

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ
НА ИХ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

А.Д. Мусина¹, Н.А. Небогина²

Научный руководитель к.т.н., доцент А.И. Левашова

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

²*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

С переходом многих нефтяных месторождений на позднюю стадию разработки увеличивается число проблем, вызванных утяжелением фракционного состава нефти, изменением термобарических условий, повышением обводненности продукции скважин и, как следствие, образованием стойких водонефтяных эмульсий. Обводненность нефти вызывает более интенсивное осадкообразование, повышает температуру застывания нефти, а также увеличивает ее вязкость [1]. Исследования физико-химических свойств водонефтяных эмульсий в зависимости от условий их формирования изучены недостаточно, поэтому особую актуальность приобретает изучение влияния условий формирования водонефтяных эмульсий на их структурно-механические свойства. Целью настоящей работы является исследование процесса осадкообразования и реологических свойств водонефтяных эмульсий в зависимости от температуры их формирования и содержания воды.

Были проведены лабораторные исследования эмульсий, приготовленных искусственно на основе нефти Южно-Табаганского месторождения (содержание парафиновых углеводородов, смол и асфальтенов 7,0; 13,0 и 1,2 % мас., соответственно). В качестве дисперсной фазы, содержание которой варьировалось (10, 20 и 30 мас.%), использовали дистиллированную воду. Нефть и дистиллированную воду предварительно термостатировали в течение 1 часа при температуре 10, 20, 40 и 60 °С. Водонефтяные эмульсии готовили на перемешивающем устройстве в течение 10 мин при тех же температурах. Полученные эмульсии выдерживали в течение суток при 20 °С; эмульсии устойчивы и не расслаиваются в течение двух недель.

Количественную оценку процесса осадкообразования проводили на установке, основанной на методе «холодного стержня». Температуры застывания и динамические вязкости эмульсий определяли методом экспресс-анализа с помощью измерителя низкотемпературных показателей нефтепродуктов «Кристалл».

При исследовании влияния температуры формирования эмульсий и содержания водной фазы на интенсивность осадкообразования установлено, что максимальное (32,2 г/100 г) и минимальное (7,0 г/100 г) количество осадка соответствует 10 % эмульсии, образованной при 40 °С и 60 °С, соответственно (таблица 1). При температуре формирования 10, 20 и 40 °С для всех исследуемых образцов наблюдается незначительное снижение количества АСПО с увеличением содержания воды в эмульсии. Для эмульсий, образованных при 60 °С, зависимость обратная: с увеличением содержания воды в эмульсии возрастает количество осадка. Для всех эмульсий, сформированных при 40 °С, характерно максимальное количество осадка, а при 60 °С – значительное снижение количества АСПО.

Таблица 1

Осадкообразование водонефтяных эмульсий

Температура формирования, °С	Количество осадка г/100г		
	10 % эмульсия	20 % эмульсия	30 % эмульсия
10	27,4	25,0	21,2
20	26,4	20,7	17,5
40	32,2	30,0	29,4
60	7,0	7,7	9,4

Согласно полученным данным о количестве осадков, для эмульсий была рассчитана скорость осадкообразования (рисунок 1). Максимальная скорость осадкообразования характерна для эмульсий, сформированных при 40 °С. Для 10, 20 и 30 % эмульсии скорость образования осадка составляет 6,9; 6,4 и 6,3 кг/(м²*ч), соответственно. С увеличением температуры формирования эмульсий от 40 до 60 °С, скорость осадкообразования снижается в 4 раза.

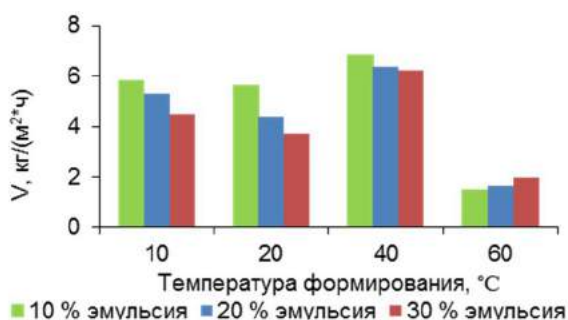


Рис. 1. Скорость осадкообразования в зависимости от степени обводненности при различных температурах формирования эмульсии

Увеличение температуры формирования водонефтяных эмульсий от 10 до 40 °С сопровождается повышением температуры застывания: на 2,3; 4,3 и 5,3 °С для 10, 20 и 30 % эмульсий, соответственно (таблица 2). С ростом обводненности эмульсий до 30 %, образованных при 10 и 20 °С, температура застывания практически не изменяется и составляет около +7,0 °С. Эмульсии, образованные при 60 °С, показывают минимальную температуру застывания (около 0 °С).

Таблица 2

Температура застывания

Температура формирования, °С	Температура застывания, °С		
	10 % эмульсия	20 % эмульсия	30 % эмульсия
10	+7,0	+6,9	+7,2
20	+7,0	+6,7	+6,6
40	+9,3	+11,0	+11,9
60	+0,4	-0,8	+0,9

Полученные зависимости исследования влияния температуры на вязкость эмульсий приведены на рисунке 2. При понижении температуры вязкость всех исследуемых эмульсий увеличивается. При увеличении температуры вязкость образованных эмульсий стремится к значениям вязкости исходной нефти. Увеличение содержания водной фазы в эмульсиях, сформированных при различных температурах, сопровождается ростом вязкости по сравнению с исходной нефтью. Так, например, при температуре 5 °С вязкость исходной нефти составила 264 мПа*с, а для 10, 20 и 30 % эмульсий с температурой формирования 20 °С – 404 мПа*с; 495 мПа*с и 535 мПа*с, соответственно (рисунок 2, б). Также можно отметить, что эмульсии, образованные при 40 °С, имеют наибольшие значения вязкости. При температуре 5 °С вязкость 10, 20 и 30 % эмульсий, сформированных при 40 °С – 436 мПа*с; 603 мПа*с и 658 мПа*с, соответственно.

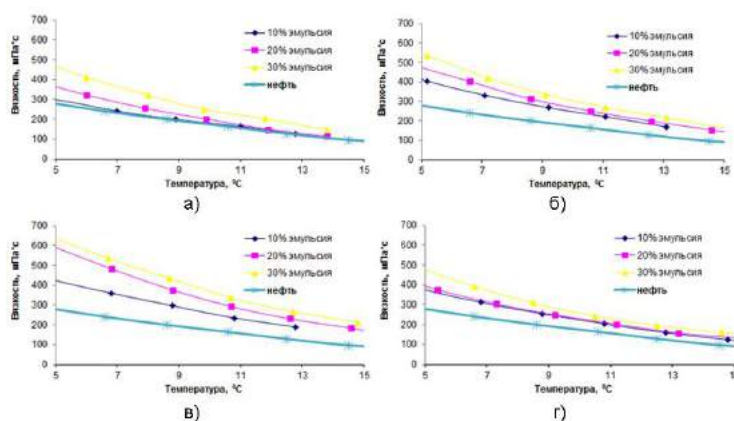


Рис. 2. Динамическая вязкость η эмульсий в зависимости от температуры при различных температурах формирования: а) 10 °С; б) 20 °С; в) 40 °С; г) 60 °С

Таким образом, показано значительное влияние температуры формирования эмульсий на их структурно-механические свойства. Для эмульсий, сформированных при 40 °С с содержанием воды 10-30 %, наблюдается значительное повышение скорости осадкообразования (6,9 – 6,4 кг/(м²*ч)) и температуры застывания (+9,3 – (+11,9) °С), увеличение динамической вязкости. Для эмульсий, сформированных при 60 °С, наблюдается понижение скорости осадкообразования (1,5 – 2,0 кг/(м²*ч)) и температуры застывания (-0,8 – (+0,4) °С), уменьшение динамической вязкости, по сравнению с эмульсией, образованной при 40 °С.

В эмульсиях, сформированных при 40 °С, наблюдается образование более прочных надмолекулярных структур, что приводит к ухудшению структурно-реологических параметров. По мнению автора [2] при температурах 36 – 38 °С, могут происходить фазовые превращения в надмолекулярной подсистеме асфальтены-смолы, что оказывает существенное влияние на ингибирующую способность природных поверхностно-активных веществ. Увеличение температуры до 60 °С приводит к формированию водонефтяных эмульсий в условиях полного расплавления парафиновых углеводородов, что значительно улучшает реологические свойства и снижает количество асфальтосмолопарафиновых отложений.

Литература

1. Небогина Н.А., Прозорова И.В., Юдина Н.В. Особенности формирования и осадкообразования водонефтяных эмульсий//Нефтепереработка и нефтехимия. - 2008. - № 1. - С. 21 - 23.
2. Евдокимов И.Н., Елисеев Н.Ю. Температурные особенности образования отложений из жидких сред с повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых веществ//Наука и технология углеводородов. - 2000. - № 1. - С. 52 - 56.