
prof. dr hab. inż. Teodor WINKLER
dr inż. Edward PIECZORA
Instytut Techniki Górniczej KOMAG
mgr inż. Michał MARCIŃCZYK
mgr inż. Jaromir KOZŁOWSKI
KOPEX MACHINERY S.A.

Innowacyjne rozwiązanie kombajnu KSW-800NE efektem współpracy KOMAG-u i KOPEX-u

Streszczenie

Konsorcjum złożone z Instytutu Techniki Górniczej KOMAG (koordynator projektu), KOPEX Machinery S.A. oraz KOPEX Electric Systems S.A. zrealizowało, w ramach inicjatywy Narodowego Centrum Badań i Rozwoju pod nazwą IniTech, projekt pt.: „Innowacyjne rozwiązania maszyn wydobywczych podnoszące bezpieczeństwo energetyczne kraju” (akronim INERG), w ramach którego opracowano kombajn ścianowy KSW-800NE. W artykule przedstawiono najważniejsze cechy i funkcje kombajnu oraz omówiono wyniki badań stanowiskowych i eksploatacyjnych.

Summary

Consortium consisting of KOMAG Institute of mining Technology (Coordinator of the project), KOPEX Machinery S.A. and KOPEX Electric Systems S.A. has completed the project entitled "Innovative solutions of mining machines increasing the energy security" (acronym INERG), within IniTech initiatives of the National Centre for Research and Development. KSW-800NE longwall shearer was developed within this project. The most important features and functions of the longwall shearer are presented and the results of stand tests and operational tests are discussed.

Słowa kluczowe: górnictwo, kombajn ścianowy, badania
Keywords: mining industry, longwall shearer, tests

1. Wprowadzenie

W ramach inicjatywy Narodowego Centrum Badań i Rozwoju pod nazwą IniTech w okresie od stycznia 2010 r. do grudnia 2014 r. konsorcjum obejmujące: Instytut Techniki Górniczej KOMAG (koordynator projektu), KOPEX Machinery S.A. oraz KOPEX Electric Systems S.A. zrealizowało projekt pt.: „Innowacyjne rozwiązania maszyn wydobywczych podnoszące bezpieczeństwo energetyczne kraju” (akronim INERG). Wynikiem projektu jest kombajn ścianowy KSW-800NE.

Przesłanką do podjęcia projektu były analizy zasobów przemysłowych węgla w Polsce. Wynika z nich, że udział pokładów o grubości do 1,5 m stanowi 18,5% zasobów. Większość kopalń w Polsce posiada oprócz pokładów średnich i grubych również pokłady zaliczane do cienkich. Niestety, wydobywanie z tych ścian w Polsce jest znikome. Zatem opracowanie nowej generacji maszyny wydobywczej przeznaczonej do eksploatacji ścian niskich stało się pilną potrzebą.

2. Charakterystyka kombajnu

Kombajn ścianowy typu KSW-800NE (rys. 1) jest przeznaczony do dwukierunkowego mechanicznego urabiania i ładowania węgla w ścianowym systemie

eksploatacji bezwęgłowej, we współpracy z przenośnikiem ścianowym o szerokości trasy 850-1100 mm z beczynowym układem posuwu systemu Eickotrack wszystkich odmian. Kombajn ma zwartą konstrukcję samonośną i umożliwia uzyskanie dużej wydajności dzięki posiadanym parametrom technicznym. W tabeli 1 podano podstawowe dane techniczne kombajnu.

Porównując parametry techniczne i gabaryty opracowanej maszyny z podobnymi kombajnami produkowanymi przez krajowych i światowych wytwórców stwierdzono, że kombajn KSW-800NE posiada najmniejszą wysokość i najmniejszą długość pomiędzy osiami organów, przy poziomo ustawionych ramionach co sprawia, że cechuje się on najwyższą koncentracją mocy w stosunku do wymiarów gabarytowych.

Bezstopniowa regulacja wysokości urabiania umożliwia wybieranie pokładów o zmiennej wysokości zalegania, w pokładach o nachyleniu podłużnym do 35° i nachyleniu poprzecznym do 20°.

Kombajn posiada samonośny korpus, w którym zabudowano wszystkie elementy zasilające, napędzające i wykonawcze maszyny. Ważnym aspektem, który uwzględniono podczas tworzenia projektowanej maszyny był jej transport do miejsca eksploatacji

(z uwagi na gabaryty i masę). Czynnikiem ten wymusił podział kombajnu na odpowiednie zespoły (moduły) o zwartej konstrukcji i możliwie małych gabarytach. Ponieważ obszar sprzęgu poszczególnych modułów musi przenosić duże siły pochodzące od urabiania oraz posuwu maszyny, problem ten wymagał dokonania specjalistycznych badań modelowych i obliczeniowych.



Rys. 1. Widok kombajnu KSW-800NE [foto: KOMAG]

Charakterystyka techniczna kombajnu ścianowego typu KSW-800NE [5]

Tabela 1

Lp.	Parametr	Wartość
1.	Minimalna wysokości urabiania [m] Maksymalna wysokości urabiania [m]	1.4 ^{*/} 3.5 ^{*/}
2.	Maksymalna zainstalowana moc [kW] - napęd organów urabiających [kW] - napęd posuwu [kW] - napęd hydrauliki [kW]	766 2x300 2x75 2x8
3.	Napięcie zasilania [V]	3300
4.	Średnica organów urabiających [mm]	1350÷1800
5.	Zabior organów urabiających [mm]	800÷1000
6.	Siła posuwu [kN]	2x400
7.	Prędkość posuwu [m/min]	0÷30
8.	Wysokość minimalna	~1000
9.	Masa [t]	~46.0

* / - w zależności od konfiguracji kombajnu

Mając na uwadze zakładane przeznaczenie kombajnu do dwukierunkowego mechanicznego urabiania i ładowania węgla w pokładach zaliczanych do niskich, zastosowano dwa elektryczne zespoły napędowe, z których każdy wyposażony jest w dodatkowy układ hydrauliczny zasilający siłowniki układu podnoszenia ramion. Układ hydrauliczny zaprojektowano jako redundantny - przypadku uszkodzenia jednego z układów jego funkcję może przejąć drugi, po przesterowaniu odpowiedniego zaworu.

Do przekładni zębatej bocznej, bezpośrednio współpracującej z drabinką przenośnika zgrzeblowego, opracowano wymienne kadłuby. Uzyskano przez to trzy zakresy wysokości kombajnu pozwalające na eksploatację oprócz ścian niskich, również średnich, co zwiększa zakres zastosowań nowo opracowanej maszyny.

Wchodzące w skład zespołu urabiającego ramiona kombajnu (o oznaczeniu R350N) zaprojektowano w sposób umożliwiający zabudowę elementów instalacji zraszającej jako integralnej części ich kadłuba. Pozwoliło to na minimalizację gabarytów ramienia.

Ze względu na dużą zainstalowaną moc oraz ograniczoną przestrzeń wewnątrz komory olejowej ramienia, zastosowano instalację wymuszonego smarowania kół zębatach i przemywania wszystkich łożysk tocznych. Ramię R350N wyposażono w reflektor i kamerę wizyjną umożliwiające bieżącą kontrolę pracy.

Do redukcji zapylenia opracowano podwójny układ zraszania powietrzno-wodnego: zewnętrznego z ramienia i wewnętrznego z głowicy urabiającej kombajnu, za nożami. Ciśnienie mediów w obu układach jest zbliżone i nie jest większe od 0,7 MPa. Woda rozpylona sprężonym powietrzem, do postaci drobnych kropeł, skutecznie redukuje pył generowany przez organy urabiające. Dodatkowo, rozpylony strumień wytwarzany przez dysze posiada właściwości gaszące. Ograniczono zużycie wody w kombajnie, poprzez wykorzystanie wody chłodzącej do zasilania instalacji zraszającej.

Kombajn wyposażono w System Diagnostyki, Identyfikacji Elementów Maszyny i Obserwacji Warunków Pracy stanowiący istotną nowość w stosunku do dotychczasowych rozwiązań.

3. Innowacyjność rozwiązań

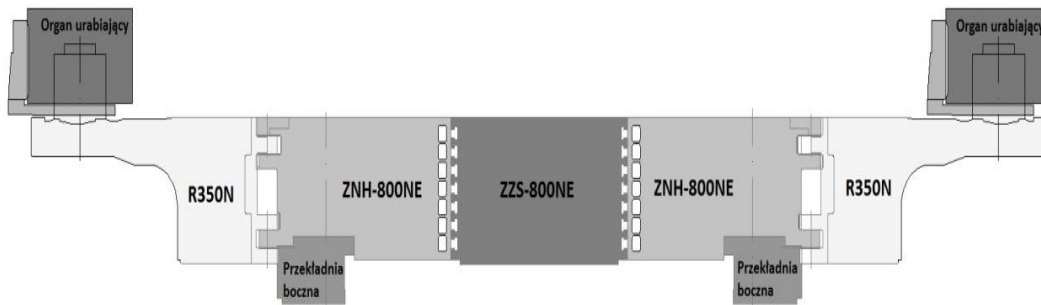
W toku realizacji projektu powstały innowacyjne rozwiązania o charakterze produktowym i procesowym.

3.1. Innowacje produktowe

Do innowacyjnych rozwiązań o charakterze produktowym należą:

Modułowa struktura kombajnu - kompaktowe połączenie zespołów ZNH-800NE i ZNS-800NE

Kombajn posiada samonośny korpus, w którym zabudowane są wszystkie elementy zasilające, napędzające i wykonawcze maszyny. Ważnym aspektem, który uwzględniono podczas tworzenia projektowanej maszyny był jej transport do miejsca eksploatacji (z uwagi na gabaryty i masę). Czynnikiem ten wymusił podział kombajnu na odpowiednie zespoły (moduły) o zwartej konstrukcji i możliwie małych gabarytach (rys. 2).



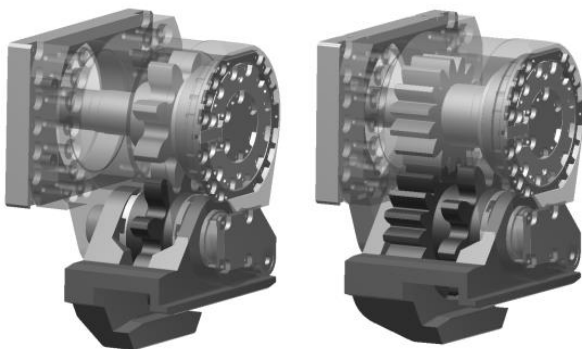
Rys. 2. Modułowa budowa kombajnu ścianowego KSW-800NE [5]

Opracowano nowy sposób połączenia ze sobą głównych zespołów kombajnu tj. ZNH-800NE i ZZS-800NE, który pozwala na ograniczenie przestrzeni zajmowanej przez elementy wchodzące w skład sprzęgu do minimum, a tym samym skrócenie maszyny. Dodatkowym atutem rozwiązania jest łatwy dostęp do elementów połączenia.

Przekładnia boczna z kołem bliźniaczym

W toku prac nad projektem kombajnu opracowano dwa typy przekładni bocznych: w wykonaniu standardowym oraz z kołem bliźniaczym (rys. 3). Zaletą rozwiązania zastosowanego w przekładni z kołem bliźniaczym jest znaczny spadek zużycia koła trakowego, które współpracuje jedynie z drabinką bezciągnowego systemu posuwu.

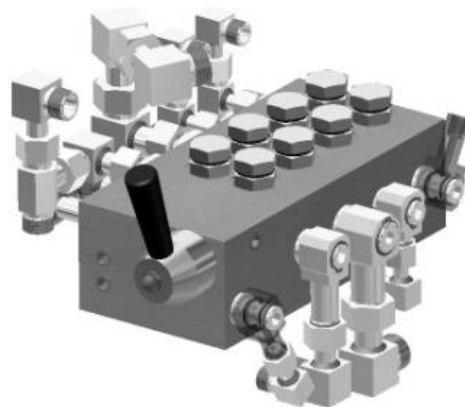
Zastosowanie dwóch, w pełni zamiennych typów przekładni bocznych pozwala na konfigurowanie kombajnu odpowiednio do warunków eksploatacyjnych ściany (niskiej lub średniej).



Rys.3. Model 3D przekładni bocznej w wykonaniu standardowym oraz z kołem bliźniaczym [5]

Układ hydrauliczny z wzajemną rezerwacją

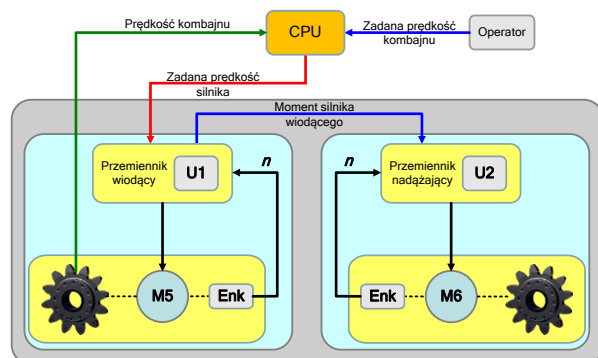
Układ hydrauliczny kombajnu podzielono na dwa, pracujące niezależnie układy, zamontowane symetrycznie w ciągniku lewym i prawym. Jego innowacyjność polega na zastosowaniu specjalnego zespołu zaworów przełączających (rys. 4). W przypadku awarii jednego z układów, funkcję może przejąć drugi, co zapewnia ciągłość procesu wydobywania.



Rys.4. Model 3D zespołu zaworów przełączających [5]

Kompaktowy zespół przemienników częstotliwości z oddawaniem energii do sieci

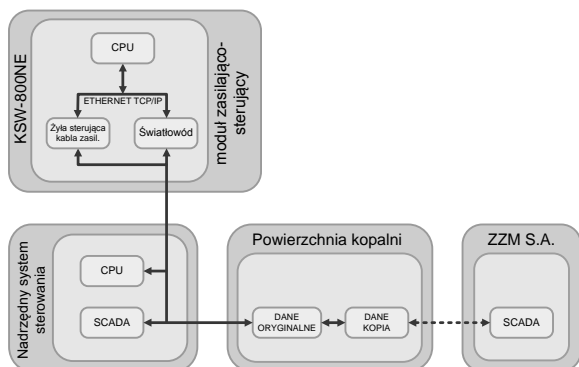
Kompaktowy zespół przemienników częstotliwości umożliwia zwrot energii do sieci podczas dynamicznego hamowania maszyny (rys. 5). Pozwala to na bardziej efektywną pracę układu posuwu podczas eksploatacji maszyny po upadku, jak również podnosi jej bezpieczeństwo, dzięki skróceniu drogi hamowania kombajnu poruszającego się z pełną prędkością. Układ automatycznie realizuje funkcję wyrównywania momentów obciążenia obu ciągników, co zwiększa efektywność układu napędu posuwu oraz zmniejsza zużycie części mechanicznych zespołu napędowego.



Rys.5. Kompaktowy zespół przemienników częstotliwości z oddawaniem energii do sieci [4]

Dwukierunkowa transmisja danych z kombajnu

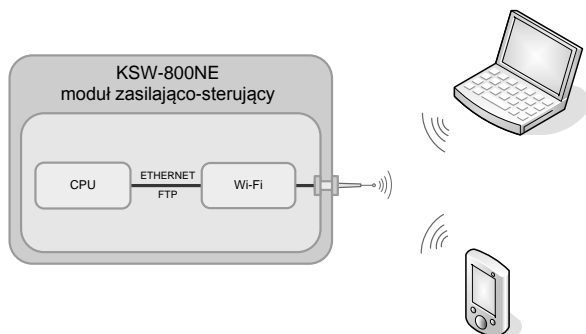
Kombajn KSW-800NE może być wyposażony w układ dwukierunkowej transmisji danych z kombajnu, z wykorzystaniem sieci Ethernet, w oparciu o łącza elektryczne i technikę światłowodową. Zastosowanie sieci Ethernet umożliwia przesłanie w krótkim czasie dużej ilości danych pomiędzy urządzeniami wchodzącymi w skład kompleksu ścianowego. Ponadto umożliwia monitorowanie procesu wydobywczego w centrum dyspozytorskim kopalni, a także wizualizację danych w dyspozytorni KOPEX Machinery S.A. (rys. 6). Umożliwia to wcześniejsze wykrycie nieprawidłowości pracy kombajnu przez służby serwisowe oraz prowadzenie wcześniejszych działań zapobiegawczych w celu uniknięcia awarii.



Rys.6. Sposób realizacji układu dwukierunkowej transmisji danych z kombajnu [5]

Komunikacja Wi-Fi

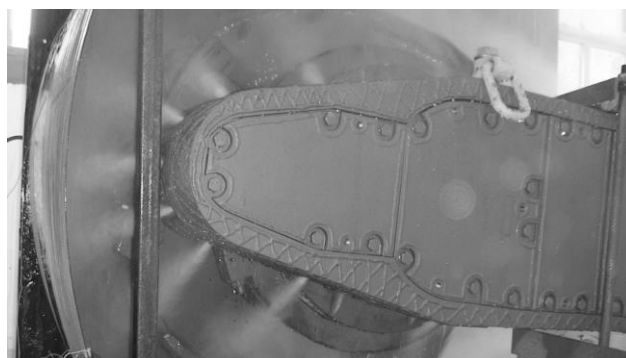
Kombajn KSW-800NE może być wyposażony w układ do bezprzewodowego odczytu danych z karty pamięci, parametryzacji oraz zmiany programu sterownika głównego kombajnu (rys. 7). Zastosowana technika Wi-Fi pozwala na dwukierunkową wymianę danych pomiędzy sterownikiem głównym kombajnu, a urządzeniem zewnętrznym, bez konieczności bezpośredniego dostępu do wnętrza modułu zasilająco-sterującego kombajnu. Takie rozwiązanie pozwala na ograniczenie wpływu niekorzystnego środowiska panującego w wyrobisku górniczym na żywotność poszczególnych podzespołów, a tym samym zwiększa ich niezawodność.



Rys.7. Układ bezprzewodowej wymiany danych kombajnu z urządzeniami zewnętrznymi [5]

Układ zraszania powietrzno-wodnego

Kombajn KSW-800NE może być wyposażony w instalację zraszania powietrzno-wodnego (rys. 8). Instalacja stanowi integralną część układu wodnego, zlokalizowanego w kadłubie oraz w ramionach kombajnu i umożliwia zraszanie trzema sposobami: mieszaniną powietrzno-wodną, wodą lub mieszaniną powietrzno-wodną i wodą. Podstawową zaletą zastosowanego rozwiązania jest uzyskanie skuteczniejszej, w stosunku do tradycyjnych metod, redukcji pyłu przy zachowaniu możliwości gaszenia ewentualnego zapalenia metanu. Zaletą jest też znaczne ograniczenie zużycia wody.



Rys.8. Zraszanie powietrzno-wodne kombajnu KSW-800NE [5]

Filtr samoczyszczący

Kombajn KSW-800NE wyposażono w podwójny filtr z automatycznym przepłukiwaniem zwrotnym strumieniem wody. Rozwiązanie to zapewnia ciągłą filtrację wody doprowadzonej do kombajnu, a tym samym przedłużenie żywotności urządzeń (wymieniki ciepła) zainstalowanych w maszynie i ograniczenie przestoju związanych z częstą wymianą wkładów filtrujących. Przepłukiwanie filtrów wstecznym strumieniem wody realizowane jest w cyklu automatycznym.

System Diagnostyki, Identyfikacji Elementów Maszyny i Obserwacji Warunków Pracy

Kombajn wyposażono w System Diagnostyki, Identyfikacji Elementów Maszyny i Obserwacji Warunków Pracy składający się z podsystemów:

- wibrodiagnostyki,
- obserwacji warunków pracy za pomocą kamer wizyjnych,
- diagnostyki kombajnu za pomocą kamery termowizyjnej,
- Interaktywnej Dokumentacji Techniczno-Ruchowej,
- Identyfikacji Elementów Maszyn.

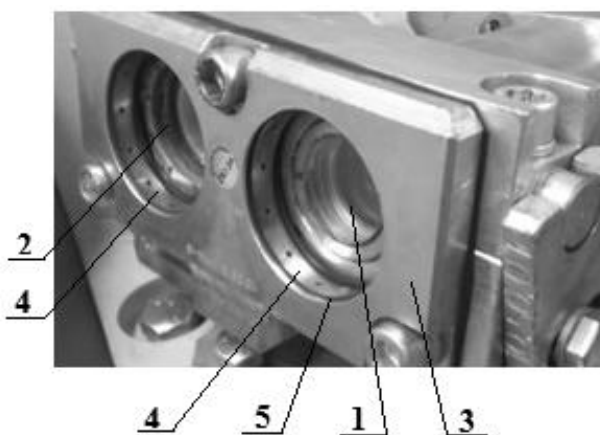
Opis systemu zamieszczono w [1, 3, 4, 7, 8, 11, 13].

System czyszczenia kamer

Kombajn KSW-800NE wyposażono w kamery wizyjne typu OKO oraz system przesyłu danych i sygnału

z kamer siecią światłowodową. Zainstalowanie kamer na kombajnie zwiększa bezpieczeństwo pracy ludzi obsługujących maszynę, a docelowo wraz z systemem automatyki na kombajnie umożliwi prowadzenie wydobywania z ograniczonym udziałem ludzi w ścianie i na jego zdalne sterowanie np. z chodnika podścianowego.

Środowisko pracy w kopalni, głównie zapylenie i wilgotność, skutecznie mogą wpływać na pogorszenie jakości obrazu przekazywanego z kamery. W związku z tym opracowano nowatorski system czyszczenia, w którym poprzez zastosowanie specjalistycznych pierścieni uzyskuje się poduszkę powietrzną przed soczewką kamery oraz reflektorem (rys. 9). Przeprowadzone testy wykazały skuteczność jego działania.



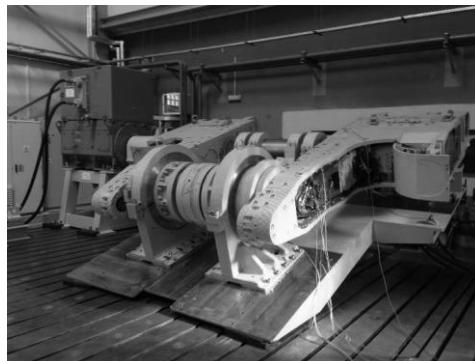
Rys.9. Reflektor oraz kamera z systemem czyszczącym:
1 - reflektor kolektor, 2 - obiektyw kamery,
3 - kolektor, 4 - pierścień powietrzny, 5 - uszczelnienie [6]

3.2. Innowacje procesowe

Prowadzone w projekcie prace rozwojowe były w całym zakresie wspomagane komputerowo (*innowacyjność procesowa*). Podstawowe zespoły kombajnu projektowane były w formie modeli trójwymiarowych, z których następnie generowane były rysunki złożeniowe i wykonawcze. Modele trójwymiarowe stanowiły podstawę do tworzenia wirtualnych prototypów kombajnu. Wirtualne prototypy były weryfikowane z zastosowaniem metod, takich jak: modelowanie geometryczne w systemach CAD (ang. *Computer Aided Design*), metoda elementów skończonych MES, analiza układów wielocłonowych MBS (ang. *Multibody Analysis Systems*), komputerowa mechanika płynów CFD (ang. *Computational Fluid Dynamic*), modelowanie cech antropometrycznych (ang. *Human Body Modeling*) [10, 11]. Scenariusze wirtualnego prototypowania przewidywały stany, w jakich znajdzie się rzeczywisty kombajn w procesie eksploatacji.

4. Badania stanowiskowe i eksploatacyjne

Powstała dokumentacja konstrukcyjna była podstawą wytworzenia prototypu i badań kombajnu. Ramiona badano na hamowni (rys. 10) znajdującej się w KOPEX Machinery S.A.



Rys. 10. Sprzężona para ramion na stanowisku badawczym [2]

W układzie mocy zamkniętej zadawano cykle obciążenia zbliżone do stanów obciążenia panujących w warunkach rzeczywistych. Badano skuteczność chłodzenia przekładni zębatych w ramionach kombajnu. Monitorowany był rozptył oleju wewnątrz ramienia przy różnych wartościach nachylenia ramienia oraz przy różnych wartościach momentu obrotowego obciążającego ramiona. Na hamowni badane były również ciągniki kombajnu.

Badania stanowiskowe systemu zraszania objęły:

- rozkład frakcyjny strugi powietrzno-wodnej dysz zraszających. Była to jednocześnie weryfikacja modeli obliczeniowych zastosowanych uprzednio w wirtualnym prototypowaniu dysz,
- poprawność działania regulatora przepływu wody,
- rozkład strugi powietrzno-wodnej, zasięg oraz jakość rozpylenia mieszaniny wody i powietrza dla całej instalacji zraszającej.

W Kopalni Doświadczalnej „Barbara” Głównego Instytutu Górnictwa badano skuteczność ograniczenia zapłonu metanu z wykorzystaniem instalacji zraszającej (rys. 11). Próby zostały przeprowadzone na specjalnie zaprojektowanym i zbudowanym stanowisku obejmującym model ociosu wyrobiska ścianowego oraz ramię kombajnowe wraz z organem, zamontowane na specjalnej ruchomej platformie [8].



Rys. 11. Próba gaszenia zapłonu gazu [9]

Na stanowiskach zbudowanych w hali montażowej w KOPEX Machinery S.A. badane były niektóre składniki Systemu Diagnostyki, Identyfikacji Elementów Maszyny i Obserwacji Warunków Pracy. Sprawdzono poprawność działania enkodera włączającego kamerę termowizyjną w określonym miejscu ściany na stanowisku zabudowanym na przenośniku zgrzeblowym. Na tym stanowisku sprawdzono również przepływ informacji pomiędzy czujnikami podsystemu wibrodiagnostyki, a stacją roboczą KOMAG, przewidzianą do zainstalowania w pociągu aparaturowym w chodniku.

Za pomocą kamery termowizyjnej w wykonaniu przeciwybuchowym dokonano pomiarów rozkładu temperatur na nożach skrawających, których celem było zebranie informacji potrzebnych do opracowania oprogramowania do analizy rozkładu temperatur na nożach skrawających.

Zainstalowany, w kopalni węgla kamiennego Staszic Ruch Boże Dary, prototyp kombajnu, w okresie od 01.2014 r. do 11.2014 r., przeszedł badania eksploatacyjne. Kombajn wchodził w skład kompleksu w pokładzie 334/2, w ścianie 25. Podstawowe parametry ściany:

- długość 175 m,
- wysokość do 1,8 m,
- nachylenie podłużne do 12^o,
- nachylenie poprzeczne do 10^o,
- wytrzymałość na ściskanie urabianego węgla 20 MPa.

W ścianie występowały zagrożenia:

- IV kategoria zagrożenia metanowego,
- klasa A zagrożenia pyłowego,
- I stopień zagrożenia wodnego.

Zaobserwowano przerosty kamienia dochodzące nawet do 90%. Prowadzenie prób eksploatacyjnych w tak trudnych warunkach geologiczno-górnich umożliwiło rzetelne sprawdzenie i potwierdzenie słuszności przyjętych założeń konstrukcyjnych [6].

W warunkach rzeczywistej eksploatacji badano nie tylko cechy użytkowe kombajnu, ale również System Diagnostyki, Identyfikacji Elementów Maszyny i Obserwacji Warunków Pracy, oraz system zraszania [12]. Sprawdzono między innymi:

- transmisje danych pomiędzy czujnikami podsystemu wibrodiagnostyki, a stacją roboczą KOMAG zainstalowaną w pociągu aparaturowym w chodniku,
- automatyczne włączanie się kamery termowizyjnej przy określonej sekcji obudowy zmechanizowanej,
- skuteczność redukcji zapylenia,
- system identyfikacji elementów kombajnu (RFID),
- funkcjonalność podsystemu Interaktywnej Dokumentacji Techniczno-Ruchowej zainstalowanej na komputerze pokładowym kombajnu i na stacji roboczej KOMAG.

Badania eksploatacyjne poprzedzono szkoleniami pracowników kopalni przewidzianych do obsługi kombajnu.

Przeprowadzone badania pozwoliły na zebranie bogatego materiału badawczego w postaci zarejestrowanych danych, a także w raportów z obserwacji pracy kombajnu podczas wybranych zmian wydobywczych. Na ich podstawie dokonano oceny prawidłowości przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych, zdolności i możliwości przeciążania napędów oraz określono podstawowe parametry eksploatacyjne. Bogaty materiał badawczy pozwolił na wyciągnięcie wniosków dotyczących dalszego rozwoju kombajnu KSW-800NE.

5. Podsumowanie

Aktualnie branża górnicza konsekwentnie podąża w kierunku pełnej automatyzacji kompleksów, precyzyjnej diagnostyki oraz prostej obsługi. Oprócz osiągania korzystnych wskaźników ekonomicznych, pozwala to na zwiększenie bezpieczeństwa pracy załogi. Kombajn KSW-800NE stanowi przykład nowoczesnej maszyny, która wpisuje się w ten trend rozwojowy maszyn górniczych. Rozwiązanie cechują takie innowacje produktowe, jak: modułowa struktura kombajnu, przekładnia boczna z kołem bliźniaczym, redundantny układ hydrauliczny, kompaktowy zespół przemienników częstotliwości z oddawaniem energii do sieci, dwukierunkowa transmisja danych z kombajnu, komunikacja Wi-Fi, układ zraszania powietrzno-wodnego, samoczyszczący filtr. Maszynę wyposażono w System Diagnostyki, Identyfikacji Elementów Maszyny i Obserwacji Warunków Pracy stanowiący istotną nowość w stosunku do dotychczasowych rozwiązań. Wyniki przeprowadzonych badań stanowiskowych i eksploatacyjnych prototypu kombajnu upoważniają do pozytywnej oceny przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych, określenie podstawowych parametrów eksploatacyjnych (w tym zdolności i możliwości przeciążania napędów) oraz wyciągnięcie wniosków dotyczących dalszego rozwoju kombajnu.

Literatura

1. Bartoszek S., Jagoda J., Jasiulek D., Jura J., Latos M., Stankiewicz K.: System wibrodiagnostyczny maszyn górniczych. [w:] Monografia: KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013 s. 347-363.
2. Gasiniec P.: Badania stanowiskowe prototypu maszyny wydobywczej. Sprawozdanie badań ramion R350N. Raport w projekcie INERG: W-ZZM Z.6.7/R350N Wydanie 1. Zabrze, luty 2014 (nie publikowane).

-
3. Jaszczuk Ł., Michalak D., Rozmus M.: Rozwiązania mobilne wspomagające utrzymanie ruchu kombajnów ścianowych. [w:] Monografia: KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013 s. 85-100.
 4. Kostka M., Krzak Ł., Gawliński A., Jasiulek D., Latos M., Rogala-Rojek J., Stankiewicz K., Bartoszek S., Jendrysik S., Jura J.: Systemy monitoringu, diagnostyki i sterowania maszyn górnictwa. Maszyny Górnicze nr 3, 2015 s.
 5. Marcińczyk M., Kozłowski J.: Kombajn ścianowy typu KSW-800NE, maszyna do wybierania pokładów niskich i średnich. [w:] Monografia: KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013 s. 71-84
 6. Marcińczyk M., Kozłowski J.: Badania kombajnu ścianowego typu KSW-800NE prowadzone w ramach projektu INERG. [w:] Monografia: KOMTECH 2014, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2014 s. 365-372.
 7. Polnik B., Latos M.: Detection of worn cutting bits of longwall shearer. Detekcja zużytych noży tnących kombajnu ścianowego. Pomiary Automatyka. Kontrola 2013 nr 9 s. 909-912.
 8. Polnik B., Budzyński Z., Latos M.: Innowacyjne rozwiązanie diagnostyki wybranych zespołów kombajnu ścianowego z zastosowaniem termowizji. [w:] Monografia: KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013 s. 365-376.
 9. Prostański D., Bałaga D., Siegmund M.: Badania cech użytkowych instalacji zraszania powietrzno-wodnego kombajnu KSW-800NE. [w:] Monografia: KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013 s. 211-224.
 10. Tokarczyk J.: Zastosowanie rozproszonego środowiska programowego w prototypowaniu maszyny górnictwa. Przegląd Górniczy nr 10, 2012 s. 19-25.
 11. Winkler T., Rozmus M.: Prace rozwojowe nad kombajnem ścianowym do urabiania pokładów niskich prowadzone w ramach IniTech. [w:] Monografia: KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013 s. 53-69.
 12. Winkler T., Bartoszek S., Jaszczuk Ł., Latos M., Polnik B., Prostański D., Rogala-Rojek J., Rozmus M.: Badania eksploatacyjne wybranych podsystemów kombajnu KSW-800NE. [w:] Monografia: KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2014 s. 373-391.
 13. Winkler T., Drwięga A.: Nowe rozwiązania inteligentnych maszyn dla górnictwa. Maszyny Górnicze nr 3, 2015 s.

Artykuł wpłynął do redakcji w lipcu 2015 r.