

При бурении скважины под ОК 245 мм в интервалах Tena–Caliza A рекомендуется использовать буровой раствор с плотностью 10,8 ppg до 11,25 ppg для снижения вероятности возможных обрушений стенки ствола скважины. При бурении скважины под ОК 178 мм в интервалах Arenisca U – Hollin рекомендуется использовать буровой раствор с плотностью 10,4 ppg до 10,7 ppg для снижения вероятности возможных обрушений стенки ствола скважины. На рис. 2 представлен планшет, который подтверждает согласованность результатов моделирования и фактических данных полученных со скважины.

#### Литература

1. Torres M. E., Frydman M., Casalis D., Ramirez A., León F., Villalba E. 3D Analysis for Wellbore Stability: Reducing Drilling Risks in Oriente Basin, Ecuador”. SPE 94758. – LACPEC Brazil. – 2005.
2. J. Toro-Alava, K. Luzuriaga, O. Corozo, L. Coral “Reservoir Characterization and Geological Model for the Lower T Sandstone and Lower U Sandstone, Tapi – TTT Oilfield, Oriente Basin, Ecuador: A Core- and Log-Based Study” SPE-177178-MS – 2015.
3. A. Andrade, R. H. Correa, G. E. Atahualpa, G. Ripa, M. Brignoli, T. Ciccarone “Sand Production Risk Evaluation and Sand Control Screening, the Complete Workflow for the Future Development of the Oglan Field – Ecuador” SPE-185525-MS – 2017.
4. Zoback M. D. Reservoir Geomechanics. UK, Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 505 p.

УДК 55:004.9:622.276(476.2)

### **ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС ПО СКВАЖИНЕ № 40S2 НАДВИНСКАЯ. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГИС**

**В. Н. Чаркина**

*Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти  
БелНИПИнефть, г. Гомель*

Геофизические методы исследования скважин, базирующиеся на современных физических методах исследования горных пород, используются для изучения геологического строения недр по скважинным разрезам, выявления и оценки запасов углеводородного сырья, использования промыслово-геофизической информации при проектировании, контроле и анализе, разработке месторождений нефти и газа и технического состояния скважин.

В статье представлено описание основных методов геофизических исследований скважин (ГИС), а также результаты геофизической интерпретации на примере скважины № 40s2 Надвинского месторождения.

Целью работы является выбор наиболее информативного комплекса ГИС для получения максимально возможного объема полезной информации.

Выбор рационального комплекса ГИС зависит в том числе и от целей, которые Заказчик ставит перед исполнителем. В большинстве случаев результатом проведенных каротажных работ является получение следующей информации: 1) литологии; 2) общей и открытой пористости; 3) глинистости; 4) мощности пород-коллекторов, 5) Кн и характера насыщения.

В геоструктурном отношении Надвинское месторождение расположено в пределах Северной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба. Девонские подсолевые отложения данной структуры включают две формации: витебско-

ланскую глинисто-терригенную и саргаевско-евлановскую карбонатную – их мы и рассмотрим на примере скважины Надвинская 40s2.

**Комплекс ГИС.** Геофизические методы исследования скважин, базирующиеся на современных физических методах исследования горных пород, используются для изучения геологического строения недр по скважинным разрезам, выявления и оценки запасов углеводородного сырья, использования промыслово-геофизической информации при проектировании, контроле и анализе разработки месторождений нефти и газа и технического состояния скважин.

*Гамма-каротаж (ГК)* – определение естественной радиоактивности, в зависимости от интенсивности  $I_\gamma$  естественного  $\gamma$ -излучения, которое регистрируется прибором, движущимся по стволу скважины.

*Нейтронный гамма-каротаж (НГК)* – породу облучают постоянным потоком нейтронов, а в ответ регистрируют образовавшееся гамма-излучение.

Одним из характерных физических свойств горных пород, которое широко используется при изучении геологического разреза скважин, является способность горных пород проводить электрический ток.

*Боковой каротаж (БК)* – каротаж сопротивления зондами с экранными электродами и фокусировкой тока. Через горную породу пропускают ток и регистрируют сопротивление.

*Акустический каротаж (АК)* – основан на разной скорости распространения упругих волн от источника к приемнику прибора ( $V$  м/сек) в зависимости от литологии, пористости и флюида, заполняющего пустотное пространство горной породы.

*Кавернометрия (ДС)* – в скважинах проводится с целью измерения изменения диаметра скважин, контроля за их техническим состоянием [1].

В апреле 2019 г. забурена скважина 40s2 Надвинская с использованием части аварийного ствола 40 Надвинская. Проектный горизонт – ланско-старооскольский.

Коллектора выделяются на каротажных кривых падениями по ГК, незначительным ростом НГК (относительно глинистой части разреза) и ростом АК (рис. 1).

В местах низких значений кривой ГК (рис. 1) – это неглинистые или слабogliнистые породы, которые могут быть представлены коллекторами.

Незначительный рост значений НГК на фоне низких значений ГК – один из главных качественных признаков наличия пород-коллекторов.

Расчет общей пористости и литологии проводился по методике Заляева, в основу которой заложены функциональные преобразования данных НГК и АК.

Глинистость рассчитывалась по методике Заляева, а также по двум опорным пластам на основе метода ГК.

Для определения характера насыщения на качественном уровне использовалась нормализация методов сопротивления и метода НГК на плотном и глинистом пластах. Рост кривой сопротивления относительно НГК свидетельствует о наличии углеводорода в пласте коллекторе, снижение кривой сопротивления относительно кривой НГК говорит об обводненности коллекторов.

В скважине 40s2 Надвинская вода от закачиваемой соседней скважины проникла в кровлю старооскольского горизонта. По данным БК в обводненной части отмечается снижение значений сопротивления до 5,5 Ом, в нефтяной части коллектора отмечается рост значений сопротивления выше 30 Ом.

Последующая разработка залежи подтвердила наличие незначительного обводнения пород-коллекторов.

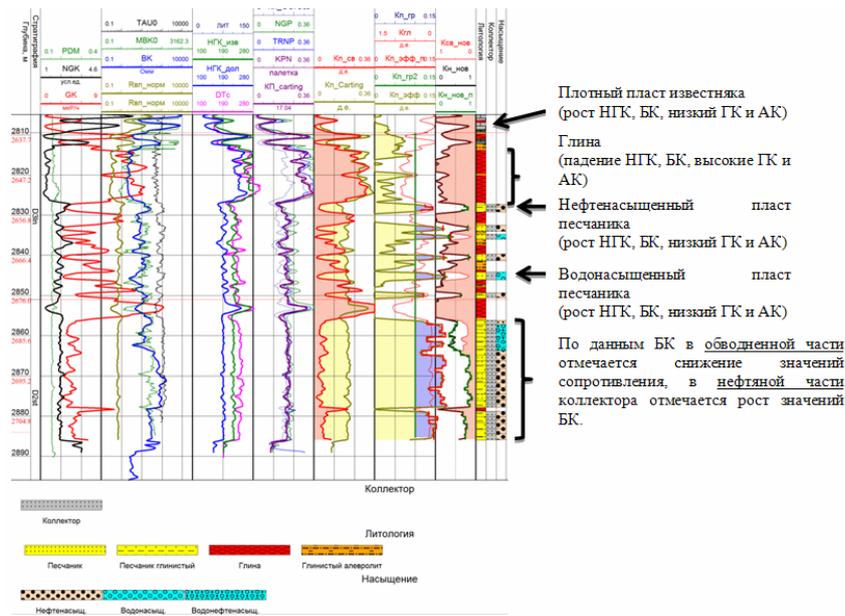


Рис. 1. Планшет по результатам обработки Надвинская 40s2

Таким образом, для определения литологии и пористости необходимы методы ГК, НГК, АК, ГГК-П. Если задача состоит в определении еще и минерального состава глин, а также для выявления аномальных высокоаммных пород-коллекторов, тогда дополнительно можно рекомендовать еще и SGK. Для оценки  $K_n$  и характера насыщения в карбонатных породах необходим метод БК и МБК, для оценки  $K_n$  и характера насыщения в терригенных породах БК и ИК.

Особенностью ланско-староосткольской залежи Надвинского месторождения является наличие пород-коллекторов с достаточно высокой открытой пористостью, при этом проницаемость пород-коллекторов – низкая. Как следствие, фактические дебиты обычно не достигают проектных.

По данным керна, породы ланско-староосткольской залежи литологически представлены мелкозернистыми разностями крепкого плотного песчаника. Открытая пористость достигает 18–20 %, проницаемость данной породы не превышает 3–10 Мд. Одной из причин низкой проницаемости породы может быть повышенное содержание известковистого и глинистого цемента в песчанике, что негативно сказывается на проницаемости и добычной способности скважин.

Повысить проницаемость данных пород можно используя одну из технологий ГРП. Для этого целесообразно включить в комплекс ГИС методы кросс-дипольного акустического каротажа, а также ГГК-П. Это необходимо для построения 1D геомеханической модели, которая должна быть положена в основу дизайн-проекта ГРП.

Если проведение ГРП все же не планируется или представляется нецелесообразным, тогда вместо кросс-дипольного акустического каротажа необходимо проведение ЯМК в сильном поле, для оценки наиболее проницаемых зон, а также содержания связанной воды. Это необходимо для оптимизации способа освоения и более эффективной разработки залежи.

Таким образом, выбор рационального комплекса ГИС зависит от особенностей литологического состава пород, ФЕС, а также от специальных задач, которые ставятся Заказчиком.

## Литература

1. Мартынова, В. Г. Геофизические исследования скважин : справ. мастера по промысловой геофизике / под общ. ред. В. Г. Мартынова, Н. Е. Лазуткиной, М. С. Хохловой. – М. : Инфра-инженерия, 2009. – 960 с.

УДК 778.39+778.342

**ФОТОДОКУМЕНТИРОВАНИЕ КЕРНА КАК ЭТАП ПОДГОТОВКИ  
КЕРНА К ЛАБОРАТОРНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ**

**С. О. Гапоненко**

*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»  
БелНИПИнефть, г. Гомель*

Цифровая фотосъемка керна — это сложный процесс, включающий точную передачу текстуры и цвета горных пород, минеральных и органических включений, входящих в состав горных пород, наличие каверн, наличие люминесцирующих участков.

Цифровые изображения керна, созданные при фотодокументировании в дневном и ультрафиолетовом свете, используются при описании керна, для построения литолого-седиментологических колонок, для формирования у геолога устойчивой связи внешнего вида керна и его микроскопической структуры при изучении петрографических шлифов. Также фотографии керна в ультрафиолетовом свете используются для оперативного выделения нефтенасыщенных интервалов и прослоек керна, характеристики распределения и уточнения характера нефтенасыщенности интервалов, что способствует правильному и обоснованному отбору образцов на лабораторные исследования.

Целью работы является систематизация имеющихся данных о технической фотографии и уточнение техники фотодокументирования керна при подготовке к дальнейшим лабораторным исследованиям.

Материалы и методы. Подготовка, фотодокументирование и исследования керна проходят в фотолаборатории Центра обработки, исследования и хранения керна в Белорусском научно-исследовательском и проектном институте нефти. Фотолаборатория оснащена фотоустановкой, в которую входят цифровая фотокамера с высоким разрешением, широкоугольный объектив, бокс с источниками дневного и ультрафиолетового света (длина волны 365 нм), тележка с предметным столом для укладки керна, персональный компьютер (рис. 1).

Стены фотолаборатории покрашены в черный, матовый цвет, чтобы исключить попадание постороннего света другого спектрального состава на объект съемки при фотографировании.

Полученные изображения в дальнейшем обрабатываются в графических редакторах.