

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ АСФАЛЬТЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПЛАСТЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫТЕСНЕНИЯ СВЕРХВЯЗКИХ НЕФТЕЙ *n*-АЛКАНАМИ

М.Р. Якубов*, Д.Н. Борисов*, С.Г. Якубова*, Д.В. Милордов*,
Г.В. Романов*, К.И. Якубсон**

*Институт органической и физической химии
им. А.Е. Арбузова, **ИПНГ РАН

В настоящее время разработка месторождений сверхвязких нефтей (СВН) скважинными методами проводится путем разогрева пласта паром. Проблемами использования таких технологий являются высокие затраты на получение тепловой энергии, большое потребление воды, значительное поступление в атмосферу углекислого газа. Перспективной альтернативой для повышения энергоэффективности процессов добычи СВН считаются технологии с использованием смесей легких *n*-алканов (пропан, бутан, пентан, гексан) в качестве углеводородных растворителей. Их можно разделить на три основные группы:

- технологии, в которых водяной пар полностью заменяется растворителем;
- совместное нагнетание пара и растворителя;
- последовательная (циклическая) закачка пара и растворителя.

К настоящему времени только вторая группа технологий прошла полные промысловые испытания и применяется в промышленных масштабах в Канаде (проект Christina Lake компании EnCana). Основными тормозящими факторами являются необходимость выбора оптимального растворителя для каждого месторождения и отсутствие достаточно надежных сведений о закономерностях диффузии закачиваемых углеводородов и коллоидной дестабилизации нефтей в зоне контакта с растворителем в зависимости от геолого-физических условий и состава залегающих флюидов. Эти факторы препятствуют получению сопоставимых экспериментальных и расчетных базовых параметров для подготовки технологических проектов разработки месторождений СВН с использованием углеводородных растворителей. Решение подобных задач создаст основу для обоснования внедрения подобных методов и, как следствие, для самостоятельного технологического развития российских нефтедобывающих предприятий в данном направлении.

Наиболее оптимальным вариантом в качестве базового растворителя является широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), получаемая при стабилизации нефти в процессе подготовки. В соответствии с этим обеспечивается низкая стоимость и доступность ШФЛУ для крупных нефтяных компаний, в случае их участия в проектах по разработке залежей СВН на основе технологий с использованием растворителей. Дополнительным фактором в пользу выбора ШФЛУ можно считать близость условий конденсации пентана и гексана, являющихся основными компонентами данной фракции, с водяным паром, что позволяет осуществлять их совместную закачку с максимальной эффективностью.

Проведение модельных экспериментов по вытеснению пентан-гексановой фракцией СВН Ашальчинского и Мордово-Кармальского месторождений (Татарстан) в условиях, приближенных к пермским отложениям, позволило выявить следующие основные факторы образования асфальтеновых отложений в пласте и их минимизации при закачке *n*-алканов:

- особенности компонентного состава СВН, в которых, кроме массового содержания асфальтенов, оказывает влияние также соотношение смол и общей ароматики;
- изменение проницаемости в пределах 100–500 мД, нефтенасыщенности в пределах 5–10 мас.% и температуры в пределах 10–40 °С не оказывает существенного влияния на динамику образования асфальтеновых отложений в пласте при закачке *n*-алканов;
- осаждение асфальтенов в пласте в максимальной степени происходит на начальной стадии процесса вытеснения в зоне контакта СВН–растворитель;
- для повышения коллоидной стабильности асфальтеновых компонентов СВН при воздействии *n*-алканов можно использовать природные нефтяные компоненты и синтетические гетероатомные химпродукты при их содержании 2–5 мас.% в составе закачиваемого растворителя.

Обоснованы методы контроля над процессом выпадения асфальтенов в пласте на основе спектрального анализа добываемых СВН.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 24 «Научные основы инновационных энергоресурсосберегающих экологически безопасных технологий оценки и освоения природных и техногенных ресурсов».