

**ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТОВ НА ВЯЗКОСТЬ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

**А.А. Васильева, Г.И. Волкова**

Научный руководитель доцент Н.В. Ушева

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти  
 Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Россия*

В настоящее время большая часть нефтяных месторождений страны разрабатывается методом искусственного поддержания пластового давления с целью роста запасов нефти и повышению нефтеотдачи пластов. Обводнение продуктивных пластов на нефтяных месторождениях затрудняет механизированную добычу, сбор и подготовку товарной нефти [2]. При движении нефти и воды по стволу скважины и нефтесборным трубопроводам происходит их взаимное перемешивание и диспергирование, что приводит к образованию эмульсий. Концентрированные эмульсии второго рода (до 74 % об. воды) имеют высокие значения вязкости и стойкость к разрушению. При транспортировке таких систем наблюдаются многократные изменения дисперсности, что отражается на их вязкости и приводит к резким колебаниям гидродинамического сопротивления трубопроводной аппаратуры.

Одним из способов снижения вязкости высоковязких нефтяных эмульсий является применение специальных химических реагентов.

Цель данной работы заключается в подборе эффективного реагента-понижителя вязкости концентрированных эмульсий и оптимальной дозировки для минимизации осложнений при их транспорте.

В качестве объектов взяты: высоковязкая нефть (ВВН) и смолистая нефть (СН) и их смесь состава ВВН:СН = 35:65 (% мас.). Пластовая вода для приготовления эмульсий с ВВН содержала 0,1 моль NaCl и 0,04 моль CaCl<sub>2</sub>, а для СН – 0,2 моль NaCl и 0,005 моль CaCl<sub>2</sub>. Эмульсии с концентрацией пластовой воды 50 % мас. для ВВН, 65% для СН и смеси ВВН с СН готовили на механической мешалке в течение 10 минут при 2100 об/мин. Для снижения вязкости эмульсий использовали промышленные присадки (НХТ-И, С5А, СИМ), а также растворители (нефтяной толуол, нефтяной ксилол, растворитель Р-12).

Реологические характеристики (вязкость  $\eta$ , напряжение сдвига  $\tau$ ) в широком интервале скоростей деформации (D) определяли с помощью ротационного вискозиметра Brookfield LVDV-III UltraProgrammableRheometer при температуре 20 °С. Обработка измерений осуществлялась с помощью программного обеспечения Rheocalc v3.1.

В табл. 1, 2 приведены значения эффективной вязкости и напряжения сдвига при скорости деформации 2,2 с<sup>-1</sup>, на рис. 1–4 – зависимости вязкости от скорости деформации для 50% эмульсий. Исходя из зависимостей вязкости от скорости деформации, следует отметить высокую структурированность исследованных водонефтяных систем в диапазоне скоростей деформации 0,1–56,2 с<sup>-1</sup>. При дальнейшем увеличении скорости деформации структура эмульсии разрушается, значения вязкости практически не меняются, и течение эмульсии приближается к ньютоновскому.

Степень снижения вязкости исследуемых эмульсий зависит от типа и концентрации химического реагента. После введения присадки С-5А в эмульсию с ВВН снижается как вязкость, так и напряжение сдвига, причем депрессорный эффект нарастает с увеличением концентрации добавки (табл.1, рис. 1). Для эмульсий с СН только максимальная концентрация присадки (0,1 % мас.) не увеличивает реологические характеристики. Для эмульсии смеси нефтей ВВН+СН введение присадки С5А приводит к увеличению вязкости в 1,6 раза. Эффективность присадки СИМ, введенной в эмульсию с ВВН, растет при увеличении концентрации. Неоднозначна реакция исследуемых эмульсий на введение присадки НХТ-И: вязкость эмульсии со смесью нефтей практически не изменяется при увеличении концентрации присадки; реологические параметры эмульсии с СН снижаются в 2 раза только при максимальной концентрации присадки; для высоковязкой эмульсии с ВВН оптимальными оказались концентрации 0,03–0,05 % мас. (табл. 1, рис. 2).

**Таблица 1**

**Реологические характеристики водонефтяных эмульсий с добавлением присадки при  $D_r=2,2 \text{ с}^{-1}$**

Эмульсия	Присадка	Концентрация присадки, % мас.									
		0		0,03		0,05		0,07		0,1	
		$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па	$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па	$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па	$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па	$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па
ВВН	С5А	9,8	215	5,8	127	4,5	98	3,6	80	2,7	74
	СИМ	9,8	215	9,0	197	7,2	159	6,5	142	5,2	134
	НХТ-И	9,8	215	6,5	144	6,6	149	7,5	153	7,6	168
СН	С5А	1,0	22	1,2	28	1,1	25	1,0	23	0,9	20
	НХТ-И	1,0	22	1,2	27	1,5	35	0,9	20	0,5	11
ВВН+СН	С5А	1,0	22	1,7	38	1,7	38	1,7	38	1,7	36
	НХТ-И	1,0	22	1,2	26	1,1	24	0,8	18	0,9	19

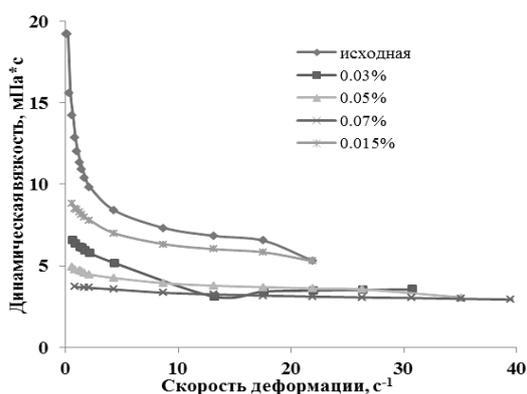


Рис.1 Влияние добавки С5Ана динамическую вязкость водонефтяной эмульсии с ВВН при 20°С

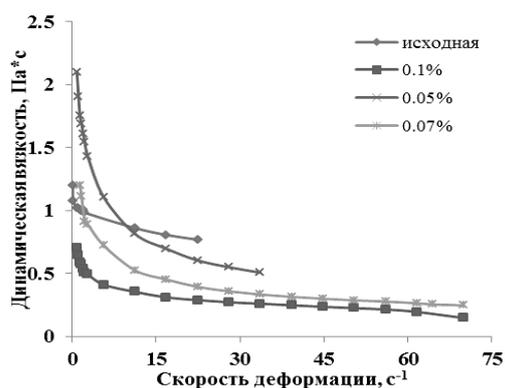


Рис.2 Влияние добавки НХТ-Ина динамическую вязкость водонефтяной эмульсии с СН при 20°С

Известно, что органические растворители, особенно ароматической природы, значительно снижают вязкость нефтей с высоким содержанием смолистоасфальтеновых компонентов[1]. Исследовано влияние ряда растворителей на реологические характеристики приготовленных эмульсий (табл. 2). Максимальную эффективность показали растворитель Р-12 и нефтяной ксилол. При добавлении только 1 % мас. Р-12 в эмульсию с ВВН можно снизить вязкость в 2,5 раза, а 5 % мас. – в 32 раза по сравнению с исходной (рис. 3). Нефтяной ксилол показал высокую эффективность по отношению к эмульсии смеси ВВН+СН (рис. 4).

Таблица 2

Реологических характеристики водонефтяных эмульсий с добавлением растворителей при  $D_r=2,2 \text{ с}^{-1}$

Эмульсия	Растворитель	Концентрация, % мас.							
		0		1		3		5	
		$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па	$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па	$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па	$\eta$ , Па*с	$\tau$ , Па
ВВН	Толуол	9,8	215	6,4	141	2,8	61	2,2	47
	Р-12	9,8	215	3,7	82	2,4	53	0,3	6
	Нефтяной ксилол	9,8	215	5,4	118	2,1	46	1,5	32
ВВН+СН	Толуол	1,1	22	0,9	20	0,3	15	0,5	3
	Р-12	1,1	22	1,3	30	0,9	19	1,2	26
	Нефтяной ксилол	1,1	22	1,2	26	0,4	9	0,3	7

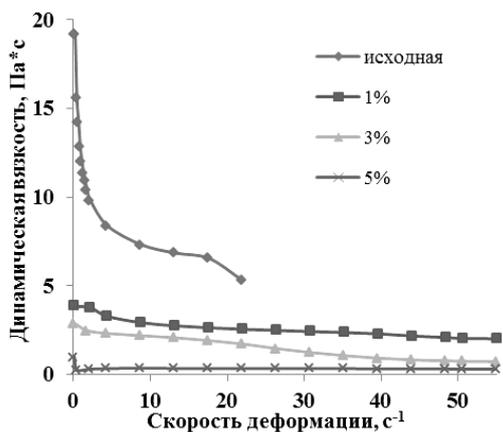


Рис.3. Влияние добавки Р-12 на динамическую вязкость водонефтяной эмульсии с ВВН при 20°С

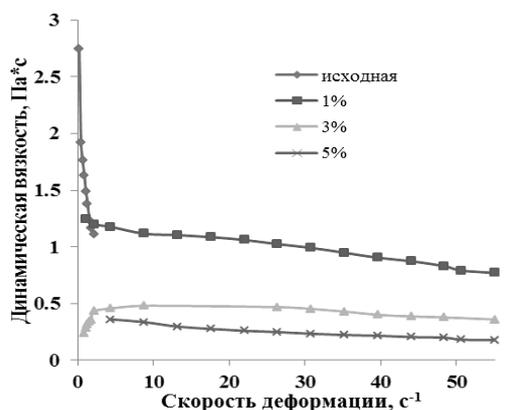


Рис.4. Влияние добавки нефтяной ксилол на динамическую вязкость водонефтяной эмульсии с ВВН+СН при 20°С

Таким образом, проведенные исследования не позволили выявить универсальную присадку, улучшающую в равной степени реологические параметры всех приготовленных эмульсий. Органические растворители позволяют снизить вязкость и напряжение сдвига в десятки раз, при больших концентрациях.

#### Литература

1. Волкова Г.И., Шелест Н.Н., Прозорова И.В. Влияние природы разбавителей на вязкость смолистых нефтей//Нефтепереработка и нефтехимия, 2011. – №1. – С.17–20.
2. Уразаков К.Р., Богомольный Е.И., Сейтпагамбетов Ж.С., Назаров А.Г. Насосная добыча высоковязкой нефти из наклонных и обводненных скважин/ Под ред. М.Д. Валева. – М.: Недр-Бизнесцентр, 2003. – 303 с.