

Válasz dr. Nagy Sándornak a „Mágneses kolloidok viselkedése külső elektromágneses terekben” című PhD értekezésem bírálatára

Mindenekelőtt szeretném megköszönni az opponensi véleményét, segítő értékelését, megjegyzéseit és kérdéseit. A jelölésekkel, szóhasználattal és ábraszerkesztéssel kapcsolatos észrevételeivel egyetértek. A továbbiakban igyekszem a tanácsokat megfogadni.

A feltett kérdésekre az alábbiakban adok választ.

Válaszok

1. A 3.9-es ábrán miért nem megy telítésbe a mágnesezettség? A számolt telítési értéket hogyan és mi alapján számolta ki a jelölt?

A 3.9-es ábrán látható adatokat a 600 Hz frekvencián mért szuszceptibilitás-térerősség görbe integrálásával kaptam. A mágnesezettség ebben az esetben csak a görbe kezdeti, lineáris szakaszában egyezik a valós mágnesezettséggel. A 3.9-es ábrán azért nem megy telítésbe a görbe, mert a térfüggő szuszceptibilitás egy adott, nem zérus értékhez tart a térerősség növelésével és így az integrálásos módszer nagy térerősség esetén nem ad értékelhető eredményt.

A számolt telítési értéket a következőképpen becsültem meg:

Kiindulási adatok:

$$c=5,19\% \text{ (m/m)}, 0,0519 \text{ kg/kg}$$

$$d_r=9,4 \text{ nm}$$

$$M_{s \text{ bulk}, 9,4\text{nm}}=280000 \text{ A/m}$$

$$V_r = \frac{d_r^3 \pi}{6} = 4,3489 \cdot 10^{-25} \text{ m}^3$$

$$m_r = V_r \cdot \rho_{\text{magnetit}} = 2,2506 \cdot 10^{-21} \text{ kg}$$

$$N = \frac{0,0519}{m_r} = 2,3061 \cdot 10^{19} \text{ db}$$

$$\rho = \frac{N}{V_{\text{folyadék}}} = \frac{N}{\left(\frac{100 - 5,19}{100}\right) / 998 \text{ kg/m}^3} = 2,4275 \cdot 10^{22} \text{ db/m}^3$$

$$m = M_{s \text{ bulk}} \cdot V_r = 1,2177 \cdot 10^{-19} \text{ Am}^2$$

$$M_s = \rho \cdot m = 2955,6 \text{ A/m} \approx 2,956 \text{ kA/m}$$

A tömbfázis mágnesezettségére többféle irodalmi adatot találtam. Li és munkatársai [1] cikkükben kifejtik, hogy a részecskék mérete befolyásolja a mágneses tulajdonságokat. A tömbfázis telítési mágnesezettségére ezért a 280 kA/m értéket használtam.

2. *Milyen térkitöltési tényezőről beszélünk az alkalmazott mágneses folyadékok esetében?*

A folyadékok térkitöltési tényezői a következőekben szerepelnek.

$$c=5,19\% \rightarrow \eta = \frac{\pi N}{6 V} d_r^3 = 2,016 \cdot 10^{-2}$$

$$c=3,89\% \rightarrow \eta = \frac{\pi N}{6 V} d_r^3 = 1,491 \cdot 10^{-2}$$

$$c=2,58\% \rightarrow \eta = \frac{\pi N}{6 V} d_r^3 = 9,754 \cdot 10^{-3}$$

3. *Van-e alapja az opponens fent említett gyanújának, miszerint a felületi feszültség és a kontaktszög között nem egyértelmű a kapcsolat?*

Mindkét felületen tapasztaltam azt a jelenséget, hogy a cseppek alakja, és így a kiindulási peremszög, függ a mintaelőkészítéstől (térfogat, szétterülés). A különböző felületeken és hőmérsékleteken végzett méréseket ezért nem a kontaktszög, hanem a kontaktszög változás alapján hasonlítottam össze. Hidrofób felületen a kontaktszög változás alakulásában a felületi feszültség mellett az alakváltozás és egyéb paraméterek is szerepet játszanak, ezért ebben az esetben csak kis térerősségeknél tűnik egyértelműnek a felületi feszültség változásának hatása.

4. *Az eredmények alapján mit lehet mondani a mágneses folyadékok mágneses tér alkalmazása által bekövetkezett felületi feszültség változásról?*

A felületre merőleges mágneses tér hatására az irodalom szerint a felületi feszültség csökken, ezt a saját mérések is alátámasztják.

5. *A bemutatott differenciálcellás mérési módszer mennyire tekinthető újdonságnak a szakirodalomban? A jelölt a módszert vagy a kivitelezést tekinti inkább újdonságnak?*

Hipertermiás méréseknél a mágneses tér hatása miatt szinte minden esetben optikai szálal hőmérsékletmérést használnak, melynek hátrányait a dolgozatban ismerttettem. Az irodalomban ritkán alkalmazzák a differenciálcellás mérési módszert, az úgynevezett „single-cell” elrendezés elterjedtebb. A fejlesztett módszer újdonsága a differenciális hőmérsékletmérési eljárás, amelyben egyszerű kialakítású termoelemeket és ellenállás-hőmérőt alkalmazok a változó mágneses tér zavaró hatásának (önmelegedés) kiküszöbölésére.

6. *Az eredményekben bemutatott elnyelt hőteljesítmény és hatások kellő mértékűek ahhoz, hogy a mágneses folyadékokat valódi környezetben – akár emberben – alkalmazni lehessen?*

A bemutatott folyadékok nem kifejezetten gyógyászati alkalmazásra készültek, de a számolt ILP és hatások értékek hasonlóak az orvosi alkalmazásra készített, hasonló mérettartományú részecskéket tartalmazó kolloidokhoz. Azonban élő szervezetben valószínűleg nem lenne képes hasonló hatásokra. A szervezeten belüli és in vitro körülmények közötti különbséget Di Corato [2] is leírta. A dolgozatban inkább a hőmérsékletmérési módszer létjogosultságára szerettem volna bizonyítékot szolgáltatni.

Irodalomjegyzék

- [1] Q. Li, C. W. Kartikowati, S. Horie, T. Ogi, T. Iwaki, and K. Okuyama, “Correlation between particle size/domain structure and magnetic properties of highly crystalline Fe₃O₄ nanoparticles,” *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, p. 9894, Dec. 2017, doi: 10.1038/s41598-017-09897-5.
- [2] R. Di Corato *et al.*, “Magnetic hyperthermia efficiency in the cellular environment for different nanoparticle designs,” *Biomaterials*, vol. 35, no. 24, pp. 6400–6411, 2014, doi: 10.1016/j.biomaterials.2014.04.036.

Veszprém, 2021. március 22.



Guba Sándor