

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

Кафедра геофизики

**«Прогнозирование зон АВПД на Покачевском месторождении
(Западная Сибирь)»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы очной формы обучения
геологического факультета
по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль «Геолого-геофизический сервис
нефтегазовых скважин»
Аль-Дулайми Омер Намир

Научный руководитель
кандидат геол.-мин.наук, доцент

подпись, дата

Б.А. Головин

Зав. кафедрой

кандидат геол.-мин.наук, доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2020

Введение. Актуальность темы выпускной квалификационной работы определяется тем, что прогнозирование зон АВПД в практике промыслово-геофизических работ является сложным и неоднозначным процессом. Для реализации, которого требуется разработка новых технологий и технических решений, которые должны обеспечить более качественное вскрытие пласта с АВПД и снизить вероятность осложнений и аварий до минимума. Чтобы успешно решать проблему качества, требуется комплексный подход, то есть реализация широкого комплекса взаимосвязанных, разработанных на единой методической основе экономических, технических и организационных мероприятий.

Цель выпускной квалификационной работы – провести анализ моделей формирования аномальных пластовых давлений и выделить механизмы образования АВПД, существенно влияющих на области применения и точность методов прогноза и оценки АВПД.

Данная цель реализуется в условиях Покачевского месторождения Западной Сибири. Не смотря на то, что запасы Покачевского месторождения впервые были утверждены в 1974 г., на месторождении в настоящее время продолжают вестись геологоразведочные работы с целью оконтуривания ранее выявленных залежей и уточнения подсчетных параметров. Поскольку глубинность исследования скважин постоянно увеличивается, следовательно, возрастает и риск проявления аномально высоких пластовых давлений, а, следовательно, и аварийных ситуаций в процессе бурения.

Для решения поставленной цели были поставлены следующие **задачи**:

- изучение геолого-геофизического материала по Покачевскому месторождению Западной Сибири;
- изучение теоретических состав методов прогноза АВПД ;
- изучение методики прогноза АВПД;
- получение навыков интерпретация данных ГТИ с целью определения зон АВПД.

Данная работа включает введение, 5 разделов, заключение, список используемых источников. Основное содержание работы Раздел 1 «Геолого-геофизическая характеристика территории исследования» Раздел 2 «Методика исследования АВПД» Раздел 3 «Методы определения зон АВПД» Раздел 4 «Методы прогноза АВПД» Раздел 5 «Результаты исследования»

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

Подраздел 1.1 «Общие сведения о территории исследования» содержит общие сведения о территории исследования. В административном отношении Покачевское месторождение расположено в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского национального округа Тюменской области.

Во втором подразделе 1.2 «Литолого - стратиграфическая характеристика», приведено описание литолого-стратиграфического разреза Покачевского месторождения. В геологическом строении Нижневартовского свода принимают участие породы до юрского фундамента, мезокайнозойских терригенных отложений платформенного чехла. В разрезе последних выделяются юрские, меловые, палеогеновые и четвертичные образования. Верхняя часть фундамента, соответствующая коре выветривания на глубинах 3140 - 3149 м, представлена проницаемыми породами серого и светло-серого цвета с зеленоватым оттенком, скрытозернистой, реже мелкозернистой структуры, с вертикально направленной трещиноватостью, с мелкими включениями полевых шпатов.

В подразделе 1.3 «Тектоника» приведены данные о структурном плане изучаемой площади. Месторождения Нижневартовского нефтегазоносного района в тектоническом плане связаны с Нижневартовским сводом, представляющим собой структуру первого порядка с размерами 300*200км и амплитудой более 300м. Свод осложнен рядом структур второго порядка (валы, поднятия), с которыми связаны залежи в нижнемеловых и юрских отложениях.

Подраздел 1.4. «Нефтегазоносность» содержит информацию о нефтегазоносности района, в котором расположено исследуемое месторождение. Залежи нефти установлены в большом диапазоне терригенных отложений мелового и юрского возраста. Основными объектами, содержащими большую часть запасов, являются пласты: АВ13, АВ2, АВ3, АВ5, БВ6, БВ8.

Раздел 2 «Методика исследования АВПД» содержит 2 подраздела.

Подраздел 2.1 «Определение и возникновение АВПД» содержит определение, описание и условия возникновения АВПД.

АВПД - давление, действующее на флюиды (воду, нефть, газ), содержащиеся в поровом пространстве породы, величина которого отличается от нормального (гидростатического). Возникновение аномально-высокого пластового давления 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, карманообразных 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.

Таким образом, аномально - высокое пластовое давление возникает под действием разных причин, но главными из них являются замкнутая линзовидная форма резервуара, ее запечатанность со всех сторон непроницаемыми породами.

Подраздел 2.2 «Характеристика горного, гидростатического, пластового давления» содержит определение и развернутую характеристику рассматриваемых давлений. Горное давление - напряжения, возникающие в массиве горных пород, вблизи стенок выработок, скважин, в целиках, на поверхностях контакта порода - 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. Гидростатическое давление есть давление, развиваемое весом покоящегося столба флюида. Оно зависит лишь от высоты столба и плотности флюида.

Раздел 3 «Методы определения зон АВПД» содержит 2 подраздела. В разделе показано, что методы определения зон АВПД делятся на прямые, оценочные и косвенные.

Подраздел 3.1 «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. Но, как

показывает практика бурения, механическая скорость проходки в конце каждого рейса значительно ниже начальной скорости вследствие износа долота.

SigmaLog - определение в твердых породах. Метод SigmaLog по физической основе аналогичен методу D - экспоненты.

Обнаружить заранее зону АВПД можно также по ряду геологических признаков: уменьшение геотермического градиента выходящего раствора, начинающегося примерно за 100 м до кровли покрышки АВПД; увеличение механической скорости бурения в однородной породе; уменьшение плотности глин; обилия обвального шлама на фоне общего увеличения количества и размера шлама (заваливает желоба); увеличение газонасыщенности шлама и раствора; увеличение битуминозности шлама в несколько раз; появление газированных пачек раствора, не дающих увеличения объема; затяжки и посадки при спуско - подъемных операциях; заваливание забоя шламом.

Подраздел 3.2 «Бурение в зонах АВПД» содержит информацию возможностях прогнозирования АВПД в процессе бурения. При бурении в зонах АВПД буровой раствор для предупреждения выбросов из скважин утяжеляют, то есть давление бурового раствора в скважине поддерживают несколько большим пластового во время бурения такой зоны. Из обычных величин не удастся получить буровые растворы плотностью выше $1,3 \text{ г / см}^3$ из-за сильного повышения вязкости. Повысить плотность можно только путем добавления к этой системе утяжелителей - тонко размолотых порошков тяжелых минералов. В качестве утяжелителей чаще всего применяют барит, гематит и магнетит.

Раздел 4 «Методы прогноза АВПД» содержит 6 подразделов.

Подраздел 4.1 «Теоретические основы прогнозирования аномальных давлений» рассматривает теоретические основы прогнозирования АВПД. Не все тектонические процессы в земной коре приводят к образованию аномальных давлений. Среди наиболее вероятных нужно выделить такие, в результате которых может происходить многократное изменение горного давления и температуры пород. Колебание горного давления приводит к

объемным деформациям, сопровождающимся уменьшением или увеличением объема пор и разрывными нарушениями, а температуры - к расширению или сжатию пород и насыщающих флюидов. Эти объемные деформации могут вызывать образование аномальных пластовых давлений только в тех случаях, если в осадочном бассейне или в каком-то его участке до и после тектонических дислокаций сохраняется элизионный водонапорный режим. В открытых бассейнах с инфильтрационной водонапорной системой тектоническая деятельность оказывает влияние лишь на пьезометрические напоры пластовых вод.

В данном подразделе изложена методика прогнозирования аномальных давлений в районах тектонических (сбросовых) дислокаций до бурения скважин, приведены палетки для оценки аномально высоких (АВПД) и аномально низких (АНПД) пластовых давлений. Показано опробование предложенной методики на примере Шебелинского газового месторождения и Куринского нефтегазоносного бассейна в Притбилисском районе.

Подраздел 4.2 «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.

Подраздел 4.3 «Прогноз и оценка АВПД по данным сейсморазведки» содержит данные о методике эквивалентных глубин, которая основана на

теории уплотнения (консолидации) насыщенных водой глин. Как уже было отмечено, если в процессе формирования осадка скорость осадконакопления высока и вода из породы удаляется слишком медленно, то возникают условия, когда давление воды будет выше гидростатического, а сама порода становится недоуплотненной.

Метод реализуется следующим образом: В разрезе скважины выделяется и определяется удельное электрическое сопротивление чистых некарбонатных глин. Затем строится график изменения удельного сопротивления глин от глубины. В зоне нормального давления все точки лягут на прямую линию, так как в этой зоне породы нормально уплотнены. В зоне АВПД точки будут отклоняться от этой линии уплотнения. На графике определяется эквивалентная глубина - минимальная глубина (точка В), в которой значения удельного сопротивления равны значению этого же сопротивления на искомой глубине (точка А) в зоне АВПД. Так как эффективные напряжения на глубине $H_{\text{экв}}$ и H равны, то можно определить искомое АВПД.

В подразделе 4.4 «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 4.5 «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 4.6 «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.

В пятом разделе «Результаты исследования» приводятся данные об интервале исследования скважины Покачевского месторождения (Западная

Сибирь). В исследуемом интервале 1640-1685м наблюдается первая аномалия порового давления, по d -exp значительное отклонение от нормальных значений в переслаивании пластов глин и песчаников, сопровождается ростом газопоказаний. В 1685-1705м наблюдается восстановление гидростатического давления, кривая приближается к значениям линии нормального уплотнения, и снижение газопоказаний. С глубины 1705м фиксируется увеличение поровых давлений (переходная зона) с выходом на условно стабильное АВПД.

Заключение. В работе показано что, для качественного вскрытия продуктивного горизонта в условиях аномально высоких пластовых давлений нужно отойти от привычной практики использования утяжеленных буровых растворов.

Исходя из условий максимального сохранения природного состояния коллектора, наиболее перспективным технико-технологическим решением обеспечивающим вскрытие пластов в условиях АВПД является бурение на равновесии или минимально допустимой репрессии с использованием оперативной информации поступающей с забоя скважины.

В общем случае для формирования АВПД в недрах необходимо сочетание двух условий. Первое - относительная изолированность недр, их затрудненная связь с областями разгрузки. Второе - либо поступление флюидов в ограниченный объем извне, либо уменьшение объема резервуара при постоянстве массы флюидов, либо то и другое одновременно.

Анализ моделей формирования аномальных пластовых давлений позволил нам выделить три главных механизма образования АВПД, существенно влияющих на области применения и точность методов прогноза и оценки АВПД: при осадконакоплении, когда скорость погружения много больше скорости оттока флюида; при генерации углеводородов; при вертикальной миграции флюидов. Такое выделение также основано и на следствии проявления АВПД - аномалии пористости, так как именно

аномалия пористости является основой распознавания как генезиса АВПД , так и различных процессов , происходящих в среде АВПД.

Аномально-высокие пластовые давления могут быть вызваны рядом факторов. Однако все эти факторы можно объединить в две основные группы: первая группа связана с процессами, обусловленными конседиментационными, а вторая- с постседиментационными механизмами формирования АВПД. Такое разделение обусловлено результатами воздействия аномальных пластовых давлений на пористость горных пород при одной и той же величине АВПД.