

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Выделение продуктивных терригенных коллекторов бобриковского
возраста в скважине №1 Безымянного месторождения»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 5 курса 531 группы

геологического факультета

направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Геолого-геофизический сервис нефтегазовых скважин»

Редькиной Янины Александровны

Научный руководитель

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

М.В. Калининкова

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волков

Саратов 2023

Введение. Актуальность исследования терригенных коллекторов бобриковского возраста Безымянного месторождения заключается в том, что данный нефтегазоносный комплекс относится к числу высокоперспективных объектов для поисков углеводородов на территории Саратовской области.

Геофизические методы позволяют охарактеризовать разрезы скважин комплексом физических характеристик, таких как, удельное электрическое сопротивление, радиоактивность, электрохимическая активность, теплопроводность изучаемых сред, скорость распространения упругих волн в них и т.п. Однако окончательный результат геофизических исследований должен быть представлен не теми физическими свойствами, которые изучаются геофизическими методами, а такими параметрами, как пористость, проницаемость, глинистость пород, коэффициентом и т.п. Оценка этих свойств и составляет один из важнейших этапов процесса интерпретации геофизических данных - этап комплексной или геологической интерпретации.

Объект исследования выпускной квалификационной работы – скважина №1 Безымянная административно расположена на территории Духовницкого района Саратовской области в пределах Безымянного месторождения.

Цель работы: выделить продуктивные терригенные коллекторы бобриковского возраста в скважине №1 Безымянного месторождения.

Данная цель предполагает решение следующих задач:

- дать геолого-геофизическую характеристику Безымянного месторождения;
- охарактеризовать комплекс методов ГИС, применяемый на Безымянном месторождении;
- изучить методику комплексной интерпретации данных ГИС (выделение коллекторов, определение фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения);
- выделить продуктивную толщу пласта-коллектора C1bb в разрезе скважины №1 Безымянного месторождения;

- определить коэффициент пористости по данным радиоактивного, акустического и плотностного каротажа по выделенным проницаемым интервалам пласта С1bb;

- определить характер насыщенности пласта-коллектора С1bb.

Решение данных задач позволяет получить более точные и надежные данные о месторождении, что, в свою очередь, обеспечит возможность более эффективного планирования работ по добыче нефти и газа.

Выпускная квалификационная работа состоит из 3 разделов, введения, заключения, списка использованных источников и приложений:

1. Геолого-геофизическая характеристика района работ
2. Методика исследования
3. Результаты работы

Основное содержание работы. Раздел 1 «Геолого-геофизическая характеристика района работ». Раздел содержит шесть подразделов: общие сведения о территории работ, геолого-геофизическая изученность, литолого-стратиграфическая характеристика, тектоника, нефтегазоносность, гидрогеологическая характеристика месторождения.

В административном отношении Безымянное месторождение расположено в пределах Безымянного лицензионного участка на территории Духовницкого района Саратовской области. В сжатой форме рассмотрены история исследований, геолого-геофизическая изученность района работ, литолого-стратиграфическая характеристика, особенности тектонического строения района работ, особенности нефтегазоносности района, а также гидрогеологическая характеристика месторождения. Месторождение Безымянное было открыто в 2022 году при проведении бурения поисковой скважины №1. 15 сентября была получена прибыль от нефтегазового емкости бобриковских отложений в 1272,0-1274,0 метровом интервале (абс. отм. «минус» 1174,9-1176,9 метров), с использованием 4-мм штуцера. При открытии

был получен дебит нефти в объеме 28,82 метров кубических в день и 4,96 метров кубических воды.

Безымянное месторождение расположено вблизи Кротовского, Васильковского, Остролукского, Покровского, Богородского, Андреевского и др. месторождений, что говорит о высокой перспективности в нефтегазоносном отношении района исследований.

Геологический профиль, представляющийся в районе Безымянного месторождения, был исследован на основе данных бурения и информации из Геоинформационной системы первой скважины Безымянной (номер один), а также по определенным скважинам, пробуренным на смежных месторождениях.

Стратиграфическое расчленение геологического профиля базируется на унифицированной схеме Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, которая была утверждена в 1962 году. С оглядкой на изменения, внесенные Межведомственным региональным стратиграфическим совещанием по среднему и верхнему палеозою Русской платформы (ВСЕГЕИ, г. Ленинград, 1988 год) и Стратиграфическим комитетом в 2006 году, эта схема была преобразована.

В региональном тектоническом плане Безымянная структура расположена в пределах юго-восточного склона Жигулевского свода Волго-Уральской антеклизы.

Основной тектонической фазой в истории геологического развития района, формирующей древний структурный план, является додевонская – время заложения рифей-вендского Пачелмского авлакогена в результате движения блоков фундамента по глубинным разломам. Последовавшая затем инверсия и размыв полностью уничтожили отложения венда, рифея и всего нижнего палеозоя (кембрий, ордовик, силур, нижний девон).

В соответствии с широко распространенной геолого-нефтяной классификацией, Безымянное месторождение находится в границах

нефтеносного района Чапаевского, который в свою очередь включен в состав Средне-Волжской нефтегазоносной области Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. На территории Безымянного месторождения, по результатам бурения, ГИС и опробования поисковой скважины №1 Безымянной установлена продуктивность отложений ниже каменноугольного комплекса, в котором залежь углеводородов приурочена к песчаным коллекторам бобриковского горизонта (пласт С₁bb). Пласт С₁bb бобриковского горизонта представлен переслаиванием аргиллитов и песчаников. Коллекторами являются песчаники, светло-серые, мелкозернистые, средней крепости, с редкими включениями глинистого материала и с прослоями чёрных аргиллитов. Глубина залегания кровли коллектора пласта С₁bb составляет: 1269,0 м. (абс. отм. «минус» 1171,9 м.). Глубина залегания подошвы коллектора пласта С₁bb составляет: 1283,0 м. (абс. отм. «минус» 1185,9 м.)

Согласно гидрогеологическому районированию, Безымянная структура Безымянного лицензионного участка приурочена к Прикаспийскому артезианскому бассейну. Отличительной чертой гидрогеологической характеристики разреза является увеличение с глубиной удельного веса пластовой воды, суммы солей и ионов хлора в ее составе.

Раздел 2 «Методика исследования» состоит из двух подразделов: характеристика комплекса ГИС, применяемого в СКВ №1 Безымянного месторождения, комплексная интерпретация данных ГИС.

В процессе бурения скважины № 1 Безымянная был проведен следующий комплекс промыслово-геофизических исследований:

- кавернометрия;
- метод КС
- радиоактивный каротаж (НГК, ГК, 2ННК);
- ВИКИЗ;
- индукционный каротаж (5ИК);
- акустический каротаж (АК);

- плотностной каротаж (ГГКп);
- инклинометрия;
- акустическая цементометрия.

Комплекс, объем, интервалы и виды выполненных геофизических исследований по скважинам Безымянного месторождения представлены в тексте работы

Горные породы состоят из породообразующих минералов, которые имеют очень высокие значения электрического сопротивления. Однако присутствие в породах минерализованной воды в значительной степени снижает их сопротивление, так как насыщенные минерализованной водой горные породы обладают ионной проводимостью. Содержание воды в породе в общем случае зависит от значения коэффициента пористости горной породы (K_p), который выражается в %, т.е. показывает объем пустот в породе. Нефть и газ, которыми могут быть насыщены пласты коллектора, также имеют очень высокое электрическое сопротивление, но при регистрации электрокаротажа пласты, насыщенные нефтью или газом, не имеют бесконечно высокого сопротивления, поскольку нефть заполняет только центральную часть пор, а сами зерна минералов, которыми сложен пласт, всегда содержат на своей поверхности физически связанную воду. Поэтому пласты – коллекторы (т.е. пласты, содержащие в своих порах какой-либо флюид или газ и способные этот флюид через себя пропускать) отмечаются в разрезе скважины повышенными значениями удельного электрического сопротивления.

Выделение коллекторов в разрезе скважины мною осуществлялось по прямым качественным и косвенным признакам, с привлечением данных результатов опробования.

Прямые качественные признаки являются наиболее надежным способом выделения коллекторов. Они основаны на доказательстве подвижности пластовых флюидов. Таким доказательством является установление факта наличия проникновения в пласты фильтрата ПЖ и формирования (или

расформирования) зоны проникновения. Эти факты в большинстве случаев являются достаточным признаком коллектора.

Признаками проникновения по данным ГИС являются:

- сужение диаметра скважины, зафиксированное на кривой кавернометрии, вследствие образования глинистой или шламовой корки;
- радиальный градиент сопротивлений, измеренных зондами с разной глубиной исследований.

Косвенные качественные признаки сопутствуют прямым признакам и характеризуют породы, которые по своим емкостным свойствам и чистоте минерального скелета могут принадлежать к коллекторам. К этим признакам относятся низкие показания на кривой гамма-каротажа.

Таким образом, выделение коллекторов по качественным признакам проводилось по совокупности прямых признаков, указывающих на наличие проникновения фильтрата ПЖ в пласты, с использованием косвенных качественных признаков. При отсутствии информации для этого выделение коллекторов реализовывалось на статистическом уровне с использованием количественных критериев коллектора, а именно с учетом величины граничного значения пористости коллектора.

При выделении коллекторов были привлечены данные результатов опробования и освоения скважин, являющиеся так же прямым качественным признаком.

В качестве количественного критерия использовались граничные значения коэффициентов пористости ($K_p^{ГР}$). В виду того, что отобранный при бурении скважины 1 керн из отложений бобриковского горизонта находится на исследовании, построить свои петрофизические связи для определения граничных значений пористости и проницаемости не представляется возможным. В качестве месторождения - аналога было взято соседнее месторождение, где так же была доказана продуктивность бобриковских

отложений. Таким образом в качестве граничных значений использовались граничные значения коэффициента пористости (K_p) = 8%.

Характер насыщенности коллекторов определяется по данным ГИС и результатам испытаний.

Удельное электрическое сопротивление пласта-коллектора является одним из основных исходных геофизических параметров, который используется в дальнейшем для качественной оценки характера насыщения коллекторов, количественной оценки коэффициента нефтегазонасыщенности ($K_{нг}$) продуктивных пластов.

Оценка емкостной характеристики (K_p) продуктивных отложений бобриковского горизонта на Безымянном месторождении проводилась по данным количественной интерпретации ГИС. Пористость коллекторов оценивалась по данным методов ННК, ГГК-П и АК.

Радиоактивный каротаж является одним из основных методов определения пористости. Главным условием его успешного применения является проведение измерений строго стандартизированной аппаратурой. Материал кривых НГК по Безымянному месторождению хорошего и удовлетворительного качества.

Преимущества гамма-гамма-плотностного каротажа по сравнению с другими методами ГИС состоят в слабом влиянии глинистости пород и структуры емкостного пространства на результаты определения K_p .

Коэффициент нефтенасыщенности коллекторов для продуктивных отложений бобриковского горизонта определялся по стандартной методике с использованием петрофизических зависимостей $R_n=f(K_v)$ и $R_p=f(K_p)$. Петрофизическое обеспечение интерпретации данных ГИС основывается на данных исследований керна.

Удельное сопротивление пластовой воды (ρ_v) принято по аналогии с Кротовским месторождением ввиду отсутствия собственных проб и составило 0,037 Ом для бобриковского горизонта.

Раздел 3 «Результаты работы».

Определение УЭС в скважине № 1 проводилось с использованием интегрированной системы обработки ГИС «Прайм». В программах реализована методика обработки ГИС, позволяющая корректировать УЭС с учетом влияния скважины, скин-эффекта, зоны проникновения вмещающих пород как непрерывно, так и по отдельным интервалам. Методические приемы при машинной обработке аналогичны приемам, применяемым при ручной обработке. Для ввода поправок использовался палеточный материал ВНИИГеофизика.

Оценка емкостной характеристики ($K_{п}$) продуктивных отложений бобриковского горизонта на Безымянном месторождении проводилась по данным количественной интерпретации ГИС. Пористость коллекторов оценивалась по данным методов ННК, ГГК-П и АК.

Коэффициент нефтенасыщенности коллекторов для продуктивных отложений бобриковского горизонта определялся по стандартной методике с использованием петрофизических зависимостей $R_{н}=f(K_{в})$ и $R_{п}=f(K_{п})$. Использовались петрофизические зависимости для одновозрастных отложений по Кротовскому месторождению:

$$R_{п} = K_{п}^{-1,83} \text{ и } R_{н} = K_{в}^{-2,12}$$

Удельное сопротивление пластовой воды ($\rho_{в}$) составило 0,037 Омм для бобриковского горизонта.

На основе исходных данных в результате проделанной работы по интерпретации данных ГИС были определены следующие фильтрационно-емкостные характеристики бобриковского горизонта Безымянного месторождения, представленные в таблице 3:

- выделены пять пластов-коллекторов мощностью от 0,7 до 4,1 м., эффективной общей мощностью 9,9м.;
- определено удельное электрическое сопротивление, которое изменяется от 0,4 до 8,6 Омм;

- коэффициент глинистости изменяется от 0,011 до 0,162 д.ед;
- коэффициент пористости по ННК изменяется от 0,200 до 0,244 д.ед;
- коэффициент пористости по АК изменяется от 0,172 до 0,231;
- коэффициент пористости по ГГК изменяется от 0,177 до 0,271 д.ед;
- коэффициент нефтегазоносности изменяется от 0 до 0,730 д.ед;
- характер насыщения пластов-коллекторов - нефть.

Результаты выделения коллекторов бобриковских отложений, определения коллекторских свойств по данным радиоактивного, акустического и плотностного каротажа по всем выделенным проницаемым интервалам продуктивных пластов показаны на планшете ГИС (графическое приложение С).

В виду отсутствия собственных исследований керна сделать однозначный вывод о достоверности определении пористости методами ГИС не представляется возможным.

Заключение. Таким образом, на примере скважины №1 Безымянного месторождения, была показана эффективность использования комплексной интерпретации методов ГИС, с целью выделения пород-коллекторов, оценки их коллекторских свойств и характера насыщения.

В результате интерпретации данных ГИС были выделены пять нефтенасыщенных пластов-коллекторов бобриковского возраста в разрезе скважины №1 Безымянного месторождения;

- определен коэффициент пористости по данным радиоактивного, акустического и плотностного каротажа;
- установлено, что характер насыщения коллекторов нефтенасыщенный.

Таким образом, решение поставленных в работе задач позволяет получить более точные и надежные данные о месторождении, что, в свою

очередь, обеспечит возможность более эффективного планирования работ по добыче нефти и газа.