

Prof. dr hab. Krzysztof Rogacki

Wrocław, 5.02.2025

Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych
Polskiej Akademii Nauk
ul. Okólna 2
50-422 Wrocław

Ocena dorobku naukowego dr. Pawła Pęczkowskiego w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.

Pan dr Paweł Pęczkowski pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Nauk Fizycznych Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym, w Szkole Nauk Ścisłych. Studiował i doktoryzował się na Uniwersytecie Warszawskim uzyskując w roku 2003 stopień magistra (tytuł pracy magisterskiej: „Modelowanie procesów fizycznych w nauczaniu”), a w roku 2010 stopień doktora na podstawie rozprawy pt. „Trudności w uczeniu się i nauczaniu fizyki kwantowej”. Mam wrażenie, że jego zamiłowanie do dydaktyki fizyki towarzyszy mu przez cały czas kariery naukowej. Z kolei swoją przygodę z fizyką nadprzewodników wysokotemperaturowych, co jest przedmiotem ocenianej tu habilitacji, rozpoczął najpewniej dopiero w roku 2014 zatrudniając się w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie. Zgodnie z moją wiedzą, dr Paweł Pęczkowski nie stał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Ocena osiągnięcia naukowego dr. Pawła Pęczkowskiego zostanie przeprowadzona zgodnie z art. 219 ust.1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Jak wynika z informacji zawartych w „Wykazie osiągnięć naukowych” (załącznik nr 4) habilitant przedstawia do oceny cykl 8 powiązanych tematycznie artykułów tytułując osiągnięcie „Analiza wpływu czynników fizykochemicznych na właściwości nadprzewodników tlenkowych”. Nawiasem mówiąc, „analiza wpływu” nie jest najszcześniejszym określeniem dla osiągnięcia i mogłaby zostać zastąpiona mocniejszym terminem „zbadanie wpływu” czy też „określenie wpływu”, ale to już teraz mniej ważne. Wszystkie 8 prac (może z wyjątkiem pracy P1) zostało opublikowanych w czasopiśmie o wysokim współczynniku wpływu (ang. impact factor) i pomimo krótkiego czasu od momentu pojawienia się (6 lat) były już wielokrotnie cytowane, w przypadku pracy P5 nawet 15 razy (bez autocytowań).

Przejdę teraz do omówienia prac przedstawionych do oceny zachowując chronologiczny porządek ich opublikowania. W pracy **P1** (*Effects of forming pressure on physicochemical properties of YBCO ceramics*; Journal of Superconductivity and Novel Magnetism 31(9), (2018) 2719–273; P. Pęczkowski, P. Szterner, Z. Jaegermann, M. Kowalik, R. Zalecki, W.M. Woch)

autorzy badali wpływ ciśnienia podczas otrzymywania metodą reakcji w stanie stałym próbek nadprzewodnika $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6.83}$ z małą zawartością fazy BaCuO_2 . W wyniku tych badań nie stwierdzono zależności ilości fazy nadprzewodzącej od ciśnienia w czasie formowania próbek, ani żadnych istotnych różnic w wielkości ziaren i obszarach międzyziarnowych. Zaobserwowano natomiast wpływ tego ciśnienie na gęstość próbek i stopień porowatości (co było do przewidzenia) przy braku zmiany oporności właściwej materiału, co wydaje się dziwne i budzi pewne wątpliwości co do zastosowanej metody pomiarowej. Nie jest konieczne stosowanie metody van der Pauw'a dla materiałów polikrystalicznych, gdzie rozptył prądu pomiarowego zależy od struktury materiału, dla których wykonanie próbek o dobrze określonym kształcie dla pomiarów czteropunktową metodą klasyczną nie powinno stwarzać problemu. Poza tym, ocenę wyników pomiaru oporności i zmiennoprądowej podatności magnetycznej utrudnia przedstawianie wyników na wykresach w jednostkach dowolnych. Kolejne obserwacje dotyczyły braku lub występowania wpływu stosowanego podczas syntezy próbek ciśnienia na temperaturę krytyczną, między- i wewnątrz-ziarnowe pola i prądy krytyczne. Zachowanie tych parametrów można było przewidzieć, a otrzymane wyniki porównać z istniejącymi, co zresztą autorzy czynią, stąd w mojej ocenie omawiana praca nie wnosi wiele na temat przedstawianych właściwości materiałów typu YBaCuO , a podobne badania prowadzono w pierwszych latach po odkryciu tego związku, czyli ponad 30 lat temu.

Kolejna praca, **P2** (*Characterization of the superconductor-multiferroic type materials based on $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ - YMnO_3 composites*; Ceramics International 45(15) (2019) 18189-18204; P. Pęczkowski, P. Zachariasz, M. Kowalik, R. Zalecki, C. Jastrzębski), poświęcona jest syntezie, mikrostrukturze, właściwościom fizykochemicznym i nadprzewodnikowym kompozytu złożonego z nadprzewodnika wysokotemperaturowego $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) domieszkowanego niewielką ilością multiferroika magnetyczno-elektrycznego YMnO_3 (YMO) wynoszącą od 0.1 do 5.0 % wagowych. Badania wykazały bardzo niewielkie zmiany (czasami pogorszenie) podstawowych właściwości stanu nadprzewodzącego (T_c , ilość fazy nadprzewodzącej, prąd krytyczny) kompozytu YBCO-YMO dla zawartości fazy YMO do 1 wag.% i nieco większe dla ilości YMO wynoszącej 5 wag.%. Zaobserwowano ponadto silny wpływ procesów cieplnych (kalcynowanie, wyżarzanie) na jednorodność ziaren YBCO. Kompozyty YBCO-YMO mogą mieć pewne znaczenie dla zaawansowanych zastosowań (choć autorzy w tej pracy na takie zastosowania nie wskazują) i być może dlatego przedstawione wyniki wzbudziły zainteresowanie badaczy działających w obszarze ceramiki, co już zaowocowało 8 cytowaniami. I chociaż badania tego typu kompozytów były już wcześniej prowadzone, to nie ma ich zbyt wiele i z pewnością nie wyczerpują tematu. Stąd przedstawione w pracy P2 wyniki wnoszą pewien znaczący wkład w poszerzenie wiedzy dotyczącej omawianych zagadnień.

W pracy **P3** (*Iron diffusivity into superconducting $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ at oxygen assisted sintering: structural, magnetic, and transport properties*; Journal of the European Ceramics Society 41(14) (2021) 7085–7097; P. Pęczkowski, P. Zachariasz, M. Kowalik, W. Tokarz, S.P. Kumar Naik, J. Żukrowski, C. Jastrzębski, J.L. Dadiel, W. Tabiś, Ł. Gondek) autorzy przedstawili wyniki kompleksowego badania procesu dyfuzji Fe do nadprzewodnika $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO), co jest ważne z uwagi na układy wielowarstwowe, gdzie obok YBCO występują związki

bogate w żelazo. Stwierdzono, że do nadprzewodzącej rombowej struktury YBCO można podstawić do 7 wag.% Fe zachowując śladowe nadprzewodnictwo, przy czym dla ilości Fe większych od 1 wag.% powstają fazy $\text{BaFeO}_{3-\delta}$ i BaFe_2O_4 oraz tlenki żelaza Fe_2O_3 i Fe_3O_4 zaburzające znacznie strukturę YBCO i gwałtownie niszczące nadprzewodnictwo. Stosując różnorodne techniki badawcze, takie jak dyfrakcja rentgenowska, mikroskopia SEM, spektroskopia Mössbauera i Ramana, magnetometria AC i DC, pomiary transportu elektrycznego, określono charakterystyczne cechy mikrostrukturalne badanych materiałów oraz opisano ich właściwości nadprzewodnikowe. Zbudowano diagram pokazujący zależność temperatury krytycznej (T_c), gęstości prądu krytycznego (j_c), wartości pola pinningu (H_p) i pierwszego pola krytycznego (H_{c1}) od rombowości struktury YBCO (stosunek parametrów sieciowych a/b), czyli w konsekwencji od poziomu dyfuzji Fe. Wydaje się, że znaleziono pewne uniwersalne zależności (liniowe lub potęgowe), wcześniej nieznanne, które mogą być przydatne w analizie układów YBCO/Fe występujących dla niektórych zastosowań tych materiałów.

Praca P4 (*On the superconductivity suppression in $\text{Eu}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$* ; Materials 14(13) (2021) 3503; P. Pęczkowski, P. Zachariasz, C. Jastrzębski, J. Piętosa, E. Drzymała, Ł. Gondek) prezentuje wyniki badań dotyczących mechanizmu osłabienia nadprzewodnictwa w związku $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ na skutek podstawienia Pr. I chociaż prace na podobny temat ukazywały się już znacznie wcześniej, to wyniki tu pokazywane mają charakter nowości. Jak wiadomo, nadprzewodnictwo w materiałach typu YBCO nie jest niszczone, gdy w miejsce Y podstawiane są magnetyczne jony ziem rzadkich. Co więcej, dla niektórych podstawień nadprzewodnictwo jest wzmacniane: np. dla Gd obserwuje się nieco wyższe T_c i H_{c2} , jak i lepsze właściwości międzyziarnowe. Stąd wyjaśnienie destrukcyjnego działania Pr poprzez zmianę siły oddziaływania elektron-fonon jest kolejnym ważnym głosem w dyskusji. W omawianej pracy autorzy w podsumowaniu przedstawiają diagram fazowy, który nie do końca jest dla mnie zrozumiały. Jak wynika z diagramu, związek PrBCO (Eu całkowicie zastąpiony Pr) powinien być nadprzewodzący, jeśli tylko zapewni mu się odpowiednie dotlenienie. Zgodnie z moją wiedzą nie jest to prawdą, co wynika chociażby z pracy B. Fishera *i innych* [Physica C 176 (1991) 75-79] i referencji [1,2] tam zawartych. Podobne wnioski wynikają z pracy G. Hilschera *i innych* [J. Magn. Magn. Mat. 90 & 91 (1990) 628-630], gdzie związek $\text{Y}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ przestaje nadprzewodzić dla $x \geq 0.6$ pomimo pełnego indeksu tlenowego. Szkoda, że analizując znaczenie fononów oraz ruchliwości i gęstości nośników ładunku w płaszczyznach CuO_2 struktury YBCO, autorzy nie wspomnieli nic o efekcie izotopowym, który właśnie dla związku $(\text{Y,Pr})\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ jest znaczny i świadczy o ważnej (dominującej?) roli fononowego mechanizmu nadprzewodnictwa w tych materiałach [K. Conder; Mater. Sci. Eng. R32 (2001) 41-102].

Kolejna praca zgłoszona w wykazie osiągnięć naukowych, P5 (*Superconductivity and appearance of negative magnetocaloric effect in $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$ perovskites, doped by Y, La and Pr*; Acta Materialia 222 (2022) 117437; P. Pęczkowski, M. Łuszczek, E. Szostak, N. Kumar Chogondahalli Muniraju, A. Krztoń-Maziopa, Ł. Gondek), dotyczy nadprzewodzącego związku $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Bi}_{1-y}\text{RE}_y\text{O}_3$ (BKBO-RE) o strukturze perowskitu zawierającego tlen, co łączy go z pozostałymi badanymi nadprzewodnikami typu YBCO, przy czym temperatura krytyczna jest tutaj znacznie niższa i wynosi $T_c \approx 30$ K. Związek BKBO-RE domieszkowano Y, La lub Pr, by

modyfikować jego właściwości pod kątem potencjalnych zastosowań. Obserwowano zmiany dotyczące mikrostruktury, magnetyzmu, nadprzewodnictwa, właściwości cieplnych i spektroskopowych. Sformułowano nieoczywistą konkluzję, że nawet niewielkie podstawienia różnych pierwiastków w miejsce Bi prowadzą do znaczących zmian właściwości fononowych BKBO, co potwierdziły dane z dyfrakcji rentgenowskiej i spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera. Aby lepiej zinterpretować otrzymane wyniki wykonano obliczenia struktury elektronowej *ab-initio*. Wyniki otrzymane w ramach prowadzonych eksperymentów wykazały szereg anomalnych zachowań związku BKBO-Pr, dla którego poniżej temperatury ok. 30 K występuje wyraźna zmiana struktury fononowej, co może być związane ze stopniową depopulacją wyższych poziomów energetycznych w multiplecie Pr^{3+} . W przeciwieństwie do związku BKBO bez podstawień oraz z podstawionymi Y i La, związek z Pr wykazuje podwyższenie ciepła właściwego w polu magnetycznym, co oznacza ujemny efekt magnetokaloryczny, czyli obniżenie temperatury na skutek magnesowania próbki w warunkach adiabatycznych, tutaj o ok. 4-5 K w temperaturach od 3 do 8 K dla pola 8 T. Jest to ciekawe odkrycie, szczególnie w kontekście zwykle dodatniego efektu magnetokalorycznego obserwowanego dla manganitów typu REMnO_3 . W pracy przedstawiono również zachowanie się prądów krytycznych nadprzewodnictwa na skutek podstawień RE, ale wyniki te nie mają moim zdaniem dużego znaczenia i nie wnoszą wiele nowego. Co więcej, podobnie jak w kilku innych pracach, prawdopodobnie obarczone są błędem, co przedyskutuję w podsumowaniu.

W pracy **P6** (*Deterioration of the 2G HTS tapes by the Ne^+ ions irradiation (250 keV)*; Applied Surface Science 636(5) (2023) 157780; P. Pęczkowski, R. Zalecki, P. Zachariasz, E. Szostak, J. Piętosa, M. Turek, K. Pyszniak, M. Zając, J. Czub, Ł. Gondek) autorzy badali zmiany właściwości strukturalnych, magnetycznych i elektrycznych transportowych komercyjnych taśm wykonanych z nadprzewodnika wysokotemperaturowego (HTSC) $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ na skutek napromieniowania jonami Ne^+ o energii 250 keV i dawce w zakresie od 10^{12} do 10^{14} Ne^+/cm^2 . Taśmy HTSC są stosowane w urządzeniach pracujących w ekstremalnych warunkach radiacyjnych z perspektywą wykorzystania ich w przemyśle kosmicznym i energetyce jądrowej. Jak łatwo się domyślić, promieniowanie jonizujące, w tym bombardowanie ciężkimi jonami, wprowadza do mikrostruktury taśm różnego rodzaju defekty, co w niektórych wypadkach może być korzystne, ale zwykle prowadzi do pogorszenia parametrów nadprzewodzących. Przeprowadzone kompleksowe badania taśm HTSC napromieniowanych jonami Ne^+ określiły stopień ich degradacji w zależności od dawki promieniowania i potwierdziły przyczynę tej degradacji polegającą na wywołaniu niedoboru tlenu (wakanse tlenowe) dla dawek do 10^{13} Ne^+/cm^2 oraz na wytworzeniu defektów mikrostrukturalnych (np. łuszczenie się) dla dawek powyżej tej wartości. Wywołane napromieniowaniem zniszczenia dotyczyły głównie powierzchni taśm, jednak degradacja prądu krytycznego była znaczna i wynosiła ok. 30 % bez przyłożonego pola magnetycznego i ok. 60 % w polu 1 T. Co ważne, towarzysząca tej degradacji zmiana temperatury krytycznej wynosiła zaledwie 2 K. Przedstawione tu wyniki stanowią znaczny wkład do wiedzy na temat oddziaływania promieniowania jonowego na właściwości HTSC, a w odniesieniu do jonów Ne^+ stanowią wyjątek w literaturze, jeśli wziąć pod uwagę poziom i zakres prowadzonych badań.

Praca **P7** (*Influence of polyurethane skeleton on structural and superconducting properties of Y-123 foams*; Journal of the European Ceramic Society 44(10), (2024) 5722–5730; P. Pęczkowski, P. Zachariasz, R. Zalecki, J. Pietosa, J.M. Michalik, C. Jastrzębski, M. Zietala, M. Zajac, Ł. Gondek,) dotyczy metody przygotowania i wyznaczenia podstawowych właściwości fizykochemicznych nadprzewodnika wysokotemperaturowego $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (Y-123) o strukturze pianki. Materiały takie mogą być przydatne do wielu zastosowań, włączając technologie przemysłu kosmicznego, chociaż prace nad wykorzystaniem nadprzewodników w postaci pianki/gąbki znajdują się ciągle na etapie modelowania, prototypu, ewentualnie prób i testowania konkretnych rozwiązań, może tylko z wyjątkiem ograniczników prądu zwarciovego, które były (w szczególnych przypadkach nadal są) szerzej stosowane. Badano nadprzewodzące pianki Y-123 o różnej budowie oparte o szkielety poliuretanowe o różnych gęstościach i elastycznościach. Pianki te otrzymano metodą TSIG (Top Seeded Infiltration Growth) w dwóch etapach: szkielety poliuretanowe wypełniano fazą nienadprzewodzącą Y-211, po czym przekształcano ją poprzez obróbkę termiczną w nadprzewodniki Y-123 przy użyciu zarodków monokrystalicznych NdBCO zorientowanych w kierunku [100]. Materiały takie cechują się wysoką teksturą, co zwiększa ich parametry krytyczne, takie jak prąd i pole krytyczne, które w Y-123 wykazują anizotropię rzędu 10-12. Zaobserwowano, że szkielety poliuretanowe o wysokiej gęstości i sztywności sprzyjają tworzeniu fazy Y-123, podczas gdy bardziej elastyczne struktury piankowe utrudniają transformację nienadprzewodzącej fazy Y-211 w fazę Y-123. Wyniki badań cech morfologicznych pianek powiązano ze stopniem ich porowatości, co do pewnego stopnia pozwala na projektowanie struktur o określonej budowie. Z kolei wyniki zmiennoprądowej podatności magnetycznej wykazały strukturalną niejednorodność pianek z powodu losowego rozkładu fazy reszkowej Y-211 i słabej przyczepności sąsiednich krystalitów wynikającej z braku zewnętrznego ciśnienia podczas wytwarzania tych materiałów. Ważnym rezultatem pracy jest powiązanie właściwości szkieletu pianek z ich właściwościami nadprzewodzącymi takimi jak efekt ekranowania i gęstość prądu krytycznego.

W ostatniej pracy zgłoszonej w ramach osiągnięć naukowych, **P8** (*Structural, magnetic, and thermal properties of 3D-printed porous Y-Ba-Cu-O superconductors*; Journal of the European Ceramic Society 44(11), (2024) 6477–6487; P. Pęczkowski, Z. Zhang, R. Zalecki, C. Jastrzębski, J. Pietosa, P. Zachariasz, M. Brito, J. Więckowski, J.M. Michalik, I.M.M. Ferreira, Ł. Gondek), autorzy przedstawiają wyniki badań ażurowych struktur wykonanych z nadprzewodnika $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ metodą drukowania 3D. W odniesieniu do nadprzewodników jest to technologia nowa, rozwijana od zaledwie kilku lat, zatem informacje zawarte w tej pracy mają zdecydowanie większy pierwiastek informatywności i oryginalności niż w pozostałych omawianych publikacjach. Ażurowe struktury YBaCuO zostały wydrukowane w kształcie prostopadłościanów o wymiarach $4,5 \times 4,5 \times 2 \text{ mm}^3$ o różnym stopniu wypełnienia (100%, 90%, 70%, 40% i 10%) i dość specyficznej budowie. Właściwości tych struktur badano z wykorzystaniem spektroskopii Ramana, dyfrakcji i spektroskopii rentgenowskiej, pomiarów przewodnictwa cieplnego, zmiennoprądowej podatności magnetycznej i magnetyzacji. Stworzono modele do analizy zachowania się strumienia magnetycznego i przewodnictwa cieplnego w otrzymanych próbkach wykorzystując do określenia wartości niektórych

parametrów modelu wyniki badań eksperymentalnych. W oparciu o rezultaty pomiaru zmiennoprądowej podatności magnetycznej wyznaczono stopień ekranowania otrzymanych struktur od pola magnetycznego w zależności od ilości fazy YBaCuO. Stosując dalej zaproponowany model postulowano rozkład strumienia magnetycznego zarówno na powierzchni jak i we wnętrzu badanych próbek, otrzymując prawdopodobne wyniki. Szkoda, że przynajmniej rozkład strumienia na powierzchni próbki nie został zweryfikowany, np. przy pomocy mikrosond Halla, które są dość łatwo dostępne. Na podstawie wyników pomiaru magnetyzacji wyliczono gęstości prądów krytycznych dla próbki o 100% zawartości fazy YBaCuO otrzymując wartości o ok. 2 rzędy mniejsze od typowych obserwowanych dla tego związku. Niezależnie od zastrzeżeń, jakie mam w odniesieniu do wyliczenia gęstości prądów krytycznych, przedstawione tu wyniki niewątpliwie znacznie rozszerzają wiedzę na temat właściwości nadprzewodnika YBaCuO otrzymanego metodą druku 3D.

Omówię teraz ważniejsze błędy, jakie moim zdaniem wystąpiły w zgłoszonych do oceny pracach. Główne zastrzeżenie dotyczy wyników pomiaru właściwości magnetycznych próbek i wyliczenia gęstości prądów krytycznych, j_c . We wszystkich pracach autorzy do wyliczenia j_c używają wymiarów próbek, co może być właściwe tylko w odniesieniu do badań prowadzonych w słabych polach magnetycznych, tutaj w odniesieniu do zmiennoprądowej podatności magnetycznej, χ_{AC} , mierzonej w zerowym stacjonarnym polu magnetycznym, H_{DC} (prace P1 i P2). Nawet i te pomiary nie są dokładne, bo autorzy publikacji nie uwzględniają współczynnika demagnetyzacji związanego z kształtem próbek, co zaniża wartość H_{AC} wziętą do wyliczenia j_c (przy powierzchni próbki H_{AC} jest większe niż tzw. pole przyłożone). Znaczenie współczynnika demagnetyzacji widać doskonale przy analizie wyników pomiaru magnetyzacji przedstawionych w pracy P5 (Rys. 4), gdzie wartość magnetyzacji, $M = -3 \text{ emu/cm}^3$, zmierzonej w polu magnetycznym $H = 20 \text{ Oe}$, daje stosunek $4\pi M/H = -1.9$ zamiast -1 co, jak wiadomo, jest wartością maksymalną dla idealnego diamagnetyka. W pracach P3-P8 prądy krytyczne wyliczono na podstawie pomiaru magnetyzacji i formuły, która bierze pod uwagę kształt nadprzewodnika, ale jako wymiaru charakterystycznego używano wymiaru próbek, co jest tu niewłaściwe. Jak wynika bowiem z opisu i analizy właściwości nadprzewodzących badanych materiałów, cechują się one słabymi połączeniami między ziarnami i stąd ziarna te ulegają separacji nawet w słabym polu magnetycznym. Jak wynika z rys. 14 w pracy P3 już kilka Oe znacznie osłabia lub w zależności od składu próbki niszczy nadprzewodnictwo w obszarze międzyziarnowym. Efekt separacji ziaren widać wyraźnie dla materiałów otrzymanych metodą drukowania 3D (P8, materiały uzupełniające, rys. S5), gdzie nadprzewodnictwo w obszarze międzyziarnowym zostaje całkowicie zniszczone w polach powyżej 10 Oe. Zatem, w przypadku, gdy j_c otrzymywane jest na podstawie pomiarów magnetyzacji (prace P3-P8), w obliczeniach należałoby uwzględnić rozmiar ziaren, a nie próbek. I stąd, prawdopodobnie, z powodu mało ostrożnego podejścia do wyliczenia gęstości prądów krytycznych bierze się olbrzymia różnica pomiędzy j_c otrzymanymi w pracy P6 dla konfiguracji $H||ab$ (wyliczany j_c^c) i $H||c$ (wyliczany j_c^{ab}), którą można wyrazić w relacjach $j_c^c \approx 10^3 \cdot j_c^{ab}$ w słabych i $j_c^c \approx 10^5 \cdot j_c^{ab}$ w silnych ($\sim 1.5 \text{ T}$) polach magnetycznych. Co więcej, autorzy myślą się twierdząc, że ich wyniki znajdują potwierdzenie w

pracy M. Eisterera *i innych* [P6, Ref. 29]. W cytowanej pracy wymienione relacje przedstawiają się następująco: $j_c^c \approx j_c^{ab}$ w słabych i $j_c^c \approx 4 \cdot j_c^{ab}$ w silnych polach magnetycznych.

Sugerowane podejście do wyznaczenia j_c z pomiarów M , to w pierwszym kroku pomiar χ_{AC} dla małych wartości amplitudy pola próbkującego, h_{AC} , w różnych stacjonarnych polach, H_{DC} , i wyznaczenie pola granicznego, H_{GR} , które niszczy połączenia pomiędzy ziarnami. I dalej, znając wartość tego pola, należałoby w wyliczeniach j_c z pomiarów $M(H)$ w polach $H_{DC} < H_{GR}$ uwzględniać rozmiar próbki, a z pomiarów $M(H)$ w polach $H_{DC} > H_{GR}$ rozmiar ziaren. Ponieważ wyliczenia prądów krytycznych mają w omawianych pracach charakter uzupełniający i prawdopodobnie zachowują tendencje zmian, czyli umożliwiają analizę jakościową, nawet nie do końca poprawne wyniki nie zmniejszają znacznie wartości otrzymanych rezultatów.

Jak już wspomniałem, przedstawione do oceny artykuły powstały w latach 2018-2024, zostały opublikowane w czasopismach o wysokim wskaźniku wpływu i poza 2 powstałymi w 2024 r. były cytowane średnio ok. 7 cytowań/pracę (bez autocytowań). Oznacza to, że omawiane prace zostały zauważone i jak wynika z analizy cytowań były przydatne. Szkoda tylko, że poza pracą P1 nie były publikowane w czasopismach specjalizujących się w nadprzewodnictwie, co najprawdopodobniej zapewniłoby bardziej kompetentnych recenzentów i pozwoliło na uniknięcie niektórych błędów, o których wspomniałem. We wszystkich tych pracach habilitant jest pierwszym i zarazem korespondencyjnym współautorem, a jego przewodnia rola w ich powstawaniu, zarówno na etapie projektowania, otrzymywania wyników, jak i tworzenia artykułu, została szczegółowo opisana w „Wykazie osiągnięć naukowych” i potwierdzona przez współautorów oświadczeniami w publikacjach. Chciałbym dodać, że poza 8 artykułami zgłoszonymi w ramach osiągnięcia naukowego, habilitant na podobny temat wygłosił jeszcze 5 referatów, w tym 2 zaproszone, na konferencjach zagranicznych i 2 referaty zaproszone na konferencjach krajowych oraz był pierwszym autorem 8 posterów przedstawionych na 5 konferencjach międzynarodowych i 3 krajowych.

Realizując temat, który jest przedmiotem osiągnięcia, Pan dr Paweł Pęczkowski odbył szereg staży i wizyt badawczych, krajowych i zagranicznych, głównie krótkoterminowych, wykazując dużą aktywność w nawiązywaniu współpracy i staranność w wyborze odpowiednich metod pomiarowych, które nie były dostępne w jego macierzystej instytucji naukowej. Na skutek tych działań, które niewątpliwie zaowocowały wyższym poziomem i znaczeniem otrzymanych wyników, powstały właściwie wszystkie zgłoszone do oceny prace, co potwierdziło rzeczywistą szeroką współpracę habilitanta z placówkami krajowymi i zagranicznymi.

Pan dr Paweł Pęczkowski był członkiem komitetów organizacyjnych 2 międzynarodowych i 1 krajowej konferencji naukowej, jest laureatem wielu nagród Rektorów i Dyrektorów placówek naukowych, w których pracował, oraz członkiem kilku towarzystw: Polskiego Towarzystwa Fizycznego (od 2005 r.), Polskiego Towarzystwa Ceramicznego (od 2023 r.), European Physical Society (od 2021 r.) oraz European Rare Earth and Actinide Society (od 2023 r.). Aktualnie (od listopada 2022 r.) pełni funkcję koordynatora „Konsorcjum Materiałów Funkcjonalnych” o akronimie „FUNMAT”, które zajmuje się prowadzeniem badań z zakresu nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego i materiałów pokrewnych.

Niewątpliwie imponujące są osiągnięcia dydaktyczne habilitanta: wykłady, tak w kraju jak i za granicą, opieka nad studentami, autorstwo 2 monografii dla studentów nt. mechaniki kwantowej, współautorstwo 5 rozdziałów w monografiach dotyczących nauczania, w tym nauczania przedmiotów ścisłych. Wspomnieć również należy jego działalność popularyzatorską, którą prowadzi od lat, współorganizując lub biorąc udział jako wykładowca w różnych akcjach popularyzujących fizykę (np. Festiwal Nauki, Noc Naukowców, Drzwi otwarte uczelni, wykłady w szkołach, itp). Zainteresowanych odsyłam do Autoreferatu, ponieważ nie będę szerzej omawiał osiągnięć w tym zakresie. Zgodnie z obowiązującą szkodliwą ustawą nie podlegają one ocenie w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiony przez Pana dr. Pawła Pęczkowskiego cykl powiązanych tematycznie artykułów zawiera osiągnięcie naukowe, które wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny „nauki fizyczne”, a zatem kandydat ubiegający się o nadanie stopnia doktora habilitowanego spełnia wymagania określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”.

