



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Arkadiusza Owczarka
pt.: „Analiza procesu współspalania miału węglowego z granulatem gumowym
w przemysłowych kotłach rusztowych”

Praca podejmuje niełatwą próbę poszukiwania przyjaznej środowisku, technologii współspalania miału węglowego z granulatem gumowym, pochodzącym głównie z zużytych opon. Znaczenie tej tematyki wynika z konieczności zagospodarowania narastającej liczby zużytych opon, przy jednoczesnym wprowadzeniu całkowitego zakazu ich składowania. O skali problemu świadczy roczna masa około 180 tysięcy ton opon gromadzonych w naszym kraju oraz 8 mln ton w skali całego świata.

W przeglądzie literatury omówiono światowe doświadczenia utylizacji zużytych opon samochodowych zwracając uwagę, iż najbardziej ekologicznym, a także ekonomicznym rozwiązaniem jest ich wykorzystanie energetyczne. Największe doświadczenie w tej dziedzinie ma przemysł cementowy, spalający z dobrym skutkiem w piecu obrotowym opony w całości lub częściowo rozdrobnione. Jednakże potencjał przerobowy cementowni jest ograniczony i uzależniony od koniunktury budowlanej.

Nie opracowano jeszcze uznanej powszechnie metody utylizacji zużytych opon, jednak Autor słusznie preferuje współspalanie granulatu gumowego z miałem węglowym w kotłach rusztowych typu WR.

Praca stanowi ważny głos w tej dyskusji, bowiem w naszych krajowych warunkach współspalanie opon z węglem wydaje się być optymalnym rozwiązaniem tym bardziej, że lokalne kotłownie w miarę równomiernie rozsiane po całym kraju, stanowią gęstą sieć umożliwiającą skrócenie kłopotliwego transportu opon do kotłowni.

Dodatkowym argumentem powyższego wyboru jest wysoka wartość opałowa granulatu, którego własności w zestawieniu z węglem zostały szczegółowo omówione w rozdziale 3. Wynika stąd, iż średnia wartość opałowa granulatu gumowego z opon samochodowych wynosi 31,86 MJ/kg, natomiast średnia wartość opałowa węgla energetycznego wynosi tylko 21,0 MJ/kg.

Ciekawe spostrzeżenia wynikają z prób spalania w laboratoryjnym piecu muflowym próbek zmielonego węgla i granulatu gumowego oraz ich mieszaniny zawierającej 80% węgla i 20% gumy. Okazało się, iż próbki mieszaniny wypalały się szybciej w analogicznych warunkach eksperymentów, co wyraźnie widać na zamieszczonych wykresach, obrazujących zmiany masy próbki w zależności od temperatury.

W oparciu o dotychczasowe doświadczenia Autor przedstawił tezę, iż „Substytucja do 25% wagowych polskiego węgla kamiennego granulatem gumowym z opon samochodowych może poprawić o kilka procent sprawność przemysłowych kotłów rusztowych bez istotnych modyfikacji konstrukcyjnych”.

W rozdziale 4 omówiono sposób przygotowania jednorodnej mieszanki o zaprogramowanej wartości opałowej. Wymaga to odpowiednich komponentów o określonej kaloryczności, umożliwiającej dobranie odpowiednich proporcji. Szczególnie starannie należy przygotować granulaty gumowe ze zużytych opon samochodowych.

Dotyczy to zarówno dokładnego rozdrobnienia, jak też usunięcia drutu stalowego stanowiącego wzmocnienie struktury opony. W dalszej części omówiono metody programowania udziału granulatu gumowego w mieszance paliwowej, ze szczególnym uwzględnieniem sposobu graficznego, stosowanego z powodzeniem w jednej z kotłowni eksploatującej kotły WR. Kolejnym ważnym elementem sporządzania mieszanki paliwowej jest proces zmieszania jej komponentów, a także kontrola udziału wagowego poszczególnych składników.

W posumowaniu stwierdzono, iż standardy emisyjne mieszanek przygotowanych zgodnie z omówionymi procedurami, będą równoważne ze standardami emisyjnymi spalania węgla energetycznych.

Interesującą koncepcję mechanizmu współspalania ziaren granulatu gumowego w otoczeniu ziaren węgla przedstawiono w rozdziale 5. Wynika z niej, iż degradacja substancji uciążliwych dla środowiska wymaga naprzemiennej zmiany atmosfery utleniającej i redukcyjnej. Takie warunki, zdaniem Doktoranta, występują w warstwie mieszanki płonącej na ruszcie, przyspieszając proces spalania. Badania termogravimetryczne potwierdziły te przypuszczenia, co wyraźnie ilustruje rys 5-3.

Rozdział 6 analizuje skąpe dane dotyczące zagranicznych doświadczeń współspalania węgla z granulatem gumowym. Wydaje się, iż materiał ten należało zamieścić w przeglądzie literatury.

Rozdział 7, najobszerniejszy rozdział pracy, poświęcono badaniom przemysłowego współspalania węgla z granulatem gumowym w kotłach rusztowych WR-5, WR-10, WR-25 oraz WR-35. Są to skróty raportów z badań wymienionych kotłów, wykonywanych na zlecenie użytkowników przez zespół w którym Doktorant brał czynny udział, czy też kierował realizacją niektórych projektów.

Głównym celem badań było sprawdzenie, czy w procesie współspalania miału węgla kamiennego z granulatem gumy ze zużytych opon samochodowych, nie występuje nadmierna emisja gazów zanieczyszczających powietrze, przekraczająca dopuszczalne limity. Kolejnym celem eksperymentów była identyfikacja maksymalnej zawartości granulatu gumowego w mieszaninie z węglem kamiennym, która zapewniałaby ekologiczną akceptowalność współspalania tak zmieszanego paliwa, nie stwarzając przy tym nadmiernych utrudnień eksploatacyjnych użytkownikowi kotła.

Ważnym elementem badań było porównanie składu spalin podczas spalania węgla kamiennego ze spalinami, powstającymi podczas spalania mieszanki węgla z granulatem gumowym oraz porównanie powstających przy tym popiołu i żużla.

Oznaczano więc w spalinach zawartości: SO_2 , NO_x , CO , pyłu, polichlorowanych dibenzodioksyn, polichlorowanych dibenzofuranów i metali ciężkich.

Natomiast w żużlu i popiele lotnym oznaczano stężenia: benzo-alfa-pirenu, polichlorowanych dibenzodioksyn i furanów.

Węgiel spalany samodzielnie różnił się od węgla użytego do sporządzania mieszanki, gdyż wartość opałowa węgla winna być zbliżona do wartości opałowej mieszanki węglowo-gumowej. Ponieważ guma ma wysoką wartość opałową, dlatego węgiel użyty do paliwa mieszanego musi mieć odpowiednio niższą wartość opałową.

Szczegółowe wyniki analiz chemicznych paliw spalanych podczas badań, a także wartości stężeń poszczególnych gazów w spalinach i zawartości części palnych w żużlu i popiele lotnym podane zostały w licznych, dobrze zestawionych tablicach.

Badania współspalania w kotłach rusztowych WR-25 wyposażonych w instalację odsiarczania spalin miały na celu sprawdzenie, czy przy współspalaniu węgla z granulatem gumowym emisja zanieczyszczeń nie przekroczy dopuszczalnych granic.

Pomiary trwające ponad 600 godzin, prowadzono przy różnym składzie paliwa mieszanego węglowo-gumowego. Uzyskane wyniki zostały przedstawione w licznych tablicach. Dowodzą one, iż emisja toksycznych związków zarówno w spalinach jak i żużlu, powstających w procesie spalania nie przekroczyły dopuszczalnych wartości.

Podobne rezultaty otrzymano w badaniach współspalania w kotle rusztowym OR-35 wyposażonego także w instalację odsiarczania spalin.

W rozdziale 8 dokonano podsumowania wyników badań współspalania granulatu gumowego z miałem węglowym w krajowych kotłach rusztowych. Badania te wykazały możliwość współspalania w tych kotłach miału węglowego z granulatem gumowym z zużytych opon samochodowych, bez konieczności modernizacji paleniska. W przypadku spalania węgla kamiennego z zawartością siarki powyżej 1%, należy zastosować instalację odsiarczania spalin. Współspalanie to przynosi użytkownikowi kotła znaczne korzyści ekonomiczne i ekologiczne, które wyszczególniono w dalszej części tego rozdziału.

Na uwagę zasługują także szczegółowe-liczbowe wyliczenia efektywności ekonomicznej procesu współspalania w kotle rusztowym WR-25.

Pracę kończą starannie opracowane wnioski oraz obszerny/105 pozycji/ wykaz literatury.

Lektura pracy nasuwa następujące uwagi:

- Na wstępie pracy nie zdefiniowano celu, a także zakresu zamierzonych badań.
- Mieszanka paliwowa, jej jednorodność, ze względu na sposób jej przygotowania może budzić pewne obawy.
- Nie omówiono szerzej wpływu rozfrakcjonowywania się mieszanki spowodowanego różnicą gęstości węgla i gumy.
- Pobieranie próbek paliwa oraz analiza techniczna i elementarna odbywać się musi zgodnie z PN i z tego powodu można było opis tych czynności pominąć. Z tego opisu wynika jednak, iż wspomniane normy nie zawsze były respektowane.
- Pomiary w tak trudnych warunkach ruchowych kotła mogą być obarczone dużymi błędami, z tego powodu brak analizy niedokładności pomiarów jest w tym przypadku szczególnie widoczny.
- W oparciu o zamieszczony opis trudno ustalić sposób pomiaru poszczególnych parametrów np. temperatury, ciśnień i innych, bez podania charakterystyk zastosowanych przyrządów pomiarowych.
- Szkoda że nie podjęto próby udowodnienia zaproponowanego, interesującego mechanizmu spalania ziaren granulatu gumy w otoczeniu ziaren węgla kamiennego.
- Nieliczne usterki stylistyczne i błędy literowe zamieściłem w dostarczonym egzemplarzu pracy i z tego powodu nie będę ich zamieszczał w tym miejscu.

Przytoczone uwagi nie umniejszają w istotny sposób ogólnej pozytywnej oceny pracy, której zasadniczą wartość należy upatrywać w przeprowadzeniu trudnych, niezwykle obszernych badań współspalania granulatu z zużytych opon samochodowych z miałem węglowym w kotłach rusztowych typu WR.

W posumowaniu uważam, iż przedstawiony materiał, a zwłaszcza jego staranne opracowanie dowodzi dużej wiedzy Autora, a także wycucia istoty analizowanych, niezwykle złożonych zjawisk.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, iż praca doktorska mgr Arkadiusza Owczarka pt. „Analiza procesu współspalania miału węglowego z granulatem gumowym w przemysłowych kotłach rusztowych”, spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

