

41

ROZWÓJ KOMPLEKSU ŚCIANOWEGO W OPARCIU O DOŚWIADCZENIA RUCHOWE NA PRZYKŁADZIE KWK ROW RUCH CHWAŁOWICE

41.1 WPROWADZENIE

Węgiel kamienny w Polsce jest nadal podstawowym i zarazem najważniejszym kopalnym surowcem energetycznym i wciąż stanowi dla Polski i Europy znaczące źródło energii. Polska Grupa Górnicza S.A. jest największym producentem węgla kamiennego w całej Unii Europejskiej. Zasoby węgla szacuje się na 1,6 mld ton. Kopalnie spółki działają na obszarze prawie 540 km², pozyskując węgiel z 41 ścian wydobywczych. Łączna długość podziemnych wyrobisk sięga prawie 1700 km. W skład Polskiej Grupy Górniczej wchodzi 8 kopalń oraz 5 zakładów specjalistycznych [8].

Polska należy do grupy krajów Wspólnoty Europejskiej, która jest największym konsumentem tego surowca. Polska Grupa Górnicza wydobywa rocznie około 30 mln ton węgla, z czego około 10 mln pochodzi z kopalni ROW. Szczegółowy nacisk w branży kładzie się na efektywne gospodarowanie złożami węgla, co jest realizowane w oparciu o wykorzystanie nowoczesnych technologii, które mają zwiększać bezpieczeństwo pracy, dążyć do respektowania zasad ochrony środowiska oraz stwarzających miejsca pracy [8].

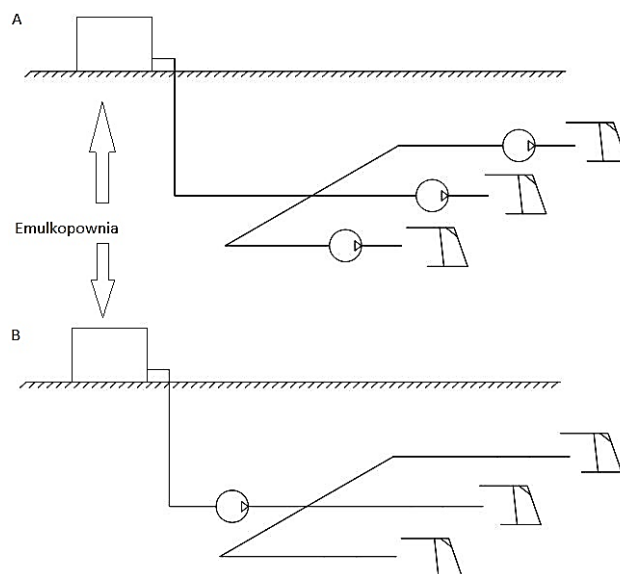
Dobór parametrów technicznych obudowy dla konkretnych warunków górniczo-geologicznych jest niezwykle istotny z uwagi na przejmowanie obciążeń statycznych, dynamicznych oraz przejmowanie znaczących przeciążeń [1, 4, 5, 6]. Dlatego podstawowym filarem bezpiecznej eksploatacji zmechanizowane obudowy ścianowej w warunkach zagrożenia wstrząsami górotowru jest spełnienia zapisu dotyczącego upodatnienia (§523) zawartego w Rozporządzenie Ministra Energii [7], niezależnie od zasad wprowadzenia jej na rynek. Towarzyszące zagrożenia naturalne podczas eksploatacji i sposób ich zwalczania nadal stanowi istotny problem pod względem bezpieczeństwa pracy oraz kondycji ekonomicznej spółki [10, 11, 12].

Należący do Polskiej Grupy Górniczej, Zakład Remontowo Produkcyjny realizuje remonty, modernizację oraz produkcję nowych obudów, w chwili obecnej wyłącznie na potrzeby spółki. Prace badawcze i projektowe we wspomnianym zakładzie skupiają się na optymalizacji upodatnienia dla zmechanizowanej obudowy ścianowej [2, 9].

Artykuł skupia się na analizie kompleksu ścianowego w oparciu o doświadczenia ruchowym, w szczególności na zasilaniu hydraulicznym dla sekcji zmechanizowanej obudowy ścianowej oraz na modelowaniu możliwych uszkodzeń konstrukcji zmechanizowanej obudowy. Odpowiednie parametry pracy kompleksu ścianowego mają wpływ na efektywność wydobywania oraz bezpieczeństwo pracującej załogi.

41.2 INNOWACYJNY SYSTEM HYDRAULICZNEGO ZASILANIA KOMPLEKSU ŚCIANOWEGO

Sekcja ścianowej obudowy zmechanizowanej jest zasilana cieczą roboczą pod wysokim ciśnieniem. W kompleksie ścianowym pełni funkcje związane z zabezpieczeniem wyrobiska i pozycjonowaniem przenośnika ścianowego. Dotychczas w celu doprowadzenia energii hydraulicznej do zestawów obudowy zmechanizowanej stosowano rejonowe stacje zasilania. W ramach wyzwań nowoczesnego górnictwa w KWK ROW Ruch Chwałowice postanowiono zbudować innowacyjny centralny system zasilania (rys. 41.1), który to w następujący sposób spełnia założenia stawiane agregatom zasilającym kompleksy ścianowe:

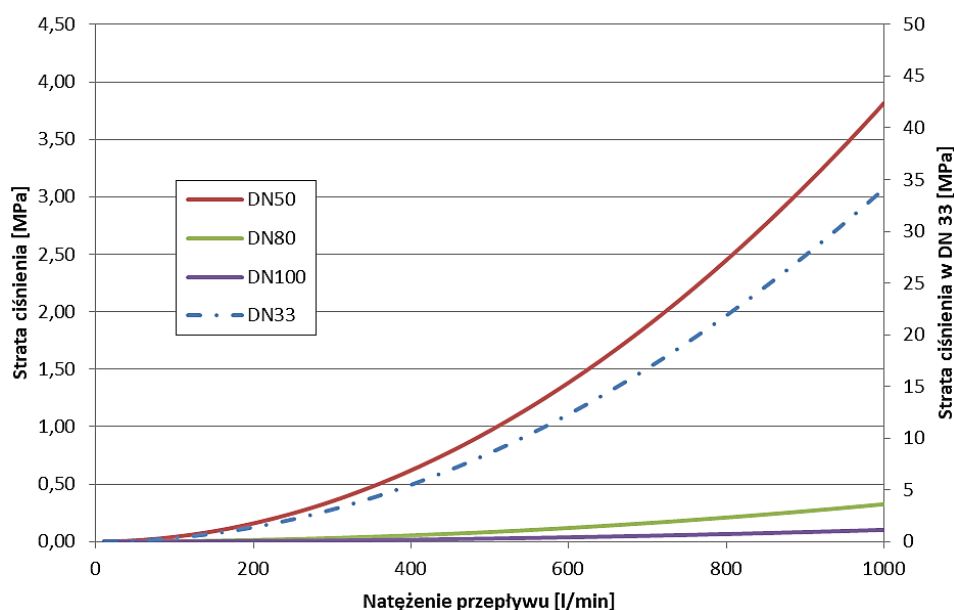


Rys. 41.1 Schematy układów zasilania hydraulicznego
A – rejonowe stacje zasilające, B – centralna stacja zasilająca

- Wytwarzane ciśnienie jest aktywnie monitorowane za pomocą przetworników ciśnienia. Jego wartość jest utrzymywana takim poziomie, który pozwoli zapewnić uzyskanie odpowiedniej podporności wstępnej, której wartość powinna być wynikiem wnikliwej analizy współpracy sekcji obudowy ze stropem wyrobiska.

Odpowiednio dobrana i osiągnięta podporność wstępna minimalizuje szansę na powstanie obwałów, a więc wpływa na lepsze warunki utrzymania stropu wyrobiska.

- Objętościowe natężenie przepływu czynnika roboczego, czyli wydajność agregatu, jest tak dobrana, aby prędkość zabudowy stropu była co najmniej równa prędkości urabiania kombajnu. Dzięki temu proces przekładki sekcji jest realizowany równolegle do procesu urabiania. W ten sposób eliminowana jest możliwość przestoju procesu urabiania związana z odsłonięciem zbyt dużej powierzchni stropu bezpośredniego. Poprzez wydzielenie osobnej komory na pompownie, można korzystać z pomp o większych gabarytach, co wpływa na wzrost uzyskiwanych wydajności.
- Straty ciśnienia podczas przepływu cieczy roboczej w magistrali zasilającej i sterowniczej powinny być jak najmniejsze. Ma to szczególnie znaczenie w przypadku ruchu przesuwnika, w momencie kiedy jego siła nominalna może być drastycznie zmniejszona w związku z oporami przepływu. Straty w magistrali zasilającej zmniejsza się poprzez stosowanie rur o większych średnicach (rys. 41.2).



Rys. 41.2 Strata ciśnienia w rurociągach w zależności od natężenia przepływu

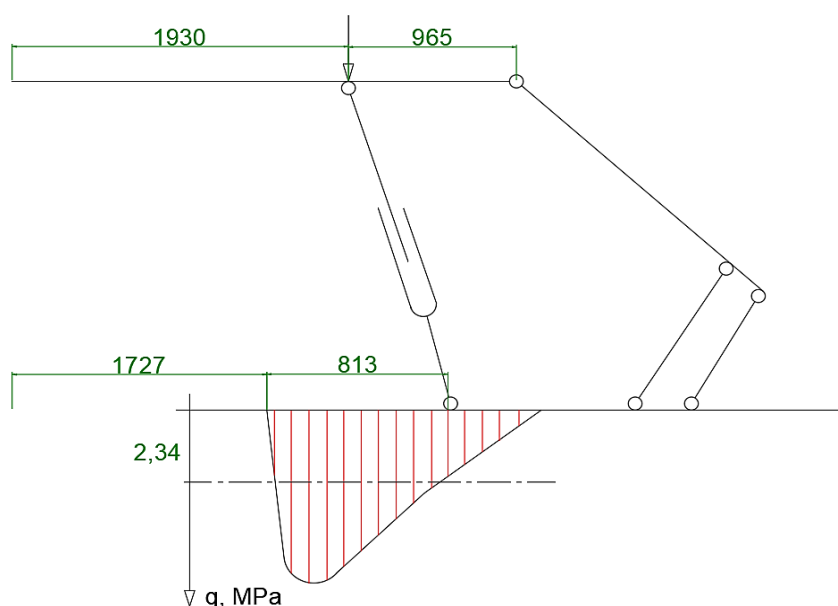
Nowy układ centralnego zasilania ma szereg zalet w aspekcie jego eksploatacji. Przede wszystkim jest to prostsza diagnostyka, ponieważ wszystkie zespoły pompowe znajdują się w jednym miejscu. Taka lokalizacja uniemożliwia ingerencję osób trzecich w nastawy parametrów pracy. Emulsja z powierzchniowej stacji przygotowania trafia prosto do agregatów pracujących w pozbawionej pyłu atmosferze, co wpływa pozytywnie na jej czystość. Brak zanieczyszczeń w emulsji olejowo-wodnej pozwala na dłuższą pracę elementów uszczelniających znajdujących się w pompie, uszczelnień zamontowanych w siłownikach

hydraulicznych sekcji obudowy zmechanizowanej oraz elementów sterowania. W porównaniu do rejonowych stacji zasilania hydraulicznego, zaletą jest brak konieczności transportu zespołów pompowych, zbiorników emulsji olejowo-wodnej oraz innych elementów układu w nowe rejony eksploatacji, czego efektem często były uszkodzenia elementów zestawu. Dla pracy pomp wymagane jest ich posadowienie na równej i wypoziomowanej powierzchni spągu, co sprawiało trudności szczególnie, gdy ich montaż był konieczny w pochylniach. Zwiększenie wydajności nominalnej pomp pozwala na zmniejszenie ich liczby. W nowym rozwiązaniu trzy kompleksy ścianowe są zasilane trzema pompami, a w poprzednim sześcioma, jest to niezwykle istotne z punktu widzenia niezawodności układu, co bezpośrednio wpływa na koszty.

41.3 MODELOWANIE MOŻLIWYCH USZKODZEŃ DLA KONSTRUKCJI SEKCJI ZMECHANIZOWANEJ OBUDOWY ŚCIANOWEJ

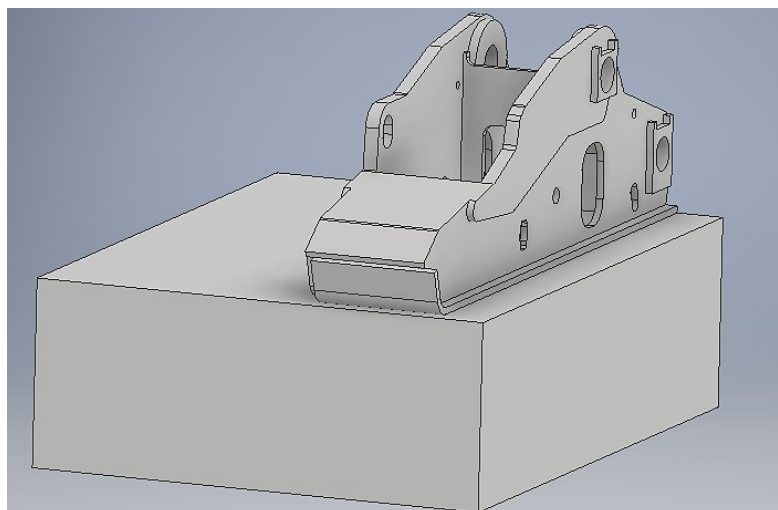
Najczęściej występującymi uszkodzeniami sekcji obudowy zmechanizowanej są spągnice oraz hydraulika siłowa. Kolejnymi uszkodzeniami mogą być zerwania przewodów wysokociśnieniowych oraz łamanie się belki przesuwu. Przyczyny tych uszkodzeń mogą być różne. Jednym z nich może być mała nośność spągu w odniesieniu do sekcji obudowy zmechanizowanej. Istotnym czynnikiem jest odpowiednia eksploatacja, praca górników czy charakterystyka techniczna danego wyrobiska ścianowego. Na podstawie przedstawionych badań będzie można stwierdzić, jaki jest rozkład nacisków, który zależy w dużym stopniu od wysokości sekcji, obciążeń zewnętrznych oraz skał zalegających wokół wyrobiska. Największe wartości nacisków charakteryzujących się dużą sztywnością oraz przemieszczenia się nacisku następuje w przypadku, gdy zmienia się wysokości sekcji.

Rozkład sił w sekcji wyznacza się głównie w oparciu o metodę Jacksona (rys. 41.3).



Rys. 41.3 Rozkład nacisku na spąg charakterystyczny dla sekcji osłonowej jednoszeregowej

Następnie uwzględnia się współpracę sekcji ze spągiem obejmującą odkształcalność sekcji obudowy zmechanizowanej. Model stworzony został z płaskich elementów stanu odkształcenia, z uwzględnieniem na zmianę sztywności zginania na całej długości spągnicy, którą modelujemy elementami powłokowymi o zmiennej grubości (rys. 41.4).



Rys. 41.4 Model dla analizy obciążeń

Model zaprojektowany został w programie Inventor firmy Autodesk typu CAD, służący do wykonywania modeli w formacie 3D. Program służy również do opracowywania rysunków złożeniowych, wykonawczych i poglądowych na podstawie danego modelu.

Do wykonania obliczeń niezbędnym krokiem jest wyznaczenie obciążenia węzłów kinematycznych sekcji. Następnie należy wyznaczyć wypadkowe sił nacisku skał otaczających wyrobisko ścianowe na sekcję oraz wykonać obliczenia sił występujących w połączeniach przegubowych.

W metodzie elementów skończonych niezbędne jest nadanie parametrów wytrzymałościowych materiałów, z których wykonana jest spągnica sekcji obudowy zmechanizowanej. Dzięki obliczeniom programu MES możemy ustalić analizy statyczne obejmujące drgania własne i wymuszone, ustalić stateczność sekcji czy zobaczyć ocenę wytrzymałości statycznej oraz wytrzymałości zmęczeniowej, ustalić gdzie znajdują się krytyczna lokalizacja o najwyższym stopniu wykorzystania, otrzymać oceny wyników naprężeń a w szczególności naprężeń cyklicznych. Program opisuje również ocenę wytrzymałości statycznej dla konstrukcji sekcji oraz wytrzymałości zmęczeniowej. Jesteśmy w stanie pokazać gdzie znajdują się lokalizacja o najwyższym stopniu wykorzystania.

41.4 PODSUMOWANIE

Wydobycie węgla w obecnej dobie wymusza na spółkach węglowych prowadzenie ciągłego rozwoju. Publikacja jest poglądową analizą rozwoju kompleksów

ścianowych. KWK ROW Ruch Chwałowice przygotowuje na poziomie 700 m do uruchomienia nowoczesnej pompowni zasilania hydraulicznego kompleksów ścianowych. Kopalnia obecnie dysponuje rejonowymi agregatami zasilania hydraulicznego. Uruchomienie nowej pompowni hydraulicznej spowodowane jest udostępnieniem nowych frontów wydobywczych. Przeprowadzona analiza przyczyniła się do zaprojektowania a następnie wykonania centralnej pompowni hydraulicznej. Porównując zalety rejonowej oraz centralnej pompowni, największym atutem pompowni rejonowej jest brak konieczności transportu agregatów i innych elementów składowych.

Na podstawie warunki górniczo-geologicznych w KWK ROW ruch Chwałowice oraz w oparciu o przeprowadzoną analizę, zaproponowano model 3D konstrukcji spągnicy. Model ma służyć do analizy możliwych uszkodzeń, których źródło powstania będzie można analizować. Dla modelu zakłada się nacisk skał otaczających wyrobisko ścianowe na sekcję obudowy zmechanizowanej dla wykonania niezbędnych naprężeń występujących w konstrukcji spągnicy. Przedstawiona analiza dla KWK ROW Ruch Chwałowice ma za zadanie zwiększyć efektywność kompleksu ścianowego oraz poprawić bezpieczeństwo pracy.

ŹRÓDŁO POWSTANIA PUBLIKACJI

*Publikacja powstała w ramach praktyk studenckich związanych z realizacją prac
magisterskich w ramach umowy pomiędzy Politechniką Śląską,
Wydziałem Górnictwa i Geologii, a Polską Grupą Górniczą S.A.*

LITERATURA

1. Stoiński K.: *Obudowy górnicze w warunkach zagrożenia wstrząsami górotworu*. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2000.
2. Stoiński K., Gil J.: *Procedura optymalizacji upodatkowania zmechanizowanej obudowy ścianowej na przykładzie KW-12/25-ZRP*. Mechanizacja, Automatyzacja i Robotyzacja w Górnictwie: Wybrane problemy górnictwa podziemnego (T. I). Praca zbiorowa pod redakcją Krzysztofa Kotwicy. CBiDGP – AGH, Łódź – Kraków 2016, s. 76-83.
3. Stoiński K., Szurgacz D.: Analiza przypadku zaistniałych wstrząsów w trakcie eksploatacji ściany w aspekcie pracy obudowy ścianowej. *Przegląd Górniczy* nr 7, 2017.
4. Stoiński K.: *Zmechanizowane obudowy ścianowe do warunków zagrożenia wstrząsami górotworu*. Wydawn. Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2018.
5. Szurgacz D.: Sposób dostosowania obudowy ścianowej do warunków obciążeń dynamicznych. *Przegląd Górniczy* nr 7, 2016, s. 57-62.
6. Szurgacz D.: Bezpieczeństwo eksploatacyjne zmechanizowanej obudowy ścianowej w warunkach zagrożenia wstrząsami górotworu. *Wiadomości Górnicze* nr 1, 2017, s. 13-21.
7. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych. Dz.U. 2017, poz. 1118.
8. Magazyn PGG nr 4(27) kwiecień 2019.
9. Gil J., Kołodziej M., Szurgacz D., Stoiński K., 2018. Introduction of standardization of powered roof supports to increase production efficiency of Polska Grupa Górnicza S.A. *Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering*, Volume 4 (536) p. 33-38.

10. Szurgacz D., Sobik L., Brodny J., 2019. Ventilation systems in longwall workings with powered longwall complex. Geolinks International Conference on Geosciences. Conference proceedings, Book 1, Volume 1. p. 201-209. 26-29 March, Novotel, Athens, Greece
11. Tutak M., Brodny J.: Determination of Particular Endogenous Fires Hazard Zones in Goaf with Caving of Longwall. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95, 2017. 042026 doi:10.1088/1755-1315/95/4/042026.
12. Tutak M.: Analysis of varying levels of methane emissions from coal mines in Poland. SGEM 2017 Vienna GREEN Conference Proceedings, Vol. 17, Issue 43, 2017, p. 301-308.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 01.2019

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2019

ROZWÓJ KOMPLEKSU ŚCIANOWEGO W OPARCIU O DOŚWIADCZENIA RUCHOWE NA PRZYKŁADZIE KWK ROW RUCH CHWAŁOWICE

Streszczenie: Publikacja zawiera możliwy rozwój kompleksu ścianowego na przykładzie KWK ROW ruch Chwałowice. Analizie miała na celu określenie możliwości innowacyjnego centralnego systemu hydraulicznego zasilania zmechanizowanej obudowy ścianowej. Opracowano model 3D dla analizy prowadzenia możliwych uszkodzeń konstrukcji spągnicy.

Słowa kluczowe: doświadczenia ruchowe, kompleks ścianowy, kopalnia węgla kamiennego

IMPROVING THE LONGWALL COMPLEX BASED ON OPERATIONAL TESTS AT KWK ROW RUCH CHWAŁOWICE

Abstract: The publication presents a possible method for improvement of a longwall complex on the example of a mine KWK ROW Ruch Chwałowice. The analysis was aimed at defining the capabilities of an innovative central hydraulic control system for powered roof supports. A 3D model was developed in order to analyse possible damage to the structure of a canopy.

Key words: operational tests, longwall complex, hard coal mine

Dawid Szurgacz

Polska Grupa Górnicza S.A.
KWK ROW Ruch Chwałowice
ul. Przewozowa 4, Rybnik, Polska
tel. +48 696 775 496
e-mail: dawidszurgacz@vp.pl

Patryk Szolc

Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
ul. Akademicka 2a, 44-100 Gliwice, Polska
tel. +48 500-036-933
e-mail: patryk.szolc@gmail.com

Grzegorz Cuber

Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
ul. Akademicka 2a, 44-100 Gliwice, Polska
tel. +48 517 040 618
e-mail: gesiiu92@gmail.com