

УДК 550.84

МЕТОДИКА ПИРОЛИЗА НАWK ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНЕРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

М.Р. Кусяпкулова, студент гр. БГЛ-23-01, III курс

Научный руководитель: А.Ф. Шарафутдинов ст. преподаватель
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Баженовская свита Западной Сибири представляет собой уникальный геологический объект, имеющий фундаментальное значение для понимания процессов нефтеобразования и осадконакопления в морских бассейнах, также является главной нефтематеринской толщей одного из крупнейших нефтегазоносных бассейнов мира и одновременно – сложным нетрадиционным коллектором.

Генерационный потенциал Баженовской свиты колоссален и обусловлен её уникальными палеогеографическими условиями формирования, а именно сочетанием высокой биопродуктивности и идеальных условий для сохранения сапропелевого органического вещества, которое и стало основой для генерации углеводородов. Эта толща, накопившаяся на рубеже юрского и мелового периодов (145 млн. лет назад) в изолированных застойных впадинах Западно-Сибирского эпиконтинентального моря, представляет собой гигантскую ловушку для органического вещества.

Ключевую роль в реализации этого потенциала сыграли катагенетические процессы. По мере погружения на глубины 2.5–3.5 километра под давлением вышележащих толщ и при температурах 90–120°C богатый водородом кероген Баженовской свиты вступил в главную фазу нефтеобразования. Именно в этот период из нефтематеринской породы было выделено подавляющее большинство жидких углеводородов, сформировавших знаменитые залежи Западной Сибири. При этом сама свита, обладая низкой проницаемостью, выступила не только источником, но и региональной крышкой, удерживающей нефть в подстилающих коллекторах.

Однако современные технологии кардинально пересмотрели представление о потенциале Бажена, переведя его из статуса классической нефтематеринской толщи в статус гигантского нетрадиционного коллектора. Оказалось, что значительная часть сгенерированной нефти не покинула нефтематеринскую породу, а осталась в ней в виде рассеянной или сорбированной нефти, а также заполнила естественную трещинную сеть, возникшую из-за хрупкости кремнистых пород. Таким образом, помимо выполненной роли генератора для традиционных месторождений, Баженовская свита сама по себе является колоссальным сланцевым резервуаром, что и

определяет её стратегическое значение для будущего нефтедобычи в России.

Пиролиз в геохимии является важнейшим методом исследования горных пород. С момента его открытия пиролитические исследования всегда применялись для оценки генерационного потенциала нефтематеринских пород и установления степени катагенетического созревания органического вещества. [1] Наряду с используемым большинством исследователей анализатором Rock-Eval 6 (Vinci Technologies, Франция) в практику пиролитического анализа успешно внедряется современный, надежный, простой в эксплуатации анализатор HAWK (Hydrocarbon Analyzer With Kinetics, Wildcat Technologies, США). Однако есть небольшое отличие, в пиролитической установке HAWK по умолчанию нагрев образца начинается с комнатной температуры из-за чего вводится пик S0, характеризующий количество легких сорбированных углеводородов. [2]

Исследование начинается с подготовки образцов, их измельчают до фракции <100 мкм. Далее выбирают оптимальную массу навески образца, чтобы определить зависимость аналитических сигналов пиролитических параметров от массы навески для разных образцов. Третьим этапом проводят пиролитический анализ образцов на приборе HAWK. Тигль с образцов нагревают в инертной атмосфере (газ-гелий) до 90 градусов с выделением сорбированных газообразных и легких углеводородов (S0), при дальнейшем нагревании до 300 градусов происходит десорбция углеводородов, входящих в состав нефтей (S1). При повышении температуры до 650 градусов приводило к термическому разложению керогена (S2). Эти пики регистрируются пламенно-ионизационным детектором. Для разделения продуктов термического испарения битумоидов и крекинга керогена, необходима экстракция образцов пород органическими растворителями. Для этого образцы выветривали при комнатной температуре в вытяжном шкафу, затем сушили в вакуумном сушильном шкафу при 80 градусах и 1500 Па в течении суток. Через 23 дня значения параметров S1 и S2 перестают изменяться как для образца нефтематеринской породы, так и для образца породы-коллектора. Наиболее полная экстракция достигается с помощью хлороформа и спирто-бензольной смеси. Следующий этап - пиролитический анализ после экстракции. Оцениваются метрологические характеристики и проводится проверка правильности. Для оценки метрологических характеристик было выделено по два диапазона всех параметров, кроме T_{max}, а для оценки правильности сопоставляются результаты анализа стандартных образцов WT1-HAWK STD и IFP160000 на приборе HAWK с аттестованными значениями и нашими полученными данными. [1]

Методика пиролиза HAWK представляет собой усовершенствованный многоступенчатый метод анализа керна и шлама для оценки генерационного потенциала органического вещества (ОВ) Баженовской свиты — ключевого нефтематеринского комплекса Западной Сибири. Она позволяет

выделять свободные углеводороды (S1, S0), продукты крекинга керогена (S2) и определять перспективные интервалы в сложных сланцевых коллекторах.

Основные принципы HAWK:

Метод использует пять зон нагрева с изотермическими этапами: начальный для свободной нефти, последующие — для битумов, асфальтенов и керогена, с детекцией пламенным ионизационным детектором. Параметры вроде TOC, HI, Tmax и PI помогают оценить зрелость ОБ и остаточный потенциал. Для Баженовской свиты учитывают влияние дробности образцов, экстракции хлороформом и потерь легкой нефти.

Применение к Баженовской свите:

Исследования на образцах показали смещение УВ из S1 в S2 при росте размера зерна, что корректирует оценки ресурсов объемным методом. HAWK эффективен для выявления "сладких пятен" в нетрадиционных коллекторах, аналогично Marcellus (США), и контроля генерации нефти/газа в Баженовской свите (высокий TOC до 14%, мощность 5–40 м). Используется с SEM, XRF для литологии и бассейновым моделированием (PetroMod, TemisFlow).

Ключевые итоги, использования установки HAWK:

1) Новая схема учета S1/S2 до/после экстракции повышает точность подсчета запасов, исключая незрелый кероген.

2) Генерационный потенциал высок: свита в зоне нефтеобразования, с выходом УВ до 82% после обработки (SCW-пиролиз).

Методика интегрируется в оценку ресурсов, подтверждая перспективность Баженовской свиты для сланцевой нефти/газа. [3]

Список литературы

1. Вторушина Э.А., Булатов Т.Д., Козлов И.В., Вторушин М.Н. Современный метод определения пиролитических параметров горных пород // Геология нефти и газа. 2018. № 2. С. 71–77.
2. Чемоданов А.Е., Гареев Б.И., Баталин Г.А., Герасимов Р.С. Исследование доманиковых пород методом пиролитической газовой хроматомасс-спектрометрии // Георесурсы. 2019. Т. 21, № 1. С. 71–76.
3. Оксенойд Е.Е., Сидоров А.А., Поповская В.Г. Модель углеводородной системы и оценка ресурсов баженовской свиты в районе Фроловской мегавпадины Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Георесурсы. 2024;26(4):45-61.