

УДК 665. 614

DOI: 10.31675/1607-1859-2018-20-5-156-162

Э.А. МАМЕДОВ, М.Ф. АСАДОВ, Т.П. МУСАЕВ,
Азербайджанский технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ НА ВЯЗКОСТЬ ЭМУЛЬСИОННЫХ НЕФТЕЙ

В статье приведены результаты исследований влияния нафтеновой кислоты и ее сложного эфира с полипропиленгликолем на вязкость и текучесть нефтяных эмульсий месторождения «Апшероннефть». Показано, что применение нафтеновой кислоты в количестве 200–500 г/т и эфира нафтеновой кислоты 20–80 г/т позволяет при низких температурах снизить вязкость эмульсионной нефти до 25,0 %. С повышением температуры степень изменения вязкости эмульсии в результате добавления указанных реагентов снижается. Обработка поверхности трубы фосфорсодержащим полиэфиром положительно влияет на скорость течения эмульсии.

Ключевые слова: эмульсионная нефть; вязкость; нафтеновая кислота; сложный эфир нафтеновой кислоты; транспорт нефти.

Для цитирования: Мамедов Э.А., Асадов М.Ф., Мусаев Т.П. Исследование влияния химических реагентов на вязкость эмульсионных нефтей // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 5. С. 156–162.

E.A. MAMMADOV, M.F. ASADOV, T.P. MUSAYEV,
Azerbaijan Technical University

CHEMICAL REAGENTS EFFECT ON EMULGATED OIL VISCOSITY

The paper presents results of the study on the effect of naphthenic acid and its ester with polypropylene glycol on viscosity and fluidity of emulgated oils found in Apsheronneft deposits. It is shown that naphthenic acid in the amount of 200–500 g/t and the naphthenic acid ester in the amount of 20–80 g/t allows reducing the viscosity of emulgated oils to 25.0 % at low temperatures. With increasing temperature, the change in emulgated oil viscosity reduces due to the addition of chemical reagents. The treatment of the pipe surface with phosphorus-containing polyester positively influences the emulsion flow.

Keywords: emulgated oil; viscosity; naphthenic acid; compound ester; oil transportation.

For citation: Mammadov E.A., Asadov M.F., Musayev T.P. Issledovanie vliyaniya khimicheskikh reagentov na vyazkost' emul'sionnykh neftei [Chemical reagents effect on emulgated oil viscosity]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2018. V. 20. No. 5. Pp. 156–162.

Образование нефтяных эмульсий высокой вязкости при интенсивном перемешивании воды и нефти в скважинах и внутрипромысловых транспортных линиях создает большие сложности при добыче и транспортировке скважинной продукции, особенно в холодных погодных условиях. Для их устранения применяются различные методы. Для снижения вязкости высоковязких нефтей

используется нагрев потока [1], добавление в поток нефти конденсата или легкой нефти [2, 3], химических реагентов [4, 5], совместная транспортировка нефти с водой [6] и др.

Проведены исследования влияния нафтеновой кислоты и ее сложного эфира с полипропиленгликолем на вязкость и скорость течения высоковязкой эмульсии вода/нефть нефтегазодобывающего управления «Апшероннефть». Исследования проводились с использованием образцов нефтяных эмульсий, содержащих различные количества связанной воды при низких температурах (6–16 °С). Значения динамической вязкости исследованных образцов были определены на вискозиметре марки Fungilab производства Испании. Показатели образцов эмульсионной нефти приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты анализа образцов эмульсионной нефти НГДУ «Апшероннефть»

Показатели	Значение показателей	
	I образец	II образец
Плотность при 20 °С, кг/м ³	941,2	934,6
Содержание воды в нефти, %	24,0	18,0
Температура застывания, °С	< 0	< 0
Количество механических примесей, %	0,18	0,16
Динамическая вязкость при 20 °С, сП	348,0	324,0
Содержание в нефти, %:		
асфальтены	3,0	2,9
смолы	10,9	10,2
парафин	4,9	5,1

Исследованы изменения динамической вязкости эмульсионной нефти в зависимости от температуры и содержания в составе эмульсии связанной воды. Полученные результаты показывают, что изменение количества связанной воды в эмульсии и температуры значительно влияет на вязкость эмульсии (табл. 2, рис. 1). С повышением содержания связанной воды пропорционально увеличивается вязкость эмульсии.

Таблица 2

Изменение вязкости нефтяных эмульсий в зависимости от температуры и содержания связанной воды

Температура, °С	Вязкость эмульсии (сП) при содержании воды, %					
	6,0	6,0	6,0	18,0	21,0	24,0
6,5	891	840	849	997	1122	1681
10	653,8	620,8	640	892	931	1116,2
12	564,3	553,3	541	745	831	949,4
14	477,4	465,1	469,5	632	683,8	808,3
16	426	411,8	416,1	557	609,5	704,3

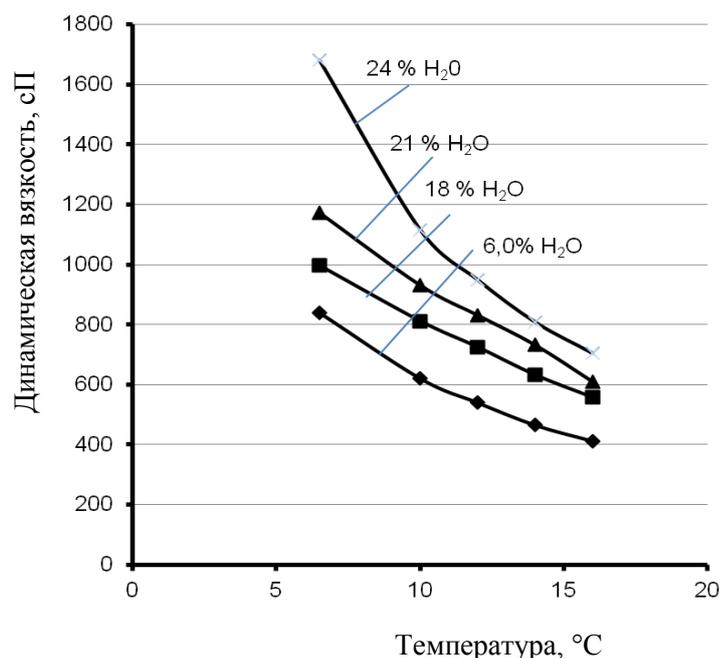


Рис. 1. Изменение вязкости нефтяных эмульсий в зависимости от температуры

При увеличении содержания воды в составе эмульсии от 6,0 до 24,0 % вязкость эмульсии в зависимости от температуры повышается в 1,7–1,9 раза. Повышение температуры способствует снижению вязкости эмульсии, независимо от количества воды в ее составе. Такая закономерность сохраняется для всех эмульсий с различным содержанием связанной воды.

Сложный эфир нафтенной кислоты и полипропиленгликоля в количестве 20–40 г/т приводит к снижению вязкости эмульсии с содержанием 6,0 % воды при всех интервалах температуры. Наиболее заметное изменение динамической вязкости (6,7–11,2 %) наблюдается при низких температурах. С повышением температуры действие реагента снижается.

Высокая эффективность влияния сложного эфира нафтенной кислоты на степень изменения вязкости эмульсии, содержащей 21,0 % воды, также наблюдается при низких температурах. В этом случае высокая степень снижения вязкости (17,8–22,8 %) отмечается при низких температурах и расходе реагента 70–80 г/т (рис. 2). С повышением температуры степень снижения вязкости эмульсии уменьшается (табл. 3, рис. 3).

Влияние нафтенной кислоты на нефтяную эмульсию исследовали в широком интервале изменения расхода реагента: 40–500 г/т. Эффективное снижение вязкости наблюдается при расходе нафтенной кислоты 200–500 г/т (рис. 4) и во всём интервале исследованных температур. При расходе нафтенной кислоты 500 г/т снижение вязкости нефтяной эмульсии при 6,5 °C составляет 17,0 %, при 10 °C – 25,9 %, при 12 °C – 19,5 % и при 16 °C – 14,2 %. Нафтенная кислота в эмульсии добавляется в чистом виде или в составе раствора в легкой смоле пиролиза.

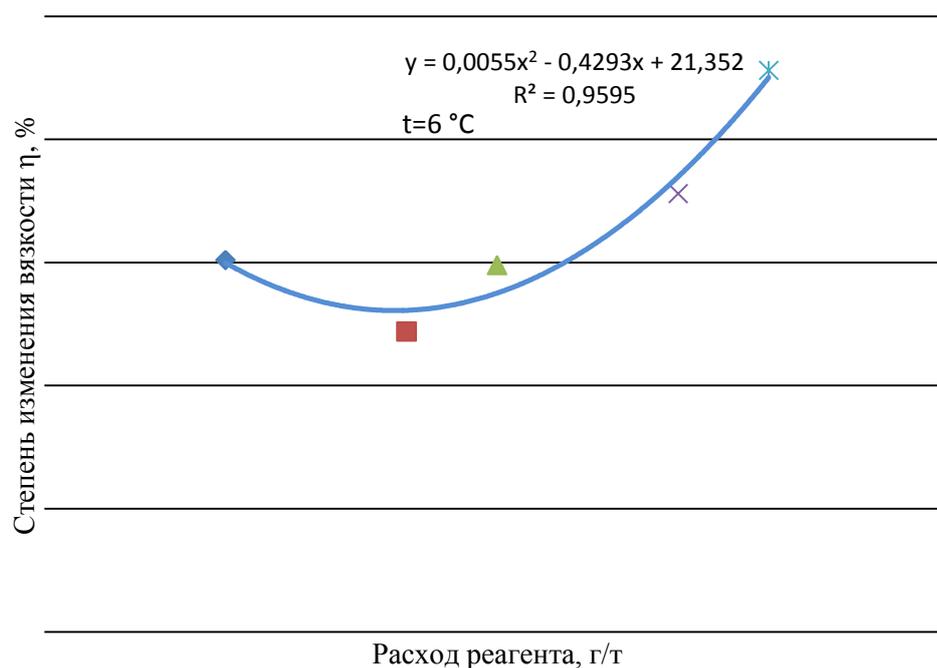


Рис. 2. Влияние расхода эфира нафтеновой кислоты на степень изменения динамической вязкости эмульсии

Таблица 3

Влияние сложного эфира нафтеновой кислоты и полипропиленгликоля на вязкость нефтяной эмульсии ($\text{H}_2\text{O} = 21 \%$)

Температура, $^\circ\text{C}$	Вязкость эмульсии, сП	Вязкость, сП/изменение вязкости, %, при расходе реагента, г/т				
		20	40	50	70	80
6	1581,2	$\frac{1342}{15,1}$	$\frac{1388,5}{12,2}$	$\frac{1364}{14,1}$	$\frac{1300}{17,8}$	$\frac{1220,8}{22,8}$
10	1116,5	$\frac{1035}{7,3}$	$\frac{1133}{-1,5}$	$\frac{1129}{-1,1}$	$\frac{985}{11,8}$	$\frac{990}{11,3}$
12	949,4	$\frac{918}{3,3}$	$\frac{1015}{-6,9}$	$\frac{1002}{-5,5}$	$\frac{870}{8,4}$	$\frac{928}{2,2}$
14	808,3	$\frac{774,7}{4,1}$	$\frac{876}{-8,4}$	$\frac{810,8}{-0,3}$	$\frac{799}{1,2}$	$\frac{802}{0,8}$

Исследовано влияние нафтеновой кислоты на текучесть нефтяных эмульсий. К эмульсии нафтеновую кислоту добавляли в виде 5,0%-го раствора в керосине или легкой пиролизной смоле. Результаты исследований показаны на рис. 5.

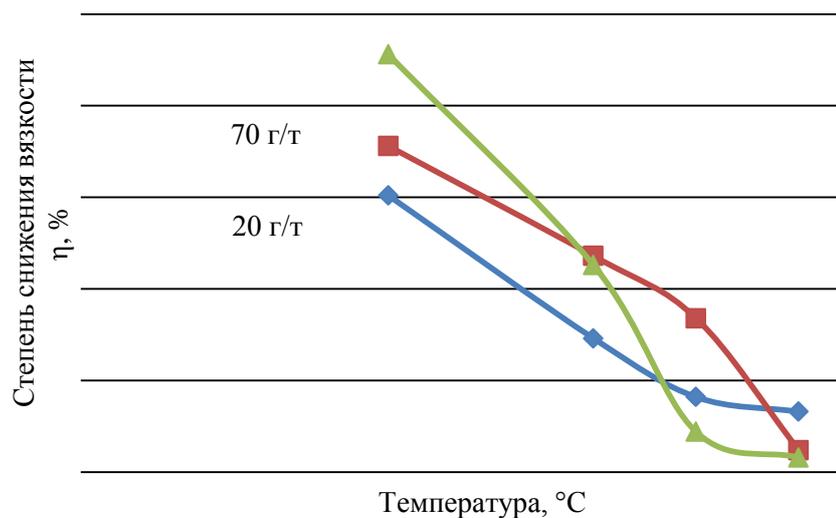


Рис. 3. Влияние расхода сложного эфира нафтенной кислоты на степень снижения вязкости нефтяной эмульсии ($H_2O = 21\%$) в зависимости от температуры

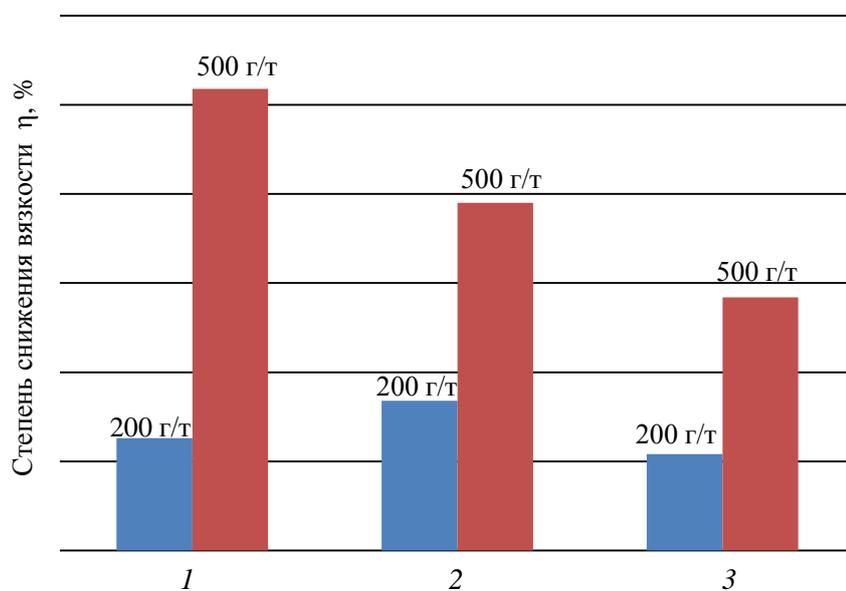


Рис. 4. Влияние расхода нафтенной кислоты на степень снижения вязкости эмульсии ($H_2O = 6,0\%$) при температуре:
1 – 10 °C; 2 – 12 °C; 3 – 16 °C

Время течения 252,0 г эмульсии, охлажденной до 2 °C и содержащей 6,0 % воды, по наклонной трубе составило 300 с. После добавления 500 г/т нафтенной кислоты время течения эмульсии уменьшилось до 240 с, таким образом, можно заключить, что скорость течения эмульсии при добавлении нафтенной кислоты увеличивается на 20,0 %.

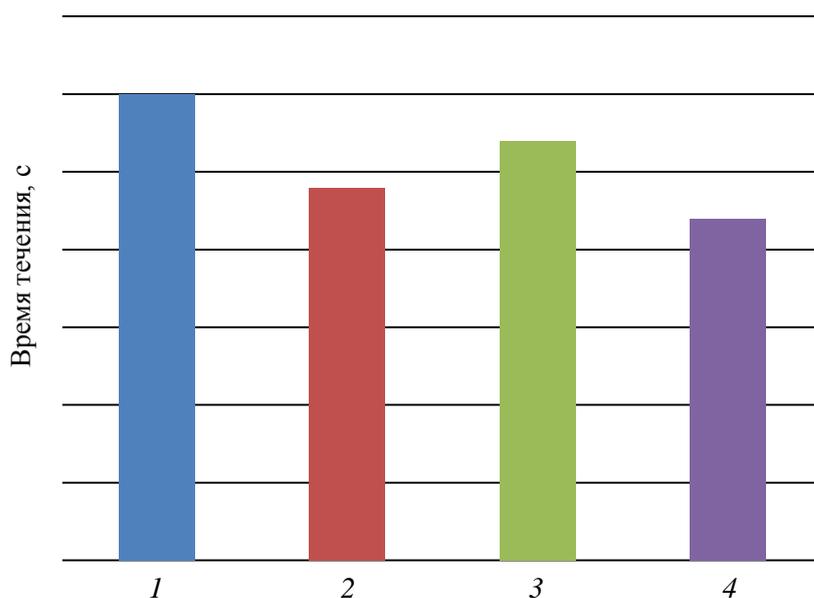


Рис. 5. Влияние нафтеновой кислоты на текучесть эмульсионной нефти:

1 – исходная эмульсия; 2 – эмульсия + нафтеновая кислота 500 г/т; 3 – исходная эмульсия после обработки поверхности трубы; 4 – (эмульсия + нафтеновая кислота 500 г/т) после обработки поверхности трубы

В дальнейших исследованиях было определено влияние обработки поверхности трубы на скорость потока эмульсии. Для обработки поверхности использовали 2,0%-й раствор легкой пиролизной смолы. После двукратной обработки поверхности трубы раствором фосфорсодержащей полиэфирной смолы увеличилась скорость потока исходной эмульсии, а также эмульсии, содержащей 500 г/т нафтеновой кислоты (рис. 5). После обработки поверхности трубы скорость течения эмульсии увеличилась на 8,0 %, а эмульсии с нафтеновой кислотой – на 26,0 %.

Полученные результаты показывают, что для улучшения внутрипромыслового транспорта высоковязких эмульсионных нефтей можно использовать нафтеновую кислоту, а также обработку внутренней поверхности трубопроводов раствором фосфорсодержащей полиэфирной смолы.

Выводы

1. Проведены исследования влияния нафтеновой кислоты и ее сложного эфира с полипропиленгликолем на вязкость и текучесть нефтяных эмульсий месторождения «Апшероннефть».

2. Показано, что нафтеновая кислота в объеме 200–500 г/т, а эфир нафтеновой кислоты в количестве 20–80 г/т при низких температурах позволяет снизить вязкость эмульсионной нефти до 25,0 %.

3. Использование нафтеновой кислоты в объеме 500 г/т, а также обработка поверхности трубы фосфорсодержащим полиэфиром способствуют увеличению скорости течения эмульсионной нефти.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Datta P., Dubey H., Parel K.* Pipeline transport of waxy crude oil from the oil fields // *CEW Chem. Journal World*. 1990. 25. № 1. P. 43–45.
2. *Касперович А.Г., Нелепченко В.М., Мельцер Т.В.* [и др.]. Особенности сбора и транспорта высокопарафинистых нефтей северных конденсатно-нефтяных месторождений Тюменской области // *Обз. инфор. Серия: Подготовка и переработка газа и газового конденсата*. М.: ВНИИЭГазпром, 1986. Вып. 11. 27 с.
3. *Пат. № 2111410*, Российская Федерация. Способ трубопроводного транспорта высокопарафинистой нефти / А.Г. Гумеров, В.Н. Чепурский, Т.М. Касымов [и др.]. 1998.
4. *Pat. 3675671*, US. МПК F17D 1/16. Process for transpotation of waxy crude oils / W.M. Sweeney, A.D. Lee. 1972. July 11. 4 p.
5. *Сладовская О.Ю.* Разработка реагентов для регулирования вязкости нефтей и нефтяных эмульсий: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2003. 22 с.
6. *Pat. 4570656A*, US. Method of transporting viscous hydrocarbons / W.J. Matlachi, M.E. Newberry, Ch.I. Thierheimer Jr. 1986. February 18. 8 p.

REFERENCES

1. *Datta P., Dubey H., Parel K.* Pipeline transport of waxy crude oil from the oil fields. *Chemical Engineering World*. 1990. 25. No. 1. Pp. 43–45.
2. *Kasperovich A.G., Nelepchenko V.M., Melzer T.V., et al.* Osobennosti sbora i transporta vysokoparafinistykh neftei severnykh kondensatno-nefityanykh mestorozhdenii Tyumenskoi oblasti [Collection and transportation of high-paraffinic oils of northern condensate-oil fields of the Tyumen region]. *Obz. infor. Seriya: Podgotovka i pererabotka gaza i gazovogo kondensata*, Moscow: VNIIEGazprom, 1986. No. 11. 27 p.
3. *Gumerov A.G., Chepursky V.N., Kasymov T.M., et al.* Sposob truboprovodnogo transporta vysokoparafinistoi nefiti [Method of high paraffin oil transportation]. *Pat. Rus. Fed N 2111410*. 1998. 27 p. (rus)
4. *Sweeney W.M., Lee A.D.* Process for transpotation of waxy crude oils. *US Patent N 3675671*. 1972. 4 p.
5. *Sladovskaya O.Yu.* Razrabotka reagentov dlya regulirovaniya vyazkosti neftei i nefityanykh emul'sii: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [The development of reagents for regulating viscosity of oils and oil emulsions. PhD Abstract]. Ufa, 2003. 22 p. (rus)
6. *Matlachi W.J., Newberry M.E., Thierheimer Ch.I.Jr.* Method of transporting viscous hydrocarbons. *US Patent N 4570656A*, 1986. 8 p.

Сведения об авторах

Мамедов Эльтон Арзуман оглы, докт. техн. наук, профессор, Азербайджанский технический университет, Азербайджан, г. Баку, пр. Г. Джавида, 25, Neftoil.az@rambler.ru

Асадов Муса Фархад оглы, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, Азербайджанский технический университет, Азербайджан, г. Баку, пр. Г. Джавида, 25, musa.asadov1@gmail.com

Мусаев Таир Пауша оглы, канд. техн. наук, доцент, Азербайджанский технический университет, Азербайджан, г. Баку, пр. Г. Джавида, 25, Neftoil.az@rambler.ru

Authors Details

Elton A. Mammadov, DSc, Professor, Azerbaijan Technical University, 25, H. Javid Ave., Baku, Azerbaijan, Neftoil.az@rambler.ru

Musa F. Asadov, PhD, Azerbaijan Technical University, 25, H. Javid Ave., Baku, Azerbaijan, musa.asadov1@gmail.com

Tair P. Musayev, PhD, Azerbaijan Technical University, 25, H. Javid Ave., Baku, Azerbaijan, Neftoil.az@rambler.ru