

## ЕКСПРЕСНИ МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ ВИСКОЗИТЕТА НА ВОДОНЕФТЕНИ ЕМУЛСИИ

**Лъчезар Георгиев, Милко Харизанов**

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; [lucho\\_sdng1@yahoo.com](mailto:lucho_sdng1@yahoo.com), [mharizanov@mgu.bg](mailto:mharizanov@mgu.bg)

**РЕЗЮМЕ.** Разгледани са методики за експресно определяне вискозитета на водонефтени емулсии образуващи се в процеса на експлоатация на нефтени сондажи. Адаптирана е експресна методика за определяне вискозитета на водонефтени емулсии.

EXPRESS METHODS FOR VISCOSITY DETERMINATION OF WATER-CRUDE-OIL EMULSION

*Luchezar Georgiev, MilkoHarizanov*

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; [lucho\\_sdng1@yahoo.com](mailto:lucho_sdng1@yahoo.com), [mharizanov@mgu.bg](mailto:mharizanov@mgu.bg)*

**ABSTRACT.** For viscosity determination of the water-crude-oil emulsions, formed in the exploitation of oil wells, the express methods are considered. An express methodology for viscosity determination of the water-crude-oil emulsions is adapted.

### Въведение

В последния етап на експлоатация на нефтените находища се увеличава оводнеността на добивания нефт. Във връзка с това се създават условия за образуване на устойчиви нефтени емулсии, което води до повишаване вискозитета на емулсиите и хидравличните съпротивления, възникващи при движение в помпено компресорните тръби и съоръженията за първична подготовка. При проектиране на разработката, експлоатацията и транспорта (по събирателни нефтопроводи) на добивания пластов флуид в началния и крайния етап на разработка на нефтеното находище е необходимо да се знае изменението на вискозитета, в зависимост от оводнеността при различни температури (Геров, 2005). Това е свързано с определяне на разхода на енергия за преодоляване на хидравличните съпротивления.

### Методики за експресно определяне вискозитета на водонефтени емулсии.

Изследванията са извършени с нефт и пластова вода от нефтено находище "Селановци". Находището е в краен стадии на разработка.

Основните цели на проведения комплекс от изследвания са:

- изучаване влиянието на температурата върху реологичното поведение на водонефтените емулсии в диапазона 5-25°C. Избрания диапазон на температурно изменение е свързан с извършването на определени технологични операции при събирането, транспорта и предварителната обработка на добиваната водонефтена емулсия.

- изчисляване на вискозитета на водонефтената по две експресни методики и определяне на грешката.

За експресно определяне на вискозитета на водонефтените емулсии от находище Селановци е използвана фуния на Марш. За определянето на реологичния модел на водонефтените емулсии при различна оводненост и температура е използван фанвискозиметър.

Вискозитета на емулсията е изчислен по две методики публикувани (Pitt, 2000):

- първа методика

$$\mu_e = \exp \left[ \frac{\ln \left( \frac{t - 24,5}{0,58} \right)}{1,2} + \ln \rho \right], \text{ [m Pa.s]} \quad (1)$$

- втора методика\*\*

$$\mu_e = \rho \cdot (t - 25), \text{ [m Pa.s]} \quad (2)$$

където:  $t$  - условен вискозитет, s;

$\rho$  - плътност на емулсията, g/cm<sup>3</sup>

Обработката на данните от измерванията показва, че погрешността, с която се определя вискозитета по методика 1 е над 14%. Във връзка с това формулата за определяне вискозитета на водонефтени емулсии преобразована (адаптирана\*) и придобива следния вид:

$$\mu_e = \exp \left[ \frac{\ln \left( \frac{t - 24,5}{0,680} \right)}{1,2} + \ln \rho \right], \text{ [m Pa.s]} \quad (3)$$

## Методика на изследването

### Проби

Експерименталните изследвания са извършени с проби (нефт и пластова вода) от нефтено находище Селановци, показани в таблица 1. Всички проби са с обем равен на 1500 cm<sup>3</sup>.

Таблица 1

№	Нефт [cm <sup>3</sup> ]	Вода [cm <sup>3</sup> ]	Оводненост, %
1	1350	150	10
2	1200	300	20
3	1050	450	30
4	900	600	40
5	750	750	50

### Последователност на изследването:

- Тарирание на фунията на Марш;
- Измерване температурата в лабораторията и на сместа;
- Направа на пробите – изсипва се определеното количество нефт и пластова вода (таблица 1) в стъклен съд и се разбърква до получаване на стабилна водонефтена емулсия;
- Подгръва/изстудява се пробата до определена температура. Температурата, при която се измерва условия вискозитет за всяка проба са показани в таблица 2.

Таблица 2

№	T [K]			
	283,15	288,15	293,15	298,15
1	283,15	288,15	293,15	298,15
2	283,15	288,15	293,15	298,15
3	283,15	288,15	293,15	298,15
4	283,15	288,15	293,15	298,15
5	283,15	288,15	293,15	298,15

- Засича се със секундомер времето, за което ще изтече 946 cm<sup>3</sup> водонефтена емулсия;
- Измерва се плътността на емулсията.

### Резултати от изследването

В таблици 3, 4, 5 и 6 са представени резултатите от експерименталните измервания на условия вискозитет, плътността и получените стойности за вискозитета по двете методики на изследваните водонефтени емулсии при различни температури.

Таблица 3

T=283 °K					
№	Оводненост %	Условен вискозитет t[s]	Плътност на емулсията, g/cm <sup>3</sup>	Вискозитет, m Pa.s*	Вискозитет m Pa.s**
1	10	44	0,863	14.03	16.40
2	20	48	0,882	16.74	20.29
3	30	50	0,901	18.30	22.53
4	40	56	0,921	22.30	28.55
5	50	80	0,940	36.43	51.70

Таблица 4

T=288,15 K					
№	Оводненост W %	Условен вискозитет t[s]	Плътност на емулсията g/cm <sup>3</sup>	Вискозитет, mPa.s*	Вискозитет mPa.s**
1	10	40	0,863	11.60	12.95
2	20	43	0,882	13.73	15.88
3	30	44	0,901	14.65	17.12
4	40	47	0,921	16.86	20.26
5	50	53	0,940	20.94	26.32

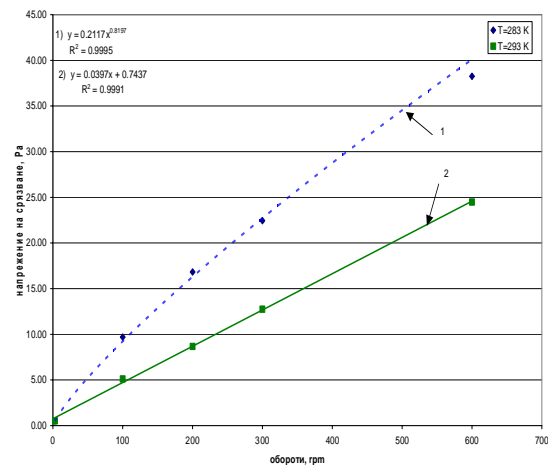
Таблица 5

T=293,15 K					
№	Оводненост, W %	Условен вискозитет t[S]	Плътност на емулсията, g/cm <sup>3</sup>	Вискозитет, mPa.s*	Вискозитет mPa.s**
1	10	35	0,863	8.39	8.63
2	20	40	0,882	11.85	13.23
3	30	41	0,901	12.75	14.42
4	40	44	0,921	14.97	17.50
5	50	51	0,940	19.71	24.44

Таблица 6

T=298,15 K					
№	Оводненост %	Условен вискозитет t[S]	Плътност на емулсията, g/cm <sup>3</sup>	Вискозитет, mPa.s*	Вискозитет, mPa.s**
1	10	33	0,863	7.04	6.90
2	20	36	0,882	9.25	9.70
3	30	37	0,901	10.12	10.81
4	40	40	0,921	12.37	13.82
5	50	44	0,940	15.28	17.86

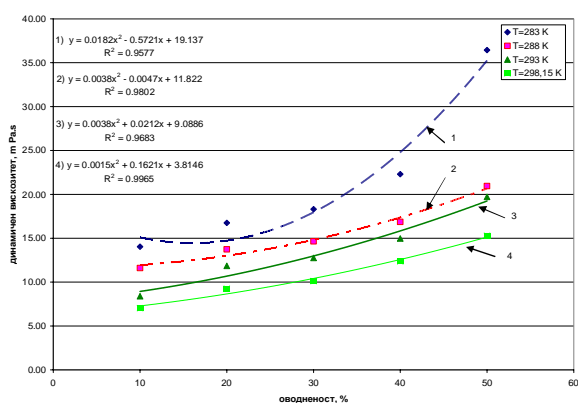
На фиг. 1 е показана реограма на проба №5 при температура 283 °K и 293 °K.



Фиг. 1.

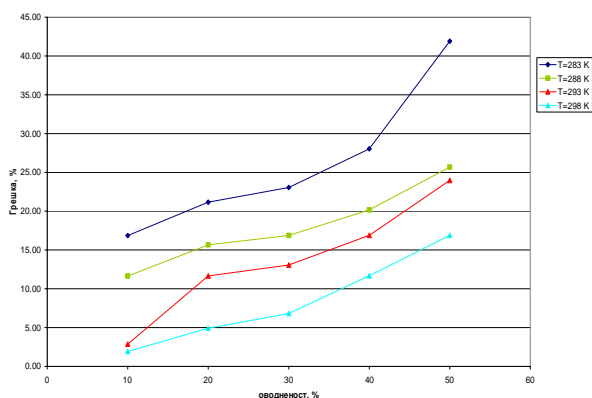
От анализа на фиг. 1 и от изведените корелационни зависимости произтичат следните изводи: при T = 283,15 K следва, че водонефтната емулсия има реологично поведение на псевдопластичен флуид и се описва с модела на Освалд ди Вале. С увеличаване на температурата на 293,15 K водонефтната емулсия е с реологично поведение на Нютонов флуид.

На фиг. 2 е показано изменението на вискозитета определен по формула 3 в зависимост от температурата и оводнеността.



Фиг. 2.

Грешката между двете разгледани методики за експресно определяне вискозитета на водонефтени емулсии от находище Селановци е показана на фиг. 3.



Фиг. 3.

## Заклучение

В резултат от проведените експериментални измервания на водонефтени емулсии от нефтено находище Селановци могат да се направят следните изводи:

1. Адаптирана е методика за експресно определяне вискозитета на водонефтени емулсия в температурния диапазон 283 °K и 298 °K.
2. С намаляване на температурата на сместа вискозитета на емулсията се увеличава.
3. При T=283,15 K и оводненост 50% емулсията се описва с модела на Освалд ди Вале, а при T=293,15 K се описва с Нютонев модел.
4. Грешката между адаптираната експресна методика и втората методика се изменя от 2 до 42 %. Най-голяма грешка 42 % е при температура 283,15 K и оводненост W=50%, а най-малка при температура 293,15 K и оводненост 10 %.
5. В резултат на направените изследвания и получени резултати е изяснено реологичното поведение на водонефтната емулсия от находище Селановци в температурния интервал 5-25°C. Получени са корелационни зависимости на изменението на вискозитета при различни температури и съдържание на вода, които с достатъчна за практиката точност могат да се използват при проектирането на процесите на транспорт на водонефтната емулсия от сондажа до съоръженията за първична подготовка.

## Литература

- Геров, Л., Л. Георгиев, Р. Кулев. 2005. Изследване вискозитета на водонефтени емулсии от находища Тюленово и Долни Луковит. – Год. МГУ, 48, Св. I, Геология и геофизика, 173-178.
- Pitt, M. J. 2000. The Marsh funnel and drilling fluid viscosity: a new equation for field use. – SPE Drilling & Completion, 15, 1, 3-6.

Препоръчана за публикуване от  
Катедра "Сондиране и добив на нефт и газ", ГПФ