

Posudek disertační práce Mgr. M. Blažkové

Doktorandka Mgr. Michaela Blažková z Univerzity Karlovy v Praze vypracovala na Katedře fyziky nízkých teplot disertační práci na téma *"Adiabatická demagnetizace jako nová úloha fyzikální praktika Magnetické chlazení"*.

Práce je přehledně členěná do kapitol, které na sebe logicky navazují. Úvodní historický přehled vychází z tradičního využití adiabatické demagnetizace paramagnetických látek v oblasti nízkých (kryogenních) teplot. S tímto principem pracují refrigerátory v jednostupňovém i vícešupňovém provedení. Návazně je vysvětlen i další postup pro dosažení vůbec nejnižších teplot metodou jaderné demagnetizace. Na příkladu dosažení velmi nízkých teplot je principiálně a zřetelně objasněn cyklus využívající proces adiabatické demagnetizace. Další kapitoly jsou věnovány tradičně používaným a nově vyvíjeným látkám, které slouží jako chladivo v pevné fázi při střídavém působení vnějšího magnetického pole. Podrobný popis systému magnetických refrigerátorů doplňuje ucelený a názorný přehled o způsobech a postupech experimentů, realizovaných ve světě.

V další části práce je pozornost zaměřena na magnetokalorický jev v oblasti pokojových teplot, označované také jako oblast tzv. mírného chlazení. Ke konci minulého století bylo objeveno několik materiálů s výrazným magnetokalorickým jevem. Tato skutečnost vyvolala velký zájem o aplikaci jevu na chladicí zařízení, u kterých by se nevyužívaly látky, ohrožující životní prostředí. V posledních letech se zájem o tuto aplikaci stále zvyšuje, jak u odborné veřejnosti, tak také v komerční sféře. Proto lze označit téma disertační práce jako velmi aktuální a s ohledem na zdařilou realizaci experimentální části také jako práci, umožňující hlubší seznámení posluchačů s touto novou problematikou. Podobně jako pro nízkoteplotní aplikace se také zde doktorandka věnuje systematickému utřídění látky z hlediska jevu a jeho měření, dále všem doposud známým magnetickým chladicím cyklům a také látkám, které se v nich používají. Navíc jsou v příloze uvedeny tři velmi podrobné tabulky věnované materiálům s proměřenými a zveřejněnými daty magnetokalorického jevu v širokém rozmezí teplot. Tabulky tak představují pro danou dobu prakticky vyčerpávající přehled literárně dostupných podkladů, jak o vyrobených materiálech, tak také o výsledcích experimentálních testů.

Stěžejní částí práce je příprava a realizace experimentální aparatury, jakož i následné měření s ní. Měření magnetokalorického efektu doktorandka realizovala dvěma postupy - metodou přímou a metodou nepřímou výpočtem z měření měrné tepelné kapacity nebo z měření magnetizace vzorků. Pro vybraný materiál $TbAl_2$ bylo provedeno přímé měření v univerzálním měřicím přístroji, který umožňuje mj. získat experimentální data v širokém rozmezí teplot a v prostředí regulovatelné intenzity magnetického pole. Pro správnou instalaci vzorku do tohoto přístroje (PPMS 14) byl zhotoven držák, zajišťující polohu vzorku v adiabatických podmínkách po dosažení zvolené teploty teplovýměnným plynem.

Samotná technologická příprava vzorků představuje náročnou etapu, která zpravidla zahrnuje mj. vícenásobné přetavení materiálu v obloukové peci, v argonové atmosféře. Rovněž několikrát realizovaná rentgenová difrakce významně doplňuje představu o struktuře zkoušeného materiálu ve vztahu k experimentálním výsledkům magnetokalorického jevu. To zároveň dokazuje znalosti a schopnosti doktorandky využívat k řešení zvoleného úkolu špičkovou měřicí techniku. Pravděpodobně významnou bude pro doktorandku také zkušenost, kterou získala při osobní účasti na přípravě vzorků v rámci mezinárodní spolupráce s Univerzitou v Amsterodamu.

V rámci disertační práce doktorandka prostudovala obsáhlé literární podklady a s porozuměním tuto členitou problematiku systematicky zpracovala. Např. si správně všímá a podrobně vysvětluje význam aktivního magnetického regenerátoru (AMR) pro dosažení vyšší účinnosti chladicího cyklu a většího rozdílu teplot mezi chladnou a teplou stranou refrigerátoru. V experimentální části se též intenzivně věnovala proměření řady vzorků přímým i nepřímým postupem. Výsledky představují hodnotný studijní materiál pro další využití i pro porovnání pokračujících měření


s jinými látkami. Vlastní práce je zpracována pečlivě, s množstvím hodnotných grafů a tabulek pro řadu materiálů vhodných pro magentické chlazení.

Stejně pečlivě a podrobně je zpracována didaktická část jako nová metodika pro fyzikální praktika. Jako doplněk, který vznikl při disertační práci je třeba zmínit názorný výukový film na téma "Adiabatická demagnetizace jako chladicí metoda", který doktorandka připravila na CD nosiči s předpokladem jeho vystavení na internetu.

Poznámky a připomínky k práci:

- Chybí seznam použitého značení, což znesnadňuje rychlou orientaci v předložené práci.
- Na str. 33 by bylo vhodné doplnit vysvětlení u tvrzení, že refrigerátor je schopen poskytovat kontinuální chlazení, přestože využívá jednorázovou demagnetizaci.....
- Na str. 36 je uvedena jednotka 1 atmosféra - tato jednotka nemá místo v SI soustavě jednotek.
- Na str. 36 by bylo vhodné nahradit termín poréznost za porozitu (obvykle slovem pórovitost nebo poréznost se označuje vlastnost, zatímco porozita je parametr, který tuto vlastnost zde charakterizuje).
- Na str. 65 je vysvětlen princip Ericssonova cyklu a na str. 72 je zřejmě stejný cyklus (beze jména), který použil Brown. Na čtenáře může působit toto tvrzení, že se jedná o jiný cyklus podle jiného autora.
- Na str. 66 by bylo vhodné opravit tvrzení pokud křivky AD a BC jsou rovnoběžné.... správným výrokem.
- Str. 132 ... multimetr Keithley odečítá napětí na voltmetru - není srozumitelné.
- Na str. 84 chybí důležité vysvětlení jak byl upevněn vzorek pro měření měrné tepelné kapacity v přístroji PPMS 14.
- Na str. 122 by bylo vhodné doplnit vysvětlení, co je anebo jak je definován demagnetizační faktor.
- Na str. 120, 121 v textu pod obrázky chybí označení materiálu pro které grafy platí.
- Na str. 130 je popsána změna $B \rightarrow C$, při které se zmenšuje magnetické pole na hodnotu B_f , která není v grafu zobrazena, a proto by spíše mělo být uvedeno, že hodnota $B_f \rightarrow 0$ nebo že $B_f = 0$.
- Objem prostudovaných podkladů a počet provedených experimentálních prací vytvořily dobrý předpoklad pro sdělení více vlastních zkušeností a názorů do závěrečném hodnocení tohoto náročného tématu. Předpokládám, že v diskuzi k disertační práci bude časový prostor pro ústní doplnění a vyjádření nabytých zkušeností a vlastních názorů patřících závěru.
- V příloze v tabulkách 1 a 2 není vysvětlen rozdíl mezi dvěma sloupci stejně označenými ΔB .

Doktorandka svými výsledky prokázala schopnost samostatně vést svou vědeckovýzkumnou práci a tvůrčím způsobem řešit aktuální problematiku, a proto předkládanou disertační práci jednoznačně doporučuji k obhajobě.


Doc. Ing. Josef Ota, CSc.
vedoucí odboru Kompresorů, chladicích
zařízení a hydraulických strojů
Fakulta strojní ČVUT v Praze

V Praze 13.3.2006