

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

Кафедра геофизики

**«Особенности изучения карбонатных коллекторов
по комплексу методов ГИС»**

АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Студента 6 курса 631 группы
020302 специальности геофизика
геологического ф-та
Погребного Евгения Ивановича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

М.В. Калининкова

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2016

Введение. Актуальность работы заключается в том, что карбонатные коллекторы евлановско-ливенского горизонта Памятно-Сасовское месторождения представлены породами со сложной структурой пустотного пространства. Тип коллектора преимущественно порово-трещинно-каверновый. Для изучения проницаемых пород со сложной структурой пустотного пространства стандартные методики не позволяют получить достоверные результаты. Поэтому требуются специальные методы определения коллекторских свойств. Для качественной интерпретации материалов ГИС по скважинам Памятно-Сасовского месторождения потребовалось использование уточненных петрофизических зависимостей типа КЕРН-ГИС, построенных на керновом материале с привлечением специальных методов ГИС, таких как индикаторный метод по радону.

Цель работы – определение коллекторских свойств карбонатных отложений евлано-левинского горизонта по данным ГИС. Для достижения данной цели необходимо решение следующих задач:

1. Дать геолого-геофизическую характеристику карбонатных пород - коллекторов евлано-левинских отложений Памятно-Сасовского месторождения.
2. Обосновать методику исследования карбонатных пород-коллекторов с использованием петрофизических зависимостей типа КЕРН-КЕРН и КЕРН-ГИС, построенных с привлечением данных керна и специальных методов ГИС.
3. Определить емкостные свойства исследуемых евлано-левинских отложений по комплексу методов ГИС с привлечением кросс-плота, построенного по методам ГГК-П и НГК
4. Провести интерпретацию данных комплекса ГИС по трем скважинам Памятно-Сасовского месторождения с использованием новых петрофизических зависимостей и получить уточненные подсчетные параметры карбонатных отложений евлано-левинского горизонта.

Дипломная работа состоит из введения, трех разделов: Раздел 1 Геолого-геофизическая характеристика территории исследования; Раздел 2 Методика

исследований; Раздел 3 Результаты исследования, а так же заключения, списка используемых источников и приложения.

Содержание работы. В разделе 1 дана геолого-геофизическая характеристика территории исследования.

Дано общее положение территории исследования. В административном отношении район работ расположен в восточной части Жирновского района Волгоградской области, в 300 - 320 км к северу от г. Волгограда. Крупными населенными пунктами являются районный центр г. Жирновск в 32-36 км к северо-западу и районный центр г. Котово в 78-82 км к югу от месторождения.

Описана литолого-стратиграфическая характеристика разреза. В районе месторождения на архей-протерозойском гранито-гнейсовом фундаменте залегает толща осадочных отложений общей толщиной 4400-5000 м в составе девонской, каменноугольной, пермской, юрской и меловой систем.

Представлена тектоника и нефтегазоносность Памятно-Сасовского месторождения. Ведущим структурным элементом территории является обширная Уметовско-Линевская депрессия, окруженная приподнятыми зонами. В строении осадочного чехла выделяют два основных структурных этажа: верхний и нижний. По верхнему структурному этажу Памятно-Сасовское месторождение приурочено к Жирновско-Чухонастовскому сложному валу Доно-Медведицких дислокаций. По нижнему – к Уметовско-Линевской депрессии Иловлинско-Медведицкого прогиба. По отношению к мезозойско-каменноугольному комплексу данное месторождение является погребенным. В современном плане рифогенная постройка представляет собой отчетливо выраженную положительную структуру.

В разрезе скважин Памятно-Сасовского месторождения опробованы каменноугольные и девонские отложения (всего восемь стратиграфических подразделений). Промышленно нефтеносными во вскрытом разрезе являются только ливенские отложения, по которым подсчитаны и поставлены на государственный баланс запасы нефти и растворённого газа.

В разделе 2 Методика исследований дана характеристика карбонатных коллекторов и показаны особенности седиментогенеза этих пород.

Выделение карбонатных коллекторов со сложной структурой порового пространства является сложной интерпретационной задачей. В какой-то степени общими для выделения карбонатных пород-коллекторов являются следующие геофизические признаки:

1. Возможно увеличение диаметра скважины, однако возможно и сужение диаметра и нарастание глинистой корки против трещинных и кавернозных пород.
2. Диаграммы микрозондов дают резкую дифференциацию при отсутствии глинистой корки, но слабо дифференцированы и имеют низкое сопротивление при наличии глинистой корки.
3. Резкая дифференциация на МБК на фоне общего снижения сопротивления.
4. Уменьшение амплитуды (A) и увеличение коэффициента поглощения продольных волн (α_{AK}).
5. Результаты временных замеров фокусированными методами выполненные по схеме каротаж-воздействие-каротаж, позволяющей по динамике изменения p_n судить о наличии проницаемого коллектора.
6. Применение комплекса методов ГИС, состоящего из двух методов пористости, по-разному реагирующих на трещеноватость (НК-АК, ГК-П-АК, НК-АК, НК-БК);
7. Использование специальных исследований ГИС путем введения в промывочную жидкость различных индикаторов и проведением гамма-каротажа до и после его введения. При этом наиболее эффективным методом является индикаторный метод по радону (ИМР), с помощью которого можно увидеть проникновение фильтра бурового раствора в проницаемые интервалы. Практически по всему разрезу отмечаются приращения на кривой ГК.

Применение в качестве активатора радона обусловлено его свойствами: обладает высокой растворимостью, как в нефти, так и в воде (коэффициент

растворимости радона в нефти в 40 раз выше, чем в воде); радон экологичен - он имеет очень малый период полураспада (2,6 сут.) и практически не сорбируется.

В состав применяемого комплекса ГИС на Памятно-Сасовское месторождении входят методы: ННК, ГК, АК, ГГК, БК, ИК, БКЗ, КВ, стандартный каротаж, электрометрия, термометрия, МБК, МЗ. Для выделения проницаемых интервалов выполнены специальные геофизические исследования индикаторным методом по радону.

Кривые ННК, АК и ГГК использовались для определения литологии пластов и оценки их пористости K_p , хотя количественная обработка методов АК и ГГК для оценки K_p не всегда была возможна из-за искажения кривых по причинам, указанным выше.

Сопrotивление, определенное по БК, использовалось при оценке характера насыщения пластов и расчёта коэффициента нефтенасыщенности.

По диаграммам БКЗ уточнялись границы пластов, ВНК и определялось удельное сопротивление глинистого раствора.

Данные ГК использовались при выделении и изучении интервалов с повышенной радиоактивностью, а также при выделении проницаемых пластов при исследовании ИМР.

Диаграммы микрозондирования и микробокового каротажа использовались для качественной характеристики неоднородности продуктивных пород.

Диаграммы профилометрии и кавернометрии применялись для контроля технического состояния ствола скважин, при обработке данных ННК, ГК, ГГК и БК.

Результаты испытаний пластов в процессе бурения использовались для оценки характера насыщения коллекторов и получения гидродинамических характеристик пластов [12].

Особенностью изучаемого разреза является глубокая зона проникновения и высокая каверновая пористость. Из-за наличия растворенного газа в нефти Памятно-Сасовского месторождения, который выходит в ствол скважины, диаграммы акустического метода имеют «срывы» и не являются информативными для определения пористости. Поэтому методика получения коэффициентов пористости состояла в определении пористости по комплексу методов нейтронного гамма каротажа и плотностного гамма-гамма каротажа (НГК-ГГК-п). Данное решение было принято исходя из тесной связи плотности от пористости. Для этого была построена комплексная палетка для пород биминерального состава (кальцит-доломит). Входными данными для палетки являются: водородосодержание пород (%) определенное по методу нейтронного гамма каротажа (НГК) и плотность (г/см^3) найденная по методу плотностного гамма-гамма каротажа (ГГК-п). В результате получаемая информация – это коэффициент пористости (в долях единицы) и литологическая характеристика породы.

Определение остаточной водонасыщенности пород проводился путем расчета коэффициента водонасыщенности K_v с помощью уравнений Арчи-Дахнова, полученных по данным исследования керна.

Для определения характера насыщения использовалась зависимость параметра пористости от коэффициента пористости. Оценка характера насыщения для установления положения водонефтяного контакта (ВНК) реализована на качественном уровне по результатам испытаний и по данным ГИС. ВНК определён по характерному резкому спаду сопротивлений на кривых бокового каротажа (БК) и большого зонда бокового каротажного зондирования (БКЗ). Установлена гипсометрическая отметка границы «нефть-вода» она принята равной -2578м для всего месторождения.

Раздел 3 содержит результаты работы. В работе проведена обработка и интерпретация данных методов ГИС для трёх скважин Памятно-Сасовского месторождения (скважины №1, №2, №3). Интерпретация проведена с учётом

петрофизических особенностей пород евлановско-ливенского горизонта слагающих разрез скважин и осложнений возникших в процессе бурения и записи каротажного материала.

Выделение пластов-коллекторов и определение эффективных толщин проводилось по данным комплекса ГИС. Однако, учитывая особенности карбонатных коллекторов прямые качественные признаки, описанные выше в главе 2, не позволяли однозначно выделить проницаемые пласты, поэтому использовались дополнительные качественные признаки в виде керновой информации, результатов испытаний пластов и данных специальных исследований ГИС.

Наиболее эффективным методом для решения этой задачи является индикаторный метод по радону (ИМР), с помощью которого можно увидеть проникновение фильтрата бурового раствора в пласты-коллекторы. Практически по всему разрезу отмечаются приращения на кривой ГК.

Опробования в процессе бурения методом испытателя пластов (ИПТ) показали отсутствие бесприточных интервалов. Непроницаемые интервалы составляют менее 1% от разреза, и на результаты интерпретации не могут оказать существенного влияния.

Исходя из вышесказанного, в работе сделан вывод о том, что вся толщина рифа, вскрытого изучаемыми скважинами (скважины №1, №2), является эффективной. Граничные значения коэффициента пористости и проницаемости составили $K_{п гр} = 1,5\%$, $K_{пр гр} = 1$ мД, соответственно.

В исследуемом интервале скважин не встречаются глинистые пласты, и, определить содержание глин оказалось невозможным ни по одному методу, поэтому поправки за глинистость не вводились в значения пористости. Повышенные показания кривой ГК обусловлены, повышенной радиоактивностью доломитов, слагающих разрез. По данным петрографических исследований содержание глин – менее 1% .

Поэтому, наиболее удобный и точный способ для этого –

Значения коэффициента пористости по скв. №1, найденные по комплексной палетке методов НГК и ГГК-п изменяются в широких пределах от 6.3% до 29.7%, а по скв. №2 в пределах от 5.5% до 27.9%.

Расчет коэффициентов газонефте-водо-насыщенности ($K_{нг}$ и $K_{в}$), проводился с помощью уравнений, полученных по данным исследования керн. С использованием зависимостей типа КЕРН-КЕРН. Методом по которому определялось значение удельного электрического сопротивления (УЭС) был выбран боковой картаж (БК).

В скважине №1, исследуемой площади значение коэффициента нефтенасыщения меняется от 76% до 96.7%. Отложения ливенского горизонта вскрыты скважиной №1 Платовской на глубине 2505.9 м (-2380.4м). Граница ВНК по результатам испытаний и бокового картажа определена на отметке 2732 м. Таким образом, этаж нефтеносности составляет 226.1м.

В скважине № 2 отложения ливенского горизонта вскрыты на глубине 2605м. Забой скважины находится на глубине 2880 м. Вся мощность вскрытых скважиной ливенских отложений (275 м) нефтенасыщена. Значение коэффициента нефтенасыщения K_n меняется от 86% до 98%,

В скважине 3 Платовской представлен зарифовый тип разреза. Отложения ливенского горизонта сильно заглинизированы. Оценка нефтенасыщенности в скважине 3 Платовской проводилась с использованием зависимости $R_n=1/K_v^{1.8}$. С глубины 2652м до 2661 м породы нефтенасыщенные. Однако, как показали испытания притоков продукта не дали.

Заключение. В дипломной работе проведено исследование данных комплексов ГИС по трём скважинам Памятно-Сасовского месторождения. Дана геолого-геофизическая характеристика карбонатных пород – коллекторов со сложной структурой пустотного пространства. Показано, что для определения коллекторских свойств рифогенных отложений евлано-левинского горизонта по данным ГИС требуется привлечение нестандартных методик обработки. В работе проведена интерпретация данных ГИС с учётом петрофизических особенностей пород евлановско-ливенского горизонта слагающих разрез скважин и записей каротажного материала. В итоге получены уточненные подсчетные параметры карбонатных отложений евлано-левинского горизонта. Показано, что изучаемые пласты-коллекторы являются проницаемыми и имеют высокие значения нефтенасыщения. Несмотря на то, что разрез является высокоомным, электрометрия позволяет определить его насыщение.

Таким образом, для того, чтобы провести достоверную интерпретацию данных ГИС в рифогенных отложениях Памятно-Сасовского месторождения необходимо:

- дополнить обязательный комплекс ГИС методами нейтрон-нейтронного каротажа (ННК), плотностного гамма-гамма каротажа, а также специальными методами ГИС, в частности ИМР, для определения эффективных толщин и фильтрационно-емкостных свойств пород.
- в связи со сложной структурой пустотного пространства рифогенных коллекторов евлановско-ливенского горизонта методика интерпретации требует применения уточненных петрофизических зависимостей типа КЕРН-ГИС и КЕРН-КЕРН.