

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ НЕРАСТВОРИМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПРОДУКТИВНЫХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

И.О. Бурханова
ИПНГ РАН

Содержание нерастворимого органического вещества (НОВ), или керогена, является одним из определяющих признаков материнских свойств породы. С целью оценки количества и распределения НОВ по залежи необходимо выявить связь между содержанием НОВ и физическими свойствами породы, которые определяются с использованием методов геофизических исследований скважин.

Объектом исследований послужили нижнепермские карбонатные продуктивные отложения Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ) и артинские карбонатные продуктивные отложения Димитровского нефтегазоконденсатного месторождения (ДНГКМ). И те, и другие породы характеризуются сложным составом матрицы (известняк, доломит, гипс, ангидрит и др.), сложной структурой емкостного пространства (поры разного размера, трещины). Также для пород обоих месторождений характерно присутствие в их составе органического вещества как в растворимой (битумоиды), так и в нерастворимой (керогеноподобный полимер) формах.

Далее в статье такие термины, как керогеноподобный полимер, нерастворимое органическое вещество и кероген автор считает синонимами.

Значительный объем керна, отобранного из продуктивных отложений ОНГКМ, охарактеризован в ходе пиролитических исследований. Один из параметров пиролитических исследований – содержание органического углерода $C_{орг}$ – позволил оценить количество НОВ в изучаемых породах (элементный состав НОВ известен).

В результате анализа распределения величин $C_{орг}$ по глубине были выделены интервалы с высокими концентрациями органического углерода. Эти интервалы приурочены к подошве артинского яруса, гамма-реперу в кровле сакмарского яруса, подошвам сакмарского и ассельского ярусов. При этом содержание $C_{орг}$ в породах сакмарского гамма-репера практически в 3 раза выше, чем в остальных интервалах, и составляет 28,7 мг/г. Для таких пород была выявлена прямая линейная зависимость содержания органического углерода от гамма-активности по ГИС $K_{кер}^{пиролит} = f(I_\gamma)$ (рис. 1).

Однако количество определений $C_{орг}$ в границах сакмарского гамма-репера мало (11 образцов). Уточнить выявленную связь $C_{орг} = f(I_\gamma)$ стало возможно с помощью ГИС. Из-за неподвижности керогена в пластовых условиях происходит занижение водородосодержания, определенного по данным ядерно-магнитного томографического каротажа (ЯМТК), по сравнению с суммарным водородосодержанием породы, полученным по данным нейтронного каротажа (НК). Этот принцип был учтен при оценке содержания керогена по комплексу ЯМТК+НК (водородосодержание керогена принято равным 0,8 в соответствии с литературными данными). Уточненная связь (рис. 2) позволяет оценивать содержание керогена в интервале сакмарского гамма-репера по материалам ограниченного комплекса ГИС, который проводится в эксплуатационных скважинах. Существенное различие в углах наклона связей на рис. 1 и рис. 2 объясняется тем, что, во-первых, для построения связи $K_{кер}^{пиролит} = f(I_\gamma)$ были отобраны образцы с максимальным содержанием $C_{орг}$. Во-вторых, коллекция керна, сформированная для пиролитических исследований, не может достаточно достоверно отражать свойства пород в пласте, так как здесь в среднем приходится всего 1 образец на 1 м керна. Таким образом, для оценки содержания керогеноподобного полимера в пласте целесообразно использовать связь, показанную на рис. 2. Среднее содержание керогеноподобного полимера в породах сакмарского гамма-репера ОНГКМ по данным ГИС составило 3,5%, по данным пиролитических исследований – 3,3%.

Для отложений артинского и ассельского ярусов, верхнего и среднего карбона, а также для пород надреперной и подреперной частей сакмарского яруса ОНГКМ оценка количества керогеноподобного вещества на данный момент возможна только объемно-статистическим методом на основе средних величин $C_{орг}$.

Породы артинского яруса ДНГКМ керном охарактеризованы хуже, и пиролитических исследований здесь не проводилось. Для выделения пластов с высоким содержанием органического вещества (ОВ) была проведена классификация объектов по методике Е.А. Неймана (1984 г.). На основе макроописания керна, описаний пород в шлифах и по характерным геофизическим признакам к насыщенным органическим веществом отнесены породы класса пластов, характеризующихся низкой нейтронной пористостью, высокой гамма-активностью, высокими сопротивлениями. Для таких пластов содержание ОВ оценивалось по комплексу акустического и нейтронного методов. При этом предполагалось отсутствие проникновения бурового раствора в пласт из-за

гидрофобности органического вещества, и за насыщающий флюид был принят газ. Интервальное время пробега продольной волны ΔT в органическом веществе (которое, предположительно, представлено в основном керогеном) и водородосодержание W приняты (согласно литературным данным) 440 мкс/м и 80%. соответственно. В пластовых условиях ΔT и W газа оценены, соответственно, как 1500 мкс/м и 35%. Разработанная методика апробирована в трех скважинах ДНГКМ. Среднее содержание ОВ (керогена) в породах артинского яруса ДНГКМ составило 5,5%.

Таким образом, для двух схожих по свойствам объектов были успешно опробованы разные методические приемы оценки содержания керогена по данным ГИС (в зависимости от имеющихся исходных материалов).

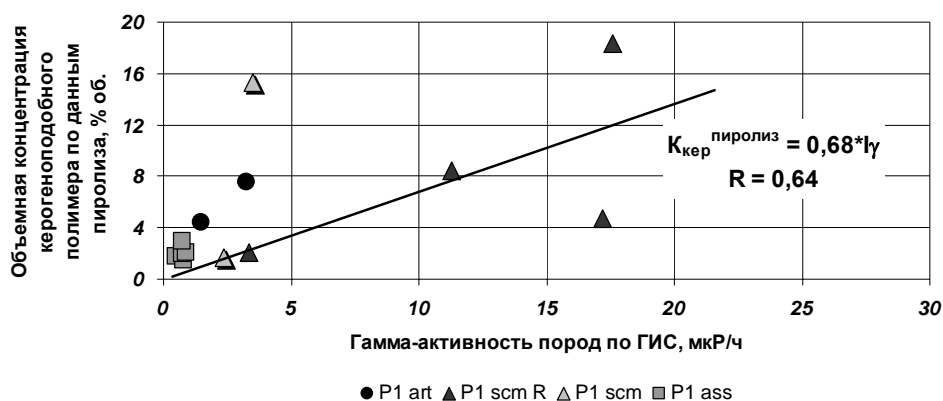


Рис. 1. Сопоставление результатов оценки объемного содержания керогеноподобного полимера по данным пиролитических исследований с гамма-активностью пластов по показаниям гамма-метода для отложений сакмарского репера

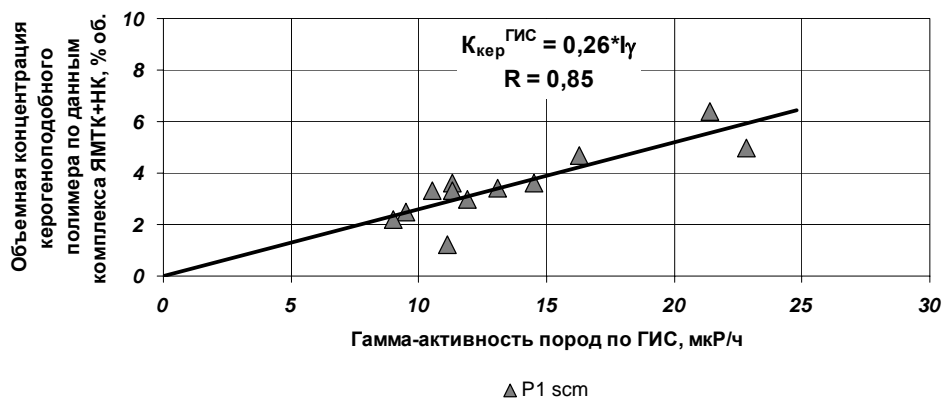


Рис. 2. Сопоставление результатов оценки объемного содержания керогеноподобного полимера по комплексу ЯМТК+НК с гамма-активностью пластов по показаниям гамма-метода для отложений сакмарского репера