

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С. И. СМОЛЬЯНИНОВ, В. В. ЛЕВУШКАН, Н. В. НИКОЛАЕВА

(Представлена научно-методическим семинаром органических кафедр
химико-технологического факультета)

Добыча и перекачка парафинистых нефтей сопряжены с рядом трудностей и все еще являются нерешенной проблемой. Причина этого в недостаточной изученности реологических свойств подобных нефтей [1].

Нами проведено исследование вязкостно-температурной зависимости нефтей и влияние на нее термообработки нефти и времени выдержки при оптимальной температуре. Исследованию подвергались нефти, физико-химические свойства которых приведены в табл. 1.

В процессе работы замерялись следующие параметры исходной и термообработанной нефтей: вязкость, температура застывания и предельное напряжение сдвига. Структурно-механические свойства изучали на ротационном вискозиметре РВ-8. Результаты экспериментов, характеризующие изменение реологических свойств нефтей в зависимости от температуры термообработки, приведены в табл. 2.

Реологические параметры нефтей определяются соотношением компонентов, входящих в их состав [2]. Вязкость и температура застывания сильно зависят от содержания в нефтях парафина. Пока парафин растворен в нефти, он мало влияет на вязкость, которая определяется в это время вязкостью составляющих нефть фракций. При охлаждении нефти до некоторой температуры кристаллы парафина образуют объемную структурную решетку, в ячейках которой иммобилизуется жидкая фаза нефти [3]. Таким образом, структурообразование в высокозастывающих нефтях является причиной аномалии вязкости, тиксотропии и высокой температуры застывания.

Следует также отметить, что в формировании структурной решетки парафина участвуют содержащиеся в нефти асфальтено-смолистые вещества. Последние адсорбируются на поверхности кристаллов парафина и препятствуют выделению твердой фазы при охлаждении парафиновых смолистых продуктов, что вызывает понижение температуры застывания и вязкости [4]. Чем меньше отношение парафина к содержанию асфальтено-смолистых веществ, тем больше эффект термообработки. Это хорошо наблюдается у южно-черемшанской нефти, характеризующейся невысоким отношением парафина к асфальтено-смолистым веществам.

Кроме того, из данных табл. 2 видно, что предварительный подогрев парафинистых нефтей (до 30—45° С) увеличивает эффективную вязкость; последующее увеличение подогрева до 60° С и более приводит

Таблица 1

Физико-химические свойства нефтей

Нефть	№ скважины	Удельный вес d_4^{20}	Молекулярная масса	Вязкость кинематическая, сст		Температура застывания, °C		Содержание, %				Температура плавления парафина, °C	Фракционный состав	
				20° C	50° C	без термообработки	термообработка 50° C	асфальтенов	смола		парафина		до 200°	до 300°
									силикагелевых	сернокислотных				
Южно-Черемшанская	335	0,8395	176	5,06	2,68	-26	-32	3,59	7,15	40	2,057	50,0	38,0	58,0
Крапивинская	196	0,8522	194	6,67	3,41	-27	-39	1,79	8,14	28	1,39	52,3	34,0	56,2
Стрежевая	P-14	0,8556	200	10,91	4,92	-4	-11	1,08	10,25	20	4,37	51,5	24,5	49,2
Лугинецкая	166	0,8285	182	4,70	2,53	-8	-41	0,05	—	12	3,70	52,5	30,5	61,0
Киев-ёганская	P-150	0,8080	165,8	2,51	1,68	-16	-41	0,24	0,24	6,1	5,27	48,5	44,0	71,0
Типовая	—	0,8589	205	8,66	4,35	-14	-7	1,47	9,61	31	3,37	55,5	26,5	50,0

Зависимость реологических свойств нефтей от температуры термообработки

Нефть	Температура подогрева, °C	Вязкость, пз						Температура застыв. °C	Температура застывания при выдержке нефти в течение суток после термообработки						Предельное напряжение сдвига, дн/см ²	
		-40° C	-18° C	-8° C	+20° C	+30° C	+50° C		1	2	3	4	5	6	-40° C	-30° C
Лугиницкая	нетермообр.	4,49	1,60	1,20	—	0,521	0,42	- 8	—	—	—	—	—	—	558	—
	50	3,11	1,040	0,646	0,350	0,303	0,208	-41	—	—	—	—	—	—	262	131
	70	1,55	0,755	—	0,303	0,253	0,188	-53	-53	-53	-51	-50	-38	-10	72,6	0
Типовая	нетермообр.	7,34	—	0,903	0,455	0,446	0,405	-14	—	—	—	—	—	—	310	65,6
	50	8,04	1,640	0,968	0,587	0,521	0,476	- 7	—	—	—	—	—	—	361	147
	70	5,08	0,948	—	—	0,425	0,347	-43	-43	-43	-43	-40	-34	-28	233	24,6
Южно-Черемшанская	нетермообр.	5,48	—	1,30	0,586	—	0,404	-26	—	—	—	—	—	—	636	191
	50	4,80	1,540	—	0,586	0,418	0,392	-32	—	—	—	—	—	—	559	57,4
	70	3,32	0,935	—	—	—	0,314	-57	-57	-57	—	-52	-42	-23	210	8,2
Крапивинская	нетермообр.	10,8	2,54	1,60	1,025	0,850	—	-27	—	—	—	—	—	—	459	—
	50	3,36	—	—	0,467	—	—	-39	—	—	—	—	—	—	230	—
	70	2,08	—	0,607	0,269	—	—	-50	-50	-50	-50	-44	-37	-27	98,5	—
Стрежевая	нетермообр.	—	1,90	1,36	0,733	—	0,44	- 4	—	—	—	—	—	—	—	328
	50	—	—	—	—	—	—	-11	—	—	—	—	—	—	—	—
	60	—	—	—	—	—	—	-14	-14	-14	-14	- 4	- 4	- 4	—	—
	70	—	—	—	—	—	—	- 9	—	—	—	—	—	—	—	—
Киев-еганская	нетермообр.	—	0,565	—	0,285	—	0,219	-16	—	—	—	—	—	—	—	219
	50	—	—	—	—	—	—	-37	—	—	—	—	—	—	—	—
	70	—	—	—	—	—	—	-47	-47	-47	-40	-33	-25	-16	—	—

ло к резкому снижению температуры застывания и вязкости. Вероятно, при термообработке происходит молекулярная перестройка, упорядочение кристаллической решетки парафина [5].

Результаты опытов показали (табл. 2), что температура термообработки в пределах $60+70^{\circ}\text{C}$ является оптимальной. При этом эффект термообработки сохраняется в течение 2—3 суток, а затем температура застывания начинает повышаться, доходя до температуры застывания нетермообработанной нефти. Исчезновение эффекта термообработки можно объяснить перекристаллизацией парафиновых углеводородов, приводящих к изменению геометрии кристаллов, что в свою очередь влияет на образование коагуляционной структуры этих кристаллов.

Выводы

1. Установлено значительное изменение реологических свойств большинства нефтей в результате термообработки.

2. Показано, что наличие кристаллов парафина в определенном температурном интервале не сказывается на реологических свойствах нефти.

3. Оптимальной температурой термообработки является $60-70^{\circ}\text{C}$; эффект термообработки сохраняется в течение 2—3 суток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шихлинская Д. Е., Абдурашитов С. А. Изв. вузов, «Нефть и газ», 1968, № 3, с. 61—64.
2. Уразгалиев В. Ц., Белик П. А., Кошебенер Ж. Е. Тр. института химии нефти и природных солей. Алма-Ата, изд-во АН Каз. ССР. 1970, с. 3—9.
3. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика дисперсных структур. М., «Наука», 1966.
4. Трубопроводный транспорт высоковязких и высоkozастывающих нефтей. Тематические научно-технические обзоры ВНИИОЖГ. М., 1968.
5. Черников В. И. Перекачка вязких и застывающих нефтей. М., Гостоптехиздат, 1958.
6. Котен В. Г., Стояновская Л. И. Вопросы геологии и эксплуатации нефтяных месторождений Туркмении. М., Государственное научно-техническое изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, вып. 5, 1962, с. 226—229.