

Термическое разложение керогена доманиковой породы Ромашкинского месторождения в суб- и сверхкритической воде

Научный руководитель – Каюкова Галина Петровна

Насырова Зухра Рамисовна

Аспирант

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия

E-mail: nzs95@yandex.ru

Изучено термическое разложение керогена высокоуглеродистой доманиковой породы Ромашкинского месторождения в суб- и сверхкритической воде (СКВ) при температурах 320, 374 и 420°C. По данным анализа Rock-Eval выделенный кероген из доманиковой породы с содержанием органического углерода ($C_{орг}$) 55.69 % представляет собой высокомолекулярную структуру (S_2 - 159.38 мг УВ/г породы) с крайне низким содержанием свободных углеводов (S_1 - 0.33 мг УВ/г породы). В составе образцов керогена сохраняются преимущественно железосодержащие минералы (пирит, ферригидрит, марказит, окись железа), которые образуют с керогеном органо-минеральные комплексы, плохо растворимые в кислотах. Воздействие субкритической воды на доманиковую породу при температуре 320°C (17.0 МПа) не приводит к заметным изменениям в структуре керогена. Интенсивное разложение керогена происходит в СКВ при 374°C (24.6 МПа) и 420°C (24.4 МПа) с образованием газов, насыщенных и ароматических углеводов, а также твердых углистых веществ типа карбенов/карбоидов. По данным ИК- спектроскопии разложение керогена сопровождается уменьшением длины его алифатических фрагментов и увеличением степени их разветвленности, а также увеличением содержания ароматического углерода по сравнению с алифатическим. Количество атомов водорода, непосредственно связанных с кольцевыми ароматическими структурами, также уменьшается, что приводит к увеличению степени конденсации структуры керогена. Разрыв серасодержащих связей в структуре керогена наблюдается при 420°C (24.4 МПа) в отличие от других экспериментов. Данные электронного парамагнитного резонанса свидетельствуют о разрушении ванадилпорфириновых комплексов и увеличении концентрации свободных радикалов в структуре керогена под действием СКВ. Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой выявлены особенности состава и распределения биогенных, редкоземельных и радиоактивных микроэлементов в образцах пород и выделенных керогенов. На основании зависимостей значений отношений $H/C_{ат}$ от $O/C_{ат}$ (диаграмма Ван-Кревелена), значений HI от T_{max} (данные Rock-Eval), а также значений спектральных параметров А фактора от С фактора, отражающих содержание алифатических и кислородсодержащих групп в структуре керогена, по сравнению с ароматическими связями, установлено, что с повышением температуры и давления степень зрелости керогена возрастает. Эти данные согласуются со значениями биомаркерных параметров, характеризующих изменения состава насыщенных и ароматических углеводов, генерируемых керогеном под воздействием СКВ. С помощью сканирующей электронной микроскопии установлены изменения порового пространства структуры керогена: размер пор увеличивается при 374°C (24.6 МПа) и уменьшается при 420°C (24.4 МПа) за счет контаминации порового пространства углистыми веществами, что важно учитывать при разработке керогенсодержащих пород с применением гидротермальных технологий.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90112.