

### **Study of properties of iron-containing nanoparticles stressing their application potential**

Předložená disertační práce je věnována studiu magnetických nanočástic a systémů tvořených těmito částicemi z pohledu jejich fyzikálních vlastností a možných aplikací, dominantně v oblasti medicíny. Autorka v disertační práci propojila výklad hlavních pojmů z oblasti magnetismu s problematikou struktury studovaných materiálů, s chemickými a fyzikálními metodami jejich přípravy a aplikacemi magnetických nanočásticových v oblasti medicíny, separačních procesů a získávání elektrické energie.

#### Aktuálnost tématu disertační práce.

Již pohled na úctyhodný seznam v disertační práci citované literatury svědčí o širokém zájmu vědecké komunity o problematiku spojenou s magnetickými nanočásticemi a jejich širokém potencionálním využití v celé řadě oblastí.

#### Členění disertační práce.

Dizertační práce je napsána v anglickém jazyce na 183 stranách (146 vlastní text, zbytek citovaná literatura, seznam obrázků, tabulek a použitých symbolů) a je rozdělena do 7 kapitol, včetně úvodu a závěru. Úctyhodný je bohatý seznam citované literatury, který obsahuje 425 položek. V seznamu publikací autorky disertační práce je uvedeno 12 publikovaných prací přímo souvisejících s tématem disertační práce a dalších 7 publikací.

První kapitola disertační práce je věnována úvodu do problematiky magnetismu z pohledu magnetismu nanočástic a magnetismu v nanoměřítku. Autorka vysvětluje podstatu výměnných interakcí, magnetické anizotropie, mikromagnetismu, superparamagnetismu. Diskutuje vliv povrchových a tvarových jevů na magnetické vlastnosti a magnetické interakce mezi nanočásticemi.

Ve druhé kapitole jsou představeny používané metody syntézy magnetických nanočástic a způsoby jejich funkcionalizace. V přehledu syntetických metod (tepelný rozklad, sol-gel syntéza, hydrotermální syntéza, templátová syntéza, mechanochemická syntéza) a způsobů úpravy magnetických nanočástic (citrátová stabilizace, SiO<sub>2</sub> a TiO<sub>2</sub> zapouzdření) jsou kromě popisu podstaty metod citovány literární zdroje, včetně vlastních publikací. Příklady syntetizovaných magnetických nanočástic prezentovaných na obrázcích jsou ve většině případů z publikací, na kterých se autorka podílela.

Třetí kapitola představuje čtenáři studované nanočásticové struktury. Sloučeniny a jejich vlastnosti jsou představeny obecně na základě literárních zdrojů a zároveň jsou prezentovány výsledky z vlastních publikací. První skupina studovaných materiálů jsou sloučeniny spinelového typu, do které spadají Mn-Zn a Co-Zn ferity. Výsledky studia těchto dvou materiálů jsou obsahem autorčiných publikací D2 a D10 (publikace autorky související s disertační prací jsou v ní značeny D1 – D12). Další studovanou sloučeninou spinelového typu je magnetit, výsledky studia, kterého autorka publikovala v D8. V disertační práci jsou detailně uvedeny výsledky Mössbauerovy spektroskopie (Fig. 4-11 a Table 4-1). Nanokrystalové maghemitové tyčinky (maghemit polymorf oxidu železitého) byly předmětem studia D4. Superparamagnetické vlastnosti tohoto materiálu demonstruje Fig. 4-13. Výsledky fitování Mössbauerových spekter shrnuje v Table 4-2. Jistým analogem magnetitu je greigit (kyslík je zaměněn sírou). Teplotní závislost Mössbauerových spekter s cílem prokázání existence tzv. Verweyova přechodu byla studována v práci D12, tento přechod však pozorován nebyl. Výsledky této studie

souvisí s Fig. 3-5c, Fig 4-15 a Table 4-3 v dizertační práci. Další studovanou sloučeninou byl polymorf oxidu železitého  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ , a sloučeniny  $\epsilon\text{-Al}_{0.23}\text{Fe}_{1.77}\text{O}_3$  a  $\epsilon\text{-Fe}_{1.76}\text{Ga}_{0.24}\text{O}_3$ , výsledky studia těchto materiálů byly odborné veřejnosti prezentovány v publikacích D3, D5, D7, D11 ( v dizertační práci Fig. 4-18, Table 4-4, Fig. 4-20 až 4-23, Table 4-5). Poslední studovanou sloučeninou byl chalkopyrit Mössbauerova spektra prezentovaná na Fig. 4-26, a Table 4-6 a 4-7 [D6].

Ve čtvrté kapitole je diskutována problematika využití nanočástic v medicíně. Na úvod jsou uvedeny fyzikální principy MRO zobrazování, které je založeno na jevu nukleární magnetické rezonance. Pro zvýšení kontrastu v MRI zobrazování jsou využívány kontrastní látky, jejichž efektivita je charakterizována pomocí tzv. relaxivity. Autorka zavádí tento pojem a diskutuje jej. Ve svých studiích se zbývá závislostí tohoto parametru na teplotě (publikace D1, Fig. 5-8 až 5-10), na externím magnetickém poli (publikace D3, D5 a D10, Fig. 5-11 až 5-13) a vlivem tloušťky  $\text{SiO}_2$  povrchové vrstvy (publikace D5, D7 a D11, Fig- 5-10, 5-14 a 5-15). Závěr kapitoly je věnován aplikačnímu problému využívání kontrastních látek, cytotoxicitě těchto materiálů. Cytotoxicita studovaných materiálů byla součástí studií D4, D5 a D7 (Fig. 5-18 až 5-24).

Další pátá kapitola je věnována jiným aplikacím (magnetická separace, termoelektrické aplikace). Magnetická separace je demonstrována autorkou v publikaci D8 na absorpci metylénové modři magnetickými nanočásticemi oxidu železitého dopovaného zinkem s uhlíkovým pokrytím (Fig. 6-4). Teplotní závislosti hlavních termoelektrických parametrů nanostrukturovaného chalkopyritu jsou jedním z výsledků studie D6 a D9 (Fig. 6-6).

#### Postupy řešení a výsledky dizertační práce.

Vlastní dizertační práce má práce má neobvyklou strukturu, struktura dizertačních prací je obvykle „teoretická část, literární rešerše – metody výzkumu – výsledky a jejich diskuze. Dizertační práce je napsána ve struktuře monografie, tj. prolínají se teoretická část, literární rešerše, vlastní výsledky a diskuze. K této struktuře autorku vedlo asi množství vlastních publikací zařazených do dizertační práce.

Práce obsahuje minimum překlepů a nepřesností. Jenom namátkově: není jasné, zda Fig. 3-8 je převzatý nebo je vlastní (autorka důsledně u obrázků uvádí zdroj, tady uveden není), Fig. 2-16 není popsáno co je a), b) c).

K dizertační práci bych měl dva dotazy.

1/ která měření, které syntézy apod. prováděla autorka? Je možné v průběhu obhajoby charakterizovat vlastní vklady do výzkumu?

2/ jaký byla šířka spektrálních čar při fitování Mössbauerových spekter? V tabulkách s výsledky nejsou uváděny.

Dle mého názoru dizertační práce splňuje podmínky kladené na tento typ prací. Výsledky všech dílčích studií dizertační práce byly publikovány ve vědeckých periodikách. Z mého pohledu předložená dizertační práce patří do skupiny nadprůměrných prací. Doporučuji dizertační práci k obhajobě.