

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ГИДРОТЕРМАЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

А.Ю. Бычков, А.Г. Калмыков, А.В. Стенников, И.А. Бугаев

Проведены экспериментальное исследование по гидротермальному воздействию на породы баженовской Западно-сибирской провинции и доманиковой свиты Волго-Уральской нефтегазоносной провинции продолжительностью от 1 до 60 суток. Для этого были применены ранее разработанные в лаборатории экспериментальной геохимии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова методы изучения минеральных равновесий в гидротермальных условиях. Эксперименты проводились в автоклавах из жаропрочной стали, запираемые медной прокладкой объемом 50 мл. Такие автоклавы позволяют выдерживать длительное время температуру до 600°C и давление до 2000 бар.

В автоклав загружалась навеска 10 г образца породы Баженовской свиты. Порода была раздроблена, использовалась широкая фракция <2 мм. В автоклав загружался водный раствор так, чтобы давление при температуре ниже критической точки воды соответствовало давлению насыщенного пара воды, а при температуре выше критической составляло 1000 бар. После запираания автоклавы помещались в предварительно нагретую трубчатую печь. Температура задавалась с помощью ПИД-регулятора ОВЕН ТРМ-10 при помощи термопары хромель-алюмель с точностью  $\pm 3^\circ\text{C}$ . Продолжительность опытов была определена с помощью кинетической серии и составляла 7 суток.

После окончания экспериментов автоклавы охлаждались проточной водой и открывались. Проба газовой фазы отбиралась под слоем воды при наличии избыточного давления в охлажденном автоклаве. При температурах 200-350°C на поверхности раствора в автоклаве наблюдалась пленка углеводородов. Извлечение проводилось экстракцией 5 или 10 мл гексана, затем водная и органическая фазы разделялись в делительной воронке. Раствор углеводородов в гексане упаривался, и количество нефтяных фракций определялось весовым методом. Нормальные и изопреноидные алканы состава C10-C36, входящие в состав битумоида и нефтей, анализировались методом газожидкостной или газовой хроматографии (ГЖХ или ГХ) на хроматографе Clarus фирмы Perkin Elmer. Условия газохроматографического анализа: газ-носитель – гелий, скорость гелия 30 см/сек при 100°C. Капиллярная кварцевая колонка 60 м x 0,25 мм. Скорость программирования температуры термостата колонок 4°C/мин, начальная температура 60°C, конечная – 320°C. Твердая фаза образцов была изучена с помощью пиролизатора Rock-Eval-6 [2].

Результаты экспериментов показали, что при 300°C и давлении насыщенного пара воды из пород баженовской и доманиковой свиты до 10% органического вещества

керогена превращается в углеводороды нефтяных фракций уже за несколько суток. Снижение температуры резко уменьшает образование углеводородов [1]. Уже при 250°C доля преобразованного керогена не превышает 0.5%. При повышении температуры до 350°C доля нефтяных фракций снижается, поскольку начинается конкурирующий процесс коксования, а нефтяные фракции могут преобразовываться в газообразные продукты. Исследованы кинетические закономерности образования углеводородов нефтяных фракций. Результаты кинетических серий позволили сделать предположение, что степень катагенетической преобразованности керогена оказывает существенное влияние на процесс образования углеводородов. Как правило, в случае высокой степени преобразованности с увеличением продолжительности воздействия наблюдается увеличение доли углеводородов нефтяных фракций, а на ранних стадиях преобразования, наоборот, происходило её уменьшение. Опыты с нефтью и битумами показывают преобразование минеральных фаз.

При повышении температуры от 250 до 300°C во всех образцах увеличивается количество нормальных алканов и уменьшается количество изопренанов. На основании этих данных можно сделать предположение, что с повышением температуры всё большее количество органической компоненты переходит в нормальные алканы, а длина углеводородной цепи уменьшается. Дальнейшее повышение температуры приводит к уменьшению доли нефтяной фракции и получению большей доли газообразных продуктов.

Работа выполнена при поддержке РФФ, проект 15-17-00010.

Литература.

1. Бычков А.Ю., Калмыков Г.А., Бугаев И.А., Калмыков А.Г., Козлова Е.В. Экспериментальные исследования получения углеводородных флюидов из пород баженовской свиты при гидротермальном воздействии. Вест. Моск. ун-та. Серия 4: Геология. 2015. № 4. С.34-39.
2. Козлова Е.В., Фадеева Н.П., Калмыков Г.А. и др. Технология исследования геохимических параметров органического вещества керогеносыщенных отложений (на примере баженовской свиты, Западная Сибирь). Вест. Моск. ун-та. Серия 4: Геология. 2015. № 5. С.44-53.