

Własności magnetyczne związków FeSeTe otrzymanych przez krystalizację z fazy ciekłej

S. J. Lewandowski¹, M. Berkowski¹, V. Yu. Tarenkov², A. I. D'yachenko², A. Abal'oshev¹, I. Abaliosheva¹, D. Gawryluk¹, V. Domukhovski¹, S.L.Sidorov², D.I.Boichenko²

¹ Instytut Fizyki PAN, Al. Lotników 32/46, 60-179 Warszawa,

² Donetsk Institute for Physics and Engineering, R. Luxemburg 72, 83114 Donetsk, Ukraina,

Przeprowadzono syntezę i krystalizację nadprzewodzących chalcogenków żelaza $\text{FeSe}_x\text{Te}_{1-x}$. Materiały wyjściowe w postaci poszczególnych pierwiastków zmieszanych w odpowiednich proporcjach molowych, zamykano w podwójnych odpompowanych ampułach kwarcowych, gdzie najpierw były syntezowane, a następnie przetapiane i krystalizowane metodą Bridgmana. Do pomiarów wybrano próbki $\text{FeSe}_{0,5}\text{Te}_{0,5}$ ($x = 0,5$), wykazujące najwyższą temperaturę krytyczną; ponieważ wraz ze zmniejszaniem wartości x wzrasta objętość komórki elementarnej, a temperatura krytyczna maleje. Proces krystalizacji rozpoczynano w temperaturze 950 °C, poczym ampuły studzono z prędkością 3 °C/h do temperatury 750 °C, a następnie z prędkością 6 °C/h do 350 °C i dalej z piecem. Wartości stałych sieci a i c i określoną metodami rentgenowskimi zawartość fazy tetragonalnej podano w tabeli. Pozostałość to faza heksagonalna o strukturze typu Fe_7Se_8 .

Skład	Struktura	a [Å]	c [Å]	c/a	% fazy tetr
$\text{FeSe}_{0,5}\text{Te}_{0,5}$	P4/nmm	3,7783	6,0844	1,610	90

Badano własności magnetyczne i transportowe otrzymanych próbek. Podjęto również próbę określenia przerwy energetycznej metodami spektroskopii tunelowej (przy użyciu elektrod nadprzewodzących i normalnych), nie uzyskano jednak w tym przypadku jednoznacznych wyników. Próbki były także charakteryzowane metodami magetooptycznymi, które wykazały dużą niejednorodność własności nadprzewodzących.

Pomiary namagnesowania M i podatności magnetycznej χ próbek $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ ($x=0,5$) przeprowadzono w bloku ACMS urządzenia Quantum Design PPMS. Wyniki wskazują na współlistnienie w badanym materiale własności ferromagnetycznych i nadprzewodzących. Powyżej temperatury krytycznej $T_c \approx 15,8$ K materiał zachowuje się jak ferromagnetyk o koercji $H_c=200$ Oe, a w temperaturach poniżej T_c – jak nadprzewodnik II rodzaju. Gęstość prądu krytycznego w polu $H=4$ kOe, wyliczona z zależności $M(H)$, wynosiła $j_c = 1 - 2 \cdot 10^4$ A/cm², przy czym w tym zakresie pól zależność j_c od H była słaba, jak w modelu Kima-Andersona.

W zależności $\chi(T)$ obserwuje się osobliwość w obszarze 120 – 150 K, podobną do tej, która występuje dla FeSe [1], ale w naszym przypadku temperatura T_s odpowiadająca tej anomalii jest wyższa o ~50 K. W literaturze tego rodzaju anomalie przypisuje się przejściom strukturalnym, bądź przejściom w układzie magnetycznym[2]. Istotnie, w tym właśnie zakresie temperatur obserwuje się silny wzrost namagnesowania mierzonego w

polu $H=1$ kOe. Jest to dość zaskakujący wynik, gdyż nawet w przejściu fazowym pierwszego rodzaju możliwy jest skok, ale nie pik namagnesowania.

Pomiary namagnesowania wskazują, że faza ferromagnetyczna zostaje zachowana aż do temperatury krytycznej T_c . Co więcej, nawet w temperaturach $T < T_c$ wkład ferromagnetyczny nie zanika całkowicie, o czym świadczy brak symetrii krzywych $M(H)$. Z porównania zależności $M(H)$ z modelem stanu krytycznego wynika, że obszary ferromagnetyczne dają wkład rzędu 10% do namagnesowania próbki. Najprawdopodobniej mamy do czynienia ze związkem typu $Fe_{1+\delta}(Se_{1+x}Te_x)$, gdzie δ oznacza nadmiarowy udział jonów Fe, przy czym te nadmiarowe jony wbudowują się w położenia międzywęzłowe i są zlokalizowane w płaszczyznach równoległych do płaszczyzn bazowych związku FeSeTe. W tym modelu mielibyśmy zatem nadprzewodzące bloki stechiometrycznego związku $FeSe_{1-x}Te_x$ przedzielone normalnymi obszarami wtrąceń ferromagnetycznych. W efekcie próbka tworzyłaby ośrodek josephsonowski, przy czym dla prądów płynących prostopadle do osi c realizowany by był model stanu krytycznego, natomiast własności josephsonowskie występowałyby dla prądów równoległych do osi c . Taki model jest zgodny z zaobserwowanym rozmytym przejściem $R(T)$ w pobliżu T_c i bardziej ostrym przejściem $\chi(T)$.

This work was partly supported by FunDMS Advanced Grant of European Research Council within the EUFP7 "Ideas" Programme