

преимуществом данного типа катализатора. Также замена катализатора на установке каталитического риформинга позволит снизить температуру в реакторах, и тем самым, уменьшить степень коксообразования.

Литература

1. Гынгазова М.С., Кравцов А.В., Иванчина Э.Д., Короленко М.В., Уваркина Д.Д. Кинетическая модель процесса каталитического риформинга бензинов в реакторах с движущимся слоем катализатора // Катализ в промышленности, 2010. — № 6. — С. 41-48.

ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СМЕСЕЙ

Н.Н. Ядревская¹, Ю.В. Лоскутова²

Научные руководители доцент Н.В. Ушева¹, старший научный сотрудник Ю.В. Лоскутова²

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

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

Вопросы транспортировки нефтегазоконденсатных смесей (НГКС) стали особенно актуальны в связи со значительным увеличением в них доли высоковязких и высокозастывающих газоконденсатов (ГК) и нефтей. Основные проблемы, возникающие при перекачке такого сырья, связаны с их малой подвижностью, высокой температурой застывания, с отложениями парафина на стенках трубопровода [2].

Целью работы было изучение влияния температуры на структурно-реологические свойства модельных смесей ГК с добавкой нефти.

Модельные НГКС были получены из образцов парафинистых газоконденсатов ГК1 и ГК2 и парафинистой нефти месторождений Томской области. Физико-химические характеристики исходных образцов представлены в таблице. ГК близки по составу, но отличаются по температурам помутнения, застывания и плавления парафинов. Нефть является типичной высокопарафинистой малосмолистой нефтью.

Ввод 0,2 %мас. нефти в НГКС приводит к снижению вязкости ГК1 и ГК2 на 15-20 % в интервале температур минус 10 – минус 30 °С (рис. 1). При увеличении концентрации нефти до 1 %мас. вязкость ГК во всем исследуемом интервале возрастает на 10-20 %. При дальнейшем возрастании доли нефти в смеси вязкость ГК1 продолжает увеличиваться, а для ГК2, напротив, с понижением температуры наблюдается снижение вязкости на 17-25 %. Изменению вязкости соответствует депрессия температуры застывания и температуры помутнения НГКС.

По вязкостно-температурным зависимостям для ГК с добавками нефти были рассчитаны величины энергий активации вязкого течения $E_{вт}^a$ (рис. 2). Максимум $E_{вт}^a$ наблюдается для НГКС с добавкой 1 % мас. нефти (25 и 18,4 кДж/моль), что свидетельствует о формировании в смеси данного состава жесткой и устойчивой кристаллической структуры.

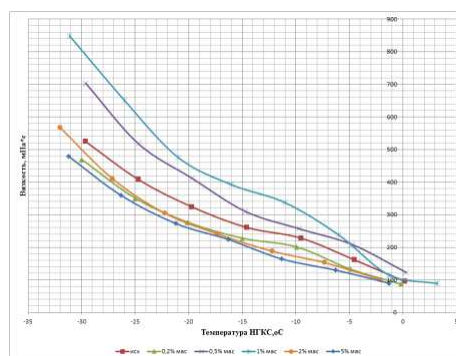
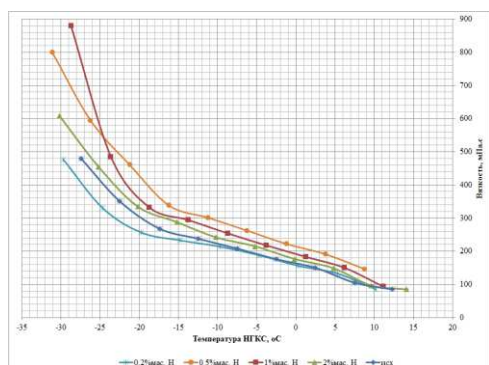
Оценка динамики изменения температурного градиента между температурами помутнения (T_p), кристаллизации (T_k) и застывания (T_z) в зависимости от содержания ГК2 в газоконденсатной смеси (ГКС) показывает, что при 10 % мас. ГК2 в ГКС существенно снижает величину температурного градиента, характеризующего скорость фазовых переходов от монокристаллической структуры (T_p) до поликристаллической агрегативной (T_k) и способствует увеличению температурного градиента, характеризующего скорость фазовых переходов от поликристаллической до гелеобразной (T_z) (рис. 3).

С помощью микроскопического метода была изучена кристаллическая структура осадков, выделенных из газоконденсатов и их смесей методом «холодного» стержня». В структуре осадков исходных ГК присутствуют мелкие пластинчатые кристаллиты дендритной формы (порядка 50-100 мкм). В структуре осадка ГКС наблюдается формирование более крупных сферических агрегатов, трехмерных сферолитов, представленных линейными кристаллическими образованиями. Осадок ГКС (1 : 1) имеет наиболее сложную смешанную структуру, представленную множеством мелких пластинчатых кристаллитов, внешне напоминающих коралловую колонию [1].

Таблица

Физико-химические свойства газоконденсатов и нефти

Характеристики	ГК1	ГК2	Н (М573)
Стандартная плотность, кг/м ³	728,0	711,0	871,0
Вязкость при 20 °С, мПа·с	3,3	1,8	21,3
Темп. застывания, °С	3,0	-9,8	7,8
Темп. помутнения, °С	18,5	20,9	11,0
Содержание парафинов, %мас.	3,2	2,8	9,4
Содержание смол, %мас.	—	—	2,5
Содержание асфальтенов, %мас.	—	—	1,3



А) Б)
Рис. 1. Влияние температуры на вязкость ГК1 (А) и ГК2 (Б) с добавками нефти

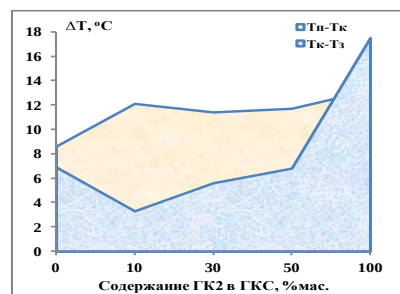
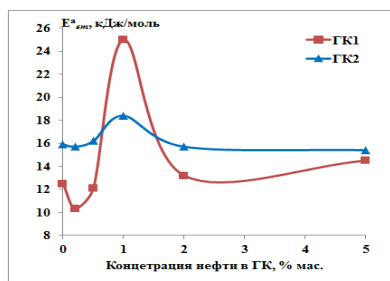


Рис. 2. Влияние содержания нефти в газоконденсатах на величину энергии активации вязкого течения

Рис. 3. Изменения температурного градиента между T_n , T_k и T_z в зависимости от содержания ГК2 в ГКС



Рис. 4. Микрокристаллическая структура (А) ГК1, (Б) ГК2, смеси ГК:ГК2 в соотношении (В) 9:1, (Г) 7:3, (Д) 1:1

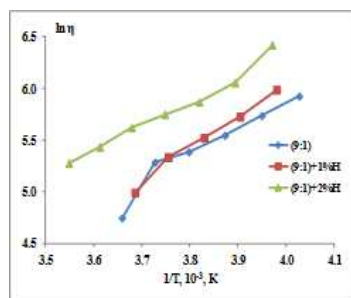


Рис. 5. Полулогарифмическая зависимость вязкости от обратной температуры смеси ГК состава (9:1) с добавками 1 и 2 %мас. нефти

Были рассчитаны $E_{\text{вт}}^a$ в диапазоне от 0 до минус 25 °С. Для ГКС различного состава график, как правило, представляет собой два участка, отвечающие определенным типам структурообразования и разделенные точкой перегиба, соответствующей температуре фазового перехода ($T_{\text{фп}}$) (рис. 5). Для ГКС состава (9 : 1) $T_{\text{фп}}$ составляет минус 4,7 °С, для (7 : 3) – 1,5 °С, а для состава (1 : 1) – 4,6 °С, что значительно превышает значение $T_{\text{фп}}$ для ГК1 и ГК2.

Резкое снижение в 2,3 – 3,5 раза энергии активации вязкого течения для составов, содержащих 10 и 50 % мас. нефти, связано со скачкообразным изменением степени ассоциации молекул в нефтяной системе и также свидетельствует о произошедших изменениях фазовых состояний. Процессы ассоциирования с понижением температуры в области отрицательных температур в НГКС различного состава протекают без изменения фазового состояния [3].

Литература

1. Сюняев С.Р., Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Нефтяные дисперсные системы. – М.: Химия, 1990. – 224 с.
2. Тронов В.П. Механизм образования смоло-парафиновых отложений и борьба с ними. – М.: Недра, 1970. – 192 с.
3. Юдина Н.В., Лоскутова Ю.В., Бешагина Е.В. Состав и реологические свойства асфальтосмолопарафиновых отложений // Нефтяное хозяйство. – Москва, 2012. – № 2. – С. 69-71.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВ АЧИНСКОГО НПЗ

И.В. Якупова

Научный руководитель профессор Э.Д. Иванчина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Каталитический риформинг бензинов является в настоящее время одним из важнейших процессов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Катализатор – наиболее важная составляющая риформинга. Практика показывает, что оптимальная эксплуатация катализатора позволяет использовать его с более высокой эффективностью, удлинняя межрегенерационный пробег, увеличивая «жесткость» ведения процесса и т. п. Так как используемые в риформинге платиновые катализаторы довольно дорогие и, чтобы продлить срок их службы, необходимо исследовать и рассчитать, насколько эффективно они используются на том или ином нефтеперерабатывающем заводе. Решение этой многофакторной научно-прикладной задачи может быть выполнено только с применением метода математического моделирования.

Цель работы заключается в определении эффективности эксплуатации катализатора на Ачинском НПЗ с помощью метода математического моделирования.

Для реализации поставленной цели была использована компьютерная моделирующая система «Контроль работы катализатора», разработанная на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики ТПУ. В основу компьютерной моделирующей системы положена математическая модель процесса каталитического риформинга бензинов, которая учитывает физико-химические закономерности превращения углеводородов реакционной смеси и дезактивацию катализатора.

При оценке эффективности катализатора были рассчитаны текущая и оптимальная активности катализатора в течение пятого межрегенерационного цикла его эксплуатации (с 20.06.2012 по 01.05.2013 гг.) с использованием программы «Контроль работы катализатора». Результаты мониторинга приведены на рисунке 1, где показано, что значение текущей активности в течение сырьевого цикла составляет 0,8-0,85 отн. ед. Однако явно наблюдается ее отклонение от оптимальной, которое в сумме составляет 2,5 отн. ед. Отклонение от оптимального режима сказывается на таких показателях работы катализатора, как скорость коксонакопления и выход целевого продукта (Рис.2,3). Например, суммарное количество кокса на катализаторе на 34,92 % вес. выше суммарного количества, которое наблюдалось бы при работе на оптимальной активности (Рис.2). Этот вывод также подтверждается результатами расчета выхода катализата. Анализируя выход (Рис. 3), при работе на текущей активности в конце цикла наблюдаются скачкообразные изменения, и выход находится в пределах от 81 до 84,5 % масс.

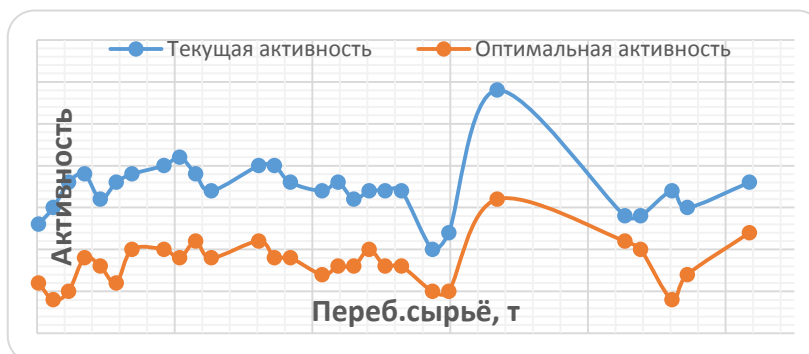


Рис.1. Сравнение текущей и оптимальной активности катализатора