

## KŐOLAJ-VÍZ EMULZIÓK REOLÓGIAI VIZSGÁLATA

### RHEOLOGICAL INVESTIGATION OF CRUDE OIL - WATER EMULSIONS

Elekes Andrea<sup>1</sup>, Nagy Roland<sup>2</sup>, Bartha László<sup>3</sup>, Vágó Árpád<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36-88-624-412, e-mail: [elekesa@almos.uni-pannon.hu](mailto:elekesa@almos.uni-pannon.hu)

<sup>2</sup> Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Magyarország, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon.: +36-88-624-412, e-mail: [nroland@almos.uni-pannon.hu](mailto:nroland@almos.uni-pannon.hu)

<sup>3</sup> Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, Magyarország, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36-88-624-305, e-mail: [bartha@almos.uni-pannon.hu](mailto:bartha@almos.uni-pannon.hu)

<sup>4</sup> MOL Nyrt., Csoportszintű Kutatás és Üzletfejlesztés, Magyarország, 1117 Budapest, Októberhuszonharmadika u. 18. e-mail: [avago@mol.hu](mailto:avago@mol.hu)

#### Abstract

In the course of polymer-surfactant type enhanced oil recovery (EOR) are mixed the surfactant solutions with crude oil while different stability emulsions are formed. The dynamic viscosity and phase separation ability of emulsions influence the flow rate in the pores of the reservoir rock. The measurement methods of emulsions completed with investigation of phase viscosity of settled emulsions by using a Brookfield rotational viscometer.

**Keywords:** EOR, crude oil - water emulsion, viscosity, Brookfield viscometer.

#### Összefoglalás

A polimer-tenzides harmadlagos kitermelés (EOR) során a vizes tenzidoldatok és a kőolaj keveredésekor különböző stabilitású emulziók alakulnak ki. Ezek tárolókőzet pórusain történő áramlási sebességét nagymértékben befolyásolja a dinamikai viszkozitásuk és fázisváltással szembeni stabilitásuk. A kőolaj tenzides kiszorítási technológiájának kutatásához az emulziók vizsgálati módszerét az ülepített emulziók fázisviszkozitásainak mérésével egészítettük ki, Brookfield-típusú rotációs viszkoziméter alkalmazásával.

**Kulcsszavak:** EOR, kőolaj-víz emulzió, viszkozitás, Brookfield viszkoziméter.

#### 1. Bevezetés

Az elsődleges és másodlagos kőolaj kitermelési módszerekkel a kőolajtárolók olajtartalmának csupán 50-60%-a hozható a felszínre [1]. A kitermelési határfok további

növelése érdekében fejlesztették ki a kémiai kiszorításon alapuló harmadlagos eljárást (EOR). Kutatómunkánk során a kémiai, azon belül is a polimer-tenzides harmadlagos kőolaj-kitermeléssel foglalkoztunk. Ezen eljárásnál a vizes tenzidoldatok és a kőolaj keveredésekor különböző stabilitású

emulziók alakulnak ki, amelyek reológiai tulajdonságai nagymértékben befolyásolják a kőolaj kitermelés hatékonyságát [2, 3].

Vizsgálataink célja volt, hogy az EOR célra előállított tenzidkompozíció felhasználásával készített és ülepedő kőolaj-víz emulziót reológiai szempontból jellemezni tudjuk az ülepedő emulzió folyadékoszlop magasságának függvényében.

## 2. Felhasznált anyagok

### 2.1. Alkalmazott kőolaj

A vizsgálatok során az **1. táblázat**ban feltüntetett tulajdonságú algyői kőolajat használtunk fel.

**1. táblázat.** Felhasznált kőolaj jellemzői

Jellemző	Érték
Sűrűség, g/cm <sup>3</sup> (20°C)	0,847
Dinamikai viszkozitás, mPas (50°C)	12,87
Dermedéspont, °C	22
Watson-féle karakterizáló tényező	13,2
Karakter	Paraffinos

### 2.2. Alkalmazott rétegvíz

A vizsgálatokat algyői rétegvízzel végeztük, amely főbb paramétereit a **2. táblázat** tartalmazza.

**2. táblázat.** Felhasznált rétegvíz paramétereit

Paraméter	Érték
Elektromos vezetőképesség (20°C), mS/cm	3,38
pH-érték	8,4
TDS (összes oldott anyag) (105 °C), mg/l	3860

### 2.3. Vizsgált tenzidkompozíciók

Méréseinkhez saját fejlesztésű anionos és nemionos tenzideket használtunk fel. A tenzidkompozíciókból (**3. táblázat**) adott koncentrációjú oldatokat készítettünk, majd

ezekhez folyásmódosító polimer adtunk. Ezt követően tanulmányoztuk a különböző emulgeátorok hatását az emulzió képződésre.

**3. táblázat.** Felhasznált tenzidkompozíció összetétele

Tenzidkompozíció jele	Anionos tenzid	Nemionos tenzid
K-1	A-1 70%	N-1 30%
K-2	A-1 70%	N-2 30%
K-3	A-2 70%	N-1 30%

## 3. Mérőműszer

A mérésekhez Brookfield DV-III digitális programozható rotációs reoviszkozimétert alkalmaztunk.

## 4. Mérési módszer

A kőolaj-víz emulziók készítése során 50 cm<sup>3</sup> osztérfogatban 1,5 %-os emulgeátor elegyet tartalmazó rétegvizes oldatot készítettünk majd azt 50 cm<sup>3</sup> kőolajjal elegyítve, intenzív rázással homogenizáltuk.

Az ülepedés révén szétváló fázisok viszkozitásának méréséhez az emulziót duplafalú termosztálható edénybe öntöttük, majd azonnal megmértük az emulzió viszkozitását a folyadékoszlop magasságának függvényében. Ezt követően 80°C-on 2 órán keresztül nyugalmi állapotban termosztálást végeztünk, majd megismételtük a viszkozitás mérést. Eközben feljegyeztük a vizuálisan meghatározott fázishatárokat.

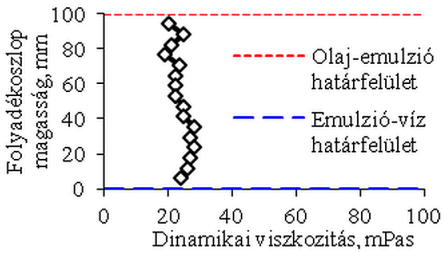
## 5. Mérési eredmények

A mérési eredményeket a **1-6. ábrákon** mutatjuk be. A folyadékoszlop magasságában 18 mérési ponton mértük meg a dinamikai viszkozitást. A diagramokon a piros és a kék szaggatott vonalak a vizuálisan meghatározott

olajfázis és az emulzió, valamint az emulzió és a víz közötti fázishatárokat jelölik.

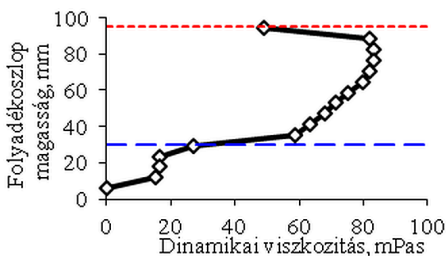
### 5.1. K-1 jelű tenzidkompozíció vizsgálata

A vizsgálat kezdetén a minta teljes térfogata emulziós fázisban volt. Viskozitása a folyadékoszlop teljes magasságában 25 mPas nagyságú (1. ábra).



1. ábra. K-1 jelű tenzidkompozícióval készült kőolaj-víz emulzió viszkozitása a magasság függvényében 0. perc

A mérés 30. percében már három fázis alakult ki: felül olajos, középen emulziós és alul vizes. A vizsgálat 120 perces intervalluma alatt a vizes fázis térfogata fokozatosan növekedett. 2 órás ülepedési időt követően az olajos fázis nagysága 5 V/V%, a vizes fázis nagysága 30 V/V% volt (2. ábra).



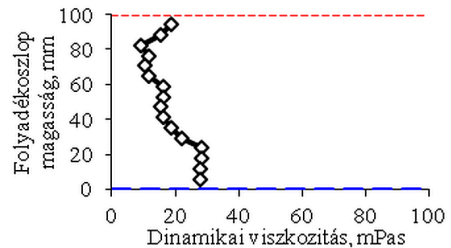
2. ábra. K-1 jelű tenzidkompozícióval készült kőolaj-víz emulzió viszkozitása a magasság függvényében 120. perc

A fázisok kialakulása a viszkozitás értékek változásán is megmutatkozott. Az emulziós fázisban a viszkozitás értékek közel 80 mPas-ra emelkedtek. A vizuálisan

meghatározott fázishatároknál a viszkozitás értékek meredeken megváltoztak, és alulról felfelé haladva az emulzió O/V típusúról V/O típusúra változott, továbbá fázis inverzió is megfigyelhető volt.

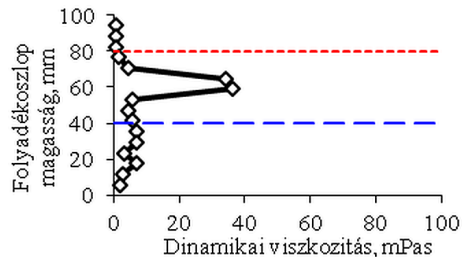
### 5.2. K-2 jelű tenzidkompozíció vizsgálata

A K-2 jelű tenzidkompozíció vizsgálatakor a kezdeti homogén emulziós fázis viszkozitása 10-30 mPas nagyságú (3. ábra).



3. ábra. K-2 jelű tenzidkompozícióval készült kőolaj-víz emulzió viszkozitása a magasság függvényében 0. perc

120 perces ülepedést követően a felső, olajos fázis mennyisége 20 V/V% volt, az emulziós fázis nagysága 40 V/V%-ra csökkent (4. ábra).



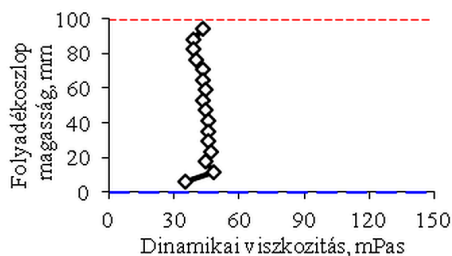
4. ábra. K-2 jelű tenzidkompozícióval készült kőolaj-víz emulzió viszkozitása a magasság függvényében 120. perc

A viszkozitás értékek a vizes és az olajos fázisban 10 illetve 5 mPas alattiak. A vizuálisan megfigyelt fázishatárnál a viszkozitás értékeknél jelentős változást nem tapasztalunk, azonban az emulzió

fázis inverziójának tartományában közel 40 mPas-os viszkozitás növekedést mértünk.

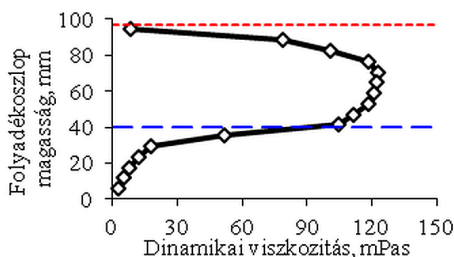
### 5.3. K-3 jelű tenzidkompozíció vizsgálata

A K-3 jelű tenzidkompozícióból előállított emulzió kezdetben homogén, relatíve nagy (55 mPas) dinamikai viszkozítású fázist alkotott (5. ábra).



5. ábra. K-3 jelű tenzidkompozícióval készült kőolaj-víz emulzió viszkozitása a magasság függvényében 0. perc

A vizsgálat 120. percében a felső, olajos fázis nagysága csupán 3 V/V% volt, az alsó vizes fázis aránya 40 V/V% lett (6. ábra).



6. ábra. K-3 jelű tenzidkompozícióval készült kőolaj-víz emulzió viszkozitása a magasság függvényében 120. perc

A viszkozitás értékek változásával ez esetben is nyomonkövethető a fázisváltás. A vizuálisan meghatározott víz-olaj emulzió határfelületnél a viszkozitás értékeknél jelentős, közel 100 mPas, emelkedést tapasztaltunk. A V/O típusú emulziós fázisban ezek az értékek tovább növekedtek, kb. 130 mPas-ig. Az

olaj-emulzió határfelületnél szintén fázis inverziót és átmeneti fázist feltételeztünk, mivel a viszkozitás abban az esetben is jelentősen megváltozott. A folyadékoszlop 60%-át követően az olajban emulgeált víz koncentrációjának fokozatos csökkenésével párhuzamosan a viszkozitás is egyre jobban megközelítette a kőolaj 5 mPas körüli viszkozitását.

## 6. Következtetések

A kőolaj tenzides kiszorítási technológiájának kutatásához az emulziók vizsgálati módszerét az ülepített emulziók fázisviszkozitásainak mérésével egészítettük ki.

A vizsgált emulziók esetén megállapítottuk, hogy a tenzidkompozíció anionos és nemionos tenzid alkotója befolyásolja a kialakult emulzió típusát és mennyiségét. A vizuálisan meghatározott és a valós fázishatár nem minden esetben egyezik.

A bemutatott módszert alkalmasnak találtuk a valódi fázishatárok és átmeneti fázisok megállapítására. Kimutattuk, hogy az így kidolgozott módszer alkalmas a tenzidek összetétel-változásának, az emulziókészítési illetve tárolási paraméterek hatásainak értékelésére és relatív összehasonlítására.

## Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Pápay J.: *Szénhidrogéntelepek művelési technológiájának szinergiája*, Kőolaj és Földgáz, 2005/3, 1-8.
- [2] William C. Lyons: *Standard Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering: Volume 2*, Gulf Professional Publishing, 1996., 319-343
- [3] Abass A. Olajire: *Review of ASP EOR (alkaline surfactant polymer enhanced oil recovery) technology in the petroleum industry: Prospects and challenges*, Energy 77, 2014., 963-982