

Warszawa, 19.04.2015 r.

Dr hab. inż. Tomasz Ciach, prof. PW  
Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej  
Politechniki Warszawskiej  
ul. Waryńskiego 1, 00-645 Warszawa

## RECENZJA

**Rozprawy doktorskiej Pani mgr Aldony Mzyk**  
**pt. „Multiscale surface functionalization of blood contacting materials”**  
*(Promotor: Prof. dr hab. inż. Bogusław Major )*

### Charakterystyka Pracy

Odkąd człowiek zrozumiał, choć trochę, jak jest zbudowany i jak funkcjonuje ludzki organizm rozpoczął się szybki rozwój nauk medycznych. Pomimo znacznej dynamiki rozwój ten wciąż uważany jest za zbyt powolny, wynika to z głęboko ukrytego w nas snu o nieśmiertelności i wiecznej młodości. By sprostać tym marzeniom zaprzęgamy całą posiadaną przez nas wiedzę do rozwoju nauk medycznych. Medycyna stała się inspiracją dla nauk technicznych a ludzki organizm stał się ich poligonem badań. Obecnie, patrząc na całą dziedzinę nauk medycznych, możemy stwierdzić, że jest to obecnie najbardziej interdyscyplinarny konglomerat nauk humanistycznych i przyrodniczych. A prym w nim, przynajmniej z mojego punktu widzenia, wiodą nauki przyrodnicze i techniczne. Rozwój taki stał się możliwy dzięki znacznemu rozwojowi biologii – pozwalającej zrozumieć złożone procesy zachodzące w naszym organizmie, oraz pozwalającym ingerować w te procesy naukom technicznym. Z mariażu nauk medycznych i technicznych wyłoniły się takie dziedziny wiedzy jak biomechanika, inżynieria biomedyczna, czy inżynieria biomateriałów. Rozprawa doktorska Pani mgr Aldony Mzyk pod tytułem „Multiscale surface functionalization of blood contacting materials” dobrze wpisuje się w ten kierunek rozwoju nauk medycznych.

Celem recenzowanej rozprawy doktorskiej było opracowanie metod modyfikacji powierzchni materiałów pod kontem ich ułatwionego zasiedlania komórkami mięśni gładkich i komórkami śródbłonna. Komórki mięśni gładkich tworzą zewnętrzną warstwę naczyń krwionośnych i odpowiedzialne są za ich własności mechaniczne jak i aktywną kontrolę

ciśnienia krwi. Komórki śródbłonna wyściełają wnętrze naczyń i najlepiej dostosowane są do stałego kontaktu z krwią, są odporne na jej silnie utleniające działanie a jednocześnie biernie i czynnie zapobiegają aktywacji kaskady krzepnięcia krwi i aktywacji samych płytek krwi. Powierzchnia pod zasiedlanie komórkami modyfikowana była chemicznie i fizycznie – poprzez wytworzenie mikro-rowków ułatwiających adhezję i proliferację komórek. W pracy zaproponowano również pokrycia przeciwzakrzepowe oparte nie o komórki lecz o warstwy polielektrolitów. Zbadano również pokrycia wykonane z nanocząstek grafenowych czy węgla krzemowego. W pracy przeprowadzono zarówno testy adhezji obu typów komórek jak i zbadano własności przeciwzakrzepowe otrzymanych pokryć.

#### Krytyczna ocena pracy

Recenzowana praca została napisana w języku angielskim, choć momentami nie do końca poprawnym. W tekście jest trochę błędów gramatycznych oraz pojawiają się raz określenia typowe dla języka Amerykańskiego raz dla Brytyjskiego (vinyl polychloride / polyvinyl chloride) co może konfundować czytelnika i budzić wątpliwości czy to ten sam materiał. Autorka opisuje imponującą ilość przeprowadzonych doświadczeń i uzyskanych wyników, aczkolwiek całość została przedstawiona trochę chaotycznie i bez wyraźnego ciągu logicznego, praca nie posiada również wyraźnie postawionej tezy naukowej. Z uwag ogólnych należy też wspomnieć, że Autorka nie używa układu SI – co jest poważnym niedopatrzeniem. Wszędzie przewijają się różnorodne jednostki które na dodatek są często mylone – jak Angsztrēm i Amper (zgubione kółeczko), pomimo iż Anders Ångström był Szwedem a André Ampère Francuzem.

We wstępie autorka pisze, że opracowanie właściwych materiałów do kontaktu z krwią to obecnie największe wyzwanie inżynierii materiałowej. To godna podziwu postawa młodego naukowca, ale nie należy zapominać, że na ziemi jest więcej i ważniejszych problemów. Ciągłe więcej ludzi umiera z głodu niż na skutek implantacji wadliwej protezy naczyniowej.

Na stronie 22 opisuje procesy zachodzące na powierzchni materiału po implantacji zapominając o efekcie Vromana. Dalej na stronie 27-mej zdaje się o nim już pamiętać, ale występuje tam pod zmienionym nazwiskiem – Vorman... Tak znaczące zjawisko i nazwisko w badaniach oddziaływania materiałów z krwią powinno być zawsze odpowiednio przedstawiane.

Najbardziej krytycznie oceniam rozdział „materiały i metody”. Autorka w ogóle nie przedstawiła zastosowanych materiałów. Przy zastosowaniu tak wielu różnych polimerów niezbędne jest przedstawienie ich pochodzenia, masy cząsteczkowej, składu chemicznego czy też własności optycznych monomerów jest bardzo ważne. Jeśli chodzi o same poliuretany to istnieje wiele tysięcy różnych polimerów o bardzo różnych właściwościach fizyko-chemicznych które zasługują na to określenie. To samo tyczy się polichloroku winylu, który różni się rodzajem

i zawartością plastyfikatora. Ideą publikacji naukowej jest umożliwienie innym naukowcom powtórzenia opisywanych badań, dla tego skrupulatny opis zastosowanych materiałów jest tak istotny.

W pracy nie przedstawiono budowy symulatora przepływu ze strony 51, a jedynie zdjęcie. Z wymienionych w poprzednim zdaniu przyczyn taki schemat powinien się w pracy znaleźć.

W końcowej części pracy, gdzie pojawia się wiele wyników w formie cyfrowej, Autorka przesadza w ilości cyfr znaczących w wyniku (str. 90-100). Zapis  $23,75 \pm 1,5$  jest trochę bez sensu.

Uprzejmie proszę by Autorka rozprawy ustosunkowała się podczas swojego wystąpienia do przedstawionych uwag.

#### Wnioski końcowe

Przedstawiona przez Panią mgr Pani mgr Aldonę Mzyk rozprawa pt. „Multiscale surface functionalization of blood contacting materials” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Recenzowana praca przedstawia imponującą ilość przeprowadzonych eksperymentów naukowych zarówno z dziedziny inżynierii materiałów jak i biologii. Doktorantka wykazała się znaczną wiedzą praktyczną i teoretyczną oraz umiejętnością samodzielnej pracy badawczej oraz przedstawiania jej wyników. Zakres przeprowadzonych badań jest szeroki a powstałe w ramach pracy naukowej wyniki uważam za znaczące. Zauważone w pracy niedociągnięcia nie umniejszają znacząco mojej oceny pracy. Na szczególną pochwałę zasługują eksperymenty z udziałem komórek. Stwierdzam, że całkowicie spełnione zostały wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w dziedzinie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami), wobec czego wnoszę o dopuszczenie Pani mgr Aldony Mzyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na bardzo szeroki zakres, walory naukowe recenzowanej rozprawy oraz publikacje, jakie powstały w trakcie wykonywania niniejszej pracy doktorskiej stawiam wniosek o jej wyróżnienie.



Dr hab. inż. Tomasz Ciach, prof. PW