

Posudek

habilitační práce Mgr. Petra Jandačky, Ph.D.

„Fyzikální vlastnosti a funkce magnetických mikrostruktur objevených v bio-systémech“

Překládaná habilitační práce Mgr. Petra Jandačky, Ph.D., je založena na výsledcích získaných během jeho výzkumné činnosti v oblasti magnetických mikrostruktur, jejichž existence je podmíněná přítomností bio-systémů, tj. živých organismů. Práce je přitom zaměřena na měření jejich magnetických vlastností, jejich interakcí s vnějším magnetickým polem a na analýzy získaných experimentálních dat. Autor této habilitační práce se zevrubně věnuje fyzikálnímu popisu magnetických mikrostruktur plnící funkci senzoru geomagnetického pole, tzv. magnetosenzoru. Cílem je rovněž formulace magnetorecepčních hypotéz založených na existenci objevených magnetických mikrostruktur, které by mohly být perspektivní z hlediska jejich ověření v rámci následných experimentů.

Práce hojně využívá teoretického přístupu založeného na fyzikálním simulování magneticky indukovaného chování magnetických nanostruktur a mikrostruktur v buňkách živých organismů. Závěry teoretických modelů jsou pak kriticky srovnávány s vlastními měřeními magnetických vlastností biogenních struktur.

Mimo úvod je práce členěna do čtyř hlavních kapitol. Úvodní kapitola adresuje současný stav problematiky magnetorecepce s využitím několika desítek literárních pramenů. Popisuje mikroskopické objevy magnetických struktur v horním zobáku holubů, v uších ptáků a čichovém ústrojí ryb. Rovněž seznamuje čtenáře s elektrofyziologickým měřením a popisuje magnetické pole Země. Druhá kapitola se zabývá popisem druhů biogenních magnetických nanočástic a jejich magnetickými vlastnostmi v závislosti na jejich velikosti. Rovněž rozebírá metody práce s důrazem na vibrační magnetometrii a magnetické separátory. Třetí kapitola pak rozebírá a komentuje dosažené výsledky z oblasti biomineralizace magnetických částic, interakce magnetického pole s nanočásticemi a mikročásticemi a simulování funkce objevených magnetických struktur. Vychází převážně ze sedmi publikovaných článků, kde autor této habilitační práce figuruje jako hlavní autor, korespondující autor či spoluautor. Závěrečná kapitola shrnuje dosažené výsledky a vytyčuje výzvy v oblasti studia magnetorecepce.

Práce je sepsána přehledně, s logickou stavbou jednotlivých odborných partií a velmi dobrou formální úpravou. V práci je minimum formálních nedostatků, překlepů, které vůbec neovlivňují kvalitu práce.

V rámci diskuze si pak dovoluji předložit následující otázky (připomínky):


1. V práci se na několika místech diskutuje superparamagnetismus jako klíčový jev řídící magnetické chování magnetických nanostruktur. Jelikož je superparamagnetismus dynamický (teplotně aktivovaný), relaxační jev, víme, že pozorování superparamagnetického chování je, mimo jiné, vázáno na charakterizační čas měření použité experimentální techniky. Bylo by proto záhodné uvádět vždy danou experimentální techniku, která byla použita pro

- pozorování superparamagnetismu. To se hlavně týká obrázku 13, kde jsou diskutovány přechody mezi vícedoménoým, jednodoménoým a superparamagnetickým stavem v závislosti na velikosti částic a poměru délek stran daného krystalku. Z jaké experimentální techniky byl tento graf zkonstruován nebo se jedná jen o teoretickou předpověď?
2. V obrázku 13 odpovídá pojmu „blocking volume“ kritický objem krystalku, kdy dochází k přechodu z magneticky zablokovaného stavu do superparamagnetického režimu. Ten pak lze přepočítat, na základě znalosti magnetické anizotropie krystalku a času měření, na hodnotu blokovací teploty. V popisku k obrázku 13 je tedy chybně pojmu „blocking volume“ přiřazena „blokovací teplota“.
 3. Na straně 23 se uvádí, se v superparamagnetickém stavu lze průběh magnetizace v závislosti na vnějším magnetickém poli popsat Langevinovou funkcí, případně jejím rozvojem. Nedopouštíme se tím chyby? Nebylo by použití Brillouinovy funkce příhodnější? Existuje obecně kritická velikost krystalku/nanočástice, která rozhoduje o vhodnosti použití Langevinovy a Brillouinovy funkce?
 4. Obrázek 14 schematicky ukazuje průběh izotermálních magnetizačních křivek pro magnetické materiály s různým chování (diamagnetické, paramagnetické, superparamagnetické, feromagnetické, ferimagnetické). Lze principiálně rozlišit paramagnetický průběh od superparamagnetického? Mohlo by pomocí měření tzv. ZFC/FC magnetizačních křivek?
 5. V obrázku 20 opět chybí uvedení teploty a experimentální techniky, která byla použita pro monitorování vícedoménoého, jednodoménoého a superparamagnetického stavu. VSM? Pokojová teplota?
 6. V obrázku 27c jsou experimentální data velmi zatížena šumem. Je přínosné tato experimentální data prokládat teoretickou křivkou? Existuje několik matematických předpisů, které by kritérium dobrého fitu (na základě statistického testu dobré shody) splnily.
 7. Na straně 40 je odkaz na dvě práce od Pucek a kol., které se zabývají využitím sloučenin obsahujících železo ve vysokovalenčním stavu (tzv. železany) k odstranění těžkých kovů z životního prostředí. Jak tyto práce přesně souvisí s autorovým navazujícím cílem v oblasti magnetické separace a filtrace?
 8. Na straně 48 je diskutován vývin mezičásticových magnetických interakcí mezi magnetickými biogenními mikrostrukturami a nanostrukturami a jejich vliv na magnetické vlastnosti biogenních struktur. K jejich ohodnocení autor využívá Henkelových grafů. Tento přístup je sice správný, ale jelikož u tak malých struktur je pozorováno superparamagnetické chování, nebylo by lepší použít jiného přístupu? Měření ZFC/FC magnetizačních křivek a jejich analýza (viz, např. J. L. Dormann, D. Fiorani, E. Tronc, “Magnetic Relaxation in Fine-particle Systems” in *Advances in Chemical Physics*, Vol. 98, I. Prigogine, S. A. Rice (eds.), John Wiley, New York, 1997, p. 283)?
 9. Nebylo by vhodnější při rozboru mezičásticových magnetických interakcí použít statistické fenomenologické či mikroskopické modely? Dormann-Bessais-Fioraniův (DBF) nebo Morupův model nebo teoretické mikroskopické modely (viz, např. Dormann et al. *J. Magn. Magn. Mater.* 187, L139 (1998); Dormann et al. *Nanostruct. Mater.* 12, 757 (1999); Dormann et al. *Phys. Rev. B* 53, 14291 (1996); Chantrel et al. *J. Magn. Magn. Mater.* 157–158, 250 (1996); Chantrel et al. *J. Magn. Magn. Mater.* 183, L255 (1998); Prodan et al. *J. Magn. Magn. Mater.* 203, 63 (1999); Mørup et al. *J. Magn. Magn. Mater.* 140–144, 409 (1995); Dormann et al. *J. Phys. C - Solid State* 21, 2015 (1988); Mørup et al. *Phys. Rev. Lett.* 72, 3278 (1994); Hansen et al. *J. Magn. Magn. Mater.* 184, L262 (1998); Berkov et al. *J. Magn. Magn. Mater.* 226–230,

1936 (2001); Berkov et al. J. Magn. Magn. Mater. 186, 199 (1998); Jönsson et al., Europhys. Lett. 55, 418 (2001); Iglesias et al. Phys. Status Solidi A 201, 3329 (2004); Iglesias et al. Phys. Rev. B 70, 144401 (2004); Iglesias et al. Comp. Mater. Sci. 25, 577 (2002))? Prosím o komentář.

Závěrem konstatuji, že přes vznesené připomínky předkládaná práce Mgr. Petra Jandačky, Ph.D., podle mého názoru splňuje požadavky kladené na habilitační práci a doporučuji ji proto k dalšímu řízení a jako podklad, aby jejímu autorovi byla udělena vědecko-pedagogická hodnost „docent“.

V Olomouci 09.09.2016


.....
doc. Mgr. Jiří Tuček, Ph.D.