

Autoreferat

1. **Imię i Nazwisko:** Renata Krzyżyńska

2. **Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania.**

1. **Doktor inżynier** nauk technicznych (z wyróżnieniem) - Wydział Mechaniczno-Energetyczny Politechniki Wrocławskiej, 2006 r. Rozprawa doktorska pt. „Ograniczenie emisji rtęci ze spalin kotłów energetycznych”. Promotor: prof. dr hab. Inż. Mieczysław Adam Gostomczyk
2. **Magister inżynier** (z wyróżnieniem) - Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1998 r.
3. Dyplom ukończenia Studium Podyplomowego w zakresie Stosunków Międzynarodowych i Handlu Zagranicznego na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu (w przeszłości Akademii Ekonomicznej), Wrocław, 2000 r.

3. **Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.**

- **od 01.10.2009** – adiunkt, Politechnika Wroclawska, Wydział Inżynierii Środowiska
- **2007 - 2009** – staż naukowy podoktorski w U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory (NRMRL), Air Pollution Prevention and Control Division, Research Triangle Park, North Carolina, USA.
- **2002 - 2006** – doktorant, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny.

Renata Krzyżyńska

4. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r.o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

A) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa),

Osiągnięciem habilitacyjnym, określonym zgodnie z obowiązującą „Ustawą o stopniach naukowych... art. 16 ust. 2” jest dzieło opublikowane w całości w postaci monografii habilitacyjnej:

- Krzyżyńska Renata, „**Zintegrowane oczyszczanie spalin z SO₂, NO_x i Hg w układach mokrego odsiarczania spalin**”, 2012 r., Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej nr 93, Seria: Monografie nr 58.

B) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Moje prace badawcze, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, dotyczyły modyfikacji tradycyjnego procesu absorpcji dwutlenku siarki (SO₂) w wodnej zawiesinie węglanu wapnia (CaCO₃), w taki sposób aby możliwe było usunięcie w jednym absorberze tlenków azotu (NO_x) i rtęci (Hg). Zachętą do prowadzenia tego typu badań były wprowadzane w krajach UE i USA coraz ostrzejsze regulacje prawne dotyczące emisji tych zanieczyszczeń.

Przegląd literatury pokazał, że pomimo opublikowania wielu prac naukowych dotyczących utleniania i absorpcji NO_x i/lub SO₂ w wodnych roztworach chlorynu sodu (NaClO₂) brak jest danych dotyczących jednoczesnego usuwania SO₂, NO_x i Hg w zawiesinie węglanu wapnia z dodatkiem chlorynu. W związku z powyższym brak jest również mechanizmów procesów utleniania i absorpcji wymienionych zanieczyszczeń w tego typu absorberach. Celem moich badań była próba modyfikacji procesu absorpcji SO₂ w wodnej zawiesinie CaCO₃ prowadząca do jednoczesnego usuwania SO₂, NO_x i Hg. Modyfikacja ta polegała na utlenieniu nierozpuszczalnego NO do rozpuszczalnej formy NO₂ (lub wyższych tlenków azotu) oraz utlenieniu elementarnej formy rtęci - Hg⁰ do rozpuszczalnej formy Hg²⁺ za pomocą dozowanych do roztworu absorpcyjnego reagentów, w tym głównie chlorynu sodu. Celem pracy było także określenie wpływu

zmian istotnych parametrów procesowych na sprawność usuwania SO_2 , NO_x i Hg, takich jak: stężenie reagentów, stężenie dwutlenku siarki w gazach wyjściowych, stężenie tlenków azotu, wartości pH zawiesiny reakcyjnej oraz temperatury, a także określenie miejsca iniekcji roztworu chlorku sodu w układzie oczyszczania spalin, utworzenia tzw. strefy odsiarczania i utleniania w absorberze kolumnowym z wymuszonym napowietrzaniem oraz określenie wpływu czasu kontaktu gaz-reagent w absorberze. Jednym z zadań badawczych było również określenie zjawiska niepożądanej reemisji rtęci i dwutlenku chloru z zintegrowanego absorbera.

Określenie ww. zależności było konieczne do poznania i opracowania mechanizmów usuwania SO_2 , NO_x i Hg w zintegrowanym absorberze, których poznanie, a następnie regulowanie nimi pozwoliłoby na uzyskanie maksymalnych sprawności usuwania tych zanieczyszczeń. Kończącym etapem badań była weryfikacja badań laboratoryjnych w skali technicznej.

Badania przeprowadziłam w warunkach laboratoryjnych i pilotowych w absorberach symulujących mokre absorbery odsiarczania spalin zasilane zawiesiną węgla wapnia. Skład gazu modelowego używanego do badań był zbliżony do rzeczywistego gazu odlotowego ze spalania węgla i zawierał kolejno: 81% obj. N_2 , 11% obj. CO_2 , 8% obj. O_2 , 0-2500 ppm SO_2 (w zależności od eksperymentu), 0-470 ppm NO_x (w zależności od eksperymentu) i $206 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Hg°. Stężenie rtęci było kilkukrotnie wyższe niż te spotykane w rzeczywistych instalacjach spalających węgiel ze względu na czułość zastosowanych analizatorów.

Temperatura spalin przed i za absorberem utrzymywana była na stałym poziomie 90°C , a w absorberze 55°C . Reagenty dozowane były ze stałą prędkością i w ściśle określonych stężeniach. Podczas eksperymentów utrzymywano stały strumień gazów, a stężenia zanieczyszczeń przed i po absorberze analizowane były przez system analizatorów ciągłego pomiaru. Wszystkie wyniki badań były monitorowane i automatycznie zgrywane na dysk komputera co 10s za pomocą automatycznego systemu gromadzenia danych. Ponadto pobierałam próbki zawiesiny poreakcyjnej, które filtrowałam i analizowałam na chromatografie cieczowym. Dokładna analiza jonowa produktów reakcji pozwoliła mi na wykonanie bilansów masowych i pomogła w opracowaniu mechanizmów chemicznych procesu.

W celu realizacji poszczególnych zadań utworzyłam sześć układów badawczych, które dostosowane były do konkretnego problemu badawczego. Warunki laboratoryjne umożliwiały utrzymywanie wszystkich zadanych parametrów procesowych na stałym

poziomie, poza jednym – badanym. Prowadząc badania w ten sposób możliwe było dokładne poznanie zależności rządzących procesem, co byłoby niemożliwe w warunkach pełnoprzemysłowych.

Badania wykazały, że zastosowanie wodnego roztworu chlorynu sodu w mokrych absorberach do odsiarczania spalin zasilanych zawiesiną węglanu wapnia, może przynieść korzyść w postaci usunięcia NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$ i wyższych tlenków azotu) i Hg ($\text{Hg}^0 + \text{Hg}^{2+}$) bez pogarszania skuteczności usuwania samego SO_2 . Określiłam wpływ zmian istotnych parametrów procesowych na sprawność usuwania SO_2 , NO_x i Hg . Stwierdziłam, że wartość pH zawiesiny reakcyjnej wpływa bardzo istotnie na sprawność usuwania zanieczyszczeń. Najwyższe sprawności usuwania wszystkich zanieczyszczeń uzyskałam w zawieszynie o pH poniżej 3.0. Jednakże w takich warunkach prowadzenia procesu istnieje pewne ryzyko emisji dwutlenku chloru z absorbera, który może opuścić absorber wraz ze spalinami. W moich badaniach nie zaobserwowałam emisji tego gazu z absorbera, gdyż przereagował on szybko z komponentami gazów spalinowych, co potwierdziła analiza jonowa produktów reakcji. Wyższe wartości pH powodowały natomiast gwałtowny spadek sprawności utlenienia NO i Hg^0 . Najbardziej optymalnym przedziałem pH w stosunku do usuwanych zanieczyszczeń była wartość pH w granicach 4.0-7.0. W przedziale tym uzyskałam wysokie sprawności usuwania wszystkich zanieczyszczeń, a ryzyko emisji dwutlenku chloru jest niewielkie. Badania wykazały także, że brak dwutlenku siarki w gazach wyjściowych powoduje gwałtowny spadek sprawności usuwania NO i Hg ze spalin. Z drugiej strony, niewysokie stężenia dwutlenku siarki w spalinach wyjściowych okazały się konieczne do uzyskania wysokich sprawności usuwania tlenków azotu i rtęci. Spowodowane jest to przede wszystkim naturalnym obniżaniem pH zawiesiny przez dwutlenek siarki. Badania wykazały, że odczyn zawiesiny reakcyjnej istotnie wpływa na mechanizmy chemiczne zachodzące w zintegrowanym absorberze. Mechanizm chemiczny usuwania zanieczyszczeń jest bowiem inny w roztworze kwaśnym i alkalicznym, co także wyraźnie wpływa na sprawności usuwania poszczególnych zanieczyszczeń. Szczegółowy mechanizm usuwania zanieczyszczeń w zawieszynie o różnych wartościach pH przedstawiony jest w monografii.

Kolejne badania wykazały, że stężenie tlenków azotu w gazach wyjściowych ma głównie wpływ na sprawność usuwania rtęci. Brak tlenków azotu w spalinach był przyczyną zmniejszonej sprawności jej usuwania. Brak tlenków azotu w spalinach powodował automatycznie brak kwasu azotowego w absorberze, z którym rtęć

metaliczna reaguje. Przeprowadzone badania wykazały, że oprócz chlorynu sodu, który utlenia i absorbuje rtęć, również kwas azotowy ma swój udział w całkowitym mechanizmie usuwania rtęci. Zmiana temperatury w zintegrowanym absorberze w zakresie 25–65°C nie wpłynęła istotnie na procesy usuwania zanieczyszczeń.

Wyniki badań pokazały, że miejsce dozowania roztworu chlorynu sodu (przed, do lub za absorberem) w układzie oczyszczania spalin bardzo wpływa na sprawność usuwania zanieczyszczeń. Jest to związane z różnymi warunkami panującymi w poszczególnych miejscach układu oczyszczania spalin. Wyniki badań pokazały, że zastosowanie roztworu chlorynu sodu za absorberem odsiarczania spalin jest korzystne w przypadku bardzo niskich stężeń chlorynu tj. poniżej 3,0 mM ($n_{\text{NO}}/n_{\text{ClO}_2} \approx 0,8$). Dla tak niskich stężeń możliwe było uzyskanie najwyższych spośród badanych konfiguracji sprawności utleniania NO i Hg^0 . Może to obniżyć koszty całego procesu oczyszczania. W układzie tym usunięto rtęć w całości w najniższych stosowanych stężeniach chlorynu sodu. Dla przykładu, w eksperymencie, w którym stężenie chlorynu sodu wynosiło 0,7mM ($n_{\text{NO}}/n_{\text{ClO}_2} \approx 3,5$), uzyskano prawie całkowite usunięcie rtęci ze spalin (z ok. 40% NO i ok. 25% NO_x). Dla porównywalnych stężeń jonów ClO_2^- w absorberze, do którego dozowano jednocześnie zawiesinę węgla wapnia z chlorynem sodu, uzyskano jedynie 10-procentową sprawność usuwania rtęci (z ok. 8% NO i 5% NO_x). Podobne wyniki uzyskałam w układzie w którym chloryn stosowano przed absorberem. Tak wysoka sprawność usuwania zanieczyszczeń, w reaktorze umieszczonym za mokrym absorberem, przy tak niskich stężeniach chlorynu, związana była z niewielką ilością dwutlenku siarki, a także niewielką ilością jonów siarczanowych(IV) (SO_3^{2-}) i wodorosiarczanowych(IV) (HSO_3^-), które mogły zużywać chloryn przeznaczony dla procesów utleniania NO i Hg^0 . Wyniki te sugerują teoretyczną możliwość zastosowania takiego rozwiązania u odbiorców, którzy zainteresowani byłiby oczyszczaniem spalin z rtęci z jednoczesnym podczyszczaniem spalin z NO_x , używając bardzo niewielkich stężeń chlorynu sodu.

Wyniki badań pokazały także, że najwyższą sprawność absorpcji NO_x (ponad 90% przy 8.0 mM ClO_2^- ($n_{\text{NO}}/n_{\text{ClO}_2} \approx 0.3$)) wśród badanych rozwiązań można uzyskać stosując chloryn sodu przed mokrym absorberem. Tak wysoka sprawność absorpcji NO_x , a także innych zanieczyszczeń związana jest z częściowym rozkładem, w kwaśnej zawieszynie reakcyjnej, chlorynu sodu do gazowego dwutlenku chloru, który jak

wykazano w monografii bardzo skutecznie reaguje z innymi komponentami gazów spalinowych.

Rozwiązanie to jest najskuteczniejsze, lecz wiąże się najprawdopodobniej z najwyższymi, spośród badanych rozwiązań, kosztami inwestycyjnymi. Koszty te obejmowałyby m.in. antykorozyjny reaktor, większe zużycie chlorynu sodu, a także zainstalowanie detektorów dwutlenku chloru. Teoretycznie najkorzystniejszym ekonomicznie i najpraktyczniejszym rozwiązaniem wydaje się zastosowanie zintegrowanego absorbera, do którego jednocześnie dozowana byłaby zawiesina $\text{CaCO}_3\text{-NaClO}_2$. Rozwiązanie to wydaje się najtańsze głównie ze względu na brak konieczności stosowania dodatkowych reaktorów czy miejsca, lecz jak dotąd nie udało się uzyskać większej aniżeli 50–60-procentowej sprawności absorpcji NO_x . Ponadto koszty operacyjne mogą być wyższe niż w innych konfiguracjach ze względu na większe zużycie chlorynu.

Kolejne badania przeprowadziłam w kolumnie absorpcyjnej z wymuszonym napowietrzaniem w skali laboratoryjnej. W kolumnie absorpcyjnej utworzyłam tzw. strefy odsiarczania i utleniania. W strefie utleniania zapewniono odpowiednie warunki dla reakcji $\text{NaClO}_2\text{-Hg/NO}$, oraz zminimalizowano niepożądane reakcje z udziałem $\text{SO}_2/\text{SO}_3^{2-}/\text{HSO}_3^-$. Wyniki badań wykazały, że iniekcja roztworu chlorynu sodu ponad strefę odsiarczania jest znacznie korzystniejszą opcją dla usuwania NO/NO_x i Hg, aniżeli jednoczesna aplikacja zawiesiny $\text{CaCO}_3/\text{NaClO}_2$ do jednej strefy. Zależność ta nie zmieniała się nawet z wydłużaniem czasu kontaktu. Jest to związane głównie z ograniczonym stężeniem $\text{SO}_2/\text{SO}_3^{2-}/\text{HSO}_3^-$ w strefie utleniania, które mogły zużywać częściowo chloryn sodu. Dzięki utworzeniu strefy utleniania można uzyskać wysoką sprawność usuwania zanieczyszczeń przy niższym stężeniu reagenta. Ponadto wyniki badań wykazały również, że dwutlenek siarki nie jest głównym parametrem wpływającym na zwiększone zużycie chlorynu sodu, lecz są nimi powstałe w wyniku procesu odsiarczania jony SO_3^{2-} i HSO_3^- .

Celem kolejnych prac było zwiększenie skali oraz weryfikacja uzyskanych wyników laboratoryjnych w instalacji pilotowej ($50000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) symulującej absorber natryskowy z wymuszonym napowietrzaniem. W celu poprawienia turbulencji i umożliwienia lepszego kontaktu gaz - ciecz zastosowano w nim dodatkowo złoża z plastikowymi perforowanymi kulami. Badania wykazały, że możliwe jest stworzenie zintegrowanego absorbera, w którym skutecznie można usunąć nie tylko SO_2 , lecz także NO_x i Hg. Sprawność usuwania zanieczyszczeń zależy jednak od wielu

parametrów, z których najważniejsze to: stężenie chlorynu, miejsce jego iniekcji oraz stężenia jonów SO_3^{2-} i HSO_3^- , a także SO_2 w gazach spalinowych, co jest zgodne z wcześniej przeprowadzonymi badaniami w mniejszej skali. Wyniki badań pokazały, że głównym czynnikiem konkurującym o chloryn sodu w absorberze nie jest gazowy SO_2 , lecz jony SO_3^{2-} i HSO_3^- , co również jest zgodne z badaniami przeprowadzonymi w mniejszej skali. W związku z tym, aby uzyskać wyższą sprawność usuwania zanieczyszczeń, należy minimalizować stężenia jonów SO_3^{2-} i HSO_3^- w zawieszynie reakcyjnej. W tym celu należy stosować napowietrzanie zawiesziny po kolumnie absorpcyjnej (w prezentowanych badaniach stosowano wieże natleniające), dzięki czemu jony $\text{SO}_3^{2-}/\text{HSO}_3^-$ są utleniane przez tlen do siarczanów i tym samym czynią je obojętnymi w stosunku do chlorynu sodu.

Wyniki badań laboratoryjnych i pilotowych wykazały, że nie występuje reemisja rtęci z absorbera. Wstępne badania symulacyjne dowodzą, że zatrzymana rtęć w absorberze zasilanym chlorynem sodu jest silnie związana i proces jej redukcji może być bardziej skomplikowany niż w klasycznym absorberze, w wyniku czego reemisja rtęci jest znikoma lub zerowa.

Za oryginalny swój wkład do rozwoju dziedziny inżynieria środowiska autorka uważa:

- opracowanie metody zintegrowanego oczyszczania spalin z SO_2 , NO_x i Hg w układach mokrego odsiarczania spalin zasilanych zawiesziną węglanu wapnia i chlorynu sodu,
- określenie wpływu zmian istotnych parametrów procesowych na sprawność usuwania SO_2 , NO_x i Hg w zintegrowanym absorberze, takich jak: stężenie użytych reagentów, stężenie dwutlenku siarki w gazach wyjściowych, stężenie tlenków azotu, wartości pH zawiesziny reakcyjnej oraz temperatury. Wskazanie miejsca iniekcji roztworu chlorynu sodu w układzie oczyszczania spalin, utworzenia tzw. strefy odsiarczania i utleniania w absorberze kolumnowym z wymuszonym napowietrzaniem oraz określenie wpływu czasu kontaktu gaz-reagent w absorberze.
- opracowanie mechanizmów usuwania SO_2 , NO_x i Hg w zintegrowanym absorberze oraz określenie i zbadanie zjawiska niepożądanego reemisji rtęci i dwutlenku chloru z absorbera

- stworzenie realnych podstaw dla prac projektowych nad metodą zintegrowanego oczyszczania spalin z SO₂, NO_x i Hg. Należy podkreślić, że w przypadku praktycznego zastosowania nie jest wymagana budowa od podstaw nowej instalacji, gdyż wystarczy modernizacja działających już instalacji usuwania dwutlenku siarki metodą mokrą wapienną.

Badania w tym zakresie prowadzę od roku 2007. Badania przeprowadziłam w laboratoriach U.S. EPA, Research Triangle Park, North Carolina USA, gdzie przebywałam w latach 2007 - 2009 na naukowym stażu podoktorskim, a następnie podczas pobytów naukowych jako „visiting scientist” w latach 2010 i 2011.

5) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W 2002 r. rozpoczęłam studia doktoranckie w Politechnice Wrocławskiej na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Mieczysława A. Gostomczyka . Głównym obszarem moich zainteresowań była tematyka związana z ograniczaniem emisji rtęci z palenisk energetycznych. Większość badań w tamtym okresie związana była z oczyszczaniem spalin z rtęci za pomocą węgla aktywnych, impregnowanych siarką lub bromem.

Badania moje dotyczyły oszacowania emisji Hg i rozkładu stężeń rtęci w węglu, spalinach i poszczególnych elementach układu oczyszczania spalin, a następnie opracowaniu metody ograniczenia emisji rtęci w instalacji suchego i półsuchego odsiarczania spalin wyposażonej w filtr tkaninowy. Badania przeprowadziłam na spalinach rzeczywistych z kotła OP-430 w instalacji pilotowej WAWO-2 w Kogeneracji Wrocław S.A. Proces usuwania rtęci polegał na utlenieniu rtęci w fazie gazowej oraz jej sorpcji na placku filtracyjnym filtra tkaninowego. W badaniach rolę substancji utleniającej pełnił: ozon, nadtlenek wodoru, podchloryn sodu, podchloryn wapnia, natomiast stosowanym sorbentem był suchy wodorotlenek wapnia, który wykazywał najwyższą skuteczność sorpcji rtęci w formie utlenionej (Hg²⁺). Osiągnięto całkowite usunięcie rtęci ze spalin. Badania skoncentrowane były głównie na usuwaniu rtęci ze spalin, jednakże pomiarom podlegały również stężenia tlenków azotu. Badania wykazały także, że jest możliwe również częściowe usunięcie tlenków azotu ze spalin. W wyniku badań określono także bilans rtęci, charakterystyki węgla i popiołów.

Oszacowano stężenia rtęci w węglu, spalinach (z podziałem na Hg^0 , Hg^{2+} i Hg_p) i popiele (do którego zaliczano rtęć zatrzymaną w elektrofiltrze znajdującym się przed instalacją pilotową oraz w żużlu).

Praca doktorska pt.: „Ograniczenie emisji rtęci ze spalin kotłów opalanych węglem”, została obroniona z wyróżnieniem.

Opracowane rozwiązanie, usuwania rtęci wraz z tlenkami azotu i siarki w instalacjach suchego i półsuchego odsiarczania, wyposażonych w filtr tkaninowy, zostało zgłoszone na konkurs innowacyjności i uzyskało nominację jako jedno z dziesięciu najbardziej innowacyjnych rozwiązań służących ochronie środowiska w Europie w konkursie „European Environmental Press Award 2005 “Environmental Innovation for Europe” organizowanym przez Europejskie Stowarzyszenie Prasy Branżowej EEP we współpracy z francuskimi Targami Ochrony Środowiska POLLUTEC oraz Europejską Federacją Stowarzyszenia Specjalistów Ochrony Środowiska (EFAEP - European Federation of Association of Environmental Specialists). Rozwiązanie opisane było w 13 czasopismach branżowych w Europie.

W 2006 r. wygłosiłam referat na jednej z największych i najbardziej prestiżowych konferencji branżowych w Stanach Zjednoczonych „Power Plant Air Pollutant Control „MEGA” Symposium” w Baltimore. Po prezentacji przedstawiciele U.S. EPA zaproponowali mi aplikowanie o staże naukowe.

W kwietniu 2007 r. rozpoczęłam dwuletni staż podoktorski w jednym z najlepszych na świecie centrów badawczych w dziedzinie ochrony środowiska należącym do U.S. EPA w Research Triangle Park, North Carolina, USA. Staż podoktorski w U.S. EPA wg. „The Scientist” plasuje się od lat w czołówce najlepszych miejsc na staż podoktorski na świecie.

Celem moich badań było opracowanie metody zintegrowanego oczyszczania spalin z SO_2 , NO_x i Hg w układach mokrego odsiarczania spalin, czyli najbardziej popularnym typie absorbera na świecie. Podczas pobytu miałam nieograniczony dostęp do aparatury badawczej, a także swobodę w formułowaniu problemów badawczych i ich rozwiązywaniu na drodze empirycznej. Formalną opiekę nad moim stażem z ramienia U.S. EPA pełnił dr Nick D. Hutson.

Ciekawym doświadczeniem badawczym był również udział w badaniach w elektrowni Gadsden, Alabama, USA, w grudniu 2007, na które zostałam zaproszona przez amerykańsko-australijską firmę Indigo Technologies i Southern Company (największy wytwórca energii w Stanach Zjednoczonych). Badania dotyczyły chłodzenia

i nawilżania gazów oraz wspomaganie procesu usuwania dwutlenku siarki, tlenków azotu, rtęci i WWA w pilotowej instalacji suchej z odpylaczem z użyciem nadtlenu wodoru (H_2O_2) i wodorotlenku wapna ($Ca(OH)_2$).

Kolejnym doświadczeniem badawczym w skali przemysłowej był udział w badaniach przeprowadzonych w Elektrowni Dolna Odra w 2009 r., na które zostałam zaproszona przez prof. Gostomczyka i firmę Energotechnika-Energorozruch S.A. Badania dotyczyły wspomaganie procesu usuwania tlenków azotu w pełnoprzemysłowej instalacji mokrego odsiarczania z użyciem nadtlenu wodoru.

Podsumowując dorobek publikacyjny, w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, zostałam autorem i współautorem 19 publikacji w czasopiśmie naukowych, pracach zbiorowych i materiałach konferencyjnych, jednego patentu amerykańskiego oraz autorem monografii habilitacyjnej. Pięć opublikowanych artykułów znajduje się w bazie Journal Citation Reports (JRC). Łączny impact factor opublikowanych artykułów w bazie JRC wynosi zgodnie z rokiem opublikowania 5,634 (5-letni: 7,451). Kolejna napisana publikacja z doświadczeń pilotowych zostanie wysłana do Energy & Fuels w najbliższym czasie.

Prace moje były cytowane 22 razy wg bazy Web of Science (bez autocytowań) i 25 razy wg bazy Scopus (bez autocytowań)

Wyniki badań prezentuję na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych w takich krajach jak: USA, Hiszpania, Niemcy, Węgry czy Południowa Afryka.

Wyniki moich badań posłużyły mi również do zaprojektowania absorbera, w którym można usuwać łącznie lub oddzielnie: dwutlenek siarki, tlenki azotu i rtęć za pomocą metody, która uwzględnia zastosowanie reagentów /lub ich mieszanek/ w postaci: $NaClO_2$, $NaClO_3$, H_2O_2 , $KMnO_4$, $Ca(OCl)_2$ wraz z wodnymi zawiesinami wodorotlenków i tlenków wapnia, węglanów i wodorowęglanów wapnia (oddzielnie lub mieszanek) dozowanych łącznie lub oddzielnie z różnych poziomów absorbera (patent amerykański: US 8,012,438).

W obszarze moich zainteresowań są również zagadnienia związane z energetyką odnawialną oraz ochroną środowiska, a szczególnie problemy ochrony atmosfery. W latach 2009 – 2011 uczestniczyłam w realizacji projektu „Identyfikacja potencjału i zasobów Dolnego Śląska w obszarze nauka i technologie na rzecz poprawy jakości życia (Quality of Life) oraz wytyczenie przyszłych kierunków rozwoju. Badania metodami Foresight”. Projekt współfinansowany był przez Unię Europejską. W projekcie pełniłam funkcję „Lidera Ekspertów” w sekcji „Nauka”. W ramach projektu

uczestniczyłam czynnie w wielu spotkaniach dyskusyjnych z przedstawicielami sektorów: nauki, przemysłu, społeczeństwa i administracji, przygotowywałam ekspertyzy oraz wzięłam udział w dyskusji panelowej na konferencji podsumowującej projekt.

Od 2010 r. biorę także udział w projekcie dotyczącym budowy pełnowymiarowej komory klimatycznej do badań mikroklimatu pomieszczeń.

Od 2009 roku wykonałam 16 recenzji dla czasopism z Listy Filadelfijskiej takich jak: Chemical Engineering Journal, Energy & Fuels, Environmental Progress, Environmental Science & Technology, Fuel, Fuel Processing Technology, Industrial & Engineering Chemistry Research i Journal of the Air & Waste Management Association.

Krzysztofa Reneta