



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

KATEDRA BIOMATERIAŁÓW I KOMPOZYTÓW

Kraków, dn. 15.02.2025

Prof. dr hab. inż. Jadwiga Laska
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
AGH w Krakowie

**Recenzja w postępowaniu w sprawie nadania stopnia
doktora habilitowanego
zawierająca ocenę osiągnięcia naukowego
dr. Jana Guzowskiego**

Recenzję sporządzono zgodnie z zapisami ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. z późn. zm. oraz wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej.

Recenzja została przygotowana w oparciu o dane przedstawione w załącznikach do wniosku dr. Jana Guzowskiego z dnia 5.09.2024 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki ścisłe i przyrodnicze w dyscyplinie nauki chemiczne, złożonego do Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej. Załączniki obejmowały: Dane Wnioskodawcy, Autoreferat i Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.

Dane podstawowe o Kandydacie

Dr Jan Guzowski uzyskał stopień naukowy doktora nauk przyrodniczych 18.10.2010. Jednostką nadającą stopień był Uniwersytet w Stuttgarcie. Pracę doktorską pt. „Capillary interactions between colloidal particles at curved fluid interfaces” realizował w latach 2007-2010 pod opieką prof. Siegfrieda Dietricha w Instytucie Badań nad Metalami Maxa Plancka, Stuttgart, Niemcy.



Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Biomateriałów i Kompozytów
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel. +48 12 617 44 47, 617 22 39, fax +48 12 617 33 71
e-mail: biomat@agh.edu.pl, www.kb.ceramika.agh.edu.pl
Regon: 000001577, NIP: 675 000 19 23

Od października 2010 jest pracownikiem Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (Zakład Chemii Fizycznej Układów Biologicznych) w Warszawie, przy czym w latach 2010-2014 był zatrudniony na stanowisku asystenta, a w od roku 2017 na stanowisku adiunkta. W latach 2015-2017 był zatrudniony na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Lotnictwa Uniwersytetu Princeton w USA na stanowisku adiunkta (postdoctoral associate).

Od 2019 r. jest kierownikiem zespołu badawczego realizującego tematykę „Miękką Materia Ziarnista i Inżynieria Tkankowa” (Zespół 19 w ICHF PAN).

Ocena osiągnięcia naukowego Habilitanta

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe jest cyklem powiązanych tematycznie dziesięciu artykułów naukowych o wspólnym tytule „Opracowanie precyzyjnych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych, w tym odkrycie i opis nowych mezostruktur wielokropelkowych oraz zrozumienie ich samoorganizacji w mikroprzepływach”.

Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym *Lab on Chip* – 3 artykuły (A1, A3, A5), *Soft Matter* – 2 artykuły (A2, A8), *Physical Review Letters* – 2 artykuły (A4, A9), *Advanced Functional Materials* – 1 artykuł (A6), *Chemical Reviews* – 1 artykuł (A7), *Threads. Soft Matter* – 1 artykuł (A10). Wszystkie czasopisma charakteryzują się wysokim współczynnikiem oddziaływania IF odpowiednio 6.3, 3.0, 8.3, 19.6, 63.5 i 3.0. Łączny współczynnik oddziaływania IF przedstawionego cyklu artykułów wynosi 127.6, a łączna liczba cytowań wynosi 396. Przedstawione osiągnięcie naukowe obejmuje lata 2011-2022.

Prace zostały zrealizowane zespołowo, jednak indywidualny wkład Habilitanta jest znaczący i został szczegółowo opisany. We wszystkich pracach jest on autorem koncepcji badawczej lub pomysłodawcą dalszego rozwinięcia koncepcji, pomysłodawcą metodologii badawczej, wykonawcą większości badań, osobą przeprowadzającą analizę wyników i twórcą modeli obliczeniowych. Do wszystkich publikacji stanowiących osiągnięcie dołączono stosowne oświadczenia współautorów, a w części opisowej osiągnięcia Habilitant bardzo rzetelnie wyjaśnia udział poszczególnych osób w powstanie pomysłu, jego rozwinięcie i realizację oraz analizę

uzyskanych danych. Niezależność badawcza Habilitanta nie budzi wątpliwości.

Główną domeną naukową Habilitanta jest mikrofluidyka. W ramach zaprezentowanego osiągnięcia Kandydat wyróżnił:

- opracowanie nowych metod wytwarzania i samoorganizacji mikrokropeł pod działaniem sił kapilarnych i lepkich, co przedstawione zostało w publikacjach A1, A2, A3, A4 i A10;
- odkrycie nowych mezostruktur w emulsjach wielokrotnych i wyjaśnienie ich stabilności lub metastabilności w warunkach statycznych i dynamicznych, zaprezentowane w publikacjach A2, A3, A4, A8 i A10;
- odkrycie i wyjaśnienie mechanizmów niestabilności powierzchniowych prowadzących do tworzenia kropeł lub strug w emulsjach wielokrotnych, co pojawia się w publikacjach A6, A8, A9, A10, wyjaśnienie wpływu zewnętrznych przepływów (A9, A10) lub pól (A6) na tworzenie kropeł i strug;
- wykorzystanie techniki automatycznego wytwarzania kropeł wielokrotnych do tworzenia kontrolowanych sieci chemicznych, co opisano w publikacji A5;
- wykorzystanie emulsji wielokrotnej jako układu modelowego zachowania materii międko-ziarnistej w ograniczonych geometriach i wskazanie możliwości wykorzystania tej wiedzy w opisie dynamiki tkanek, zaprezentowane w publikacjach A9 i A10.

Mikrofluidyka jest stosunkowo nową dziedziną, która zaczęła być rozwijana intensywnie dopiero w XXI w, można więc uznać, że Habilitant jest jednym z pionierów w tej tematyce. Mikrofluidyka budzi ogromne zainteresowanie aplikacyjne w wielu dziedzinach, poczynając od miniaturyzacji procesów (lab-on-a-chip) przez biologię molekularną po praktyczne zastosowania w medycynie, kosmetyce czy obróbce artykułów spożywczych. Zaobserwowanie i wyjaśnienie przez Habilitanta zupełnie nowych nieopisanych zjawisk zachodzących w mikrocieczach opartych na kroplach jest bardzo znaczącym wkładem do obecnej wiedzy i z całą pewnością przełoży się na ich wykorzystanie praktyczne. Podobne znaczenie mogą mieć prace dotyczące nowych metod wytwarzania i samoorganizacji kropeł pod działanie określonych sił. Szczególnie duży potencjał recenzentka widzi w odkryciu nowych mechanizmów tworzenia kropeł i strug mikrocieczy oraz wpływu zewnętrznych czynników na te procesy. Mikrokrople umożliwiają manipulowanie miniaturowymi objętościami

(nawet w skali femto), mieszanie czy kapsułkowanie takich objętości oraz rozdział cieczy w skali mikro lub mniejszej. Dodatkowo, spośród wszystkich typów mikrocieczy, mikrociecze kroplowe mają największy potencjał do zastosowania w biochipach. Wszystko to wymaga jednak bardzo głębokiego rozumienia tworzenia się kropli by można było zaprojektować metody manipulowania i sterowania nimi. To wszystko zostało w przedstawionym dorobku naukowym zawarte.

Habilitant opracował precyzyjne metody kontrolowanego wytwarzania emulsji wielokrotnych, w tym zautomatyzowane wytwarzanie kropli o objętości nanolitra, co opisane jest w artykule A1. Publikacja A2 jest kontynuacją opisu badań, tym razem Autorzy skupili się na strukturze i stabilności kropli wielokrotnych modelu Janusa, przeprowadzili analizę matematyczną stabilności tego typu układu kropli, wpływu grawitacji na kształt kropli oraz zaproponowali sposób kontroli długości łańcucha kropelek. W publikacji A3 Habilitant z tymi samymi współautorami opisali nową metodę zautomatyzowanego otrzymywania trójwymiarowych systemów multikroplowych z precyzyjną kontrolą kształtu i objętości kropelek oraz tworzenia kapsułek wielordzeniowych lub, inaczej, systemów emulsja w emulsji. Temat ten został rozwinięty w publikacji A4. W tym wypadku opisane zostało tworzenie wielu lokalnych stanów metastabilnych w układach kropli, zwłaszcza, gdy silne bezpośrednie oddziaływania między gęsto upakowanymi kroplami powodują zmianę ich dynamicznego zachowania. W publikacji A5 zaprezentowano niezwykle ciekawe rozwiązanie pozwalające tworzyć samoorganizujące się układy kropli, w których występuje komunikacja chemiczna. Zaprojektowany i głęboko przeanalizowany system stwarza szereg możliwości wykorzystania go w przyszłości w biosensorach, systemach uwalniania leków czy materiałach samonaprawiających się. Jeszcze wyższy poziom zaawansowania badań zaprezentowany został w publikacji A6. Zostały tu opisane mechanizmy tworzenia mikroemulsji w polu elektrycznym. Efektem było otrzymanie, precyzyjnie dopasowanych do potrzeb, porowatych mikrokapsułek przeznaczonych do inżynierii tkankowej lub transportu leków. Praca A7 jest obszernym, liczącym 71 stron artykułem przeglądowym opublikowanym w prestiżowym czasopiśmie Chemical Reviews. Przegląd bazuje na 422 artykułach naukowych. Choć artykuł przeglądowy nie jest wprost odzwierciedleniem badań naukowych prowadzonych przez autorów, to jednak przygotowanie tak systematycznego, monograficznego opracowania bez wątplenia świadczy o ich rozległej i głębokiej wiedzy w zakresie zastosowań mikrofluidyki w inżynierii biomateriałów i medycynie.

Warto nadmienić, że Habilitant jest autorem korespondencyjnym w tej publikacji. Praca A8 dotyczy otrzymywania podwójnych emulsji, wyjaśnia mechanizmy ich tworzenia, a także podaje praktyczne rozwiązania techniczne prowadzenia procesu. Warto zaznaczyć, że praca została zaanonsowana na okładce czasopisma *Soft Matter*, w którym została opublikowana, a ilustracją na okładce całego zeszytu jest abstrakt graficzny z artykułu Habilitanta. Świadczy to o wysokiej ocenie artykułu przez zespół edytorski i recenzentów. W pracy A9 opisano dynamiczne zachowanie gęsto upakowanych emulsji w mikrokanałach. Opisane obserwacje mikroprzepływów i opracowane modele matematyczno-mechaniczne można wykorzystać do symulowania i badania przepływów materiałów ziarnistych oraz płynów biologicznych. Precyzyjnie opisane stany fizykochemiczne sprzyjające tworzeniu się określonych struktur (klastry, strugi, agregaty) można wykorzystać w medycynie do obserwacji i identyfikacji komórek chorych np. nowotworowych i odróżniania ich od komórek zdrowych. Zaprezentowane w publikacji wyniki dają też mocne podstawy do opracowania nowych metod badawczych oraz rozumienia procesów przenoszenia substancji chemicznych, białek itp. przebiegających w zdrowych i chorych tkankach. Stany stabilne i metastabilne strumieni kropelek oraz możliwość wykorzystania płynącej z przeprowadzonych badań wiedzy w inżynierii tkankowej zostały także opisane w publikacji A10. Na uwagę zasługuje szczegółowa i wyczerpująca analiza wpływu naprężeń wewnętrznych na grupowanie się kropelek oraz tworzenie struktur wielokropłowych w emulsjach gęsto upakowanych.

Wszystkie prace, przedstawione jako osiągnięcie naukowe Habilitanta, charakteryzują się wysokim stopniem nowości naukowej lub innowacyjności metodologicznej, prezentują systematyczne i detaliczne badania pozwalające na wyciąganie jednoznacznych wniosków.

Zgodnie z art. 219 ust. 1 i 2 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce oceniane osiągnięcie naukowe w formie cyklu dziesięciu tematycznie powiązanych artykułów naukowych stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki chemicznej. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach naukowych ujętych w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 PSWN kryteria ewaluacji jakości działalności naukowej ust. 2 pkt 2 lit. b. Indywidualny wkład Habilitanta w poszczególne prace zbiorowe jest jasno określony i wiodący.

Informacja o aktywności naukowej Habilitanta realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Dr Jan Guzowski wykazuje bardzo dużą aktywność naukową już od czasu studiów. Swoją pracę magisterską realizował na Uniwersytecie Warszawskim we współpracy z Instytutem Podstawowych Problemów Techniki PAN, gdzie odbył staż naukowy w latach 2005-2007. W czasie studiów w 2005 r. w ramach programu Erasmus przebywał kilka miesięcy na studiach na Wydziale Fizyki Uniwersytetu we Fryburgu.

Studia doktoranckie zrealizował w latach 2007-2010 w Instytucie Badań nad Metalami Maxa Plancka w Stuttgarcie w Niemczech, a doktorat obronił w 2010 r. na Uniwersytecie w Stuttgarcie. W czasie realizacji pracy doktorskiej prowadził współpracę naukową z Wydziałem Fizyki Uniwersytetu w Sewilli w Hiszpanii.

W 2012 r. przebywał na Uniwersytecie w Cambridge w Wielkiej Brytanii na szkoleniu „Ignite” dotyczącym przedsiębiorczości wśród naukowców, a w 2013 r. na tygodniowej wizycie studyjnej w Instytucie Mechaniki Stosowanej Narodowego Uniwersytetu w Tajpej na Tajwanie. W latach 2015-2017 odbył staż podoktorski na Uniwersytecie Princeton w USA w ramach programu MNiSW Mobilność Plus.

Od 2017 r. pracuje jako adiunkt w IChF PAN w Warszawie. Jego domeną naukową jest mikrofluidyka, a działalność badawcza obejmuje: (1) badania materiałów miękkoziarnistych takich jak gęste emulsje, pianki, zawiesiny mikrożelowe (osiągnięcie habilitacyjne), (2) enkapsulację żywych komórek i zastosowanie mikrofluidyki w inżynierii tkankowej i testowaniu leków, (3) opracowanie precyzyjnych technologii biodruku kropelkowego oraz (4) rozwój technologii 'układ naczyniowy na chipie', czyli miniaturowe urządzenie symulujące pracę układu naczyniowego. Jest to więc zróżnicowany, szeroki i wymagający wszechstronnej wiedzy zakres badawczy.

Działalność naukowa Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora przyniosła w efekcie 22 publikacje w czasopiśmie o renomie międzynarodowej. W ośmiu artykułach Habilitant jest pierwszym autorem, a w sześciu, jako kierownik zespołu, ostatnim.

Po uzyskaniu stopnia doktora dr Jan Guzowski wygłosił na konferencjach międzynarodowych i krajowych sześć referatów na zaproszenie

organizatorów oraz przedstawił osiem prezentacji ustnych i dziewięć posterów.

Jest współautorem trzech patentów i trzech zgłoszeń patentowych, a w 2024 r. jako pracownik IChF PAN założył firmę typu spin-off Living Networks sp. z o. o. oferującą dla przemysłu farmaceutycznego badania przedkliniczne na unaczynionych mikrotkankach ludzkich hodowanych wewnątrz chipów mikroprzepływowych (w oparciu o jeden z patentów Habilitanta).

Dr Jan Guzowski jest recenzentem w prestiżowych czasopismach naukowych takich jak Physical Review Letters, Lab on Chip, Physical Review E, Soft Matter, Langmuir, Angewandte Chemie, Scientific Reports i Advanced Materials.

Na bardzo pozytywną ocenę zasługuje umiejętność pozyskiwania finansowania badań naukowych. Był kierownikiem wielu projektów badawczych finansowanych przez FNP (Homing Plus (2011) i First Team (2017-2022)), MNiSW (Iuventus Plus I, II i III (2011-2014), Inkubator Rozwoju (2024-2028)) oraz NCN (Sonata BIS-9 (2020-2024), OPUS-17 (2020-2024), OPUS-23 (2023-2027)). W roku 2014 był wykonawcą w projekcie ERC Starting Grant „microCODE”. Jest także recenzentem wniosków o finansowanie składanych do NCN.

Habilitant współpracuje naukowo z licznymi ośrodkami zagranicznymi takimi jak Uniwersytet Princeton, Uniwersytet La Sapienza w Rzymie, Uniwersytet w Göteborgu czy Instytut Femto-ST w Besançon oraz krajowymi - Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN (zespół dr hab. Katarzyna Piwockiej prof. inst.) i Uniwersytet Warszawski (zespół prof. Piotra Szymczaka). W latach 2023- 2024 był zewnętrznym członkiem komisji ds. oceny doktorantów w Instytucie Femto-ST, Besançon, Francja, a w latach 2021-2023 członkiem komisji ds. oceny śródkresowej doktorantów Warszawskiej Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Biomedycznych Warsaw-4-PhD.

Według bazy WoS łączny impact factor (5-letni) wszystkich publikacji Habilitanta w czasopismach wynosi 222, co daje średni IF na publikację: 8,5.

Liczba cytowań publikacji Habilitanta bez autocytowań wynosi 816 (średnio 33 cytowania na artykuł).

Suma punktów MNiSW dla wszystkich artykułów naukowych Habilitanta wynosi 3280, co daje średnio 126 punktów na publikację.

Indeks Hirscha Habilitanta to 14.

Dane naukometryczne są bardzo satysfakcjonujące i świadczą o dużym zainteresowaniu naukowców pracami Habilitanta.

Podsumowanie i konkluzja

Biorąc pod uwagę przedstawione osiągnięcie naukowe w formie jednotematycznego cyklu artykułów naukowych, wybitne zaangażowanie naukowe, aplikacyjne i wdrożeniowe Dr. Jana Guzowskiego, umiejętność współpracy w zespołach krajowych i międzynarodowych, rozległą wiedzę ekspercką oraz aktywność w pozyskiwaniu środków finansowych na badania uważam, że spełnione są wszystkie wymagania art. 219 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. i rekomenduję nadanie Dr. Janowi Guzowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.

Lorbie