

Gliwice, dnia 06.06.2022 r.

Prof. dr hab. inż. Piotr Strzałkowski
Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa
i Automatyki Przemysłowej

R E C E N Z J A
PRACY DOKTORSKIEJ P.T.:
„ZASTOSOWANIE UNIPOROWEGO I BIDYSPERSYJNEGO MODELU SORPCJI
METANU W WĘGLU KAMIENNYM”,
autorstwa Pana mgr. inż. Marcina Karbownika

1. PODSTAWA FORMALNA RECENZJI

Podstawę formalną recenzji stanowi pismo z dnia 11.04.2022 r. Pana prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska, Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa. W piśmie tym Pan Profesor S. Prusek zwrócił się o wykonanie recenzji pracy doktorskiej pt.: „Zastosowanie uniporowego i bidispersyjnego modelu sorpcji metanu w węglu kamiennym” autorstwa mgr inż. Marcina Karbownika.

2. OMÓWIENIE PRACY

Opiniowana rozprawa doktorska dotyczy zagadnienia bardzo istotnego i aktualnego dla górnictwa węgla kamiennego w Polsce i na świecie. Waga problematyki związana jest ze względami bezpieczeństwa pracy w górnictwie, bezpośrednio rzutującymi na życie i zdrowie pracowników kopalń. Aktualność podjętej tematyki nie wymaga szerszego uzasadnienia w świetle znajomości zdarzeń związanych z wyrzutami skał i gazów, a także zagrożeniami wybuchem metanu, jakie odnotowano w polskim górnictwie. Celem pracy było określenie zakresu stosowania uniporowego i bidispersyjnego modelu dyfuzji do oceny kinetyki dyfuzji i sorpcji metanu w węglu kamiennym.

Praca składa się z trzech głównych części:

Część pierwsza zawiera rozdziały 1 – 4, w których przedstawiono:

Wprowadzenie, cel i główne założenia pracy oraz aktualny stan wiedzy dotyczącej zagadnień, którym poświęcona została rozprawa – rozdział 3. W rozdziale tym przedstawiono następujące zagadnienia:

Zagrożenia wyrzutami skał i gazów. Zwrócono uwagę na niebezpieczeństwa, jakie niosą one za sobą oraz na wysoki stopień skomplikowania zjawisk, co utrudnia ich opis matematyczny. Wymieniono również odnotowane w polskim górnictwie zdarzenia polegające na wyrzutach skał i gazów.

Omówiono parametry opisujące układ węgiel – gaz, specyfikując parametry podstawowe, do których zaliczono: metanonośność, zwięzłość węgla oraz wskaźnik intensywności desorpcji. Omówiono również metody wyznaczania powyższych parametrów. W dalszej części omówiono parametry dodatkowe pozwalające na oszacowanie zagrożenia wyrzutami skał i gazów, do których zaliczono: zawartość części lotnych oraz własności sorpcyjne: pojemność sorpcyjną, efektywny współczynnik dyfuzji oraz izotermę sorpcji.

Omówiono również zagadnienie transportu gazów w skałach jako strukturach porowatych, analizując mechanizm procesu dyfuzji gazów, wskazano na jej trzy typy (dyfuzje: Knudsen, powierzchniową i molekularną). W dalszej kolejności przedstawiono mechanizm filtracji. Z uwagi na fakt, iż proces filtracji przebiega znacznie szybciej niż proces dyfuzji, przyjęto że analizy kinetyki akumulacji i uwalniania gazów z próbek węgla sprowadzać się powinno do analiz procesów dyfuzji. Z tego względu dalsze informacje dotyczyły przedstawienia modeli dyfuzji: uniporowego, bidyspersyjnego i dyfuzyjno – relaksacyjnego. Pierwszy z modeli jest najczęściej stosowany, co wynika w dużej mierze z łatwości wykorzystywania z uwagi na zakładanie szeregu uproszczających założeń. Rozdział ten zamyka opis metod wykorzystywanych do analiz sorpcji.

W drugiej części pracy zawarto rozdziały :

Rozdział 4, w którym przedstawiono aparaturę badawczą, wykorzystaną w pracy do badań sorpcyjnych oraz petrograficznych. W dalszej kolejności przedstawiono modelowanie matematyczne zgodnie z założeniami modeli uniporowego i bidyspersyjnego oraz sposób identyfikacji parametrów obu modeli.

Rozdział 5 zawiera informacje dotyczące obszaru badań oraz materiału badawczego. Jak to przedstawiono, siła zbioru to 41 prób węgla pochodzącego z 22 kopalń polskich oraz dwóch kopalń z terenu Republiki Czeskiej. Z pobranego materiału wykonano preparaty mikroskopowe (zglądy) do badań petrograficznych oraz próby do badań fizykochemicznych. Zbadano: zawartość części lotnych, wilgoć higroskopijną oraz zawartość popiołu. Na

podstawie wyników przeprowadzonych badań do dalszych analiz wytypowano próby reprezentatywne w liczbie 23, które pogrupowano wg stopnia uwęglenia.

Rozdział 6 zawiera wyniki badań laboratoryjnych:

- Petrograficznych: refleksyjności wityryny oraz składu macerałowego.
- Fizykochemicznych: zawartość części lotnych, wilgoć higroskopijną oraz zawartość popiołu.

Rozdział 7, który można uznać za najistotniejszy w rozprawie dotyczy oceny jakości dopasowania modeli: uniporowego i bidispersyjnego do stwierdzonych badaniami przebiegów sorpcji.

W części trzeciej przedstawiono analizę uzyskanych wyników badań.

W rozdziale 8 Autor dokonał analizę możliwości zastosowania obu modeli do oceny występowania zjawisk gazodynamicznych.

W rozdziale 9 przedstawiono opis opracowanej procedury prowadzenia badań.

Rozdział 10 to wnioski z przedstawionej rozprawy doktorskiej.

W rozdziale 11 zamieszczony wykaz wykorzystanej literatury.

3. OCENA PRACY

Jak już sygnalizowano, tematyka pracy jest aktualna i ważna dla przemysłu wydobywczego,

a jej wyniki ściśle wiążą się z zapewnieniem bezpieczeństwa załóg górniczych. Praca została napisana w sposób prawidłowy i jasny. Cel pracy został osiągnięty, gdyż jednoznacznie wskazano dla których typów węgla może być stosowany model uniporowy, a dla których zachodzi konieczność stosowania dokładniejszego modelu bidispersyjnego. Wynik ten należy uznać za istotne osiągnięcie opiniowanej pracy, wraz z podanym w rozdziale 9 algorytmem opracowanej metody badawczej.

Podkreślić należy, że badaniami objęto bardzo szeroki materiał pochodzący z 22 kopalń polskich oraz dwóch z terenu Republiki Czeskiej – łącznie pobrano 41 prób. Również zakres badań był bardzo szeroki, obejmując badania własności fizykochemicznych i petrograficznych węgla. Podkreślić zatem należy pewną interdyscyplinarność przeprowadzonych badań i analiz ich wyników. Tak dobrany zakres badań pozwolił na uczynienie analiz pełniejszymi i na wyciągnięcie prawidłowych wniosków.

Oczywiście, jak w przypadku każdej pracy naukowo – badawczej, Autor nie ustrzegł się pewnych drobnych błędów, które w tym przypadku nie wpłynęły na ogólną jakość rozprawy.

4. UWAGI DO PRACY

Po zapoznaniu się z pracą nasuwa się następujące pytanie, na które nie odnajdujemy jednoznacznej odpowiedzi. Mianowicie interesującym jest jak uzyskana wyższa jakość opisu zjawiska przy zastosowaniu modelu bidyspersyjnego wpływa na prawidłowość oceny stopnia zagrożenia wyrzutami skał i gazów?

Spośród drobnych uwag o charakterze redakcyjnym można wskazać następujące:

Na rysunku 6.3 zamieszczonym na stronie 50 przedstawiono zależność refleksyjności wityryny od zawartości części lotnych dla badanych prób węgla. Rysunek został prawdopodobnie wykonany w programie EXCEL. Podano na nim wartość kwadratu współczynnika korelacji wielokrotnej R^2 . W przypadku przygotowania tego wykresu do publikacji należałoby podać postać równania aproksymującego wyniki badań oraz określić na rysunku przedziały ufności – najczęściej przyjmuje się je na poziomie 0.95.

Na stronie 58 w podpisie rys. 6.24 mylnie wpisano wyraz „miktynitu” zamiast „wityryny”.

Na stronie 63 napisano: ... niekiedy zabudowują komórki inertynitowe.” Lepiej użyć terminu: impregnują.

W rozdziale 7 opiniowanej pracy przedstawiono ocenę jakości rozpatrywanych modeli. Analizy zilustrowano wykresami przedstawiającymi wyniki badań i obliczeń dla obu modeli. Jako miarę jakości dopasowania przyjęto wartość błędu średniokwadratowego, którą podano na rysunkach. Należy zauważyć, że jakość dopasowania wyników obliczeń do pomiarów była generalnie wysoka, a w przypadku drugiego z modeli bardzo wysoka, co można ocenić na podstawie poszczególnych wykresów. Oczywiście podane wartości błędów pozwalały na bardziej obiektywną ocenę jakości. Nie mniej w celu przedstawienia analiz w sposób bardziej profesjonalny powinno się podać wartości współczynników korelacji wielokrotnej oraz przedziały ufności, co proponuję zrobić przygotowując materiał do publikacji.

Przy okazji nasuwa się pytanie o kryterium jakim należy się kierować przy ocenie, czy model uniporowy jest wystarczająco dokładny, czy też należy stosować model bidyspersyjny?

5. WNIOSEK KOŃCOWY

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne i samodzielne rozwiązanie Autora. Cel pracy został zrealizowany. Osiągnięciem Autora jest podanie dla których typów węgla może być stosowany model uniporowy, a dla których zachodzi konieczność stosowania dokładniejszego modelu bidispersyjnego. Rozprawa mieści się w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Praca odpowiada warunkom określonym w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, gdyż:

- Treść pracy świadczy o ogólnej wiedzy Kandydata w zakresie dyscypliny naukowej.
- Kandydat zaprezentował umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.
- Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, które może być zastosowane w górnictwie.

Mając na względzie powyższe, wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o dopuszczenie pracy Pana mgr inż. Marcina Karbownika do publicznej obrony.

