



ЗАО НПФ «ГИТАС»



РОО «Ядерно-Геофизическое Общество»



ОАО НПФ ВНИИГИС

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Международной научно-практической конференции
«Аппаратурно-методические комплексы и технологии
ГИС и ядерно-геофизические методы
для исследования нефтегазовых и рудных скважин»
2-5 октября 2012 г.
г. Октябрьский, Республика Башкортостан**



ЗАО НПФ «ГИТАС» - 20 лет

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОФИЛОГРАФА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТОНКОСЛОИСТЫХ РАЗРЕЗОВ НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТА АС₁ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Зубков М.Ю., Косяков В.П. (ООО «ЗапСибГЦ», г. Тюмень)

В настоящее время отсутствуют надежные способы определения запасов углеводородов в тонкослоистых разрезах, состоящих из переслаивающихся маломощных прослоев глин, алевролитов и песчаников, толщина отдельных слоев которых может составлять от 0.5-1.0 до 20-30 мм. Определять суммарную мощность песчано-алевритовых прослоев в таком разрезе довольно проблематично, так как требует больших временных затрат и характеризуется низкой точностью таких замеров. Поэтому на основе методических разработок, осуществленных В.В. Семеновым (ОАО «СибНИИМП») нами был изготовлен и опробован профилограф, позволяющий с высокой точностью определять гранулометрический состав полноразмерного керна в автоматическом режиме.

Для демонстрации возможностей прибора были выбраны отложения пласта АС₁, сложенные преимущественно глинами и алевролитами с небольшой примесью мелкозернистых песчаников, и имеющих тонкослоистую текстуру, обусловленную частым чередованием маломощных прослоев, сложенных глинистым и алевролитовым материалами. Характерной особенностью рассматриваемых отложений является то, что алевролитовые прослои насыщены нефтью и, следовательно, рассматриваемые отложения являются потенциально продуктивными. Поскольку мощность глинистых и алевролитовых прослоев изменяется от десятых долей миллиметра до первых сантиметров, то определить эффективную (нефтенасыщенную) мощность традиционными методами довольно проблематично. Поэтому с целью упрощения (автоматизации) процедуры определения эффективной мощности, а также пористости и проницаемости, слагающих рассматриваемые отложения глинистых и алевролитовых прослоев, использовался профилограф, с помощью которого были получены профилограммы с каждого среза керна, отобранного из двух интервалов.

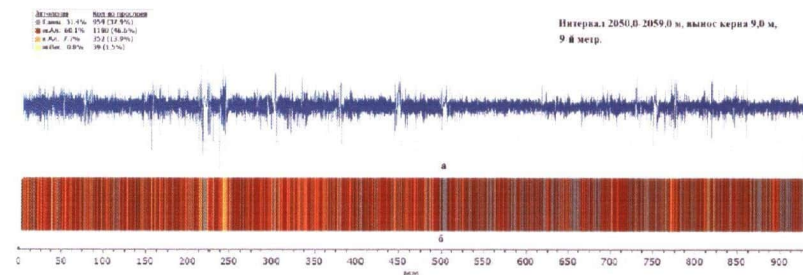


Рис. 1. Профилограммы (а) и результаты их интерпретации (б) срезов полноразмерного керна, отобранного из скв. 3Р Торфянского ЛУ в интервале залегания пласта АС₁

В результате исследования получаются профилограммы (рис. 1а), при помощи которых можно определить литологический состав (см. рис. 1б).

На основе полученных данных проведено суммирование всех глинистых и алевролитовых прослоев в исследованных срезах, причем с разбиением алевролитов на два класса – мелко- и крупнозернистых; в виде незначительной примеси также присутствуют мелкозернистые песчаники (рис. 2). Таким образом, суммарное содержание глинистых прослоев в исследованных срезах составляет от 31.4 до 59.3 % от их длины. Следовательно, эффективная мощность, представленная алевролитами и мелкозернистыми песчаниками, в этих срезах изменяется от 0.4 до 0.69 м (см. рис. 2).

Качество полученных данных проверялось путем сопоставления их с результатами гранулометрического анализа образцов, отобранных из обсуждаемых срезов двух исследованных интервалов. Данные гранулометрического анализа использовались для уточнения параметров, отвечающих за количественный состав того или иного компонента. Профилограммы снимались также и с торцов цилиндрических образцов стандартного размера (рис. 3). Затем полученные значения сравнивались с данными традиционного гранулометрического анализа для этих образцов. Совместное использование двух методов исследования позволяет повысить достоверность получаемых данных.

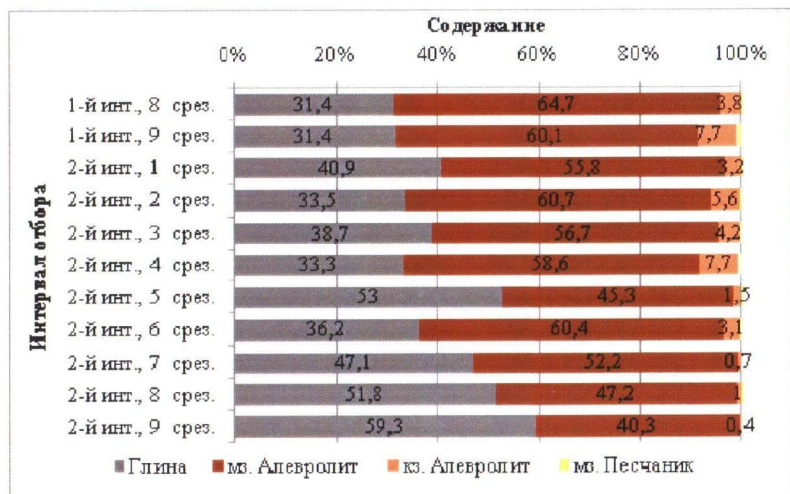


Рис. 2. Процентное содержание глин, крупнозернистых и мелкозернистых алевролитов в срезах 2-х интервалов отбора керн, пласт АС₁, скв. 3Р Тортасинского ЛУ

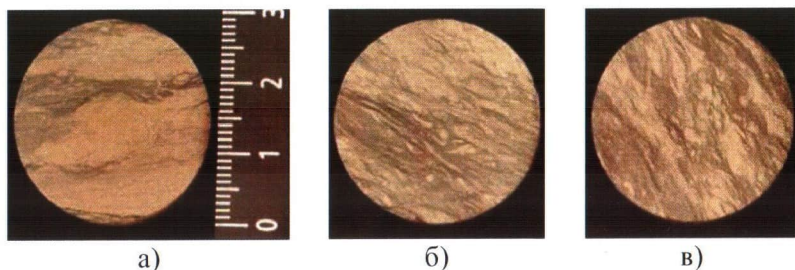


Рис. 3. Фотографии торцов цилиндрических образцов стандартного размера, на которых хорошо видны алевролитовые и глинистые прослои.

Оценка величин пористости и проницаемости глин и алевролитов, выделенных в составе рассматриваемых отложений, проводилась на основе решения 27 систем линейных уравнений с тремя неизвестными, полученных на основе результатов литолого-петрофизических исследований 27 цилиндрических образцов керн с известными фильтрационно-емкостными свойствами и гранулометрическим составом. Так как в системе

больше уравнений, чем неизвестных, и такая система называется переопределенной, то из множества решений, находилось такое решение, которое имеет физический смысл и обладает минимальным значением невязки с экспериментальными данными. Таким образом, в результате решения составленных уравнений удалось получить значения пористости и проницаемости для выделенных основных литологических типов пород (рис. 4 а, б). Полученные данные свидетельствуют о том, что пористость глинистых прослоев составляет чуть более 5 %, мелкозернистых алевролитов – 19 % и крупнозернистых алевролитов – 23 % (см. рис. 4а).

Глинистые прослойки практически непроницаемы, их проницаемость составляет менее 0.01 мД, мелкозернистые алевролиты также характеризуются низкой величиной проницаемости – в среднем около 0.42 мД, наконец, самой высокой проницаемостью выделяются крупнозернистые алевролиты – их проницаемость в среднем близка к 3.98 мД (см. рис. 4б).

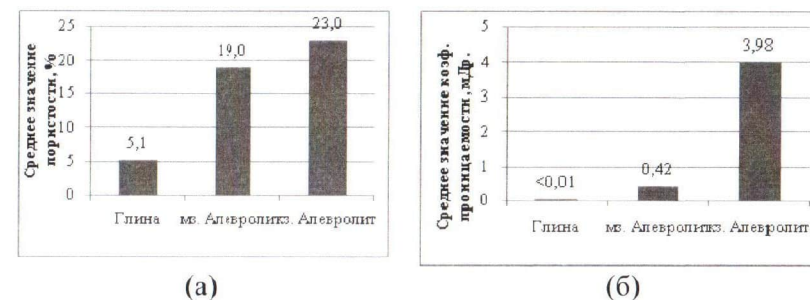


Рис. 4. Средние значения открытой пористости (а) и абсолютной проницаемости (б) в различных типах пород, слагающих пласт АС₁

Используя данные о среднем литологическом составе каждого из срезов, можно рассчитать их средневзвешенную по срезу пористость (рис. 5а) и проницаемость (рис. 5б).

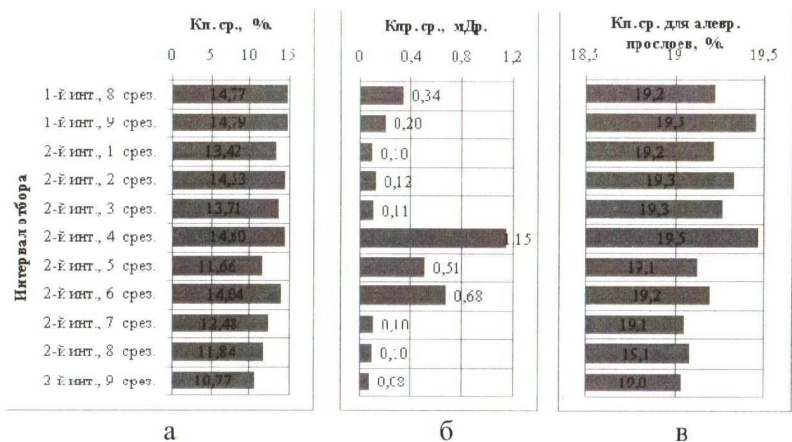


Рис. 5. Средние значения: а – коэффициента пористости; б – коэффициента проницаемости; в – коэффициента пористости алевролитовых прослоев в пределах отдельных срезов

Из полученных данных следует, что усредненная по каждому из срезов пористость изменяется от 10.8% до 14.8%, а проницаемость – от 0.08 до 1.14 мД (см. рис. 5а и 5б, соответственно).

С целью проверки полученных данных о проницаемости была определена абсолютная проницаемость коллекции полноразмерных образцов, отобранных из пласта АС₁ в двух взаимно перпендикулярных направлениях, параллельно и перпендикулярно по отношению к слоистости. Из полученных данных следует, что проницаемость в направлении, перпендикулярном к слоистости чуть выше проницаемости глин (0.01-0.03 мД), а в направлении, параллельном по отношению к слоистости она гораздо выше и изменяется от 0.05 до 10.42 мД. Два полноразмерных образца обладающих самой высокой проницаемостью (параллельно слоистости), вероятно, содержат микротрещины, которые не сомкнулись даже при всестороннем давлении, составлявшем 3.5 МПа, при котором осуществлялись замеры проницаемости. Не исключено также, что полученные более высокие значения проницаемости на полноразмерных образцах по сравнению с таковыми стандартного размера, объясняются хо-

рошо известным «масштабным эффектом». Тем не менее, полученные значения проницаемости имеют тот же порядок, что и средние расчетные величины проницаемости, полученные для крупно- и мелкозернистых алевролитов, приведенные выше (см. рис. 4б).

Пористость эффективных интервалов, сложенных алевролитами (за вычетом глинистых микропрослоев), заметно выше средневзвешенной величины Кп и составляет в среднем 19.0-19.5 % (рис. 5в). Слабые вариации расчетных значений пористости эффективных интервалов объясняются тем, что они сложены преимущественно одним литологическим типом – мелкозернистыми алевролитами, поэтому второй тип, а именно крупнозернистые алевролиты из-за незначительного их содержания слабо влияют на величину средней пористости (см. рис. 5в).

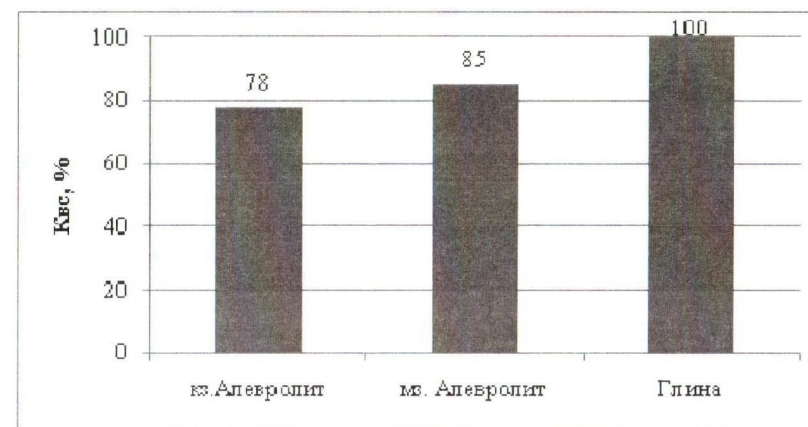


Рис. 6. Средние оценочные значения величины водоудерживающей способности для крупнозернистых и мелкозернистых алевролитов, а также глин, пласт АС₁

Для оценки геологических запасов, содержащихся в рассматриваемых отложениях, большое значение имеет содержание в них остаточной воды (Кво), величину которой можно приблизительно оценить, используя для этого полученные значения водоудерживающей способности (Квс). Применяя описанный выше способ решения системы линейных уравнений с тремя

неизвестными для оценки величин $K_{вс}$ у крупно- и мелкозернистых алевролитов, а также глин, были получены следующие усредненные значения $K_{вс}$: для крупнозернистых алевролитов – 78 %, для мелкозернистых алевролитов – 85 % и для глин – 100 % (рис. 6).

Используя полученные значения $K_{вс}$ для основных литологических типов пород, слагающих пласт $АС_1$, а также средние значения открытой пористости для тех же литологических типов пород (см. рис. 4а, б), легко получить средние оценочные значения эффективной пористости ($K_{пэф}$) для этих же пород. Они имеют следующие значения $K_{пэф}$: крупнозернистые алевролиты – 5 %, мелкозернистые алевролиты – 3 % и глины – 0 %. Поскольку вклад крупнозернистых алевролитов в суммарную эффективную пористость рассматриваемых отложений невелик, то ее средняя величина будет варьировать в узких пределах – от 3.1 до 3.2 %

В заключение отметим, что исследования с использованием профилографа являются достаточно быстрым и относительно простым способом исследования. Более того, если при интерпретации полученных данных использовать результаты, полученные в других исследованиях (гранулометрический анализ, потоковые исследования), то эффективность исследований заметно возрастает.

Совместное использование результатов исследований позволило определить эффективную мощность продуктивных слоёв, а также произвести оценку геологических запасов. Полученные результаты могут быть использована в дальнейших проектных работах.

Полный объём исследований кернового материала будет требовать гораздо больших финансовых и временных затрат, ввиду низкой механической прочности рассматриваемых отложений и существования отмеченного выше «масштабного эффекта» рассматриваемый продуктивный объект следует исследовать по возможности на полно- и/или большеразмерном керне с целью получения более достоверных сведений.