

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**Литологическое расчленение разреза и оценка характера насыщения
карбонатных пород-коллекторов методом ГИС на примере
Безымянного месторождения**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 531 группы
направление 21.03.01 нефтегазовое дело
профиль «Геолого-геофизический сервис»
геологического факультета
Тарнова Кирилла Андреевича

Научный руководитель

Д.г.-м.н., профессор

подпись, дата

В.А. Огаджанов

Зав. кафедрой

К.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Введение. Литологическое расчленение и оценка насыщенности пород по данным геофизического каротажа (ГИС) являются важными этапами изучения разрезов нефтегазовых коллекторов. Эти процедуры позволяют детально охарактеризовать строение разреза скважины, определить типы пород, их физические характеристики и степень насыщенности флюидом.

Актуальность работы состоит в том, что комплекс геофизических исследований, проводимых непосредственно в процессе бурения скважины, позволяет решать геологические и технологические задачи, направленные на оперативное выделение в разрезе бурящейся скважины перспективных на нефть и газ пластов-коллекторов, изучение их фильтрационно-емкостных свойств и характера насыщения, обеспечение оптимальной траектории ствола скважины в наиболее нефтегазанасыщенных интервалах.

Целью бакалаврской работы является анализ комплекса геолого-геофизических исследований с целью выделения пласта коллектора.

Объектом исследования является скважина №123 Безымянного месторождения Волгоградского района.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

- изучение и сбор геолого-геофизического материала на территории работ в пределах Безымянного месторождения;
- рассмотрение методик геолого-геофизических исследований ствола скважины;
- выполнение интерпретации данных, полученных в процессе бурения;
- проведение литологического расчленения;
- выделение пластов-коллекторов;
- оценка характера насыщения пород-коллекторов;
- закрепление теоретических знаний.

Выпускная квалификационная работа состоит из трех глав:

1. Краткая геолого-геофизическая характеристика

2. Геолого-геофизические исследования

3. Результаты работ

Основное содержание работы. Безымянное месторождение расположено на левом берегу р. Безымянки, притока реки Медведица. Электроснабжение района осуществляется от Волжской ГЭС. Вблизи северной границы проходит железнодорожная магистраль Волгоград-Москва. Ближайшие разрабатываемые газовые месторождения: Клетско-Почтовское, Верховское, Саушинское. Развита сеть газо- и нефтепроводов.

Геологическое строение Волгоградской области отличается пестротой, развитием мезозойско-кайнозойских осадочных комплексов, которые являются рельефообразующими в Волгоградской области.

В Волгоградской области отложения терригенного девона (кыновские, пашийские слои франского яруса и живетский, ардатовский ярус) богаты достаточно мощными пластами-коллекторами с хорошими физическими свойствами (проницаемость, пористость). Из указанных коллекторов при бурении и испытании скважин были получены многочисленные нефтегазопроявления.

Волгоградская область расположена в зоне сочленения двух крупных нефтегазоносных провинций (НГП) на юго-восточной окраине Русской платформы – Волго-Уральской и Прикаспийской. Незначительная часть территории на юго-западе области также приурочена к Северо-Кавказско-Мангышлакской НГП. Волго-Уральская НГП представлена Нижневолжской нефтегазоносной областью (НГО), которой в тектоническом отношении соответствуют юго-восточный склон Воронежской антеклизы.

Волгоградское Заволжье является составным элементом Прикаспийской синеклизы, в пределах которого промышленные скопления УВ выявлены в отложениях под и надсолевого этажей, при этом основные неразведанные ресурсы приурочены к подсолевым отложениям. В тектоническом строении подсолевого структурного этажа синеклизы выделяются прибортовые ступени (внешняя и внутренняя), моноклиналильные склоны и центральная, наиболее

погруженная область.

Внешняя Бортовая ступень относится к региональной мобильной зоне сочленения надпорядковых структур Восточно-Европейской платформы с Прикаспийской синеклизой. Для нее характерно ступенчатое погружение пород по направлению к внутренней части синеклизы. Ступени осложнены тектоноседиментационными структурами небольших и средних размеров, объединенных в протяженные валы и антиклинальные складки. Глубина залегания подсолевых отложений в их пределах изменяется от 2 до 4 км.

Внутренние прибортовые ступени синеклизы осложнены системой крупных геоструктурных элементов в виде сводовых поднятий (южный и восточный сегменты), мегавалов (западный и северный сегменты) и разделяющих их впадин и мегапрогибов. Строение сводовых поднятий и мегавалов в свою очередь осложнено валами, куполовидными поднятиями и рифогенными постройками, благоприятными для формирования залежей нефти и газа.

Отмеченные структурные элементы прибортовых ступеней синеклизы представляют собой первоочередные объекты поиска зон нефтегазоаккумуляции. Именно с ними связаны все известные месторождения нефти, газа и газоконденсата, обнаруженные за последние годы в подсолевых отложениях Прикаспийской нефтегазоносной провинции.

Моноклинальные склоны синеклизы изучены слабо и их строение дискуссионно. Наименее изученной остается центральная депрессия, где породы фундамента залегают на глубине до 20 км и ниже.

Методика исследования. Геофизические методы исследования скважин (ГИС) служат для получения геологической документации разрезов скважин, выявления и промышленной оценки полезных ископаемых, осуществления контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений, изучения технического состояния скважин и т. д. С этой целью по данным ГИС изучают в скважинных условиях физические свойства горных пород. Методы ГИС подразделяются на электрические, радиоактивные, акустические, магнитные,

термические и т. п. Геофизические методы позволяют представить разрезы скважин комплексом физических характеристик, таких как удельное электрическое сопротивление, радиоактивность, теплопроводность изучаемых сред, скорость распространения упругих волн в них и т. п.

При описании горных пород одной из характеристик выступает их способность к проведению электрического тока, что позволяет определить такие из свойства как электрическое сопротивление, электропроводность, поляризуемость и диэлектрическая постоянная. Эти свойства нашли широкое применение в области геофизического изучения буримых стволов, в частности – методом электрического каротажа.

Электрический каротаж основывается на замерах электрического поля, которое специально создается для проведения исследования или возникает самопроизвольно. Метод позволяет определить литографический состав пород разреза, а также выявить наличие и определить параметры залежей руды и водонасыщенных пластов.

Геофизические методы изучения геологического разреза скважин, основанные на измерении характеристик полей ионизирующих излучений (естественных и искусственно вызванных), происходящих в ядрах атомов элементов, называют радиоактивным каротажем (РК).

Наиболее широкое распространение получили следующие виды радиоактивного каротажа: гамма-каротаж, предназначенный для изучения естественного γ -излучения горных пород; гамма-гамма-каротаж и нейтронный каротаж, основанный на эффекте взаимодействия с горной породой источников γ -излучения и нейтронов.

Расчленение разрезов скважины заключается в установлении по комплексу геолого – каротажных данных последовательности залегания пластов, отличающихся по своим физическим свойствам, и определении их литологии и стратиграфии.

Одним из важных препятствий однозначного решения задачи литологического расчленения и корреляции разрезов скважин является не

всегда четкое отличие полезных ископаемых от вмещающей среды по физическим свойствам, отраженным в большей или в меньшей степени в каротажных кривых.

Расчленение геологического разреза скважины предусматривает установление литологических типов слагающих его пород, а также границ между ними. Расчленение разреза выполняется по комплексу ГИС-бурение.

Комплекс ГИС включает следующие методы: ГК, НГК, ГГК, кавернометрия (КВ), методы кажущихся сопротивлений (КС), БК, метод естественных потенциалов (ПС), АК (Δt). Ниже даются краткие указания по литологическому расчленению разрезов скважин с помощью этих методов.

Глины на каротажных диаграммах характеризуются следующими признаками:

- на диаграммах КС и БК против глин обычно регистрируются низкие значения кажущегося сопротивления;
- на диаграммах ПС глинам отвечают положительные аномалии;
- на кривых ГК глины отмечаются максимальными показаниями, на кривых НГК-низкими значениями;
- интервальное время по АК против глин составляет 220-260 мкс/м;
- по данным КВ ствол скважин глинистых пород, как правило, увеличен.

Песчаники и карбонатные коллекторы характеризуются следующим:

- нефтегазонасыщенным песчаникам и карбонатным породам свойственны высокие значения сопротивления, водонасыщенным—пониженные;
- на диаграммах ПС песчаникам и проницаемым разностям карбонатных пород отвечают отрицательные аномалии, амплитуда которых уменьшается с увеличением глинистости пород;
- в песчаниках и поровых карбонатных коллекторах диаметр скважины обычно уменьшается за счет образования глинистой корки, в кавернозных и трещиноватых карбонатных породах - несколько увеличивается.

Алевролитовые породы характеризуются промежуточными показаниями

методов ГИС между песчаниками и глинами.

Плотные разности карбонатных пород характеризуются:

- повышенными значениями сопротивления на кривой КС, БК;
- обычно неизменным диаметром скважины.

Эвапоритовые отложения выделяются максимальными показаниями методов КС, БК. Показания НГК в ангидритах по сравнению с солями имеют пониженные значения, гипсы характеризуются низкими показаниями НГК.

Оценка характера насыщения коллектора основана на определении удельного сопротивления породы в ее неизменной части и на сравнении полученных значений, и вычисленных значений параметра насыщения с критическими величинами, характеризующими для исследуемых коллекторов границу между коллекторами промышленно продуктивными и непромышленными.

В наиболее простом случае водоносные коллекторы имеют низкое удельное сопротивление, а нефтегазоносные – высокое. Надёжное определение сопротивления по диаграммам БКЗ возможно лишь для достаточно мощных и однородных объектов. При наличии плотных высокоомных прослоев в пласте-коллекторе сопротивление определяется по диаграммам экранированных зондов.

Результаты работ. Объектом исследования является скважина № 123, заложенная с целью поиска и оценки залежей нефти в девонских отложениях живетского яруса ардатовского горизонта. В процессе бурения скважины №123 с использованием комплекса геофизических исследований был выполнен каротаж. Литологическая характеристика оценивается по сумме признаков, выделенных на диаграммах различных методов. Необходимо учитывать, что геофизические методы дают физические признаки, часто являющиеся общими для разных пород. Поэтому литологическую характеристику, построенную по физическим признакам, необходимо уточнить по данным петрофизических исследований керна и шлама.

По комплексу геофизических исследований проведено литологическое

расчленение разреза в интервале 2565-2646м.

Пласты глин отмечены в интервалах 2665-2570м, 2575,5-2579м, 2582,5-2590м, 2595,5-2597,5м, 2605-2606м, 2607,5-2608,5м, 2610-2619м, 2623,5-2635м, 2636-2639м, 2640-2646м. Глины отличаются повышенной естественной радиоактивностью и высокими показаниями гамма-каротажа (ГК, мкР/ч – микрорентген/час) до 8,5-9мкР/ч, показания нейтрон-нейтронного каротажа (ННК, д.ед – доля единицы) характеризуются максимальными отклонениями кривой ННК вправо, электрометрия (БК, Ом*м) характеризуется понижающими отклонениями кривой влево до 1,5Ом*м. Показания плотностного каротажа (ГГК, г/см³ – грамм/см³) отмечаются нестабильными изменениями. Параметр ГГК в глинах может сильно изменяться из-за неоднородности среды, также глинистость породы влияет на показания каротажа: чем больше глинистость коллектора, тем выше его гамма-активность, и, соответственно, увеличиваются показания метода.

Аргиллиты характеризуются более низкими показаниями ГК и НГК, чем в глинах. Показания БК отмечены ростом, как и показания ГГК. Пласты аргиллитов отмечены в интервалах 2571-2572,5м, 2573,5-2574м, 2579-2580м, 2581-2582,5м, 2591-2592м, 2593-2594м, 2602-2603м, 2619-2623,5м, 2635-2636м, 2639-2640м.

Построение литологической колонки в исключительно в карбонатном разрезе является существенно более трудной задачей, чем в песчано-глинистом разрезе. Известняки могут быть плотные и пористые, трещиноватые и кавернозные, глинистые и т.п. Глинистые карбонатные породы уверенно выделяются по низким показаниям ГК, средним показаниям НГК и БК, и по повышенным показаниям ГГК. Пласты глинистых известняков выделены в интервалах 2570-2571м, 2572,5-2573,5м, 2574-2575,5м, 2590-2591м, 2592-2593м, 2594-2595,5м, 2597,5-2602м, 2603-2605м, 2606-2607,5м, 2608,5-2610м.

По результатам обработки и интерпретации каротажа в интервале 2645-2712м по стволу был вскрыт продуктивный пласт ардамовского горизонта,

сложенный известняками и известняками глинистыми.

По комплексу геофизических исследований на глубине 2645м, а именно по данным гамма-каротажа наблюдается резкое падение значений гамма-активности пород с 7,1-8,2 мкР/ч до 1,3-1,7 мкР/ч, что соответствует значениям карбонатного пласта (известняк) и вскрытию кровли продуктивного горизонта. Показания нейтрон-нейтронного каротажа также отмечены снижением значений с 25-30 д.ед до 1,2- 1,6 д.ед в интервале вскрытия. Показания плотностного каротажа отмечены увеличением значений с 2,3 г/см³ до 2,7 г/см³ в интервале вскрытия. Данные электрометрии также показывают увеличение показаний с 2Ом*м до 12Ом*м. Вышеперечисленные характеристики данных ГИС подтверждают вскрытие продуктивного пласта.

Проведение литологического расчленения разреза дает возможность выделить в разрезе породы корректоры и не коллекторы оценить емкостные свойства пород. Основные свойства коллектора, отличающие его от вмещающих пород, - это проницаемость, пористость и глинистость. В интервалах 2649,3-2650,4м, 2654,8-2655,8м, 2656,8-2657,7м выделены известняки, насыщенные углеводородами. В интервалах 2650,4-2651,7м, 2655,8-2656,8м, 2670,1-2670,9м, 2674,0-2676,0м выделены известняки, возможно насыщенные углеводородами.

Таким образом, анализируя данные ГИС в процессе проводки ствола скважины в продуктивном горизонте, удалось обеспечить оптимальную траекторию ствола скважины без отклонения и выхода из продуктивного пласта, провести литологическое расчленение разреза и дать оценку насыщения пород-коллекторов.

Заключение. В результате написания выпускной-квалификационной работы был собран геолого-геофизический материал на территории работ в пределах Безымянного месторождения, по которому была рассмотрена методика выделения пласта коллектора в продуктивном горизонте.

По комплексу геофизических исследований проведено литологическое расчленение разреза в интервале 2565-2646м.

Пласты глин отмечены в интервалах 2665-2570м, 2575,5-2579м, 2582,5-2590м, 2595,5-2597,5м, 2605-2606м, 2607,5-2608,5м, 2610-2619м, 2623,5-2635м, 2636-2639м, 2640-2646м. Пласты аргиллитов отмечены в интервалах 2571-2572,5м, 2573,5-2574м, 2579-2580м, 2581-2582,5м, 2591-2592м, 2593-2594м, 2602-2603м, 2619-2623,5м, 2635-2636м, 2639-2640м. Пласты глинистых известняков выделены в интервалах 2570-2571м, 2572,5-2573,5м, 2574-2575,5м, 2590-2591м, 2592-2593м, 2594-2595,5м, 2597,5-2602м, 2603-2605м, 2606-2607,5м, 2608,5-2610м.

По результатам обработки и интерпретации каротажа в интервале 2645-2712м по стволу был вскрыт продуктивный пласт ардамовского горизонта, сложенный известняками и известняками глинистыми.

Проведение литологического расчленения разреза дает возможность выделить в разрезе породы корректоры и не коллекторы оценить емкостные свойства пород. В интервалах 2649,3-2650,4м, 2654,8-2655,8м, 2656,8-2657,7м выделены известняки, насыщенные углеводородами. В интервалах 2650,4-2651,7м, 2655,8-2656,8м, 2670,1-2670,9м, 2674,0-2676,0м выделены известняки, возможно насыщенные углеводородами.

Анализируя данные ГИС удалось провести литологическое расчленение разреза и дать оценку насыщения пород-коллекторов.