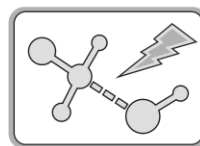




UNIwersytet
Warszawski

Wydział Chemii



Grupa Badawcza
Dynamiki Strukturalnej
www.photocrystallography.eu

dr hab. Katarzyna N. Jarzemska, prof. ucz.

(e-mail: katarzyna.jarzemska@uw.edu.pl, tel.: +48 886 617 751)

Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski

ul. Żwirki i Wigury 101, 02-089 Warszawa, Polska

Warszawa, 3 czerwca 2025 r.

Ocena osiągnięcia naukowego w postaci monografii pod tytułem „Rozmiarowe przemiany fazowe. Badania rentgenowskie i klasyfikacja” oraz dorobku naukowego dra Pawła E. Tomaszewskiego

1. Ogólny dorobek naukowy (dane scjentometryczne), nagrody, udział w grantach i prezentacja wyników na konferencjach.

Dr Paweł E. Tomaszewski od 1975 r. związany jest z Instytutem Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk (INTiBS PAN) we Wrocławiu, gdzie rozpoczął pracę już w czasie studiów. Również tam pod kierunkiem prof. Kazimierza Łukasiewicza wykonał badania i przygotował rozprawę doktorską pt. „Rozszerzalność termiczna a strukturalne przemiany fazowe kryształów LiCsSO_4 , LiNH_4SO_4 i LiKSO_4 ”, którą obronił w 1984 r. Po otrzymaniu stopnia doktora kontynuował pracę w Instytucie kolejno na stanowiskach asystenta, później adiunkta, a od 2002 r. jest specjalistą w oddziale spektroskopii ciała stałego. W międzyczasie Habilitant uczestniczył w trzech zagranicznych stażach badawczych trwających powyżej miesiąca, z których dwa odbył w ramach stypendium rządu francuskiego. Pierwszy, 8-miesięczny staż w Uniwersytecie Medycznym w Grenoble we Francji, Habilitant zrealizował jeszcze w czasie studiów doktoranckich. Pobyt poświęcony był badaniom właściwości optycznych i dielektrycznych materiałów w różnych temperaturach. Następne dwa staże, również we Francji, ale w jednostkach naukowych zlokalizowanych wokół Paryża, Habilitant zrealizował w ciągu 10 lat po doktoracie. Tym razem zajmował się badaniami niskotemperaturowymi oraz zdobywał doświadczenie w prowadzeniu pomiarów strukturalnych pod wysokim ciśnieniem. Habilitant w załączonych materiałach nie wskazał osoby, u której gościł, ani rodzaju materiałów, które badał w tym czasie. Dr Tomaszewski uczestniczył także w 4 wyjazdach pomiarowych i warsztatach zagranicznych w latach 1980–2011, które wymienia jako staże w zagranicznych instytucjach, a których ja jednak nie kwalifikowałabym jako takich. Żaden z tych wyjazdów nie przekracza bowiem 2 tygodni



i stanowią one raczej 2 wyjazdy szkoleniowe, uczestnictwo w Międzynarodowej Szkole Fizyki i Ferroelektryków (Erice, Włochy, 1980 r.) oraz jeden wyjazd na pomiary neutronograficzne.

1.1. Ocena działalności naukowo-badawczej. Zgodnie z załączonymi materiałami, podczas swojej długiej kariery naukowej, dr Tomaszewski opublikował 136 prac naukowych (z czego 8 przed doktoratem), w tym bardzo liczne, szczególnie w ostatnich latach, komentarze do artykułów innych autorów (ponad 60). Większość publikacji ma niewysoki współczynnik wpływu (*ang.* impact factor, IF), ale też stosunkowo niewielką liczbę punktów ministerialnych.¹ Wśród nich jest sporo prac opublikowanych w polskich czasopismach naukowych (artykuły pisane jedynie w języku polskim), są też materiały o charakterze podręcznikowym/dydaktycznym, opublikowane w czasopiśmie *Fizyka w szkole*, czy doniesienia konferencyjne, jak np. materiały z IX Polish School of Crystallography w Jaszowcu. Z jednej strony wydaje się, że Habilitant bardzo szczegółowo wszystko opisuje w załączonych dokumentach i porządkuje informacje, z drugiej jednak wkrada się tam pewien chaos, co utrudnia ocenę (np. prace konferencyjne są zebrane w oddzielnym załączniku, ale tego typu pozycje także znajdziemy na liście artykułów naukowych; uczestnictwo w Międzynarodowej Szkole Fizyki i Ferroelektryków wpisane jako staż, itp.). Może to też wynikać z faktu, że podsumowywany materiał dotyczy długiego okresu czasu, w tym sprzed kilkudziesięciu lat, gdy być może inny był sposób i możliwości publikowania prac badawczych. Informacje o cytowaniach poszczególnych prac nie były częścią wniosku habilitacyjnego, zatem dane te uzyskałam przeszukując bazę Web of Science (WoS; dostęp 30-31.05.2025),² i do tych wyników będę się dalej odnosić.³ Wśród artykułów autorstwa i współautorstwa Habilitanta wyróżnia się na pewno najwyżej cytowany artykuł dot. badań wysokociśnieniowych tlenku cyrkonu (praca z 1993 r., 163 cyt., średnio prawie 5 cyt./rok) oraz podobna praca dot. tlenku hafnu prowadzona w ramach tej samej współpracy czy też pod kierunkiem J.M. Legere'a z Francji. Ponadto, w działalności naukowej Habilitanta na wyróżnienie zasługuje opracowanie bazy danych strukturalnych przejść fazowych w monokryształach, a później rozszerzenie tych analiz o rozmiarowe przemiany fazowe w próbkach nanokrystalicznych. W większości jednak artykuły naukowe Habilitanta niestety nie mają większego odzewu w literaturze. Dr Tomaszewski w przeważającej części prac oryginalnych nie jest autorem korespondencyjnym, co może być

¹ O czym Recenzentka wspomina jedynie *pro forma*, jako, że przedstawiona w załączeniu lista ministerialna nie jest należycie przygotowana i zaktualizowana (w przeciwieństwie do IF).

² Recenzentka zgadza się, że baza ta nie uwzględnia wszystkich przedstawionych we wniosku prac. Np. wyszukiwanie po autorze słowami kluczowymi „Tomaszewski PE” i dodając kilka prac, gdzie zostało pominięte drugie imię lub jego inicjał (tj. autor występuje w bazie jako „Tomaszewski P”), daje w wyniku liczbę prac równą 126 prac. Po odrzuceniu dwóch artykułów dot. prof. Jana Czochralskiego, dostajemy całkowitą liczbę wyszukanych wpisów równą 124.

³ Recenzentka jest świadoma, że inne bazy (np. Scopus) mogą dawać nieco inne, jednakże zazwyczaj zbliżone wyniki. Z tego względu ogólne wnioski wysunięte na ich podstawie będą tożsame.



spowodowane tym, że sam nie kierował żadnym grantem badawczym, a występował raczej w roli wykonawcy odpowiedzialnego za część krystalograficzną. Wymienione na liście publikacji komentarze w liczbie 68 są zazwyczaj dość krótkie, więc trudno też zaliczać je do pełnowymiarowych oryginalnych artykułów. Bardzo cennym jest oczywiście krytyczne spojrzenie na publikowane wyniki innych autorów i punktowanie błędów w opublikowanych artykułach naukowych, jeśli są ku temu podstawy. Przeczytałam niektóre z komentarzy dość wnikliwie (mimo że nie były one załączone do materiałów) i faktycznie krytyka wydaje się być uzasadniona (np. dot. błędnej interpretacji dyfraktogramów proszkowych). Natomiast tylko nieliczne z komentarzy doczekały się odpowiedzi. Warto zauważyć, że wszystkie komentarze (nawet te starsze) są cytowane często jedynie przez samego dra Tomaszewskiego, a łączna liczba cytowań komentarzy jest rzędu kilkunastu. Mam jednakże nadzieję, że komentarze Habilitanta przyczyniły się do naukowej refleksji autorów komentowanych prac. Patrząc szerzej na dane czysto scjentometryczne, na podstawie wyszukiwania w bazie WoS otrzymujemy 124 pozycje cytowane 1121 razy (bez autocytowań), oraz współczynnik Hirscha (*ang.* Hirsch index) $h = 20$. Co prawda, traktuję dane scjentometryczne z pewną rezerwą i ostrożnością, jednakże wydaje się, że jak na naukowca o tak długim stażu badawczym, jest to wynik umiarkowany.

Za działalność naukową Habilitant otrzymał kilka nagród naukowych, choć dwie istotniejsze z nich, w mojej ocenie, niedługo po doktoracie, tj. Nagroda Sekretarza Naukowego PAN przyznana w 1985 r. za prace nt. mechanizmu przemian fazowych, oraz Nagroda Ministra Edukacji Narodowej z 1990 r. za prace nt. fizykochemii związków organicznych. W późniejszym czasie działalność naukowa dra Tomaszewskiego była dostrzegana w mniejszym stopniu, nawet w środowisku lokalnym.

1.2. Udział i kierownictwo w grantach. W tym punkcie Habilitant podaje jedynie, że uczestniczył w kilku grantach badawczych kierowanych przez J. Hanuzę, L. Macalik oraz M. Mączkę. Nie jest jednak doprecyzowane, jakiego rodzaju były to granty, w jakiej tematyce, ile trwała współpraca, itp. Wydaje się, że brak własnych grantów badawczych powinien być rekompensowany dokładniejszymi informacjami o tym, co Habilitant robił w ramach innych projektów, poza lakonicznym stwierdzeniem, że były to badania strukturalne. Warto byłoby zaznaczyć tu własną inicjatywę, koncepcje, itp. Artykuły, które dot. projektów wspomnianych powyżej osób, niekiedy wręcz opierają się na analizie strukturalnej/krystalograficznej badanych układów nieorganicznych. W tym kontekście można domniemywać, że wkład Habilitanta był tutaj jednak istotny. Tych informacji wniosek nie zawiera, jak również nie zawierają go same publikacje (nie ma w nich wskazanego udziału autorów).

Habilitant wspomina także, że złożył 10 wniosków grantowych na temperaturowe badania dyfrakcyjne pod ciśnieniem, ale żaden z wniosków nie został zakwalifikowany do finansowania.



Trudno w tym punkcie odnieść się do komentarza Habilitanta o „zbyt nowatorskim charakterze” proponowanych badań (co niejako podważa kompetencje recenzentów), nie znając treści wniosków, okresu, w jakim były składane, czy nazw odp. agencji grantowych. Również wnioski dotyczące budowy baz danych przemian fazowych zostały odrzucone przez Komitet Badań Naukowych. W tym ostatnim przypadku Habilitantowi udało się zrealizować projekty pomimo braku tego wsparcia.

W kontekście habilitacji dra Tomaszewskiego brak kierownictwa jakiegokolwiek grantu naukowego w latach 1984–2024 jest, w moim odczuciu, najsłabszą stroną kariery naukowej Habilitanta. Wskazywać to może na brak umiejętności zainteresowania innych własnymi badaniami (czy też przygotowania odpowiedniej jakości wniosku grantowego), a przez to niemożność pozyskania pieniędzy na badania i utworzenie własnej grupy badawczej.⁴ W odniesieniu do komentarza Habilitanta, warto zauważyć, że zawsze można było spróbować napisać grant na pokrewne badania, może nieco mniej „innowacyjne”,⁵ ale takie, które przekonałyby recenzentów do wartości planowanych badań, a za pozyskane fundusze, realizować dodatkowo również te bardziej „nowatorskie” czy mniej standardowe pomysły.

1.3. Prezentacja wyników na konferencjach. Habilitant uczestniczył w licznych konferencjach na przestrzeni lat 1981–2024. Najczęściej były to coroczne Konwersatoria Krystalograficzne i inne specjalistyczne konferencje organizowane w Polsce (część o char. międzynarodowym), ale też kilka międzynarodowych wyjątków – np. 19th European Crystallographic Meeting (Nancy, Francja, 2000), 10th European Meeting of Ferroelectrics (Cambridge, Wielka Brytania, 2003) czy 9th European Symposium on Ferroic Domains and Micro-to Macroscopic Structures (Dresden, Niemcy, 2006). W materiałach brakuje natomiast informacji o rodzaju prezentacji – plakatowa czy ustna, oraz w niektórych przypadkach wskazania, kto prezentował wyniki (Recenzentka nie doszukała się stwierdzenia, że na liście są tylko te materiały, które były prezentowane przez samego Habilitanta).

1.4. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych. Habilitant jest członkiem Komisji Historii Nauki Polskiej Akademii Umiejętności,

⁴ Zwraca się uwagę, że w obecnym stanie prawnym w Polsce (ustawa z 20.07.2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.)) stopień naukowy dra hab. w zasadzie upoważnia do samodzielnego promowania doktorów i wystąpienia z wnioskiem o tytuł naukowy profesora. Brak stopnia dra hab. nie jest przeszkodą w awansie na stanowisko prof. uczelni, ale, co jest systemowo niespójne, nie można już takiej osoby zatrudnić na stanowisku prof. instytutu (ustawa z 30.04.2010 r. o Polskiej Akademii Nauk (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.)). Tym niemniej Recenzentka zauważa, że dr Tomaszewski nie pełnił funkcji np. promotora pomocniczego lub wcześniej opiekuna pracy doktorskiej, z czego można wnosić, że nie starał się zostać promotorem, nie budował własnej grupy badawczej, a zatem nadanie stopnia dra hab. dr. Tomaszewskiemu może nie być należycie uzasadnione.

⁵ Co słowa typu innowacyjny lub nowatorski w zasadzie znaczą? Czy da się to ocenić w krótkiej perspektywie?



Polskiego Towarzystwa Fizycznego (członek Zarządu Oddziału Wrocławskiego, jako sekretarz w latach 1984–1986 oraz 1990–1992) oraz Polskiego Towarzystwa Krystalograficznego. Brak jest natomiast informacji o członkostwie w organizacjach i/lub towarzystwach zagranicznych/międzynarodowych.

1.5. Działalność recenzencka. Działalność recenzencka Habilitanta ograniczyła się do recenzji kilku prac w międzynarodowych czasopismach (w dokumentacji nie ma podanej orientacyjnej liczby wykonanych recenzji), m.in. *Journal of Solid State Physics* czy *Journal of Materials Science*, oraz trzeciego tomu książki E. Yu Tomkova pt. „*High pressure phase transitions. A handbook.*” (1996) wydaną przez Gordon and Breach Science Publishers. W materiałach nie ma wzmianki o recenzjach projektów badawczych itp. Ponadto Habilitant był zaangażowany w redakcję biuletynu „*Wrocławski Informator Fizyków – WIT*”.

1.6. Podsumowanie. Z przytoczonych faktów dot. szeroko pojętej działalności naukowej Habilitanta wyłania się obraz umiarkowanie aktywnego naukowca, bez własnego finansowania, który działa głównie lokalnie. Większość prac naukowych jest publikowana w niszowych czasopismach, również polskojęzycznych, a więc ma charakter lokalny. Z tego względu prace nie są wysoko cytowane, a Habilitant jest słabo rozpoznawalny w społeczności naukowej, w szczególności międzynarodowej. W konsekwencji, rzadko był angażowany w działalność recenzencką, a komentarze mają słaby odzew (jakkolwiek Recenzentka docenia walor niektórych z nich).

Z drugiej strony, na podstawie pogłębionej analizy przedstawionych materiałów i dorobku Habilitanta, wyłania się obraz solidnego badacza, człowieka wnikliwego, dokładnego i krytycznie patrzącego na wyniki eksperymentalne. Wydaje się jednak, że Habilitant bardzo skupiał się na błędach innych, natomiast w mniejszym stopniu starał się te problemy rozwiązać czy pójść własną ścieżką. Co więcej, dorobek i pomysły badawcze nie przekonały recenzentów wniosków grantowych. Trudno ocenić, czy faktycznie te projekty były „zbyt innowacyjne” na swoje czasy, czy miały jednak istotne mankamenty czy też nie wytrzymały konkurencji z innymi wnioskodawcami. Żaden z tych wniosków nie został opisany ani załączony do wglądu recenzentów.⁶ Nie jest nawet jasne, do jakich agencji grantowych były one składane i czego

⁶ Recenzentka w pełni zdaje sobie sprawę, że wnioski grantowe są jednymi (poza recenzjami artykułów naukowych) z tych materiałów, których publicznego udostępnienia nie można od naukowca wymagać. We wnioskach znajdują się bowiem nowe pomysły lub wyniki wstępne, które mają przekonać panele oceniające do finansowania przedstawianego projektu. Wnioski i zawarte w nich pomysły są poufne i zna je jedynie wąskie grono osób, co do których bezstronności i braku konfliktu interesu nie ma najmniejszych wątpliwości. Tym niemniej, w przypadku stwierdzeń, które podnosi w swoich materiałach dr Tomaszewski, warto byłoby przykładowe wnioski grantowe udostępnić recenzentom wniosku habilitacyjnego na podstawie np. umowy o zachowaniu poufności. Oczywiście Recenzentka uważa, że



dotyczyły (jakich badań). Uważam, że w kontekście decyzji o przyznaniu, bądź nie, habilitacji, jest to dość duży mankament. O ile widać tu samodzielność badawczą, wysokie umiejętności techniczne i analityczne, pewne pomysły czy koncepcje, o tyle Habilitant widocznie nie umie przekonać do swoich pomysłów innych osób, a wiąże się to z nieumiejętnością pozyskania środków badawczych na utworzenie własnej grupy – a chyba o to, w dużej mierze, chodzi w habilitacji. Ponadto, w konsekwencji, Habilitant nie zdobył doświadczenia w zarządzaniu zespołem czy koordynowaniu projektów badawczych.

2. Ocena działalności organizacyjnej i dydaktycznej.

2.1. Działalność dydaktyczna. Habilitant prowadził zajęcia z krystalografii na Politechnice Wrocławskiej, natomiast nie wiadomo, w jakim okresie i jakim wymiarze godzin. Dr Tomaszewski prowadził 3 prace inżynierskie studentów Politechniki w Rennes we Francji (nie wiadomo, jaki był ich temat i w jakich latach były realizowane, nie podano tytułów prac i nazwisk wypromowanych inżynierów). Nie ma informacji o kierowaniu pracami magisterskimi czy promotorstwie pomocniczym doktoratów.

Ponadto Habilitant uczestniczył w kilku edycjach Dolnośląskiego Festiwalu Nauki. Na wyróżnienie zasługują też artykuły w czasopiśmie *Fizyka w szkole* i tu należałoby je oddzielnie sklasyfikować, a nie przy okazji artykułów naukowych.

2.2. Działalność popularyzatorska. W tym miejscu również można by wspomnieć o aktywności Habilitanta np. w ramach z Festiwalem Nauki, ale z pewnością dużo ciekawsza jest działalność dra Tomaszewskiego związana z historią nauki, a w szczególności sylwetką prof. Jana Czochralskiego. W tym zakresie wyniki prac Habilitanta są imponujące, zaowocowały licznymi publikacjami, referatami, a nawet filmami. W odczuciu Recenzentki jest to bardzo ciekawa część działalności Habilitanta i z nią dr Tomaszewski jest najbardziej kojarzony w środowisku krystalograficznym, a zapewne nawet i historycznym.

2.3. Podsumowanie. W kontekście działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej na pewno najwyżej należy ocenić działalność Habilitanta związaną z historią nauki i sylwetką Jana Czochralskiego, która zaowocowała licznymi publikacjami, referatami, wydarzeniami i nagrodami. Habilitant zaangażowany był też w popularyzację nauki (krystalografii, fizyki) poprzez pisanie artykułów oraz udział w Festiwalu Nauki. Natomiast, jeśli chodzi o prowadzenie zajęć dydaktycznych czy też promotorstwo prac dyplomowych, aktywność Habilitanta jest mała. Może to wynikać z charakteru Instytutów PAN, gdzie faktycznie styczność ze studentami i dydaktyką jest ograniczona. Tym niemniej, fakt prowadzenia przez dra

recenzje artykułów naukowych w ogóle nie mogą być udostępniane osobom trzecim (poza bardzo nielicznymi przypadkami).



Tomaszewskiego jedynie trzech prac inżynierskich podczas całej dotychczasowej kariery naukowej (ok. 40 lat), jest dość rozczarowujący, jak na osobę, która ubiega się o habilitację. Widać tu brak doświadczenia w prowadzeniu prac dyplomowych, kierowaniu projektami, które to jest dość istotnym aspektem dojrzałej pracy naukowej. W materiałach również nie odnalazłam wzmianek o działalności organizatorskiej Habilitanta (udział w organizowaniu konferencji, wydarzeń naukowych).

3. Ocena osiągnięcia naukowego i jego wpływu w rozwój dyscypliny.

Osiągnięcie naukowe przedstawione przez dra Tomaszewskiego to opracowanie książkowe w języku polskim, będące niejako podsumowaniem wielu publikacji Habilitanta, ale zawierające też materiały z ostatnich 16 lat wcześniej niepublikowane oraz reinterpretację wybranych wyników literaturowych. Ta obszerna monografia, licząca sobie ponad 300 stron (nawet bez uwzględnienia sporych rozmiarów bibliografii), poświęcona została efektom rozmiarowym w strukturalnych przemianach fazowych w nanokryształach.⁷ Zainteresowanie tą tematyką było następstwem wieloletnich badań temperaturowych i wysokociśnieniowych strukturalnych przemian fazowych prowadzonych przez Habilitanta na próbkach monokrystalicznych, a w późniejszym czasie na próbkach proszkowych. Właśnie badania niektórych próbek nanokrystalicznych ujawniły występowanie swego rodzaju przemian strukturalnych związanych z rozmiarami kryształitów. Ze względu na to, że zjawisko „rozmiarowej przemiany fazowej” było raportowane w literaturze, ale raczej niezgłębiane, Habilitant podjął się wyzwania szerszej i wnikliwszej analizy zależności właściwości fizycznych od rozmiaru kryształitów w próbce. Książka napisana jest w sposób dość przejrzysty i składa się z 8 rozdziałów, rozbudowanej bibliografii i przypisów. Pierwsze rozdziały zawierają wprowadzenie do przedmiotu, terminologię, podstawy fizyczne i aspekty metodologiczne. Rozdział 3 zawiera listę metod szacowania wielkości kryształitów, w większości pobieżnie opisanych, oraz ich porównanie, przedstawienie wad i zalet. Ważny z punktu widzenia czytelnika jest tu podrozdział zawierający praktyczne rady dla użytkowników dot. metod obliczeniowych szacowania wielkości ziaren wypracowane przez Habilitanta na przestrzeni lat pracy badawczej. Rozdział 4 poświęcony jest rozmiarowym przemianom fazowym i ich klasyfikacji. Rozdział 5 przedstawia stworzoną przez Habilitanta bazę danych, natomiast rozdział 6 koncepcję diagramu wyspowego. Rozdział 7

⁷ Za nanokryształy można uznać próbki, w których wymiary liniowe monokryształu są rzędu ok. 100 μm . Oczywiście jest to definicja dość arbitralna, ale powszechnie występująca. W jednej z prac Habilitant wspomina wręcz o najmniejszej możliwej jednostce strukturalnej w postaci pojedynczej komórki elementarnej. Recenzentce bardzo się podobał ten opis (typu „bottom-up”) i pragnie zauważyć, że obecnie bardzo małe kryształy daje się badać za pomocą laserów rentgenowskich na swobodnych elektronach (*ang.* X-ray free-electron laser, XFEL). W przypadku nanokryształów obserwuje się niekiedy piki interferencyjne pomiędzy sygnałami braggowskimi, z czego można wprost wyznaczyć z ilu mniej więcej komórek elementarnych nanokryształ się składa (wystarczy policzyć prążki interferencyjne!).



obejmuje bazę przemian pod ciśnieniem i dyskusję anomalnej ściśliwości objętościowej. W ostatnim, 8 rozdziale, Habilitant przedstawia zestawienie prac własnych poświęconych badaniu rozmiarowych przemian fazowych. Rozdział ten zawiera zbiór przykładowych przypadków przemian tego rodzaju wraz ze stosowną interpretacją, a zatem ilustruje wcześniej omawiane w książce zagadnienia. Dr Tomaszewski podjął próbę analizy danych literaturowych, jak również przeprowadził eksperymentalne badania dyfrakcyjne na serii próbek o różnych wielkościach kryształitów, które zostały przygotowane przez współpracowników. Wyniki tych działań zostały opublikowane w 19 oryginalnych artykułach naukowych (w tym 6 prac z autorstwem korespondencyjnym), i ponadto w 7 monoautorskich pracach Habilitanta, gdzie te wyniki dalej analizował czy reinterpretował dane literaturowe. Artykuły te zostały włączone do osiągnięcia habilitacyjnego. Słabszą stroną tych ostatnich prac jest ich niszowy i lokalny charakter (3 wyłącznie w języku polskim, pozostałe w czasopiśmie o niskim IF). Z tego względu należałoby przetłumaczyć książkę Habilitanta na język angielski, co zdecydowanie wpłynęłoby na jej większy oddźwięk w środowisku naukowym.

Habilitant, jako swoje najważniejsze osiągnięcia, wymienia 4 rzeczy. Pierwsza dotyczy wyznaczania wielkości kryształitów, co okazało się dużą przeszkodą w kontekście analizy porównawczej/interpretacji danych literaturowych. Habilitant zastanawiał się nad ogólnym problemem definicji wielkości kryształitów. Jak definiować tę wielkość? Czy to się w ogóle da zrobić? Na ile ocena wielkości kryształitów dla różnych materiałów i różnymi metodami ma sens i da się porównywać? Wiąże się to bowiem ściśle z wyznaczaniem krytycznej wielkości ziaren, przy której własności materiału się zmieniają, czyli mamy do czynienia z przemianą rozmiarową. Metod oszacowania wielkości kryształitów w próbce jest bardzo wiele (ponad 60). Habilitantowi nie udało się ustalić, która z metod daje „najlepsze” wyniki.⁸ Dr Tomaszewski doszedł do wniosku, że nie jest możliwy dostatecznie dobry pomiar wielkości kryształitów w próbce proszkowej, a podawane w literaturze wielkości mają charakter orientacyjny. Poddaje też pod wątpliwość porównywanie własnych danych z literaturowymi i ocenia, że jedynie pomiary względne mają jakikolwiek sens fizyczny.

Drugi najważniejszy wynik wskazany przez Habilitanta dotyczy sposobu opisu przemian rozmiarowych. W tym celu Habilitant opracował diagram fazowy, w którym występuje parametr wielkości ziaren. Swoją koncepcję zaprezentował i omówił w rozdziale 4. Następnie, korzystając w diagramu, dr Tomaszewski podjął próbę klasyfikacji przemian rozmiarowych, zestawiając znane z literatury, w tym własne, strukturalne przemiany rozmiarowe. W konsekwencji powstała baza dla przemian rozmiarowych (w tym także magnetycznych), w której drugim parametrem

⁸ Co to tak naprawdę oznacza?



była temperatura. Osobna baza została przygotowana dla ciśnienia. Bazy te zostały opisane w rozdziałach 5 i 7 książki i są uzupełnieniem wcześniej opracowanych przez Habilitanta baz danych przemian fazowych dla monokryształów.

Kolejnym, trzecim, osiągnięciem wskazanym przez Habilitanta jest koncepcja diagramu wyspowego obrazującego przemiany rozmiarowe, która została opisana w rozdziale 6 książki. Diagram taki wskazuje na występowanie próbki w danej fazie w pewnym zakresie rozmiarów krystalitów i temperatury. Ważnym wynikiem Habilitanta było tu też wskazanie na zdarzające się w literaturze błędne interpretacje danych eksperymentalnych, pomijające rzeczywistą naturę próbki (np. traktując ją jako złożoną z dużych krystalitów, a faktycznie będącą w postaci małych ziaren), przez co błędnie przypisywano fazę itp. (bo dla innego *de facto* materiału).

Ostatnim z wymienionych przez Habilitanta głównych osiągnięć jest zaproponowanie modelu wyjaśniającego znane w literaturze zjawisko tzw. „anomalnej rozszerzalności” obserwowane w badaniach wysokociśnieniowych nanokryształów. Model opisany jest w rozdziale 7. Model bazuje na fakcie, że próbka zawiera różnej wielkości ziarna i pod wpływem ciśnienia może się zdarzyć, że na pewnym etapie ściskania próbki tylko część z nich ulegnie przemianie fazowej. Wówczas pojawia się próbka dwufazowa, a jeśli nie jest to brane pod uwagę, może się okazać, że w pewnym zakresie ciśnienia objętość komórki pozornie zwiększa się zamiast maleć.

Dr Tomaszewski jest uporządkowanym i solidnym badaczem. Na podstawie lektury książki i części Jego prac naukowych można stwierdzić, że wysoce krytycznie podchodzi do wyników literaturowych, ma dużą wiedzę, doświadczenie i dobrze przemyślane metody analizy pomiarów proszkowych, określania wielkości ziaren, itd. Jest badaczem dokładnym, dociekliwym, momentami wręcz pedantycznym i bezkompromisowym. W swojej książce nie tylko opisuje główne cechy listowanych metod pomiaru wielkości krystalitów/ziaren, ale również je porównuje i podsumowuje w formie poradnika dla eksperymentatora. Krytyczne spojrzenie, umiejętność analizy i oceny otrzymanych wyników są niezwykle cenne, a jednocześnie obecnie coraz rzadsze, ze względu na często bezrefleksyjne używanie programów do analizy danych, itp., o czym autor wspominał np. na stronie 216 książki. Choć fakt, że trudno w sposób jednoznaczny ocenić wielkość krystalitów (co więcej trudno ją w ogóle w sposób uniwersalny zdefiniować), przy mnogości ich kształtów, niejednorodnych próbkach, ograniczeniach pomiarowych i tych wynikających z analizy danych eksperymentalnych, wydaje się dość oczywisty, to rozważania podjęte przy tej okazji są ciekawe i cenne z punktu widzenia czytelnika. Habilitant unaocznia wiele problemów, przedstawia zalety i wady częściej stosowanych metod, ale też dzieli się swoim wieloletnim doświadczeniem w kwestii analizy danych proszkowych.



Bardzo istotnym osiągnięciem Habilitanta jest na pewno przygotowanie bazy przemian rozmiarowych w próbkach nanokrystalicznych, na podstawie wnikliwej analizy danych literaturowych oraz wyników własnych w tym zakresie. Praca nad tą bazą uwiarydociła istnienie rozrzutu wyników otrzymanych dla konkretnego kryształu (np. między wartościami raportowanymi w różnych artykułach o danym układzie), wobec czego zebrane w bazie wartości należy traktować, jako wielkości orientacyjne. Trudno jest bazę poprawić, ale, co ważne, stanowi ona podsumowanie danych literaturowych, ich usystematyzowanie i zestawienie. Jest też niejako zwierciadłem pokazujących ograniczenia pomiarowe, wątpliwości co do wiarygodności podawanych wartości wynikające zarówno z przyczyn fizycznych (monokryształ, dyfrakcja), jak i ze sposobu wyznaczania wartości liczbowej. Baza ukazuje, dla jakich próbek przemiany rozmiarowe zostały zaobserwowane, w tym 36, które zbadał i opisał sam Habilitant. Baza pozwala też na ocenę, jakie przemiany występują najczęściej. W rozdziale 7 dr Tomaszewski dodatkowo prezentuje uzupełnienie wymienionej bazy o zestawienie przemian fazowych obserwowanych pod ciśnieniem, ale wywołanych zmianą wielkości kryształitów. Baza ta została ograniczona do przemian w temperaturze pokojowej przy rosnącym ciśnieniu dla próbek proszkowych o kształtach ziaren bliskich kulistym. W ten sposób udało się zestawić 203 przemiany fazowe dla 124 kryształów, co było niezwykle trudnym zadaniem, biorąc pod uwagę liczne problemy, na które Habilitant natrafił i które dokładnie opisał w przywołanym rozdziale.

Ciekawa jest też obserwacja z rozdziału 6, prowadząca do koncepcji wyspowego diagramu fazowego nanokryształów. Dr Tomaszewski, analizując literaturę przedmiotu, zauważył, że niejednokrotnie mylone są pojęcia fazy wysokotemperaturowej z fazą wysokorozmiarową, do której prowadzi wygrzewanie próbki w stałej temperaturze przez dłuższy czas. Nie jest to jednak tożsame z pomiarami w zmiennej temperaturze (np. podczas ogrzewania próbki). Jest to bardzo ważny wniosek. Konsekwencją błędnych interpretacji otrzymywanych danych jest bowiem niewłaściwe ustalenie sekwencji występowania faz badanego (nano)materiału. Diagram wyspowy pokazuje obszary otrzymywania określonych faz nanokrystalicznych na wykresie zależności wielkości kryształitów od temperatury wygrzewania, we właściwej sekwencji. Oczywiście jest to orientacyjny wykres, gdyż trudno wyznaczyć dokładnie granice występowania danej fazy (bez odpowiedniego skanowania zakresu zmienności parametrów, co jest jednak bardzo trudne i czasochłonne). Warto też pamiętać, że Habilitant poczynił tu dwa ważne założenia, tj. (i) im wyższa temperatura wygrzewania, tym większe kryształy, oraz (ii) raz otrzymana próbka, niezależnie od temp. otrzymywania, może być schłodzona do temperatury pokojowej bez jakichkolwiek przemian fazowej.

Na koniec kilka słów odnośnie źródła anomalnej ściśliwości objętościowej i hipotezy Habilitanta. Terminem tym określa się wzrost objętości kryształu wraz z ciśnieniem (w pewnym



jego zakresie), co jest wbrew naszej intuicji, naszym oczekiwaniom. Dla GaN takie zachowanie początkowo tłumaczono brakiem medium przenoszącego ciśnienie, ale okazało się, że wielkość anomalii zależy tu od wielkości krystalitów. Podobne obserwacje poczyniono dla tlenków ceru i tytanu. Powstało więc pytanie, jak wytłumaczyć takie zjawisko, które wydaje się być sprzeczne z zasadami termodynamiki. Jedną z koncepcji tłumaczących występowanie anomalnej ściśliwości objętościowej jest model krystalitu rdzeń-powłoka lub jego bardziej złożony odpowiednik. Zmiany ściśliwości zostały tu przypisane tworzeniu się i rozrastaniu amorficznej warstwy powierzchniowej (kosztem rdzenia) i przemianom w niej zachodzącym. Habilitant w tym miejscu przedstawia własny model tłumaczący obserwację anomalnej ściśliwości objętościowej. Proponuje odrzucić założenie o tym, że ziarna w próbce proszkowej są takie same oraz postuluje wprowadzenie fazy amorficznej (która nie jest obserwowana w widmie proszkowym). W ten sposób różne ziarna zachowują się w różny sposób, część może przechodzić przemianę fazową, część nie w danym przedziale ciśnień, co może stwarzać wrażenie, że sumarycznie objętość komórki elementarnej się zwiększa (zmiany w dyfraktogramie mogą to sugerować), jeśli założymy istnienie jednej fazy, a nie np. układu dwufazowego. Tak się dzieje do pewnego krytycznego ciśnienia, powyżej którego sytuacja „wraca do normy”. Autor krytykuje tutaj model przedstawiony wcześniej w literaturze (Q. Wang *et al.*, *J. Appl. Phys.* **2017**, 121, 215109; Q. Wang *et al.*, *Sci. Rep.* **2014**, 4, 4441). Oczekiwałamby jednak głębszego przemyślenia stosowanego modelu pod kątem ilościowym.⁹ Model zaproponowany przez dra Tomaszewskiego nie jest np. przetestowany na wielu różnych układach i nie pokazuje w sposób ilościowy obserwowanych zmian. W tym kontekście wydaje się, że zaproponowany model ewolucji próbki pod wpływem ciśnienia jest raczej pewną ciekawą hipotezą.¹⁰ Trudno natomiast jednoznacznie oceniać uniwersalność tych modeli czy też stwierdzać, który z modeli jest potrzebny, a który nie.

4. Konkluzja.

Biorąc od uwagę powyższe, dorobek naukowy Habilitanta oceniam umiarkowanie, natomiast przedstawione osiągnięcie habilitacyjne uważam za ciekawe i będące istotnym wkładem do dyscypliny, w szczególności opracowane bazy przemian rozmiarowych oraz niektóre z przedstawionych koncepcji i spostrzeżeń. Ubolewam jednocześnie nad słabą promocją otrzymanych wyników, publikowaniem ich w niszowych czasopismach, co wiąże się ze słabą

⁹ Rys. 68 w książce przedstawia pik braggowski, który Habilitant skonstruował z pików dla dwóch różnych faz obecnych w próbce. Nie ma tutaj podanych jednak informacji nt. dopasowywania pików, ale warto zwrócić uwagę, że dopasowania tak rozwlekłych pików mogą dawać bardzo różne udziały faz, jeśli tylko np. położenia pików składowych nie będą sztywno ustalone; wynik będzie też zależeć od postaci użytych funkcji.

¹⁰ Swoją drogą Recenzentka przejrzała zacytowane prace grupy z Chin i z przykrością stwierdza, że ich model też nie wydaje się niczym innym niż pewną propozycją.



rozpoznawalnością Habilitanta w środowisku naukowym. Najslabszym punktem sylwetki Habilitanta jest na pewno ograniczona działalność dydaktyczna, w szczególności mała liczba wypromowanych dyplomantów (co jednak należy tłumaczyć pracą w INTiBS PAN), a przede wszystkim brak kierownictwa jakiegokolwiek grantu naukowego.

Niemniej uważam, iż przedstawione osiągnięcie naukowe „*Rozmiarowe przemiany fazowe. Badania rentgenowskie i klasyfikacja*” wraz z całkowitym dorobkiem dra Pawła E. Tomaszewskiego i Jego działalnością na rzecz środowiska naukowego spełnia w stopniu minimalnym wymogi określone w ustawie z 20.07.2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) szczegółowo wymienione w art. 219 ust. 1. Na tej podstawie wnioskuję o dalsze procedowanie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Katarzyna N. Jarzemska