

Wrocław, dnia 5.02.2013 r.

## AUTOREFERAT

### 1. Podstawowe dane personalne

Nazwisko i imię: **KUROPKA Józef**

Data urodzenia: 05.12.1947 r.

Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania:

**magister inżynier** - na podstawie pracy dyplomowej magisterskiej pt. „**Niektóre zagadnienia hydrauliki na półkach rusztowo-rurowych bez przelewów**”, obronionej dnia 13.06.1970 r. z wynikiem bardzo dobrym w Instytucie Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych, Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej (promotor: prof. dr hab. inż. R. Koch);

**doktor nauk technicznych** – na podstawie przedłożonej rozprawy doktorskiej pt. „**Kinetyka procesu sorpcji dwusiarczku węgla na anionitach**”, obronionej z wyróżnieniem dnia 6.11.1970 r. w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Sanitarnej (obecnie Inżynierii Środowiska) Politechniki Wrocławskiej (promotor: prof. dr hab. inż. M.A. Gostomczyk).

Miejsce pracy: **Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska  
Wydziału Inżynierii Środowiska  
Politechniki Wrocławskiej  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław**

Przebieg pracy zawodowej:

#### - **Politechnika Wroclawska**

**1970-1972** - asystent stażysta naukowo-dydaktyczny w Zakładzie Ochrony Atmosfery, Instytut Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych, Wydział Inżynierii Sanitarnej (obecnie Inżynierii Środowiska) Politechniki Wrocławskiej,

**1972** - asystent naukowo-dydaktyczny w Zakładzie Ochrony Atmosfery, Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Sanitarnej (obecnie Inżynierii Środowiska) Politechniki Wrocławskiej,

**1972-1976** - starszy asystent naukowo-dydaktyczny w Zakładzie Ochrony Atmosfery, Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Sanitarnej (obecnie Inżynierii Środowiska) Politechniki Wrocławskiej,

**1976-do chwili obecnej** - adiunkt naukowo-dydaktyczny w Zakładzie Ochrony Atmosfery, Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Sanitarnej (obecnie Inżynierii Środowiska) Politechniki Wrocławskiej, kierownik Zespołu Dydaktycznego „Ochrona Atmosfery”.

Dodatkowe zatrudnienie:

- **Babcock Borsig Power - Energy. Babcock Steinmüller Wrocław Sp z o.o.,**  
Okres zatrudnienia: 10.06.1999 r.- 24.12.1999 r.;
- **Wyższa Szkoła Menedżerska w Legnicy,** Kierownik Studium Inżynierii Środowiska  
Okres zatrudnienia: 01.10.1999 r. - 30.06.2009 r.

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

**2.1. Autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa**

Jako osiągnięcia naukowe do oceny w postępowaniu habilitacyjnym przedstawiam dzieło opublikowane w całości w postaci książki:

**Józef Kuropka, Technologie oczyszczania gazów z dwutlenku siarki i tlenków azotu,**  
Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012, s. 200.

oraz

**następujący cykl jednotematycznych publikacji z zakresu oczyszczania gazów z tlenków azotu:**

1. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Investigations on sorption of acid gases on anion exchangers. Environment Protection Engineering 1977, vol.3, nr 1-2, s. 135-144.
2. Gostomczyk M.A., **Kuropka J., Sosnowski M.:** On the removal and reuse of nitric oxides from process gases of sulphuric acid production. Environment Protection Engineering 1986, vol.12, nr 2, s. 91-98.
3. **Kuropka J.,** Gostomczyk M.A.: New Technology for the removal and reuse of nitrogen oxides contained in industrial gases. Environment Protection Engineering 1988, vol. 14, nr 1, s. 39-45.
4. **Kuropka J.,** Gostomczyk M.A.: Absorption of nitrogen oxides. Acidic absorbents. Environment Protection Engineering 1990, vol. 16, nr 1, s. 75-84.
5. **Kuropka J.,** Gostomczyk M.A.: Absorption of nitrogen oxides. Alkaline absorbents. Environment Protection Engineering 1990, vol.16, nr 1, s. 85-98.
6. **Kuropka J.:** Nitrous oxide emission-potential danger, balance and reduction possibilities. Environment Protection Engineering 2006, vol. 32, nr 3, s. 81-88.
7. **Kuropka J.:** The simultaneous desulphurisation and denitrification of flue gases. Environment Protection Engineering 2008, vol. 34(4), s.187-195.
8. **Kuropka J.:** Reduction of nitrogen oxides from boiler flue gases. Environment Protection Engineering 2010, vol. 36 (2), s. 111-122.
9. **Kuropka J.:** Removal of nitrogen oxides from flue gases in the packed column. Environment Protection Engineering 2011, vol. 37(1), s. 13-22.

Cztery z tych publikacji są wyłącznie mojego autorstwa, zaś w pozostałych publikacjach jestem głównym autorem i swój wkład w ich powstanie określam jako dominujący. Polegał on na sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu i wykonaniu doświadczeń, interpretacji wyników badań i napisaniu poszczególnych publikacji. Mój udział szacuję więc na 90 %. Oświadczenia współautorów odnośnie ich udziału w powstawaniu wspólnych publikacji zamieszczone zostały w załączniku nr 9.

## 2.2. Omówienie celu naukowego w/w prac, osiągniętych wyników i ich wykorzystania

Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego wskutek emisji szkodliwych substancji zawartych w spalinach energetycznych i w przemysłowych gazach odlotowych, to w czasach obecnych jeden z ważniejszych problemów do rozwiązania przez współczesną naukę i technikę. W Polsce już w 1980 r. w ustawie o ochronie i kształtowaniu środowiska zapisano, że obowiązkiem jednostek organizacyjnych (przedsiębiorstw) jest stosowanie metod, technologii i środków technicznych chroniących powietrze przed zanieczyszczeniem. Wskazano, że ochrona powietrza polega na zapobieganiu powstawania, na ograniczaniu lub eliminowaniu wprowadzanych do powietrza atmosferycznego substancji zanieczyszczających w celu zmniejszenia stężeń do dopuszczalnego poziomu lub utrzymania ich na poziomie nie przekraczającym obowiązujących wartości dopuszczalnych stężeń substancji w powietrzu.

O ile problem ograniczenia emisji pyłów jest rozwiązany, o tyle rozwiązanie nieszkodliwiania szkodliwych gazów odprowadzanych do powietrza atmosferycznego wymaga dalszych licznych i poważnych badań. Wynika to nie tylko z różnych własności fizykochemicznych i zmiennego składu poszczególnych składników gazowych, ale także z różnych proporcji ich zawartości, niejednokrotnie agresywnego i wybuchowego charakteru, jak i z różnych strumieni gazów emitowanych do atmosfery.

Uczynienie natomiast zadość wymogom przepisów wykonawczych krajowych i unijnych aktów prawnych, a w szczególności dotrzymanie wartości standardów emisyjnych, wymaga między innymi konsekwentnego instalowania i eksploataowania urządzeń do oczyszczania gazów, natomiast w perspektywie najbliższych lat największym problemem będzie dotrzymanie ograniczenia emisji tlenków azotu na poziomie  $200 \text{ mg/m}_n^3$ , w przeliczeniu na  $\text{NO}_2$ , przy zawartości 6 %  $\text{O}_2$  w spalinach.

Istotne więc znaczenie mają i będą mieć w przyszłości działania zmierzające do ograniczenia emisji gazów przez jednoczesne stosowanie tzw. pierwotnych i wtórnych metod oczyszczania. Obecna zaś sytuacja ekonomiczna kraju determinuje poszukiwanie takich metod i technologii oczyszczania spalin i przemysłowych gazów odlotowych, które umożliwiają ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych do powietrza atmosferycznego przy minimalnych nakładach.

Celem autora wskazanej wyżej książki jest wyjaśnienie zasad działania, projektowania i eksploatacji urządzeń stosowanych w technologiach oczyszczania gazów odlotowych z zanieczyszczeń gazowych (absorbery, adsorbery, reaktory do katalitycznego utleniania lub redukcji) oraz przedstawienie przemysłowych technologii oczyszczania gazów z zanieczyszczeń gazowych zrealizowanych w uprzemysłowionych krajach świata oraz wprowadzonych w ostatnich latach w naszym kraju. W książce tej autor wykorzystał swoje długoletnie doświadczenia naukowo-dydaktyczne wzbogacone przez kontakty z tzw. przemysłem.

Z opracowań na rzecz gospodarki narodowej na szczególną uwagę zasługują badania własne i opracowane technologie dotyczące:

- I. Zastosowania anionitów do usuwania kwaśnych zanieczyszczeń gazowych.**
- II. Oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu.**
- III. Oczyszczania gazów odlotowych z dwutlenku siarki.**
- IV. Łącznego usuwania dwutlenku siarki i tlenków azotu ze spalin kotłów energetycznych.**
- V. Ograniczenia emisji tlenków azotu ze spalin metodą selektywnej redukcji katalitycznej i niekatalitycznej.**

### Ad I.

Dynamiczny rozwój techniki i technologii w wielu gałęziach przemysłu powoduje, że stosowane tradycyjne metody unieszkodliwiania odlotowych gazów przemysłowych w wielu przypadkach są mało sprawne lub wprost nieprzydatne.

Źródła zanieczyszczeń powietrza są wielorakie i wraz z rozwojem nowych technologii przemysłowych ich ilość i różnorodność stale rośnie. Z odlotowych substancji gazowych naj-

poważniejszy problem stanowią wysoce toksyczne gazowe związki fluoru, tlenki azotu oraz związki siarki, jak dwutlenek siarki, siarkowodór i dwusiarczek węgla.

Potęgujące się zanieczyszczenie atmosfery zmusza więc do sięgania po nowe techniki oczyszczania gazów odlotowych. Do takich nowych technik, opartych na stosowaniu materiałów polimerycznych, zalicza się stosowanie sorpcji w procesie unieszkodliwiania i utylizacji odlotowych gazów przemysłowych.

Prace nad zastosowaniem anionitów do sorpcji gazów poszły w kierunku wykorzystania ich własności sorpcyjnych, chemisorpcyjnych i katalitycznych. Większość z tych prac była wykonywana w skali laboratoryjnej i ograniczała się jedynie do określenia względnie poprawienia pojemności sorpcyjnej anionitów.

Wpływ prędkości liniowej gazu, natężenia przepływu gazu i wysokości warstwy anionitu na jego pojemność sorpcyjną nie jest jednoznacznie interpretowany przez autorów publikowanych prac. Natomiast z przeglądu danych literaturowych wynika, że pojemność sorpcyjna anionitów:

- zależy od grup funkcyjnych anionitu,
- rośnie ze wzrostem zawartości wilgoci w układzie sorpcyjnym.

Wynika stąd wniosek, że możliwość zastosowania anionitów w procesie unieszkodliwiania i utylizacji gazów odlotowych zależy od postępu badań nad kinetyką procesu sorpcji oraz nad regeneracją zasorbowanych na anionitach kwaśnych zanieczyszczeń gazowych.

Przeprowadzone w Zespole Badawczym prof. M.A. Gostomczyka badania własne, przedstawione w jednotematycznych artykułach w *Environment Protection Engineering* [1], nad sorpcją dwutlenku siarki, tlenków azotu, fluorowodoru, siarkowodoru i dwusiarczku węgla na anionitach, doprowadziły do opracowania nowoczesnej metody unieszkodliwiania i utylizacji kwaśnych zanieczyszczeń gazowych z odlotowych gazów przemysłowych. Warstwa anionitu umożliwia prawie całkowite usunięcie zanieczyszczeń i dlatego ta technologia nadaje się do usuwania zanieczyszczeń z powietrza klimatyzowanego (produkty specjalne, lekarstwa, kabiny samochodów w korkach ulicznych).

W badaniach stosowano anionity typu polimeryzacyjnego o różnym stopniu usieciowania, otrzymane z kopolimeru styrenu z dwuwinylobenzenem (Amberlite, Dowex, Wofatit, Zerolit i in.) oraz anionit polikondensacyjny (FFD), syntezowany z formaldehydu i metafenylenodwuaminy. Doświadczenia prowadzono według opracowanej w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej technologii, która polega na ciągłej regeneracji warstwy anionitu roztworem wodorotlenku sodowego w czasie sorpcji. Takie prowadzenie procesu sorpcji pozwala na zwielokrotnienie pojemności sorpcyjnej anionitu.

W badaniach przeprowadzonych w skali laboratoryjnej na gazach sztucznie preparowanych sprawdzano możliwość wykorzystania anionitów do sorpcji gazów kwaśnych. Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły wytypować anionit o najlepszych własnościach do dalszych badań, których celem było określenie niektórych parametrów istotnych dla procesów technologicznych.

Na podstawie analizy uzyskanych zależności efektywności sorpcji od czasu kontaktu gazu oraz oporów przepływu od prędkości gazu, przy zmiennych natężeniach zraszania i wysokościach warstw anionitu stwierdzono, że anionit FFD wykazuje najlepsze parametry ruchowe, rzutujące na ekonomiczność instalacji oczyszczającej gazy odlotowe.

Niskie opory przepływu gazu oraz łatwość syntezy w warunkach laboratoryjnych dowolnej ilości anionitu FFD o różnej granulacji, zadecydowały o wyborze anionitu FFD do dalszych badań nad sorpcją gazów kwaśnych w skali ćwierćtechnicznej.

Doświadczenia w tej skali prowadzono na gazach rzeczywistych emitowanych przez zakłady produkujące kwas siarkowy (metodą kontaktową i nitrozową), nawozy fosforowe oraz włókna wiskozowe.

Przeprowadzone doświadczenia miały na celu zbadanie możliwości znacznego poprawienia istotnych parametrów procesu sorpcji gazów kwaśnych na anionitach. Przebadano podstawowe parametry procesu sorpcji takie jak: opory przepływu gazu, czas kontaktu, natę-

żenie zraszania, prędkość liniowa gazu i efektywność sorpcji. Doświadczenia przeprowadzono na jednej warstwie anionitu o wysokości 0,06 m, a następnie na dwóch warstwach anionitu o wysokości 0,03 m każda.

Przeprowadzone w skali laboratoryjnej i ćwierćtechnicznej badania nad sorpcją gazów kwaśnych na anionitach doprowadziły do opracowania technologii oczyszczania gazów odlotowych. Wymieniona technologia pozwala na prowadzenie procesów oczyszczania gazów odlotowych w identycznych instalacjach, które różnią się tylko wielkością urządzeń.

Badania nad zastosowaniem anionitów do usuwania kwaśnych zanieczyszczeń gazowych z odlotowych gazów przemysłowych wykazały [1]:

- bardzo dobre własności sorpcyjne anionitów,
- możliwość znacznego zmniejszenia wymiarów instalacji,
- wysoką skuteczność oczyszczenia,
- bardzo dużą tolerancję na stężenia kwaśnych zanieczyszczeń w gazie oczyszczanym, możliwość tworzenia zamkniętych obiegów w instalacjach oczyszczających.

O zastosowaniu odpowiedniego sposobu utylizacji roztworów posorpcyjnych otrzymanych w procesie sorpcji gazów kwaśnych na anionitach decydują przede wszystkim względy technologiczne i ekonomiczne.

Omówione badania zaowocowały opublikowaniem ich wyników m.in. w następujących artykułach:

1. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Zastosowanie anionitów do usuwania kwaśnych zanieczyszczeń gazowych z odlotowych gazów przemysłowych. w: Oczyszczanie przemysłowych gazów odlotowych metodami sorpcyjnymi. Prace nauk. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1978 nr 36, ser. Studia i Materiały nr 19, s. 3-19.
2. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Parametry procesu sorpcji gazów kwaśnych na anionitach. w: Oczyszczanie przemysłowych gazów odlotowych metodami sorpcyjnymi. Prace nauk. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1978 nr 36, ser. Studia i Materiały nr 19, s. 53-62.
3. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A.: Anionity a ochrona środowiska. Ochrona Powietrza 1978, 1, s. 9-13.
4. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A.: Oczyszczanie gazów z tlenków azotu na anionitach. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1990, 8, s. 157-159.

## Ad II.

Metody absorpcji tlenków azotu w roztworach należą do najwcześniej wprowadzonych do technologii oczyszczania przemysłowych gazów odlotowych. W metodach tych wykorzystuje się podstawowe własności tlenków azotu występujących w gazach - ich rozpuszczalność w wodzie lub w roztworach kwasu azotowego i siarkowego oraz zdolność do tworzenia odpowiednich soli, azotanów i azotynów w reakcjach z substratem o charakterze alkalicznym [2,3,4,5,9].

Metody pochłaniania tlenków azotu w kwasach prowadzą do wytwarzania kwasu azotowego lub stężonych tlenków azotu, nie dają więc produktów ubocznych lecz zwiększają ilość produktu zasadniczego. W większości przypadków są to nieskomplikowane pod względem technicznym i chemicznym procesy. Wspólną ich wadą jest zbyt mała szybkość wymiany masy, co w warunkach przemysłowych wymaga dużych objętości aparatów. Z metodami tymi wiąże się również wiele ważnych problemów korozyjnych pomijanych zazwyczaj w opracowaniach dotyczących badań w skali laboratoryjnej.

Metody zaś absorpcji tlenków azotu w roztworach alkalicznych odznaczają się na ogół lepszą sprawnością. Metody te zazwyczaj są bardziej kosztowne, ponieważ dają produkty, które wymagają dodatkowego postępowania technologicznego. Zapewniają jednak zmniejszenie zawartości tlenków azotu w przemysłowych gazach odlotowych do granic określonych normami sanitarnymi.

Z uwagi na brak w literaturze światowej niezbędnych informacji do projektowania instalacji do oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu podjęto badania własne, które przedstawiono w monografii

1. **Kuropka J.**: Oczyszczanie gazów odlotowych z tlenków azotu. Prace Nauk. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. nr 62 ser. Monografie nr 30, Wrocław 1988

oraz w cyklu artykułów w Environment Protection Engineering [2,3,4,5,9].

W w/w monografii dokonano kompleksowej analizy aktualnego stanu techniki w zakresie metod oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu oraz podjęto badania własne opracowania technologii oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu. Stwierdzono przydatność wybranych roztworów absorpcyjnych do unieszkodliwiania tlenków azotu z gazów odlotowych oraz możliwość intensyfikacji procesu oczyszczania.

Ustalono empiryczne zależności opisujące wpływ podstawowych parametrów, takich jak stężenie tlenków azotu w gazie, prędkość gazu, stężenie i rodzaj roztworu absorpcyjnego, gęstość zraszania, rodzaj i wysokość wypełnienia oraz opory przepływu gazu, na proces oczyszczania gazów z tlenków azotu.

Opracowano korelacje uogólniające wyniki badań absorpcji kwaśnej i alkalicznej tlenków azotu oraz sorpcji tlenków azotu na anionitach w postaci funkcji  $\eta=1-\exp[-f(\text{zmiennne procesu})]$ .

Wielowariantowe badania dały podstawę do opracowania następujących technologii oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu, tak z dużych, jak i z małych zakładów:

- usuwania i utylizacji tlenków azotu z gazów po produkcji kwasu siarkowego metodą nitrozową,
- oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu w alkalicznym roztworze podchlorynu sodowego,
- oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu w alkalicznym roztworze siarczynów lub siarczków,
- oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu na anionitach.

Technologia usuwania i utylizacji tlenków azotu z gazów po produkcji kwasu siarkowego metodą nitrozową została opracowana w odniesieniu do oddziały produkcyjnego superfosfatu w fabryce nawozów fosforowych, dzięki czemu pozwala ona wprowadzić nowe roztwory poabsorpcyjne (jeżeli będzie wymagana poprawa sprawności oczyszczania bez dokonywania jakichkolwiek przeróbek w instalacji), które mogą być wykorzystane w zakładzie, np. alkaliczny roztwór ortofosforanu dwuamonowego jako składnik do produkcji dwufosfatu amonowego. W miejsce odkraplacza jednowarstwowego może być zastosowana - jako trzeci stopień oczyszczania – sorpcja reszkowych tlenków azotu na anionitach, regenerowanych w sposób ciągły roztworem wodorotlenku sodowego. Wdrożenie tej technologii pozwoliło całkowicie ograniczyć emisję mgły kwasu siarkowego oraz obniżyć z 21 do 6,5 kg zużycie kwasu azotowego na wyprodukowanie 1000 kg kwasu siarkowego.

Perspektywa wdrożenia opracowanych technologii unieszkodliwiania z małych emitatorów (w alkalicznym roztworze podchlorynu sodowego, w alkalicznym roztworze siarczynów lub siarczków, sorpcja tlenków azotu na anionitach) uzależniona jest w dużej mierze od świadomości ekologicznej kierowników tych zakładów i ich przeświadczenia, że instalowanie urządzeń do ograniczania emisji tlenków azotu, to wymóg czasu, a nie „suche” przepisy ustawy o ochronie środowiska.

Opracowane technologie stanowią propozycję oczyszczania gazów odlotowych z tlenków azotu w prostym układzie technologicznym, z uwzględnieniem efektywności ekonomicznej inwestycji i eksploatacji.

Prezentowane badania zaowocowały opublikowaniem ich wyników m.in. w następujących artykułach:

2. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A.: Oczyszczanie gazów odlotowych z tlenków azotu powstałych w procesie trawienia metali kwasem azotowym. Ochrona Środowiska 1980, 1, s. 40-41.
3. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A., Zadura W.: Absorpcja tlenków azotu w roztworach utleniających. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1980, 9-10, s. 272-273.
4. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A.: Redukcja tlenków azotu alkalicznymi roztworami siarczków i siarczynów. Ochrona Powietrza 1981, 1, s. 6-8.
5. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**, Zadura W.: Absorpcja tlenków azotu w alkalicznym roztworze podchlorynu sodowego. Ochrona Środowiska 1982, 3, s. 13-15.

6. Sosnowski M., Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Oczyszczanie gazów przemysłowych z tlenków azotu po produkcji H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> w FNF „Ubocz”. Ochrona Środowiska 1983, 3-4, s. 54-58.
7. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Usuwanie tlenków azotu z gazów odlotowych. Ochrona Środowiska 1986, 3, s. 15-16.
8. **Kuropka J.**: Oczyszczanie gazów z tlenków azotu w roztworach fosforanów. Ochrona Środowiska 1990, 1-2, s. 45-46.
9. **Kuropka J.**: Absorpcja alkaliczna tlenków azotu. Ochrona Środowiska 1992, 2-3, s. 45-48.

Zebrany materiał doświadczalny weryfikuje doniesienia literaturowe i dostarcza niezbędnych informacji do projektowania instalacji do oczyszczania gazów z tlenków azotu.

### Ad III.

Z perspektywy rozwoju energetyki i ciepłownictwa wynika, że węgiel pozostanie w naszym kraju nadal podstawowym surowcem energetycznym. Zachodzi przy tym potrzeba wykorzystania gorszych, bardziej zasiarczonych gatunków węgla i dlatego już w latach 80. ubiegłego wieku w Zespole Badawczym prof. M.A. Gostomczyka prowadzono badania oczyszczania spalin z dwutlenku siarki, na gazach sztucznie preparowanych i gazach rzeczywistych, w instalacjach pilotowych i pełnoprzemysłowych z zastosowaniem różnych rodzajów sorbentów (sodowych, wapniowych), przy czym proces oczyszczania był realizowany metodą mokrą, półsuchą lub suchą.

W pracy omówiono metody wdrożone w ostatnich latach lub obecnie wdrażane oraz metody opracowane w stopniu pozwalającym na ich zastosowanie w warunkach krajowych, w których osobiście uczestniczyłem, a swój wkład w ich powstanie uważam jako istotny.

Wyniki badań, na podstawie których opracowano w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej omówione w mojej książce technologii odsiarczania gazów odlotowych, były prezentowane m.in. w następujących raportach, artykułach i na konferencjach:

1. **Kuropka J.**: Odsiarczanie przemysłowych gazów odlotowych. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1982, 11-12, s. 228-230.
2. Gostomczyk M.A., Kabarowska B., Lewicki Zb., **Kuropka J.**, Domański M.: Analiza techniczno-ekonomiczna pilotowej instalacji mokrego odsiarczania spalin dla elektrowni zawodowych Zagłębia Jaworznickiego. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc.1983, ser. SPR nr 28, s. 86.
3. Gostomczyk M.A., Kabarowska B., Lewicki Zb., **Kuropka J.**, Domański M.: Projekt procesowy instalacji badawczej do odsiarczania gazów odlotowych z taśmy spiekalniczej w Hucie Katowice metodą podwójnie alkaliczną. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1983, ser. U nr 16, s. 70.
4. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Odsiarczanie spalin w roztworze siarczynu sodowego. Koncepcja. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1984, ser. SPR nr 31, s. 34.
5. **Kuropka J.**: Możliwości ograniczenia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Ochrona Środowiska 1986, 4, s. 35-38.
6. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Instalacja do odsiarczania spalin z ciepłowni. III Krajowa Konferencja nt. „Nowe techniki kotłowe w ciepłownictwie komunalnym”, Świdnica 20-21.09.1988 r.
7. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Technologie odsiarczania spalin. III Krajowa Konferencja nt. „Nowe techniki kotłowe w ciepłownictwie komunalnym”, Świdnica 20-21.09.1988 r.
8. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**: Projekt technologiczny instalacji odsiarczania i odpylania spalin z kotłowni w Ostrowi Mazowieckiej. Cz. I. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1989, ser. SPR nr 53, s. 18.
9. **Kuropka J.**: Oczyszczanie gazów spalinowych - tendencje światowe. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1990, 7, s. 128-131.
10. **Kuropka J.**, Labuda M.: Oczyszczanie spalin z kotłów typu WP-120. Ochrona Środowiska 1994, 2, s.25-30.

Biorąc pod uwagę różnorodność instalacji kotłowych pod względem ich wielkości, rodzaju spalanej paliwa i uwarunkowań lokalnych, trudno jest wskazać jedną, uniwersalną technologię odsiarczania spalin.

Proces doboru optymalnej w danych warunkach technologii odsiarczania spalin musi być poprzedzony szczegółową analizą różnorodnych kryteriów, wśród których do najważniejszych należą: ilość i skład spalin oraz wymagana skuteczność odsiarczania, możliwość zabu-

dowy instalacji w obiekcie, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, rodzaj produktów odpadowych procesu oraz możliwość ich zagospodarowania.

Każda z instalacji odsiarczania spalin posiada w swoim zestawie urządzenia i elementy wielkogabarytowe, których możliwość zabudowy w obiekcie ogranicza realność zastosowania danej technologii. Dlatego jednocześnie są prowadzone prace badawcze zarówno w skali laboratoryjnej jak i przemysłowej (na zrealizowanych obiektach) i ciągle są doskonalone oferowane rozwiązania. O wyborze wariantu technologicznego decydują głównie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

#### Ad IV.

Konieczność ograniczenia emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu do powietrza atmosferycznego nie budzi w obecnych czasach wątpliwości, dyskusyjny jest natomiast problem doboru właściwych technologii oczyszczania gazów spalinowych.

Wynika to między innymi z różnych właściwości fizykochemicznych obu zanieczyszczeń oraz ich niewielkich ilości w bardzo dużych strumieniach oczyszczanego gazu. Na stopień trudności realizacji procesu oczyszczania wpływa dodatkowo fakt, że zawartość dwutlenku siarki w gazach spalinowych zależy głównie od rodzaju i gatunku paliwa, zaś o ilości powstających tlenków azotu w procesach spalania decydują dodatkowo temperatura spalania, czas kontaktu reagentów (azotu i tlenu) w czasie spalania, zwłaszcza w strefie wysokich temperatur, rodzaj urządzeń paleniskowych itp.

Problem podniesienia stopnia utleniania tlenków azotu usiłowano rozwiązać już w latach 70. i 80. ubiegłego wieku przez absorpcję z równoczesnym utlenieniem tlenku azotu związkami łatwo oddającymi tlen w fazie ciekłej. Jako przydatne do tych celów brano m. in. związki o silnie utleniających właściwościach, jak: podchloryn sodowy, chloryn sodowy, podchloryn wapniowy, nadmanganian potasowy i dwuchromian potasowy, sole żelaza, miedzi, niklu i kobaltu oraz woda utleniona.

Badania autora doprowadziły do opracowania technologii usuwania tlenków azotu z przemysłowych gazów odlotowych, natomiast dalej pozostaje problem intensyfikacji jednoczesnego usuwania tlenków azotu i dwutlenku siarki ze spalin kotłów energetycznych.

Na tle dokonań światowych omówiono w jednotematycznym cyklu artykułów w Environment Protection Engineering [7] prace własne, w których wskazano na możliwości intensyfikacji procesu odsiarczania i odazotowania spalin.

Obecnie, w związku z koniecznością znalezienia tanich i efektywnych metod ograniczania emisji tlenków azotu do poziomu  $200 \text{ mg NO}_2/\text{m}^3_{\text{n}}$ , wraca się do badań nad utlenianiem NO w fazie gazowej i łącznej sorpcji  $\text{NO}_2$  i  $\text{SO}_2$  w zawiesinach lub na suchych alkalicznych sorbentach.

Badania prowadzono na spalinach rzeczywistych w instalacji badawczej WAWO-2 w elektrociepłowni. Celem badań było określenie stopnia usuwania NO ze spalin kotła OP-430 w procesie łącznego usuwania  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}_x$  za pomocą jednoczesnej iniekcji roztworu podchlorynu sodowego ( $\text{NaOCl}$ ) lub roztworu nadtlenku wodoru jako utleniacza oraz ozonu w fazie gazowej w obecności pyłu wapna hydratyzowanego ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), do reaktora przed filtrem tkaninowym. Określono skuteczność usuwania NO i  $\text{SO}_2$  ze spalin.

Przy iniekcji roztworu utleniacza  $\text{NaOCl}$  do spalin uzyskano bardzo wysoką skuteczność usuwania NO ze spalin (średnio 63,5%), przy średnim stężeniu NO na wylocie z instalacji równym  $185 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{n}}$ . Wyniki badań z roztworem  $\text{H}_2\text{O}_2$  wykazały, że jest on słabszym utleniaczem w stosunku do NO, aniżeli badany podchloryn sodowy. Skuteczność usuwania NO wynosiła średnio 55,2 %, dając stężenie NO na wylocie z instalacji rzędu  $224 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{n}}$ . Iniekcja  $\text{O}_3$  w fazie gazowej do spalin wykazała, że średnia skuteczność usuwania NO wynosiła 53,6 %, przy średnim stężeniu NO w spalinach oczyszczonych  $240 \text{ mg}/\text{m}^3_{\text{n}}$ . W tych samych warunkach badań średnie skuteczności usuwania  $\text{SO}_2$  dla zastosowanych substancji utleniających wyniosły odpowiednio 92,4; 88,1 i 87,4 %.



Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że spełnienie wymogów standardów emisyjnych dwutlenku siarki i tlenków azotu w spalinach na poziomie  $200 \text{ mg/m}^3_n$  jest możliwe: a) przez iniekcję mieszaniny utleniacza i sorbentu do spalin w układach suchego lub półsuchego odsiarczania spalin, b) przy stosunkowo niedużych nakładach inwestycyjnych (m.in. przez dobudowanie układu iniekcji utleniacza), c) ponieważ strumienie utleniacza i sorbentu mogą być korygowane w trakcie pracy instalacji na podstawie aktualnych stężeń  $\text{SO}_2$  i  $\text{NO}$  w spalinach oczyszczonych i ilości recykulowanego odpadu z filtra tkaninowego.

Omawiane badania były prezentowane m.in. w artykułach i na konferencjach:

1. **Kuroпка J.:** Najnowsze tendencje w odsiarczaniu i odazotowaniu spalin. w: „Człowiek, zagrożenie, środowisko” (red. J. Zwoździak). Wyd. PWroc., Wrocław 2002, s. 251-264.
2. **Kuroпка J.:** Odsiarczanie i odazotowanie spalin-aktualny stan technologii, możliwości intensyfikacji, kryteria wyboru. Ekotechnika 2003, 3(27), s. 2-6.
3. **Kuroпка J.:** Możliwości ograniczenia emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu ze spalin. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna nt. „Problemy Inżynierii Środowiska - u progu nowego tysiąclecia”., Wrocław – Szklarska Poręba’2000, Szklarska Poręba 5-7.10.2000 r., Oficyna Wydawnicza PWroc., Wrocław 2000, s. 389-394.
4. **Kuroпка J.:** Nowe możliwości energetyki szansą ochrony atmosfery. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna nt. „Problemy Inżynierii Środowiska - u progu nowego tysiąclecia”., Wrocław-Szklarska Poręba’2000, Szklarska Poręba 5-7.10.2000 r., Oficyna Wydawnicza PWroc., Wrocław 2000, s. 395-400.
5. **Kuroпка J.:** Usuwanie tlenków azotu ze spalin kotłów pyłowych. IX Sympozjum Naukowo-Techniczne nt. „Aktualne problemy w ochronie powietrza atmosferycznego. POL-EMIS’08”, Karpacz 18-21.06.2008 r.

W warunkach krajowych proces jednoczesnego oczyszczania spalin z dwutlenku siarki i tlenków azotu z kotłów rusztowych można z powodzeniem realizować wykorzystując metody mokre, w szczególności zaś procesy absorpcyjno-redukujące, które stwarzają możliwość usunięcia tlenków azotu z gazów spalinowych w postaci wolnego azotu. Z punktu widzenia ochrony środowiska jest to najlepsza forma postępowania, zwłaszcza jeśli redukujące roztwory alkaliczne (siarczyny i wodorosiarczyny) są produktami absorpcji dwutlenku siarki.

Przeprowadzone badania były prezentowane m.in. w następujących pracach:

1. **Kuroпка J.:** Odazotowanie spalin metodą chelatową. Ochrona Środowiska 1996, 1, s. 43-46.
2. **Kuroпка J.:** Opracowanie technologii intensyfikacji procesu odazotowania spalin dla kotłowni i elektrociepłowni. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1995, ser. SPR nr 71, s. 47.

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano wniosek, że stopień odazotowania spalin w roztworze  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  z dodatkiem chelatu  $\text{Fe(II)EDTA}$ : a) rośnie wraz z zawartością w nich dwutlenku siarki i tlenku azotu, b) rośnie wraz z zawartością jonów siarczynowych ( $\text{SO}_3^{-2}$ ) i jonów żelazowych ( $\text{Fe}^{+2}$ ) w roztworze sorpcyjnym, c) maleje wraz ze wzrostem zawartości tlenu w spalinach. Stwierdzono, że zastosowanie dodatku chelatu  $\text{Fe(II)EDTA}$  jako modyfikatora roztworu sorpcyjnego w instalacjach mokrego odsiarczania spalin pozwoli zintensyfikować proces odazotowania spalin z kotłowni do wartości 75-78 %. W kraju eksploatowanych jest obecnie 30 małych i średnich instalacji odsiarczania spalin z kotłów rusztowych metodą dwualkaliczną DAM. Z tego względu rysuje się możliwość sprawdzenia różnych wariantów metody chelatowej w warunkach polskich i poznanie rzeczywistych kosztów jej stosowania. W instalacjach tych do przygotowania i dozowania chelatu  $\text{Fe(II)EDTA}$  można wykorzystać istniejący układ zbiorników, który służy do uzupełniania strat jonów sodowych w obiegu roztworu sorpcyjnego.

#### Ad V.

W prezentowanym jednotematycznym cyklu artykułów w Environment Protection Engineering [8] przedstawiono aktualny stan badań selektywnej redukcji niekatalitycznej tlenków azotu (SNCR) ze spalin oraz dokonano analizy wpływu podstawowych parametrów procesu (temperatury reakcji, czasu kontaktu, stosunku molowego reagentów, dodatków do reagentów), które rzutują na wielkość emisji tlenków azotu ze spalin.

Inspiracją do podjęcia tych prac był znaczący rozwój w ostatnich latach suchych metod

oczyszczania spalin z dwutlenku siarki przez wprowadzenie sorbentu do strefy spalania kotła (metoda LIMB, LIFAC, COOLSIDE) oraz bardzo dobre wyniki badań procesu odsiarczania spalin metodą WAWO, realizowanych od 1989 r. przez pracowników Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej na pełnoprzemysłowej pilotowej instalacji w elektrociepłowni.

Na podstawie przeprowadzonych badań pełnoprzemysłowej instalacji do odsiarczania spalin z kotła WP-120 z zastosowaniem wodorotlenku wapniowego z mocznikiem i węgla wapniowego z mocznikiem stwierdzono, że metoda ta może być w warunkach krajowych z powodzeniem realizowana do jednoczesnego oczyszczania spalin z dwutlenku siarki i tlenków azotu.

Przeprowadzone badania selektywnej niekatalitycznej redukcji tlenków azotu ze spalin w kotle rusztowym wykazały jednoznacznie, że wraz ze wzrostem ilości dawkowania mocznika wzrasta stopień odazotowania spalin. Określono wpływ stosunku molowego mocznik / tlenek azotu na wielkość emisji tlenków azotu z kotła rusztowego oraz wpływ stężenia roztworu mocznika (10 i 40 %) na stopień odazotowania spalin. Uzyskano maksymalny stopień odazotowania spalin równy 71,2 %, przy wtrysku 40 % roztworu mocznika i stosunku molowego  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 / \text{NO} = 3,0$ .

Omawiane badania selektywnej redukcji niekatalitycznej tlenków azotu ze spalin były przedmiotem m.in. następujących artykułów, raportów i referatów konferencyjnych:

1. **Kuropka J.:** Możliwości ograniczenia emisji tlenków azotu z procesów spalania. *Ochrona Środowiska* 1992, 1, s. 9-12.
2. **Kuropka J.:** Odazotowanie spalin z elektrociepłowni. *Ochrona Środowiska* 1999, 1 (72), s. 23-24.
3. **Kuropka J.:** Redukcja tlenków azotu ze spalin. *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów* 1999, 1, s. 9-13.
4. **Kuropka J.:** Usuwanie tlenków azotu ze spalin metodą SNCR. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 1999, tom 6, nr 10, s. 1011-1023.
5. **Kuropka J.:** Odazotowanie spalin kotłowych z wykorzystaniem mocznika jako środka redukcyjnego Konferencja nt. „Problemy powietrza atmosferycznego w aglomeracjach miejsko-przemysłowych”. Ustroń 25-28.09.1996 r.
6. **Kuropka J., Gostomczyk M.A.:** Możliwości intensyfikacji odazotowania spalin dla elektrociepłowni. II Krajowa Konferencja Energetyczna nt. „Ekologiczne i ekonomiczne wytwarzanie energii”, Kiekrz 21-24.10.1996 r.
7. **Kuropka J.:** Odazotowanie spalin metodą SNCR. II międzynarodowa konferencja nt. „Teoria i praktyka ochrony atmosfery”. PAN, Zabrze – Szczyrk, 2-4.06.1998 r.
8. **Kuropka J.:** Emisja niepożądanych produktów ubocznych podczas odazotowania spalin metodą SNCR. Konferencja nt. „Problemy powietrza atmosferycznego w aglomeracjach miejsko-przemysłowych”. Wisła 23-26.09.1998 r.
9. **Kuropka J.:** Obniżenie emisji tlenków azotu ze spalin przy zastosowaniu wtrysku mocznika. VI Krajowa Konferencja Energetyczna nt. „Ekologiczne i ekonomiczne wytwarzanie energii. Rydzyna'2000”, Rydzyna 18-20.10.2000 r.
10. **Kuropka J.:** Badania redukcji tlenków azotu mocznikiem ze spalin kotłów rusztowych. VI Symposium Naukowo-Techniczne nt. „Emisje zagrażające środowisku. POL-EMIS'02”, Kudowa Zdrój 12-15.06.2002 r.
11. **Kuropka J.:** Opracowanie technologii intensyfikacji procesu odazotowania spalin dla elektrociepłowni. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1996, ser. SPR nr 65, s. 22.
12. **Kuropka J.:** Analiza wpływu różnych parametrów na skuteczność selektywnej redukcji niekatalitycznej tlenków azotu ze spalin. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1997, ser. SPR nr 44, s. 44.
13. **Kuropka J.:** Badania ograniczenia emisji tlenków azotu ze spalin kotłów rusztowych przy zastosowaniu wtrysku mocznika. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 2000, ser. SPR nr 29, s. 26.
14. **Kuropka J.:** Reduction of nitrogen oxides from boiler flue gases. Energy Efficiency & Air Pollutant Control Conference, Wrocław, September 21-25, 2009.

W związku z ostrymi ograniczeniami emisji tlenków azotu, a z takimi mamy do czynienia w przypadku nowych instalacji energetycznych w Polsce, konieczne jest, w odniesieniu do „klasycznych” palenisk kotłowych, jednoczesne stosowanie tzw. pierwotnych i wtórnych metod odazotowania spalin, wśród których metoda selektywnej redukcji katalitycznej (SCR) znajduje powszechne zastosowanie, szczególnie w krajach wysoko uprzemysłowionych.

W wielu krajach, mimo realizacji metody SCR w skali przemysłowej, są dalej prowadzone prace doświadczalne, które zmierzają do rozpoznania optymalnych warunków eksplo-

atacyjnych i ustalenia wpływu różnych parametrów na skuteczność oczyszczania spalin z tlenków azotu.

Wydajność przemiany tlenków azotu na obojętne składniki atmosfery (azot i wodę) jest uzależniona od temperatury procesu, stężenia tlenków azotu i obecności tlenu w gazach spalinowych oraz stosunku molowego amoniak / tlenki azotu. Istotny wpływ na skuteczność SCR tlenków azotu z gazów spalinowych ma rodzaj i kształt katalizatora, jego aktywność, żywotność i obciążenie. Również obecność innych zanieczyszczeń w spalinach (np.  $\text{SO}_2$ ) determinuje warunki eksploatacyjne procesu.

Wyniki badań własnych zmierzających do określenia wpływu podstawowych parametrów procesu SCR na skuteczność oczyszczania gazów z tlenków azotu przedstawiono m.in. w następujących publikacjach:

1. **Kuroпка J.:** Redukcja tlenków azotu amoniakiem. *Ochrona Powietrza* 1990, 2, s. 31-34.
2. **Kuroпка J.:** Badania redukcji tlenków azotu amoniakiem na katalizatorach monolitycznych. *Ochrona Powietrza* 1992, 6, s. 146-148.
3. **Kuroпка J.:** Badania selektywnej redukcji katalitycznej tlenków azotu. I Sympozjum nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. POL-EMIS'92”, Szklarska Poręba 11-13.06.1992 r.
4. **Kuroпка J.:** Redukcja katalityczna tlenków azotu amoniakiem. I krajowa konferencja. nt. „Systemy komputerowe dla ekologii”, Łódź 24-25.09.1992 r.
5. **Kuroпка J.:** Badania redukcji tlenków azotu amoniakiem na katalizatorach ziarnistych. *Ochrona Środowiska* 1994, 2, s. 15-18.
6. **Kuroпка J.:** Selektywna redukcja tlenków azotu na platynowym katalizatorze metalicznym i tlenkowym katalizatorze monolitycznym. *Przemysł Chemiczny* 1994, 1, s. 18-20.
7. **Kuroпка J.:** Analiza wpływu różnych parametrów na skuteczność selektywnej redukcji katalitycznej tlenków azotu z gazów spalinowych. *Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów* 1996, 2, s. 56-62.
8. **Kuroпка J.:** Badania selektywnej redukcji katalitycznej tlenków azotu. Raporty Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1992, ser. SPR nr 3, s. 58.

Badania te przeprowadzono w instalacji, która składała się z trzech podstawowych węzłów: przygotowania mieszaniny gazowej i dozowania amoniaku, reaktora do katalitycznej redukcji tlenków azotu oraz urządzeń do analizy tlenków azotu, amoniaku i dwutlenku siarki. Cała instalacja współpracowała z komputerem, który na bieżąco przekazywał z poszczególnych węzłów dane o podstawowych parametrach procesu.

Na podstawie studiów literaturowych oraz badań własnych dokonano oceny kosztów usuwania tlenków azotu ze spalin metodą selektywnej niekatalitycznej redukcji i selektywnej katalitycznej redukcji. Analizę tę przedstawiono w referacie:

1. **Kuroпка J.:** Ocena kosztów odazotowania spalin metodą SNCR/SCR. VII Sympozjum Naukowo-Techniczne nt. „Emisje zagrażające środowisku. POL-EMIS'04”, Kudowa Zdrój 16-19.06.2004 r.

Analiza porównawcza kosztów wykazała, że metoda selektywnej niekatalitycznej redukcji tlenków azotu ze spalin jest bardziej ekonomiczna, mimo niższych skuteczności procesu oczyszczania gazów.

Wzrost zainteresowania tlenkiem diazotu jest wynikiem stopniowego wzrostu stężenia tego gazu w powietrzu atmosferycznym, średnio o około 0,3 % rocznie. Uważa się, że przyczyną zniszczenia prawie połowy warstwy ozonowej są tlenki azotu, a ponieważ tlenek diazotu jest ich głównym źródłem w stratosferze, to podwojenie jego stężenia powoduje zmniejszenie ilości stratosferycznego ozonu o 12 %.

Co prawda stężenie tlenu diazotu w atmosferze nie stanowi na razie potencjalnego zagrożenia dla człowieka, nie podlega także oddzielnym przepisom ochrony środowiska, to jednak gaz ten może stanowić w przyszłości poważny problem do rozwiązania, m.in. z uwagi na zubożanie stratosfery w ozon i zwiększanie efektu cieplarnianego na Ziemi.

W związku z powyższym w prezentowanym cyklu jednotematycznych artykułów w *Environment Protection Engineering* [6] przedstawiono główne źródła emisji tlenu diazotu oraz wskazano na jego udział w powstawaniu efektu cieplarnianego. Dokonano szacunkowego bilansu emisji tlenu diazotu z procesów technologicznych przemysłu chemicznego oraz z procesów spalania w kotłach energetycznych. Zwrócono także uwagę na potencjalne możli-

wości ograniczenia emisji tlenu diazotu z tych procesów. Przedstawione w pracy dane stanowią przyczynek do podjęcia badań w tym zakresie.

### 2.3. Oryginalny wkład do rozwoju dziedziny nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska

**Przedstawione do oceny prace stanowią dorobek o istotnych znamionach aplikacyjnych w zakresie inżynierii i ochrony środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem krajowych uwarunkowań przemysłu chemicznego i energetycznego.**

Technologie oczyszczania gazów z zanieczyszczeń gazowych, które zostały wdrożone:

- **Technologia oczyszczania gazów z dwusiarczku węgla gazów przemysłowych emitowanych przez Wrocławskie Zakłady Włókien Sztucznych (1973).**  
(mój wkład, stanowiący 90 %, polegał na sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu i wykonaniu doświadczeń, interpretacji wyników badań, opracowaniu technologii i określeniu warunków pracy instalacji).
- **Technologia oczyszczania gazów odlotowych powstających przy produkcji superfosfatu w Fabryce Nawozów Fosforowych „Ubocz” (1981).**  
(mój wkład ok. 70 % polegał na sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu doświadczeń, interpretacji wyników badań, opracowaniu technologii i określeniu warunków pracy instalacji).
- **Technologia usuwania i utylizacji tlenków azotu z gazów nitrozowych w Fabryce Nawozów Fosforowych „Ubocz” (1987).**  
(mój wkład ok. 70 % polegał na sformułowaniu problemu badawczego, zaplanowaniu doświadczeń, interpretacji wyników badań, opracowaniu technologii i określeniu warunków pracy instalacji).

**Pozostałe omówione technologie oczyszczania gazów odlotowych z zanieczyszczeń gazowych mogą być przydatne aktualnie i w przyszłości w podejmowaniu decyzji dotyczących rozwiązania ograniczenia emisji zanieczyszczeń gazowych w Polsce.**

### 3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Wyniki badań realizowanych w ramach pracy doktorskiej oraz związanych z jej tematyką opublikowałem w następujących pracach:

1. **Kuropka J., Gostomczyk M.A.:** Investigations on kinetics of carbon disulphide sorption on anion exchangers. Environment Protection Engineering 1978, vol. 4, nr 2, s. 87-99.
2. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Badania sorpcji dwusiarczku węgla na wybranych anionitach. w: Oczyszczanie przemysłowych gazów odlotowych metodami sorpcyjnymi. Prace nauk. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1978 nr 36, ser. Studia i Materiały nr 19, s. 21-39.
3. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Rola anionitu oraz wpływ struktury anionitu na kinetykę sorpcji dwusiarczku węgla. w: Oczyszczanie przemysłowych gazów odlotowych metodami sorpcyjnymi. Prace nauk. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1978 nr 36, ser. Studia i Materiały nr 19, s. 41-51.
4. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Badania porównawcze sorpcji dwusiarczku węgla na sorbentach stałych. w: Oczyszczanie przemysłowych gazów odlotowych metodami sorpcyjnymi. Prace nauk. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1978 nr 36, ser. Studia i Materiały nr 19, s. 71-84.
5. **Kuropka J., Gostomczyk M.A.:** Problemy oczyszczania gazów odlotowych w przemyśle włókien wiskozowych. Ochrona Powietrza 1975, 6, s. 162-166.
6. **Kuropka J., Gostomczyk M.A.:** Oczyszczanie powietrza atmosferycznego z par dwusiarczku węgla. Ochrona Pracy 1976, 2, s. 15-17.
7. **Kuropka J., Gostomczyk M.A.:** Metody ograniczania emisji siarkowodoru i dwusiarczku węgla do atmosfery. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 1976, 8, s. 233-235.
8. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Parametry sorpcji dwutlenku siarki na anionitach. II Ogólnopolskie Seminarium Naukowe nt. "Synteza, własności i zastosowanie jonitów i membran jonowymiennych", Wrocław 22-24.11.72r., Prace nauk. Inst. Technologii Organicznej i Tworzyw Sztucznych PWroc. 1973 nr 13, ser. Konferencje nr 2, s. 353-376.
9. **Kuropka J., Gostomczyk M.A.:** Sorpcja siarkowodoru i dwusiarczku węgla na anionitach. Sympozjum nt. "Oczyszczanie gazów odlotowych", Bierutowice 25-28.09.1975r., Prace nauk. Inst. Inż. Ochr. Środ. PWroc. 1975 nr 41, ser. Konferencje nr 8, s. 95-104.

W powyższych pracach przedstawiono własne badania nad sorpcją dwusiarczku węgla na anionitach w skali laboratoryjnej i ćwierćtechnicznej. Stosowano w nich anionity handlowe (Amberlite, Dowex, Lewatit, Wofatit, Zerolit) oraz anionity specjalne syntezowane (SNE,

SHE, SNM, SHM, FFD) o zwiększonej granulacji. Określono zależności opisujące wpływ podstawowych parametrów, takich jak: stężenie dwusiarczku węgla w gazie, prędkość linowa gazu, stężenie i rodzaj roztworu regenerującego anionit, natężenie zraszania, wysokość warstwy anionitu i wpływ oporów przepływu gazu na kinetykę procesu sorpcji dwusiarczku węgla na anionitach. Przeprowadzono porównawcze badania nad sorpcją dwusiarczku węgla na sorbentach stałych, takich jak węgiel aktywny i sita molekularne. Stwierdzono, że aniony charakteryzują się lepszymi własnościami sorpcyjnymi w stosunku do dwusiarczku węgla, wykazując równocześnie dużą tolerancję na zmiany stężenia dwusiarczku węgla. Ukazano efekty wynikające z zastosowania anionitów do sorpcji dwusiarczku węgla oraz określono wpływ struktury anionitu na kinetykę procesu sorpcji. W warunkach pracy ciągłej na instalacji ówiercétechnicznej sprawdzono możliwość zastosowania anionitów w przemysłowej technice oczyszczania gazów odlotowych z dwusiarczku węgla i siarkowodoru. Stwierdzono, że zastosowanie anionitów w procesie oczyszczania gazów pozwoliło całkowicie usunąć siarkowodor z gazu, natomiast uzyskana 50 % efektywność sorpcji dwusiarczku węgla jest niezadawalająca z punktu widzenia ochrony środowiska.

Mój pozostały dorobek naukowo-badawczy po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje przede wszystkim następujące problemy i zagadnienia:

### 3.1. Oczyszczanie gazów przemysłowych ze związków fluoru

Wzrost zapotrzebowania na produkty żywnościowe wiąże się ze zwiększonym zużyciem nawozów sztucznych, m.in. nawozów fosforowych. Rozwój nawozów fosforowych jest więc niezbędną koniecznością, a z drugiej strony rozwój produkcji pociąga za sobą wzrastające zanieczyszczenie powietrza związkami fluoru, głównie fluorowodorem i czterofluorkiem krzemu. Stężenie związków fluoru w gazach odlotowych odnotowuje się w przedziale od 0,1 do 1,0 g HF/m<sup>3</sup>. Emisja gazów o takim stężeniu powoduje znaczne zachwianie stanu równowagi biologicznej wokół zakładów produkujących nawozy fosforowe.

Wyniki badań własnych zrealizowanych w Zespole Badawczym prof. M.A. Gostomczyka, które pozwoliły opracować technologię usuwania związków fluoru z gazów odlotowych, były prezentowane m.in. w następujących publikacjach:

1. Gostomczyk M.A., **Kuroпка J.**, Głomba M.: Przegląd metod unieszkodliwiania związków fluoru z odlotowych gazów przemysłowych. Szkło i Ceramika 1979, 7, s. 172-173.
2. Gostomczyk M.A., **Kuroпка J.**, Domański M.: Oczyszczanie gazów odlotowych powstających przy produkcji superfosfatu. Ochrona Środowiska 1980, 1, s. 36-39.
3. Gostomczyk M.A., **Kuroпка J.**, Domański M.: Usuwanie związków fluoru z gazów odlotowych w zakładach nawozów fosforowych. Ochrona Środowiska 1984, 2, s. 34-37.
4. Gostomczyk M.A., **Kuroпка J.**, Domański M.: Absorpcja związków fluoru w kolumnie rurkowej z wypełnieniem helikoidalnym. Ochrona Środowiska 1985, 4, s. 11-15.

### 3.2. Badanie stopnia oddziaływania różnych źródeł zanieczyszczeń powietrza na środowisko

Wyniki badań związanych z jakością powietrza atmosferycznego wokół zakładów przemysłowych zostały opublikowane w następujących pracach:

1. Kaczanowski S., Łukaszewicz T., **Kuroпка J.**: Stan zanieczyszczeń powietrza w rejonie Huty Miedzi „Legnica” na podstawie wyników pomiarów systemu BASKI. Chemia i Inżynieria Ekologiczna 1999, tom 6, nr 10, s. 989-1009.
2. Kaczanowski S., Łukaszewicz T., **Kuroпка J.**: Imisja zanieczyszczeń w rejonie oddziaływania Huty Miedzi „Legnica” w aspekcie działań proekologicznych. II Sympozjum nt. „Imisja i monitoring zanieczyszczeń. POL-IMIS'99”, Szklarska Poręba 24-27.06.1999 r.
3. Kaczanowski S., Król K., **Kuroпка J.**: Ekonomiczne i ekologiczne aspekty stosowania systemu oczyszczania gazów odlotowych z procesów hutniczych i energetycznych. V Sympozjum nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. POL-EMIS'00”, Szklarska Poręba 15-18.06.2000 r.
4. Kowalski M., **Kuroпка J.**: Imisja zanieczyszczeń gazowych w rejonie Huty Miedzi „Legnica”. Materiały IV konferencji nt. „Problemy powietrza atmosferycznego w aglomeracjach miejsko - przemysłowych”. Ustroń 26-29.09.2001 r.
5. **Kuroпка J.**, Kowalski M: Dynamika zmian imisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w rejonie Huty

Miedzi „Legnica”. w: Rozprawy, Studia, Monografie WSM w Legnicy (red. S. Pajęczkowski), nr 2, s. 385-408, Legnica 2003.

6. Kowalski M., **Kuropka J.**: Imisja zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w rejonie Huty Miedzi „Legnica”. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 2003, tom 10, nr 11 s. 1235-1252.

Przeanalizowano główne źródła emisji zanieczyszczeń pyłowych z Huty Miedzi „LEGNICA”, które w znacznym stopniu wpływają na stan powietrza atmosferycznego w rejonie zakładu. Wykorzystano bazę danych stworzoną przez działający od 1992 r. Automacyjny System Kontroli Imisji wykonujący pomiary automatyczne w zakresie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki, dwutlenkiem azotu, tlenkiem węgla i pyłem zawieszonym PM10. Pokazano ogromny udział Huty jako dużego zakładu przemysłowego w kształtowaniu poziomu stężeń poszczególnych substancji w powietrzu atmosferycznym i przekroczeń dopuszczalnych norm imisji w wyniku jej działalności.

### 3.3. Alternatywne źródła energii

Sektor paliwowo-energetyczny jest, jak wiadomo, jednym z działów gospodarki narodowej o największym negatywnym wpływie na środowisko naturalne. Z tego względu wszystkie działania w tej dziedzinie muszą uwzględniać potencjalne skutki dla środowiska. Muszą być również zgodne z priorytetami ekologicznymi Państwa. Oznacza to nie tylko instalowanie urządzeń ochronnych, lecz przede wszystkim takie kształtowanie rozwoju, by zminimalizować negatywne oddziaływanie przemysłu paliwowo-energetycznego na środowisko. Efektem tej polityki jest m.in. zwiększenie efektywności użytkowania energii i stopniowa zamiana jej nośników na mniej szkodliwe ekologicznie, takich jak np. gaz ziemny.

Na proekologiczne aspekty użytkowania gazu oraz atrakcyjność ekologiczną budowy bloków gazowo-parowych wskazano w następujących publikacjach:

1. **Kuropka J.**, Pupczyk A., Winiarz T.: Bloki parowo-gazowe. Cz. I – szansa poprawy stanu zanieczyszczenia powietrza. *EkoTechnika* 2000, 1 (13), s. 28-30.
2. **Kuropka J.**, Pupczyk A., Winiarz T.: Bloki parowo-gazowe. Cz. II - perspektywa instalowania w elektrowniach i elektrociepłowniach w Polsce. *EkoTechnika* 2000, 2 (14), s. 17-19.
3. **Kuropka J.**: Instalacje kogeneracyjne - szansą poprawy stanu zanieczyszczenia powietrza w miastach. w: *Rozprawy, Studia, Monografie WSM w Legnicy* (red. K.Czapliński), nr 1 s.141-150, Legnica 2001.
4. **Kuropka J.**: Gaz ziemny jako paliwo ekologiczne szansą poprawy stanu zanieczyszczenia powietrza w miastach. w: *Państwo i społeczeństwo. Numer specjalny pt. „Zagrożenia ekologiczne a etyka, polityka i gospodarka”* (red. A.Delorme). 2004, nr 2, s.305-312. Wyd. Krakowskiej Szkoły Wyższej im. A.F. Modrzejewskiego, Kraków 2004.

### 3.4. Zrównoważony rozwój a zarządzanie środowiskiem

Wśród szeregu nowych rozwiązań formalno-prawnych jakie Polska, w związku z integracją z Unią Europejską, musi zaadaptować do swojego systemu legislacyjnego i do praktyki działania w sferze ochrony środowiska znajdują się dobrowolne formy samoograniczania oddziaływań na środowisko przez jego instytucjonalnych użytkowników. Zaliczyć do nich można przede wszystkim wdrażanie systemów zarządzania środowiskowego, programy „czystszej produkcji” oraz działania na rzecz ograniczenia uciążliwości wyrobów, potwierdzane uzyskiwaniem tzw. „eko-znaków”. Systemy Zarządzania Środowiskowego stanowią szczególnie użyteczny instrument poprawy efektywności funkcjonowania jednostek gospodarczych w zakresie szeroko pojętej ochrony środowiska.

Jednym z zasadniczych narzędzi przeciwdziałania dalszej degradacji środowiska i pogarszania się jakości życia ludzi oraz zapobiegania stratom stały się dokumenty ocen oddziaływania wszelkiego rodzaju inwestycji na środowisko oraz pozwolenia zintegrowanego zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń, opracowane z wykorzystaniem najlepszej dostępnej technologii.

Omawiane zagadnienia były prezentowane w następujących artykułach i referatach:

1. **Kuropka J.**: Zintegrowane zarządzanie środowiskiem. w: *Rozprawy, Studia, Monografie WSM w Legnicy* (red. S. Pajęczkowski), nr 4, s. 238-250, Legnica 2006.

2. **Kuropka J.:** Zintegrowane zarządzanie środowiskiem jako instrument dotrzymania standardów jakości środowiska w aglomeracjach miejsko-przemysłowych w: Państwo i społeczeństwo. Numer specjalny pt., Zagrożenia ekologiczne a etyka, polityka i gospodarka (II)" (red. A.Delorme i St.Klima). 2007, nr 4, s. 63-76. Wyd. Krakowskiej Szkoły Wyższej im. A.F. Modrzejewskiego, Kraków 2007.
3. **Kuropka J.:** Pozwolenia zintegrowane jako instrument zarządzania środowiskiem. w: Nowoczesne rozwiązania w inżynierii i ochronie środowiska (red. S.Anisimov, J.Danielewicz, E.Szczechowiak, G.Bartnicki, M.Klimczak). Wyd. Inst. Klimatyzacji i Ogrzewnictwa Polit. Wrocławskiej, Wrocław 2011, T 1. s. 369-374.
4. **Kuropka J.:** Pozwolenia zintegrowane a standardy jakości środowiska. Konferencja nt. „Inżynieria Środowiska – nasze dziś i jutro w Unii Europejskiej”, Wrocław 18-20.06. 2004 r.

#### 4. PODSUMOWANIE DOROBKU NAUKOWEGO

Od początku swojej działalności naukowej w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej wykonałem 157 prac, w tym 124 publikacji naukowych, 6 publikacji popularno-naukowych oraz 27 prac niepublikowanych.

Moją aktywność naukowo-badawczą po uzyskaniu stopnia doktora można podsumować 143 pracami naukowymi, w tym 1 monografia, 2 podręczniki, 3 skrypty, 69 artykułów, w tym 16 artykułów stanowiących rozdziały w książkach, 41 referatów konferencyjnych oraz 21 sprawozdań na rzecz gospodarki narodowej.

Moje prace były cytowane w książkach, podręcznikach i monografiach, m.in.:

1. Koniecznyński J.: Ochrona przed szkodliwymi gazami. Metody, aparatura i instalacje. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
2. Sarbak Z.: Kataliza w ochronie środowiska. Wyd. Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Poznań 2004.
3. Zarzycki R.: Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska. WNT, Warszawa 2005.
4. Mazur M.: Systemy ochrony powietrza. Wyd. Akademii Górniczo-Hutniczej, Kraków 2005.
5. Głomba M.: Oczyszczanie gazów odlotowych w poziomych skrubkach natryskowych. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
6. Janka R.M.: Podstawy inżynierii środowiska. Obliczanie emisji zanieczyszczeń gazowych. Wyd. Uniwersytetu Opolskiego. Opole 2007.

Recenzowałem artykuły do czasopism obcojęzycznych ( Water, Air and Soil Pollution, Environment Protection Engineering) oraz polskich (Ochrona Środowiska, Ekotechnika) z tematyki dotyczącej oczyszczania gazów odlotowych z zanieczyszczeń gazowych.

Brałem czynny udział w wielu konferencjach międzynarodowych i krajowych, gdzie z powodzeniem prezentowałem wyniki moich badań:

1. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.**, Ciepłoch B., Lech-Brzyk K., Minkiewicz J.: Badania nad zastosowaniem materiałów jonowymiennych do oczyszczania gazów odlotowych. Sympozjum nt. „Oczyszczanie przemysłowych gazów odlotowych”, Bierutów 23-25.09.1977 r.
2. Sosnowski M., Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Udaleniye oksidov azota posle proizvodstva sernoj kisloty nitroznym metodom. VI Sem. RWPG nt. "Razrabotka i usovieršenstvovaniye metodov sniženija emisji oksidov azota v promyšlennych otchodiščich gazach". Kozubnik 24.05.1983 r.
3. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Ekspluatacionnye rezultaty ustanovki dla sorcii i utylizacii okisej azota posle proizvodstva sernoj kisloty nitroznym metodom. VIII Sem. RWPG nt." Razrabotka i usovieršenstvovaniye metodov sniženija emisji oksidov azota v promyšlennych otchodiščich gazach". Magdeburg 17-22.03.1986 r.
4. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Oczyszczanie gazów odlotowych z tlenków azotu. Seminarium Ministerstwa Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych nt." NO<sub>x</sub> - 86", Warszawa 9.10.1986 r.
5. **Kuropka J.:** Technologia oczyszczania gazów z tlenków azotu. Ogólnopolskie Forum nt. „Zmniejszenie emisji tlenków azotu z przemysłowych gazów odlotowych”, Puławy 27-28.01.1988 r., s.39-45.
6. **Kuropka J.:** Unieszkodliwianie tlenków azotu z małych emitorów. Ogólnopolskie Forum nt. "Zmniejszenie emisji tlenków azotu z przemysłowych gazów odlotowych", Puławy 27-28.01.1988 r.
7. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Instalacja do odsiarczania spalin z ciepłowni. III krajowa konferencja nt." Nowe techniki kotłowe w ciepłownictwie komunalnym", Świdnica 20-21.09.1988 r.
8. Gostomczyk M.A., **Kuropka J.:** Technologie odsiarczania spalin. III krajowa konferencja nt." Nowe techniki kotłowe w ciepłownictwie komunalnym", Świdnica 20-21.09.1988 r.
9. **Kuropka J.:** Badania selektywnej redukcji katalitycznej tlenków azotu. I Sympozjum nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. POL-EMIS'92", Szklarska Poręba 11-13.06.1992 r.
10. **Kuropka J.:** Redukcja katalityczna tlenków azotu amoniakiem. I krajowa konferencja nt. „Systemy komputerowe dla Ekologii", Łódź 24-25.09.1992 r.

11. **Kuropka J.**, Domański M., Iwanyszczuk P.: Intensyfikacja procesu odazotowania spalin przez modyfikację roztworu sorpcyjnego. II Sympozjum nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. POL-EMIS'94”, Szklarska Poręba 2-5.06.1994 r.
12. **Kuropka J.**: Możliwości obniżenia emisji tlenków azotu z gazów spalinowych. VIII międzynarodowa konferencja nt. „Klimatyzacja i Ciepłownictwo”, Wrocław'95, Szklarska Poręba 28-30.05.1995r.
13. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A.: Łączne usuwanie dwutlenku siarki i tlenków azotu z kotłów pyłowych. Konferencja nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń z kotłów rusztowych i pyłowych.” Sopot 14-16.02.1996 r.
14. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A.: Badania selektywnej redukcji niekatalitycznej tlenków azotu ze spalin kotłów pyłowych. III Sympozjum nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. POL-EMIS'96”, Szklarska Poręba 30.05-2.06.1996 r.
15. **Kuropka J.**: Odazotowanie spalin kotłowych z wykorzystaniem mocznika jako środka redukcyjnego. Konferencja nt. „Problemy powietrza atmosferycznego w aglomeracjach miejsko-przemysłowych”, Ustroń 25-28.09.1996.
16. **Kuropka J.**, Gostomczyk M.A.: Możliwości intensyfikacji odazotowania spalin dla elektrociepłowni. II Krajowa Konferencja Energetyczna „Ekologiczne i ekonomiczne wytwarzanie energii”, Kiekrz, 21-24.10.1996r
17. **Kuropka J.**: Odazotowanie spalin metodą SNCR. II międzynarodowa konferencja nt. „Teoria i praktyka ochrony atmosfery”. PAN, Zabrze – Szczyrk, 2-4.06.1998.
18. **Kuropka J.**: Odazotowanie spalin z elektrociepłowni. IV Sympozjum nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. POL-EMIS'98”, Szklarska Poręba 18-21.06.1998 r.
19. **Kuropka J.**: Emisja niepożądanych produktów ubocznych podczas odazotowania spalin metodą SNCR. Konferencja nt. „Problemy powietrza atmosferycznego w aglomeracjach miejsko-przemysłowych”. Wisła 23-26.09.1998 r.
20. **Kuropka J.**: Emisja tlenu diazotu podczas odazotowania spalin. V Ogólnopolskie Sympozjum nt. „Ochrona powietrza w przemyśle”, Spała 19-21.10.1998 r.
21. Kaczanowski S., Łukaszewicz T., **Kuropka J.**: Emisja zanieczyszczeń w rejonie oddziaływania Huty Miedzi „Legnica” w aspekcie działań proekologicznych. II Sympozjum nt. „Emisja i monitoring zanieczyszczeń. POL-EMIS'99”, Szklarska Poręba 24-27.06.1999 r.
22. Kaczanowski S., Łukaszewicz T., **Kuropka J.**: Stan zanieczyszczeń powietrza w rejonie Huty Miedzi „Legnica” na podstawie wyników pomiarów w systemie BASKI. Środkowo-Europejska Konferencja ECOpole'99, Duszniki 21-23.10.1999 r.
23. Kubisa R., **Kuropka J.**: Suche technologie odsiarczania spalin. V Krajowa Konferencja Energetyczna pt. „Ekologiczne i ekonomiczne wytwarzanie energii”. Rydzyna'99, Rydzyna 20-22.10.1999r.
24. Kaczanowski S., Król K., **Kuropka J.**: Ekonomiczne i ekologiczne aspekty stosowania systemu oczyszczania gazów odlotowych z procesów hutniczych i energetycznych. V Sympozjum nt. „Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. POL-EMIS'00”, Szklarska Poręba 15-18.06.2000 r.
25. **Kuropka J.**: Możliwości ograniczenia emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu ze spalin. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna nt. „Problemy Inżynierii Środowiska-u progu nowego tysiąclecia”, Wrocław – Szklarska Poręba'2000, Szklarska Poręba 5-7.10.2000 r.
26. **Kuropka J.**: Nowe możliwości energetyki szansą ochrony atmosfery. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna nt. „Problemy Inżynierii Środowiska - u progu nowego tysiąclecia”, Wrocław-Szklarska Poręba'2000, Szklarska Poręba 5-7.10.2000 r.
27. **Kuropka J.**: Obniżenie emisji tlenków azotu ze spalin przy zastosowaniu wtrysku mocznika. VI Krajowa Konferencja Energetyczna nt. „Ekologiczne i ekonomiczne wytwarzanie energii”. Rydzyna'2000, Rydzyna 18-20.10.2000r.
28. Kowalski M., **Kuropka J.**: Emisja zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w rejonie Huty Miedzi „Legnica”. Materiały Środkowo-Europejskiej Konferencji ECOpole'2001, Duszniki 18-20.10.2001r.
29. Kowalski M., **Kuropka J.**: Emisja zanieczyszczeń gazowych w rejonie Huty Miedzi „Legnica”. IV konferencja nt. „Problemy powietrza atmosferycznego w aglomeracjach miejsko-przemysłowych”. Ustroń 26-29.09.2001 r.
30. **Kuropka J.**: Ekologiczne wytwarzanie energii szansą poprawy stanu zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach miejsko – przemysłowych. IV konferencja nt. „ Problemy powietrza atmosferycznego w aglomeracjach miejsko - przemysłowych”, Ustroń 26-29.09.2001 r.
31. **Kuropka J.**: Badania redukcji tlenków azotu mocznikiem ze spalin kotłów rusztowych. VI Sympozjum Naukowo-Techniczne nt. „Emisje zagrażające środowisku. POL-EMIS'02”, Kudowa Zdrój 12-15.06.2002 r.
32. **Kuropka J.**: Pozwolenia zintegrowane a standardy jakości środowiska. Konferencja nt. „Inżynieria Środowiska – nasze dziś i jutro w Unii Europejskiej”, Wrocław 18-20.06. 2004 r.
33. **Kuropka J.**: Kształcenie specjalistów zarządzania środowiskiem na studiach ekonomicznych. II Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt. „Poszukiwanie modelu wyższej szkoły niepaństwowej”, Legnica 13-14.05.2004 r.
34. **Kuropka J.**: Ocena kosztów odazotowania spalin metodą SNCR/SCR. VII Sympozjum Naukowo-Techniczne nt. „Emisje zagrażające środowisku. POL-EMIS'04”, Kudowa Zdrój 16-19.06.2004 r.
35. **Kuropka J.**: Emisja tlenu diazotu - potencjalne zagrożenie, bilans i możliwości redukcji. VIII Sympozjum



- Naukowo-Techniczne nt. „Ochrona powietrza atmosferycznego. POL-EMIS'06”, Karpacz 21-24.06.2006 r.
36. **Kuropka J.:** Usuwanie tlenków azotu ze spalin kotłów pyłowych. IX Sympozjum Naukowo-Techniczne nt. „Aktualne problemy w ochronie powietrza atmosferycznego. POL-EMIS'08”, Karpacz 18-21.06.2008 r.
  37. **Kuropka J.:** Reduction of nitrogen oxides from boiler flue gases. Energy Efficiency & Air Pollutant Control Conference, Wrocław, September 21-25, 2009 r.
  38. **Kuropka J.:** Usuwanie tlenków azotu z przemysłowych gazów odlotowych. X Sympozjum Naukowo-Techniczne nt. „Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego. POL-EMIS'10”, Polanica Zdrój 16-19.06.2010 r.
  39. **Kuropka J.:** Odazotowanie spalin z kotłów energetycznych. XIII Międzynarodowa Konferencja Air & Heat - Water & Energy 2011, Wrocław- Kudowa Zdrój, 16-18.06.2011 r.
  40. **Kuropka J.:** Pozwolenia zintegrowane jako instrument zarządzania środowiskiem. XIII Międzynarodowa Konferencja Air & Heat - Water & Energy 2011, Wrocław- Kudowa Zdrój, 16-18.06.2011 r.
  41. **Kuropka J.:** Możliwości ograniczania emisji ditlenku węgla ze spalin energetycznych. XI Sympozjum Naukowo-Techniczne nt. „Ochrona powietrza atmosferycznego. POL-EMIS'12”, Sienna - Czarna Góra 13-16.06.2012 r.

## 5. Omówienie dorobku dydaktycznego

Pracę naukowo-dydaktyczną w Politechnice Wrocławskiej rozpocząłem bezpośrednio po studiach w 1970 r. Byłem kolejno zatrudniony na stanowiskach asystenta-stażysty, asystenta, starszego asystenta i adiunkta.

Prowadziłem i nadal prowadzę zajęcia dydaktyczne (wykłady, ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne i projektowe oraz seminaria) na studiach dziennych i zaocznych z następujących przedmiotów: chemia powietrza, ochrona atmosfery, procesy i operacje jednostkowe w ochronie atmosfery, aparatura w ochronie atmosfery, inżynieria procesowa, oczyszczanie gazów odlotowych, ograniczanie emisji zanieczyszczeń. Ponadto seminaria i prace dyplomowe.

Przygotowałem do zajęć dydaktycznych następujące pozycje dydaktyczne:

1. **Kuropka J.:** Oczyszczanie gazów odlotowych z zanieczyszczeń gazowych. Procesy podstawowe. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1988, stron 254.
2. **Kuropka J.:** Oczyszczanie gazów odlotowych z zanieczyszczeń gazowych. Obliczenia, tabele i materiały pomocnicze. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wydanie I. Wrocław 1989, stron 232, Wydanie II. Wrocław 1996, stron 205.
3. **Kuropka J.:** Oczyszczanie gazów odlotowych z zanieczyszczeń gazowych. Urządzenia i technologie. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1991, stron 244.
4. **Kuropka J. (red.):** Oczyszczanie gazów. Laboratorium, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000, stron 203.
5. **Kuropka J.:** Technologie oczyszczania gazów z dwutlenku siarki i tlenków azotu. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012, stron 200.

Opracowałem i prowadziłem wykład monograficzny na studiach podyplomowych „Ochrona atmosfery po wejściu do Unii Europejskiej” z przedmiotu „Podstawy projektowania urządzeń do neutralizacji zanieczyszczeń gazowych”.

Jestem wieloletnim członkiem Komisji Egzaminów Dyplomowych na kierunku Ochrona Środowiska dla specjalności Systemy Ochrony Wód i Gleby oraz dla specjalności Systemy Ochrony Atmosfery.

Jestem współautorem programów studiów dla specjalności Ochrona Atmosfery i Systemy Ochrony Atmosfery na studiach dziennych i zaocznych oraz uzupełniających magisterskich na Wydziale Inżynierii Środowiska.

Byłem współautorem siatek i programów nauczania dla specjalności Inżynieria Zarządzania Środowiskiem na studiach inżynierskich oraz specjalności Zarządzanie Jakością i Środowiskiem na uzupełniających studiach magisterskich w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Legnicy. Na tych studiach prowadziłem zajęcia z następujących przedmiotów: ekologia zasobów naturalnych i ochrony środowiska, systemy zarządzania środowiskiem, ekologia w strategii rozwoju przedsiębiorstwa, ochrona przed hałasem, a także procesy jednostkowe w ochronie środowiska oraz ograniczanie emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych.

Byłem promotorem 125 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska i 65 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Legnicy.

Wykaz osiągnięć dydaktycznych zawarto w załączniku nr 5.

## **6. Omówienie dorobku organizacyjnego i popularyzatorskiego**

Bardzo aktywnie uczestniczę w działalności organizacyjnej Wydziału Inżynierii Środowiska i Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska (załącznik nr 5).

Pełniłem szereg funkcji organizacyjnych, w tym m.in. kierownika Zespołu Badawczego Oczyszczanie Gazów Odlotowych oraz od 1976 r. do 1999 r. kierownika Zespołu Dydaktycznego Ochrony Atmosfery, natomiast od 2000 r. do 2002 r. - kierownika Zespołu Dydaktycznego Zakładu Ochrony Atmosfery, a 2002 r. do 2008 r. - zastępcy kierownika Zakładu Ekologii i Ochrony Atmosfery ds. Dydaktyki, zaś od 2008 r. do chwili obecnej – zastępcy kierownika Zakładu Naukowo-Dydaktycznego Ochrony Atmosfery ds. Dydaktyki.

W latach 2001-2009 byłem kierownikiem Studium Inżynierii Środowiska w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Legnicy (załącznik nr 6).

Jestem wieloletnim redaktorem naukowym Instytutu oraz członkiem Rady Wydawniczej Oficyny Wydawniczej Politechniki Wrocławskiej. Jestem członkiem Rady Programowej czasopisma „Ekotechnika”.

Byłem delegatem Uczelni do Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego i Techniki (1996-1999). Byłem członkiem Rady Wydziału Inżynierii Środowiska sześciu ostatnich kadencji, natomiast członkiem Rady Instytutu czterech kadencji.

W latach 2006-2009 byłem vice przewodniczącym Sądu Koleżeńskiego Stowarzyszenia Absolwentów Politechniki Wrocławskiej, natomiast od 2009 r. do chwili obecnej jestem jego przewodniczącym.

Byłem organizatorem wycieczek dydaktyczno-wychowawczych dla studentów specjalności Ochrona Atmosfery i Systemy Ochrony Atmosfery do zakładów pracy, które realizują w praktyce program ochrony środowiska. W latach 1987-1990 w ramach rekrutacji na studia uczestniczyłem w spotkaniach popularyzatorskich z uczniami liceów wrocławskich.

Jestem współautorem „Kroniki 50-lecia Wydziału Inżynierii Środowiska”, autorem artykułu pt. „40-lecie Zakładu Ochrony Atmosfery”, współautorem pracy zbiorowej „Wrocławskie środowisko Naukowe-Twórcy i Ich Uczniowie”, Wyd. Ossolineum, Wrocław 2007, oraz autorem biogramów samodzielnych pracowników Wydziału Inżynierii Środowiska na CD, jako załącznik do w/w dzieła. Jestem również autorem artykułu pt. „45-lecie Szkoły Naukowej Inżynieria Ochrony Atmosfery.

W ostatnich latach byłem członkiem Komitetu Organizacyjnego cyklicznych Sympozjów „POLEMIS”, współorganizatorem i recenzentem referatów.

## **7. Odznaczenia, nagrody i wyróżnienia**

Za 42 lata pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej na Wydziale Inżynierii Środowiska, w tym 37 lat kierowania dydaktyką Zakładu Ochrony Atmosfery w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska otrzymałem nagrodę Senatu w uznaniu szczególnych osiągnięć w nauczaniu (2003), 23 nagrody Rektora, w tym indywidualną II stopnia za osiągnięcia w dziedzinie nauk podstawowych, 12 nagród Dziekana i 8 nagród Dyrektora Instytutu, a także zostałem wyróżniony Złotą Odznaką Politechniki Wrocławskiej (1994) i Medalem z okazji jubileuszu 100-lecia Uczelni Technicznych we Wrocławiu (2010).

Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej nadał mi Srebrny Krzyż Zasługi (2000) i Medal Złoty za Długoletnią Służbę (2010), zaś Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego odznaczył mnie Medalem Komisji Edukacji Narodowej (2005).

Wykaz odznaczeń, nagród i wyróżnień zawarto w załączniku nr 7.

*Jerzy Kurpka*