

Streszczenie

Podziemne zgazowanie węgla, chociaż wciąż jest procesem znajdującym na etapie badań i eksperymentów, to uchodzi za technologię perspektywiczną i przyszłościową. Wytwarzany metodą tą gaz jest bowiem surowcem, który znaleźć może zastosowanie w takich dziedzinach przemysłu jak chemia, metalurgia czy energetyka. Konieczne jest jednak dotrzymanie różnych (w zależności od planowanych aplikacji) wymagań dotyczących właściwości tego gazu, wynikających w znacznej mierze z jego składu chemicznego. W tym kontekście bardzo ważnym zagadnieniem staje się problem optymalizacji procesu PZW, który może być rozumiany przez taki dobór parametrów wejściowych i takie sterowanie, które pozwoli na uzyskanie gazu o żądanej dla danej aplikacji charakterystyce.

W pracy skoncentrowano się na możliwości wykorzystania gazu syntezowego do celów energetycznych. W takim przypadku gaz ten powinien charakteryzować się możliwie jak największą wartością opałową. Sformułowano wobec tego tezę postulującą możliwość maksymalizacji kaloryczności produkowanego gazu poprzez odpowiednie sterowanie zawartością pary wodnej i tlenu w czynniku zgazowującym.

W części teoretycznej pracy opisane zostały szczegółowo zagadnienia związane z chemizmem procesu PZW, grupy czynników wpływające na ten proces oraz najważniejsze parametry paliw gazowych (które były wyznaczane w dalszej części opracowania). Ponadto przedstawiono główne metody modelowania procesu PZW (koncentrujące się na predykcji parametrów gazu) oraz przykłady oprogramowania wykorzystywanego w badaniach modelowych tego zagadnienia.

Jako cel pracy postawiono określenie optymalnego składu czynnika zgazowującego ze względu na produkcję gazu syntezowego o maksymalnej wartości opałowej. Do realizacji tego celu przyczyniły się dwa modele procesu – model równowagowy, zbudowany w pakiecie MATHEMATICA oraz model CFD zaimplementowany do pakietu ANSYS FLUENT.

Model równowagowy posłużył od wstępnej i ogólnej analizy procesu. Na tym etapie wyznaczono podstawowe zależności między składem wytwarzanego gazu a charakterystyką paliwa, czynnika zgazowującego oraz temperaturą i ciśnieniem w reaktorze. Rezultaty te pozwoliły ponadto na pewne zawężenie zakresu zmiennych wejściowych na dalszych etapach badań. Uzyskane z modelu dane dotyczące składu chemicznego gazu umożliwiły również wyznaczenie innych jego parametrów (kaloryczność, temperatura spalania, granice zapłonu), których znajomość jest ważna, gdy gaz ten jest wykorzystywany jako paliwo.

Model CFD posłużył do szczegółowej i dokładnej analizy procesu. Uzyskano dane dotyczące przebiegu zgazowania w czasie oraz rozkładu niektórych z jego parametrów w przestrzeni reaktora. Dzięki temu możliwe było określenie etapów czasowych procesu oraz podział kanału zgazowującego na strefy różniące się temperaturą i składem chemicznym generowanego produktu.

Zasadniczym elementem analizy CFD było wyznaczanie składu gazu syntezowego (oraz temperatury wylotowej) dla różnej zawartości pary wodnej w medium konwertującym. Dla każdego uzyskanego składu gazu obliczona następnie została jego wartość opałowa. Stwierdzono, że najbardziej kaloryczny gaz jest wytwarzany, gdy udziały tlenu i pary wodnej w utleniaczu wynoszą odpowiednio 70% i 30%; tym samym została udowodniona teza pracy. Jednocześnie zauważono, że gdy ilość H_2O na wlocie reaktora jest nie większa niż 75%, to zmiana wzajemnych proporcji składników medium konwertującego nie powoduje znacznego pogorszenia wartości opałowej gazu i wówczas można przyjąć inne kryterium optymalizacji procesu (np. maksymalizację udziału H_2 lub CO). Natomiast gdy ilość pary wodnej w medium konwertującym jest większa niż 75%, to wówczas następuje znaczne pogorszenie warunków termicznych w reaktorze (na skutek pochłaniania ciepła w silnie endotermicznych reakcjach rozkładu H_2O), a tym samym kaloryczność gazu również gwałtownie spada.