

Częstochowa, 5.01.2021r.

dr hab. Joanna Lach, prof. PCz  
Politechnika Częstochowska  
Wydział Infrastruktury i Środowiska  
ul. Brzeźnicka 60a,  
42-215 Częstochowa

### **Recenzja**

## **rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Pijarowskiego pt.: „Badania procesu adsorpcji substancji ropopochodnych przez adsorbenty używane w ratownictwie chemiczno-ekologicznym”**

### **Podstawa przygotowania recenzji**

Niniejszą recenzję przygotowano na zlecenie Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Świętokrzyskiej Pani dr hab. inż. Lidii Dąbek prof. PŚk, na podstawie umowy Nr RNI/17/2020.

### **Ogólna charakterystyka rozprawy**

Recenzowana rozprawa doktorska zajmuje się bardzo istotną kwestią doboru adsorbentów do usuwania oleju napędowego z podłoży utwardzanych. Dotychczasowe badania adsorpcji oleju napędowego nie proponują mechanizmu tego procesu i nie oceniają ważności poszczególnych parametrów sorbentów. Pomimo dość częstych wycieków oleju napędowego problem właściwości adsorbentów warunkujących skuteczność procesu nadal nie jest rozwiązany. Wyznaczenie mechanizmu adsorpcji tego medium, który jest mieszaniną różnych węglowodorów pozwala na ocenę istotnych parametrów adsorbentów, decydujących o skuteczności tego procesu. Nieprawidłowo oszacowana ilość sorbentu jest niekorzystna zarówno ze względów ekologicznych jak i ekonomicznych.

Podjęte w recenzowanej pracy zagadnienia są istotne zarówno z naukowego jak i użytecznego punktu widzenia. Mogą przyczynić się do poszerzenia wiedzy i rozwoju dyscypliny.

Tekst opiniowanej rozprawy zawarty jest na 166 stronach i podzielony jest na 5 głównych rozdziałów dotyczących tematu pracy i kolejnych 4 zawierających streszczenie, spis tabel i rysunków, dorobek naukowy Autora i bibliografię. Praca zawiera 101 rysunków (w tym 84 w części badawczej pracy) i 49 tabel (44 w części badawczej). Źródła literaturowe stanowią 136 pozycje (103 to materiały opublikowane po roku 2010), w tym publikacje z liczących się czasopismach krajowych i zagranicznych, podręczniki oraz materiały konferencyjne.

Układ pracy jest typowy dla prac doktorskich i zawiera: wstęp, część literaturową, cel i zakres pracy, metodykę badań, prezentację i omówienie wyników, podsumowanie i wnioski, bibliografię, streszczenie w języku polskim, wykaz rysunków i tabel, wykaz symboli użytych w pracy oraz dorobek naukowy autora.

Tytuł rozprawy „Badania procesu adsorpcji substancji ropopochodnych przez adsorbenty używane w ratownictwie chemiczno-ekologicznym”, jest zgodny z treścią rozprawy.

## **Analiza i ocena pracy**

W pierwszym rozdziale pracy pt. „Skróty i symbole” Autor zebrał wszystkie symbole użyte w pracy. Korzystne jest zebranie skrótów i symboli w jednym miejscu, nawet wówczas, gdy pod zacytowanymi wzorami powtórzono wyjaśnienie symboli (tak jak zrobiono w pracy). Dzięki temu praca jest łatwiejsza w odbiorze. Zauważono jednak pewne drobne braki lub nieścisłości w objaśnieniach np. „K, n – wielkości stałe...” – ta informacja powinna zostać uzupełniona o nazwę izotermy lub „V1, V2 – elementy objętościowe dwóch cząstek” - powinno być „objętość cząsteczek” – jak na str. 27.

Rozdział II to przegląd literatury dotyczącej tematu pracy. W ramach tego rozdziału omówione zostały zagadnienia dotyczące problemu zanieczyszczenia środowiska substancjami ropopochodnymi, procesu adsorpcji i stosowanych adsorbentów. Pierwszym punktem w tym rozdziale jest „Wstęp” uzasadniający potrzebę prowadzenia badań wskazując, że powszechnie stosowany olej napędowy w wyniku niekontrolowanych rozlewów stanowi zagrożenie dla środowiska i ludzi. Jest to bardzo ciekawe wprowadzenie do tematu pracy. Niemniej ten punkt mógłby być krótszy (ponad 4 strony).

W następnym punkcie „Skutki środowiskowe wprowadzania substancji ropopochodnych do środowiska” Doktorant przedstawił w sposób zwięzły, ale wyczerpujący informacje dotyczące wpływu substancji ropopochodnych na środowisko oraz rozprzestrzeniania się ich w wodzie i w gruncie. Ponadto znajdują się tu informacje dotyczące usuwania substancji ropopochodnych ze środowiska glebowego. Autor przedstawiła w oparciu o doniesienia literaturowe skutki katastrof m.in. platform wiertniczych i tankowców na środowisko. Omówił drogi i mechanizmy rozprzestrzeniania się substancji ropopochodnych w gruncie oraz wpływ takich czynników jak: rodzaj gleby, jej porowatość, temperatura, obecność wody i właściwości samej substancji ropopochodnej (np. gęstość, lepkość, siła wiązania na granicy faz). W pracy podkreślony został różnorodny wpływ badanych substancji na różne środowiska (np. miejski, leśne, rolnicze). Podobną analizę przeprowadzono dla środowiska wodnego. Rozdział ten został zakończony punktem dotyczącym usuwania substancji ropopochodnych w środowisku glebowym, ponieważ ten problem jest znacznie trudniejszy niż usuwanie tych substancji z wody. Z analizy przedstawionej w tym podrozdziale wynika, że metody fizyczne, w tym adsorpcja są najczęściej stosowane w remediacji gruntów.

W rozdziale 2.3 został omówiony proces adsorpcji. Autor skupił się głównie na adsorpcji fizycznej, ponieważ przede wszystkim ona odpowiada za usuwanie ropopochodnych. Bardzo dokładnie zostały opisane siły van der Waals'a. Z rozdziału tego Autor wyodrębnił tylko jeden podrozdział 2.3.1. W takim przypadku, gdy treści przyporządkujemy tylko jednemu podpunktowi błędne jest jego tworzenie (minimalna liczba podpunktów wynosi 2).

Kolejny rozdział 2.4 zatytułowany „Charakterystyka adsorbentów” jest najobszerniejszym rozdziałem (23 strony) i podzielony jest na 6 podpunktów. Zawiera

wyczerpujące omówienie rodzajów adsorbentów stosowanych głównie w ratownictwie chemiczno-ekologicznym. Ciekawym zagadnieniem jest przedstawienie wymagań stawianym stosowanym adsorbentom do usuwania substancji niebezpiecznych z krytyczną oceną aktów prawnych zajmujących się tym zagadnieniem. Doktorant zauważył brak norm dotyczących badań adsorbentów, podkreślił chaotyczność w podziale adsorbentów w rozporządzeniach, brak informacji o sposobie oznaczania np. pływalności sorbentu itp. Ten rozdział z powodu krytycznego podjęcia tego tematu jest bardzo cenny. Na rys. 5 przedstawiono podział adsorbentów. Należy wyjaśnić czym różnią się adsorbenty pochodzenia chemicznego, a czym pochodzenia organicznego syntetycznego.

Ważnym z punktu prowadzenia badań w tej pracy jest rozdział zatytułowany „Sposoby badania wielkości adsorpcji”. Doktorant w sposób wnikliwy ocenia w nim używane metody badawcze. Następne dwa podpunkty „Izoterm adsorpcji” i „Kinetyka procesu adsorpcji” opisują problemy zasygnalizowane w tytułach w sposób prawidłowy i wystarczający. Korzystniej byłoby jednak gdyby te podpunkty znalazły się w rozdziale „2.3. Procesy adsorpcyjne”. W rozdziale 2.4.4 Izoterm adsorpcji (str. 43-51) Autor przedstawia równania zaczerpnięte z różnych publikacji. Skutkuje to wprowadzeniem różnych symboli dla tych samych parametrów. Takim przykładem jest wielkość adsorpcji, która oznaczana jest jako  $q_e$  – wzór 23,  $a$  – wzory 24 i 25,  $Q$  – wzór 26,  $a$  – rys. 16,  $q$  – rys. 16. W pracy doktorskiej należałoby to ujednoczyć. Podobnie z jednostkami. Stężenia, pojemności adsorpcyjne (a tym samym i stałe izoterm) powinny odnosić się albo do moli albo do gramów – korzystnie podać jest obydwie jednostki, ale dla wszystkich izoterm. Na stronie 51 Autor zamieścił stwierdzenie: „Zgodnie z wynikami badań wraz ze wzrostem temperatury  $T$  wielkość adsorpcji adsorbentu na złożu maleje [82], [87].” Ponieważ zdanie to nie odnosi się do konkretnych warunków, a jest stwierdzeniem ogólnym nie można przyjąć je za poprawne. W wielu badaniach obserwuje się tendencje odwrotne lub występuje maksimum adsorpcji przy konkretnej temperaturze.

W ostatnim podrozdziale tego punktu Doktorant przedstawił zużycie adsorbentów przez służby Państwowej Straży Pożarnej.

W rozdziale 3 Autor rozprawy przedstawił cel i zakres pracy. Doktorant przyjął za cel pracy określenie właściwości adsorbentów, które mogą wpływać pozytywnie na mechanizm adsorpcji oleju. Wydaje się jednak, że Autor miał na myśli pozytywny wpływ na wielkość adsorpcji oleju i określenie jego mechanizmu. **Ponadto celem pracy było zaproponowanie nowego modelu kinetyki adsorpcji i porównanie go z modelem kinetyki adsorpcji pseudo I rzędu.** Korzystne byłoby jednak bardziej wyraźne podkreślenie celu naukowego i użyteczności pracy.

W związku z realizacją przyjętych celów Doktorant ustalił zakres pracy, którego pierwszym etapem było zaprojektowanie i realizacja autorskiego stanowiska badawczego do prowadzenia badań adsorpcji. Recenzowana praca obejmowała badania wstępne adsorpcji oleju napędowego na siedmiu i zasadnicze na trzech komercyjnych adsorbentach, będących przedstawicielami różnych rodzajów sorbentów i cechujących się dużymi pojemnościami adsorpcyjnymi. Założono, że adsorbenty będą oceniane na podstawie pomiaru adsorpcji oleju napędowego, badań kinetyki i wpływu temperatury adsorbentu na ten proces. W celu oceny

wpływu poszczególnych parametrów adsorbentów mających istotne znaczenie, zaplanowano badania strukturalne adsorbentów, składu pierwiastkowego i analizy mikroskopowej.

W ocenie recenzenta przyjęty zakres badań pozawala na realizację założonego celu pracy.

W rozdziale 4 Doktorant przedstawił metodykę, wyniki ich omówienie oraz podsumowanie i wnioski.

Pierwszy podrozdział „Olej napędowy” zawiera bardzo ogólnikowe informacje dotyczące oleju napędowego. Korzystne byłoby nie tylko powołanie się na normę, ale zacytowanie wybranych parametrów. W punkcie 4.2 zajmującym  $\frac{1}{4}$  strony, wyodrębniono tylko jeden podpunkt co jest to błędne.

Punkt 4.3 jest poświęcony adsorbentom użytym w badaniach. Scharakteryzowano w nim w sposób wyczerpujący adsorbenty wybrane spośród różnych grup. Należą do nich: polioctan celulozy, adsorbent z mchu torfowego, diatomitowy, perlitowy, haloizytowi, poliuretanowy przetworzony, celulozowo-mineralny. Dobór adsorbentów pozwała na ocenę wpływu różnych ich właściwości na adsorpcję oleju napędowego. Należy wyjaśnić dlaczego w tabeli 10 przedstawiony skład chemiczny adsorbentu HA to tylko nieco 40% oraz czym różni się zdolność adsorpcyjna i wielkość adsorpcji oleju napędowego w tabeli 12?

Bardzo ciekawym, z punktu omawianej pracy doktorskiej jest rozdział „4.4. Opis aparatury”. Doktorant zaprojektował aparaturę badawczą do wykonania zamierzonych pomiarów w ramach pracy doktorskiej. Zaproponowane stanowisko badawcze pozwała na wykonanie badań adsorpcji oleju napędowego określonych w zakresie pracy. Pozwala ono na badania kinetyki adsorpcji w różnych temperaturach. Przy opisie stanowiska do badań adsorpcji korzystne byłoby określenia wymiarów koszyeczka z adsorbentem. Szczególnie interesująca jest wysokość wypełnienia i pole powierzchni dna koszyeczka z adsorbentem.

Tą część pracy (metodykę badań) kończy rozdział w którym Doktorant przedstawia sposób obliczeń wykorzystanych w pracy. Ciekawym elementem tego rozdziału jest zaproponowanie autorskiego równania kinetyki adsorpcji. Dyskusyjne w tym rozdziale jest użycie słowa zlogarytmizowane równanie 44 – brak śladu w pracy logarytmowania tego równania. Należy również wyjaśnić zdania (str.71) „Następnie należy wykreślić linię trendu równania kwadratowego”, ponieważ wykreślono prostoliniową formę linii trendu i dla niej wyznaczono wzór. Również proszę odnieść się do określenia współczynnika b jako „wartości otrzymanej z równania kwadratowego”.

Podsumowując rozdziały 4.1-4.5 można stwierdzić, że metodyka badań została przedstawiona w sposób kompleksowy i wyczerpujący.

W rozdział 4.6 Doktorant przedstawia i omawia swoje wyniki badań. Pierwsza część tego rozdziału ma na celu wstępny wybór spośród 7 różnych typów sorbentów, trzech do dalszych, szczegółowych badań. Dla tych adsorbentów oznaczono pojemności adsorpcyjne. Na podstawie tych wyników Doktorant wybrał trzy najlepsze reprezentujące różne grupy sorbentów.

Trzy wybrane (CA, CB 18 i DAM) zostały przebadane znacznie szczegółowiej. Autor przedstawił wyniki kinetyki adsorpcji oraz wielkość pojemności tych adsorbentów w

odniesieniu do objętości jak i masy adsorbentów. Pomiary prowadzone były w trzech temperaturach: 293,15; 3030,15; 323,15K. Badania głównie skupiały się na porównywaniu właściwości adsorpcyjnych w odniesieniu do objętości, ponieważ jest ona ważniejsza przy pożarniczo-ekologicznym wykorzystaniu tych materiałów. Doktorant przedstawiał wykresy kinetyki adsorpcji oraz wyznaczył obok maksymalnych pojemności także stałą szybkości  $K$  dla zaproponowanego przez siebie zmodyfikowanego równania izotermy Langmira dla wszystkich adsorbentów. Korzystne byłoby zamieszczenie na formach liniowych tego równania obok wzorów tych prostych współczynnika korelacji  $R^2$ . Pozwoliłoby to na szybką i w miarę prostą ocenę dokładności opisaną wyników zaproponowanym autorskim równaniem. Ponadto Doktorant opisał wyniki również równaniem kinetyki pseudo I rzędu. Należy wyjaśnić dlaczego w przypadku sorbentu CA objętość próbki do badań wynosiła 0,11 dm<sup>3</sup>, podczas gdy dla CB18 0,07 dm<sup>3</sup>, a dla DAM 0,068 dm<sup>3</sup>.

Dla badanych sorbentów Doktorant przedstawiła wykres zależności stałych  $K$  obliczonych ze zmodyfikowanego równania izotermy Langmuira od temperatury oraz wielkości adsorpcji od tych stałych. Na podstawie uzyskanych wyników Doktorant stwierdził, że wielkość adsorpcji zmniejsza się wraz ze wzrostem  $K$ .

W następnym rozdziale Doktorant przeprowadził zgodność modeli kinetyki adsorpcji (w pracy chyba błędnie zatytułowanych izoterm adsorpcji) na podstawie średniego błędu bezwzględnego i średniego błędu względnego dla zmodyfikowanego równania izotermy Langmuira i równania kinetyki pseudo I rzędu. Błędy takie wyliczono dla wszystkich przeprowadzonych badań. W pracy stwierdzono, że w większości przypadków opis wyników badań zmodyfikowaną izotermą Langmuira obarczone jest mniejszym błędem względnym i bezwzględnym w porównaniu do równania kinetyki pseudo I rzędu.

W celu oceny struktury porowatej i chemicznego składu powierzchni w pracy zamieszczono wyniki badań analizy pierwiastków metodą SEM-EDX, SEM, mikro- i mezoporów metodą niskotemperaturowej adsorpcji azotu, mezo- i makroporów metodą porozymetrii rtęciowej. Przedstawione badania są wystarczające do kompletnej oceny sorbentów. Na podstawie tych wyników Doktorant zaproponował mechanizm adsorpcji oleju napędowego.

Doktorant każdy rozdział dotyczący omówienia wyników badań kończy podsumowaniem. Ma ono również charakter pewnej dyskusji, skondensowanego przedstawienia wyników i ich porównania. Jest to bardzo korzystne dla czytelności i przejrzystości pracy.

Kolejny rozdział to podsumowanie i wnioski. Na podstawie przeprowadzonych badań Doktorant dokonał zwięzłego podsumowania i sformułował wnioski, które znajdują potwierdzenie w wynikach badań i wskazują, że tezy pracy zostały udowodnione.

### **Pytania, uwagi krytyczne i dyskusyjne**

1. Tytuły podpunktów 4.6.2, 4.6.3, 4.6.4 „Badania wytypowanych adsorbentów – adsorbent (CA) sugerują, że w tych rozdziałach szerzej badane są właściwości tych sorbentów (np.

struktura porowata, skład chemiczny, właściwości adsorpcyjne itp.), podczas gdy rozdziały te oceniają te materiały jedynie pod kątem adsorpcji oleju napędowego. Korzystne byłoby jednak uszczegółowienie tytułów rozdziałów.

2. Czy sposób przeprowadzenia badania – styk lustra cieczy z dolną częścią sitka adsorbentu – pozwala na ocenę pełnej pojemności adsorpcyjnej sorbentu?
3. Str. 70. Twierdzenie Doktoranta „ Przy adsorpcji węglowodorów adsorpcja jest zależna od czasu kontaktu adsorbentu z adsorbentem, temperatury oraz rodzaju adsorbentu.” To twierdzenie jest oczywiście prawidłowe dla wszystkich sorbowanych związków nie tylko dla węglowodorów. Doktorant zmodyfikował równanie izotermy Langmuira wstawiając w miejsce stężenia równowagowego czas adsorpcji. Zaproponowane przez Doktoranta równanie stało się równaniem kinetyki adsorpcji. Doktorant założył ponadto, że równanie kinetyki jest również równaniem izotermy ponieważ wielkość adsorpcji jest zależna od temperatury. Takie założenie jest jednak dyskusyjne. Izotermy adsorpcji zawsze odnoszone są do stężenia i stanu równowagi. Taki stan równowagi w badaniach doktoranta nie jest osiągany po określonych czasach cząstkowych. Badając adsorpcję „czystych” cieczy trudno wyznaczać izotermy adsorpcji, a jedynie należy określić maksymalną pojemność adsorpcyjną.
4. Str. 71 Doktorant używa nazwy „ zlogarytmizowane równanie 44”. Czy nie powinno być zlogarytmowane? Niemniej wydaje mi się, że założeniem Doktoranta było uzyskanie prostoliniowej zależności  $1/a$  od  $1/\tau$ , a nie zlogarytmowanie tego równania. Obecnie istnieją możliwości uzyskania stałych z równania nieliniowego i ten sposób pozwoliłby na ominięcie założenia, że powyższa zależność  $1/a$  od  $1/\tau$  ma charakter liniowy.
5. Str. 72. Brak jest powołania na literaturę sposobu wyznaczania stałej  $K$  (równanie 47) równania kinetyki pseudo I rzędu i założenia, że współczynnik estymacji  $R^2$  jest stałą  $K$ . W doniesieniach literaturowych dominują inne sposoby wyznaczania tej stałej niż zaproponował to Doktorant.
6. Proszę podać dokładny tok obliczeń pojemności adsorpcyjnych a np. z tabeli 15 ponieważ zgodnie z obliczeniami Recenzenta wyniki te są nieco inne.
7. Dlaczego wyniki zamieszczone na rysunku 30 są nieco inne niż np. w tabeli 16?
8. Czy badane temperatury można było ustalić z tak dużą dokładnością: 293,15; 3030,15; 323,15 – czyli do setnych części kelwina?

#### **Inne**

1. W zapisach wartości procentów i stopni Celsjusza w pracy błędnie wstawiono spację między cyfrą a jednostką
2. W opisie wzoru 23 podano błędną jednostkę stężenia – jest  $g/mol$  - powinno być  $mg/dm^3$ .
3. W opisie wzoru 26 symbol  $C$  opisano jako stężenie barwnika w roztworze, podczas gdy dotyczy to stężenia każdego użytego adsorbentu.
4. Główne rozdziały powinny zaczynać się od nowej strony (np. rozdziały: 3. Cel i zakres pracy, 5. Podsumowanie i wnioski, 6. Streszczenie)
5. W tabelach 10, 11 i 12 brak jednorodności w zapisie jednostek – częściowo pisane są one w nawiasach kwadratowych, a częściowo bez.
6. Autor nie ustrzegł się pewnych potocznych wyrażań np.

- Na obecną chwilę... - strona 39
- Na podstawie oględzin izoterm... - str. 51
- 7. W tabeli 5 dane dotyczą roku 2015, a w omówieniu Doktorant pisze o roku 2016 – str. 54
- 8. Dość liczne błędy stylistyczne, topograficzne i interpunkcyjne.

### **Końcowa ocena rozprawy doktorskiej**

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy bardzo ważnego zagadnienia jakim jest zagrożenie dla środowiska wynikające z wypadków związanych z wyciekiem oleju napędowego na grunty utwardzone. Wśród licznych metod stosowanych do usuwania tych zanieczyszczeń istotne znaczenie ma sorpcja. Podniesiony przez Doktoranta temat usuwania oleju napędowego z użyciem adsorbentów stosowanych w ratownictwie chemiczno-ekologicznym jest tematem niewielu, przyczynkowych doniesień literaturowych. W tym kontekście podjęte w recenzowanej rozprawie badania dotyczące zależności pomiędzy właściwościami adsorbentów, a wielkością sorpcji i jej kinetyką są aktualne i ważne zarówno pod względem naukowym jak i aplikacyjnym..

Pomimo licznych uwag krytycznych przedstawionych powyżej, które należy raczej traktować jako głos w dyskusji, uważam, że recenzowana praca wnosi istotne nowe wartości.

Do najważniejszych osiągnięć Doktoranta zaliczam:

- krytyczną analizę aktów prawnych dotyczących adsorbentów do usuwania substancji niebezpiecznych, wskazanie nieścisłości i luk w rozporządzeniach, braku norm dotyczących badań adsorbentów, chaotyczności w podziale adsorbentów, braku informacji o sposobie oznaczania np. pływalności sorbentu itp.
- zaprojektowanie i wykonanie stanowiska do badań adsorpcji oleju napędowego
- zaproponowanie nowego sposobu wyznaczania kinetyki adsorpcji poprzez zmodyfikowanie izotermy Langmuira
- wyznaczenie sorbentu charakteryzującego się największymi pojemnościami sorpcyjnymi w odniesieniu do oleju napędowego.
- wykazanie, że najlepszymi adsorbentami są adsorbenty posiadające znaczną ilość makroporów o rozwiniętej powierzchni właściwej
- wykazanie, że dla określenia struktury sorbentów stosowanych do usuwania substancji ropopochodnych jest metoda porozymetrii rtęciowej.

Biorąc pod uwagę liczbę wykonanych badań należy docenić pracowitość i zaangażowanie Doktoranta w realizację badań. Doktorant wykazał się również znajomością literatury dotyczącej tematyki pracy.

Pewne uwagi można mieć do poprawności i prawidłowości prezentacji wyników czy też formułowania wniosków, to jednak nie zmienia to faktu, że badania zostały przeprowadzone samodzielnie, prawidłowo i rzetelnie. Należy podkreślić, że Doktorant jest współautorem siedmiu publikacji i samodzielnym autorem sześciu, co świadczy również o dojrzałości naukowej.

## **Wniosek końcowy**

Pomimo przedstawionych wyżej uwag krytycznych stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska stanowiąca oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wnosi do dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwa i energetyki zarówno elementy poznawcze jak i aplikacyjne. Doktorant wykazał się wiedzą teoretyczną, znajomością metod badawczych oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych. W mojej opinii, rozprawa doktorska przygotowana przez Pana mgr inż. Piotra Pijarowskiego pt. „Badania procesu adsorpcji substancji ropopochodnych przez adsorbenty używane w ratownictwie chemiczno-ekologicznym” odpowiada wymaganiom stawianym pracom doktorskim zgodnie z art.13 Ustawy z dnia 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U z 2017r. poz.1789.). W związku z tym, wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

