

По результатам определения физико-химических свойств полученных продуктов было установлено, что свойства ПБиоДТ синтезированного в течение 0,5 часа и в течение 1,0 часа практически не отличаются. Это свидетельствует о том, что оптимальным временем протекания реакции переэтерификации является 1 час, так как в данном случае обеспечивается не только наибольший выход ПБиоДТ, но и его приемлемые физико-химические свойства. Однако при проведении синтеза в течение 2,0 часов, несмотря на протекание побочных реакций, наблюдается наиболее полная конверсия сырья и, как следствие, лучшие физико-химические свойства продукта.

Из представленных данных следует, что оптимальное время проведения реакции переэтерификации – 1,0 час, так как при данных условиях достигается высокий выход продукта и приемлемые физико-химические свойства для использования, полученного ПБиоДТ в качестве смесового компонента нефтяных дизельных топлив.

#### Литература

1. Евдокимов А.Ю., Облащикова И.Р. Растительные масла как сырье для производства дизельных топлив // Технологии нефти и газа, 2004. – № 5. – С. 15-21.
2. Мифтахова Л.Х. Промышленные методы производства биодизельного топлива // Вестник Казанского технологического университета. 2013. – Т. 16. – № 12. – С. 80-83.
3. Тамбулова О.В., Васкань П.Я., Слизкая А.В., Хаикян В.Л., Кустов А.В., Сапунов В.Н. Исследование катализа реакции переэтерификации растительных масел соединениями свинца // Успехи в химии и химической технологии. 2009. – Т. XXII. – № 6. – С. 7-10.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ИНГИБИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ АГРЕГАТОВ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ

А.Д. Стреляев, К.Б. Кривцова

Научный руководитель - инженер К.Б. Кривцова

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

Высокомолекулярные компоненты нефтей представлены таким классом соединений, как смолисто-асфальтеновые вещества (САВ). Они имеют специфические физико-химические свойства, которые оказывают огромное влияние на реологию нефтяных дисперсных систем (НДС). К этим уникальным соединениям приковано большое внимание научного сообщества, так как именно от содержания данных компонентов в углеводородном сырье зависит выбор методов его добычи и переработки. Одна из главных проблем на нефтедобывающих станциях это образование асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), которые не просто затрудняют процессы добычи и транспортировки, они ухудшают производительность предприятий и увеличивают затраты на ремонт нефтепроводов.

Образование АСПО главным образом связано с нарушением коллоидной устойчивости нефтяной системы и образованием асфальтеновых агрегатов. Использование на действующих месторождениях присадок в виде дисперсантов молекул высокомолекулярных парафинов является дорогостоящим и не всегда эффективным, поэтому одной из актуальных задач является разработка смеси ингибитора агрегации асфальтенов с целью предотвращения образования отложений различного рода.

Вследствие оказываемого влияния на НДС происходит нарушение агрегативной устойчивости и образование асфальтеновых агрегатов за счёт донорно-акцепторных взаимодействий. Отдельные участки молекул асфальтенов имеют различные значения потенциала ионизации и сродства к электрону, являясь одновременно донором и акцептором электронов. В результате взаимодействия таких молекул формируются различные типы комплексов с переносом заряда.

Основная модель образования агрегатов по Йену предполагает, что в элементарном акте участвуют две молекулы асфальтенов «континентального» типа. Тем самым формируются пачечные структуры, которые стабилизируются первично асфальтеновыми молекулами типа «архипелаг», адсорбирующихся на стэкинг-агрегатах. Далее образованный агрегат стабилизируется за счёт различных нефтяных компонентов, таких как порфирины, смолы и свободные радикалы [1].

Смолы являются одним из природных ингибирующих компонентов процесса агрегирования асфальтенов. Смолистые вещества образуют сольватную оболочку, предотвращая процесс формирования более крупных агрегатов и флоккул.

В результате происходит улучшение растворимости асфальтеновых агрегатов за счёт уменьшения их ароматичности и конденсированности. Однако, в настоящее время точный механизм ингибирования агрегатов асфальтенов природными нефтяными смолами до конца не изучен. Так же не рассмотрено влияние каждой индивидуальной группы смол (бензоловых и спирт-бензоловых).

Целью данной работы является изучить механизм ингибирования процесса образования агрегатов асфальтенов при использовании природных нефтяных смол в качестве стабилизатора НДС.

В качестве объекта исследования была выбрана нефть Поселковского месторождения. Физико-химические характеристики представлены в таблице 1.

**СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ  
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ.**

**Таблица 1**

**Физико-химические свойства образца исследования**

Показатели	Значение
Плотность, кг/м <sup>3</sup> :	при 20 °С
	при 50 °С
Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с:	при 20 °С
	при 50 °С
Массовая доля асфальтенов, % мас.	1,10
Массовая доля смол, % мас.	7,82
Массовая доля масел, % мас.	89,74

Исследовалось влияние на устойчивость системы как индивидуальных компонентов, так и смесей смол, находящихся в различных массовых соотношениях бензоловые смолы: спирт-бензоловые смолы. Первым этапом эксперимента стало выявление закономерностей процесса коагуляции и седиментации асфальтеновых агрегатов с помощью гравиметрического анализа. В течении 24 часов фиксировали значение массы колбы с навеской смеси спустя 1 минуту, 5 минут, 30 минут, 60 минут после начала эксперимента.

Значения массы колбы изменялись незначительно (в 3-4 знаке после запятой), однако, именно данные изменения доказывают протекание процессов образования агрегатов и перераспределения коллоидного равновесия в системе. После чего проводили вещественный анализ с помощью горячего метода Гольде, результаты которого представлены в таблице 2. Далее проводили ИК-спектральный анализ асфальтенов смесей 1, 2 и 3. Смесь №1 – добавление бензоловых смол к сырью, смесь №2 – добавление спирт-бензоловых смол, смесь №3 – добавление бензоловых и спирт-бензоловых смол в определённом массовом соотношении. Следующие смеси являются вариациями на смесь №3. Из полученных значений оптической плотности рассчитывали спектральные коэффициенты, которые характеризуют молекулярную структуру нефтяных соединений. Результаты расчётов представлены в таблице 3.

**Таблица 2**

**Вещественный состав исследуемых образцов смесей**

Образец	Содержание, мас. %			
	Асфальтены	Бензоловые смолы	Спирт-бензоловые смолы	Масла
Сырьё	1,08	4,37	3,45	89,74
Смесь №1	0,94	3,84	3,61	89,84
Смесь №2	1,15	4,60	3,62	88,52
Смесь №3	0,75	3,83	3,80	89,76
Смесь №8	0,78	2,97	4,35	90,62
Смесь №10	1,42	4,28	4,81	87,03
Смесь №11	1,42	3,84	4,64	88,60
Смесь №12	1,70	4,13	6,14	86,50

**Таблица 3**

**Результаты ИК-спектрального анализа асфальтенов**

№ образца	Оптическая плотность D в тах полосы поглощения при λ, см <sup>-1</sup>						Спектральные показатели				
	1710	1600	1465	1380	1030	720	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
<b>Сырьё</b>	1,763	1,619	1,897	1,962	1,763	1,049	0,538	0,930	1,034	1,860	0,930
<b>Смесь №1</b>	1,865	1,699	1,994	1,969	1,874	0,672	0,643	0,935	0,988	1,555	0,940
<b>Смесь №2</b>	1,822	1,699	1,946	1,973	1,822	1,004	0,571	0,936	1,013	1,752	0,936
<b>Смесь №3</b>	1,912	1,806	2,015	2,025	1,912	1,431	0,523	0,949	1,009	1,914	0,949

\*C<sub>1</sub> – конденсированности, C<sub>2</sub> – окисленности, C<sub>3</sub> – разветвлённости, C<sub>4</sub> – алифатичности, C<sub>5</sub> – осерненности.

Результаты вещественного анализа свидетельствуют о том, что смеси под номерами 1, 3 и 8 проявляют ингибирующую способность по отношению к асфальтеновым агрегатам, так как массовое содержание выделенных асфальтенов снизилось по сравнению с исходным сырьём. В перечисленных смесях так же увеличивается выход масел, что является немаловажным фактом увеличения выхода светлых фракций. Рассмотрение остальных смесей в качестве ингибирующих агентов является нецелесообразным, так как количество выделенных из них асфальтенов увеличилось, а выход масел уменьшился.

Анализируя данные по выходу бензоловых смол, можем утверждать, что их содержание во всех случаях, кроме смеси №2, снижается. Данный факт может свидетельствовать о таком явлении перераспределения сродственных групп нефтяных соединений. Как известно, бензоловые смолы схожи своей молекулярной структурой с асфальтенами, следовательно, можно предположить, что совместно с процессом ингибирования асфальтенов или вместо него может происходить ингибирование бензоловых смол. Что касается спирт-бензоловых смол, то их выход увеличивается с увеличением массы добавляемых к сырью смол.

Результаты ИК-спектрального анализа свидетельствуют в пользу предполагаемого механизма ингибирования процессов образования асфальтовых агрегатов. Так, в смеси №3 снизилось содержание асфальтенов и значение показателя конденсированности (ароматичности) уменьшилось, а значение показателя алифатичности возросло. Данный факт подтверждает возможность протекания процесса ингибирования по механизму адсорбции смол на поверхности образовавшихся агрегатов асфальтенов и улучшения растворимости этих агломератов. Таким образом, нефтяные природные смолы обладают различной ингибирующей способностью. Бензолые смолы (смесь №1) могут выступать в качестве ингибитора как индивидуальное вещество, а спирт-бензолые смолы (смесь №2) не могут, о чем свидетельствуют данные вещественного анализа. Смеси данных классов соединений обладают ингибирующей способностью в определенном интервале концентраций. Одним из возможных механизмов ингибирования является встраивание молекул смол в агрегаты асфальтенов с увеличением растворимости последних.

Литература

1. Gharbi K., Benyounes K., Khodja M. Removal and prevention of asphaltene deposition during oil production: A literature review // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2017. – V. 158. – P. 351 – 360.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ ШЕЛЬФОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**О.С. Тарасова**

Научный руководитель - доцент Е.В. Попок

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

В 2011 году, когда общая добыча нефти составила 511,4 млн тонн, на шельфовых месторождения было добыто 16,7 млн тонн, однако уже в 2018 году на шельфе - 92,88 млн тонн, при общем объеме добычи 555,84 млн тонн. Следует так же учитывать тот фактор, что прогнозируемые запасы углеводорода на континентальном шельфе оцениваются в 47,8 млрд тонн [1]. По этим данным можно сделать вывод, что разработка шельфовых месторождений является перспективной задачей для России.

Разработка шельфовых месторождений представляет собой более трудоемкую работу, так как имеет ряд сложностей и характерные особенности в освоении данных мест, которые определяются рядом факторов:

- 1) мировой океан исследован всего лишь на 10%;
- 2) все инженерные комплексы и установки имеют высокую стоимость;
- 3) сложные инженерно-геологические изыскания;
- 4) затруднения, связанные с работой под водой;
- 5) все работы, которые выполняются в открытом море, обладают повышенной степенью риска, так как имеют суровые климатические условия, и находятся в удаленности от цивилизации.

Освоение арктического шельфа требует новых научных и технических подходов и применение инновационных технологий, ввиду того, что опыта добычи в Арктике практически нет, и что цена разработки месторождения в разы увеличивается, по сравнению с добычей на суше. Поэтому, моделирование процесса подготовки нефти является очень важной задачей, так как дает возможность варьирования технологическими параметрами подготовки пластового флюида, с целью получения продукции высокого качества.

Целью данной работы является изучение влияния состава добываемого флюида на характер подготовки товарной нефти. Подготовка нефти на шельфовом месторождении осуществляется по схеме (Рисунок 1).

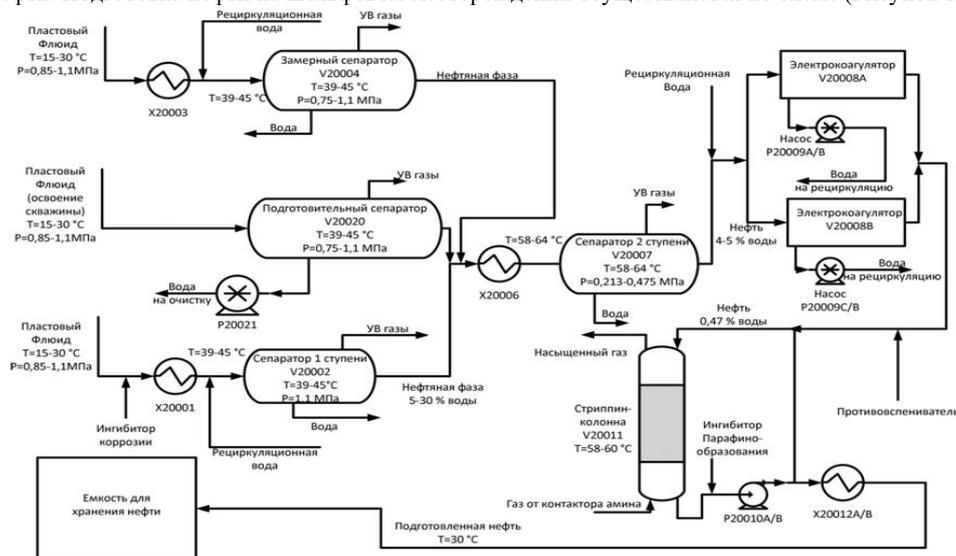


Рис.1 Технологическая схема системы подготовки нефти на МЛСП «Приразломная»