

OCENA
rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Aleszczyka

pt. " Usuwanie siarkowodoru podczas zmiennego przepływu biogazu przez filtr z rudą darniową"

Rozwój odnawialnych źródeł energii, do których zalicza się biogaz, jest jednym z priorytetów polityki państwa. Wynika to z podjętych zobowiązań w ramach UE, jak również ze względów ekologicznych i ekonomicznych. Odnawialne źródła energii stanowią grupę powszechnie dostępnych niekopalnych surowców energetycznych, powstających samoistnie w powtarzających się naturalnych procesach przyrodniczych. Charakteryzują się one brakiem negatywnego wpływu na środowisko naturalne. W Instytucie Technologiczno Przyrodniczym w Poznaniu prowadzone są w ostatnich latach intensywne prace nad pozyskiwaniem i wykorzystaniem biogazu jako czynnika energetycznego. Zaangażowanie Doktoranta w realizację Projektów związanych z wytwarzaniem biogazu zwłaszcza na terenach wiejskich mogło być podstawą do wygenerowania założeń badawczych zawartych w jego pracy doktorskiej, którą otrzymałem do recenzji. Praca wykonana została pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Andrzeja Myczki.

Temat, którym zajął się Doktorant – „pt. "Usuwanie siarkowodoru podczas zmiennego przepływu biogazu przez filtr z rudą darniową" - należy uznać za aktualny i ważny z technologicznego punktu widzenia. Praca dotyczy oceny wpływu szybkości przepływu biogazu przez filtry wypełnione modyfikowaną oraz niemodyfikowaną rudą darniową na stopień usunięcia siarkowodoru.

Układ recenzowanej pracy jest typowy dla rozprawy doktorskiej; zawiera wykaz stosowanych skrótów, terminologię, wprowadzenie do tematu pracy, przegląd literatury, cel badań, metodykę oraz wyniki przeprowadzonych badań, dyskusję, wnioski oraz bibliografię. Doktorant na początku rozprawy przedstawił używane skróty, co w znaczny sposób ułatwia czytelnikowi śledzenie poszczególnych części rozprawy doktorskiej.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Łukasza Aleszczyka obejmuje 65 stron opracowanego wydruku komputerowego, w tym 18 zestawień tabelarycznych,

19 rysunków, 5 fotografii oraz 60 pozycji piśmiennictwa, w większości aktualnych pochodzących z ostatnich lat.

Celem pracy było zbadanie wpływu parametrów przepływu biogazu przez filtr zawierający modyfikowaną i niemodyfikowaną rudę darniową na stopień usunięcia z niego siarkowodoru. Usuwanie siarkowodoru z biogazu ma istotne znaczenie z punktu widzenia ochrony środowiska oraz żywotności elementów instalacji. Ponadto siarkowodor stanowi truciznę katalizatorów spalania stosowanych przy wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła z zastosowaniem silników spalinowych.

W technice odsiarczania biogazów stosuje się różnorodne metody, co odzwierciedla stosunkowo bogata literatura. Ich cechą wspólną jest warunek nienaruszania podstawowego składnika biogazu, czyli metanu. Usuwanie siarkowodoru z biogazu może przebiegać w procesach absorpcji fizycznej, adsorpcji i absorpcji z reakcją chemiczną i/lub katalizowaną oraz reakcji mikrobiologicznych. Najbardziej powszechną jest metoda absorpcji z reakcją chemiczną przy użyciu związków żelaza (Fe^{+3}), których tanim źródłem jest łatwo dostępna w Polsce ruda darniowa. Warunkiem przebiegu procesu jest występowanie żelaza w postaci hydratu $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ lub wodorotlenku $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Odmiany hydratów $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ łatwo wchodzi w reakcję z siarkowodorem, zaś utworzony siarczek żelazowy można utlenić otrzymując powtórnie aktywną postać tlenku żelaza (III).

Zastosowana przez Doktoranta do procesu odsiarczania ruda darniowa stanowi, tani i efektywnie działający kontakt. Przegląd literaturowy zawarty w recenzowanej pracy zawiera obok opisu produkcji biogazu, wpływu substratów na jego powstawanie, charakterystykę rud darniowych jako filtrów odsiarczających i sposób ich regeneracji.

W literaturze o ile można znaleźć informacje o składzie rud darniowych, o tyle brak jest danych związanych z analizą wpływu parametrów przepływu biogazu przez złożę odsiarczające na stopień oczyszczenia biogazu.

Informacje uzyskane w wyniku przeprowadzonych badań mają istotne znaczenie nie tylko z poznawczego ale również technologicznego punktu widzenia. Są one ważne w projektowaniu biogazowni rolniczych oraz niezbędne do oceny czasu pracy układu odsiarczającego.

Omówione zagadnienia zaczerpnięte z dostępnej literatury pozwoliły doktorantowi na pełniejszą interpretację uzyskanych wyników. Należy dodać, że Licencjodawcy oferujący komercyjne biogazownie, bardzo niechętnie publikują dane zawarte w swoich ofertach handlowych, w tym szczegółowe dane dotyczące sposobu realizacji oczyszczania biogazu.

Doktorant dokonał właściwego przeglądu literaturowego pod kątem tematyki zawartej w pracy.

W części doświadczalnej Doktorant starał się wyjaśnić takie zagadnienia badawcze jak:

- o w jaki sposób przepływ biogazu będzie wpływał na pochłanianie siarkowodoru przez

rudę darniową,

oraz

- o jaki jest wpływ rodzaju zastosowanej rudy darniowej na usuwanie siarkowodoru z biogazu.

Badania były realizowane w skali laboratoryjnej. Stanowisko badawcze zostało zaprojektowane w taki sposób, aby odwzorować funkcjonowanie biogazowni rolniczej. W odniesieniu do znanych, komercyjnych sposobów zasilania układu oczyszczania biogazu w pracy zastosowano elastyczny pierścieniowy zbiornik umożliwiający utrzymywanie określonego, stałego przepływu modelowego biogazu. Przepływ biogazu przez złożę rudy darniowej oparty był o zmianę objętości elastycznego zbiornika biogazu.

Badaniu poddano zarówno złożę modyfikowanej rudy darniowej jak i niemodyfikowanej.

Analizę biogazu, w tym zawartość w nim siarkowodoru, oznaczano przy pomocy analizatora GA 2000.

Doktorant podał charakterystykę rudy darniowej zarówno modyfikowanej, jak i niemodyfikowanej. W pracy nie podano zawartości związków żelaza w stosowanych rudach, a zwłaszcza zawartości Fe^{+3} . Podana w pracy zawartość żelaza mieści się w bardzo szerokim zakresie (40-48%). Należało dokonać uśrednienia prób rud pobranych do badań i przeprowadzić oznaczenie zawartości w nich zawartości Fe^{+3} .

Doktorant zastosował w badaniach modelowy biogaz zawierający 3000 ppm +/- 200 siarkowodoru. Stosowane szybkości przepływu biogazu mieściły się w granicach od 0,12 do 5,74 dcm³/min. Uzyskane w badaniach wyniki zostały poddane obróbce statystycznej.

Doktorant we wnioskach stwierdził, że rodzaj zastosowanej rudy darniowej ma duży wpływ na stopień usunięcia siarkowodoru z biogazu. Dotyczy to szczególnie zastosowania niemodyfikowanej rudy darniowej w przypadku której istotna jest wielkość szybkości przepływu biogazu na efektywność procesu jego oczyszczania.

Wyniki pracy zostały opracowane i zebrane w postaci tabelarycznej oraz przedstawione na rysunkach.

Doktorant trafnie dokonał doboru cytowanego piśmiennictwa i potrafił krytycznie ustosunkować się do uzyskanych rezultatów w świetle dostępnej literatury. Omówienie jest wyczerpujące.

Należy podkreślić, że Doktorant dokonał szereg obserwacji wzbogacających istotnie wiedzę o możliwości odsiarczania biogazu w oparciu o rudę darniową jako czynnika odsiarczającego.

Rozprawę kończy siedem wniosków przedstawionych w formie opisowej, które odzwierciedlają w pełni przeprowadzone przez Doktoranta badania.

Przedstawione przez Doktoranta cele badawcze zostały w pełni zrealizowane przez mgr inż. Łukasza Aleszczyka.

Obowiązkiem recenzenta jest wykazanie błędów natury stylistycznej oraz redakcyjnej. Uwagi redakcyjne przekazałem osobiście Doktorantowi. Nie mają one zasadniczego wpływu na przedstawioną w recenzji ocenę.

Przyjęty model biogazu zawierał jedynie kompozycję metanu i siarkowodoru. Doktorant nie podał w pracy stężenia tlenu w modelowej mieszance. Tlen bierze udział w utlenianiu jonów żelaza na drugim stopniu utlenienia do jonów na trzecim stopniu utlenienia. Jego obecność ma istotny wpływ na szybkość regeneracji złoża.

Ponadto, na efektywność odsiarczającą rudy darniowej ma istotny wpływ: pH, temperatura i wilgotność. W pracy nie opisano, czy były dokonywane pomiary powyższych parametrów, co ułatwiłoby głębszą interpretację uzyskanych wyników odsiarczenia biogazu.

Doktorant nie oznaczył czasu przebiecia złoża, a tym samym wskaźnika zużycia masy odsiarczającej.

Reasumując, oceniam rozprawę mgr inż. Łukasza Aleszczyka pozytywnie pod względem poznawczym i praktycznym. Układ rozprawy jest prawidłowy. Temat pracy jest aktualny zaś uzyskane wyniki ciekawe. Przedstawiona w pracy prezentacja wyników mogłaby być bardziej przemawiająca dla czytelnika po odpowiednim doborze układów graficznych. Łatwiejsza interpretacją byłoby określenie sorpcji siarkowodoru w przeliczeniu np. na 1 gram sorbentu.

Stwierdzam, że przedłożona mi do oceny praca doktorska mgr inż. Łukasza Aleszczyka. pt. "Usuwanie siarkowodoru podczas zmiennego przepływu biogazu przez filtr z rudą darniową" spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone przez Ustawę o Stopniach i Tytule Naukowym z dnia 18 marca 2011.

Mam więc zaszczyt przedłożyć Wysokiej Radzie Instytutu Technologiczno Przyrodniczemu moją pozytywną ocenę rozprawy wraz z wnioskiem o dopuszczenie Pana mgr inż. Łukasza Aleszczyka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Dr hab. inż. Marek Kułaziński