

Prof. dr hab. inż. Marek PRONOBIS

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechniki Śląskiej

**RECENZJA
DYSERTACJI DOKTORSKIEJ**

mgr inż. Dariusza ŁUSZKIEWICZA

**„USUWANIE ZANIECZYSZCZEŃ ZE SPALIN OZONEM -
CHARAKTERYSTYKA PRODUKTÓW”**

1. Uwagi ogólne

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Mechanicznego-Energetycznego Politechniki Wrocławskiej z dnia 21.12.2017 r. Recenzowana praca należy do obszaru dyscypliny energetyka.

Zasadniczym celem przedłożonej dysertacji była identyfikacja produktów ozonowania spalin kotłowych z punktu widzenia optymalizacji technologii usuwania tlenków azotu i siarki. Praca liczy 114 stron tekstu a spis literatury zawiera 111 pozycji.

Rozdział 1 opisuje stan legislacji w zakresie emisji tlenków siarki i azotu (a także innych substancji, jak Hg i HF) oraz próby łącznego ich usuwania poprzez utlenianie ozonem do form rozpuszczalnych w wodzie. Autor zwraca uwagę, że w technologiach tego typu istotne znaczenie ma skład chemiczny powstałych ścieków, ściśle związany z prowadzeniem procesu ozonowania.

W Rozdziale 2 stanowi monograficzny opis metod łącznego usuwania NO_x, SO_x i Hg⁰ ze spalin. Autor wskazuje na ich wysoką skuteczność przy, na ogół, relatywnie niskich kosztach.

Krótki Rozdział 3 jest przeglądem literatury na temat ozonowania spalin. W rozdziale czwartym doktorant przedstawił cel i tezy pracy.

Część badawczą pracy rozpoczyna rozdział 5, zawierający szczegółowy opis metodyki badań laboratoryjnych i pilotażowych oraz sposób prowadzenia obliczeń w zakresie skuteczności usuwania NO_x, SO₂ i CO, bilansowania reakcji, stopnia konwersji jonów siarczynowych do siarczanowych oraz udziału związków azotu zatrzymanych w reaktorze utleniającym.

Kolejny Rozdział 6 przedstawia badania wpływu ozonowania na skład produktów powstałych wskutek usuwania NO z gazu nośnego. W wyniku badań zaproponowano chemizm

Wydział Mechaniczny-Energetyczny

09.03.2018

Wpłynęło dnia

Łuszkiewicz

powstawania jonów azotynowych i azotanowych w roztworze NaOH oraz wskazano warunek dla prowadzenia procesu przy wysokim udziale jonów azotanowych.

Rozdział 7 dysertacji podejmuje problem wpływu ozonowania na skład produktów powstałych wskutek usuwania SO_2 z gazu nośnego. Zaproponowano także model chemizmu powstawania jonów siarczynowych i siarczanowych.

Rozdział ósmy Autor poświęcił przedstawieniu wyników badań wpływu ozonowania na efektywność i produkty jednoczesnego usuwania tlenków azotu i SO_2 z gazu. Określono bilans związków siarki i azotu w absorberze oraz wpływ udziału tlenu i NO_2 w gazie nośnym na stopień konwersji jonów siarczynowych do siarczanowych. Zbadano ponadto wpływ obecności jonów siarczynowych na skuteczność denitracji. Podobnie jak poprzednio opracowano chemizm procesu.

W kolejnym, 9-tym rozdziale opisano badania wpływu wilgoci gazu nośnego na skład produktów i skuteczność eliminacji NO_x z gazu. Stwierdzono pozytywny wpływ większej wilgotności na te parametry.

Dziesiąty rozdział pracy podejmuje problem udziału CO_2 w gazie nośnym, co ma podstawowe znaczenie z uwagi na to, że w instalacjach kotłowych tym gazem są spaliny. Wykazano brak istotnego wpływu CO_2 na skuteczność usuwania tlenków azotu.

W kolejnym 11 rozdziale autor opisał badania wpływu udziału CO w gazie nośnym, wykazując, podobnie jak poprzednio, brak oddziaływania tego składnika na skuteczność denitracji z wykorzystaniem ozonu.

Podsumowanie rezultatów badań wykonanych w poprzednich rozdziałach zamieszczono w Rozdz. 12.

Trzynasty rozdział dysertacji poświęcono doborowi optymalnych, z punktu widzenia składu powstałych produktów, warunków ozonowania spalin. Analizowano wpływ reaktora utleniającego bez wypełnienia i z wypełnieniem na skład produktów usuwania NO z gazu. Badano zarówno usuwanie tylko NO jak i łącznego usuwania NO i SO_2 . Zaproponowano odpowiednie chemizmy usuwania jonów.

W Rozdz. 14. omówiono badania technologii ozonowania w skali pilotażowej w ZEW Kogeneracja Wrocław. Badano proces bez reaktora utleniającego i przy jego wykorzystaniu. Uzyskano skuteczność usuwania NO , SO_2 , CO i Hg sięgającą 90 %.

W kolejnym 15. rozdziale pracy autor dokonał analizy wpływu ozonowania na pracę mokrej instalacji odsiarczania spalin. Jest to niezwykle ważny problem, z uwagi na konieczność dotrzymania właściwych parametrów produkowanego gipsu. Autor wskazuje też, że

w pewnych warunkach łączne odsiarczanie i denitracja spalin może być technologią bezodpadową, prowadzącą do pozyskiwania nawozów.

Szesnasty rozdział dysertacji stanowi podsumowanie i przynosi istotne pod względem poznawczym wnioski.

2. Szczegółowe uwagi krytyczne

Praca jest napisana starannie, a zauważone błędy są nieliczne i a przy tym niezbyt istotne z merytorycznego punktu widzenia. Poniżej wymieniono niektóre z nich.

- W kilkunastu miejscach brakujące lub zbędne przecinki i błędy literowe.
- Str. 4 - w spisie oznaczeń jest „HCl - odnosi się do kwasu siarkowego”.
- Str. 11 - zamiast „Wheller” ma być „Wheeler”.
- Str. 19 - dialektyka?
- Str. 21 - zamiast „spali” ma być „spalin”.
- Str. 22 - wykonane w chlorowanego PCV?
- Str. 34 - Na Rys. 5.5 nie podano co oznaczają S4Płuk itd.
- Str. 41 - zamiast „liczę” ma być „liczbę”.
- Str. 44 - Na Rys. 6.2 zamieniono znaczenie trójkątnych i kwadratowych punktów.
- Str. 46, czwarty wiersz od dołu - zamiast „azotynowych” ma być „azotanowych”.
- Str. 44 - zamiast „wysoki” ma być „wysokich”.
- Str. 53 - zamiast „Henriego” ma być „Henry’ego”.
- Str. 73 - zamiast „SKŁADU” ma być „SKŁAD”.
- Str. 77 - Na Rys. 13.7 zamieniono znaczenie trójkątnych i kwadratowych punktów.
- Str. 96 - Na Rys. 14.2 nie podano znaczenia punktów 5 - 7.
- Str. 105 - w [41] ma być „Obradović i Sretenović”.

Ponadto pozycje literatury [75], [77], [85], [109] już raz wcześniej występowały.

3. Ocena pracy

Recenzowaną pracę oceniam pod względem merytorycznym wysoko. Problemy będące jej przedmiotem są niezwykle ważne w aktualnej sytuacji polskiej energetyki, dla której podstawowym wyzwaniem jest dotrzymanie niezwykle ostrych wymogów emisyjnych narzuconych przez IED i konkluzje BAT, przy rozsądnych kosztach. Jedną z ciekawszych opcji jest tu ozonowanie spalin dla łącznego usuwania tlenków azotu i siarki.

W wyniku badań, przeprowadzonych zarówno w skali laboratoryjnej jak i pilotażowej, autor odpowiada na szereg pytań istotnych dla wprowadzenia takich metod, a w szczególności na skład produktów końcowych oczyszczania spalin. Skład ten podlega bowiem także odpowiednim normom ekologicznym.

Znaczącym osiągnięciem doktoranta jest opracowanie zaleceń dla optymalnej eksploatacji systemów ozonowania spalin oraz mokrych instalacji odsiarczania, przyjmując jako kryterium skład produktów poreakcyjnych i koszty technologii.

Recenzowana rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Doktorant wykazał się właściwą wiedzą i umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Osiągnięte rezultaty wnoszą istotny postęp w stosunku do istniejącego stanu wiedzy i mają dużą przydatność praktyczną. W tym kontekście praca spełnia wymogi stawiane przez obowiązującą ustawę.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia wnoszę o dopuszczenie pana mgr inż. Dariusza Łuszkiewicza do obrony pracy.

