



Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP

Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zakład Polimerów
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 665 36 37
e-mail: agnieszka.marcinkowska@put.poznan.pl

Poznań, dnia 20 listopada 2025 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Marty Anny Magnuckiej,
doktorantki na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
zatytułowanej
„Ocena bezpieczeństwa chemicznego i mikrobiologicznego wody pitnej w sieciach rozdzielczych
wykonanych z tworzyw termoplastycznych”

Podstawa

Uchwała Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Adama Mickiewicza z dnia 12 września 2025 r. i stosowane pismo Dziekana Wydziału Chemii UAM Prof. dr hab. Macieja Kubickiego z dnia 16 września 2025 r.

Podstawa prawna

art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571)

Znaczenie i aktualność podjętej tematyki rozprawy

Tematyka podjęta przez doktorantkę w niniejszej dysertacji jest w pełni zgodna z aktualnymi trendami badawczymi, w których szczególny nacisk kładzie się na analizę czystości wody oraz identyfikację zanieczyszczeń mogących stanowić zagrożenie dla zdrowia publicznego. W obliczu rosnącej świadomości społecznej i zaostrzających się regulacji dotyczących jakości wody pitnej, zagadnienia podejmowane w pracy zyskują na znaczeniu, a prowadzone badania stanowią istotny wkład w rozwój nowoczesnych metod oceny bezpieczeństwa sieci wodociągowych wykonanych z tworzyw sztucznych.



Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP

Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zakład Polimerów
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 665 36 37
e-mail: agnieszka.marcinkowska@put.poznan.pl

Wprowadzenie tworzyw sztucznych do budowy sieci dystrybucji wody pitnej znacząco zwiększyło trwałość rurociągów dzięki ich wysokiej odporności na korozję, eliminując problem zarastania instalacji rdzą. Rozwiązania te ułatwiły również montaż oraz poszerzyły możliwości projektowe, wynikające z giętkości materiału i szerokiego wyboru złączy, a jednocześnie obniżyły koszty wykonania instalacji. Początkowo zakładano, że rurociągi z tworzyw sztucznych będą charakteryzować się bezawaryjną żywotnością sięgającą nawet 100 lat. Jednak w ostatnich latach środowisko naukowe wskazuje, że ich trwałość może być krótsza, ponieważ dynamiczny rozwój technologii — w szczególności metod analitycznych — umożliwił identyfikację w wodzie pitnej szeregu zanieczyszczeń i związków chemicznych, których źródłem może być również degradacja materiałów polimerowych stosowanych do budowy sieci wodociągowych. W materiałach polimerowych mogą zachodzić również zmiany prowadzące do powstania mikroplastiku, na który w ostatnich latach zwrócono szczególną uwagę. Może on mieć wpływ na jakość wody, i stanowić potencjalne zagrożenie dla zdrowia. Dlatego ważne jest podejmowanie badań pozwalających określić wpływ różnych parametrów na procesy degradacyjne tworzyw sztucznych w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Poszukuje się zatem rzetelnych i wiarygodnych metod badawczych, które pozwolą na poprawę jakości wody poprzez ograniczenie uwalniania niepożądanych związków z materiałów instalacyjnych lub ich skuteczną eliminację za pomocą odpowiednich technologii.

Głównym celem recenzowanej pracy doktorskiej była analiza procesów degradacyjnych zachodzących w tworzywach sztucznych stosowanych do budowy i regeneracji sieci wodociągowych oraz ustalenie ich wpływu na końcową jakość oraz bezpieczeństwo chemiczne i mikrobiologiczne wody pitnej. Praca stanowi zatem wartościowy wkład w aktualny nurt badań dotyczących identyfikacji potencjalnych zanieczyszczeń oraz doskonalenia metod analitycznych stosowanych w ocenie systemów wodociągowych wykonanych z tworzyw sztucznych. Zatem tematyka rozprawy jest w pełni aktualna i jej wybór jest uzasadniony.

Ocena formalna rozprawy

Przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską Pani mgr. inż. Marty Anny Magnuckiej zrealizowano w Zakładzie Analityki Chemicznej i Środowiskowej, Wydziału Chemii, Uniwersytetu



Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP

Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zakład Polimerów
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 665 36 37
e-mail: agnieszka.marcinkowska@put.poznan.pl

Adama Mickiewicza. Pracę wykonano pod kierunkiem Pani dr hab. Joanny Świetlik, profesor Uniwersytetu Adama Mickiewicza.

Oceniana rozprawa doktorska przygotowana jest w formie monografii w języku polskim i liczy 240 stron maszynopisu. Ma ona klasyczny i została napisana w sposób staranny i poprawny językowo, a jej treść jest przedstawiona jasno i przejrzysto. Styl pisania jest spójny, co sprawia, że całość czyta się płynnie i bez trudności w odbiorze. Tytuł rozprawy: „*Ocena bezpieczeństwa chemicznego i mikrobiologicznego wody pitnej w sieciach rozdzielczych wykonanych z tworzyw termoplastycznych*” odpowiada celowi pracy, jak również zawartym treściom w części literaturowej i badawczej. Monografia została podzielona na cztery części obejmujące *Część teoretyczną*, *Cel pracy i hipotezy badawcze*, *Część eksperymentalną* i *Literaturę*. Dodatkowo zawiera *Wprowadzenie* oraz *Spis skrótów, rysunków i tabel*. Autorka cytuje 404 pozycje literaturowe, wśród których można znaleźć zarówno artykuły czasopism naukowych, materiały konferencyjne, książki, jak i akty prawne, czy normy badawcze oraz karty charakterystyki materiałów, a w kilku przypadkach informacje internetowe. Na podkreślenie zasługuje fakt, że więcej niż połowa cytowanych źródeł, tj. ponad 240, to publikacje z ostatnich 10 lat. Świadczy to o starannym zapoznaniu się z literaturą przedmiotu, bieżącymi trendami badawczymi oraz kluczowymi problemami w uprawianej dziedzinie, a także o rzetelnym udokumentowaniu pracy. Kolejnym punktem jest *Załącznik* obejmujący *Wykaz osiągnięć w pracy naukowo-badawczej*. Tematykę prowadzonych badań przedstawiono w trzech publikacjach w recenzowanych czasopismach – w jednej z nich doktorantka jest pierwszym autorem. Dodatkowo wyniki prac zaprezentowano na konferencjach krajowych i międzynarodowych zarówno w postaci komunikatów ustnych, jak i prezentacji posterowych.

Ocena merytoryczna

Na początku przedłożonej do recenzji rozprawy zamieszczono *Streszczenie* pracy wraz ze słowami kluczowymi zarówno w języku polskim, jak i angielskim. Zostało ono przygotowane zgodnie ze standardami redakcyjnymi. Zawiera jasne uzasadnienie podjęcia badań, zastosowane metody badawcze oraz prezentuje najważniejsze wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz. We *Wprowadzeniu* Autorka w sposób merytoryczny uzasadnia potrzebę podjęcia badań nad



Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP

Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zakład Polimerów
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 665 36 37
e-mail: agnieszka.marcinkowska@put.poznan.pl

zanieczyszczeniami pojawiającymi się w wodzie pitnej, wskazując na ryzyko migracji związków powstających w wyniku procesów degradacyjnych zachodzących w materiałach polimerowych wykorzystywanych do budowy rurociągów. Problem ten ma istotne znaczenie zarówno z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów, jak i w kontekście długoterminowej trwałości systemów wodociągowych. Choć pierwotnie zakładano ich bezpieczną, nawet 100 letnią trwałość, doniesienia literaturowe wskazują, że tempo zmian zachodzących podczas eksploatacji może być znacznie większe, niż pierwotnie przewidywano. Dlatego badania zmierzające do wyjaśnienia zjawisk zachodzących w tego typu materiałach podczas ich eksploatacji jest niezwykle istotne i uzasadnione — zarówno z perspektywy ochrony zdrowia użytkowników, jak i możliwości opracowania materiałów pozbawionych obecnie obserwowanych wad.

Część pierwsza pracy, *Część teoretyczna*, przedstawia aktualny stan wiedzy w zakresie czystości wody pitnej, ze szczególnym uwzględnieniem potencjalnych zanieczyszczeń oraz mechanizmów ich powstawania w sieciach dystrybucyjnych wykonanych z tworzyw sztucznych. Omówiono jakość wody pitnej przeznaczonej do spożycia w oparciu o regulacje prawne, jak i standardy higieniczne materiałów będących w kontakcie z wodą. Zwrócono również uwagę na nowo wykrywane zanieczyszczenia zarówno związkami chemicznymi jak i mikroplastikiem. Kolejno omówiono rodzaje sieci dystrybucyjnych wody pitnej, ze szczególnym uwzględnieniem rodzajów materiałów stosowanych do ich budowy. Następnie omówiono rodzaje tworzyw sztucznych stosowanych do budowy sieci wodociągowych. Kolejny rozdział, obejmujący strony 34 – 62, stanowi opracowane przez Doktorantkę studium zanieczyszczeń wody pitnej związanych z obecnością tworzyw sztucznych, głównie stosowanych do produkcji rur i złązek, jak również biofilmów. Na bazie literatury przedmiotu Doktorantka wymienia szereg związków chemicznych, które mogą stanowić zanieczyszczenie wody, ze względu na proces ich wymywania z materiału polimerowego jak i procesy degradacyjne w nim zachodzące. Doktorantka omówiła również problematykę związaną z mikroplastikiem, który w ostatnich latach budzi duże zainteresowanie oraz obawy zarówno w środowisku naukowym, jak i wśród odbiorców końcowych wody pitnej. Nie są jeszcze znane konsekwencje dostania się mikroplastiku do organizmu człowieka, jednak należy zaznaczyć, że większość tego materiału zostaje wydalona z organizmu. Istotne znaczenie może mieć jednak



nanoplastik. Kluczowym wyzwaniem pozostaje opracowanie metody umożliwiającej nie tylko ilościową ocenę mikroplastiku, lecz także identyfikację rodzaju tworzywa, z którego pochodzi. W ostatnim rozdziale omówiono system polimocznikowy stosowany do bezwykopowej renowacji rurociągów, jak i potencjalny wpływ na jakość wody pitnej. Doniesienia literaturowe wskazują, że system ten może powodować mniejszą stabilność biologiczną wody pitnej.

Podsumowując tę część pracy stwierdzam, że część literaturowa została opracowana w sposób rzetelny i merytoryczny. Wprowadza czytelnika w omawianą problematykę, stanowi solidną podstawę dla dalszych analiz, opierając się na aktualnych i istotnych źródłach.

Autorka nie ustrzegła się błędów merytorycznych, stylistycznych i interpunkcyjnych, co przy tak rozległym opracowaniu nie jest zaskakujące. Należy jednak podkreślić, że ich liczba jest stosunkowo niewielka w kontekście całego opracowania. Poniżej przytoczę wybrane:

- str. 30: „polietylen wysokiej gęstości (HDPE) powstaje z granulek PE w procesie polimeryzacji niskociśnieniowej”. Polietylen syntezowany jest z etylenu.

- str. 31: „Efektem procesu sieciowania jest wytworzenie łańcuchów polimerowych związanych za pomocą mostków tlenowych...” Sieciowanie pod wpływem nadtlenków organicznych prowadzi do sieciowania homolitycznego, czyli wytworzenia wiązania C-C pomiędzy dwoma makrocząsteczkami.

- str. 41: Tabela 2 – w wymienionych metalach pojawia się skrót „Ab” – proszę o wyjaśnienie.

- str. 65: Doktorantka wymienia na tej stronie zastosowania polimocznika, jako materiału konstrukcyjnego lub stosowanego do produkcji kamizelek kuloodpornych, hełmów. Czy ten materiał rzeczywiście znajduje takie zastosowanie?

- str. 74: „W przypadku polimocznika i żywic z niego wytworzonych szczególną uwagę przywiązuje się do pasm przy 1643 cm^{-1} (grupa karbonylowa mocznika), 1548 cm^{-1} (drgania zginające N-H w moczniku) oraz 2270 cm^{-1} (drgania rozciągające $\text{N}=\text{C}=\text{O}$), których obecność potwierdza całkowite zakończenie reakcji poliaddycji.” W przypadku pasma absorpcji z maksimum przy liczbie falowej 2270 cm^{-1} to jego całkowity zanik potwierdza zakończenie reakcji poliaddycji, a nie obecność.



- W wielu miejscach pracy błędnie zapisywane są nazwy złożone polimerów, które zgodnie z nomenklaturą zapisuje się w nawiasie, np.: str. 27 „politereftalan etylenu, polichlorek winylu, polimetakrylan metylu”. Poprawny zapis nazw tych polimerów jest następujący: poli(tereftalan etylenu), poli(chlorek winylu), poli(metakrylan metylu).

Następnie w części drugiej pracy Doktorantka zdefiniowała jej cel i sformułowała hipotezy badawcze. Jako główny cel pracy obrała badania przebiegu procesów degradacyjnych zachodzących w tworzywach sztucznych stosowanych do budowy i regeneracji sieci wodociągowych oraz ustalenie ich wpływu na końcową jakość oraz bezpieczeństwo chemiczne i mikrobiologiczne wody pitnej w sieciach rozdzielczych wykonanych z materiałów termoplastycznych. Przedstawione hipotezy badawcze opierają się na założeniu, że w warunkach eksploatacyjnych sieci wodociągowych następują istotne i niekorzystne zmiany w strukturze tworzyw sztucznych stosowanych do ich budowy, co prowadzi do zanieczyszczenia wody uwalnianymi z nich związkami chemicznymi, jak i do zmian na powierzchni materiału, co może sprzyjać tworzeniu biofilmów. W kolejnej hipotezie założono, że regeneracja rur systemem polimocznikowym również może wpływać na obniżenie jakości chemicznej i stabilności mikrobiologicznej wody pitnej. Tak sformułowane hipotezy znajdują uzasadnienie w dotychczas prowadzonych pracach badawczych. Przyjęty przez Doktorantkę cel pracy został w pełni zrealizowany, a przedstawione osiągnięcia wnoszą cenny wkład w zakres wiedzy związany z procesami degradacyjnymi sieci wodociągowych wykonanych z tworzyw sztucznych mogących powodować wtórne zanieczyszczenie wody pitnej i jak identyfikacją tych związków.

Część doświadczalną rozpoczęto od przedstawienia odczynników stosowanych w badaniach, jak i aparatury. Wśród aparatury badawczej wymienione zostały pompa próżniowa, pipety automatyczne, czy mieszadła magnetyczne, które są sprzętem laboratoryjnym. Również szkło laboratoryjne powinno być przypisane do sprzętu laboratoryjnego. Następnie (rozdział 4) opisano techniki analityczne, których ilość i dobór zasługują na podkreślenie. Są wśród nich metody ekstrakcyjne: ekstrakcja do fazy stałej i mikroekstrakcja do fazy stałej, metody spektroskopowe: spektroskopia rentgenowska z dyspersją energii, spektroskopia w podczerwieni ATR-FTIR, spektroskopia Ramana, spektrometria mas sprzężona z plazmą wzbudzaną indukcyjnie, dwuwymiarowa chromatografia gazowa ze spektrometrią mas z wykorzystaniem pomiaru czasu



Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP

Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zakład Polimerów
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 665 36 37
e-mail: agnieszka.marcinkowska@put.poznan.pl

przelotu, jak również analiza goniometryczna i cytometryczna. Wśród metod wymieniono indeks karbonylowy, który nie jest techniką analityczną, tylko parametrem wyznaczanym metodą spektroskopii w podczerwieni. Zatem powinien znaleźć się w opisie tej metody badawczej. W tym miejscu proszę o wyjaśnienie następujących kwestii:

- czy w przypadku pomiarów metodą spektroskopii FTIR-ATR widmo tła wykonywano przed każdą próbką badaną, czy przed sesją pomiarów próbek? Jeśli była to sesja, to jakiej liczby próbek dotyczyła?

- w opisie metody wyznaczenia indeksu karbonylowego podano, że „parametr ten opiera się na ilościowej analizie utlenionych grup karbonylowych (C=O), generowanych w wyniku długotrwałej ekspozycji tworzywa na czynniki środowiskowe.” Jednak grupy karbonyłowe powstają w wyniku procesu utleniania łańcucha polimeru, a nie są utleniane. Czy metodę tę można zastosować do oceny degradacji wszystkich tworzyw sztucznych?

- metodę pomiaru kąta zwilżania określa doktorantka w pracy mianem metoda kropelkowa. Jest to określenie stosowane potocznie i nie powinno znaleźć się w rozprawie doktorskiej. Czy Doktorantka badała kąt zwilżania wodą materiałów polimerowych metodą siedzącej kropli?

W kolejnym rozdziale opisano modele badawcze rurociągów, na których prowadzono prace badawcze polegające na poborze wody i jej analizie pod kątem wtórnych zanieczyszczeń, jak również poborze fragmentów rur i badaniu morfologii materiału polimerowego. Zbudowane układy badawcze pozwoliły ocenić wpływ różnych czynników (rodzaj tworzywa sztucznego, sposób dezynfekcji, przestoje, regeneracja powłoką polimocznikową) na możliwość pojawienia się w wodzie zanieczyszczeń wtórnych, jak również uszkodzeń materiału polimerowego. Imponujące jest również pozyskanie wycinków z rur o średnicach od 80 do 315 mm z pracującej sieci wodociągowej eksploatowanych przez okres od 4 do 45 lat wykonanych zarówno z polietylenu jak i poli(chlorku winylu). To pozwoliło na porównanie wyników uzyskanych dla układów modelowych z tymi uzyskanymi dla układów rzeczywistych, pracujących w warunkach naturalnych.

W kolejnej części (rozdział 5) opisano metodykę badawczą, w której ujęto opis badań wpływu środków do dezynfekcji i temperatury na powierzchnię materiałów polimerowych, sposób przygotowania wycinków rur do badań, analizy mikroplastiku oraz badanie migracji związków



organicznych i nieorganicznych z tworzyw sztucznych. Dodatkowo opisano sposób przeprowadzenia oceny ryzyka związanego z polimerami i zanieczyszczeniami wody. W tym miejscu poproszę o wyjaśnienie kilku kwestii:

- badanie wpływu środków do dezynfekcji w warunkach laboratoryjnych prowadzono w warunkach statycznych, w jaki sposób tak zaplanowany eksperyment znajduje odzwierciedlenie w rzeczywistym procesie dezynfekcji wody i oddziaływaniu silnie utleniających związków na polimer?
- w jaki sposób prowadzono dozowanie środków dezynfekcyjnych do wody w układach modelowych: ciągły, cykliczny? Czy wprowadzano różne środki w tym samym czasie? Jeśli nie, jaki był odstęp czasu zadozowania kolejnego czynnika?
- badanie wpływu temperatury wody na degradację materiału polimerowego prowadzono umieszczając fragmenty tworzywa sztucznego w zlewce z wodą i mieszadłem magnetycznym. Jaka była szybkość mieszania zawartości zlewki? Jak ma się wpływ ruchu wirowego wody wytwarzanego podczas badania na materiał polimerowy do wpływu rzeczywistego ruchu przepływowego w rurociągu? Czy tworzywo podczas badania miało kontakt ze ściankami zlewki lub dipolem, co mogło prowadzić do uszkodzeń mechanicznych materiału?
- proszę wyjaśnić jaką metodą potwierdzono obecność mikroplastiku w błonach biologicznych?

Zakres badań jest imponujący i dobrze zaplanowany, co pozwoliło Doktorantce przeprowadzić analizy pozwalające zrealizować cel pracy. W mojej ocenie w pracy brakuje schematu przedstawiającego układ i logikę całego procesu badawczego. Umieszczenie takiego diagramu — syntetycznie prezentującego etapy badań, zastosowane metody oraz powiązania między poszczególnymi częściami opracowania — ułatwiłoby orientację w tak rozbudowanym materiale i poprawiłoby przejrzystość całej pracy.

Wyniki badań zaprezentowano w formie zdjęć wykonanych metodą SEM, widm otrzymanych metodą spektroskopii Ramana i ATR-FTIR, wykresów oraz tabel, co ułatwiło ich analizę. Opis wyników i wnioski, dyskutowane również z literaturą przedmiotu, przedstawiono w sposób poprawny i wskazujący na znajomość przez Doktorantkę stosowanych w pracy metod badawczych.



Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP

Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zakład Polimerów
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 665 36 37
e-mail: agnieszka.marcinkowska@put.poznan.pl

Przeprowadzone badania w warunkach modelowych jednoznacznie wskazują na zachodzenie procesów degradacyjnych w badanych tworzywach sztucznych pod wpływem stosowanych czynników do dezynfekcji, zmian temperatury, czy warunków hydraulicznych, prędkości przepływu (stagnacja). Prowadzą one zarówno do zmian w strukturze morfologicznej, jak i chemicznej materiałów, co poparto wykonanymi badaniami. W wyniku wymywania substancji pomocniczych, co poparto badaniami czystości wody, które wykazały w wodzie obecność środków pomocniczych, jak plastyfikatory czy stabilizatory, a także produktów ich degradacji, jak i degradacji polimerów. Wykazano również, że agresywność czynnika do dezynfekcji wobec badanych tworzyw sztucznych jest ściśle związana z ich budową chemiczną. Zarówno PE jak i PVC są bardzo wrażliwe na działanie czynnika ClO_2 , przy czym polietylen jest bardziej podatny na silnie utleniające działanie ozonu. Polimocznikowe struktury degradują natomiast najszybciej w kontakcie z NaClO . Wtórne zanieczyszczenia wody wraz ze zmianami struktury powierzchni materiału prowadzącymi do wzrostu ich porowatości prowadzą do stworzenia warunków sprzyjających rozwojowi mikroorganizmów, co przejawia się tworzeniem biofilmów. W rurach pochodzących z wodociągów wykryto zarówno bakterie, okrzemki, ameby, jak i grzyby. Rozwój mikroorganizmów w sieciach wodociagowych, wraz z substancjami organicznymi stanowiącymi wtórne zanieczyszczenie wody prowadzi do pogorszenia jakości wody pitnej, tj. jej smaku i zapachu, co potwierdzono odpowiednimi badaniami. Stagnacja wody przyczynia się do pogłębienia tego problemu. Znaczną część pracy poświęcono również badaniom nad mikroplastikiem. Są to badania trudne i stosunkowo nowe, wymagające opracowania odpowiednio dostosowanej metodyki, co stanowiło istotne wyzwanie w ich realizacji. Chciałabym zwrócić uwagę, że badania modelowe prowadzone są w znacznie bardziej agresywnych warunkach niż to ma miejsce w rzeczywistych sieciach wodociagowych, stąd duże tempo tych zmian, ale pozwalające prognozować zmiany w rzeczywistych układach. Wyniki uzyskane przez Doktorantkę wskazują, że konieczne może być ponowne przeanalizowanie dotychczasowego stanu wiedzy na temat przesyłania wody pitnej sieciami z tworzyw sztucznych, jak i uzdatniania wody pitnej oraz rozważenie dopracowania materiałów polimerowych jak i wprowadzenia dodatkowych etapów oczyszczania wody pitnej przesyłanej takimi rurociągami. Istotna byłaby również ocena stopnia wymywania związków w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych.



W tym miejscu chciałbym wskazać na kilka kwestii dyskusyjnych lub wymagających doprecyzowania, co wynika z obowiązków recenzenta:

1. W pracy brakuje przedstawienia mechanizmów reakcji degradacji badanych polimerów. Ich uwzględnienie ułatwiłoby interpretację widm spektroskopowych oraz pozwoliło na powiązanie obserwowanych pasm absorpcji z konkretnymi przemianami chemicznymi.
2. Część zmian pojawiających się na widmach (wykonanych metodą spektroskopii Ramana, spektroskopii ATR-FTIR) tworzyw sztucznych poddanych działaniu czynników do dezynfekcji wody jest subtelna i przy znacznych szumach nie wskazuje jednoznacznie na trend malejący czy rosnący, a raczej potwierdza zmianę w budowie chemicznej materiału.
3. str. 113: Na widmie wykonanym metodą spektroskopii ATR-FTIR widoczne są pasma absorpcji z maksimum przy liczbie falowej ok. 1650 cm^{-1} , które należałoby również przypisać pojawieniu się wiązań nienasyconych $\text{C}=\text{C}$, tworzących się w wyniku degradacji PVC. Te wiązania mogą w wyniku działania np. tlenu, czy związków do dezynfekcji wody przekształcić się w grupy funkcyjne zawierające grupę karbonylową $\text{C}=\text{O}$. Dodatkowo (str. 115) w rozważaniach dotyczących zmian w strukturze chemicznej PVC Doktorantka wskazuje na występowanie grupy karboksylowej $-\text{COOH}$ pojawiającej się w materiale w wyniku procesów degradacyjnych, natomiast pasma absorpcji w zakresie liczb falowych $3200 - 3600\text{ cm}^{-1}$ nie wiąże z ich obecnością w strukturze materiału, a jedynie z obecnością wody. Proszę o komentarz.
4. str. 124: „Można zatem stwierdzić, że konsekwencją działania środków dezynfekcyjnych na PE jest przede wszystkim 1) odsłanianie grup funkcyjnych w strukturze materiału....” Czy polietylen w swojej strukturze posiada grupy funkcyjne?
5. str. 125, dotyczy rysunku 25: Doktorantka pisze o spadku intensywności pasm absorpcji w zakresie liczb falowych $720 - 730\text{ cm}^{-1}$. Natomiast na widmie widoczny jest wzrost intensywności tych pasm, w stosunku do wyjściowego materiału. Proszę o komentarz.
6. str. 132: Doktorantka wskazuje, że zmiana wartości kąta zwilżania materiału po procesie starzenia wynika ze zmian porowatości materiału. Jest to jednak tylko jeden z czynników wpływających na wartość omawianego parametru. Jakie inne czynniki wg Doktorantki mogły wpłynąć na taką zmianę?



7. str. 149: W jaki sposób wyznaczono indeks karbonylowy w przypadku polimoczników, które w swojej strukturze posiadają grupę karbonylową?
8. str. 170: „Rezultaty dowodzą, że dla bezpieczeństwa wody pitnej znaczenie ma nie tylko stężenie, ale również skład chemiczny MP.” Proszę o uzasadnienie tak sformułowanego wniosku.
9. str. 161 „... obecność polioksymetylenu (POM) w wodzie opuszczającej model można powiązać z degradacją powłoki mocznikowej.” Proszę o wyjaśnienie.; oraz str. 181: Doktorantka stwierdza, że obecność azotu w zanieczyszczeniach wody może wiązać się z rozpadem segmentów miękkich polimocznika. Czy jednak azot jest częścią tych segmentów?
10. Czy proces filtracji wody dla oznaczenia ilościowego/jakościowego mikroplastiku był wykonywany po różnych okresach czasu eksploatacji układów modelowych? Takie badanie mogłoby pokazać, czy intensywność uwalniania mikroplastiku zmienia się w czasie, i w jaki sposób. Czy podjęto próbę oszacowania, w jakim stopniu uzyskane wyniki mogą przekładać się na rzeczywiste warunki przesyłu wody w sieci wodociągowej? Czy w celach porównawczych przeprowadzono analizę wody pochodzącej z rzeczywistej sieci wodociągowej?

W pracy brakuje podsumowania przeprowadzonych badań, w którym Doktorantka mogłaby odnieść się do postawionych hipotez oraz wskazać, jakie wnioski i rekomendacje wynikają z uzyskanych rezultatów, a także jakie perspektywy dalszych badań lub zastosowań mogą z nich wynikać. Dodatkowo chciałabym zwrócić uwagę na podpisy pod rysunkami zamieszczonymi w części badawczej, które powinny jednoznacznie informować, co zostało na nich przedstawione (np. widmo Ramana, obraz SEM), zamiast zawierać jedynie opis interpretacyjny, taki jak „postępujący proces powstawania uszkodzeń powierzchni”, czy „zmiany w strukturze chemicznej”.

Podsumowanie

Efekty badań zaprezentowane w dysertacji mgr inż. Marty Anny Magnuckiej wnoszą wkład w rozwój nowoczesnych metod projektowania układów modelowych do badań jak i metod analitycznych pozwalający na ocenę zanieczyszczeń wody pitnej powstałych w wyniku procesów degradacyjnych zachodzących w materiale polimerowym podczas eksploatacji sieci wodociągowej.



Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP

Institut Technologii i Inżynierii Chemicznej
Zakład Polimerów
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań
tel.: +48 61 665 36 37
e-mail: agnieszka.marcinkowska@put.poznan.pl

Pragnę podkreślić, że Doktorantka zaprezentowała szeroki i spójny zakres badań, realizowanych w sposób konsekwentny i metodyczny, a ich wyniki przedstawiła w formie przejrzystej, uporządkowanej i logicznej. Osiągnięcie celu pracy oraz weryfikacja postawionych hipotez badawczych wymagały od Doktorantki bardzo dobrej znajomości stosowanej aparatury, nowych technik badawczych, umiejętności opracowania odpowiedniej metodyki badawczej, właściwego planowania eksperymentów, a także kompetencji w zakresie interpretacji uzyskanych wyników. Całość przeprowadzonych działań świadczy o wysokim poziomie umiejętności badawczych i solidnym warsztacie naukowym Doktorantki.

Przedstawione w treści recenzji uwagi i sugestie mają w większości charakter dyskusyjny lub porządkowy i nie obniżają wysokiej wartości merytorycznej pracy doktorskiej, którą oceniam pozytywnie. Jest ona nowatorska, zgodna z tematem pracy, jej cel został zrealizowany, a hipotezy badawcze potwierdzone. Na podkreślenie zasługuje staranna edytorska strona rozprawy, a nieliczne usterki i niedoskonałości wynikające prawdopodobnie z obszerności pracy, nie wpływają na ogólną pozytywną ocenę pracy w ujęciu edytorskim.

Podsumowując stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska pani mgr inż. Marty Anny Magnuckiej spełnia wymogi ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego o istotnej nowości, jak również wskazuje na umiejętność zaplanowania, poprowadzenia prac badawczych i wyciągania wniosków przez Doktorantkę. Wnoszę zatem do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie pani mgr inż. Marty Anny Magnuckiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Biorąc pod uwagę znaczący wkład Doktorantki w rozwój dyscypliny Nauki Chemiczne, wysoki poziom naukowy przedstawionej pracy doktorskiej oraz publikację wyników badań w dwóch wysoko punktowanych czasopismach, tj. *Internationale Journal of Hygiene and Environmental Health* oraz *WIREs Water* (każde o wartości 140 pkt według listy MNiSW), przy czym obie publikacje są dwuautorskie z promotorem, co jednoznacznie świadczy o aktywnym i samodzielnym udziale Doktorantki w realizacji badań, wnoszę o wyróżnienie pracy doktorskiej.


Dr hab. inż. Agnieszka Marcinkowska, prof. PP