

Warszawa 30.05.2016

Dr hab. inż. Antoni Rozeń
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechnika Warszawska
ul. Waryńskiego 1, 00-645 Warszawa
tel. 22-2346435
fax 22-8251440
e-mail: a.rozen@ichip.pw.edu.pl

RECENZJA

rozprawy habilitacyjnej pt. „Ocena właściwości lepkosprężystych żeli skrobiowych za pomocą ułamkowych modeli reologicznych”

oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

dr inż. Magdaleny Orczykowskiej

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Informacje ogólne

Dr inż. Magdalena Orczykowska ukończyła studia inżynierskie na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, gdzie uzyskała dyplom inżyniera z wynikiem bardzo dobrym w 1995 roku. Kontynuowała edukację na tym samym wydziale na studiach magisterskich, które ukończyła uzyskując dyplom magistra z wynikiem bardzo dobrym w 1996 roku. W latach 1995 i 1996 Habilitantka zajmowała stanowisko referenta technicznego w Katedrze Procesów Ciepłych i Dyfuzyjnych. W roku 2002 uzyskała stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii chemicznej za pracę doktorską pt. „Badanie hydrodynamiki przepływu pęcherzy gazowych w cieczach nienewtonowskich”, którą wykonała pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Marka Dziubińskiego. Dr inż. M. Orczykowska została zatrudniona na stanowisku starszego chemika w 2004 roku, a następnie na stanowisku asystenta w 2005 roku, a rok później rozpoczęła pracę jako adiunkt w Katedrze Inżynierii Chemicznej na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, gdzie pracuje do dnia dzisiejszego.

Dr inż. M. Orczykowska nie odbyła stażu naukowego w zagranicznej uczelni w okresie po uzyskaniu stopnia doktora. Habilitantka współpracowała z przemysłem wykonując pomiary reologiczne produktów przeznaczonych dla przemysłu motoryzacyjnego i prowadząc kurs dotyczący badań reologicznych dla potrzeb przemysłu ceramicznego.

Ocena dorobku naukowego

Przygotowana przez dr inż. M. Orczykowską dokumentacja składa się z wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego oraz 7 załączników zawierających kolejno:

- poświadczoną za zgodność z oryginałem kopię dyplomu doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii chemicznej,
- egzemplarz monografii pt. „Ocena właściwości lepkosprężystych żeli skrobiowych za pomocą ułamkowych modeli reologicznych” oraz kopie 3 publikacji naukowych o tej samej tematyce,
- autoreferat w języku polskim i angielskim,
- wykaz osiągnięć w pracy naukowo-badawczej,
- oświadczenia odnośnie udziału współautorów we wspólnych publikacjach,
- informację o liczbie cytowań,
- płytę CD z elektroniczną wersją wniosku i załączników.

Dokumentacja ta spełnia wymagania formalne zawarte w Ustawie o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późn. zm.).

W dorobku naukowym Habilitantki przeważają prace wieloautorskie, co wskazuje na cenną umiejętność pracy zespole naukowym, jednak samodzielne przygotowanie monografii oraz powiązanych z nią tematycznie 3 publikacji naukowych, stanowiących osiągnięcie naukowe, ułatwia ocenę oryginalności i indywidualnego wkładu Kandydatki w rozwój reprezentowanej przez nią dziedziny naukowej.

Prace badawcze dr M. Orczykowskiej, prowadzone w początkowym okresie jej działalności naukowej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. M. Dziubińskiego, dotyczyły problemów związanych z przepływem dwufazowym, a w szczególności z ruchem pęcherzy gazu w warstwie cieczy nienewtonowskiej. Wyniki tych pracy stały się podstawą do przygotowania: rozprawy doktorskiej pt. „Badanie hydrodynamiki przepływu pęcherzy gazowych w cieczach nienewtonowskich”, 4 publikacji w tym jednej w czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (JCR) oraz 6 wystąpień na konferencjach naukowych. Prace te prowadziła Kandydatka, uczestnicząc jako wykonawca w projekcie badawczym Komitetu Badań Naukowych (KBN).

Działalność naukową dr M. Orczykowskiej po uzyskaniu stopnia doktora, czyli od roku 2002 do chwili obecnej, poświęcona jest głównie dwóm obszarom badawczym tj. przepływowi wielofazowemu oraz biopolimerom.

Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka kontynuowała badania nad procesem powstawania i przepływem pęcherzy gazu przez warstwę cieczy newtonowskich i nienewtonowskich. Prace te koncentrowały się na takich zadaniach jak: uogólnienie mapy

Grace'a kształtów pęcherzy gazu na przypadek cieczy nienewtonowskiej, opracowanie korelacji do obliczania prędkości wznoszenia się pęcherzy gazu w warstwie cieczy nienewtonowskiej oraz wyznaczenia wpływu efektów przyściennych na ruch pęcherzy gazu w tych cieczach. Istotnym elementem badań była identyfikacja efektywnej szybkości ścinania cieczy w pobliżu ścianki pęcherza gazowego w sytuacji dużej zależności tej wielkości zarówno od położenia względem punktu stagnacyjnego opływu jak i od kształtu samego pęcherza. Dzięki temu możliwe było obliczenie lepkości zastępczej w oparciu o model reologiczny, a w dalszej kolejności sformułowanie własnych korelacji na współczynnik oporu ośrodka. Kandydatka prowadziła te prace jako wykonawca 4 projektów badawczych KBN od 2002 do 2009 roku. Efekty badań zostały przedstawione m.in. w: 6 publikacjach w czasopismach z listy JCR, 15 publikacjach w czasopismach z listy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) oraz na 20 konferencjach naukowych, w tym 5 międzynarodowych. Udział procentowy Habilitantki w tych publikacjach mieści się w zakresie od 30 do 60%, przy czym w przypadku 2 publikacji z listy filadelfijskiej udział ten przekracza 50%.

Następnie dr M. Orczykowska podjęła badania nad biopolimerami, głównie polisacharydami, takimi jak kwas hialuronowy i skrobia o różnym pochodzeniu botanicznym, wykorzystywanymi w medycynie i przemyśle kosmetycznym oraz przemyśle spożywczym. Kandydatka skupiła się na identyfikacji złożonych własności reologicznych biopolimerów, ważnych z punktu widzenia zastosowań praktycznych tych materiałów. Identyfikacja ta była możliwa dzięki zastosowaniu metod reologii fenomenologicznej pozwalających w oparciu o wyniki badań doświadczalnych, zarówno tych zaczerpniętych z literatury jak i własnych pomiarów, obliczyć m.in. takie parametry jak: czas relaksacji, moduł lepkościąowego plateau, średnią masę cząsteczkową polimeru przy usieciowaniu i przy splątaniu. Parametry te dostarczają cennych informacji o: strukturze sieci biopolimeru, sprężystości, wytrzymałości i zdolności do tłumienia drgań sieci.

Badania Habilitantki nad wiskosuplementami kwasu hialuronowego, stosowanymi w terapii stawów kolanowych, doprowadziły do wyznaczenia istotnych z punktu widzenia ich użyteczności parametrów: pierwszej różnicy naprężeń normalnych, modułu sprężystości przy ścinaniu, odkształcenia odwracalnego oraz charakterystycznego czasu relaksacji. Uzyskane wyniki pozwoliły uszeregować dostępne na rynku preparaty kwasu hialuronowego pod względem ich potencjału leczniczego.

W kolejnych pracach dotyczących tym razem właściwości lepkościąowych kleików skrobiowych, sporządzonych ze skrobi o różnym pochodzeniu botanicznym, dr. M. Orczykowska zastosowała do analizy wyników pomiarów reologicznych tzw. ułamkowe modele

reologiczne. Modele tego typu bazują na wykorzystaniu ułamkowego rachunku różniczkowego do sformułowania zależności pomiędzy naprężeniem a odkształceniem materiału. W ten sposób można dokładniej opisać bardzo złożone własności biopolimerów, przejawiających zarówno cechy cieczy lepkich jak i ciał stałych, niż za pomocą klasycznych modeli mechanicznych, zbudowanych z elementów o idealnych własnościach reologicznych tj. elementy Newtona (przepływ lepki) i Hooke'a (odkształcenie sprężyste).

Ułamkowy model reologiczny Friedricha i Brauna zastosowała Kandydatka do zbadania wpływu dodatku gumy ksantanowej do kleików ze skrobi ryżowej i ziemniaczanej, mających postać miękkich żeli. Opracownie dostępnych w literaturze wyników pomiarów reologicznych za pomocą tego modelu reologicznego pozwoliło na obliczenie m.in.: modułu równowagowego sprężystości sieci biopolimeru, modułu lepkosprężystego plateau i charakterystycznego czasu relaksacji. W efekcie wyznaczono wpływ zmian stężenia gumy ksantanowej na moc usieciowania i sprężystość sieci.

Kolejnym ułamkowym modelem reologicznym, którego przydatność do interpretacji wyników badań kleików skrobiowych wykazała dr M. Orczykowska, był klasyczny ułamkowy model Zenera ciała stałego. Za jego pomocą Habilitantka opracowała wyniki doświadczalne uzyskane dla kleików skrobi kukurydzianej i ryżowej z domieszką: glukozy, ksylozy i sacharozy. Wyznaczone zostały: moduły równowagowy sprężystości sieci i lepkosprężystego plateau, czas relaksacji oraz szereg innych parametrów. W ten sposób udało się precyzyjnie scharakteryzować wpływ cukrów prostych na strukturę i własności sieci badanych żeli. Model Zenera posłużył także Habilitantce do oceny wpływu stężenia skrobi i temperatury żelu na: strukturę, sprężystość i trwałość kleików skrobi kasztanowej i żołądziowej.

Ważnym osiągnięciem w rozwoju naukowym dr M. Orczykowskiej, poprzedzającym sformułowanie własnego ułamkowego modelu reologicznego i cechującym się dużymi walorami poznawczymi, były badania nad wpływem promieniowania gamma na strukturę sieci i własności lepkosprężyste skrobi amarantusowej. W ramach tej pracy do interpretacji wyników pomiarów reologicznych kleików skrobi amarantusowej, które przyjęły narastające dawki promieniowania, zastosowano ułamkowy model reologiczny ciała sztywnego w ujęciu Maxwella-Wiecherta. Dopasowując wyniki modelowania do zmierzonych wartości modułów sprężystości i stratności w dziedzinie widmowej wyznaczono: moduł równowagowy sprężystości sieci i moduł lepkosprężystego plateau, charakterystyczny czas relaksacji oraz ułamkowe współczynniki relaksacji, określające złożone relacje pomiędzy własnościami lepкими i sprężystymi badanych biopolimerów. W oparciu o znajomość tych parametrów fizycznych Kandydatka wyznaczyła wpływ dawki promieniowania gamma na tak istotne w ocenie struk-

tury sieci polimeru wielkości jak: średnią masę cząsteczkową przy usieciowaniu i przy splątaniu. Zidentyfikowana została również krytyczna wielkość dawki promieniowania, konieczna do osiągnięcia tzw. punktu żelowania. Wyniki tych badań pozwalają racjonalnie dobrać dawkę promieniowania tak, aby zapewnić konserwację produktu, a jednocześnie zachować jego cechy użytkowe.

Ułamkowy model reologiczny ciała stałego w wersji Maxwella-Wiecherta posłużył również Habilitantce do oceny wpływu różnych składników bezglutenowego ciasta chlebowego na jego własności lepkosprężyste. Dzięki temu udało się zidentyfikować takie kombinacje składników, które prowadzą do otrzymania ciasta o cechach twardego żelu (mąka amaranusowa, skrobia kukurydziana, izolat białka) i miękkiego żelu (błonnik, skrobia kukurydziana, izolat białka). Korzystając z tych wyników można w kontrolowany sposób modyfikować własności ciasta chlebowego tak, aby dopasować je do aktualnych potrzeb rynku.

Pozostałe prace badawcze dr M. Orczykowskiej nad właściwościami lepkosprężystymi biomateriałów, a polegające m.in. na wykorzystaniu ułamkowych wersji modeli reologicznych Zenera oraz Kelvina-Voighta do interpretacji wyników pomiarów reologicznych, dotyczyły gumy lnianej i skrobi kuzu, będących składnikami różnych produktów farmaceutycznych, kosmetycznych i spożywczych.

Wyniki wymienionych powyżej prac badawczych, poświęconych biopolimerom, zostały przedstawione w: 11 publikacjach w czasopismach z listy JCR, 7 publikacjach z listy MNi-SW oraz na 14 konferencjach naukowych, w tym 3 międzynarodowych. Udział procentowy Habilitantki w tych publikacjach waha się w przedziale od 25 do 70%, przy czym w przypadku 7 publikacji z listy filadelfijskiej udział ten był na poziomie 70%. W opinii recenzenta publikacje te stanowią istotny wkład dr M. Orczykowskiej w rozwój badań nad wykorzystaniem metod reologii fenomenologicznej oraz popularyzację tych metod, a zwłaszcza ułamkowych modeli reologicznych, w analizie właściwości lepkosprężystych biopolimerów.

Całkowity dorobek naukowy dr M. Orczykowskiej, przedstawiony w Załączniku 4 i obejmujący także dzieło naukowe, będące przedmiotem postępowania habilitacyjnego, to 105 publikacji, w tym 94 po uzyskaniu stopnia doktora. Na dorobek ten składają się: monografia habilitacyjna, 2 rozdziały w monografiach, rozprawa doktorska, 20 publikacji w czasopismach z listy JCR, 32 publikacje w innych czasopismach oraz 49 prac zamieszczonych w materiałach konferencyjnych. Sumaryczna wartość wskaźnika Impact Factor dla czasopism, w których opublikowane zostały prace z udziałem Kandydatki jest równy 20,270, natomiast wg bazy Web of Science i stanu z maja 2016 roku liczba cytowań jej prac to 32 (21 bez autocytowań), przy czym indeks Hirsha wg. baz Web of Science oraz Google Scholar $h=3$.

Dorobek publikacyjny dr M. Orczykowskiej w ocenie recenzenta jest wystarczający do ubiegania się przez nią o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Dr inż. M. Orczykowska przedstawiła do oceny dzieło naukowe składające się z monografii oraz 3 publikacji o tej samej tematyce. Monografia została opublikowana w 2015 roku w formie książki przez Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, ISBN 978-83-7283-674-8. Dwa pierwsze artykuły zostały opublikowane w czasopiśmie *International Journal of Engineering Science Invention*, 2015, 4(7), str. 53÷64 i 42÷52, trzeci artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Inżynieria i Aparatur Chemiczna*, 2016, 1, str. 344÷345.

Tytuł monografii brzmi „Ocena właściwości lepkosprężystych żeli skrobiowych za pomocą ułamkowych modeli reologicznych” i liczy ona 183 strony zawierające tekst, rysunki i tabele. Praca składa się z 7 numerowanych rozdziałów, 4 nienumerowanych rozdziałów (streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz oznaczeń i charakterystykę zawodową Autorki) oraz z 6 załączników zawierających wyniki obliczeń i pomiarów. Spis cytowanej literatury liczy 139 pozycji.

Monografia ma charakter pracy teoretyczno-doświadczalnej i zgodnie z tytułem dotyczy badań właściwości lepkosprężystych żeli wytworzonych ze skrobi o różnych pochodzeniu botanicznym.

Rozdział pierwszy monografii jest syntetycznym wprowadzeniem w tematykę pracy, w którym przedstawiono znaczenie metod reologii fenomenologicznej w opisie zachowania się ciał wykazujących jednocześnie cechy cieczy i ciał stałych. Wyjaśniono w nim, że przedmiotem pracy są biopolimery, głównie polisacharydy, a celem pracy jest przeprowadzenie analizy stanu mechanicznego struktury żeli w postaci kleiku skrobiowego, czystego i z dodatkiem gumy gellanowej, za pomocą ułamkowych modeli reologicznych. Autorka uzasadniła podjęcie badań szerokim zastosowaniem polisacharydów, a w szczególności skrobi, w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym.

Rozdział drugi monografii zawiera opis budowy cząsteczkowej i właściwości skrobi o różnym pochodzeniu botanicznym takich jak skrobia: kukurydziana, ziemniaczana, pszenna, ryżowa, tapiokowa i amarantusowa. Autorka skupiła się w tej części pracy na kwestiach, które mają lub mogą mieć wpływ na właściwości lepkosprężyste kleików skrobiowych: morfologia granul skrobiowych, udział amylozy i amylopektyny w składzie skrobi, przebieg procesu kleikowania, retrogradacja kleików skrobiowych. W dalszej części rozdziału przedstawiono właściwości innego polisacharydu – gumy gellanowej, używanej głównie jako środek żelujący.

cy i regulujący lepkość roztworu. Wysokoacylowa postać gumy gellanowej tworzy żele miękkie o dużej podatności na odkształcenia i sprężystości, natomiast postać niskoacylowa tworzy żele twarde o dużej sztywności i małej sprężystości. Autorka, powołując się na literaturę źródłową, zwróciła uwagę na duży potencjał gumy gellanowej w modyfikacji właściwości lepkosprężystych i poprawie spoistości żeli skrobiowych. Przegląd literatury dotyczący mieszanin skrobi natywnej z gumą gellanową wykazał, że stosowane do tej pory metody interpretacji wyników pomiarów reologicznych i mikroskopowych mają najczęściej charakter prostej analizy porównawczej wyników.

Rozdział trzeci monografii poświęcono opisowi modeli reologicznych pozwalających precyzyjnie scharakteryzować stan mechaniczny żeli skrobiowych oraz uzyskać informacje na temat struktury sieci tych biopolimerów. Lektura tego rozdziału wskazuje na bardzo dobrą orientację Autorki w różnych metodach modelowania własności lepkosprężystych ciał stałych. Począwszy od standardowego modelu Zenera, poprzez jego wersję ułamkową, wieloparametrowe modele Friedricha-Brauna oraz Alcoutlabi i Martinez-Vegi, czy wreszcie model Maxwella-Wiecherta z wbudowanym elementami lepkosprężystymi (springpot). Autorka szczegółowo przedstawia zalety i wady omawianych modeli w kontekście ich wykorzystania do interpretacji wyników pomiarów dynamicznych. Jako główną zaletę tych modeli Autorka wymienia zdolność do opisania złożonych własności lepkosprężystych za pomocą jednego równania różniczkowego o ułamkowych pochodnych. Wątpliwości budzi tylko wzór (3.44) do obliczania sztywności żelu, który Autorka podaje bez głębszego uzasadnienia. W tym kontekście zwraca uwagę fakt, że w monografii oraz kilku innych pracach Autorka używa błędnego wymiaru sztywności żelu; recenzent ma nadzieję, że jest to wyłącznie efekt pomyłki edytorskiej. W dalszej części rozdziału przedstawiono dyskusję różnych metod wyznaczania modułu lepkosprężystego plateau – kluczowej wielkości służącej do oceny stanu usieciowania i w konsekwencji mocy sieci polimeru oraz do określenia podatności badanego materiału na starzenie. Z kilku omówionych metod Autorka wybrała metodę Gurpa-Palmena, której wynik nie zależy od rozrzutu masy cząsteczkowej, typowego dla amylozy i amylopektyny, pozwalającą wyznaczyć moduł lepkosprężystego plateau z wykresu kąta przesunięcia fazowego. Następnie przedstawiono zaczerpnięte z literatury wzory do obliczania charakterystycznych rozmiarów sieci polimeru w oparciu o wyniki pomiarów reologicznych. W ostatnim punkcie rozdziału omówiono, na przykładzie wcześniejszych prac Autorki, wyniki zastosowania ułamkowych modeli reologicznych do interpretacji danych doświadczalnych, uzyskanych dla kleików skrobi: kasztanowej, żółdziowej, kukurydzianej i ryżowej oraz dla roztworów gumy Inianej. Prace te potwierdzają w praktyce zalety ułamkowych modeli reologicznych, ale jed-

nocześnie wskazują na konieczność starannego doboru modelu reologicznego w zależności od analizowanego przypadku. Wybór ten winien polegać m.in. na zastosowaniu odpowiedniego układu elementów mechanicznych oraz właściwej liczby niezależnych parametrów modelu, które będą wyznaczone w drodze dopasowania do wyników doświadczalnych.

Zasadniczą część monografii stanowią rozdziały czwarty i piąty. W rozdziale czwartym sformułowano własny ułamkowy model reologiczny, a w rozdziale piątym przedstawiono wyniki obliczeń z użyciem tego modelu na przykładzie kleików skrobiowych z dodatkiem nisko- i wysokoacylowej gumy gellanowej.

Konieczność sformułowania własnego ułamkowego modelu reologicznego wynikła z tego, że złożone modele Friedricha-Brauna oraz Alcoutlabi i Martinez-Vegi zawiodły w interpretacji wyników pomiarów oscylacyjnych kleików skrobiowych z dodatkiem gumy gellanowej. Obliczone w drodze dopasowania wielkości modułu lepkością plateau znacznie odbiegały od tych otrzymanych z wykresu Gurpa-Palmena. W celu usunięcia tej sprzeczności Autorka zaproponowała oryginalną wersję modelu Maxwella-Wiecherta polegającą na równoległym połączeniu dwóch modeli Maxwella z wbudowanymi elementami lepkością oraz pojedynczego elementu Hooke'a. Tak sformułowany model przewiduje wystąpienie lokalnego minimum na wykresie kąta fazowego Gurpa-Palmena. W dziedzinie czasowej model ten definiuje równania konstytutywne (4.1) a w dziedzinie widmowej zależność na moduł zespolony (4.2). Niestety wzory te opisują dwa różne przypadki, o czym łatwo się przekonać stosując transformację Fouriera do zależności (4.1); według recenzenta tylko równanie (4.2) oddaje poprawnie pomysł Autorki przedstawiony na rys. 4.2. Na szczęście do interpretacji wyników doświadczalnych wykorzystano zależności uzyskane z równania (4.2), co pozwoliło uniknąć dalszych błędów. Nie jest również do końca jasne, które z kryteriów (4.20)-(4.22) zastosowano podczas dopasowania wyników modelowania do wyznaczonych doświadczalnie widm kąta przesunięcia fazowego.

Weryfikacja oryginalnego modelu Autorki została przeprowadzona bardzo starannie w oparciu o obszerny materiał doświadczalny, zawierający 64 widma modułów zachowawczego i stratności, które zmierzono w przedziale prędkości kątowej o szerokości prawie 6 dekad. Dane te uzyskano dla 4 odmian skrobi: kukurydzianej, pszennej, ziemniaczanej i tapiokowej, badając roztwory kleików skrobiowego z dodatkiem gumy gellanowej. Użyte odmiany skrobi różniły się zawartością amylozy i amylopektyny oraz morfologią granул skrobiowych, co wykazano na podstawie własnych oznaczeń składu skrobi i zdjęć mikroskopowych. Zastosowana przez Autorkę metodyka badań doświadczalnych była prawidłowa. Szkoda, że nie przedyskutowano wpływu błędów pomiarowych na wyznaczone w drodze dopasowania parametry mo-

delu, ograniczając się jedynie do podania danych dotyczących jakości dopasowania (Załącznik 6). Porównanie zmierzonych i obliczonych widm: kąta przesunięcia fazowego, modułów zachowawczego i stratności oraz podatności zachowawczej i stratności jednoznacznie wskazuje na poprawną konstrukcję modelu (Załącznik 3). Warto zaznaczyć, że pozytywną weryfikację modelu uzyskano mimo tego, że jeden z jego najważniejszych parametrów – moduł lepkością sprężystego plateau – wyznaczano z wykresów Gurpa-Palmena (Załącznik 2), a nie w drodze dopasowania. Bardzo dobrym pomysłem, pomocnym w interpretacji wyników doświadczeń było sporządzenie wykresów zredukowanej podatności (Załącznik 4) i kąta przesunięcia fazowego w funkcji zredukowanego modułu zespolonego (Załącznik 5). Tabele kluczowych 8 parametrów modelu zamieszczono w Załączniku 1 dla wszystkich badanych materiałów. Zawierają one również wielkości parametrów pochodnych m.in.: mocy sieci, lepkości w warunkach ustalonego przepływu, modułu dyspersji, współczynnika tłumienia drgań sieci oraz charakterystycznych wymiarów sieci. W oparciu o analizę porównawczą danych tabelarycznych oraz wykresów podatności i kąta przesunięcia fazowego Autorka sformułowała szereg bardzo istotnych praktycznych wniosków dotyczących właściwości lepkością sprężystych i struktury sieci żeli skrobiowych z dodatkiem gumy gellanowej nisko- i wysokoacylowej oraz wpływu na te właściwości amylozy i amylopektyny. Uszeregowała również badane kleiki skrobiowe według rosnących właściwości lepkością sprężystych.

Jednym z parametrów używanych w analizie porównawczej była moc sieci, obliczana z zależności potęgowej (4.18), identycznej ze wzorem (3.44), o którym była już mowa. W opinii recenzenta moc sieci i wykładnik potęgowy należało wyznaczyć w drodze bezpośredniej aproksymacji zależności modułu relaksacyjnego od czasu. Przyjęcie do obliczeń, postulowanej przez Autorkę, korelacji (4.18) mogło doprowadzić do błędnego obliczenia mocy sieci.

Wątpliwości budzi również użycie przez Autorkę, w kontekście sformułowanego przez nią modelu, lepkości w stanie ustalonego przepływu. Model Autorki, podobnie jak standardowy model Zenera, przewiduje, że lepkość materiału w stanie ustalonego przepływu rośnie do nieskończoności, co jest charakterystyczne dla polimerów usieciowanych.

Tematyka przedstawionych do oceny jako część dzieła naukowego trzech artykułów naukowych, opublikowanych trakcie ostatnich 10 miesięcy, jest tożsama z tematyką monografii, a przedstawiony w nich materiał badawczy oraz interpretacja wyników doświadczalnych zostały praktycznie w całości ujęte w monografii.

Podsumowując tę część opinii należy stwierdzić, że przedstawione do oceny dzieło naukowe odpowiada warunkom stawianym przy nadawaniu stopnia doktora habilitowanego. Autorka w sposób całościowy uwzględniła w swojej pracy tematykę własności lepkością sprężys-

tych oraz stanu i struktury sieci biopolimerów, a w szczególności żeli powstających w procesie kleikowania skrobi o różnym pochodzeniu botanicznym. Zaproponowana metodyka badawcza, zakres przeprowadzonych badań doświadczalnych oraz obliczeniowych, sformułowanie własnego modelu reologicznego i jego gruntowna weryfikacja oraz umiejętność interpretacji danych doświadczalnych i wyników modelowania świadczą o wysokim poziomie merytorycznym ocenianej pracy. Problemy podniesione w uwagach recenzenta nie miały decydującego wpływu na końcowe wnioski, przedstawione w rozdziale 6, jednak dr M. Orczykowska powinna mieć możliwość ustosunkowania się do tych uwag podczas rozmowy z Komisją Habilitacyjną.

Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Dr inż. M. Orczykowska ma bardzo bogate doświadczenie w pracy dydaktycznej. Zdobyla je prowadząc wykłady, ćwiczenia audytoryjne i projektowe oraz laboratoria dla studentów Politechniki Łódzkiej. Samodzielnie opracowała treści prowadzonych przez siebie wykładów i ćwiczeń z przedmiotów takich jak: Bioreologia, Transport Substancji Niebezpiecznych, Zagrożenia Naturalne oraz Zawiesiny, Koloidy, Zole i Żele. Prowadziła również ćwiczenia m.in. z Mechaniki Płynów i Operacji Jednostkowych w Inżynierii Chemicznej. Na szczególne uznanie zasługuje organizacja dwóch nowych laboratoriów dydaktycznych Bioreologii oraz Zawiesin, Koloidów, Zoli i Żeli. Przed uzyskaniem doktoratu, w ramach podnoszenia swoich kwalifikacji, Kandydatka ukończyła Podyplomowe Studium Pedagogiczne. Natomiast po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Kandydatka była promotorem 10 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich.

W ramach działalności organizacyjnej dr M. Orczykowskiej należy wymienić organizację 6 kolejnych Seminariów Studenckich nt. „Problemy Ochrony Środowiska” w latach 2005-2010, których celem była nie tylko prezentacja prac związanych z ochroną środowiska, ale i promocja macierzystego wydziału Kandydatki. Za działania na tym polu dr M. Orczykowska otrzymała nagrodę Rektora Politechniki Łódzkiej.

W roku akademickim 2013/2014 Kandydatka pełniła bardzo odpowiedzialną funkcję przewodniczącej Wydziałowej Komisji Stypendialnej, przyznającej stypendia socjalne studentom.

Dr M. Orczykowska jest członkiem Polskiego Towarzystwa Reologii Technicznej i współorganizatorem Polskiego Kongresu Reologicznego.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że dorobek publikacyjny, dydaktyczny i organizacyjny oraz przedstawiona do oceny rozprawa habilitacyjna dr inż. Magdaleny Orczykowskiej spełniają ustawowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego przez ustawę o stopniach i tytule naukowym.

Dr inż. Magdalena Orczykowska jest dojrzałym pracownikiem o istotnym dorobku naukowym, posiada odpowiednie kwalifikacje do prowadzenia samodzielnych badań naukowych w dziedzinie inżynierii chemicznej, a przedstawione w monografii i publikacjach Habilitantki wyniki badań doświadczalnych i modelowania znacząco przyczyniają się do rozwoju reprezentowanej przez nią dyscypliny naukowej. Jednak wobec kilku uwag krytycznych dotyczących rozprawy habilitacyjnej wnoszę o przeprowadzenie rozmowy przez Komisję Habilitacyjną z Kandydatką o jej osiągnięciach naukowych.

