

Tisztelt Dr. Hórvölgyi Zoltán Professzor Úr!

Ezúton szeretném megköszönni, hogy a Tanszék felkérését elfogadta és örömmel vettem, hogy elvállalta „Kőolajipari célokra előállított tenzidkompozíciók vizsgálata” című PhD dolgozatom bírálatát. Nagyra értékelem, hogy időt és energiát szánt a dolgozat alapos értékelésére. A véleményét észrevételeivel együtt megkaptam, és ezúton is köszönöm a gondos bírálatot.

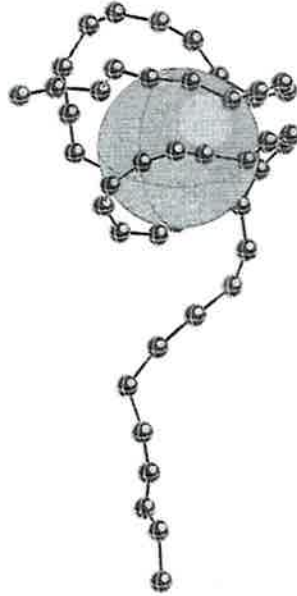
Válaszaim a bírálatban feltett kérdésekre:

1. „Milyen molekuláris asszociátumok kialakulásával számol a polimert és tenzidet is tartalmazó vizes oldatokban?”

A harmadlagos kőolaj-kitermelésben alkalmazott folyási tulajdonságot módosító polimerek és a tenzidek között jellemzően két asszociátum képződési mechanizmus jellemző. Mind a két esetben a tenzidek alkotta micellák (CMC érték felett) vesznek részt az asszociátumok képződésében. Ez egyrészt lehet elektrosztatikus, mely során a töltéssel rendelkező tenzidek alkotta micellák az ellenkező töltésű polimer funkciós csoporthoz rendeződnek. Az általam vizsgált tenzid-polimer rendszerek esetén azonos töltések voltak mind a két segédanyag esetén (anionos). A másik mechanizmus hidrofób polimer funkciós csoportok esetén alakulhat ki, aminek során a micellák körülveszik ezeket a funkciós csoportokat és a polimer ezen részei „beépülnek” a micellába. Az általam vizsgált polimerek azonban nem tartalmaznak ilyen funkciós csoportokat és a vízdoldhatóságról a negatív töltésű funkciós csoportok gondoskodnak [1].

Ezen asszociátumok kialakulása nem lenne indokolt, azonban a rétegvíz sótartalma miatt az oldott kationok képesek leárnyékolni a polimer lánc negatív töltésű funkciós csoportjait. Ezáltal létrejöhetnek az asszociátumok a lánc mentén, melyek kialakulásában a rétegvíz oldott kationjai is részt vesznek. Ezen hatás létrejöttében a kétértékű kationok (esetemben kalcium) fokozott szerepet játszanak [2].

Az flexibilis, töltéssel rendelkező polielektrolit (polimer) és ellentétes töltésű gömb (micella) között kialakuló asszociátumról látható egy példa az 1. ábrán.



1. ábra Pillanatkép egy flexibilis polielektrolitról egy ellentétesen töltött gömbön, Monte Carlo szimulációk eredményeként, amelyek egy modellpolion (45 szegmens, szegmenshossz 8 Å) és egy töltéssel rendelkező gömb (átmérő 15 Å, 30 töltés) közötti coulombikus kölcsönhatásokat vizsgálták ellenionjaik jelenlétében [3]

- [1] Yang, J., & Pal, R. (2020). Investigation of surfactant-polymer interactions using rheology and surface tension measurements. *Polymers*, 12(10), 2302.
- [2] Azad, M. S., & Trivedi, J. J. (2021). Synergistic behavior of anionic surfactants and hydrolyzed polyacrylamide under an extensional field: effect of hydrophobicity. *Langmuir*, 37(46), 13645-13653.
- [3] Hansson, P., & Lindman, B. (1996). Surfactant-polymer interactions. *Current opinion in colloid & interface science*, 1(5), 604-613.

2. Mi az előnyösebb mechanizmusa a kőolaj kiszorításnak a kőzet pórusaiból: a teljes beujjasodás (a víz vékony, letapadt olajfilmen tolja maga előtt az olajat a pórusokból) vagy az átnedvesítés, azaz kialakul a háromfázisú kontaktvonal, és az letapadt-és-csúszik („stick and slip”) módon „tolja ki az olajat” a pórusokból?

A kőolaj kitermelés kapilláris hatásfokát tekintve az a cél, hogy a kapillárisban csökkentjük a visszamaradt kőolaj mennyiségét, azaz a visszamaradt olajfilmet lecsökkentsük. Ezen szám két határértéke, amikor a pórus teljes mértékig olajjal van telítve és amikor az olajfilm teljes mértékig lecsökkent (és további csapdázódott olaj sem maradt a rendszerben), azaz átnedvesedett a kőzet. A kőzet nedvesítésének befolyásolása tenzidek alkalmazásával lehetséges és a megfelelő tenzidek kiválasztásával ezért érhető el jobb hatásfok a többi harmadlagos módszerhez képest.

- [4] Green, D. W., & Willhite, G. P. (2018). Enhanced oil recovery. In *Society of Petroleum Engineers Richardson, Texas, USA eBooks*. <https://doi.org/10.2118/9781613994948>

3. Mi okozza a vízszám meghatározás végpontjában fellépő zavarosságot? Koncentráció fluktuáció (kritikus szételegyedési pont) vagy kolloid diszperzió (emulzió) keletkezése?

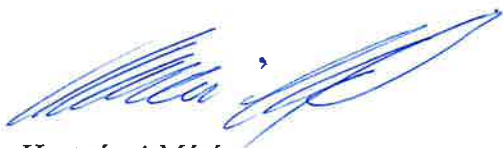
A vízszám meghatározás titrálásának végpontja esetén jelentkező zavarosságot mikroemulzióból makroemulzióba való átmenet okozza. Viszont a titrálás végpontjához közeledve koncentráció fluktuáció jelensége is tapasztalható. A titrálás végpontjához közeledve egyes esetekben a rendszer zavarossága megjelenik, azonban ez még rázással megszüntethető, így az nem jelenti a vizsgálat végpontját.

[5] Emulsions and solubilization. Edited by K. Shinoda and S. Friberg, *Wiley-Interscience*, New York, 1986.

Ezúton is szeretném megköszönni a dolgozatom alapos és építő jellegű értékelését, valamint a részletes, szakmailag megalapozott észrevételeket. A felvetett kérdések és javaslatok értékes segítséget nyújtottak a kutatási eredmények pontosabb megfogalmazásában. A bírálóiban szereplő minden észrevételre igyekeztem részletesen reagálni.

Kérem, hogy a válaszok figyelembevételével a dolgozatot elfogadásra javasolják.

Tisztelettel és köszönettel:



Hartyányi Máté

PhD jelölt

Veszprém, 2025. 11. 04.

