

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

Кафедра геофизики

**«Контроль технического состояния эксплуатационной колонны на
примере скважины XX Степновского ПХГ»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 531 группы

Направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Геолого-геофизический сервис»

Геологического факультета

Барышева Алексея Владимировича

Научный руководитель

кандидат геол.-мин. наук, доцент

Б.А. Головин

подпись, дата

Зав. кафедрой

кандидат геол.-мин. наук, доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2024

Введение. Филиал «Степновское УПХГ» эксплуатирует подземное хранилище газа, созданное в пористых пластах воробьевского и ардатовского горизонтов выработанного Степновского нефтегазоконденсатного месторождения.

Комплекс основного производственного назначения включает в себя следующие сооружения: скважины; кусты скважин; газораспределительные пункты с установками предварительной подготовки газа; компрессорные станции с установками полной подготовки газа и промысловые трубопроводы.

Комплекс геофизических исследований определяется поставленными задачами по контролю за эксплуатацией ПХГ и учитывает такие факторы как тип скважин, их оборудование, геолого-технические условия ПХГ и пр. Для решения поставленных задач в действующих скважинах ПХГ комплекс методов ГИС включает в себя обязательные и дополнительные исследования.

К основным задачам, которые решаются методами геофизики, можно отнести:

- диагностика технического состояния скважины и обсадной колонны;
- выявление интервалов заколонных перетоков и скоплений газа;
- герметичность обсадных колонн.

При изучении технического состояния обсадной колонны решаются следующие задачи:

- определение мест положения муфтовых соединений колонны, сопоставление с мерой колонны по акту на спуск после бурения;
- выявление интервалов нарушения целостности, интервалов смятия, эллипсности колонны;
- определение толщины стенки колонны, выявление интервалов износа;
- оценка изменения технического состояния колонны во времени за период эксплуатации скважины до капитального ремонта;
- проведение специальных исследований при различных технологических операциях в процессе ремонта (определение вырезанных участков эксплуатационных колонн, установка пакеров, прочее.).

Комплекс ГИС включает в себя методы:

- Гамма-каротаж (ГК),
- Магнитный локатор (ЛМ),
- Высокоточная термометрия (ВЧТ)
- Дефектоскопию (МИД),
- Трубная профилометрия (ТП)
- Акустический каротаж (АК)
- Плотномер-толщиномер (ПТ)

Контроль технического состояния скважины и эксплуатационной колонны проводят для предотвращения возможных аварий, выявления дефектов (трещин, порывов, желобов и др.), наличия заколонных перетоков.

Целью бакалаврской работы является анализ и оценка эффективности комплекса ГИС для определения технического состояния скважин в процессе эксплуатации ПХГ. Рассматриваются следующие вопросы:

- характеристика методов ГИС, применяемых при контроле за техническим состоянием скважины XX Степновского ПХГ.
- методика интерпретации комплекса геофизических методов для оценки технического состояния кондуктора, технической и эксплуатационной колонны на примере скважины № XX Степновского ПХГ.
- результаты проведенных исследований и интерпретация полученных данных на скважине XX Степновского ПХГ

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех основных разделов: 1- геолого-геофизическая характеристика района работ, 2 - теоретических основ геофизических методов и аппаратуры, применяемой при работе на скважине XX Степновского месторождения, 3 - результатов геофизических исследований на скважине XX Степновского месторождения, а также заключения, списка используемых источников и списка приложений.

Основное содержание работы. Степновское подземное хранилище газа, созданное на базе выработанного одноименного нефтегазоконденсатного месторождения, располагается на территории Советского района Саратовской

области на равнинной левобережной части р. Волги.

Гравиметрические исследования Саратовской области производились с 1928 по 1955 г. Этим методом изучена вся территория Саратовской области и составлены сводные карты аномалий силы тяжести для всей области, которые использовались при определении направлений геолого-поисковых и разведочных работ. Степновское поднятие было выявлено по поверхности палеозоя в результате сейсмических работ, проведенных в 1950-1951 гг. В этот же период в рассматриваемом районе было произведено структурное бурение, в процессе которого наличие Степновского поднятия подтвердилось и по мезозойским реперам.

Территория Степновского вала изучена сейсморазведкой и глубоким бурением неравномерно. Наиболее исследована ее северо-западная часть, где наблюдается большая плотность профилей сейсморазведки МОГТ-2D и большие площади покрыты сейсморазведкой МОГТ-3D.

Наименее изученной частью Степновского сложного вала является его юго-восточная часть и зона сочленения с прибортовой моноклиной, где не проводились сейсморазведочные исследования МОГТ-3D, а плотность профилей МОГТ-2D сравнительно низкая. При этом большинство сейсмических работ выполнялись двадцать и более лет назад, то есть устаревшими на сегодняшний день техническими и обрабатывающими комплексами.

В мае 1973 г. истощенная залежь пласта Д2V+VI была переведена в режим эксплуатации ПХГ.

В геоструктурном плане Саратовская область располагается в юго-восточной части Восточно-Европейской платформы. В ее пределах развиты три категории горных пород: магматические, метаморфические и осадочные, различающиеся составом, возрастом и происхождением. Первые две группы слагают фундамент платформы, третьи образуют ее чехол.

Степновская структура третьего порядка, в которой создано ПХГ, находится в Степновско-Фурмановской дислоцированной зоне, в пределах

которой с юго-востока на северо-запад выделено пять локальных поднятий (Любимовское, Степновское, Первомайское, Восточно-Суловское и Фурмановское), расположенных гипсометрически одно выше другого.

Как и вообще для разреза Среднего и Нижнего Поволжья, для Степновской структуры в осадочном чехле выделяется пять структурных этажей, отличающихся друг от друга по своим структурным характеристикам, по характеру и направленности тектонических движений, происходивших в различные геологические эпохи: малоизученный рифейский, девонский, верхнепалеозойский, мезозойско-палеогеновый и неоген-четвертичный.

Девонский структурный этаж на территории Среднего и Нижнего Поволжья толщиной от 200 до 1800-1900 м, представленный в нижней части терригенными, а в верхней - карбонатными породами, на Степновской структуре представлен лишь терригенными отложениями девона. При этом, сложившись лишь в доживетское время, структурный план девонского этажа существовал в течение почти всего девонского времени, изменялись лишь амплитуды и направленность тектонических движений, происходивших по так называемым «шовным» (региональным) и, частично, крупным нарушениям.

Разработка Степновского месторождения велась с 1959 года, начальный газонасыщенный объем 110 млн.м³, начальное пластовое давление 24 МПа. За время разработки газонасыщенный поровый объём сократился до 62 млн. м³, пластовое давление снизилось до 2,5 МПа. По мере падения пластового давления в силу перепада давления между газовой и водоносной частями пласта с конца 1963 г. начал проявляться упруговодонапорный режим.

Происходило обводнение скважин, расположенных в северной части залежи, при этом скважины, расположенные южнее, эксплуатировались без выноса пластовой воды при тех же отметках нижних дыр перфорации, т.е. за период разработки явно наблюдалось направленное движение пластовых вод с севера на юг. Начиная с 1963 г. количество газа, приходящегося на 0,1 МПа, возросло, что указывало на начавшееся продвижение воды в залежь

К настоящему времени запасы нефти пласта D2-IVa практически

выработаны (97,3%). В 1999 г. две скважины, эксплуатирующиеся с залежи, обводнились и были остановлены. Накопленная добыча нефти с газовым конденсатом за весь период разработки составила 1907 тыс.т.

В мае 1973 г. истощенная залежь пласта Д2V+VI была переведена в режим эксплуатации ПХГ.

Многолетний опыт эксплуатации месторождений показывает, что с увеличением сроков эксплуатации добывающего фонда скважин в них возрастает количество выявленных дефектов эксплуатационных колонн, насосно-компрессорных труб (НКТ) и изоляции заколонного пространства.

Таким образом, исследование технического состояния скважин, в том числе выделение дефектов стенок эксплуатационных колонн коррозионного, механического, технологического происхождения, является чрезвычайно важной и актуальной задачей. При эксплуатации нефтегазовых скважин в сложных геолого-технических условиях для предотвращения осложнений необходимо проводить мониторинг технического состояния обсадных колонн.

При эксплуатации нефтегазовых скважин в сложных геолого-технических условиях для предотвращения осложнений необходимо проводить мониторинг технического состояния обсадных колонн.

Для изучения технического состояния эксплуатационных скважин используются специально разработанные комплексы геофизических исследований, скважинные приборы и методики проведения исследований.

Второй этап периодического контроля технического состояния скважины проводится после подъема НКТ в процессе КРС в скважине заполненной негазированной жидкостью.

Второй этап периодического контроля геофизическими методами обеспечивает решение следующих задач:

- изучение качества цементирования обсадной колонны и динамики его изменения во времени,
- изучение технического состояния обсадных колонн динамики его изменения во времени.

При оценке качества цементирования обсадных колонн методами ГИС на скважинах ПХГ решаются следующие задачи:

- изучение характера распределения и плотности цементного камня за колонной;
- изучение характера сцепления цементного камня с колонной и породой;
- оценка изменения качества цементирования колонны во времени за период эксплуатации скважины до капитального ремонта;
- выявление вертикальных каналов в цементном камне; выявление заколонных перетоков флюида.

При изучении технического состояния обсадной колонны решаются следующие задачи:

- определение мест положения муфтовых соединений колонны, сопоставление с мерой колонны по акту на спуск после бурения;
- выявление интервалов нарушения целостности, интервалов смятия, эллипсности колонны;
- определение толщины стенки эксплуатационной колонны, выявление интервалов износа;
- оценка изменения технического состояния колонны во времени за период эксплуатации скважины до капитального ремонта;
- проведение специальных исследований при различных технологических операциях в процессе ремонта (определение вырезанных участков эксплуатационных колонн, установка пакеров, прочее.).

Обязательный комплекс ГИС для решения задач второго этапа контроля тех. состояния включает в себя методы ГК, ЛМ, ВТ, МИД, АКЦ, СГДТ, ПТС.

В обсаженном стволе метод ГК применяется для привязки методов технического изучения обсадных колонн по глубине, к разрезу скважины, выявления вторичной гамма-активности, связанной с процессами, происходящими в скважине.

Контроль за фактическим положением интервала перфорации

осуществлялся локатором муфт (ЛМ), при изменении толщины трубы, прохождении интервала перфорации меняется сопротивление магнитной цепи, изменяется магнитное поле и в катушке возникает электро движущая сила (ЭДС).

В перфорированных пластах термометрия применяется для выделения работающих интервалов (отдающих в эксплуатационной и поглощающих в нагнетательной скважинах). Поглощающий пласт, в который обычно закачивается вода с меньшей температурой, чем пластовая, отмечается на термограмме отрицательной аномалией по сравнению с геотермой.

Внутренний диаметр обсадной колонны (ОК) определяют с помощью специальных профиломеров. Эти приборы устроены, в принципе, так же, как и каверномеры и профиломеры для открытого ствола, но имеют более высокую точность ($\pm 0,1$ см).

Метод МИД позволяет производить зондирование многоколонных конструкций с временным разделением сигнала от разных колонн. Это осуществляется выбором длительности импульса тока намагничивания в генераторной катушке и паузы, во время которой регистрируют ЭДС на измерительной катушке (кривые спада), и конструкции зондовой установки.

Изучение качества цементирования затрубного пространства акустическим каротажем основано на различии затухания и скорости распространения упругих колебаний в зависимости от плотности сцепления цементного камня с колонной и стенкой скважины. Качество цементирования оценивается по трем измеряемым параметрам: амплитуде продольной волны в колонне A_k , амплитуде продольной волны в породе A_p и времени распространения продольной волны в породе t_p . Измерение указанных параметров осуществляется с помощью специальных скважинных приборов – акустических цементомеров АКЦ.

Для контроля качества цементирования обсадных колонн разработан ряд специальных приборов, из которых дефектомер-толщиномер типа СГДТ-МЗ находит наиболее широкое применение. Прибор состоит из двух зондов,

предназначенных для регистрации рассеянного у-излучения различных энергий.

По результатам проведенных геофизических исследований скважины ХХ Степновского ПХГ, весь материал имеет оценку качества «хорошее» и соответствует объему, заявленному в техническом задании.

В КИП качество полевых геофизических материалов оценивалось визуально и наличием повторной и контрольной записи, выполненных в интервалах исследований, наличием магнитных меток глубин, сохранению по всему интервалу исследований заданной скорости измерений.

Заключение. В выпускной квалификационной работе были рассмотрены теоретические основы ГИС для определения технического состояния эксплуатационной колонны.

Дана характеристика методов ГИС, применяемых при контроле, за техническим состоянием скважины ХХ Степновского ПХГ, рассмотрены технические характеристики применяемой аппаратуры..

По результатам интерпретации комплекса методов ГИС получены следующие результаты:

По данным метода МИД определили конструкцию скважины:

- башмак 324 мм кондуктора отмечается на глубине 309.6 м, башмак 245 мм

технической колонны отмечается на глубине 988.8 м

- удалось определить место обрыва технической колонны, оборванная секция предположительно в интервале глубин 990.3-999.2 м.

- определили интервал перфорации 2065.1-2094.1 м.

- определили текущий забой скважины ХХ, который составляет– 2113.9 м.

- трещин, разрывов выявлено не было.

- изменения толщины стенок колонны в допустимых пределах.

По данным термометрии выделен интервал поглощающего пласта. Заколонные и межпластовые перетоки в зоне поглощения не выявлены.

По данным ПТ уточнен интервал перфорации. Получена оценочная характеристика степени вскрытия колонны перфорацией.

По данным методов АКЦ , СГДТ целостность цементного камня за эксплуатационной колонной в процессе эксплуатации не нарушена.

Выводы:

1. Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что техническое состояние скважины позволяет использовать ее для дальнейшей эксплуатации.

2. Рекомендуется провести повторную щадящую перфорацию интервала: 2076.0-2094.0м для увеличения приемистости скважины.

3. Комплекс методов: МИД, ВТ, ГК, ЛМ, СГДТ, АКЦ, ПТ подтвердил эффективность для оценки определения технического состояния скважины ХХ Степновского месторождения.