

и научных журналах большое число работ уделено технологии ASP (англ. «alkaline-surfactant-polymer flooding» – щелочь-ПАВ-полимерное заводнение). Технология предполагает последовательную закачку в пласт поверхностно-активных веществ и щелочи, затем полимера и, наконец, воды. ПАВ способствует мобилизации остаточной нефти в пласте, щелочь помогает снизить потери дорогостоящего ПАВ, полимер вытесняет нефть и удерживает воду [2].

Для обоснования применения технологии ASP была построена аналитическая модель и на ее основе произведена оценка эффективности закачки ASP для участка опытно-промышленных работ (ОПР). Для моделирования выбрана залежь месторождения Томской области, геолого-физические особенности которого удовлетворяют границам применимости технологии ASP. Для участка ОПР и моделирования выбрана группа добывающих скважин, изолированных «кольцом» нагнетательных скважин – это позволяет повысить точность и надежность проводимой оценки, так как минимизирует воздействие текущих промысловых операций на исследуемые добывающие скважины. На рис. 1 представлен резуль-

тат расчетов предполагаемого прироста подвижных запасов в следствии снижения коэффициента остаточной нефтенасыщенности $K_{но}$ после закачки оторочки ASP.

Согласно расчетам, снижение $K_{но}$ на 25 % позволит мобилизовать и дополнительно добыть порядка 70 тыс. т остаточных запасов нефти на участке ОПР. Для подтверждения полученной эффективности технологии ASP в данных геолого-физических условиях необходим гидродинамический расчет на фильтрационной модели участка ОПР.

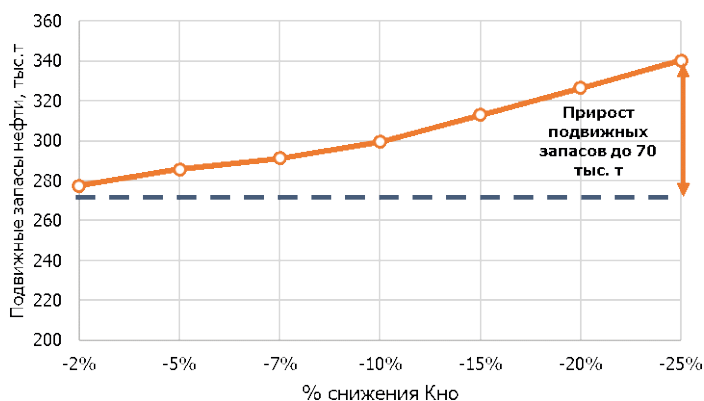


Рис. 1. Расчетная зависимость прироста подвижных запасов нефти от процента снижения коэффициента остаточной нефтенасыщенности

Список литературы

1. Ишков А.А., Мазитов Р.Ф., Хорюшин В.Ю. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2020. – №1. – С. 59–66.
2. Прочухан К.Ю. // Нефть. Газ. Новации, 2014. – №10. – С. 50–54.

ТЕРМООКСИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА С ДЕКАБРОМДИФЕНИЛОКСИДОМ

Та Куанг Кыонг

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Г. Бондалетов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 30, taciunghd@gmail.com

Полидициклопентадиен (ПДЦПД) – термореактивный полимер, обладающий высокой физико-механической прочностью, высокой термостабильностью, хорошей стойкостью к химическим агрессивным средам [1]. При производстве для снижения горючести ПДЦПД к нему часто добавляют различных антипиренов [2, 3].

В качестве антипирена для ПДЦПД широко применяется декабромдифенилоксид (ДБДФО) благодаря его высокой огнезащитной эффективности.

Целью данной работы является исследование влияния ДБДФО на термические характеристики композиции ПДЦПД.

Методика эксперимента. Для получения композиции ПДЦПД с ДБДФО необходимо повышать вязкость мономера так как используемый антипирен не растворяется в мономере. В качестве загустителя был использован каучук СКЭПТ-30 (в количестве 2%), который может вступать в сополимеризацию с мономером. ДБДФО добавлен к композиции с концентрацией 18%. Полимеризацию проводили при 180 °С в присутствии катализатора Граббса с концентрацией 0,01% (от массы мономера). Анализ проводили в воздухе с помощью термоанализатора SDT Q600. Скорость подачи воздуха 100 см³/мин. Скорость подъема температуры 5 °С/мин.

Тепловые эффекты и потери массы, фиксируемые при нагревании композиций ПДЦПД представлены в следующей таблице.

Результаты исследования показали, что потеря массы композиции ПДЦПД с СКЭПТ-30 начинается уже при температуре 90 °С, которая соответствует температуре начала деструкции СКЭПТ. Потеря массы образца без антипирена (31,02%) в этом интервале температур объясняется образованием низкомолекулярных продуктов при окислении двойных связей макромолекул каучука и ПДЦПД. Кроме этого потеря массы может быть связана с удалением циклопентадиена, образующегося при ретро-реакциях Дильса-Альдера. Масса образца с ДБДФО также немного уменьшается (5,98%) в результате раз-

ложения антипирена с образованием бромоводорода. Выделение бромоводорода разбавляет кислород воздуха, что замедляет процесс окисления. Это приводит к снижению теплового эффекта в этом температурном интервале (тепловой эффект для образца без антипирена: 3095,0 Дж/г; а для образца с ДБДФО: 570,8 Дж/г).

Деструкция основных цепей ПДЦПД для образца с ДБДФО начинается в области 425–485 °С с образованием низкомолекулярных углеводородных фрагментов. Тепловой эффект процесса их окисления составляет 299,3 Дж/г. Это значение в 4 раза больше у образца без антипирена (68,4 Дж/г), подвергнувшегося деструкции уже на предыдущей стадии. Деструкция ПДЦПД также подтверждается повышенной потерей массы образца с ДБДФО (29,32%).

Тепловой эффект и потеря массы обоих образцов в области температур от 485 до 561 °С соответствуют процессу полного сгорания. Можно отметить, что в этом температурном интервале величина теплового эффекта и потери массы практически не зависят от состава исследуемого образца.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что введение ДБДФО повышает термическую стойкость композиции ПДЦПД путем замедления процесса окисления двойных связей макромолекул ПДЦПД бромоводородом, образованным при разложении антипирена.

Таблица 1. Тепловые эффекты (Дж/г) и потери массы (%) при деструкции композиции ПДЦПД

| Композиция | Температурный интервал, °С | | |
|-----------------------------|----------------------------|------------|-------------|
| | 255–425 | 425–485 | 485–561 |
| ПДЦПД+2% СКЭПТ-30 | 31,02% | 15,94% | 46,47% |
| | 3095,0 Дж/г | 68,4 Дж/г | 3216,2 Дж/г |
| ПДЦПД+2% СКЭПТ-30+18% ДБДФО | 5,98% | 29,32% | 50,82% |
| | 570,8 Дж/г | 299,3 Дж/г | 6224,9 Дж/г |

Список литературы

1. Ионова Е.И., Лялков А.А., Бондалетов В.Г., Романова А.А. Полимеризация дициклопентадиена под действием тетрахлорида титана // Известия Томского политехнического университета, 2009. – Т. 314. – №3. – С. 106–111.
2. Zhang Yuqing. Flame-retardants, preparation method and modified polydicyclopentadiene composite material, preparation method // Патент КНР №104592301, 2016.
3. Yu Wenjie, Sun Jiapeng, Zhu Xiaoshu и др. Flame-retardant polydicyclopentadiene composition, and thermosetting material and preparation method thereof // Патент КНР №102199252, 2011.