

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

Кафедра геофизики

**«Выделение аномально высоких пластовых давлений
в терригенных отложениях палеогена Азово-Кубанского прогиба»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 431 группы
направление 21.03.01 нефтегазовое дело
профиль «Геолого-геофизический сервис нефтегазовых скважин»
геологического ф-та
Джаббара Альхамзы Кадхим Джаббара

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

М.В. Калининкова

подпись, дата

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2021

Введение. Актуальность темы работы определяется тем, что определение зон аномально высокого пластового давления (АВПД) в процессе бурения необходимо для безаварийной проводки скважин в мощных глинистых толщах. Решение этой задачи входит в обязательный комплекс геолого-технологических исследований. Для выделения таких зон используются технологические параметры, инструменты программного обеспечения, а также данные геолого-геофизических исследований разрезов скважин.

Цель выпускной квалификационной работы – состояла в изучении природы аномально высоких пластовых давлений в недрах нефтяных и газовых месторождений, методики проведения ГТИ для выявления АВПД на примере эксплуатационной скважины №1, расположенной в Краснодарском крае.

Данная цель предполагает решение следующих задач:

- изучить геолого-геофизические условия района работ;
- изучить теоретические основы возникновения, прогнозирования и определения зон АВПД;
- изучить методы оценки пластовых давлений в процессе бурения скважин с остановкой углубления ствола скважины;
- изучить методы оценки пластовых давлений в процессе бурения скважин без остановки углубления скважины;
- изучить методику прогноза и выявления АВПД по данным ГТИ;
- провести литологическое расчленение вскрытого разреза скважины №1 в пределах Азово-Кубанского прогиба (Краснодарский край);
- по данным геолого-геохимических исследований в разрезе скважины №1 выделить перспективные объекты терригенных отложений кумской свиты;
- выявить зону АВПД по данным метода d-экспоненты в скважине № 1

Данная работа включает в себя введение, 3 раздела, заключение, список используемых источников.

Основное содержание работы. Раздел 1 «Геолого-геофизическая характеристика территории исследования» содержит 4 подраздела.

Подраздел 1.1 «Общие сведения о районе работ» содержит общие сведения о территории исследования. В административном отношении исследуемая площадь расположена в Краснодарском крае, около города Горячий Ключ.

Во втором подразделе 1.2 «Литолого-стратиграфическая характеристика вскрытого разреза» приведено описание литолого-стратиграфического разреза исследуемой скважины № 1 в пределах Азово-Кубанского прогиба (Краснодарский край). В геологическом строении исследуемой площади принимают участие отложения палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Четвертичные отложения, отложения верхнего и среднего плиоцена вскрыты в интервале 30-460м и сложены песчаниками кварцевидными, серыми, серо-коричневыми, мелкозернистыми; глинами светло-желтыми, слабопластичными, легко размываются водой. Кумская свита вскрыта в интервале 1812-1952м и представлена песчаниками кремовыми и коричневыми, светло- и темно-серыми, мелкозернистыми, окатанными; глинами серыми, светло-серыми и темно-зелеными, рыхлыми, жирными, слабой крепости и плотности.

В подразделе 1.3 «Тектоника» приведены данные о структурном плане изучаемой площади. В строении Азово-Кубанской нефтегазоносной области принимают участие триасовые, юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые, четвертичные отложения и образования, залегающие на палеозойском складчатом фундаменте, а в северо – западной части – на докембрийском.

По морфологическим особенностям в пределах Западного Предкавказья выделяются основные тектонические элементы: Западно – Кубанский передовой прогиб; Адыгейский выступ; Тимашевская ступень;

Ейско – Березанский вал; Восточно – Кубанский прогиб; Калниболотский структурный выступ; Сельский вал.

Подраздел 1.4. «Нефтегазоносность» содержит информацию о нефтегазоносности района, в котором расположено исследуемое месторождение. Промышленные запасы нефти открыты в понтическом, миоценовом, майкопском, кумском горизонтах, в I горизонте калужской свиты, IIa горизонте зыбзинской свиты, IIб, III и IV горизонтах ильской свиты, в X – XII горизонтах свиты цице.

В пределах участка выделяется четыре изолированные залежи, приуроченные к отложениям верхнего сармата, среднего и нижнего сармата, карагана и чокрака. Глубины залегания нефтяных залежей в сармате 385 – 890 м, в карагане 512 – 895 м, в чокраке 681 – 1007 м.

Раздел 2 «Методика проведения работ» содержит 4 подраздела.

Подраздел 2.1 «Характеристика аномально – высоких пластовых давлений» содержит определение и развернутую характеристику рассматриваемых давлений. Аномально-высокое пластовое давление (АВПД) - это давление, действующее на флюиды (воду, нефть, газ), содержащиеся в поровом пространстве породы, величина которого отличается от нормального (гидростатического).

Аномально - высокие давления поровых флюидов встречаются повсюду в мире в отложениях, имеющих возраст от кайнозойского до палеозойского. Возникновение АВПД объясняется следующими причинами:

1. Передачей части горного давления на залежь. Если скелет породы слабый, то часть горного давления передается на жидкость или газ, находящиеся в ее порах. К таким породам со слабым скелетом, в частности, относятся глины. Поэтому в изолированных линзовидных,

кармано-образных резервуарах, находящихся внутри глинистых толщ, возникают аномальные давления, превышающие нормальное гидростатическое давление.

2. Вторичное увеличение объема залежи в зонах высоких температур. В зоне больших глубин и высоких температур сложные углеводородные соединения с длинными цепями разрушаются с образованием большого количества простых молекул. Увеличение числа молекул приводит к увеличению объема. Увеличение объема залежи приводит к возрастанию давления внутри замкнутого резервуара. По этой причине в газоконденсатных залежах, образующихся за счет разрушения газонефтяной залежи, часто наблюдается АВПД.

3. Кратковременное повышение пластового давления возникает при землетрясениях. Наблюдения показывают, что в сейсмически активных областях перед землетрясением повышаются дебиты нефти в скважинах.

4. Тектонические движения по разломам. В приподнятом блоке залежи, разорванной разломами, в течении длительного времени будет сохраняться прежнее высокое пластовое давление, характерное до ее воздымания.

5. Вторичное сокращение объема пор в коллекторах при кристаллизации цемента в законтурных частях резервуара. Залежь при этом приобретает замкнутый и полузамкнутый характер. Горное давление – это напряжения, возникающие в массиве горных пород, вблизи стенок выработок, скважин, в целиках, на поверхностях контакта породы -- крепь в результате действия главным образом гравитационных сил, а также тектонических сил и изменения температуры верхних слоев земной коры.

Пластовое давление - это давление, под которым находятся жидкость (нефть, вода) и газ, насыщающие поровое пространство и (или) трещины коллекторов нефтяных и газовых месторождений.

В нефтяных скважинах аномально высокие пластовые давления обычно наблюдаются на глубинах более 1200 м, однако они были встречены и на глубине всего 460 м. Аномально высокие давления почти всегда сопровождаются повышением пористости глин, понижением солености поровых вод, а также повышением температуры. Для качественного анализа процесса разработки необходимо знать давления на конкретную дату для всей залежи одновременно. Замерить пластовые давления во всех скважинах одновременно практически невозможно. Поэтому в замеры, произведенные задолго до построения карт изобар, вносят поправку, используя экстраполяцию для каждой скважины или общую тенденцию изменения давления на отдельных участках пласта.

Подраздел 2.2 «Прогнозирование зон аномальных давлений» рассматриваются основы прогнозирования зон аномальных давлений. Не все тектонические процессы в земной коре приводят к образованию аномальных давлений. В настоящее время в районах тектонических (сбросовых) дислокаций нашла широкое применение методика прогнозирования аномальных давлений с использованием специально построенной палетки для оценки аномально высоких (АВПД) и аномально низких (АНПД) пластовых давлений. Опробование предложенной методики было выполнено на примере Шебелинского газового месторождения ДДВ (АВПД) и Куринского нефтегазоносного бассейна в Притбилисском районе (АНПД). В работе [9] рассмотрен случай, когда в результате тектонических процессов произошло быстрое погружение участка земной коры (сброс), вследствие которого возросла глубина залегания пород. Эти условия модифицировались как

в породах-коллекторах, так и в плотных низко проницаемых породах. Однако, поскольку объем плотных пород в глубинных частях разреза обычно значительно превосходит объем пород-коллекторов, в бассейнах с элизионной водонапорной системой вариации давления в порах плотных пород будут определять и характер давления во вмещаемых коллекторах. Авторы предположили, что в первом приближении, в глубокозалегающих плотных породах поры, заполненные пластовой водой, гидравлически полностью изолированы, поэтому приращение порового давления при погружении пород на глубину (амплитуда сброса). Если до сброса поровое давление в плотных породах было равно гидростатическому, то в погруженном крыле сброса оно станет аномально высоким. Давление в изолированных порах плотных низко проницаемых пород, обладающих низкой сжимаемостью, согласно предложенной модели, становится аномально высоким при увеличении температуры и горного давления. Кривые аномального давления имеют небольшую кривизну выпуклостью вверх.

Среднее значение коэффициента аномальности K_a возрастает с увеличением амплитуды сброса от 1 до 2 K_a увеличивается также с ростом геотермического градиента в разрезе. Анализ показывает, что основное влияние на повышение давления в замкнутых порах оказывает расширение поровой воды с возрастанием температуры. В конечном итоге через определенное геологическое время этот процесс перетока флюидов завершится разрушением зоны АВПД в коллекторах. Время разрушения зависит от проницаемости и мощности низко проницаемых пород-покрышек.

Подраздел 2.3 «Методы прогноза АВПД» делится еще на 3 подраздела.

Подраздел 2.3.1 «Методы прогноза пластовых давлений до начала бурения» содержит сведения о методах прогноза АВПД. По времени поступления исходных данных и получения информации о пластовых давлениях методы прогноза и оценки АВПД разделяются на три группы: методы прогноза пластовых давлений до начала бурения скважин; методы оценки пластовых давлений в процессе бурения скважин; методы оценки пластовых давлений после завершения процесса бурения. В свою очередь методы оценки пластовых давлений в процессе бурения скважин можно подразделить еще на две подгруппы: при остановках углубления ствола скважины; без остановки углубления ствола скважины. Методы оценки пластовых давлений после завершения процесса бурения можно так же подразделить на две подгруппы: до спуска обсадной (эксплуатационной) колонны; после спуска обсадной (эксплуатационной) колонны. Прогноз АВПД по методу аналогий говорится о том, что для прогноза распределения зон повышенных и аномально высоких пластовых давлений по исследуемому разрезу выбирается изученный разрез, который по основным параметрам (тектоническому строению, литологическому составу, наличию пластов-флюидоупоров и т.д.) соответствует исследуемому. Выбранный изученный разрез принимается за эталонный.

Подраздел 2.3.2 «Методы оценки пластовых давлений в процессе бурения скважин с остановкой углубления ствола скважины». Рассмотрены параметры определения по данным ГИС. Устанавливается один или несколько геофизических параметров, которые отражают изменение пористости глинистых пород с глубиной по разрезу, вскрываемому скважиной. К таким геофизическим параметрам относятся: удельное (или кажущееся) относительное электрическое сопротивление, относительное электрическое

сопротивление, электропроводность, интервальное время распространения упругой волны, рассеянное (или вторичное) гамма излучение и другие.

В подразделе изложена методика определения АВПД по керну. Способы оценки АВПД по керну, естественно, не могут служить в качестве оперативных методов прогноза давлений, однако они успешно используются в качестве контроля за другими методами оценки давлений. По всему разрезу, вскрываемому скважиной, в интервалах отбора керна выделяются образцы, представленные глинистыми породами.

Представлен алгоритм определения АВПД, образованных при акватермальном эффекте. Для исследуемого региона по данным термометрии скважин при изучении разреза с нормальным пластовым давлением строится график зависимости условного гидростатического давления от температуры, который принимается за эталонный.

Подраздел 2.3.3 «Методы оценки пластовых давлений в процессе бурения скважин без остановки углубления скважины» содержит характеристику методов оценки пластовых давлений в процессе бурения (без остановки углубления ствола скважины), которые в качестве исходной информации используют данные о гидродинамическом взаимодействии пласта с промывочной жидкостью, технологические данные бурения, результаты обработки шлама. Методы оценки пластовых давлений по данным о гидродинамическом взаимодействии пласта с промывочной жидкостью, отличающиеся непосредственным контактом с пластовым флюидом, находящимся под давлением, является существенным дополнением при определении АВПД в сложных геологических условиях. Бурение скважины в зонах АВПД - очень сложная техническая проблема. Цель оптимального бурения - довести забой скважины до планируемых глубин, обеспечить

качественное вскрытие продуктивных горизонтов, избежать аварийных ситуаций.

Подраздел 2.4 «Методы определения зон АВПД по данным промысловой геофизики» В разделе показано, что методы определения зон АВПД делятся на прямые, оценочные и косвенные.

Метод «D - экспоненты» рассматривает теоретические основы данного метода. Метод основан на зависимости нормализованной скорости проходки от дифференциального давления между скважиной и пластом. На величину D. экспоненты значительное влияние оказывает износ долот. Для теоретически не изнашиваемого долота фактические значения D - экспоненты будут ложиться на линию нормального уплотнения. Аномальное пластовое давление определяется по соотношению фактических значений D-экспоненты и D-экспоненты по линии нормального тренда на данной глубине.

Данная модель наиболее полно отвечает условиям бурения в мягких пластичных породах, в которых степень влияния нагрузки на долото на скорость проходки есть функция свойств породы.

Приведенный алгоритм был использован при расчете D-экспоненты и выделении зон АВПД в исследуемой скважине №1 Краснодарского Края.

В разделе 3 «Результаты работы» приводятся данные об интервале исследования скважины №1 Краснодарского Края. Исследуемая скважина №1 была заложена с целью эксплуатации кумской свиты. Проектная глубина скважины по стволу 1907м, достигнутый забой по стволу 1952м. Сопровождение строительства скважины геолого-технологическими исследованиями начато в процессе крепления скважины обсадной колонной и продолжено до спуска эксплуатационной колонны при глубине забоя 1952м.

В процессе строительства скважины были решены следующие технологические задачи: контроль соответствия фактических технологических параметров бурения их значениям, установленным ГТН, РТК; распознавание и определение продолжительности технологических операций; поддержание рационального режима бурения с контролем отработки долот; контроль скорости спуско-подъемных операций; контроль спуска и цементирования обсадных колонн; контроль ГНВП и поглощений; диагностика предаварийных ситуаций в реальном масштабе времени.

В результате завершения технологического процесса проводки эксплуатационной скважины по данным ГТИ, был сделан вывод, что строительство скважины произведено: с осложнениями в виде затяжек, посадок, разгрузок бурового инструмента; с поглощением промывочной жидкости; с перепадами давления. Расчет давлений в скважине производился методом D-экспоненты для анализа АВПД при бурении в мягких пластичных породах. Метод основан на зависимости нормализованной скорости проходки от дифференциального давления между скважиной и пластом.

Заключение. В работе был проведен анализ изучения природы аномально высоких пластовых давлений (АВПД) в недрах нефтяных и газовых месторождений, методика проведения ГТИ для выявления АВПД на примере эксплуатационной скважины №1, расположенной в Краснодарском крае.

По данным метода d-экспоненты в скважине № 1 был установлен интервал в котором наблюдается аномалия порового давления. Выделенное по d-ехр значительное отклонение от нормальных значений в переслаивании пластов глин и песчаников, сопровождается ростом газопоказаний.

В процессе проведения ГТИ по данным геолого-геохимических исследований, а также по данным газового каротажа были зафиксированы аномалии в отложениях кумской свиты, связанные со вскрытием объекта с неясным характером насыщения в интервале: 1815,47-1830м; возможно продуктивных объектов в интервалах: 1833,33 - 1835,19м; 1837,7 - 1839,55м; 1849,74 - 1850,68м; 1856,74 - 1858,59м; 1863,93 - 1865м; 1875,01 - 1875,8м.