

prof. dr hab. inż. Katarzyna Gawdzińska
Wydział Mechaniczny
Politechnika Morska w Szczecinie

RECENZJA

Recenzja osiągnięcia naukowego doktora inżyniera Andrzeja Nastaja pt.: „Opracowanie programów komputerowych dotyczących modelowania, optymalizacji i zwiększania skali procesów wytlaczania materiałów polimerowych z zasilaniem grawitacyjnym i dozowaniem” została wykonana w związku z uchwałą nr 589/II-IM/23 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej z dnia 2 sierpnia 2023 roku, o której zostałam poinformowana pismem z dn. 3.08.2023 r. podpisanym przez prof. dra hab. inż. Roberta Sitnika, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej.

1. Dane ogólne o Habilitancie

Dr inż. Andrzej Nastaj ukończył studia wyższe w 1998 roku na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn o specjalności Technologia Maszyn. Habilitant w 2002 roku rozpoczął pracę na stanowisku asystenta na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej, a od 2019 roku pracuje jako adiunkt na tymże Wydziale. W roku 2006 Ww. obronił pracę doktorską pt.: „Badania optymalizacyjne procesu wytlaczania jednoślismakowego tworzyw sztucznych”, wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Krzysztofa Wilczyńskiego. Recenzentami rozprawy byli: prof. dr hab. inż. Józef Koszkuł i dr hab. inż. Jacek Nikodem Garbarski.

W latach 1999-2019 uczestniczył w polskich projektach naukowo-badawczych, jako główny wykonawca lub wykonawca oraz „wewnętrznych” projektach Politechniki Warszawskiej tzn. grantach dziekańskich, rektorskich i badaniach statutowych, jako Kierownik (1), główny wykonawca (12) i wykonawca (1).

Doktor inżynier Andrzej Nastaj postrzegany jest w środowisku naukowym jako specjalista w zakresie optymalizacji i modelowania procesów przetwórczych tworzyw sztucznych. Habilitant została również wyróżniony licznymi nagrodami Rektora Politechniki Warszawskiej za szczególne osiągnięcia naukowe (w sumie 11 nagród zespołowych: sześć I, cztery II i jedna III stopnia) oraz dydaktyczne (6 nagród zespołowych: jedna I, trzy II i dwie III stopnia).

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. Andrzej Nastaj przedstawił do oceny jednotematyczny, jedenasto-pozycyjny cykl publikacji pt.: „Opracowanie programów komputerowych dotyczących modelowania, optymalizacji i zwiększania skali procesów wytlaczania materiałów polimerowych z zasilaniem grawitacyjnym i dozowaniem”.

Tematyka osiągnięcia naukowego jest kontynuacją prac badawczych Autora, które dotyczyły metod optymalizacji procesu jednoślismakowego wytlaczania tworzyw sztucznych. Juz w doktoracie scharakteryzował On metode statystyczna z użyciem oprogramowania Statistika, metode sieci neuronowych i metode algorytmów genetycznych. Do symulacji procesu wytlaczania użył komputerowego modelu wytlaczania w oparciu o trzy kryteria optymalizacji tj. maksymalizację wydajności wytlaczania, minimalizację zużycia mocy, minimalizację temperatury tworzywa. Parametrami, które optymalizował były: prędkość obrotowa ślimaka, temperatura cylindra i głębokość kanału ślimaka.

Natomiast przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe obejmuje oryginalne podejście do problematyki optymalizacji przetwórstwa tworzyw sztucznych. Autor zaproponował rozwiązanie tej kwestii poprzez zastosowanie zintegrowanego modelowania, optymalizacji i zwiększania skali procesu wytlaczania tworzyw polimerowych na podstawie komputerowego modelu procesu. Stwierdził, że jak dotąd, skalowanie wytlaczania było realizowane na podstawie jednoparametrowych kryteriów skalowania, które charakteryzowały jedynie wybrane cechy procesu. Skalowanie na podstawie modelu komputerowego procesu umożliwia zmianę skali wytlaczania na podstawie charakterystyki całego procesu, a polega na poszukiwaniu parametrów procesu, przy których występują najmniejsze różnice wyników procesu skalowanego i procesu odniesienia (względem którego skalowanie zostało podjęte), tzn. najmniejsze różnice wartości globalnych funkcji celu (globalnego kryterium skalowania). Zastosowanie ewolucyjnych technik optymalizacyjnych (kodowania parametrów) w procesie wytlaczania powinno prowadzić do minimalizacji rozbieżności między parametrami procesów skalowanych. Wiadomym jest bowiem, że algorytmy genetyczne operują na kodowanych reprezentacjach w postaci ciągów kodowych (genów oraz chromosomów). Optymalizacji dokonuje się zatem przez krzyżowanie potencjalnie najlepszych rozwiązań. W zadaniach problemowych kody reprezentują sposób rozwiązania postawionego zadania, do czego dążył w całej swojej pracy doktor Nastaj. Habilitant między innymi na tej podstawie, opracował własne, oryginalne narzędzia służące do optymalizacji i zwiększania skali (autorskie programy komputerowe GASES (Genetic Algorithms Screw Extrusion Scaling) i GASES ST (Genetic Algorithms Screw Extrusion Scaling for Starve)) oraz zintegrował je z systemem modelowania procesu wytlaczania.

Opracowany przez Autora program komputerowy GASEO (Genetic Algorithms Screw Extrusion Optimization) umożliwia optymalizację wytlaczania z dowolną liczbą zmiennych optymalizowanych, przy różnych kryteriach optymalizacji wraz z nieograniczoną dokładnością przeszukiwania powierzchni odpowiedzi badanego procesu. Program ten po modyfikacji może być stosowany do optymalizacji innych procesów przetwórstwa, ma więc charakter uniwersalny. Autor opracował pewnego rodzaju recepturę sprawnego i efektywnego prowadzenia procesu technologicznego. Oparta jest ona na jednolitych systemach symulacyjno-optymalizujących i symulacyjno-skalujących, które umożliwiają optymalizację i zwiększanie skali procesu wytlaczania na podstawie symulacji, za pomocą ewolucyjnego narzędzia (algorytmów genetycznych), będącego integralną częścią systemu modelowania. Opracowane przez Habilitanta systemy umożliwiają dobór parametrów przetwórstwa (materiałowych, geometrycznych i technologicznych) według zadanych kryteriów optymalizacji lub

skalowania procesu. Dlatego też jego praca mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna (dawniej budowa i eksploatacja maszyn).

W przedstawionym do oceny jednotematycznym cyklu publikacji flagową pracą Autora jest artykuł pt. „Computational Scale-Up for Flood Fed/Starve Fed Single Screw Extrusion of Polymers” (A1), gdzie przedstawiono właśnie nowatorski, system skalowania procesu dla jednoślimakowego wytłaczania polimerów, polegający na przeniesieniu go z mniejszej do większej skali. Przeniesienie to polega na zwiększeniu skali parametrów procesu wytłaczania dla różnych typów zasilania w oparciu o określone kryteria np. zużycia energii, szybkości uplastyczniania polimeru, temperatury polimeru. Podstawą skalowania w tym przypadku jest proces symulacji wykonany z wykorzystaniem programów: GSEM (Global Screw Extrusion Model) oraz GASES (Genetic Algorithms Screw Extrusion Scaling) opartego na algorytmach genetycznych. Autor wykorzystał do analizy genotypów tzw. koło oddziaływań określane jako metoda „koła ruletki”. Metoda ta polega na przydzieleniu każdemu osobnikowi takiego wycinka koła ruletki, jaki odpowiada jakości jego przystosowania. Zauważył, że powierzchnia „koła ruletki” jest przypisana do indywidualnych genotypów i jest odwrotnie proporcjonalna do generowanych przez nie wartości funkcji celu. Gdy genotyp ma najniższą wartość funkcji celu, czyli największą wartość odwrotności funkcji celu, pokrywane jest największe pole „koła ruletki”. Gdy genotyp ma największą wartość funkcji celu, czyli najniższą wartość odwrotności funkcji celu, pokrywany jest najmniejszy obszar „koła ruletki”. Celem tych zabiegów była poprawa wytłaczania (zwiększenie wydajności przepustowości). Poprawę wydajności wytłaczarki z dwoma różnymi systemami zasilania przedstawiono w pracy Autora pt. „Optimization for Starve Fed/Flood Fed Single Screw Extrusion of Polymeric Materials” (A5) również przy wykorzystaniu tych samych narzędzi. W tym przypadku zaprezentowano optymalizację parametrów procesu, w celu maksymalizacji wydajności wytłaczania i minimalizacji jednostkowego zużycia energii. Potwierdzono również wysoką wydajność wytłaczania, a jednostkowe zużycie energii było minimalne. W pracy pt. „Optymalizacja procesu wytłaczania jednoślimakowego tworzyw polimerowych z dozowanym zasilaniem – badania doświadczalne” (A6) przedstawiono także badania optymalizacyjne procesu wytłaczania jednoślimakowego tworzyw polimerowych. Wstępnie zaproponowano optymalizację wytłaczania na podstawie badań symulacyjnych procesu z użyciem technik ewolucyjnych. Przeprowadzono doświadczalną optymalizację wybranych parametrów wytłaczania: prędkości obrotowej ślimaka i długości strefy dozowania ślimaka według kryteriów maksymalnej wydajności i minimalnego natężenia prądu silnika wytłaczarki. Stwierdzono, że optymalizacja na podstawie badań doświadczalnych jest kosztowna i czasochłonna. Wstępnie zaproponowano optymalizację wytłaczania na podstawie badań symulacyjnych procesu z użyciem technik ewolucyjnych.

Kolejną ciekawą pod względem aplikacyjnym pracą jest „Optimization and Scale-Up for Polymer Extrusion” (A2), gdzie optymalizacja procesu polegała na uzyskaniu przestrzeni wielowymiarowej zmiennych wyjściowych wytłaczania (powierzchni odpowiedzi) na podstawie odpowiedniego zestawu danych wejściowych oraz poszukiwanie wartości ekstremalnych w tej przestrzeni dla wytłaczania jednoślimakowego i dwuślimakowego. Skalowanie natomiast polegało na zmianie parametrów procesu przy zachowaniu parametrów skalowania na poziomie możliwie najbliższym referencyjnym

parametrom procesu. Doktor Nastaj opisał w tej pracy różne techniki optymalizacji i stwierdził, że zastosowanie algorytmów genetycznych jest bardzo wydajnym narzędziem prognozowania. Jest to cenna uwaga, ponieważ algorytmy genetyczne, w przeciwieństwie do wielu innych metod optymalizacji, opierają się na małej ilości danych pomocniczych, co pozwala na opracowanie dostatecznie ogólnych założeń optymalizacji. W artykule wskazano, że optymalizacja i skalowanie oparte na symulacji procesu są bardziej efektywne, niż te oparte na eksperymentach, które są drogie i długotrwałe.

W pracy pt. „Proces wytlaczania jednošlimakowego z zastosowaniem dozownika – zwiększanie skali” (A3) doktor Nastaj znowu odniósł się do skalowania procesu wytlaczania jednošlimakowego uwzględniając dozowaniem tworzywa przy użyciu dozownika. Podstawę metody stanowił program do zwiększania skali GASES ST. Obliczenia przeprowadzono wg kryterium minimalnego jednostkowego zużycia energii, maksymalnej wydajności i minimalnej temperatury tworzywa na wyjściu z głowicy. Udowodnił tym, że opracowana metoda jest uniwersalna i może być zastosowana do różnych metod przetwórczych. Potwierdza to również artykuł pt. „Zwiększanie skali procesu jednošlimakowego wytlaczania tworzyw polimerowych” (A4), gdzie z wykorzystaniem symulacji komputerowej i zwięszania skali procesu uzyskano znaczący wzrost wydajności procesu wytlaczania uwzględniając kryteria jednostkowe: zużycie energii, szybkość uplastyczniania i szybkość wzrostu temperatury tworzywa. Pozostałe przedstawione do oceny prace koncentrują się wokół przedstawionych zagadnień: modelowania, optymalizacji procesów wytlaczania z zasilaniem grawitacyjnym i dozowaniem (np. prace pt. „Melting Model for Starve Fed Single Screw Extrusion of Thermoplastics” A11 i pt. „A Composite Model for Starve Fed Single Screw Extrusion of Thermoplastics” A10). Celem prac było rozwiązanie zagadnienia optymalizacji wytlaczania na podstawie modelu komputerowego procesu, który został osiągnięty. Zagadnienie przedstawione do oceny w osiągnięciu naukowym odnosi się do wytlaczania jednošlimakowego z zasilaniem grawitacyjnym i z dozowanym zasilaniem (np. praca pt. „Process optimization for single screw extrusion of polymeric materials – simulation studies” A9) . Uwidoczniono w nim również zalety zasilania z dozowaniem tworzywa obserwowane przy wytlaczaniu dwušlimakowym, czyli szybkie uplastycznienie tworzywa i dobre wymieszanie, co skłoniło Habilitanta do próby zastosowania tego typu zasilania przy wytlaczaniu jednošlimakowym. Jest to szczególnie obiecujące przy wytlaczaniu tworzyw zaawansowanych, mieszanin polimerów czy kompozytów polimerowych. Modelowanie wytlaczania w przypadku różnego typu zasilania wymaga stosowania różnych algorytmów obliczeń, algorytmu postępującego przy zasilaniu grawitacyjnym oraz algorytmu wstecznego przy zasilaniu z dozowaniem. Wynika to z odmiennej mechaniki transportu tworzywa w procesie przetwórczym, co udowodnił Habilitant w przedstawionych pracach.

Moja pozytywna ocena osiągnięcia naukowego pt.: „Opracowanie programów komputerowych dotyczących modelowania, optymalizacji i zwięszania skali procesów wytlaczania materiałów polimerowych z zasilaniem grawitacyjnym i dozowaniem”, zgodnie art. 221 ust. 8 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz.U. 2023 poz. 742), została uzasadniona tym, iż dr inż. Andrzej Nastaj przedstawił własne, oryginalne narzędzia służące do

optymalizacji (własny program komputerowy) i zwiększania skali (autorskie programy komputerowe) oraz zintegrował je z systemem modelowania procesu wytłaczania. Zastosowanie algorytmów genetycznych jest ze wszech miar wskazaną formą optymalizacji procesu wytłaczania mimo, że algorytmy genetyczne zaliczane są do algorytmów heurystycznych i nie dających gwarancji znalezienia optimum globalnego, jednak działają one na bardzo dużych populacjach rozwiązań (w jednej iteracji problem rozwiązywany jest nawet na kilka lub kilkanaście tysięcy sposobów), co pozwala na zwiększenie prawdopodobieństwa znalezienia optimum i zmniejszenia kosztów procesu. Okazuje się, że problem ten jest bardzo istotny przy poszukiwaniu rozwiązań przetwórczych tworzyw sztucznych. Podsumowując całokształt opracowania osiągnięcia naukowego, jego wartość naukową i osiągnięty cel, stwierdzam, że praca stanowi oryginalny wkład w rozwój opisu problematyki materiałowo-technologicznej z określaniem optymalizacji procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych i świadczy o postępującym rozwoju naukowym Kandydata, spełniającym tym samym wymogi Ustawy o Stopniach i Tytułach Naukowych.

3. Ocena działalności naukowej i zawodowej

Kandydat dr inż. Andrzej Nastaj po uzyskaniu stopnia doktora (2006) upowszechnił swój dorobek naukowo-badawczy w 37 publikacjach, w tym 24 w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Habilitant posiada Impact Factor wynoszący **67,866** oraz łączną liczbę punktów uzyskanych wg punktacji MNiSzW o wartości **1432**. Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS) na dzień 09.10.2023 r. wynosi **12**. Kandydat jest autorem jednej książki oraz współautorem 4 innych książek z zakresu jego działalności naukowej, a także współautorem 4 rozdziałów w monografiach.

We wrześniu 2022 roku odbył miesięczny staż naukowy w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki, Grupa Badawcza „Materiały Funkcjonalne”, którego wymiernym efektem był artykuł pt. „Determination of rheological properties of wood plastic composites of high wood content on the basis of capillary rheometry Part 2. Rheometric tests”, który po pozytywnych recenzjach został przyjęty do publikacji w renomowanym czasopiśmie branżowym Przemysł Chemiczny.

W załączniku 4 do wniosku zamieszczono wykaz publikacji doktora Nastaja. Publikacje wyraźnie świadczą o umiejętności prowadzenia badań w różnych zespołach badawczych. W większości z nich nazwisko Habilitanta jest na pierwszym i drugim miejscu.

Doktor Andrzej Nastaj wygłosił dwa współautorskie referaty, co jest bardzo skromnym osiągnięciem działalności naukowej Kandydata. Jeden pt. „Optimization for Starve Fed/Flood Fed Single Screw Extrusion” w roku 2017 na międzynarodowym spotkaniu towarzystwa przetwórstwa polimerów European Meeting of the Polymer Processing Society PPS-2017, Dresden.

Drugi pt. „System SSEM-AG optymalizacji procesu wytłaczania tworzyw” w roku 2006 na Seminarium Tworzywa Sztuczne w Budowie Maszyn w Krakowie.

Jest członkiem Towarzystwa Przetwórców Tworzyw Polimerowych. Był również redaktorem wydania specjalnego w czasopiśmie POLYMERS (MDPI), Special Issue „Advances in Screw Processing of

Polymeric Materials – In Memory of Professor James Lindsay White” (21 artykułów) oraz edytorem i recenzentem w czasopiśmie POLYMERS (MDPI).

Osiągnięcia dr inż. Andrzeja Nastaja określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki art. 219 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz.U. 2023 poz. 742), można uznać za wystarczające. Ich zestawienie przedstawiono w tabeli poniżej.

Lp.	Kryterium	Czy Kandydat spełnia kryterium / (liczba)
1	Autorstwo i współautorstwo publikacji w czasopismach z bazy JCR	Tak/24
2	Patenty międzynarodowe i krajowe	Nie
3	Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych	Nie
4	Wygłaszanie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych	Tak/2
5	Otrzymane nagrody i wyróżnienia	Tak/16
6	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	Nie
7	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	Tak
8	Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach oraz komitetach organizacyjnych	Tak/3
9	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	Tak
10	Staże w zagranicznych lub <u>krajowych</u> ośrodkach naukowych lub akademickich	Tak/1
11	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	Tak/1
12	Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych	Nie

Analizując spełnienie kryteriów określonych w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2023 poz. 742) stwierdzam, że dr inż. Andrzej Nastaj po uzyskaniu stopnia doktora systematycznie wzbogacał swoje doświadczenie badawcze i powiększał swój dorobek naukowy, co czyni zadość ustawowemu kryterium o „istotnej aktywności naukowej”.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

W zakresie osiągnięć dydaktycznych Kandydat posiada dobry dorobek dydaktyczny świadczący o uznaniu Jego zasług, jako nauczyciela akademickiego. Potwierdzają to nagrody Rektora Politechniki Warszawskiej za szczególne osiągnięcia dydaktyczne (w sumie 6 nagród zespołowych).

Prowadził i nadal prowadzi wykłady, ćwiczenia, zajęcia laboratoryjne z przedmiotów: Automatyzacja procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych, Maszyny technologiczne, Podstawy programowania obiektowego, Techniki wytwarzania, Inżynierskie bazy danych, Narzędzia do przetwórstwa tworzyw sztucznych, Podstawy konstrukcji maszyn technologicznych, Projektowanie i modelowanie procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych, Computer Aided Design (CAD) w technologii materiałowej, CAD/CAE w Przetwórstwie Tworzyw Sztucznych, Materiały i kompozyty niemetalowe, Modelowanie procesów materiałoozczędnych, Przetwórstwo tworzyw sztucznych oraz Bazy danych.

Wiele z tych wykładów ma charakter autorski, a ćwiczenia i laboratoria są prowadzone w oparciu o samodzielnie przygotowane instrukcje. Doktor Nastaj brał udział przy tworzeniu Laboratorium Komputerowego Wspomagania Projektowania Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych za co został doceniony jedną ze wspomnianych Nagród Rektorskich.

Brak jest danych co do członkostwa w dydaktycznych komisjach i opieki nad studentami. Zakłada się, że w latach 2006 – 2023 był promotorem 44 prac magisterskich lub inżynierskich oraz 7 prac dyplomowych na studiach podyplomowych (nie jest to poparte oświadczeniem co do okresu sprawozdawczego Habilitanta).

Doktor Nastaj był promotorem pomocniczym dwóch zakończonych postępowań doktorskich: mgra inż. Filipa Kagankiewicza pt. „Doświadczalna weryfikacja rozwiązania problemu głównego balistyki wewnętrznej broni lufowej sformułowanego we współrzędnych Lagrange’a”, Wydział Inżynierii Produkcji, Politechnika Warszawska, rozprawa doktorska obroniona 12.01.2023 roku oraz mgra inż. Kamila Buziaka „Modelowanie procesu wytłaczania jednoślismakowego polimerowych kompozytów drzewnych”, Wydział Inżynierii Produkcji, Politechnika Warszawska, rozprawa doktorska obroniona 13.01.2023 roku.

5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę osiągnięcia naukowe dra inż. Andrzeja Nastaja zawarte w jednotematycznym cyklu publikacji pt.: „Opracowanie programów komputerowych dotyczących modelowania, optymalizacji i zwiększania skali procesów wytłaczania materiałów polimerowych z zasilaniem grawitacyjnym i dozowaniem”, jak też uwzględniając pozostały dorobek naukowy, świadczący o Jego zadowolającej aktywności naukowej w zakresie dyscypliny inżynieria mechaniczna, stwierdzam, że spełnia on ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego (art. 221 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce tekst jednolity Dz.U. 2023 poz. 742).

W związku z tym, popieram wniosek o nadanie doktorowi inżynierowi Andrzejowi Nastajowi stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Katarzyna Gawdzińska

