

Szczecin, 05.09.2016

Prof. dr hab. inż. Daniela Szaniawska
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu
Instytut Inżynierii Transportu
ul. H. Pobożnego 11, 70-507 Szczecin
tel.: 91 4809656
e-mail:d.szaniawska@am.szczecin.pl



Ocena

rozprawy doktorskiej mgr inż. Edyty Kudlek

pt.: Układ sekwencyjny fotokataliza – ciśnieniowa filtracja membranowa w pogłębionym oczyszczaniu odpływów z oczyszczalni komunalnych zawierających związki aktywne farmaceutycznie

Podstawa formalna opracowania oceny

Podstawą formalną opracowania oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Edyty Kudlek jest uchwała Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechniki Śląskiej z dnia 08.07.2016.

Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rosnące zużycie farmaceutyków powoduje ciągły wzrost zawartości tych związków i ich metabolitów w środowisku wodnym co z kolei przekłada się na konieczność ich skutecznego usuwania i poszukiwania nowych zaawansowanych metod doczyszczania ścieków w celu spełnienia coraz bardziej rygorystycznych wymagań ochrony środowiska. W związku z tym temat podjętych badań jest aktualny i uzasadniony.

W przedstawionej do oceny pracy doktorskiej złożonej z 173 stron maszynopisu przedstawione zostały syntetycznie zagadnienia związane z postawionym do rozwiązania w tytule i celu pracy problemem naukowym. Praca jest zilustrowana 35 tabelami i 59 rysunkami. Bibliografia obejmuje 291 pozycji, w tym jedna publikacja własna (poz. 282).

Dysertacja napisana jest wg klasycznego układu, poprawnie stylistycznie z zastosowaniem profesjonalnego języka. Składa się z dwóch głównych części: literaturowej i badawczej. W części literaturowej pracy, w dwóch rozdziałach (3 i 4) Autorka przedstawiła analizę zagadnień dotyczących tematyki pracy, w tym wybrane metody usuwania mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych ze środowiska wodnego, z podziałem na konwencjonalne i zaawansowane. W części badawczej przedstawiona została metodyka badań i analiz (rozdziały 5-9) oraz wyniki badań i ich obszerna dyskusja (rozdział 10). Praca zakończona jest krótkim podsumowaniem i 5 wnioskami oraz uzupełniona o spis tabel i rysunków, streszczenie w języku polskim i angielskim, a także wykaz skrótów i symboli.

Ocena merytoryczna rozprawy

Na podstawie analizy literaturowej opartej o liczne publikacje naukowe innych badaczy zajmujących się problemami wpływu na człowieka i organizmy wodne oraz usuwania mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych ze środowiska wodnego Autorka zaplanowała badania naukowe wpisujące się w światowe trendy badań, których celem głównym było opracowanie hybrydowej metody, łączącej heterogeniczną katalizę z nanofiltracją, metody umożliwiającej skuteczne usuwanie tych mikrozanieczyszczeń z oczyszczonych biologicznie ścieków komunalnych. Cel badań został zrealizowany poprzez logiczne zaplanowanie i wykonanie szeroko zakrojonych, interdyscyplinarnych badań obejmujących:

- określenie zakresu stężeń wybranych leków w odpływie z oczyszczalni ścieków komunalnych
- opracowanie procedury chromatograficznej analizy badanych związków w trzech rodzajach roztworów wodnych (w wodzie dejonizowanej, roztworze modelowym i roztworze rzeczywistym pobranym w oczyszczalni ścieków komunalnych)

- badania doświadczalne procesów jednostkowych, fotokatalitycznego rozkładu badanych farmaceutyków i procesu nanofiltracji oraz procesu hybrydowego łączącego fotokatalizę z nanofiltracją
- a także ocenę podatności mikrozanieczyszczeń farmakologicznych na naturalną biodegradację i ocenę ekotoksykologiczną roztworów mikrozanieczyszczeń po procesie pogłębionego oczyszczania oraz ocenę mikroskopową intensywności foulingu membran polimerowych w procesie nanofiltracji.

W ocenianej pracy określony został cel i zakres badań, natomiast nie została postawiona hipoteza badawcza do udowodnienia w wyniku realizacji pracy doktorskiej, którą można jednak wywnioskować z analizy celu i zakresu pracy oraz wyników badań i wniosków.

W ramach analizy literaturowej, w rozdziale 3 przedstawiona została charakterystyka związków farmaceutycznych w środowisku wodnym, obejmująca, źródła pochodzenia i zakresy stężeń oraz wpływ na człowieka i organizmy wodne. Analiza literaturowa, uzupełniona została w rozdziale 4 opis wybranych metod usuwania mikrozanieczyszczeń z zastosowaniem metod konwencjonalnych i zaawansowanych, w tym z zastosowaniem utleniania fotokatalitycznego i nanofiltracji z wykorzystaniem membran. Analizę zaawansowanych procesów utleniania w zastosowaniu do usuwania mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych można uznać za wyczerpującą. Natomiast, stosunkowo pobieżnie przedstawiona została analiza separacji farmaceutyków w jednostkowych procesach filtracji membranowej, przedstawiona na niepełnych dwóch stronach (34 i 35) oraz układów hybrydowych łączących zaawansowane procesy utleniania z technikami membranowymi, bazująca na publikacjach z lat 1999 – 2013, przy zauważalnym braku publikacji z ostatnich lat.

W części doświadczalnej pracy doktorskiej wyróżnić można badania wstępne oraz badania właściwe. W ramach badań wstępnych przeprowadzony został monitoring odpływów z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych w celu wyznaczenia średniorocznego stężenia wybranych mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych (IBU, DCL, CBZ) odprowadzanych do wody powierzchniowej. Poddano także ocenie stopień naturalnej biodegradacji tych zanieczyszczeń, zachodzących w zbiornikach wodnych.

W ramach badań właściwych wykonane zostało szerokie spectrum badań doświadczalnych obejmujących badania z zastosowaniem roztworów modelowych oraz badania doczyszczania odpływu ścieków komunalnych z zastosowaniem procesów jednostkowych, fotolizy, heterogenicznej fotokatalizy i nanofiltracji, a także w układzie sekwencyjnym fotokataliza-nanofiltracja.

Na podkreślenie zasługuje zastosowanie nowoczesnych metod analitycznych, takich jak HPLC, GC-MS, AFM oraz oprogramowania komputerowego, a także komercyjnych biotestów z zastosowaniem bakterii, skorupiaków i roślin naczyniowych.

Jedynym mankamentem pracy jest skrótowe potraktowanie procesów membranowych, w tym nanofiltracji, która jest jednym z dwóch etapów opracowanej metody usuwania mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych i ich metabolitów z odpływów mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków komunalnych. Powierzchnie przedstawione zostały zagadnienia w rozdziale 4.3, pominięto schemat/zdjęcie instalacji membranowej, bardzo krótko zanalizowano wydajność badanych membran NF i zjawisko foulingu (rozdział 10.4.3). Zjawisko foulingu jest ciągle podstawowym problemem w praktycznych zastosowaniach ciśnieniowych procesów membranowych, zmniejsza wydajność procesu i zwiększa koszty ekonomiczne, w wyniku czego ogranicza skalę zastosowania w praktyce. Uwaga ta nie zmienia pozytywnej oceny całej pracy, może być pomocna przy opracowywaniu publikacji do czasopism naukowych.

Za najważniejsze oryginalne osiągnięcia naukowe Autorki należy uznać:

1. analizę i syntezę dostępnej literatury naukowo-badawczej, krajowej i międzynarodowej, na bazie, której sformułowany został własny problem badawczy, cel i zakres pracy
2. wybór i opracowanie metodyki analiz z zastosowaniem nowoczesnych metod analitycznych, oprogramowania komputerowego i komercyjnych biotestów
3. opracowanie i przeprowadzenie oryginalnego programu badań doświadczalnych, obejmującego:
 - monitoring stężeń mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych w rzeczywistych odpływach z oczyszczalni ścieków i analizę ich podatności na naturalną biodegradację
 - badania skuteczności usuwania wybranych mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych w procesach jednostkowych oraz dwuetapowym procesie hybrydowym z zastosowaniem roztworów modelowych i rzeczywistych
 - analizę mikroskopową intensywności foulingu membranowego
 - analizę ekotoksykologiczną wszystkich badanych rodzajów roztworów po procesie pogłębionego oczyszczania z zastosowaniem opracowanej metody

4. osiągnięcie aplikacyjnego celu rozprawy, tj. zaproponowanie układu sekwencyjnego fotokataliza-nanofiltracja do doczyszczania ścieków komunalnych.

Praca doktorska mgr inż. Edyty Kudlek jest pracą o walorach naukowych i poznawczych. Opracowany i przetestowany w usuwaniu mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych hybrydowy układ łączący fotokatalityczne utlenianie z separacją membranową jest zaawansowanym rozwiązaniem o dużych możliwościach aplikacyjnych zarówno w modernizowanych jak i nowobudowanych oczyszczalniach ścieków. Podstawową zaletą tego rozwiązania jest całkowita eliminacja zarówno mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych jak i związków generowanych podczas ich rozkładu fotochemicznego.

Pytania do dyskusji

1. czy uzasadniony jest wybór ciśnienia transmbranowego do badań z odpływami z oczyszczalni ścieków komunalnych na podstawie badań przepuszczalności wody dejonizowanej przez membrany (str.63)
2. jakie rodzaje i mechanizmy foulingu mogą mieć miejsce w praktycznym zastosowaniu opracowanej metody usuwania mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych z odpływów po oczyszczaniu mechaniczno-biologicznym ścieków komunalnych; jaki rodzaj foulingu, w świetle modelu oporów szeregowych, był analizowany z zastosowaniem współczynników α_v i α_w (równania 30 i 31, str.64)

Wniosek końcowy

W podsumowaniu oceny stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Edyty Kudlek, pt.: „Układ sekwencyjny fotokataliza-ciśnieniowa filtracja membranowa w pogłębionym oczyszczaniu odpływów z oczyszczalni komunalnych zawierających związki aktywne farmaceutycznie” jest rozwiązaniem postawionego problemu naukowo-badawczego. Autorka rozprawy podjęła ważny i aktualny problem z zakresu inżynierii środowiska. Realizując pracę doktorską wykazała się znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem pracy oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Uzyskane oryginalne wyniki zostały prawidłowo zanalizowane i doprowadziły do sformułowania poprawnych wniosków. Recenzowana praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez ustawę o stopniach i tytule naukowym, stawiam więc wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Dawid Świeciański