

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**«Уточнение петрофизических зависимостей с целью определения  
коэффициента пористости на примере Ново-Покурского месторождения»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенки 4 курса 403 группы  
направление 05.03.01 геология  
геологического факультета  
Задорожной Виктории Сергеевны

Научный руководитель  
К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

К.Б. Головин

подпись, дата

Заведующий кафедрой

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2018 год

**Введение.** Геофизические исследования скважин (ГИС) являются ведущими методами получения информации о вскрываемых скважиной породах на всех этапах ведения геологоразведочных работ – от открытия месторождения первыми поисковыми скважинами до эксплуатационного бурения. ГИС он базируется на современных физических методах исследования горных пород, используются для геологического строения недр по скважинным разрезам, а так же для выявления и оценки запасов углеводородного сырья. В последние годы разработаны новые методы геофизического исследования скважин (ГИС), повсеместно внедряется современная геофизическая аппаратура, позволяющая оперативно производить комплексную обработку и интерпретацию промыслово-геофизической информации с помощью ЭВМ и персональных компьютеров, использующих новейшие средства программного обеспечения. В нефтяной и газовой промышленности бурение скважин и эксплуатация продуктивных пластов осуществляется в основном по данным ГИС. Важнейшим этапом освоения месторождения является подсчет его запасов, который основывается как на результатах интерпретации данных ГИС, так и на использовании данных изучения вещественных источников информации – образцов керна.

**Целью** в настоящей работе является определение подсчетных параметров по данным ГИС Ново-Покурского месторождения.

**Задачи:**

- Изучить геологический разрез;
- Определить средние значения пористости;
- Обработка и интерпретация комплекса ГИС;
- Изучить результаты исследования керна;
- Сопоставить материалы ГИС и керна.

В основу исследования положены продуктивные отложения пласта ЮВ<sub>1</sub> Ново-Покурского месторождения в городе Мегион (Нижневартовский район). Предметом исследования является уточнение петрофизических зависимостей.

**Практическая ценность:** Результаты комплексного анализа керновых данных и материалов геофизических исследований являются основой эффективного использования промысловой геофизики для подсчета запасов и разработки месторождений.

**Основное содержание работы.** Раздел 1 посвящен геолого-геофизической характеристике территории исследования. Данный раздел состоит из 4 подразделов.

Подраздел 1.1 «Административное расположение и степень изученности Ново-Покурского месторождения». Месторождение расположено на Западно-Сибирской равнине левобережье реки Обь, ~ 100 км к юго-западу от г. Мегиона, 80 км к юго-востоку от г. Сургута.

Подраздел 1.2 «Литолого – стратиграфическая характеристика разреза» включает в себя 5 пунктов. В пунктах описано геологическое строение каждого возраста. Разрез сложен породами доюрского фундамента и толщей осадочных пород мезокайнозойского возраста.

Подраздел 1.3 «Тектоника». В тектоническом отношении Ново-Покурское месторождение приурочено к Угутскому валу, разделяющему Юганскую впадину и Фаинскую котловину.

Подраздел 1.4 «Нефтегазоносность». Промышленная нефтегазоносность разреза Ново-Покурского месторождения установлена в пластах ЮВ11, ЮВ11а, ЮВ12., а также в отложениях ачимовской толщи. Для изучения был выбран пласт ЮВ1. Пласт ЮВ1 распространен на всей площади месторождения и вскрыт всеми пробуренными скважинами. В его пределах выделено (обособлено) пять залежей. Пласт сложен чередованием

песчаников, алевролитов и аргиллитов, осложнен прослоями плотных пород и углей.

Раздел 2 «Методика проведения работ» включает в себя 1 подраздел. Материалы ГИС по Ново-Покурскому месторождению использовались для выделения коллекторов, оценки характера их насыщения и определения подсчетных параметров. Обработка материалов ГИС в продуктивных пластах Ач-БВ8, ЮВ11, ЮВ12 Ново-Покурского месторождения проведена по поисково-разведочным и эксплуатационным скважинам.

Подраздел 2.1 «Комплекс промыслово – геофизических исследований скважин, техника, методика и качество проведенных исследований». С целью получения наиболее полной информации о разрезе скважины установлен определенный комплекс ГИС. Комплексы геофизических исследований скважин рассчитаны на изучение геологического разреза скважин. Для определения пористости были проведены несколько методик ГИС: ПС, НК, АК, ГГК-п.

Раздел 3 «Опробование методик определения пористости продуктивных отложений по данным ГИС». Данный раздел состоит из 4 подразделов.

Подраздел 3.1 «Определение пористости по данным ПС». При определении относительных аномалий ПС в юрских отложениях Ново-Покурского месторождения использовалась общепринятая методика. На уровне усредненных максимальных показаний на кривой ПС, соответствующих в разрезе отложениям глин, проводилась опорная «линия глин». От линии глин всех исследуемых пластов-коллекторов. Положительные аномалии ПС обычно соответствуют глинистым породам, сульфидным, полиметаллическим, магнетитовым рудам, антрацитам, графиту, а отрицательные – пескам, песчаникам, известнякам, доломитам, ангидритам, каменным углям, железным рудам, каменной и калийной соли. Аномалии против нефтеносных пород составляют 0,7 аномалии против тех

же пластов, поры которых полностью насыщены водой. Однако в связи с влиянием глинистости и других факторов это различие в условиях скважины установить трудно, поэтому на кривой ПС нефтеносные и водоносные породы практически не различаются. Интерпретация кривой ПС затрудняется в связи с разной минерализацией промывочной жидкости и пластовых вод, что может обусловить, как указывалось выше, появление против одних и тех же пород аномалий противоположных знаков. Обработка ПС в скважинах была выполнена в программе «Geooffice Solver 99», где предусмотрен расчет относительного параметра  $\alpha_{\text{пс}}$ . Метод самопроизвольной поляризации является основным методом электрического каротажа. Он позволяет решать обширный круг задач, связанных с изучением литологии пород, установлением границ пластов, проведением корреляции разрезов, выделением в разрез пород-коллекторов, определением минерализации пластовых вод и фильтрата бурового раствора, коэффициента глинистости, пористости, проницаемости и нефтегазонасыщения пород.

Для оценки коэффициента пористости коллекторов на месторождениях Нижневартовского свода широко применяется метод ПС. Условия, благоприятные для его применения следующие:

- постоянство минерализации и химического состава пластовых вод;
- однородный минеральный состав цемента с преобладанием глинистого;
- наличие в разрезе выдержанных по площади достаточно мощных опорных горизонтов “чистого” песчаника и толщи глин;
- наличие достаточно тесной корреляционной связи между относительным параметром  $\alpha_{\text{пс}}$  и коэффициентом пористости.

Эти условия для коллекторов Ново-Покурского месторождения выполняются.

Определение пористости основано на применении статистических зависимостей вида «ГИС-керна» между относительной амплитудой ПС и коэффициентом открытой пористости. При соблюдении указанных нами

условий и с учетом ограничений методики погрешность единичного определения пористости, по данным ПС, в некомских отложениях Западной Сибири, с вероятностью на уровне 0,96, не превышает 4,6-4,8%. Для этих же условий среднее квадратическое отклонение пористости по ПС от пористости на практике составляет около 2,0-2,2%.

Подраздел 3.2 «Определение пористости с помощью нейтронного каротажа». Определение Кп по данным НК может быть рекомендована методика нормирования диаграмм НК. На основании опыта работ в Западной Сибири, погрешность единичного определения пористости по комплексу НКТ-ПС в некомских отложениях достигает 5,0-6,0% (при вероятности около 0,968). Преимущества комплексирования НК-ПС заключаются в возможности определения пористости плотных, а также - уплотненных карбонатизированных пород, которые могут быть коллекторами.

Подраздел 3.3 «Определение пористости с помощью акустического каротажа». Определение пористости предлагается на основе комплексирования данных АК и ПС. При соблюдении требований метрологии замеров АК и выполнении условий, погрешность единичного определения пористости по комплексу АК-ПС не превышает 4,2-4,4 % (при вероятности около 0,968). Соответственно среднее квадратическое отклонение пористости по комплексу АК-ПС от пористости по керну составляет около 2,2%.

Подраздел 3.4 «Определение пористости по данным гамма-гамма плотностного метода (ГГК-П)». Этот метод один из наиболее перспективных методов ГИС для определения пористости коллекторов в разрезе осадочного чехла Западно-Сибирской равнины. Для его применения предлагаются зависимости между пористостью и объемной плотностью водонасыщенных пород.

Метод ГГК-П обеспечивает определение пористости пород в интервалах с номинальным диаметром скважины, т.е. в коллекторах, в плотных породах и в аргиллитах. Вертикальное разрешение метода

обеспечивает возможности изучения пористости пластов толщиной примерно от 0.6-0.8 м. Описанная методика имеет ограничения при изучении газонасыщенных коллекторов, сильно глинистых пород и пород, содержащих в твердой фазе минералы с аномальной плотностью.

Погрешности определений пористости по данным плотностного метода ожидается на уровне максимальной абсолютной погрешности в 2,5-3,2 % (при вероятности 0.968), т.е. характеризуется среднеквадратическим отклонением в 1.3-1.6 %.

Для ГГК-II предлагаются зависимости между пористостью и объемной плотностью водонасыщенных пород. Погрешности определений пористости по данным плотностного метода ожидается на уровне максимальной абсолютной погрешности в 2,5-3,2 % (при вероятности 0.968), т.е. характеризуется среднеквадратическим отклонением в 1.3-1.6 %.

Раздел 4 «Результаты» включает в себя 7 подразделов.

Подраздел 4.1 «Характеристика пористости по лабораторным исследованиям керна». На дату подсчета запасов общая проходка с отбором керна на месторождении составляла 49,0м. Общее количество образцов керна, отобранных в скважинах, составляет 119. Эта информация получена по каталогам отбора керна геологической службой непосредственно на скважинах. Анализ результатов дает представление об общих интервалах изменения значений рассматриваемых свойств пород. Рассматриваемые керновые выборки изначально имеют разную представительность входящих в них пород.

Принятое соотношение плотности анализов предполагает отбор и исследования керна коллекторов и не коллекторов в соотношении 4:1, фактически оно может быть еще больше. Поэтому области коллекторов на рассматриваемых гистограммах дают более полной представление о характере распределения соответствующих свойств, чем в остальной части гистограммы. Средний вынос керна по рассматриваемым объектам достаточно высок (около 75%). Тем не менее, вероятность потери наиболее чистых и поэтому менее сцементированных не глинистых коллекторов

сохраняется, соответственно участки гистограмм в области высоких значений ФЕС могут быть не достаточно представительными.

Известны разные точки зрения относительно влияния недовыноса кернa на достоверность статистического анализа и геолого-геофизических построений: от попыток введения поправок в наблюдаемые значения ФЕС, до утверждения об отсутствии влияния этого фактора или о возможности его игнорирования. Недопустимо игнорировать недовынос кернa, поскольку при отборе кернa для лабораторных исследований должны соблюдаться следующие положения:

1. Отбор кернa должен обеспечивать равномерное распределение образцов по всему диапазону изменения коллекторских свойств пород.
2. Отобранный керн должен характеризовать свойства пород, как по разрезу скважины, так и по площади во всем диапазоне их изменения.
3. Количество образцов должно быть достаточным для характеристики всего диапазона изменения параметров отдельных литотипов.
4. Должна быть обеспечена надежная привязка кернa к разрезу скважины по сопоставлению результатов определения какого-либо параметра на керне с однотипной диаграммой промыслово-геофизического метода.

Герметизация кернa должна обеспечить надежную сохранность поровых флюидов.

Подраздел 4.2 «Характеристика пористости по данным ГИС». Можно отметить, что среднее значение коэффициента пористости по методу ННК, по сравнению с другими значениями, является наиболее высоким. На характер значений коэффициента пористости могли повлиять следующие факторы:



- \* Показания метода наиболее чувствительны к изменению водородосодержание в пластах низкой и средней пористости и менее чувствительны в высокопористых отложениях;
- \* На показания метода практически оказывает влияние распределение водорода, и, следовательно строение порового пространства;
- \* Значительное влияние оказывает связанная и кристаллизационная вода.

Подраздел 4.3 «Характеристика коллекторских свойств». Для изучения пористости по методам самопроизвольной поляризации, нейтронного каротажа, акустического каротажа, гамма-гамма плотностного метода были выбраны нагнетательная (1 куст скважина 7), эксплуатационная (3 куст скважина 7) и разведочная (59 скважина) скважины по пласту ЮВ1. Данный пласт в нагнетательной скважине расположен на глубине 2907,9 м., в разведочной 2821,4м. и в эксплуатационной скважине на глубине 3226,3м.

Подраздел 4.4 «Сопоставление коэффициентов пористости по методу ПС и на образцах керна». При данном сопоставлении выявили тесную связь между значениями пористости на образцах керна и по методу ПС. При данном исследовании вывели зависимость и посчитали величину аппроксимации.

Подраздел 4.5 «Сопоставление коэффициентов пористости по методу ГК и на образцах керна». Данное сопоставление значительно отличается от сравнения значений по методу ПС. При данном исследовании вывели зависимость и посчитали величину аппроксимации.

Подраздел 4.6 «Сопоставление коэффициентов пористости по методу ГГК-П и на образцах керна». Исследование дало неудовлетворительный результат.

Подраздел 4.7 «Анализ результатов сопоставления значений  $K_p$  определенному на образцах керна и  $K_p$  посчитанному по методам ГИС». В результате доразведки месторождения установлено, что используемая ранее зависимость пористости типа ГИС-керна оказалась недостоверной, поэтому

предложена новая зависимость для подсчета коэффициента пористости. Достоверность аппроксимации  $R^2$  в результате проведенных исследований увеличилась с 0,52 до 0,9017. Полученную зависимость следует использовать для дальнейших расчетов коэффициента пористости по методу ПС, а данный метод следует принимать за основной при подсчете пористости в настоящее время.

**Заключение.** В данной работе были выполнены все поставленные задачи. Выполнено изучение геологического разреза, определение средних значений пористости, обработка и интерпретация комплекса ГИС, изучение результатов исследования керна, сопоставление материалов ГИС и керна, а так же детальное изучение каждого комплекса ГИС, применяемого на Ново-Покурском месторождении, осуществление сравнительных характеристик, выявление наиболее достоверного метода при подсчете ФЕС, а именно коэффициента пористости. Для этого была изучена специальная литература, интернет-сайты, отчет по Ново-Покурскому месторождению, результаты оперативной интерпретации по данным скважинам, различные ГОСТы, а так же были учтены все рекомендации руководителя. Было выяснено, что коэффициент пористости, определённый методом самопроизвольной поляризации, наиболее приближен к значениям коэффициента пористости на образцах керна. В результате доразведки месторождения установлено, что используемая ранее зависимость пористости типа ГИС-керна оказалась недостоверной, поэтому предложена новая зависимость для подсчета коэффициента пористости. Достоверность аппроксимации  $R^2$  в результате проведенных исследований увеличилась с 0,52 до 0,9017. Полученную зависимость следует использовать для дальнейших расчетов коэффициента пористости по методу ПС, а данный метод следует принимать за основной при подсчете пористости в настоящее время.