

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr. inż. Janiny Świątek, zatytułowanej
„Sposób poprawy pracy stojaka sekcji obudowy zmechanizowanej”.

1. Podstawa recenzji

Niniejszą recenzję opracowałem na zlecenie Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa pana prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska zawarte w piśmie z dnia 22. czerwca 2020 r. – Ldz. NSR/122/2020. Merytoryczną podstawę recenzji stanowi rozprawa doktorska mgr inż. Janiny Świątek pt. „Sposób poprawy pracy stojaka sekcji obudowy zmechanizowanej zrealizowana pod kierunkiem promotora prof. dr hab. inż. Kazimierza Stońskiego oraz promotora pomocniczego dr inż. Sylwestra Rajwy.

Formalną podstawą opracowania niniejszej recenzji jest *Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20. lipca 2018 r.* (Dz. U. 2020.85 t. j.)

2. Struktura formalna rozprawy doktorskiej

Merytoryczną treść rozprawy mgr inż. Janina Świątek ujęła w 12 rozdziałach. Rozdział 2 pracy obejmuje obszerne studium literaturowe stanu problematyki doboru stojaków sekcji obudowy zmechanizowanej do warunków wstrząsu górotworu. Doktorantka szczegółowo przedstawiła metodę doboru stosowaną w Głównym Instytucie Górnictwa. Omówiła problemy związane ze stosowaniem stojaków o średnicy cylindra I. stopnia większej od 320 mm, objawiające się występowaniem uderzenia hydraulicznego w układzie sterowania hydraulicznego sekcji.

W rozdziale 3 omówiono cele i zakres realizowanej rozprawy doktorskiej formułując cel rozprawy: *„Zapewnienie bezpiecznej eksploatacji sekcji obudowy zmechanizowanej w warunkach zagrożenia wstrząsami górotworu na drodze usprawnień układów zabezpieczających stojak przed przeciążeniem”* oraz cel użyteczny rozprawy: *„Doskonalenie metody upodatkowania dla stojaków o dużych średnicach oraz propozycje usprawnień konstrukcji układów zabezpieczających stojak, celem zminimalizowania skutków występowania udarów hydraulicznych.”*

Rozdział 4. zawiera interesujący przegląd cech konstrukcyjnych aktualnie stosowanych stojaków hydraulicznych sekcji obudowy zmechanizowanej, sporządzony na podstawie kwerendy prac badawczych realizowanych w GIG w latach 2016 ÷ 2019.

Przedmiotem szczegółowych rozważań Doktorantki są cztery typy sekcji obudowy zmechanizowanej ze stojakami o średnicy cylindra I. stopnia, wynoszącymi odpowiednio 300, 320 i 370 mm. W trakcie użytkowania tych sekcji odnotowano przypadki uszkodzeń elementów podpornościowego układu hydraulicznego, pomimo spełnienia wszystkich wymagań normatywnych oraz warunków ich poprawnego doboru i upodatkowania. Parametry techniczne i rozwiązania konstrukcyjne układu hydraulicznego tych sekcji przedstawiono w rozdziale 5. natomiast w rozdziale 6. Doktorantka dokonała szczegółowej inwentaryzacji uszkodzeń elementów układu hydraulicznego sekcji oraz wstępnej analizy przyczyn powstałych uszkodzeń.

W rozdziałach 7. i 8. przedstawiono wyniki analiz teoretycznych oraz badań stanowiskowych zrealizowanych celem opisu zjawisk i wyjaśnienia przyczyn odnotowanych uszkodzeń. Na tej podstawie Doktorantka sformułowała zalecenia dotyczące bieżącej modyfikacji układu sterowania hydraulicznego stojaka, których przestrzeganie umożliwi dalszą bezpieczną eksploatację ściany.

Problematykę symulacji numerycznej przepływu cieczy przez przyłącze stojakowe omówiono w rozdziale 9. Wyniki analiz przedstawiono w postaci map rozkładu ciśnienia w przyłączy oraz wykresów charakterystyki przyłącza. Na tej podstawie mgr Janina Świątek zaproponowała modyfikację cech geometrycznych przyłącza celem uzyskania korzystniejszych właściwości.

Badania stanowiskowe wpływu różnych konfiguracji układu sterowania hydraulicznego stojaka na przebieg czasowy ciśnienia w przyłączy omówiono w rozdziale 10. Obciążenie dynamiczne stojaka generowano dwójako: poprzez uderzenie masy oraz metodą wybuchową. Mgr inż. Janina Świątek korzystając z wyników przeprowadzonych badań i analiz, przedstawiła w rozdziale 11. propozycję docelowej modyfikacji układu hydraulicznego stojaka o średnicy cylindra I. stopnia, wynoszącej 320 i 370 mm.

Rozdział 12 zawiera ogólnie zarysowaną koncepcję badań modelowych stojaka hydraulicznego o dużej średnicy cylindra I. stopnia. W rozdziale 13. zamieszczono podsumowanie pracy i specyfikację realizowanych zadań badawczych.

Rozprawa doktorska została udokumentowana na 126 stronach wydruku komputerowego formatu A4. Wykaz materiałów źródłowych cytowanych w pracy obejmuje 104 pozycje, z tego 27 w języku angielskim, 2 w języku niemieckim, 1 w rosyjskim.

3. Krytyczna analiza rozprawy

Praca doktorska mgr inż. Janiny Świątek dotyczy bardzo istotnego problemu, zarówno pod względem poznawczym, jak również użytecznym. Zjawisko gwałtownego przyrostu ciśnienia w układzie hydraulicznym stojaka, spowodowane obciążeniem dynamicznym sekcji obudowy zmechanizowanej, umyka bowiem ścisłemu analitycznemu opisowi ze względu na znaczną liczbę czynników wpływających na parametry charakteryzujące przebieg czasowy ciśnienia cieczy w wybranych punktach układu hydraulicznego. Z drugiej strony wspomniane zmiany ciśnienia zakłócają pracę układu hydraulicznego i w skrajnych przypadkach skutkują uszkodzeniami elementów tego układu, stwarzającymi zagrożenie bezpieczeństwa w wyrobisku.

Osią rozprawy doktorskiej Doktorantka uczyniła analizę czterech przypadków uszkodzenia elementów układu hydraulicznego sekcji które wystąpiły, pomimo spełnienia obowiązujących procedur projektowania sekcji, dotrzymania wymagań właściwego doboru do warunków geologiczno-górnictwowych panujących w wyrobisku oraz pozytywnej oceny upodatnienia stojaka. Spowodował je wstrząs górotworu o energii mniejszej od energii prognozowanej w danym wyrobisku. Szczegółowa inwentaryzacja powstałych uszkodzeń upoważnia do stwierdzenia, że nie są one incydentalne; ich przyczyną nie są również wady materiałowe. Poszukując przyczyny odnotowanych awarii z uwagi na konfigurację podpornościowego układu hydraulicznego Doktorantka słusznie odrębnie analizowała dwie grupy przypadków uszkodzeń. Wyróżniła:

1. Uszkodzenia odnotowane w układzie hydraulicznym sekcji ze stojakami o średnicy cylindra I. stopnia, wynoszącej 0,3 m; w stojakach tych przestrzeń roboczą połączono z zaworem układu sterującego za pomocą przewodu umieszczonego na zewnątrz cylindra.

2. Uszkodzenia odnotowane w układzie hydraulicznym sekcji ze stojakami o średnicy cylindra I. stopnia, wynoszącymi 320 lub 370 mm; przestrzeń podtłokową cylindra I. stopnia połączono z zaworami układu sterującego za pomocą układu kanałów wierconych w płaszczu cylindra.

Analizując przyczyny uszkodzeń w układach hydraulicznych zaliczanych do pierwszej grupy Doktorantka wyznaczyła analitycznie charakterystykę przyłącza – przewodu usytuowanego na zewnątrz cylindra, charakterystykę zaworu oraz – sumując je – charakterystykę układu hydraulicznego zabezpieczającego przestrzeń podtłokową stojaka przed przeciążeniem. Przyczyny gwałtownego przyrostu ciśnienia Doktorantka słusznie upatruje w zjawisku uderzenia hydraulicznego w przyłączy, występującego w przypadku gwałtownego zamknięcia przepływu strugi. Obliczone ciśnienie, wynoszące 90 MPa mogło doprowadzić do powstałych uszkodzeń. Doktorantka dokonała również weryfikacji doświadczalnej, przeprowadzając badania stanowiskowe stojaka z analizowanym układem zabezpieczającym, obciążonego udarem masy. Uzyskano porównywalne wartości maksymalnego ciśnienia w przyłączy.

Identyfikacja przyczyn uszkodzeń powstałych w układzie hydraulicznym obejmowała również wpływ nieprawidłowej geometrii sekcji na utrudnienia w prowadzeniu ściany. Dotyczy to ukośnego ustawienia stropnicy względem spągnicy oraz nieprawidłowej proporcji pomiędzy wysokościami słupów cieczy w cylindrach I. i II. stopnia, co skutkuje skokową zmianą podporności i sztywności stojaka. Wskazane byłoby bardziej szczegółowe przedstawienie problemu pracy stojaka w zakresie przejścia z I. stopnia na II. stopień. Za słuszne i w pełni uzasadnione uważam, sformułowane przez Doktorantkę, wytyczne i zalecenia dotyczące dalszego prowadzenia ściany, w której odnotowano omawiane awarie.

Druga wyróżniona grupa obejmowała przypadki uszkodzeń elementów układu hydraulicznego stojaków, w których ciecz z przestrzeni podtłokowej cylindra I. stopnia odprowadzana była kanałami wywierconymi w płaszczu cylindra. Średnica cylindra I. stopnia, wynosiła 320 lub 370 mm. Na podstawie wykonanych badań stanowiskowych Doktorantka stwierdziła, że przyczyną powstałych awarii jest uderzenie hydrauliczne w kanałach wykonanych w płaszczu cylindra I. stopnia i przedstawiła propozycję doraźnej modyfikacji układu hydraulicznego zabezpieczającego stojak przed przeciążeniem.

Ogólnie rzecz biorąc, polegała ona na zmniejszeniu wartości ciśnienia roboczego oraz zainstalowaniu dodatkowego zaworu, oprócz zaworu ograniczającego ciśnienie. Parametry techniczne tych zaworów dobrano kierując się wymaganiami normatywnymi oraz „potrzebami upodatnienia”. W pracy nie zamieszczono szerszego uzasadnienia wartości przyjętych parametrów technicznych zaworów. Zaproponowane doraźne modyfikacje układu sterowania hydraulicznego stojaka umożliwiły ponowne uruchomienie i dokończenie biegu wysokowydajnych ścian, w których wystąpiły omawiane uszkodzenia stojaków.

Kolejny wartościowy, moim zdaniem, fragment pracy dotyczy kompleksowych badań stanowiskowych wpływu postaci konstrukcyjnej połączenia przestrzeni podtłokowej cylindra I. stopnia z układem sterowania hydraulicznego stojaka, na generowane przebiegi czasowe ciśnienia oraz finalnej propozycji modyfikacji układu zabezpieczającego stojak przed przeciążeniem opracowanej na podstawie wniosków z wykonanych badań.

Zastosowano dwie metody generowania obciążenia dynamicznego stojaka: udar masy i spalanie ładunku materiału wybuchowego. Wnioski z przeprowadzonych badań zostały sformułowane

poprawnie. Między innymi na ich podstawie Doktorantka przedstawiła finalną propozycję modernizacji układu zabezpieczającego stojaki o średnicy 320 i 370 mm przed przeciążeniem.

Doktorantka wykazała się również umiejętnością budowy modeli numerycznych przyłącza I. stopnia stojaka z wykorzystaniem komputerowej mechaniki płynów oraz analizą uzyskanych map ciśnienia. Szkoda, że uzyskane wyniki wykorzystano jedynie do sporządzenia wykresów charakterystyk przewodu.

Na zakończenie, w rozdziale 12. Doktorantka przedstawiła zarys koncepcji badań modelowych stojaków charakteryzujących się dużą średnicą cylindra I. stopnia. Ponieważ badania stanowiskowe stojaków hydraulicznych o średnicy cylindra większej od 370 mm nie mogą być w pełni przeprowadzone, ze względu na parametry techniczne stanowisk badawczych, to Doktorantka zaproponowała wykorzystanie kryteriów podobieństwa modelowego i zastąpienie badań stojaka o dużej średnicy badaniami modelu stojaka. Jako warunek podobieństwa zjawisk dynamicznych w stojaku rzeczywistym i w stojaku modelowym przyjęła równość częstości własnych nietłumionych zmian ciśnienia w przestrzeni podtłokowej. Mgr inż. Janina Świątek słusznie stwierdza, że „studium koncepcyjne (badań modelowych – przyp. mój) -...- wymaga dalszych prac celem realizacji przyjętych założeń”. Na podstawie przyjętego kryterium podobieństwa zjawisk trzeba dopiero wyznaczyć wartości skal podobieństwa pozostałych wielkości fizycznych, natomiast nie można wartości tych skal przyjmować niezależnie od przyjętego warunku podobieństwa zjawisk.

Z obowiązku krytycznego oglądu pracy przytaczam następujące uwagi i pytania:

1. Przyczyny powstałych uszkodzeń elementów układu hydraulicznego w stojakach o średnicy większej lub równej 300 mm upatruje Pani w uderzeniu hydraulicznym. Czy przykłady niszczącego działania uderzenia hydraulicznego występują też w stojaku o mniejszej średnicy?
2. Jakie przesłanki przemawiały za analizowaniem symulacji numerycznej przepływu cieczy przez przyłącze przy natężeniu przepływu $2000 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$?
3. Po przeprowadzeniu badań stanowiskowych stwierdziła Pani, że „zawory hydrauliczne ... nie wpływają znacząco na przyrost ciśnienia w przestrzeni podtłokowej”. Jaki jest Pani pogląd na możliwość i skuteczność zastosowania innych sposobów zabezpieczenia stojaka hydraulicznego przed przeciążeniem?

Uprzejmie proszę o ustosunkowanie się do wymienionych problemów podczas publicznej dyskusji na rozprawą.

4. Uwagi formalne

Moim zdaniem Doktorantka niepotrzebnie wprowadziła i używa w pracy pojęcia „udar hydrauliczny” zamiast nazwy „uderzenie hydrauliczne” powszechnie stosowanej w mechanice płynów.

Uporządkowania i starannej korekty wymaga również terminologia dotycząca, ogólnie rzecz biorąc, przepływu cieczy przewodami zamkniętymi. Podczas przygotowania monografii na temat pracy doktorskiej konieczne będzie usunięcie przejęzyczeń i nieściśłości, na które zwróciłem uwagę Doktorantce w trakcie dyskusji nad pracą. Za zbędne uważam również przytaczanie w niniejszej recenzji innych zauważonych usterek redakcyjnych omówionych z Doktorantką. Nie wpływają one, bowiem na czytelność pracy.

5. Ocena rozprawy doktorskiej

Mgr inż. Janina Świątek, korzystając z analiz teoretycznych i wyników badań opisanych w rozprawie doktorskiej, opracowała oryginalny sposób udoskonalenie układu zabezpieczenia stojaka hydraulicznego przed przeciążeniem. Jego zastosowanie spowodowało wyeliminowanie uszkodzeń elementów układu hydraulicznego wywołanych uderzeniem hydraulicznym w przewodzie łączącym przestrzeń podtłokową cylindra I. stopnia z zaworem ograniczającym ciśnienie. Wyżej wymienione osiągnięcie Doktorantki, będące oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego, stanowi realizację celu naukowego rozprawy.

Wnioski z przeprowadzonych badań oraz szczegółowa analiza warunków geologiczno-górnictwa w rozpatrywanych ścianach Doktorantka wykorzystała do opracowania zaleceń i wytycznych umożliwiających, po dokonaniu doraźnej modyfikacji układu hydraulicznego stojaka, uruchomienie eksploatacji w ścianach, w których odnotowano omawiane uszkodzenia elementów układu hydraulicznego. Mgr inż. Janina Świątek opracowała także propozycję finalnej modyfikacji układu hydraulicznego zabezpieczającego stojak przed przeciążeniem, gwarantującą uzyskanie nominalnej podporności roboczej przez sekcję obudowy zmechanizowanej. Doktorantka sformułowała również zalecenia dotyczące procedury oceny upodatnienia stojaka. Wymienione działania stanowią realizację celu użytecznego rozprawy.

Analiza recenzowanej rozprawy doktorskiej upoważnia mnie do stwierdzenia, że mgr inż. Janina Świątek wykazała się dobrym opanowaniem ogólnej wiedzy teoretycznej z zakresu górnictwa oraz samodzielnością w prowadzeniu prac naukowych.

6. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Janiny Świątek, zatytułowana „Sposób poprawy pracy stojaka sekcji obudowy zmechanizowanej” zawiera osiągnięcia naukowe umiejscowione w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Rozprawa spełnia wymagania zawarte w art. 187 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20. lipca 2018 r. (Dz. U. 2020.85 t. j.).

W związku z powyższym zwracam się do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa z wnioskiem o kontynuowanie postępowania w sprawie przewodu doktorskiego mgr inż. Janiny Świątek.

