

ROZPRAWA DOKTORSKA

„MODEL TERMO-FILTRACJI W OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA GENERATORA ZGAZOWANIA WĘGLA”

mgr inż. Michał Strzelecki

STRESZCZENIE

Celem niniejszej pracy doktorskiej było opracowanie modelu termo-filtracji w obszarze oddziaływania podziemnego generatora zgazowania węgla. Mimo faktu, że historia podziemnego zgazowania węgla sięga już ponad 100 lat, nadal wiele aspektów związanych z tym sposobem eksploatacji jest wciąż niewyjaśnionych. Dotyczy to głównie zagadnień dotyczących oddziaływania procesu na środowisko. W pracy przedstawiono propozycję opisaną zagadnienia przepływu filtracyjnego wód podziemnych w otoczeniu gazogeneratora, a więc w warunkach zmiennego pola temperatury i ciśnienia. Model matematyczny termo-filtracji płynów (cieczy i gazów) wyprowadzono z równań termodynamiki procesów nieodwracalnych. Praca składa się z ośmiu rozdziałów podzielonych pod względem merytorycznym na podrozdziały.

Rozdział pierwszy stanowi wprowadzenie przedstawiające ogólne informacje na temat zagadnienia podziemnego zgazowania węgla oraz opisujące pojęcie termo-filtracji. Przedstawiono w nim główne cele i zakres rozprawy. Kontynuację wprowadzenia stanowi rozdział drugi dotyczący przeglądu literatury. Studia literaturowe przeprowadzono w podziale na trzy główne zagadnienia. Pierwszym jest tematyka podziemnego zgazowania węgla. Przedstawiono informacje o samym procesie technologicznym, jak i krótki rys historyczny dotyczący prac badawczych w tej tematyce. Skupiono się również na bardzo ważnym aspekcie dotyczącym osiągnięć w zakresie oddziaływania podziemnego generatora na środowisko. Kolejnym tematem studiów literaturowych był szeroko pojęty proces przepływu filtracyjnego płynu przez ośrodek porowaty. Trzecim tematem analizy dotychczasowych osiągnięć jest proces termo-filtracji. Na potrzeby pracy doktorskiej przeprowadzono szczegółowe studia zarówno literatury polskiej, jak i zagranicznej, uwzględniając klasyczne pozycje literaturowe, a także najnowsze osiągnięcia badaczy w zakresie zagadnień związanych z niniejszą pracą.

Rozdział trzeci jest pierwszym rozdziałem merytorycznym, w którym przeprowadzono dyskusję istniejących modeli matematycznych filtracji wód podziemnych oraz zaproponowano własny opis matematyczny procesu przepływu uwzględniającego spójność tego modelu z teorią konsolidacji ośrodka dwufazowego Biota-Darcy'ego.

W rozdziale czwartym rozprawy doktorskiej zaproponowano model termo-filtracji zawierający równania ciągłości przepływu, równania ruchu płynu przez ośrodek porowaty, związki

konstytutywne oraz równanie przepływu ciepła wynikające z praw termodynamiki procesów nieodwracalnych. Prezentowany model matematyczny został wyprowadzony w oparciu o dwa odmienne założenia: pierwsze przyjmujące, że ciepło rozchodzi się w ośrodku porowatym jednakowo ze średnią prędkością dla fazy stałej i płynnej, oraz drugie - zakładające, że przepływ ciepła następuje z inną prędkością w fazie stałej i płynnej z uwzględnieniem wymiany ciepła między tymi fazami. Rozważania teoretyczne doprowadzają do uzyskania układu równań różniczkowych termo-filtracji. Rozdział zawiera również definicję parametrów efektywnych modelu termo-filtracji. Model matematyczny zaproponowany w tym rozdziale stanowi podstawę obliczeń numerycznych przedstawionych w dalszej części pracy.

Wyniki obliczeń numerycznych przedstawiono w rozdziałach piątym i szóstym. Rozdział piąty prezentuje wyniki obliczeń przepływu filtracyjnego wykonane dla kilku wariantów modelu matematycznego. Aby zobrazować różnice przebiegu procesu dla zaproponowanego modelu matematycznego przepływu filtracyjnego, w odniesieniu do modelu klasycznego przedstawiono obliczenia numeryczne metodą elementów skończonych osiowo symetrycznej trójwymiarowej próbki poddanej przyłożonemu w chwili $t=0$ gradientowi ciśnienia. Wyniki obliczeń zawierają między innymi wykresy dla przypadku przepływu fazy ciekłej i fazy gazowej. Przedstawiono ponadto przykłady modeli numerycznych przepływu z uwzględnieniem członów bezwładnościowych w równaniu ruchu (model dynamiczny) i z ich pominięciem (model quasi-statyczny).

W rozdziale szóstym przedstawiono wyniki modelowania numerycznego procesu termo-filtracji, które uzyskane zostały z badań na dwóch obiektach: na modelach płaskim i przestrzennym uwzględniającym złożoną budowę geologiczną w otoczeniu gazogeneratora. W procesie obliczeń uwzględniono przemianę wody w parę wodną w utworach gruntowych zlokalizowanych w bezpośrednim kontakcie z generatorem PZW. Porównano również wyniki obliczeń filtracji w modelach matematycznych termo-filtracji i termo-konsolidacji opartym na równaniach Biota-Darcy'ego.

Siądmy rozdział prezentuje inny przykład zastosowania modelu matematycznego termo-filtracji. Przedstawiono w nim wyniki obliczeń dla zagadnienia tzw. ruchomych piasków na terenach pustynnych. Przykład ten dotyczy analizy stateczności filtracyjnej drobnych piasków pustynnych na skutek przepływu powietrza wywołanego działaniem różnicy temperatury.

Podsumowanie stanowi ostatni, ósmy rozdział pracy doktorskiej. Przedstawiono w nim wnioski dotyczące modelu przepływu cieczy w ośrodku porowatym dla warunków izotermicznych oraz wnioski wynikające z prezentowanego w pracy modelu termo-filtracji. Przedstawiono propozycje praktycznego wykorzystania modelu, jak również możliwości jego rozbudowy w przyszłości. W wyniku wykonanych prac przedstawiono wpływ oddziaływania podziemnego generatora na otaczające go środowisko gruntowo-skalne.