeń próbnych. W takim wypadku należy elementy konstrukcyjne próbnie obciążyć i określić ich charakterystykę oraz wyznaczyć wartości obciążeń granicznych.

System monitoringu zamontowano w celach testowych na konstrukcji dachu hali badawczej KOMAG-u. Na obecnym etapie monitorowanie wykonywane jest w czterech punktach pomiarowych, w których naklejono mostki tensometryczne. Sposób montażu pokazano na rysunku 6.



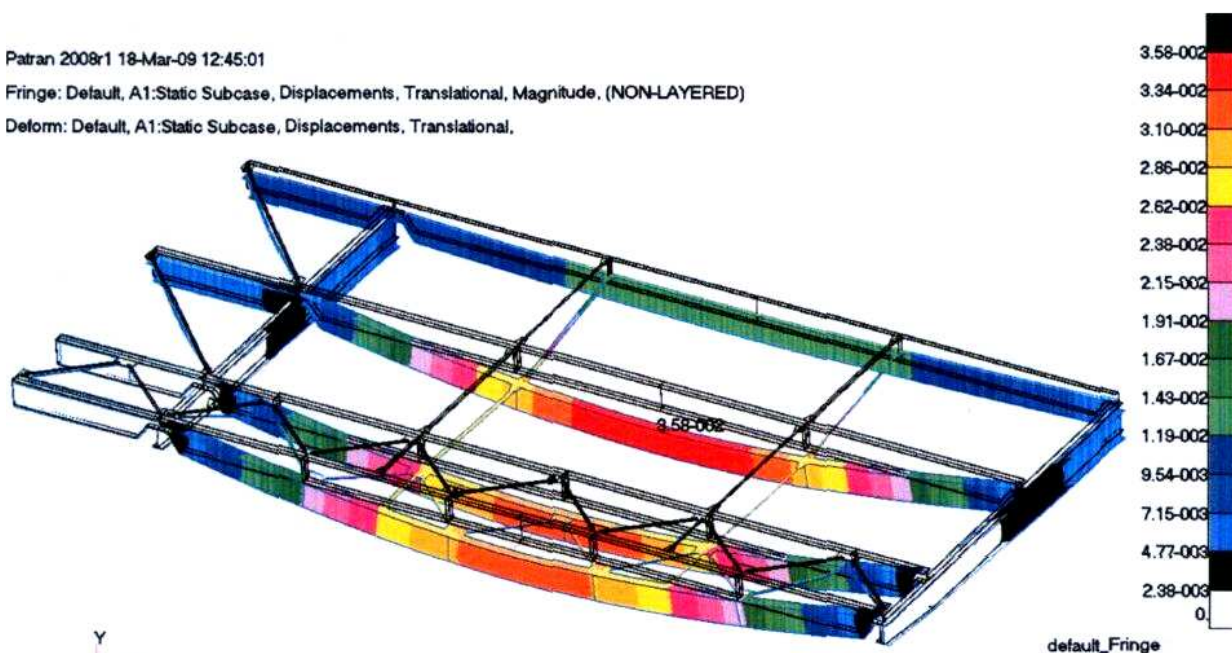
Rys.6. Kompletny punkt pomiarowy, zmontowany w hali badawczej KOMAG-u

Przeprowadzono pomiary, mające na celu ustalenie „pozycji zerowej” badanej konstrukcji, czyli obciążonej tylko połacią dachową. Najlepszym okresem do pełnego przetestowania systemu będzie zima, kiedy dach hali zostanie obciążony przez zalegający śnieg.

Patran 2008r1 18-Mar-09 12:45:01

Fringe: Default, A1:Static Subcase, Displacements, Translational, Magnitude. (NON-LAYERED)

Deform: Default, A1:Static Subcase, Displacements, Translational.



Rys. 7. Przykładowa analiza MES fragmentu konstrukcji nośnej dachu

4. Podsumowanie

Obecny stan techniczny i prawny w budownictwie, wymagania gospodarki rynkowej oraz nieprzewidywalne, intensywne zjawiska pogodowe są głównymi czynnikami powodującymi wzrost zainteresowania poprawą bezpieczeństwa eksploatacyjnego wśród właścicieli i użytkowników obiektów budowlanych. Systemy mechatroniczne posiadające cechy umożliwiające poprawę bezpieczeństwa i minimalizujące dodatkowe koszty inwestycyjne związane z wdrożeniem i eksploatacją wyrobów są coraz częściej spotykane w otoczeniu człowieka. Proponowany system monitoringu elementów konstrukcji obiektów budowlanych, zwłaszcza wielkopowierzchniowych, ma duże znaczenie dla poprawy bezpieczeństwa użytkowników tych obiektów i minimalizacji kosztów eksploatacyjnych budynku. Jego podstawowymi zaletami są:

- zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacyjnego obiektu,
- zmniejszenie kosztów utrzymania budynku,
- stała kontrola nad stanem obciążeń konstrukcji w dowolnym punkcie na Ziemi, gdzie dociera sieć Internet,
- ostrzeganie przed zbliżaniem się wartości obciążeń do stanów krytycznych,
- archiwizację danych pomiarowych w celu późniejszej analizy lub określenia trendów,
- zintegrowane zarządzanie energią elektryczną zasilającą sieć pomiarową umożliwiające obniżenie kosztów eksploatacji systemu,

- zasilanie i transmisja danych zintegrowane w jednym przewodzie,
- możliwość uzyskania zniżek przy ubezpieczeniu budynku.

Literatura

1. Strona internetowa Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego, www.gunb.gov.pl, Katastrofy Budowlane w latach 2004-08, Opracowanie Departamentu Prawno-Organizacyjnego.
2. Lewicki B., Żurański J.A.: Obciążenie śniegiem w nowych normach polskich. Wiadomości projektanta budownictwa 1/2007.
3. Jazukiewicz Z.: Ciężar śniegu. Przegląd Techniczny 4/2006, Wydawnictwo Sigma-Not, Warszawa 2006.
4. Polska Norma: PN-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
5. Polska Norma: PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1 Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-3 Oddziaływanie ogólne – Obciążenie śniegiem.
6. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane.
7. Roliński Z.: Tensometria oporowa: podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1981.

Artykuł wpłynął do redakcji we wrześniu 2009 r.
Recenzent: prof. dr hab. inż. Jerzy Świder

Dr inż. Dariusz PROSTAŃSKI
 Dr inż. Marek KALITA
 Mgr inż. Norbert RAWICKI
 Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Małogabarytowy wóz wiertniczy MWW-1 – pierwsze wyniki doświadczeń eksploatacyjnych

Streszczenie

W artykule przedstawiono budowę, zasadę działania oraz charakterystykę techniczną wozu wiertniczego MWW-1 opracowanego w ramach projektu celowego nr 6 ZR8 2006C/06772 zrealizowanego przez KOMAG i ZPS Bumar Łabędy sp. z o.o. Omówiono innowacyjność rozwiązań technicznych zastosowanych w wozie oraz efekty udziału wozu w procesie drażenia chodnika. Opisano przebieg i pierwsze wyniki prób eksploatacyjnych wozu zlokalizowanego w KWK „Halemba”, użytkowanego przez firmę BZUG.

Summary

Design, principle of operation and technical characteristic of MWW-1 drilling jumbo, which was developed within a targeted project No. 6 ZR8 2006C/06772 realized by KOMAG and ZPS Bumar Łabędy, Ltd, were presented in the paper. Innovativeness of technical solutions, which were used in a drilling jumbo, and results of using a drilling jumbo in a process of roadway drivage were discussed. Realization and first results of field tests of drilling jumbo used by the BZUG Company in “Halemba” Colliery were described.

1. Wstęp

Drażenie wyrobisk korytarzowych związanych z technologią robót udostępniających oraz przygotowawczych jest zagadnieniem złożonym, ze względu na ograniczenia natury geologiczno-górnictwej, jak i technicznej. Należy zauważyć, że prowadzone prace w tych wyrobiskach zaliczane są do jednych z najbardziej pracochłonnych i czasochłonnych.

Przewiduje się do 2020 roku drażenie około 500 km wyrobisk korytarzowych rocznie (obecnie około 400 km rocznie). Zakładając konieczność wykonania dodatkowych wyrobisk udostępniających dla przygotowania nowych pokładów do eksploatacji, można założyć, że łączna długość wykonywanych wyrobisk będzie wynosiła około 650 do 700 km rocznie [1, 3].

Przekrój wyrobisk kamiennych i kamiennie-węglowych wynosi obecnie od 14 do 24 m², a węglowych od 12 do 18 m². Średnie tempo przyrostu przekroju wyrobisk wynosi od 2 do 2,5 m² na 10 lat [2]. Zwiększająca się głębokość eksploatacji o około 10 m/rok oraz pogarszające się warunki górnictwo-geologiczne, w tym wzrost wytrzymałości skał na ściskanie, może przyczynić się do zwiększenia stosowania technologii z użyciem materiałów wybuchowych.

Drażenie wyrobisk korytarzowych, szczególnie podczas robót udostępniających, często prowadzone jest w skałach zwięzłych, których wytrzymałość na ściskanie przekracza 100 MPa. W takich przypadkach uzasadnione jest, w aspekcie ekonomicznym, stosowanie technologii wykonywania wyrobisk z użyciem materiałów wybuchowych. Jedną z podstawowych operacji wykonywanych podczas drażenia wyrobisk korytarzowych za pomocą tej metody jest wiercenie otworów strzałowych.

2. Wóz wiertniczy

W celu spełnienia oczekiwań użytkowników, KOMAG, który posiada wieloletnie doświadczenie w projektowaniu maszyn na podwoziu gąsienicowym, m.in. ładowarek bocznie wysypujących oraz wozów wiertniczych, wspólnie z Zakładem Produkcji Specjalnej Bumar Łabędy Sp. z o.o., podjęli się opracowania i wdrożenia do produkcji konkurencyjnego, opartego o polskie komponenty, wozu wiertniczego. Przedsięwzięcie to zostało dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w formie projektu celowego nr 6 ZR8 2006C/06772.

Wóz wiertniczy przeznaczony jest do mechanizacji procesu wiercenia otworów strzałowych w podziemnych wyrobiskach górniczych o stopniu niebezpieczeństwa „a”, „b” i „c” wybuchu metanu oraz klasy „A” i „B” zagrożenia wybuchem pyłu węglowego.

Opracowany małogabarytowy wóz wiertniczy MWW-1 (rys. 1) spełnia wymagania zasadnicze ujęte w Dyrektywie Maszynowej (98/37/EC) i Dyrektywie ATEX (94/9/WE).

a)



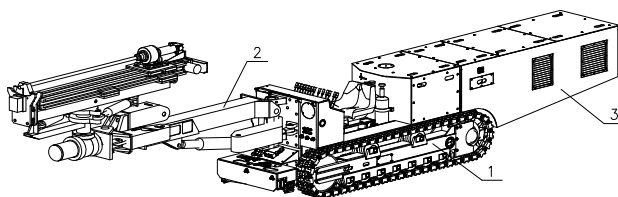
b)



Rys.1. Małogabarytowy wóz wiertniczy MWW-1: a) w pozycji transportowej, b) w pozycji wiercenia

Wóz MWW-1 (rys. 2) złożony jest z następujących głównych zespołów:

- podwozia gąsienicowego,
- wysięgnika wiertniczego,
- agregatu hydraulicznego z wyposażeniem hydraulicznym.



Rys.2. Główne zespoły małogabarytowego wozu wiertniczego

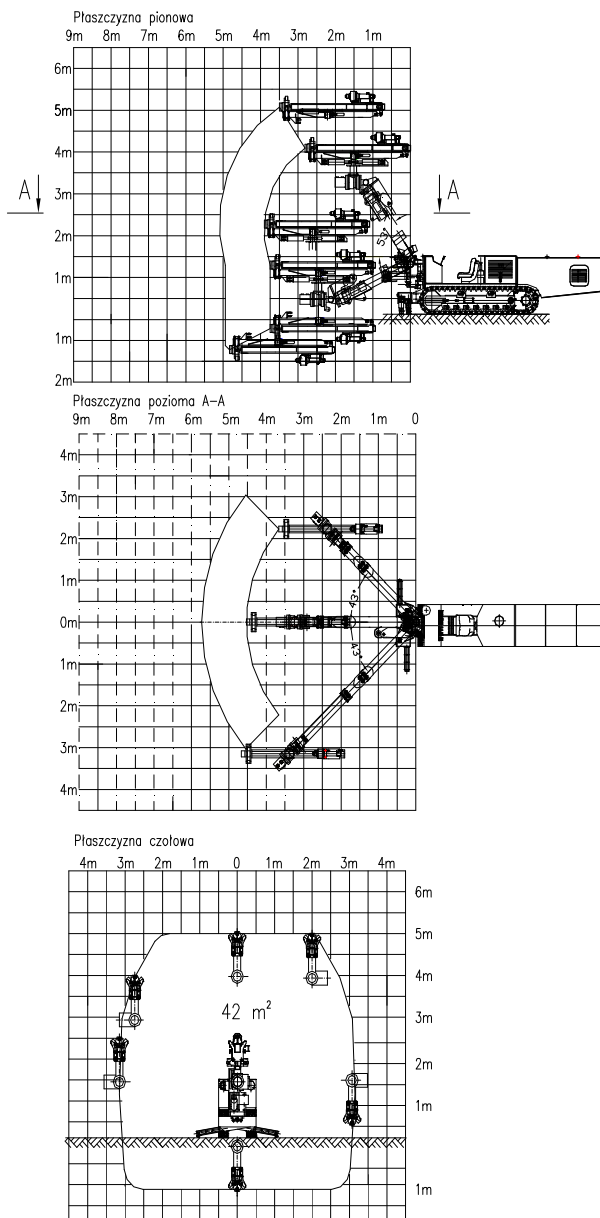
1 – podwozie gąsienicowe, 2 – wysięgnik wiertniczy, 3 – agregat hydrauliczny z wyposażeniem hydraulicznym

Podstawowe parametry techniczne wozu MWW-1 przedstawiono w tabeli poniżej.

Lp.	Parametr	Wymiar
1	Masa	9500 kg
2	Długość (pozycja transportowa)	10000 mm
3	Wysokość (pozycja transportowa)	1400 mm
4	Szerokość (pozycja transportowa)	1000 mm
5	Moc zainstalowana	55 kW
6	Maksymalne nachylenie podłużne/ poprzeczne	20/8°
7	Prędkość jazdy	0÷1 m/s
8	Maksymalna wysokość wiercenia	~5400 mm
9	Maksymalny zasięg poziomy wiercenia	±3100 mm
10	Kąt wychylenia poziomego wys.	±45°
11	Kąt wychylenia pionowego wys.	+60, -25°

Przy użyciu małogabarytowego wozu wiertniczego MWW-1, z jednego ustawienia, można wykonać otwory strzałowe w przodku o szerokości do 6220 mm i wysokości do 5500 mm. Pola pracy maszyny przedstawiono na rysunku 3.

Wóz MWW-1 przewidziany jest do wiercenia otworów strzałowych o standardowej średnicy ϕ 42 mm i długości do 2250 mm.

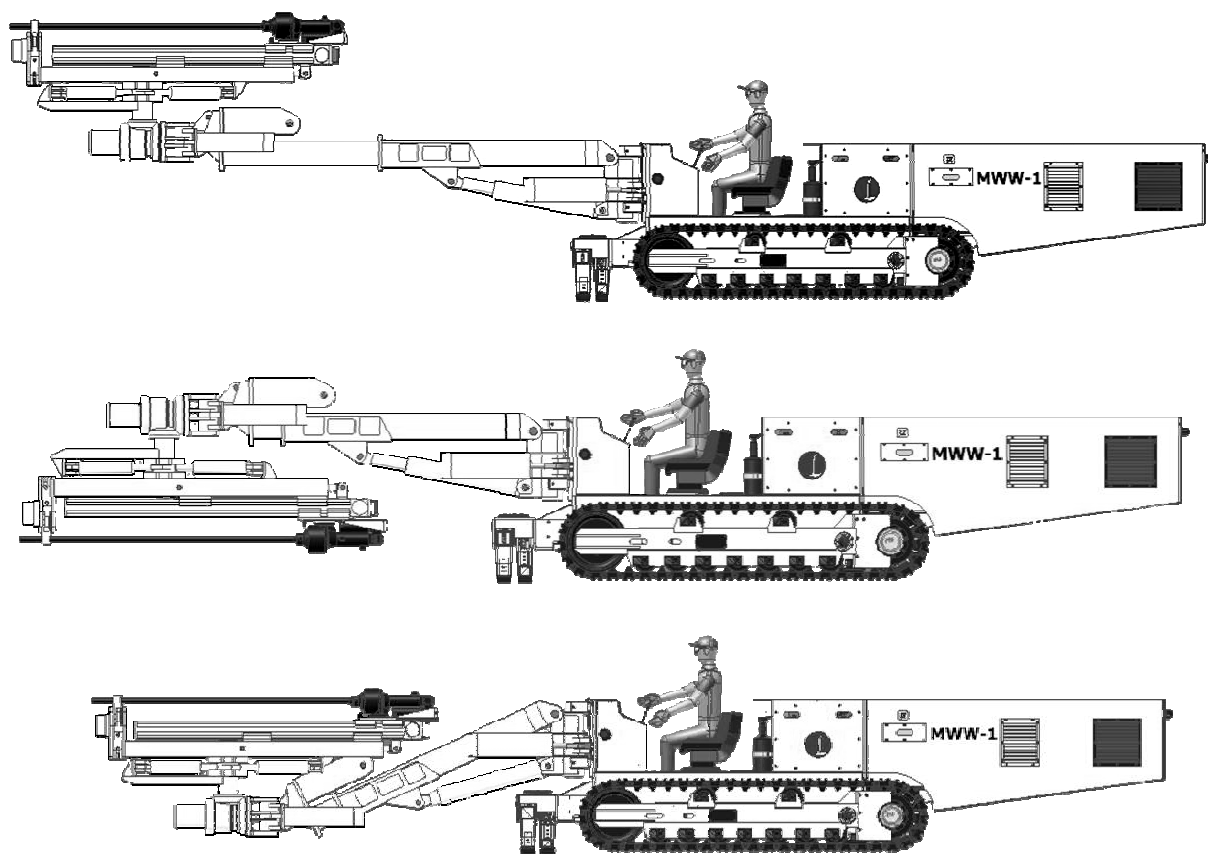


Rys.3. Pola pracy małogabarytowego wozu wiertniczego MWW-1

Na ramie wiertniczej można zabudować trzy różne wiertarki: WOU-42S konstrukcji KOMAG, WH-19-UO, produkcji HYDROWIERT oraz BLHD65, produkcji BOART LONGYEAR.

Duże możliwości ruchowe manipulatora wiertniczego, umożliwiają wiercenie otworów tuż nad spągiem, jak również złożenie go w obrys maszyny (rys. 4).

W wozie MWW-1 zastosowano układ automatycznego stabilizowania podwozia, który powoduje samoczynne wysunięcie i rozparcie podpór, podczas trybu wiercenia. W przypadku przełączenia wozu w tryb jazdy, zespół ulega samoczynnemu złożeniu. Układ ten uniemożliwia zatem manewrowanie wysięgnikiem wiertniczym, bez wcześniejszego podparcia wozu oraz zapewnia zachowanie stateczności wozu podczas operacji wiercenia.



Rys.4. Przykłady możliwości ruchowych wysięgnika wiertniczego

Nowością wozu, nie stosowaną dotąd w innych tego typu rozwiązaniach, jest układ napełniania i opróżniania zbiornika oleju. Rozwiązanie to opracowano w celu uniemożliwienia przypadkowego zanieczyszczenia zbiornika przy zalewaniu oraz dokładnego i wygodnego spuszczenia oleju do wyznaczonego pojemnika. Taki sposób napełniania i opróżniania zbiorników zapewniono poprzez odpowiednią zabudowę dwóch zaworów kulowych, uruchamianych wspólną dźwignią.

Zbiornik oleju opróżniany jest i napełniany tą samą pompą ręczną, która kieruje olej do lub ze zbiornika poprzez przesterowanie dźwigni zaworów.

Zaletą wozu jest także wykonywanie czynności wiercenia wyłącznie z płuczką wodną. Zapewniono to poprzez mechanizm obrotu otwierający dopływ wody do płuczki wiertarki.

Wóz charakteryzuje się niewielką szerokością. Jego szerokość transportowa wynosi 1000 mm i umożliwia sprawne przemieszczanie się w przodku i omijanie innych maszyn, nawet w niewielkich przekrojach poprzecznych wyrobiska.

Zabudowany na wozie teleskopowy wysięgnik wiertniczy jest sprawdzoną konstrukcją, produkcji DFM ZANAM-LEGMET Sp. z o.o., stosowaną powszechnie w kopalniach rud miedzi.

3. Próby eksploatacyjne

Małogabarytowy wóz wiertniczy MWW-1 po badaniach stanowiskowych (rys. 5) oraz otrzymaniu certyfikatu został zlokalizowany przez firmę Bytomski Zakład Usług Górniczych w KWK „Halemba-Wirek” do drażnienia przekopu łączącego się z pokładem 414/1 pod nadzorem specjalistów KOMAG-u, Bumaru Łabędy oraz Hydrowietu – producenta wiertarki WH-19-UO.



Rys.5. Próby wiercenia wozem wiertniczym MWW-1

Przekop drażony jest na poziomie 830 m, jego nachylenie na odcinku pracy wozu wynosi od $2\div 4^\circ$ po upadzie. W początkowej fazie drażnienia w górnej części

przodku występowała około jednometrowej grubości warstwa węgla, a pozostała część to łupek ilasty o wytrzymałości na ściskanie $60 \div 90$ MPa. W dalszej części wyrobiska, w całym przekroju, występował jedynie łupek ilasty o tej samej wytrzymałości.

Wóz wspomaga drażnienie przodku w obudowie ŁP11, w którym wykonywanych jest jednorazowo $50 \div 70$ otworów, w zależności od rodzaju skał w przodku i rodzaju stosowanych materiałów wybuchowych.

Po przetransportowaniu i montażu wóz został uruchomiony przez serwis Bumar, który dokonał również koniecznych regulacji w jego układzie hydraulicznym.

Po ustawieniu parametrów wozu, w tym również wiertarki, dokonano pierwszych próbnych odwiertów w ociosie chodnika (rys. 6, 7). Podczas wierceń stwierdzono, że wiertarka wykonuje otwory o średnicy ϕ 45 mm koronką słupkową z prędkością $1,8 \div 2,0$ m/min. W ociosie wykonywano każdorazowo ok. sześciu otworów. Wykonanie większej liczby otworów uniemożliwiła obecność urządzeń w otoczeniu wozu oraz wykonywanie innych czynności przez pracowników firmy BZUG.



Rys.6. Próby wiercenia w ociosie chodnika wozem wiertniczym MWW-1



Rys.7. Zawieranie otworu wiertniczego

Po wykonaniu pierwszych prób wóz został przeznaczony do przodku, gdzie wykonał 20 otworów

podczas pierwszego wiercenia, a następnie 25 otworów podczas drugiego wiercenia, wykonując każdy otwór z prędkością około 2 m/min. Wykonanie większej liczby otworów było ograniczone brakiem doświadczenia załogi w obsłudze wozu z tym typem wysięgnika. Po wykonaniu dwóch serii otworów stwierdzono wygięcie żerdzi, spowodowane brakiem jej dodatkowego podparcia pomiędzy wiertarką a okularem prowadnicy wiertarki. W związku z powyższym, wykonano i zamontowano dodatkowy okular wiertarki, dokonano również kilku usprawnień w wozie, sugerowanych przez użytkownika i przystąpiono do wykonywania kolejnych otworów w przodku.

Po dokonaniu niezbędnych usprawnień wóz wiertniczy osiąga w ciągu zmiany wymaganą wydajność. Wraz z postępem drażnienia wyrobiska, zwiększa się doświadczenie i umiejętności obsługi wozu, dzięki czemu skraca się czas pomiędzy wierceniem poszczególnych otworów.

Wóz w początkowej fazie użytkowania musiał pokonywać wzniesienie o długości około 30 m i zmiennym nachyleniu $11 \div 19^\circ$. Warunki na dole kopalni, różniące się znacznie od warunków, w których prowadzone były badania stanowiskowe, wykazały, że wóz MWW-1 miał trudności w pokonaniu odcinka o największym nachyleniu, w związku z czym jego wjazd na tym odcinku musiał być wspomagany dodatkowymi środkami. Po zakończonych badaniach eksploatacyjnych przewiduje się zastosowanie jednostek napędowych o większej sile pociągowej.

Zastosowana konstrukcja podpór wozu umożliwiła prowadzenie procesu wiercenia wyłącznie po ich rozparciu. Podpory bardzo dobrze stabilizowały wóz podczas wiercenia, uniemożliwiając ewentualną utratę stateczności. Użytkownik zwrócił jednak uwagę na fakt, że konstrukcja podpór jest osadzona na tyle nisko, że zwiększa opory ruchu podczas przejazdu wozu, co wpływa negatywnie na jego sprawność podczas pokonywania wzniesień.

Wysięgnik wozu wiertniczego umożliwia obwiercenie, z jednego ustawienia, całego przekroju w obudowie ŁP12. Podczas wiercenia zaobserwowano trudności w wykonywaniu otworów w spodniej części wyrobiska, jednak związane jest to wyłącznie z brakiem doświadczenia obsługi wozu.

Podwozie szerokości 1000 mm pozwala na przemieszczanie się ludzi i ładowarki również poza obręb przodku, co jest niewątpliwą zaletą wozu MWW-1.

Małogabarytowy wóz wiertniczy ma obecnie do wykonania około 300 m chodnika.

4. Podsumowanie

Małogabarytowy wóz wiertniczy MWW-1 jest przeznaczony do wspomagania technologii drażnienia wyro-

bisk korytarzowych z użyciem materiałów wybuchowych. Jest przystosowany do wiercenia otworów strzałowych i kotwowych o średnicy 42 mm. Z jednego ustawienia wozu można wywiercić otwory w czole przodka o przekroju poprzecznym do 42 m². Niewielka szerokość podwozia gąsienicowego (1000 mm) umożliwia wprowadzenie do przodka nawet dwóch wozów równocześnie, umożliwiając tym samym zwiększenie postępu robót wiertniczych. Wóz wiertniczy posiada możliwość zabudowy trzech różnych wiertarek obrotowo-udarowych, gwarantujących duży postęp wiercenia. Konstrukcja wozu umożliwia pracę maszyny na maksymalnych nachyleniach podłużnych ($\pm 20^\circ$) i poprzecznych ($\pm 8^\circ$).

Rozwiązania techniczne zastosowane w małogabarytowym wozie wiertniczym pozwalają na bezpieczne i ekonomiczne stosowanie maszyny do prac wiertniczych.

Wóz wiertniczy MWW-1 stanowi atrakcyjną ofertę, w odniesieniu do wozów oferowanych przez firmy zagraniczne, dla kopalń węgla oraz przedsiębiorstw robót górniczych.

Pierwsze doświadczenia eksploatacyjne wykazały konieczność modyfikacji przyjętych rozwiązań. Dotyczy to przede wszystkim:

- zwiększenie siły pociągowej jednostek napędowych, zapewniających założoną zdolność pokonywania wzniesień, w każdych warunkach, występujących na dole kopalni,

- zwiększenia prześwitu pomiędzy konstrukcją podpór a spągami, co pozwoli na bezkolizyjny przejazd po urobionej skale.

Wóz spełnia swoje podstawowe zadania, a wydajność wiercenia około 1÷2 m/min gwarantuje obwiercenie każdego przodka w czasie nie dłuższym, niż inne typy wozów.

Przeprowadzane badania eksploatacyjne pozwalają na bieżące usprawnianie pracy wozu oraz wyciągnięcie wniosków do opracowania pierwszego egzemplarza seryjnego.

Literatura

1. Jaszczuk M., Kozieł A., (redakcja naukowa): Scenariusze rozwoju technologicznego mechanizacji podstawowych procesów produkcyjnych w górnictwie węgla kamiennego. Monografia nr 1, Seria: Innowacyjne techniki i technologie mechanizacyjne, KOMAG, Gliwice 2008.
2. Giza T., Mann R., Staniczek F.: Systemy mechanizacyjne w drążeniu wyrobisk korytarzowych w skałach trudno urabialnych. Sympozjum pt.: Kombajny chodnikowe, Remag, Katowice 2006.
3. Sikora W.: Scenariusz rozwoju technologii wydobycia węgla w warunkach utrudnień górniczych. Maszyny Górnicze nr 4, KOMAG, 2007.

Artykuł wpłynął do redakcji we wrześniu 2009 r.

Recenzent: prof.dr hab.inż. Adam Klich

Michał ŁAGÓDKA
Mgr inż. Daniel KOWOL
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Wpływ uziarnienia nadaw żwirowych na skuteczność oddzielania zanieczyszczeń w procesie osadzkowego wzbogacania kruszywa

Streszczenie

Przeprowadzono badania porównawcze wpływu zwiększenia zakresu wymiarowego ziaren nadaw żwirowych z 16-2 mm do 32-2 mm na skuteczność wydzielania zanieczyszczeń o gęstości $< 1,8 \text{ g/cm}^3$. Badania zrealizowano na stanowisku doświadczalnym osadzarki laboratoryjnej. Analiza wyników badań wykazała, że przy stosowanych stałych parametrach procesu wzrost uziarnienia nadawy miał wpływ na obniżenie skuteczności rozdziału. Zwiększenie natężenie dopływu wody dolnej dającej wzrost rozluźnienia materiału wpłynęło korzystnie na skuteczność operacji rozwarstwiania nadawy o większym uziarnieniu oraz skuteczność oddzielania nadwymiarowych zanieczyszczeń.

Summary

Comparative tests of impact of increasing the size range of gravel feed from 16-2 mm to 32-2 mm on effectiveness of separation of pollutants of density $< 1,8 \text{ g/cm}^3$ were conducted. The tests were realized at the test rig of laboratory jig. An analysis of tests results showed that increase of feed size had an impact on decrease of separation effectiveness at constant process parameters. Increase of stream of bottom water, which causes material loosening, had a positive impact on effectiveness of stratification of feed of higher grain size and effectiveness of separation of over-size pollutants.

1. Wstęp

W procesie oczyszczania kruszywa jedną z metod wykorzystywanych do wydzielania cząstek lekkich, takich jak: fragmenty roślin, drewno, węgiel jest osadzkowy proces grawitacyjnego wzbogacania nadaw żwirowych.

Dotychczasowe pozytywne rezultaty zastosowania powyższej metody do oczyszczania nadaw żwirowych w klasie 16–2 mm w klasyfikatorach pulsacyjnych typu KOMAG były podstawą podjęcia prac nad zwiększeniem rozmiaru ziaren wzbogacanego kruszywa z 16 do 32 mm w celu dostosowania parametrów urządzenia dla potrzeb potencjalnych użytkowników.

Jednym z etapów realizacji tego zadania było przeprowadzenie laboratoryjnych badań technologicznych osadzkowego rozdziału materiału w klasie ziarnowej 32–2 mm. W celu przeprowadzenia analizy wpływu zwiększenia zakresu wymiarowego ziaren żwirowych na skuteczność ich oczyszczania zrealizowano badania porównawcze dla różnych czasów wzbogacania i natężeń dopływu wody dolnej.

2. Badania technologiczne

Zgodnie z przyjętym zakresem prac i metodyką przeprowadzono badania porównawcze wzbogacania nadaw w klasie 16–2 mm i 32–2 mm w celu uzyskania odpowiedzi na pytanie w jakim stopniu wzrost zakresu wymiarowego ziaren żwirowych nadawy wpływa na

skuteczność ich oczyszczania z frakcji o gęstości $< 1,8 \text{ g/cm}^3$.

Badania skuteczności oddzielania zanieczyszczeń z kruszywa o gęstości $2,6 \text{ g/cm}^3$ przeprowadzono w oparciu o laboratoryjne próby rozwarstwiania materiału podczas procesu osadzkowego wzbogacania. Nadawę 1 o uziarnieniu 16–2 mm oraz nadawę 2 o uziarnieniu 32–2 mm uzyskano przez klasyfikację ziaren z pojedynczej próbki materiału surowego ze żwirowni. Skład granulometryczny nadaw zamieszczono w tabeli 1.

Skład granulometryczny nadaw doświadczalnych

Tabela 1

Klasa ziarnowa mm	Nadawa 1 16-2 mm	Nadawa 2 32-2 mm	
	%	%	%
32-20	-	13,81	25,27
20-16	-	11,46	
16-12	20,28	15,16	74,73
12-8	23,87	17,84	
8-4	30,48	22,77	
4-2	25,37	18,96	
Suma	100,00	100,00	100,00

Dla zapewnienia porównywalnych uwarunkowań procesu stosowano przed jego rozpoczęciem jednakowy sposób rozmieszczenia frakcji lekkich w komorze osadzarki. Oznakowane ziarna o gęstości $< 1,5 \text{ g/cm}^3$ oraz $1,5 - 1,8 \text{ g/cm}^3$ oraz zanieczyszczenia roślinne (długie cząstki drewna) umiejscowione były bezpośrednio na powierzchni sitowej pod warstwą żwirową o wysokości 15 cm.

Dla każdej z nadaw przeprowadzono dwie serie prób różniących się stosowanym natężeniem dopływu wody dolnej. W każdej serii prób czasy wzbogacania wynosiły 60, 30, 15 i 8 s, co odpowiadało następującym obciążeniom jednostkowym na 1 m² powierzchni czynnej: 13,4; 27,4; 54,1 i 101,2 t/h.

Dla stosowanych dwóch natężeń przepływu wody dolnej wynoszących 2,6 i 5,2 m³/h prędkości strumienia wznoszącego wody w komorze roboczej wynosiły odpowiednio 1,0 i 2,0 cm/s.

Próby przeprowadzono przy następujących nastawach elektronicznie sterowanych zaworów powietrza pulsacyjnego:

- częstotliwość 60 min⁻¹
- faza wlotu powietrza 0–20%
- faza wylotu powietrza 60–80%

W trakcie badań podczas analiz wyników rozwarstwiania jedynie udział frakcji lekkich na powierzchni warstwy żwirowej po zakończeniu próby odpowiadał ich całkowitemu rozdziałowi od kruszywa. Dla pozostałych w łóżu ziaren lekkich określano poziom ich położenia w celu wyznaczenia średniej drogi ich wznoszenia podczas procesu wzbogacania. Badania porównawcze osadzkowego oddzielania zanieczyszczeń z nadaw żwirowych o uziarnieniu 16–2 mm (nadawa 1) oraz 32–2 mm (nadawa 2) wykazały na podstawie analiz rozwarstwowanego materiału znaczące różnice w wynikach uzyskanych z prób.

Wyniki skuteczności osadzkowego rozwarstwiania nadaw przedstawione w tabelach 2 i 3 oraz na rysunkach 1 i 2 wskazują, że jedynie dla czasu wzbogacania t = 60 s oraz przy natężeniu wody dolnej Q_{WD} = 5,2 m³/h możliwe było uzyskanie stuprocentowej skuteczności rozdziału obydwu nadaw.

Przy skróconym o połowę czasie wzbogacania t = 30 s skuteczność rozdziału frakcji < 1,5 g/cm³ dalej wynosiła 100%, natomiast frakcji 1,5–1,8 g/cm³ uległa obniżeniu do poziomu 83% dla nadawy 1 (16–2 mm) i 75% dla nadawy 2 (32–2 mm), gdy Q_{WD} = 2,6 m³/h.

Dalsze skracanie czasu wzbogacania do t = 8 s powodowało obniżenie skuteczności procesu rozwarstwiania, przy czym w większym stopniu zmniejszała się skuteczność rozdziału frakcji < 1,8 g/cm³ w nadawie 2.

Skuteczność rozdziału (wydzielania zanieczyszczeń) obliczano z poniższej zależności:

$$S = \frac{m_{zw}}{m_{zc}} \cdot 100, \%$$

gdzie:

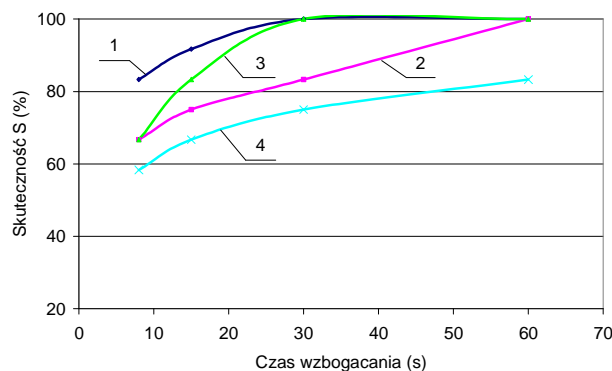
m_{zw} – masa zanieczyszczeń wydzielonych, g

m_{zc} – całkowita masa zanieczyszczeń w nadawie, g

Skuteczność rozdziału cząstek o gęstości < 1,5 i 1,5-1,8 g/cm³ dla Q_{WD} = 2,6 m³/h

Tabela 2

Czas wzbogacania, s	Klasa ziarna 16-2, mm			Klasa ziarna 32-2, mm			Zmniejszenie skuteczności, %		
	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8
8	83,3	66,7	74,9	66,7	58,3	62,5	16,6	8,4	12,4
15	91,7	75,0	83,3	83,3	66,7	74,8	8,4	8,3	8,5
30	100,0	83,3	91,6	100,0	75,0	87,4	16,7	8,3	4,2
60	100,0	100,0	100,0	100,0	83,3	91,6	0,0	16,7	8,4



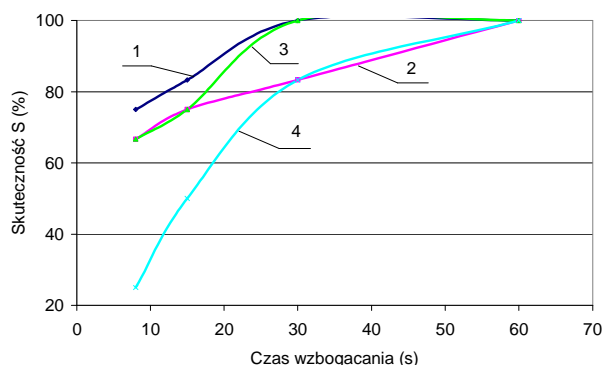
Rys.1. Skuteczność rozdziału ziaren w zależności od czasu wzbogacania, (Q_{WD} = 2,6 m³/h)

1 – Klasa 16–2 mm, < 1,5 g/cm³; 2 – Klasa 16–2 mm, 1,5–1,8 g/cm³; 3 – Klasa 32–2 mm, < 1,5 g/cm³; 4 – Klasa 32–2 mm, 1,5–1,8 g/cm³

Skuteczność rozdziału cząstek o gęstości < 1,5 i 1,5-1,8 g/cm³ dla Q_{WD} = 5,2 m³/h

Tabela 3

Czas wzbogacania, s	Klasa ziarna 16-2, mm			Klasa ziarna 32-2, mm			Zmniejszenie skuteczności, %		
	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8
8	75,0	66,7	70,8	66,7	25,0	45,8	8,3	41,7	25,0
15	83,3	75,0	79,1	75,0	50,0	62,5	8,3	25,0	16,6
30	100,0	83,3	91,7	100,0	83,3	91,6	0,0	0,0	0,1
60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0



Rys.2. Skuteczność rozdziału ziaren w zależności od czasu wzbogacania, (Q_{WD} = 5,2 m³/h)

1 – Klasa 16–2 mm, < 1,5 g/cm³; 2 – Klasa 16–2 mm, 1,5–1,8 g/cm³; 3 – Klasa 32–2 mm, < 1,5 g/cm³; 4 – Klasa 32–2 mm, 1,5–1,8 g/cm³

Analiza wpływu natężenia dopływu wody dolnej pod powierzchnię pokładu sitowego komory roboczej na

skuteczność operacji rozwarstwiania wykazała, że dla stosowanych w próbach parametrów procesu uzyskane w ten sposób zmiany rozluźnienia łoża w różnym stopniu wpłynęły na efektywność rozdziału w zależności od gęstości frakcji lekkich, jak i ich rodzaju. Wzrost natężenia dopływu wody dolnej z 2,6 do 5,2 m³/h spowodował następujące zmiany w efektywności procesu:

- obniżenie skuteczności rozdziału frakcji < 1,5 g/cm³ w nadawie 1 (16–2 mm) dla czasu wzbogacania t ≤ 15 s,
- zwiększenie skuteczności rozdziału frakcji przerosłowych 1,5–1,8 g/cm³ w nadawie 2 (32–2 mm) dla czasów wzbogacania t ≥ 30 s i jej zmniejszenie, gdy t ≤ 15 s,
- całkowite oddzielenie cząstek drewna z nadawy 1 (16–2 mm), które były obecne w rozwarstwowanym łożu, gdy Q_{WD} = 2,6 m³/h, a czas wzbogacania t ≤ 15 s,
- całkowite oddzielenie cząstek drewna z nadawy 2 (32–2 mm), gdy czas wzbogacania t ≥ 30 s.

Powyższe wyniki, przeprowadzonych dodatkowo częściowych badań wpływu ilości dostarczanej wody na efektywność rozdziału substancji lekkich, wskazują na duże znaczenie wartości tego parametru w procesie osadzarkowego rozwarstwiania materiału. Uzyskana podczas prób laboratoryjnych wysoka skuteczność rozdziału nadwymiarowych cząstek drewnianych o długości 6–8 cm wskazuje, że rozwiązanie istniejącego problemu ich przemysłowego całkowitego oddzielenia ze żwirowego łoża jest możliwe poprzez zastosowanie technik zwiększających dotychczasowy zakres nastaw

regulacji rozluźniania materiału w komorze roboczej klasyfikatora pulsacyjnego.

Analiza udziału oznakowanych ziaren frakcji lekkich w poszczególnych warstwach łoża umożliwiła wyznaczenie średnich wartości drogi wznoszenia frakcji o gęstości < 1,5 g/cm³ i 1,5–1,8 g/cm³ w trakcie prób procesu rozdziału. Zestawienie ich wartości przedstawiono w tabelach 4 i 5. Analogicznie do wyników badań porównawczych skuteczności rozdziału nadaw 1 i 2 średnie wznoszenie ziaren lekkich w łożu zawierającym większe ziarna żwirowe odbywało się na krótszym dystansie. Różnice we wznoszeniu pomiędzy nadawami wynosiły:

- dla frakcji < 1,5 g/cm³ od 0 do 6,0 % dla Q_{WD} = 2,6 m³/h i od 0 do 4,7 % dla Q_{WD} = 5,2 m³/h,
- dla frakcji 1,5 – 1,8 g/cm³ od 6,0 do 7,3 % dla Q_{WD} = 2,6 m³/h i od 0 do 17,4 % dla Q_{WD} = 5,2 m³/h.

Mniejsze różnice lub ich brak odnotowano, gdy czas wzbogacania był najdłuższy (t = 60 s), a największe, gdy był najkrótszy (t = 8 s).

We wszystkich przeprowadzonych próbach nie odnotowano obecności ziaren lekkich w dolnej warstwie o wysokości 1/3 łoża.

Z powyższego zestawienia wyników badań porównawczych wynika, że na skutek zmniejszenia prędkości wznoszenia ziaren lekkich w materiale nadawy 2 o uziarnieniu 32–2 mm obniżeniu uległa skuteczność oczyszczania materiału w odniesieniu do wyników uzyskanych w próbach z nadawą 1 o uziarnieniu 16–2 mm.

Średnia droga wznoszenia ziaren lekkich (< 1,8 g/cm³) w łożu (Q_{WD} = 2,6 m³/h)

Tabela 4

Czas wzbogacania s	Klasa ziarnowa 16-2 mm			Klasa ziarnowa 32-2, mm			Różnice		
	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8
	cm								
8	14,2	12,9	13,6	13,3	11,8	12,6	0,9	1,1	1,0
15	14,8	13,8	14,3	14,3	12,8	13,6	0,5	1,0	0,7
30	15,0	14,3	14,7	15,0	13,3	14,2	0,0	1,0	0,5
60	15,0	15,0	15,0	15,0	14,1	14,6	0,0	0,9	0,4
	%								
8	94,7	86,0	90,7	88,7	78,7	84,0	6,0	7,3	6,7
15	98,7	92,0	95,3	95,3	85,3	90,7	8,0	6,7	4,6
30	100,0	95,3	98,0	100,0	88,7	94,7	0,0	6,6	3,3
60	100,0	100,0	100,0	100,0	94,0	97,3	0,0	0,0	2,7

Średnia droga wznoszenia ziaren lekkich w łożu (Q_{WD} = 5,2 m³/h)

Tabela 5

Czas wzbogacania s	Klasa ziarnowa 16-2, mm			Klasa ziarnowa 32-2, mm			Różnice		
	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8	< 1,5	1,5-1,8	< 1,8
	cm								
8	13,6	12,4	13,0	12,9	9,8	11,4	0,7	2,6	1,6
15	14,3	13,4	13,9	13,8	12,7	13,3	0,5	0,7	0,6
30	15,0	13,9	14,5	15,0	13,7	14,4	0,0	0,2	0,1
60	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	%								
8	90,7	82,7	86,7	86,0	65,3	75,7	4,7	17,4	11,0
15	95,3	89,3	92,3	92,0	84,7	88,4	3,3	4,6	3,9
30	100,0	92,7	96,4	100,0	91,3	95,7	0,0	1,4	0,7
60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0

3. Podsumowanie

Badania porównawcze osadzarkowego oddzielania zanieczyszczeń z nadaw żwirowych o uziarnieniu 16–2 mm i 32–2 mm wykazały, że wzrost uziarnienia wpłynął na obniżenie skuteczności rozdziału przy stałych parametrach procesu.

Przy stosowaniu w próbach skrajnie niekorzystnego dla szybkości rozwarstwiania, najniższego początkowego położenia cząstek zanieczyszczeń o gęstość $< 1,8 \text{ g/cm}^3$ dla obciążeń jednostkowych materiałem na 1 m^2 powierzchni czynnej w zakresie od 13,4 do 101,2 t/h uzyskana skuteczność wyniosła od 70,8 % do 100,0% dla nadawy 16–2 mm i od 45,8% do 100,0% dla nadawy 32–2 mm.

Analiza wyników badań wykazała, że wzrost uziarnienia nadawy może wpływać na zmniejszenie skuteczności ich oczyszczania z frakcji lekkich zwłaszcza w sytuacji, gdy na skutek np. zakłóceń podczas wprowadzania materiału do komory roboczej osadzarki występuje miejscowe jego spiętrzenie zwiększające prawdopodobieństwo ich umiejscowienia w dolnej warstwie łoża.

Zwiększenie natężenia dopływu wody dolnej wpływa na poprawę skuteczności rozdziału nadaw żwirowych o większym uziarnieniu oraz oddzielaniu od żwiru nadwymiarowych zanieczyszczeń w postaci cząstek drewna.

Dobór parametrów technologicznych procesu przemysłowego, osadzarkowego oczyszczania nadaw żwirowych powinien być realizowany przy uwzględnieniu ich składu granulometrycznego oraz charakterystyki substancji zanieczyszczającej wzbogacony materiał.

Literatura

1. Dostosowanie parametrów technologicznych i konstrukcyjnych klasyfikatora pulsacyjnego do oczyszczania surowców mineralnych. Sprawozdanie z badań własnych Instytut Techniki Górniczej KOMAG. Materiały nie publikowane.

*Artykuł wpłynął do redakcji we wrześniu 2009 r.
Recenzent: prof. dr hab. inż. Aleksander Lutyński*

Dr inż. Edward PIECZORA
Dr inż. Dariusz PROSTAŃSKI
Mgr inż. Dominik BAŁAGA
Mgr inż. Piotr ROJEK
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Ocena skuteczności strumienia wytworzonego w dyszy dwuczynnikowej w aspekcie ograniczania zagrożenia zapłonu metanu i wybuchu pyłu węglowego

Streszczenie

W artykule przedstawiono opracowane w KOMAG-u rozwiązanie dwuczynnikowych dysz zraszających przeznaczonych do zraszania powietrzno-wodnego. Wykazano oszczędności wody używanej przez dysze powietrzno-wodne w stosunku do dysz wodnych. Zaprezentowano i omówiono wyniki badań dysz zraszających z zasysaniem powietrza oraz dysz dwuczynnikowych powietrzno-wodnych.

Summary

A solution of two-medium spraying nozzles designed for air-and-water spraying was presented in the paper. Saving of water used by air-and-water nozzles in relation to water nozzles was presented. Results of tests of spraying nozzles with air suction and two-medium air-and water nozzles were presented and discussed.

1. Wstęp

Stosowane w kopalniach węgla, opracowane przez KOMAG, instalacje zraszania powietrzno-wodnego zabudowane na kombajnach chodnikowych i ścianowych [2, 4] charakteryzują się bardzo dużą skutecznością i mają na celu niedopuszczenie do zapłonu metanu i gaszenia palącego się metanu oraz wytrącania pyłu z atmosfery. Skuteczność tę potwierdzono badaniami stanowiskowymi w KD „Barbara” [3, 6] oraz badaniami eksploatacyjnymi [1, 7].

Zapewnienie właściwej skuteczności strumienia zraszającego wymaga wytworzenia kropeł o ściśle określonych średnicach. Mieszanina powietrzno-wodna wytwarzana jest wewnątrz dyszy zasilanej wodą i sprężonym powietrzem, z której wyrzucany jest strumień drobno rozpylonych kropeł. Jak wykazały przeprowadzone przez KOMAG badania, dysze dwuczynnikowe opracowane przez KOMAG wykazują się znacznie większą skutecznością zraszania niż dysze wodne powszechnie stosowane w większości kombajnów górniczych chodnikowych i ścianowych.

2. Dysze dwuczynnikowe

Produkcji opracowanych w KOMAG-u rozwiązań dysz dwuczynnikowych [5] spełniających zakładane wymagania jakościowe i wytrzymałościowe, podjął się ZMP Stalmet Sp. z o.o. w Stargardzie Szczecińskim.

Pierwsze doświadczalne egzemplarze dysz o symbolu StK-2D (rys. 1a) zostały zastosowane w kombajnie KSW-460NE pracującym w KWK „Pniówek”.

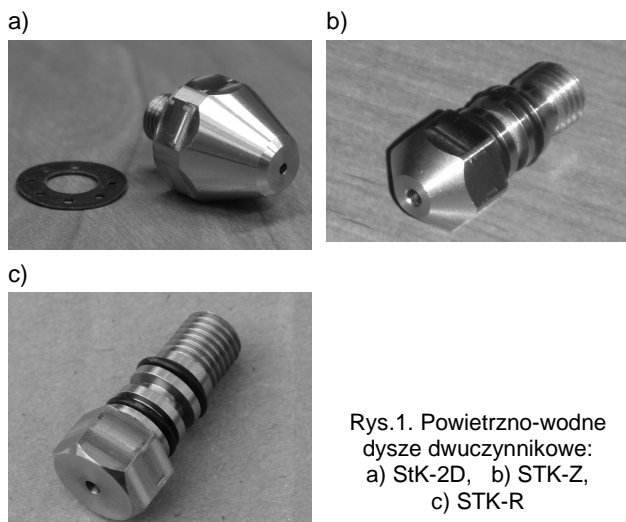
Kolejne egzemplarze seryjne dysz o symbolu STK-Z (rys. 1b) i STK-R (rys. 1c) zostały zastosowane w następnych egzemplarzach kombajnów KSW-460NE oraz w KSW-1140EU (ZZM S.A.), R-200 i R-130 (REMA S.A.).

Wszystkie dysze typu STK są dyszami dwuczynnikowymi, do których woda i sprężone powietrze doprowadzane są niezależnymi przewodami. Media te mieszane w komorze dyszy, wyrzucane są na zewnątrz w postaci rozpylonych sprężonym powietrzem kropeł wody. Otwór wylotowy dyszy ma średnicę w zakresie 2-3 mm, co zapewnia dużą drożność dyszy. Dysza została tak skonstruowana, aby zapewnić zużycie wody nie większe niż 1 dm³/min, przy równoczesnym wydatku sprężonego powietrza w ilości 50÷100 dm³/min. Dysze typu STK są przeznaczone do zasilania mediami o ciśnieniu nie przekraczającym 0,6 MPa. Rozpylony strumień ma kształt stożka o kącie około 15°, a jego zasięg wynosi około 3 m. Zadaniem dysz jest wytworzenie strumienia, w którym co najmniej połowa kropeł nie przekroczy średnicy 15 µm, a przynajmniej 15% objętości kropeł będzie o średnicy mniejszej niż 5 µm.

Takie rozdrobnienie kropeł związane jest z dużą skutecznością dyszy w ograniczaniu zapylenia, zwłaszcza pyłu respirabilnego. Większe rozdrobnienie kropeł zapewnia również zwiększoną ich liczbę w jednostce objętości, co zapewnia kontakt z większą liczbą cząstek pyłu. Większa liczba kropeł niesie za sobą zwiększenie ich sumarycznej powierzchni. Dwukrotne zmniejszenie średnicy kropeł w danej objętości powoduje wzrost ich sumarycznej powierzchni, opisaną przez zależność kwadratową.

Zastosowanie sprężonego powietrza jako jednego z medium dyszy zapewnia nie tylko duże rozpylenie wody, ale również nadanie rozdrobnionym kroplom odpowiedniej energii wyrzutu z dyszy.

Wartości ciśnienia obu mediów w zakresie do 0,5 MPa (w odniesieniu do ciśnienia zasilania innych dysz w zakresie wartości 2,0÷6,0 MPa) są bezpieczne dla ludzi, w przypadku przerwania obwodu jednego z mediów.



Rys.1. Powietrzno-wodne dysze dwuczynnikiowe:
a) StK-2D, b) STK-Z,
c) STK-R

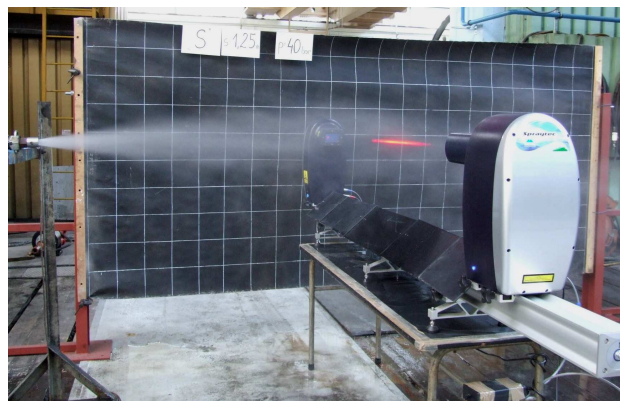
3. Porównanie strumieni zraszających wytwarzanych przez dysze wodne i powietrzno-wodne

Jak zaznaczono wcześniej, poszukiwano takiego rozwiązania dyszy, które zapewniłoby maksymalną liczbę kropek w jednostce objętości strumienia, przy minimalnej ich średnicy. Małe krople, przy założonym wydatku wody, występują w znacznie większej liczbie i z większą sumaryczną powierzchnią w określonej jednostce objętości niż krople duże, a tym samym strumień zraszający pochłania odpowiednio większą liczbę cząstek pyłu unoszącego się w powietrzu. Większa liczba kropek, ale mniejszy ich rozmiar w strumieniu zraszającym, zwiększa prawdopodobieństwo połączenia się kropek z unoszącymi się cząstkami pyłu, eliminując skutecznie, małe cząstki pyłu respirabilnego.

Stosowane powszechnie w wodnych instalacjach zraszających dysze wymagają znacznie większego ciśnienia zasilania, aby osiągnąć wymagany efekt rozpylenia wody. Dysze zasilane wodą pod ciśnieniem 2÷6 MPa, a nawet 10 MPa mają i tak znacznie mniejszy efekt rozdrobnienia kropek wody niż dysze powietrzno-wodne zasilane wodą i sprężonym powietrzem przy znacznie mniejszym ciśnieniu.

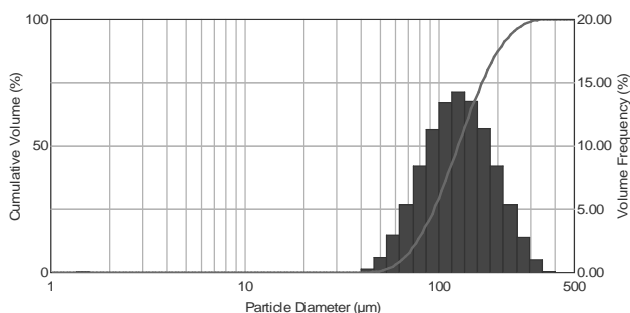
Poniżej dokonano porównania strumieni zraszających utworzonych przez dwa rodzaje dysz, uwzględniając typowe dla nich parametry zasilania. Pierwsza z nich to dysza wodna typu G-243T (średnica otworu wylotowego 1,2 mm), a druga z nich to dysza powie-

trzo-wodna StK-2D o średnicy otworu wylotowego 2 mm. Oba typy dysz produkowane są przez ZMP Stalmet. W celu przeprowadzenia analizy widma rozpylonych kropek, dokonano pomiaru wielkości kropek i procentowego udziału poszczególnych frakcji kropek w badanych strumieniach zraszających (rys. 2). Pomiaru dokonano w odległości 1,25 m od otworu wylotowego dyszy za pomocą analizatora Spraytec.



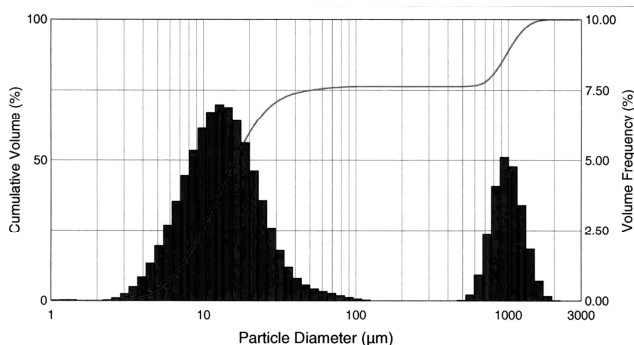
Rys.2. Pomiar wielkości kropek z użyciem analizatora Spraytec

Wyniki badań wykazały, że dysza G-243T zasilana wodą pod ciśnieniem 5 MPa jest zdolna wytworzyć strumień, w którym średnica medialna kropek wynosi około 126 μm (rys. 3). W strumieniu zraszającym dziesięciu procent udziału objętościowego, średnica kropek nie przekracza 74 μm oraz praktycznie nie występują krople o średnicach do 50 μm (około 1% udziału). Biorąc pod uwagę udział procentowy poszczególnych frakcji, w strumieniu zraszającym dyszy G-243T, najwięcej jest kropek o średnicach w przedziale 73÷251 μm , które stanowią około 85% udziału w całym strumieniu zraszającym.



Rys.3. Rozkład frakcyjny kropek dyszy G-243 typu T

Dysza StK-2D, zasilana wodą i sprężonym powietrzem pod ciśnieniem 0,5 MPa jest zdolna wytworzyć strumień, w którym średnica medialna kropek wynosi około 16 μm (rys. 4). W strumieniu zraszającym, krople o średnicy do 7 μm , nie przekraczają 10%, objętości strumienia, a krople o średnicy do 50 μm stanowią 75% udziału w objętości całego strumienia. Biorąc pod uwagę udział procentowy poszczególnych frakcji, w strumieniu zraszającym dyszy StK-2D najwięcej jest kropek o średnicach w przedziale 8÷23 μm , które stanowią około 50% udziału w całym strumieniu zraszającym.



Rys.4. Rozkład frakcyjny kropek dyszy StK-2D

Porównując widma rozkładu kropek strumieni wytworzonych przez badane dysze, można zauważyć, że połowa kropek wytworzonych przez dyszę StK-2D nie przekracza średnicy 16 μm . Dla dyszy G-243 średnica medialna wynosi 126 μm . Średnica medialna kropek dyszy StK-2D jest blisko ośmiokrotnie mniejsza od średnicy medialnej kropek dyszy G-243. 85% objętości najczęściej występujących kropek w dyszy G-243 o średnicach w zakresie 73÷251 μm mieści się całkowicie poza zakresem najczęściej występujących kropek dyszy StK-2D, które występują w zakresie średnic 5÷23 μm i stanowią ponad 60% objętości strumienia.

Biorąc pod uwagę liczbę kropek danej frakcji w strumieniach zraszających, należy stwierdzić że w strumieniu powietrzno-wodnym, w przeliczeniu na 1 dm^3 zużytej wody, występuje znacznie więcej kropek aniżeli w strumieniu wodnym. W zakresie najczęściej występujących kropek w strumieniu powietrzno-wodnym o średnicach 8÷23 μm (50% udziału kropek) poszczególne frakcje występują w liczbie od $7,4 \cdot 10^{12}$ do $2,4 \cdot 10^{14}$. W wodnym strumieniu zraszającym najczęściej występujące frakcje kropek o średnicach 73÷251 μm występują w liczbie od $6,5 \cdot 10^9$ do $2,5 \cdot 10^{11}$ kropek. Jak wynika z powyższego, w strumieniu zraszania powietrzno-wodnego występujących kropek jest średnio tysiąckrotnie więcej niż w strumieniu zraszania wodnego, a tym samym mają milion razy większą sumaryczną powierzchnię, co skutkuje większą skutecznością zraszania powietrzno-wodnego w zwalczaniu zagrożeń naturalnych. Przedstawione wyliczenie jest wykonane dla 1 dm^3 wody zraszającej. Zużycie wody w zraszaniu z zastosowaniem dysz G-243T wynosi 4-5 dm^3/min , co kilkukrotnie zwiększa liczbę kropek wydzielanych przez tę dyszę w ciągu minuty zraszania. Zakładając stałą ilość wody zraszającej, można zwiększyć liczbę powietrzno-wodnych dysz zraszających, osiągając zakładane zużycie wody.

Mimo bardzo dobrych właściwości powietrzno-wodnej dyszy StK-2D rozpylającej wodę na małe krople, występują również krople słabo rozpylone o średnicach powyżej 1 mm (do 20% udziału), co prawdopodobnie dotyczy części strumienia zraszającego wyrzucanego na obwodzie otworu wylotowego dyszy. W KOMAG-u prowadzone są prace nad wyeliminowaniem tego zjawiska.

Przeprowadzono również badania, których celem było określenie skuteczności wytrącania pyłu węglowego przy zastosowaniu instalacji zraszającej, na specjalnie zaprojektowanym stanowisku badawczym (rys. 5).



Rys.5. Stanowisko badawcze do badania skuteczności wytrącania pyłu

Mieszanka powietrza z pyłem wytwarzana jest w zespole nadawy pyłu. Powietrze podawane jest przez nadmuch, zaś pył dozowany jest za pomocą elektronicznej wagi z dozownikiem. Wytworzona mieszanka kierowana jest do komory zraszającej, gdzie następuje kontakt zapyłonego powietrza z strumieniem zraszającym, co powoduje wiązanie cząstek pyłu. Jako medium zraszające zastosowano wodę oraz mieszaninę powietrzno-wodną. Następnie mieszanka pyłu, powietrza i wody zostaje zawirowana i skierowana do odkraplacza. W odkraplaczu kropelki wody zawierające pył ulegają separacji (wykorzystując siłę odśrodkową), w przestrzeniach międzyżebrowych.

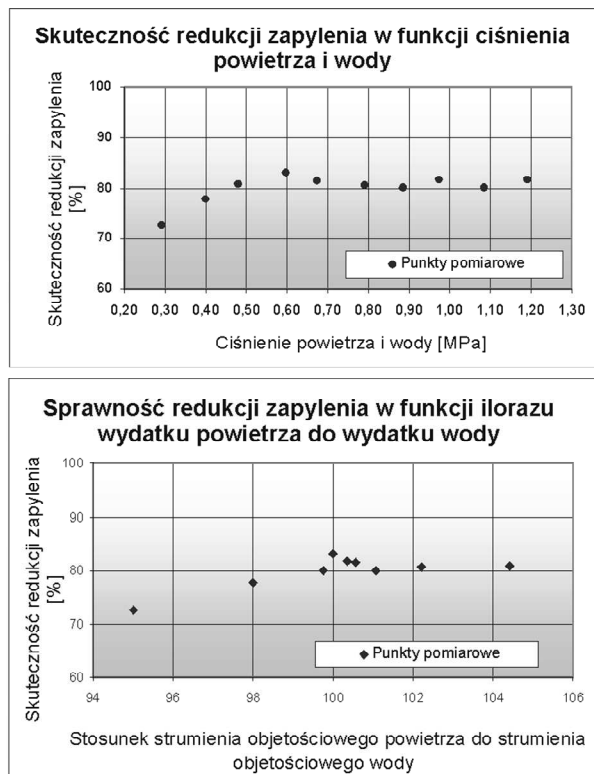
Oczyszczony główny strumień powietrza kierowany jest przewodem elastycznym do lutniociągu, gdzie zabudowany jest zestaw filtracyjny, w którym osadzają się pozostałości pyłu na filtrze pomiarowym (rys. 6).



Rys.6. Pył uzyskany na filtrze pomiarowym

Mierzonymi parametrami podczas badań było ciśnienie oraz strumień objętościowy wody dla obu mediów oraz dodatkowo ciśnienie oraz strumień objętościowy powietrza dla mieszaniny powietrzno-wodnej. Skuteczność wytrącania pyłu wyznaczono jako stosunek różnicy masy pyłu na wejściu i wyjściu z układu pomiarowego do masy pyłu na wejściu.

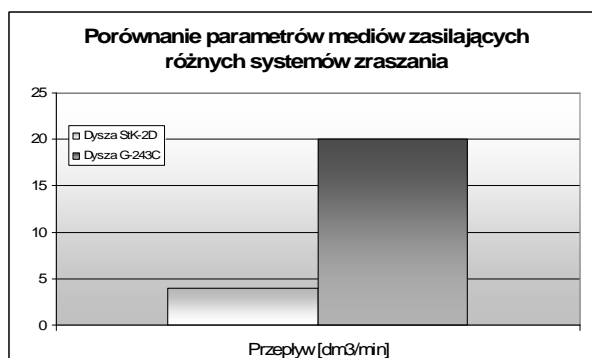
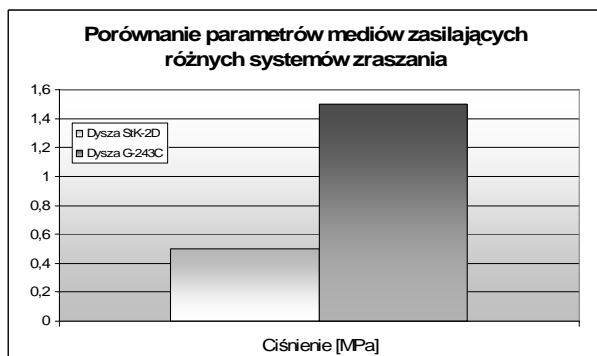
Na rysunku 7 pokazano zależność skuteczności od ciśnienia powietrza, jak i wody oraz zależność od ilorazu ilości powietrza do wody. Badania wykazały, że dla dysz powietrzno-wodnych Stk-2 skuteczność redukcji zapylenia osiąga wartości około 80%. Najlepsze efekty uzyskano dla proporcji objętości powietrza do wody w granicach od 100:1 \pm 5%.



Rys.7. Skuteczność redukcji zapylenia

Badania powtórzone dla instalacji zraszającej, wyposażonej w dysze wodne typu G-243 z zasysaniem powietrza w różnych odmianach produkcji Stalmet. Osiągnięta skuteczność redukcji zapylenia wyniosła około 75%. Na rysunku 8 przedstawiono porównanie parametrów wody zasilającej dyszami Stk-2 i zraszania wodnego dyszami G-243. Porównania dokonano przy tym samej skuteczności redukcji zapylenia.

Wyniki badań pokazują, że aby uzyskać ten sam efekt redukcji zapylenia, stosując zraszanie wodne z zasysaniem powietrza należy zapewnić pięciokrotnie większą ilość wody, przy trzykrotnie większym ciśnieniu niż przy zraszaniu powietrzno-wodnym.



Rys.8. Porównanie systemów zraszających

Ze względu na bardzo małe zużycie wody i dostępność sprężonego powietrza, można budować, w oparciu o dysze powietrzno-wodne, instalacje do omywania z pyłu węglowego odcinków wyrobisk, tworzenia instalacji gaśniczych w miejscach niebezpiecznych, budowy instalacji zraszających na przesypach lub w kruszarkach lub budowy kurtyn do likwidacji zapylenia na wylocie ściany. Małe zużycie wody zraszającej może znacznie poprawić komfort pracy ludzi w wyrobiskach kopalni.

Reasumując można stwierdzić, że dysze powietrzno-wodne znacznie efektywniej rozpylają wodę, przy 2÷3 krotnie większej średnicy wylotowej otworu oraz ok. 4÷5 razy mniejszym zużyciu wody, a ich jedynym ograniczeniem w stosowaniu może być dostępność sprężonego powietrza. Duże rozpylenie wody sprężonym powietrzem powoduje bardzo dobre własności gaszące strumienia zraszającego, co w szczególności jest użyteczne w wyrobiskach z zagrożeniem zapłonu metanu.

4. Podsumowanie

Powietrzno-wodny system zraszający znalazł swoje zastosowanie w kombajnach ścianowych i chodnikowych stosowanych w górnictwie węglowym. Zastosowane rozwiązania powietrzno-wodnej instalacji zraszającej uzyskały akceptację i pozytywną opinię załogi.

Dwuczynnikowe dysze zraszające wytwarzają mieszaninę powietrzno-wodną, w której zawartość kropeł jest tysiącrotnie większa od liczby kropeł w strumieniu zraszania wodnego, a ich sumaryczna powierzchnia jest około milion razy większa od sumarycznej powierzchni kropeł strumienia wytworzonego przez dysze wodne.

Dysze powietrzno-wodne wytwarzają krople o średniej średnicy około 16 μ m, co jest blisko ośmiokrotnie mniejszą wartością od uśrednionej wielkości kropeł wytworzonych przez dyszę wodną G-243T, która wynosi około 126 μ m.

Instalacja powietrzno-wodna z zastosowaniem dysz dwuczynnikowych powinna znaleźć znacznie szersze zastosowanie w kopalniach węgla w ograniczaniu za-

grożeń powodowanych metanem i pyłem węglowym oraz kamiennym.

Powietrzno-wodna instalacja zraszająca wymaga zasilania znacznie mniejszymi ilościami wody, niż typowe instalacje wodne. Oszczędności sięgają nawet kilkudziesięciu litrów w ciągu minuty.

Jak wykazały badania w KD „Barbara”, zraszanie powietrzno-wodne powoduje znaczne ograniczenie zagrożenia zapłonu metanu i wybuchu pyłu węglowego, a badania przeprowadzone w KWK „Pniówek” udowodniły skuteczność tego typu zraszania w ograniczaniu zapylenia.

Literatura

1. Bałaga D., Prostański D., Rojek P.: Wdrożenie instalacji zraszającej powietrzno-wodnej kombajnu KSW-460NE w KWK Pniówek w ścianie W-10. Monografia: Nowoczesne metody eksploatacji węgla i skał zwięzłych, Kraków, wrzesień 2007.
2. Kozieł A., Pieczora E., Prostański D.: Prace badawcze Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG na rzecz zwalczania zapylenia. Kwartalnik naukowo-techniczny Maszyny Górnicze 4/2005, grudzień 2005.
3. Lebecki K., Prostański D., Sedlaczek J., Zellner E.: Wyniki pilotażowych badań nowej instalacji powietrzno-wodnego zraszania na kombajnach ścianowych, w aspekcie gaszenia i zapobiegania zapłonem gazu. Przegląd Górniczy nr 7-8/2006. Lipiec–sierpień 2006.
4. Pieczora E., Prostański D., Rojek P., Sedlaczek J.: Nowa koncepcja zraszania powietrzno-wodnego do zwalczania zapylenia i zagrożenia metanowego. Miesięcznik WUG nr 3/2007. Katowice, marzec 2007.
5. Prostański D., Rojek P., Sedlaczek J.: Nowe rozwiązania dysz zraszających dla górnictwa kamiennego opracowane w KOMAG. Innowacyjne i bezpieczne maszyny i urządzenia dla górnictwa węgla kamiennego. Monografie KOMAG, Szczyrk, 13-15 listopada 2007.
6. Staniczek F., Trzęsimiech K., Puchała B., Pieczora E., Prostański D., Rojek P., Bałaga D.: Kurtyna powietrzno-wodna kombajnu chodnikowego R-200. Innowacyjne i bezpieczne maszyny i urządzenia dla górnictwa węgla kamiennego. Monografie KOMAG, Szczyrk, 13-15 listopada 2007. Maszyny Górnicze 4/2007, grudzień 2007.
7. System zewnętrznego zraszania kombajnu ścianowego zapewniający bezpieczną eksploatację w warunkach zagrożenia metanowego - Projekt celowy nr 03601/CT12-6/2004. JSW S.A. - KOMAG 2004÷2007.

*Artykuł wpłynął do redakcji we wrześniu 2009 r.
Recenzent: prof. dr hab. inż. Antoni Kalukiewicz*

Mgr inż. Romana ZAJĄC
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Działalność normalizacyjna w obszarze bezpieczeństwa maszyn i urządzeń górniczych – Potrzeby i oczekiwania – Efekty prac Komitetu Technicznego nr 285

Streszczenie

Głównym instrumentem prawnym harmonizacji wymagań technicznych w Unii Europejskiej są dyrektywy oraz normy zharmonizowane. W przypadku braku norm europejskich często zasadnicze wymagania dla określonych grup wyrobów, definiowane są na poziomie norm krajowych. Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie czytelnikowi zasad finansowania polskiej normalizacji oraz przedstawia efekty prac Komitetu Technicznego nr 285 ds. Górniczych Maszyn i Urządzeń Dołowych.

Summary

Directives and harmonized standards are the main legal tool of harmonization of technical requirements in the European Union. Often in the case when there are no European standards, fundamental requirements for specified groups of products are defined at the level of Polish standards. The paper aims to make the reader familiar with the rules of financing of Polish standardization and presents work effects of Technical Committee No. 285 for Mining Underground Machines and Equipment.

1. Wprowadzenie – system normalizacji w Polsce

Ustawa o normalizacji z dnia 12 września 2002 r. określiła rolę i miejsce polskiej normalizacji w gospodarce rynkowej oraz zasadniczo zmieniła system normalizacyjny, dostosowując go przede wszystkim do wymogów unijnych.

Zgodnie ze wspomnianą ustawą Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) jest krajową jednostką normalizacyjną o statusie państwowej budżetowej jednostki organizacyjnej.

Podstawowe cele normalizacji związane z opracowywaniem Polskich Norm i innych dokumentów normalizacyjnych realizują powołane komitety techniczne (KT). W skład komitetów technicznych wchodzi specjalistów delegowani przez organy administracji rządowej, organizacje: gospodarcze, pracodawców, konsumenckie, zawodowe oraz środowiska naukowo-techniczne, szkół wyższych z zachowaniem zasady reprezentatywności wszystkich zainteresowanych określonym zakresem tematycznym [1].

Rok 2009 jest w Polsce rokiem zmian w zakresie działalności normalizacyjnej z uwagi na wprowadzane przez Polski Komitet Normalizacyjny działania w ramach ustanowionej strategii działania na lata 2009-2013.

Priorytetowym celem PKN-u jest obecnie uzyskanie osobowości prawnej i statusu stowarzyszenia osób prawnych i instytucji, jak również zmiana zasad finansowania opracowań normalizacyjnych.

Pierwszym efektem działań Polskiego Komitetu Normalizacyjnego jest zapoczątkowana w 2009 roku

modyfikacja sposobu i trybu działania Komitetów technicznych; w tym całkowita weryfikacja składów – obecnie członkiem KT może być wyłącznie podmiot, który deleguje do prac swojego reprezentanta. W przypadku, gdy podmiot posiada w komitecie więcej reprezentantów, w procedurach wymagających głosowania, jeden podmiot ma jeden głos.

Podobnie jak w wielu krajach europejskich, w Polsce normy funkcjonują na trzech różnych poziomach. Są to:

- normy krajowe, własne – oznaczane jako normy PN,
- normy europejskie, wdrożone do krajowego systemu – oznaczane jako normy PN EN,
- normy międzynarodowe, uznawane przez Polskę (podobnie jak przez wiele krajów na całym świecie) – oznaczane jako normy PN-IEC oraz PN-ISO.

W ostatnich pięciu latach zauważa się wyraźną zmianę struktury zbioru Polskich Norm. W 2005 roku liczebność zbioru Polskich Norm wynosiła: 31620 pozycji, w tym 14189 norm PN-EN, natomiast pod koniec 2008 roku liczebność zbioru aktualnych Polskich Norm wzrosła do 32081, z czego 21171 dokumentów, czyli około 66% stanowiły wprowadzenia Norm Europejskich [4].

Przedstawione proporcje wskazują prawidłowe tendencje, zważywszy na fakt, iż od 2004 roku Polska jako członek Unii Europejskiej jest zobowiązana do przestrzegania prawa europejskiego, w tym również dyrektyw nowego podejścia oraz norm zharmonizowanych.

Normy europejskie są kluczowym elementem jednolitego Rynku Europejskiego, a cele związane ze standaryzacją wymagań realizują trzy instytucje europejskie zrzeszające krajowe jednostki normalizacyjne z poszczególnych państw. Są to:

- **CEN** – Europejski Komitet Normalizacyjny (*European Committee for Standardization*),
- **CENELEC** – Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki (*European Committee for Electrotechnical Standardization*),
- **ETSI** – Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych (*European Telecommunications Standards Institute*).

Działalność normalizacyjna na poziomie europejskim uzupełniona jest o działalność międzynarodowych organizacji normalizacyjnych, takich jak:

- **ISO** – Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (*International Organization for Standardization*),
- **IEC** – Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (*International Electrotechnical Commission*).

Tak, więc również polska normalizacja bazuje, w coraz większym stopniu na dokumentach europejskich względnie międzynarodowych, kierując się logicznym założeniem, że szereg aspektów gospodarczych, jak również życia społecznego powinno być objęte jednolitymi wymaganiami.




2. Zakres polskiej standaryzacji w dziedzinie maszyn i urządzeń górniczych – stan bieżący

Główne założenia polskiego systemu zwiększenia bezpieczeństwa maszyn opierają się na:

- zapewnieniu bezpieczeństwa maszyn umieszczanych na rynku, zgodnie z prawem Unii Europejskiej,
- założeniu, iż aby maszyna mogła być uznana za bezpieczną, musi być zgodna z zasadniczymi wymaganiami w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa zawartych w dyrektywach,
- prawie wyboru przez producenta zastosowania szczegółowych rozwiązań w celu spełnienia zasadniczych wymagań zawartych w dyrektywach, w tym dobrowolności korzystania z norm zharmonizowanych.

Warto zwrócić jednak uwagę na fakt, iż w Polsce wiele branż nie znajduje pełnego odzwierciedlenia w europejskich, względnie międzynarodowych opracowaniach normalizacyjnych. Spowodowane to jest zarówno brakiem aktywności niektórych komitetów europejskich branżowych, co często wynika z braku zainteresowania względnie braku konieczności uregulowań międzynarodowych. Typowym przykładem takiej sytuacji jest branża maszyn górniczych.

W kręgu zainteresowań związanych bezpośrednio z maszynami i urządzeniami górniczymi, a zaszeregowanymi do grupy norm ICS: 73.100 – Maszyny i urządzenia górnicze (*Mining equipment*) znajdują się prace niżej wymienionych Komitetów¹.

Komitety		CEN/TC 196	Maszyny dla górnictwa podziemnego – bezpieczeństwo <i>Machines for underground mines - Safety</i>
		CEN/TC 305	Atmosfera potencjalnie wybuchowa. Zapobieganie wybuchowi i ochrona <i>Potentially explosive atmospheres – Explosion prevention and protection</i>
Komitet		TC 82	Górnictwo <i>Mining</i>
Komitet		TC 31	Aparatura elektryczna w atmosferze wybuchowej <i>Electrical apparatus for explosive atmospheres</i>

Szereg norm europejskich, będących efektem prac wyżej wymienionych komitetów ma charakter norm zharmonizowanych, czyli takich, które stanowią dopełnienie wymagań określonych dyrektyw nowego podejścia.

Normy takie mogą stanowić wydatną pomoc w procedurach oceny wyrobu i wprowadzania go na rynek europejski. W takich przypadkach producenci wprowadzający na rynek nową maszynę, bądź urządzenie górnicze dobrowolnie podejmują decyzję o stosowaniu zharmonizowanych norm europejskich dotyczących danego urządzenia. Wówczas poprzez pełne ich zastosowanie producent ma przywilej wykazania spełnienia wymagań określonych w dyrektywach poprzez domniemanie zgodności.

W przypadku branży maszyn górniczych, gdy norm zharmonizowanych jest stosunkowo niewiele i nie obejmują one wszystkich aspektów bezpieczeństwa związanych z pracą w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych, producent może użyć innych środków dla wykazania zgodności z zasadniczymi wymaganiami bezpieczeństwa, ale jest on zobowiązany dołożyć wszelkiej staranności, aby można było uznać, że osiągnął stopień bezpieczeństwa co najmniej równoważny z poziomem ustanowionym w normach europejskich.

¹ Autorka skupiła się tylko i wyłącznie na grupie ICS związanej stricte z dziedziną maszyn górniczych. Użytkownicy norm korzystają także z dokumentów z grupy ICS 13.110, 29.260.

W przypadku, gdy producent samodzielnie wykazuje zgodność maszyn i urządzeń z wymaganiami zasadniczymi zawartymi w dyrektywach może pojawić się problem różnej interpretacji wymagań przez producentów, użytkowników, jednostki certyfikujące lub kontrolujące. Dotyczy to szczególnie sytuacji, gdy istnieją tylko ogólne wymagania, a nie ustalono wymagań szczegółowych dla określonych maszyn czy urządzeń, co może prowadzić niejednokrotnie do niepotrzebnych i niewłaściwych interpretacji.

Celowa i znacznie wygodniejsza jest sytuacja, gdy są zdefiniowane wymagania dla pewnej grupy wyrobów (maszyn/urządzeń), a wszystkie zainteresowane strony posługują się tymi samymi zasadami. Takie zasady znacznie ułatwiają współpracę szczególnie w przypadku, gdy wymagania ogólne nie uwzględniają wszystkich aspektów bezpieczeństwa wynikających ze specyfiki branży górniczej.

Analiza już funkcjonujących norm europejskich, jak i analiza programów wymienionych wcześniej komitetów wskazuje, że poza już opracowywanymi dokumentami w najbliższym czasie nie planuje się nowych opracowań.

Można zatem wnioskować, że w przypadku braku norm europejskich dla określonych grup wyrobów stosowanych w górnictwie dla uniknięcia rozbieżnych interpretacji należałoby rozważyć konieczność zdefiniowania jednolitych wymagań dla określonych grup wyrobów górniczych; przynajmniej na poziomie krajowym.

Analiza zbioru norm PN wskazuje, że z uwagi na mocno rozwinięty i nadal aktywny przemysł wydobywczy w Polsce, wymagania dotyczące maszyn i urządzeń górniczych są regulowane poprzez normy własne, które mogą stanowić wydatną pomoc dla producentów względnie użytkowników i być podstawą oceny maszyny – pod warunkiem, że dotyczą omawianego obszaru i są aktualne, gdyż część dokumentów opracowano jeszcze we wczesnych latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych.

Okresowe przeglądy opracowanych norm prowadzone przez Polski Komitet Normalizacyjny wykazały, że szereg analizowanych norm jest całkowicie zbędnych ze względu na postęp w technice lub nowe podejście do zagadnienia – natomiast spora grupa dokumentów zawiera niezwykle istotne postanowienia i wymaga jedynie nowelizacji.

3. Nowe zasady finansowania

Funkcjonujący w Polsce system normalizacyjny oparty na zasadzie dobrowolności norm, doprowadził do radykalnego zmniejszenia udziału państwa w finansowaniu opracowań.

Na obecny stan normalizacji w Polsce wpływa jednoznaczne stanowisko Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, który wprowadził istotne zmiany w obszarze

finansowania prac normalizacyjnych; zmiany te są jeszcze bardziej niekorzystne dla użytkowników norm w stosunku do zasad w latach ubiegłych.

Nowe podejście Polskiego Komitetu Normalizacyjnego spowodowało, że obowiązek opracowywania norm własnych z zakresu maszyn górniczych został niejako „przerzucony” na producentów, względnie użytkowników tych norm.

Zmiany w podejściu Polskiego Komitetu Normalizacyjnego były już zauważalne w latach wcześniejszych, natomiast ostatnie Zarządzenie nr 8 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego z 2 marca 2009 roku wprowadziło bardziej radykalne wymagania. Zgodnie ze wspomnianym zarządzeniem wprowadzono dwa tryby opracowywania norm [2]:

- w ramach zobowiązań podjętych przez Polskę na arenie europejskiej i międzynarodowej ze środków budżetowych,
- w ramach zgłoszonych zapotrzebowań przez zainteresowane środowiska, odpłatnie na zamówienie podmiotów lub osób fizycznych.

Tryb drugi związany jest z bezpośrednim zaangażowaniem się producentów lub użytkowników w proces opracowywania tzw. norm własnych, czyli dokumentów krajowych.

Wprowadzone zasady tworzenia norm własnych są podobne jak we wszystkich krajach UE, co jest logiczne, gdyż odzwierciedla zasadę lansowaną przez PKN „Zainteresowani tworzą normy”.

Dyskusyjne są natomiast zasady wysokich opłat na rzecz Polskiego Komitetu Normalizacyjnego z tytułu opracowywania dokumentów.

Zakres działania Polskiego Komitetu Normalizacyjnego znajduje odzwierciedlenie w artykule 3 Ustawy z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji, który określa podstawowe cele dotyczące między innymi: „...racjonalizacji produkcji i usług poprzez stosowanie uznanych reguł technicznych lub rozwiązań organizacyjnych oraz usuwania barier technicznych w handlu i zapobiegania ich powstawaniu...”

Zapis ten zobowiązuje PKN do koordynacji działalności związanej między innymi z krajową normalizacją [1].

W zatwierdzonej strategii PKN zobowiązuje się również do zwiększenia aktywności organów administracji rządowej w pracach normalizacyjnych oraz współdziałania przy tworzeniu mechanizmów uzyskiwania środków na organizację prac normalizacyjnych [3].

Przywołane artykuły ustawy, jak i cele zawarte w strategii nie znajdują natomiast odzwierciedlenia w zapisach zawartych w przywołanym wcześniej Zarządzeniu nr 8 Prezesa PKN z 2 marca 2009 (z późniejszymi zmianami).

Dokument ten wprowadza zasady opłat zarówno za opracowanie merytoryczne normy tzw. koszty bezpośrednie, jak i opłat manipulacyjnych tzw. koszty pośrednie. Taki stan rzeczy doprowadził w ostatnich miesiącach do całkowitego zarzucenia idei opracowywania norm własnych – tzw. „norm sponsorowanych”, a tym samym konieczności zmian w programach Komitetów technicznych.

W przypadku branży maszyn i urządzeń górniczych w ostatnich latach zaobserwowano pierwsze symptomy rosnącej świadomości, finansowego wsparcia tworzenia Polskich Norm ze strony zainteresowanych. Niestety proces ten został zahamowany poprzez wprowadzone opłaty manipulacyjne obejmujące między innymi takie czynności jak: sprawdzenie poprawności normalizacyjnej projektu, poprawności językowej oraz przygotowanie dokumentacji projektu normy do ankiety, ogłoszenie ankiety powszechnej oraz zatwierdzenie projektu.

Kuriozalnie, wysokość wprowadzonych opłat uzależniona jest od liczby stron opracowanego dokumentu, a raczej przedziału, w którym się znajdzie po zakończeniu prac, co może w skrajnych sytuacjach prowadzić do usuwania z projektów norm zapisów z powodu mylnie pojętych „oszczędności”.

Dodatkowo na podstawie artykułu 5 punkt 5 Ustawy o normalizacji Polskie Normy korzystają z ochrony jak utwory literackie, a autorskie prawa majątkowe do nich przysługują krajowej jednostce normalizacyjnej; toteż w momencie zlecenia do PKN opracowania normy własnej, względnie dostarczenia roboczego projektu normy organizacja finansująca opracowanie przenosi wszelkie prawa na Polski Komitet Normalizacyjny, który w przyszłości uzyskuje dochód z dystrybucji normy, zarówno w kraju jak i za granicą [1].

Wpływy ze sprzedaży Polskich Norm i wydawnictw własnych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego oraz z tytułu działalności informacyjnej w 2008 r. wyniosły 9845 tys. zł.

W 2008 r. sprzedano 188 tys. egzemplarzy wydawnictw PKN na kwotę 8668,2 tys. zł, w tym 174,1 tys. egzemplarzy Polskich Norm – na kwotę 8437,2 tys. zł [4]. Taki stan na pewno nie sprzyja rozwojowi normalizacji krajowej.

4. Działalność normalizacyjna na przykładzie prac Komitetu Technicznego nr 285

Zaprezentowane wcześniej informacje dotyczące zasad finansowania opracowań ujawniają problemy, z jakimi spotyka się obecnie polska normalizacja; szczególnie w obszarze takich branż jak górnictwo podziemne.

Warto również podkreślić, iż aktywność we współfinansowaniu opracowań Polskich Norm przez indy-

widualne podmioty gospodarcze utrzymuje się stale na niskim poziomie, gdyż w świadomości wielu przedsiębiorstw funkcjonuje mylne przeświadczenie, iż za normalizację, zarówno krajową jak i europejską odpowiadają organy rządowe.

Instytut Techniki Górniczej KOMAG od przeszło pięćdziesięciu lat prowadzi, w różnych formach działalność normalizacyjną. Obecnie, na podstawie podpisanych umów z Polskim Komitetem Normalizacyjnym prowadzi trzy Sekretariaty Komitetów Technicznych:

- KT nr 285 ds. Górniczych Maszyn i Urządzeń Dołowych,
- KT nr 112 ds. Przekładni Zębatych,
- KT nr 164 ds. Bezpieczeństwa w Górnictwie.

W ramach prowadzonych komitetów KOMAG prowadzi szeroko zakrojone działania związane z pozyskaniem funduszy na opracowania normalizacyjne, jak również sam włącza się aktywnie w kreowanie wymagań bezpieczeństwa dla wybranych maszyn bądź ich elementów.

Dzięki aktywności Komitetu nr 285 oraz dzięki zaangażowaniu szeregu przedsiębiorców, w programie prac na lata 2009-2010 znalazły się następujące projekty dokumentów normalizacyjnych:

PN-G-46031 Wozy kopalniane – Wozy średnie – Wymagania

W projekcie normy, stanowiącym nowelizację dokumentu z 1992 roku określono wymagania bezpieczeństwa i ergonomii, jakie powinny spełniać wozy kopalniane średnie resorowane i nieresorowane. W normie zawarto wymagania dotyczące zakresu konstrukcji wozu; w tym wymagania ogólne oraz wymagania dotyczące gabarytów, stateczności oraz wymagania dotyczące skrzyni, podwozia, zestawów kołowych, ułożyskowania kół. W dokumencie zawarto także wymagania dotyczące: wytrzymałości mechanicznej dla wybranych elementów wozu, zastosowanych materiałów oraz montażu i znakowania jak również badań odbiorczych wozu.

PN-G-46860 Kopalniane koleje szynowe – Wózki hamulcowe i urządzenia hamowania awaryjnego – Wymagania

Znowelizowana norma będzie rozszerzona o wymagania dla urządzeń hamowania awaryjnego ciągników górniczych przeznaczonych do pracy na nachyleniu, a więc elementów spełniających te same funkcje podczas transportu, co wózki hamulcowe. W projekcie normy zostaną określone między innymi wymagania konstrukcyjne dla zespołu hamulca bezpośredniego i pośredniego, wymagania dla układów: śledzenia prędkości jazdy, wyzwiania hamulca, nastawny hamulca oraz nośno-przewodzącego. W dokumencie określona zostanie prędkość inicjująca i czas zadziałania układu hamulcowego wózka hamulcowego, czas

zadziałania w układzie zwielokrotnionym. Opracowana nowa norma zawierać będzie także wymagania dotyczące wykonania, jak również wymagania dotyczące badań odbiorczych i okresowych.

PN-G-43042 Lutnie wirowe w górnictwie podziemnym – Wymagania i badania

Opracowana całkowicie nowa norma dokona klasyfikacji lutni ze względu na możliwości zastosowania oraz zastosowany środek kierowania powietrza. Dokument będzie zawierał wymagania konstrukcyjne, materiałowe, wykonawcze i użytkowe dla lutni wirowych stosowanych w podziemnych wyrobiskach górniczych; w tym również opis badań obejmujących takie aspekty jak: sprawdzenie konstrukcji oraz wykonania, wyznaczenie rozkładu prędkości wylotowych powietrza, pomiar zużycia mediów roboczych czy pomiar przyrostu temperatury. Opracowanie normy zawierającej zarówno jednolite wymagania konstrukcyjne, jak i opis metod badań pozwoli na tworzenie bezpiecznych konstrukcji, a ponadto stanowić będzie podstawę do przeprowadzenia oceny zgodności.

PN-G-32000 – Górnicze napędy i sterowania hydrauliczne – Złącza wtykowe – Wymagania

Norma jest nowelizacją PN-G-32000:1992. Do projektu dokumentu wprowadzono szereg zmian i uzupełnień polegających między innymi na:

- ujednoczeniu oznaczeń wyróżników wielkości DN z oznaczeniami nominalnych średnic otworu węży według PN-EN 853, PN-EN-856, PN-EN-857,
- poszerzeniu typoszeregu wielkości złączy wtykowych o dodatkowe wielkości,
- wprowadzeniu wykonania wzmocnionego złącza dla wielkości 31,
- wprowadzeniu przetyczki typu C dla wielkości 38 i 51,
- określeniu wartości maksymalnych ciśnień roboczych,
- określeniu minimalnej wytrzymałości na ciśnienie rozrywające,
- zdefiniowaniu wymagań materiałowych,
- wprowadzeniu wymagań dotyczących wykonania,
- uściśleniu rodzajów i zakresu badań.

5. Podsumowanie

Definiowanie i wprowadzanie do stosowania jednolitych ustaleń w zakresie wymagań technicznych

wpływa niewątpliwie na likwidację barier technicznych, a działalność normalizacyjna służy uzyskaniu optymalnego stopnia uporządkowania. Tworzenie norm wpływa z doświadczenia zainteresowanych stron i stanowi odpowiedź na wymagania społeczeństwa i technologii, gdyż normy są podsumowaniem najlepszych zastosowanych już praktyk.

Opracowanie zatem Polskiej Normy własnej może wynikać z potrzeby uporządkowania w kraju określonej działalności, która nie jest przedmiotem krajowych przepisów prawnych i która na poziomie europejskim lub międzynarodowym nie została (lub nie w pełni) objęta regulacjami normalizacyjnymi.

Mimo trudnej sytuacji ekonomicznej w branży górniczej pojawiają się symptomy rosnącej świadomości, że bez finansowego wsparcia ze strony zainteresowanych, proces tworzenia Polskich Norm nie będzie nadążał za rosnącymi potrzebami.

Przytoczone przykłady kilku projektów norm stanowią dowód bezpośredniego zaangażowania przedsiębiorstw w prace normalizacyjne i przedstawiania własnych rozwiązań, w myśl zasady „Zainteresowani tworzą normy dla siebie”.

Normalizacja staje się więc powoli rzeczniczką, zarówno użytkowników jak i producentów, gdyż gwarantuje poprawność i jakość kreowanych rozwiązań.

Wszystkich zainteresowanych, zarówno działalnością Komitetów Technicznych, jak i tworzeniem nowych Polskich Norm z dziedziny górnictwa, zachęcamy do współpracy w ramach działających przy Instytucie Techniki Górniczej KOMAG Sekretariatów Komitetów Technicznych.

Literatura

1. Ustawa z dnia 12 września 2002 r. o normalizacji (Dz.U. nr 169, poz. 1386 (z póź. zm.).
2. Zarządzenie nr 8 Prezesa PKN z 2 marca 2009 r. w sprawie zasad finansowania działalności normalizacyjnej (z póź. zm.), <http://www.pkn.pl>
3. Strategia Polskiego Komitetu Technicznego na lata 2009–2013, <http://www.pkn.pl>
4. Raport Roczny 2008 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, <http://www.pkn.pl>

Artykuł wpłynął do redakcji we wrześniu 2009 r.

Recenzent: dr inż. Antoni Koziół

Jubileusz 80-lecia urodzin doc. dr inż. Tadeusza Zmysłowskiego

Streszczenie

Artykuł poświęcony został Jubileuszowi 80-lecia urodzin doc. dr inż. Tadeusza Zmysłowskiego, długoletniego pracownika KOMAG-u.

Summary

The paper is focused on the 80-year anniversary of Professor Tadeusz Zmysłowski, who was many-year KOMAG's employee.

W dniu 23-25 września 2009 r. odbyła się Piąta Międzynarodowa Konferencja „Transport Szybowy 2009”, której organizatorem był KOMAG. Patronat honorowy nad konferencją objął Prezes Wyższego Urzędu Górniczego.

Pierwsza sesja konferencji poświęcona była jubileuszowi 80-lecia urodzin doc. dr inż. Tadeusza Zmysłowskiego, który był wieloletnim pracownikiem KOMAG-u.

Pan Docent Tadeusz Zmysłowski jest absolwentem Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga w Warszawie. W 1950 roku rozpoczął pracę w Centralnym Biurze Konstrukcji Maszyn Górniczych w Bytomiu, które zapoczątkowało istnienie obecnego Instytutu Techniki Górniczej KOMAG. Przez prawie 50 lat, do marca 1997 roku, pracował na stanowisku kierownika Zakładu Maszyn i Urządzeń Wyciągowych, realizującego prace studialne, badawcze i projektowo-konstrukcyjne w zakresie części mechanicznych i napędów elektrycznych maszyn wyciągowych, a także badania atestacyjne maszyn wyciągowych i wciągarek szybowych.

Od 1964 roku pan Docent Zmysłowski był zatrudniony jako samodzielny pracownik naukowy, realizując prace rozwojowe w zakresie transportu szybowego. W ramach działalności zawodowej świadczył usługi eksperckie dla kopalń i biur projektów w kraju i za granicą. Przez wiele lat był członkiem Rady Naukowej KOMAG-u.

Należy wspomnieć, że od 1969 roku pan Docent jest członkiem Komisji Górniczej Polskiej Akademii Nauk.

Dorobek naukowy Jubilata obejmuje szereg opracowań dotyczących elektrohydraulicznych i elektro-pneumatycznych systemów hamulcowych maszyn wyciągowych, wiele wynalazków oraz publikacji naukowych i technicznych, jak również przepisów górniczych i Warunków Technicznych Budowy Górniczych Wyciągów Szybowych. Jubilat uczestniczył w opracowaniu dokumentacji technicznej maszyn typu BB-2000 i BB-3000, eksportowanych przez RYFAME m.in. do Albanii oraz maszyn B-5000, dostarczanych przez Zakłady Urządzeń Technicznych ZGODA do Turcji.

Docent Zmysłowski oprócz w pracy w Komag-u prowadził zajęcia na Politechnice Śląskiej z przedmiotu „Maszyny i urządzenia wyciągowe”, a także cykle wykładów i szkolenia dla dozoru kopalnianego.

Za osiągnięcia naukowe, badawcze i techniczne pan Docent Zmysłowski otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia, a wśród nich Nagrodę Państwową za rozwój konstrukcji krajowych maszyn wyciągowych, Nagrodę Ministra Przemysłu za samobieżny wyciąg ratowniczy oraz Nagrody Zespołowe Komitetu Nauki i Techniki. Pan Docent był wspaniałym szefem, przekazującym młodym pracownikom swoją wiedzę i doświadczenie w niesłychanie miły sposób. Potrafił mobilizować do podejmowania trudnych wyzwań i jednocześnie pozwalał na dużo samodzielności.

Spotkanie z okazji 80-lecia urodzin było okazją do wspomnień i podziękowań za współpracę, która owocowała wieloma przedsięwzięciami, z udziałem Dostojnego Jubilata.



Foto: Ewa Hordyniak



Foto: Ewa Hordyniak

Sprawozdanie z Międzynarodowych Targów Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2009

Streszczenie

W artykule przedstawiono sprawozdanie z Międzynarodowych Targów Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego, odbywających się w Katowicach w dniach 01.09.–04.09.2009 r.

Summary

A report from the International Fair of Mining, Power Industry and Metallurgy "KATOWICE 2009", which was held from 1st to 4th September 2009 in Katowice, was presented in the paper.

Międzynarodowe Targi Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2009 mimo, że odbywały się w czasie wciąż trwającego światowego kryzysu gospodarczego przyciągnęły ogromną rzeszę, zarówno wystawców jak i zwiedzających. Wszyscy zaproszeni goście podkreślali, że górnictwo to branża z przyszłością, mająca ogromny wpływ na funkcjonowanie całej polskiej gospodarki. W trudnym 2009 roku, kiedy spółki węglowe również dotknął kryzys, poziom inwestycji jest wyższy niż w latach ubiegłych. Warto pamiętać, że 30% całej produkcji polskich firm zapleczka górnictwa trafia na eksport. To świadczy o wysokiej jakości oferowanych przez rodzimych producentów maszyn i urządzeń, a także o tym, że nie dalej jak 10 lat temu polskie firmy miały niespełna 1,5% udział w światowej produkcji. W chwili obecnej należą one niewątpliwie do liderów światowej produkcji maszyn i urządzeń dla górnictwa.

Targi były nie tylko wydarzeniem handlowym, ale także okazją do dyskusji podczas konferencji i spotkań. W konferencji zorganizowanej przez Górnictwą Izbę Przemysłowo-Handlową i Wydawnictwo Górnicze, w panelu zatytułowanym "Polityka energetyczna Polski do roku 2030" uczestnicy mówili o tym, że mimo czekającego nas rozwoju energetyki jądrowej i wzrostu znaczenia odnawialnych źródeł energii, nadal to właśnie węgiel pozostanie podstawą bezpieczeństwa energetycznego Polski. Według Wiceminister gospodarki Joanny Strzelec-Łobodzińskiej węgiel będzie podstawowym paliwem dla polskiej energetyki, ale musi spełniać wymagania polityki ekologicznej kraju.

Podczas konferencji Klemens Ścierański, doradca ministra gospodarki zaznaczył, że podstawowymi pojęciami dla ludzi węgla są: innowacyjność, współpraca i efektywność. Misją Instytutu Techniki Górniczej KOMAG są właśnie innowacyjne rozwiązania dla gospodarki przy współpracy partnerów przemysłowych, a więc takie które przynoszą wymierne efekty.

Podczas Targów prezentowane były przez KOMAG prace zrealizowane w ramach ścisłej współpracy z partnerami przemysłowymi.

Szereg rozwiązań wdrożonych do produkcji prezentowali na swoich stanowiskach inni wystawcy, którzy produkują maszyny i urządzenia górnicze. Takim przykładem może być rozwiązanie, wyróżnione w konkursie w dziedzinie poprawy bezpieczeństwa „Kurtyna powietrzno-wodna kombajnu chodnikowego R-200”, wdrożone przez REMAG S.A.

Do innych przykładów komercjalizacji wyników prac KOMAG-u, zaprezentowanych na tych Targach, należy zaliczyć: odpylacze typoszeregu UO produkowane przez WIROMAG Sp. z o.o. oraz produkowany przez KOPEX S.A. - Zabrzeńskie Zakłady Mechaniczne S.A. kombajn ścianowy KSW-1500 EU, dla którego KOMAG opracował ciągniki i przekładnie boczne.

W tegorocznej edycji Targów wzięło udział ponad 400 wystawców z 19 krajów. Organizatorem Targów już po raz drugi była Polska Technika Górnicza S.A. skupiająca wiodących producentów sprzętu dla górnictwa.



Ekspozycja KOMAG-u podczas Targów KATOWICE 2009



Kombajn chodnikowy R-200 produkcji REMAG SA wyposażony w nowoczesne rozwiązanie systemu zraszającego powietrzno-wodnego zaprojektowane przez Instytut Techniki Górniczej KOMAG



Ramię kombajnu ścianowego z elektrycznym napędem posuwu KSW-1500 EU



KOMTECH 2009

10. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna

INNOWACYJNE, BEZPIECZNE ORAZ EFEKTYWNE
TECHNIKI I TECHNOLOGIE DLA GÓRNICTWA

CZŁOWIEK – MASZYNA – ŚRODOWISKO

16-18 listopada 2009 r. – Szczyrk

Instytut Techniki Górniczej KOMAG serdecznie zaprasza do udziału w konferencji z cyklu KOMTECH, która odbędzie się w dniach 16-18.11. br. w Ośrodku „ZAGROŃ” w Szczyrku.

Celem konferencji jest przedstawienie najnowszych osiągnięć naukowych, badawczych i technicznych w dziedzinie górnictwa podziemnego, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia, wymiana wiedzy i doświadczeń w zakresie wykorzystania innowacyjnych technik i technologii, jak również prezentacja oferty producentów maszyn i urządzeń.

Zakres tematyczny konferencji obejmuje:

- Nowe rozwiązania i kierunki rozwoju urządzeń górniczych mające na celu ograniczenie zagrożeń.
- Maszyny i urządzenia wchodzące w skład systemów eksploatacji ścianowej i chodnikowej.
- Systemy transportu urobku i jazdy ludzi.
- Inteligentne układy zasilania, sterowania i diagnostyki napędów maszyn i urządzeń.
- Automatyzację procesów wydobywania – zastosowanie rozwiązań mechatronicznych.
- Monitorowanie i diagnozowanie stanu technicznego maszyn i urządzeń.
- Najnowsze metody projektowania i konstrukcji bezpiecznych systemów maszynowych.
- Innowacyjne rozwiązania i technologie mające na celu ograniczenie negatywnego wpływu systemów maszynowych na bezpieczeństwo pracy i zdrowie człowieka.
- Identyfikację, modelowanie i wizualizację czynników ryzyka występujących podczas eksploatacji maszyn i urządzeń.
- Zastosowanie komputerowej wizualizacji w procesie szkolenia i profilaktyki przeciwwypadkowej.
- Metody badania oraz oceny systemów maszynowych z uwzględnieniem kryteriów ergonomii i bezpieczeństwa pracy.
- Metody rozpoznawania, prognozowania i zwalczania zagrożeń górniczych.
- Wymagania formalno-prawne dotyczące ograniczenia zagrożeń.

Szczegółowe cele konferencji to:

- Zintensyfikowanie wdrożeń innowacyjnych i bezpiecznych technik i technologii dla górnictwa.
- Przedstawienie bazy badawczej umożliwiającej rozwój nowych technik i technologii.
- Zacieśnienie współpracy środowiska naukowego z przemysłem w zakresie zastosowania najnowszych osiągnięć technicznych, wykorzystania nowych materiałów i technologii oraz zastosowania najnowszych technik obliczeniowych i modelowych.

Wszystkich zainteresowanych udziałem w konferencji, uprzejmie prosimy o kontakt

mgr Anna Okulińska

Instytut Techniki Górniczej KOMAG, ul. Pszczyńska 37, 44-101 Gliwice, tel. 32-2374512, fax: 32-2374518

aokulinska@komaq.eu, www.komaq.eu