

Kraków, 29 października 2019 r.

Prof. dr hab. inż. Jan Chłopek

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Katedra Biomateriałów i Kompozytów

OPINIA

**dla Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów
dotycząca wniosku o nadanie dr inż. Witoldowi Sujce
stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych
w dyscyplinie włókiennictwo**

Opinia została przygotowana na podstawie autoreferatu przygotowanego przez Habilitanta oraz jednotematycznego cyklu 17 publikacji, 6 patentów, 2 zgłoszeń patentowych zatytułowanych „Opracowanie innowacyjnych materiałów i wyrobów włókienniczych do zastosowań medycznych”

Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Dr inż. Witold Sujka ukończył studia wyższe na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska w 2000 roku broniąc pracę magisterską pt. „*Usuwanie wybranych substancji chemicznych za pomocą kulek chitozanowych*” napisaną pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Romana Zarzyckiego. W 2008 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii chemicznej na podstawie pracy „*Adsorpcja jonów Cu^{2+} i Ag^+ w hydrożelowych granulkach chitozanowych*”, której promotorem był także Prof. dr hab. inż. Roman Zarzycki.

Swoją karierę zawodową Habilitant związał w zdecydowanej większości z firmą Tricomed S.A., gdzie w 2006 roku rozpoczął pracę jako specjalista ds. badawczo-rozwojowych, później zatrudniony był jako Kierownik Działu Badawczo-Rozwojowego, następnie od 2009 roku pełnił funkcję Członka Zarządu ds. badawczo-rozwojowych, a obecnie (od 2012 roku) zajmuje stanowisko Prezesa Zarządu Spółki.

Głównym obszarem badawczym Habilitanta były materiały włókniste przeznaczone dla medycyny otrzymywane na bazie polimerów stabilnych i biodegradowalnych. W większości przypadków stosowane polimery, jako surowce do wyrobów medycznych, przechodziły proces modyfikacji prowadzący zarówno do zmian strukturalnych i mikrostrukturalnych w celu dopasowania właściwości do potrzeb użytkowych.

Przeprowadzone badania, opierając się na założeniach projektowych, stanowiły podstawę do wykorzystania różnych technik włókienniczych, rezultatem czego było opracowanie implantów medycznych w postaci ultralekkich siatek przepuklinowych, taśm urologicznych, siatek ginekologicznych, implantów kości czaszki, protez kości oczodołu, łat naczyniowych, materiałów opatrunkowych oraz materiałów dla presoterapii oraz wyrobów inkontynentnych. W każdym przypadku w zależności od zastosowań dobierane były odpowiednie sploty, wielkość ażuru oraz obróbka termiczna. Zapewniała ona stabilność badanych materiałów i ułatwiała proces konfekcjonowania wyrobów oraz sterylizacji tlenkiem etylenu lub radiacyjnie.

Dla każdego wyrobu medycznego Habilitant zdefiniował kryteria jego przydatności w zastosowaniach medycznych. Różnorodność opracowanych wyrobów wymagała od Niego gruntownej znajomości procesów włókienniczych, przetwórstwa tworzyw sztucznych, podstaw inżynierii materiałowej, procesów biologicznych przebiegających na styku biomateriał-tkanka żywa, a także znajomości procedur umożliwiających wprowadzanie wyrobów do praktyki klinicznej i na rynek wyrobów medycznych. Przedstawiony dorobek, szczególnie aplikacyjny, jednoznacznie pokazuje, że mamy do czynienia z doświadczonym praktykiem, potrafiącym umiejętnie wykorzystywać nauki podstawowe do rozwiązań technologicznych.

Dorobek publikacyjny dr inż. Witolda Sujki obejmuje ogółem 37 publikacji, w tym 19 w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports, takich jak m.in.: Journal of Neurosurgical Sciences, Fibres&Textiles in Eastern Europe, Advances in Polymer Technology i Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials. Sumaryczny impact factor wszystkich publikacji wynosi 23,219 (jednotematycznego cyklu publikacji wynosi 21,204), natomiast liczba cytowań wszystkich publikacji wg bazy Web of Science wynosi 29. Indeks Hirscha wg bazy Web of Science wynosi 3. Przedstawione do recenzji publikacje stanowiące podstawę rozprawy habilitacyjnej są wieloautorskie i według oświadczeń Habilitanta i współautorów udział Habilitanta wynosi od 9 do 60% - średni udział przypadający na publikację wynosi 31%. Dr inż. Witold Sujka jest współautorem 8 patentów i zgłoszeń patentowych, w których udział Habilitanta szacowany jest od 12,5% do 50%. Przedstawione tutaj dane bibliometryczne nie są zbyt imponujące, ale podkreślenia wymaga fakt zrównoważonego rozwoju obejmującego podobne udziały w opublikowanych pracach, jak i zgłoszonych i uzyskanych patentach. Całościowo dorobek ten można uznać za zadowalający, w szczególności ze względu na połączenie wyników badań podstawowych i przemysłowych prowadzących do wdrożenia.

Na szczególną uwagę zasługują zdobyte przez Habilitanta nagrody i wyróżnienia na międzynarodowych i krajowych wystawach (10 odznaczeń). Za swoje wynalazki uzyskał m.in. pięciokrotnie złoty medal (siatka ginekologiczna G-Mesh - Rumunia 2019, ultralekkie siatki przepuklinowe - Korea Południowa 2018, protezy kości oczodołów – Chorwacja 2018, taśma urologiczna – Kanada 2018 i Rumunia 2018).

Wyniki badań Habilitanta przedstawione zostały także na konferencjach krajowych i zagranicznych. Habilitant wygłosił 22 referaty m.in. na konferencjach: I Ogólnopolska Konferencja Naukowa Polimery w Medycynie 2018, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Knit Tech 2017, Konferencja technicznych i specjalnych wyrobów włókienniczych InnovaTex 2016.

Aktywność badawcza Habilitanta została także potwierdzona w licznych projektach, głównie na zlecenie przemysłu, w których był kierownikiem albo jednym z wykonawców. Prowadził m.in. takie projekty jak: „Biodegradowalne porowate opatrunki z estrów chityny”, „Opracowanie technologii wytwarzania innowacyjnych łąt naczyniowych”, czy „Siatki chirurgiczne wykonane z przędzy zawierającej srebro oraz siatki 3D”.

Podsumowując ocenę dorobku naukowego i organizacyjnego dr inż. Witolda Sujki można stwierdzić, że jest on wystarczający do starania się o stopień doktora habilitowanego. Dodatkowo podkreślenia wymaga Jego aktywność w opiece nad studentami oraz doktorantami. Był promotorem pomocniczym jednej obronionej pracy doktorskiej na Wydziale Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów PŁ, a obecnie jest promotorem pomocniczym doktoratu na Wydziale Chemicznym PŁ.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Ocena ta została przeprowadzona na podstawie analizy jednotematycznego cyklu 17 publikacji, 6 patentów i 2 zgłoszeń patentowych zatytułowanych „*Opracowanie innowacyjnych materiałów i wyrobów włókienniczych do zastosowań medycznych*”. Sumaryczny impact factor wybranych 17 artykułów wynosi 21,204. Zaprezentowane publikacje obejmują tematykę związaną z wytwarzaniem materiałów i struktur włókienniczych dla medycyny, w których wyróżnić można kompleksowe podejście do projektowania – od wytwarzania materiałów w skali laboratoryjnej, poprzez proces powiększania skali, aż po wprowadzanie na rynek nowych wyrobów medycznych. Habilitant postawił hipotezę badawczą, że opracowane innowacyjne tekstylne wyroby medyczne wspomagając proces leczenia oraz wspierając go na różnych płaszczyznach systemowych pozwolą przywrócić prawidłowe funkcjonowanie organizmu. Stąd polimerowe materiały

włókniste, będące przedmiotem badań Habilitanta, w wielu przypadkach muszą być modyfikowane mikrostrukturalnie, prowadząc do materiałów wielofunkcyjnych. Jako obszary zastosowań opracowanych wyrobów medycznych wskazuje neurochirurgię (kranioplastykę), chirurgię ogólną (herniologia, leczenie ran), chirurgię naczyniową, urologię, ginekologię, chirurgię twarzowo-szczękową, rehabilitację (blizn i bliznowców). W swoich pracach Habilitant wykorzystuje polimery, które następnie poddawane były licznym procesom fizycznym i chemicznym, dając ostatecznie finalny produkt o pożądanych cechach. Substratami w prowadzonych pracach badawczo-rozwojowych były materiały pochodzenia naturalnego, takie jak celuloza, kwas alginowy i jego pochodne, chityna i jej pochodne, a także materiały syntetyczne m.in. takie jak poliestry, poliuretany, czy polipropylen. W celu nadania opracowanym wyrobom właściwości antybakteryjnych (np. w przypadku opatrunków, czy łaty naczyniowej) Habilitant wprowadza jony srebra i miedzi.

Z oceny dorobku publikacyjnego wynika, że Autor w swoich badaniach podstawowych, skoncentrował się na opracowaniu podstaw fizykochemicznych wytwarzania wyrobów medycznych, natomiast za główne osiągnięcie Habilitanta należy uznać opracowanie i wdrożenie technologii materiałów włóknistych przeznaczonych do zastosowań medycznych. Stąd wydaje się, że ścieżka przemysłowa od projektu do technologii jest głównym motorem prac prowadzonych przez Habilitanta.

Analiza wykazanych osiągnięć wskazuje jednoznacznie na aspekt technologiczny opracowanych materiałów, co potwierdzają uzyskane patenty i wdrożenia. Można powiedzieć, że główny dorobek Habilitanta koncentruje się na zagadnieniach przemysłowych uwzględniając jednak relacje między budową a końcowymi właściwościami materiałów. Cechuje Go podejście biomimetyczne pozwalające naśladować budowę naturalnych tkanek, która w przeważającej części jest budową włóknistą. Habilitant w swojej analizie wskazuje również na aspekt personalizacji implantów, co dodatkowo stawia przed Habilitantem zadanie związane ze ścisłą kontrolą procesu technologicznego, w szczególności z oceną parametrów strukturalnych i mikrostrukturalnych mających wpływ na określone zachowanie biologiczne materiału.

Jednym z głównych obszarów badań Habilitanta były materiały włókniste w postaci siatek i taśm. Do tego celu Autor wykorzystał nitki propylenowe jedno i wielofilamentowe, które stanowiły podstawę do otrzymywania dzianin o kontrolowanej mikrostrukturze włókienniczej (rodzaj splotu, wielkość ażuru, porowatość itp.) oraz właściwościach fizykomechanicznych. Kluczowym w leczeniu przepuklin jest określenie wpływu parametrów wytwarzania dzianiny, warunków obróbki wykańczalniczej oraz charakterystyk

naprężeniowo-odkształceniowych na końcowe właściwości dzianiny, która w następnej kolejności musi być stabilizowana termicznie, konfekcjonowana i sterylizowana. Autor w swoich badaniach wykazał, że najkorzystniejszym rozwiązaniem w tym przypadku będzie zastosowanie nitek polipropylenowych monofilamentowych o określonej masie liniowej. Wykazał także, że obróbka termiczna istotnie wpływa na zmianę wytrzymałości nitek, co jest związane ze zmianą ich stopnia krystaliczności.

Inne podejście Autor zastosował do materiałów przeznaczonych na implanty kości czaszki. W tym przypadku przeprowadził badania porównawcze powszechnie stosowanego w kranioplastyce polimetakrylanu metylu (PMMA) z opracowaną dzianiną polipropylenowo-poliestrową. Badania te wykazały, że w leczeniu urazów kości czaszki może być wykorzystana kombinacja metod otrzymywania obejmująca trójwymiarową strukturę dzianą wykonaną z przędzy polipropylenowej z dodatkiem poliestru oraz żywicy poliakrylowej. Taki sposób postępowania zapewnia lepsze właściwości mechaniczne implantów i pozwala zaopatrywać ubytki kostne o różnych rozmiarach.

Do znaczących osiągnięć Habilitanta zaliczyć można także opracowanie materiałów opatrunkowych o różnej budowie i składzie chemicznym przydatnych do leczenia ran, posiadających właściwości hemostatyczne i chłonne. Rozwiązania zaproponowane przez Habilitanta opierają się na wykorzystaniu zmodyfikowanej pochodnej chityny-kopoliestru butyrylowo-acetylowego chityny otrzymanego w skali przemysłowej z udziałem nieorganicznego poroforu, prowadzącej do wytworzenia wysokoporowatych materiałów w postaci filmów. Badania biologiczne potwierdziły pełną biogodność opracowanych opatrunków. Tego typu opatrunki są materiałami biodegradowalnymi, skracają fazę wysiękową, osuszają ranę i przyspieszają proces gojenia.

Kolejnym rozwiązaniem mogą być opatrunki chłonne, które bazują na układach wielowarstwowych. Stworzenie układu dwuwarstwowego zawierającego jedną warstwę hydrofilowej pianki poliuretanowej o strukturze „pore in pore” oraz drugą zbudowaną z półprzepuszczalnej folii poliuretanowej pozwoliło znacząco zwiększyć chłonność wydzielin, ograniczyć urazowość, kontakt ze środowiskiem zewnętrznym oraz uzyskać materiał o kontrolowanych właściwościach mechanicznych. Badania kliniczne wykazały, że opatrunek ten może być stosowany w leczeniu ran pooparzeniowych i pooperacyjnych. Dalsze prace Habilitanta koncentrowały się na opatrunkach hemostatycznych, w których zadaniem było szybkie hamowanie krwawienia, działania przeciwbakteryjne oraz skuteczne tamowanie krwi nawet w warunkach ucisku. Do tego celu opracowano opatrunek trójwarstwowy zbudowany z półprzepuszczalnej folii poliuretanowej, hydrofilowej pianki

poliuretanowej oraz warstwy zawierającej polisacharydy (chitozan, alginian). Każda z tych warstw spełniała inną rolę, a połączenie ich w jedną całość stworzyło opatrunek wielofazowy i wielofunkcyjny. Badania użytkowe takie jak: wytrzymałość na rozciąganie, dopasowanie do miejsca urazu oraz dyfuzja par wilgoci wykazały, że opracowany wyrób spełnia kryteria materiałów opatrunkowych. Przeprowadzona analiza sposobów otrzymywania materiałów opatrunkowych pokazuje, że Habilitant w swoich badaniach nie tylko skupia się nad opracowaniem nowych rozwiązań, ale także nad udoskonalaniem istniejących technologii, nadając opatrunkom dodatkowe funkcje wspomagające proces gojenia ran.

Wnioski końcowe

Rozprawa habilitacyjna dr inż. Witolda Sujki pt. „Opracowanie innowacyjnych materiałów i wyrobów włókienniczych do zastosowań medycznych” wskazuje na obecne i potencjalne możliwości wykorzystania w wyrobach medycznych technik włókienniczych połączonych z inżynierią materiałową i przetwórstwem polimerów.

Do głównych osiągnięć Habilitanta zaliczyć można:

1. Opracowanie wyrobów medycznych na bazie materiałów włóknistych dla celów medycznych o kontrolowanych właściwościach fizykochemicznych i biologicznych.
2. Opracowanie sposobu otrzymywania materiałów włóknistych stanowiących podstawę technologii materiałów przeznaczonych dla różnych dziedzin medycyny.
3. Przeniesienie wyników badań z laboratorium do skali przemysłowej, co skutkowało zgłoszonymi i uzyskanymi patentami i wdrożeniami.
3. Zbadanie wpływu parametrów mikrostrukturalnych badanych materiałów włóknistych degradowalnych i niedegradowalnych na niektóre właściwości istotne dla tych zastosowań. Badania te mieściły się w interdyscyplinarnym obszarze obejmującym włókiennictwo, inżynierię materiałową i biomedycynę.
4. Uwzględnienie podstaw prawnych (normy) koniecznych do wprowadzenia włóknistych wyrobów medycznych do praktyki klinicznej (rynek medyczny).

Konkluzja

Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty analizowanego dorobku i przedstawioną rozprawę habilitacyjną w postaci cyklu publikacji i patentów stawiam wniosek do Rady Dyscypliny o dopuszczenie dr inż. Witolda Sujki do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

