

# Wpływ elektronów $d$ na stan podstawowy wybranych międzymetalicznych związków ziem rzadkich i aktynowców.

Grzegorz Chajewski

## Streszczenie

Głównym celem pracy było zbadanie wpływu elektronów  $d$  na stan podstawowy wybranych grup związków międzymetalicznych na bazie metali ziem rzadkich i aktynowców poprzez systematyczne scharakteryzowanie właściwości strukturalnych, termodynamicznych i transportowych tych układów.

Badania przeprowadzono na dwóch grupach materiałów. Pierwszą z nich były trzy rodziny związków  $RT_2M_2$  z atomami  $R$  posiadającymi zapełnioną lub pustą podpowłokę  $f$ , mianowicie  $YT_2Si_2$ ,  $YT_2Ge_2$  i  $LuT_2Si_2$  ( $T$  - metal przejściowy). Ich charakteryzację wykonano na próbkach polikrystalicznych za pomocą pomiarów proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej, ciepła właściwego oraz oporu elektrycznego. Analiza danych eksperymentalnych ujawniła, że w tych rodzinach wszystkie badane związki wykazują proste zachowanie metaliczne i tylko fazy zawierające Pd lub Pt ulegają przejściom fazowym do stanu nadprzewodzącego w najniższych temperaturach.

Bardziej szczegółowe badania właściwości związków nadprzewodzących przeprowadzono na polikrystalicznej próbce  $YPt_2Si_2$  oraz monokryształach  $YPd_2Si_2$ ,  $YPd_2Ge_2$  i  $LuPd_2Si_2$ . Wszystkie te związki wydają się być konwencjonalnymi nadprzewodnikami typu II, jednak pewne cechy nadprzewodnictwa typu II/1 zaobserwowano w  $YPd_2Ge_2$ . Związek ten wykazuje również wyjątkowo trudne do zniszczenia nadprzewodnictwo powierzchniowe, z polem krytycznym  $H_{c3}$  około 20 razy wyższym niż  $H_{c2}$ . Niższy (choć wciąż wysoki) stosunek  $H_{c3}/H_{c2}$  wynoszący około 3,4 został oszacowany dla  $YPd_2Si_2$ . Co ciekawe, w przypadku  $YPt_2Si_2$  współczynnik ciepła właściwego  $C_p/T$  wykazuje w najniższych temperaturach wyraźny wzrost, który jest podobny do zaobserwowanego dla  $YFe_2Ge_2$ . Z kolei dla  $YPt_2Si_2$  i  $LuPd_2Si_2$  uzyskano pewne wyniki wspierające scenariusz nadprzewodnictwa dwuprzerwowego.

Drugą grupą badanych materiałów były trójskładnikowe germaniki  $U_3TGe_5$ . Dla tej rodziny pomiary ciepła właściwego, oporu elektrycznego i magnetooporu wykonane na próbkach polikrystalicznych wykazały wyraźną zależność właściwości fizycznych od rodzaju metalu przejściowego. Zaobserwowano, że związki zawierające pierwiastki  $d$ -elektronowe z tej samej grupy układu okresowego wykazują podobne zachowanie. Podczas gdy  $U_3TiGe_5$  jest ferromagnetykiem poniżej  $T_C = 73$  K, temperatury uporządkowania  $U_3VGe_5$  i  $U_3NbGe_5$  są około trzy razy niższe (odpowiednio  $T_N = 24$  K oraz  $T_C = 23$  K), a w  $U_3CrGe_5$ ,  $U_3MoGe_5$

i  $U_3WGe_5$  uporządkowania magnetycznego nie obserwuje się co najmniej do temperatury 2 K. Ponadto, układy z  $T = Cr, Mo$  i  $W$  wykazują pewne cechy wskazujące na obecność fluktuacji spinowych. Różnica w obserwowanych właściwościach fizycznych związków  $U_3TGe_5$  może wynikać z konkurencji uporządkowania magnetycznego i silnej hybrydyzacji pasm  $5f$  oraz  $d$ .

Analiza wszystkich wyników eksperymentalnych została wsparta obliczeniami struktury elektronowej, które pokazują, że cząstkowa gęstość stanów związana z elektronami  $d$  przesuwa się w kierunku niższych energii wraz z wypełnieniem podpowłoki  $d$ . Ta zmiana powoduje modyfikację gęstości stanów na poziomie Fermiego, a w konsekwencji wpływa na właściwości fizyczne związków. Można wyciągnąć ogólny wniosek, że w badanych materiałach wraz ze wzrastającym wypełnianiem orbitali  $d$  stan podstawowy zmienia się z magnetycznie uporządkowanego (o charakterze wędrownym) w paramagnetyczny (lub nawet nadprzewodzący).