

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Российский государственный геологоразведочный университет**

На правах рукописи

Ковтун Артем Алексеевич

Прогнозирование интервалов разрушения эксплуатационной колонны в условиях пластичных глин Люлинворской, Чеганской и Талицкой свит по комплексу геофизических методов.

Специальность 25.00.10. – «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2012

Работа выполнена на кафедре геофизики Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (РГГРУ)

Научный руководитель: кандидат технических наук,
доцент

Мараев Игорь Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор,
Денисов Сергей Борисович.

кандидат геолого-минералогических наук,
Цирульников Виктор Петрович

Ведущая организация: ОАО трест «Сургутнефтегеофизика»

Защита состоится «26» апреля 2012 года в 15:00 часов в заседании
Диссертационного совета Д.212.121.07 в Российском государственном
геологоразведочном университете по адресу: 117997 г. Москва, ул. Миклухо-Маклая
д. 23, РГГРУ, аудитория 4-73

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГГРУ и на сайте ВАК.

Автореферат разослан «26» марта 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор технических наук,

профессор



Каринский А.Д.

Общая характеристика работы

Актуальность темы

Добыча нефти и газа является основной промышленной отраслью Российской Федерации. Экспорт нефти и газа составляет более половины бюджета нашей страны. В связи с этим все добывающие компании заинтересованы в как можно более эффективном производстве. Одной из самых больших технических проблем, снижающих добычу углеводородов, является разрушение эксплуатационной колонны в интервалах, не предусмотренных перфорацией. Кроме снижения объемов добычи, данная проблема приводит к загрязнению окружающей среды производства, а также создает потенциальную опасность для обслуживающего персонала. Все это в свою очередь приводит к снижению прибылей компании.

Учитывая сказанное, при эксплуатации месторождений, постоянно реализуется мониторинг технического состояния эксплуатационной колонны. В случае же серьезных нарушений обсадки, добывающие компании вынуждены проводить дорогостоящий капитальный ремонт скважин.

Основные нарушения эксплуатационной колонны на месторождениях Западной Сибири приходится на участки, не защищенные удлиненным кондуктором в интервалах чеганских, люлинворских и талицких глин.

Актуальность проблемы определения интервалов нарушений эксплуатационной колонны крайне велика, причем значение её возрастает из года в год в связи с естественным старением фонда скважин, а следовательно, и с возрастанием степени коррозии и усталостным фактором обсадных колонн. Решение проблемы требует использования комплекса геофизических методов исследования скважин.

Для примера, только на месторождениях компании «Сургутнефтегаз» в период с 01.01.1996г. по 31.12.2009г. по результатам промысловых исследований были выявлены негерметичности эксплуатационной колонны в интервале люлинворских глин в 147 скважинах, из которых 75 добывающие скважины и 72 –

нагнетательная. Наибольшее количество нарушений эксплуатационной колонны по скважинам отмечается на Федоровском (50 скважин), Лянторском (33 скважины), Западно–Сургутском (20 скважин) и Быстринском (9 скважин) месторождениях.

До настоящего времени основным методом определения негерметичности эксплуатационной колонны являлась высокочувствительная термометрия, проводимая в комплексе с расходометрией. Для повышения эффективности метода термометрии используются дополнительные ресурсы: при исследовании методом продавки в нагнетательных скважинах – агрегат, в добывающих скважинах – компрессор. Но даже в таком случае не всегда возможно определить наличие и точные размеры нарушений целостности обсадной колонны, а тем более сразу нескольких негерметичностей. В связи с этим весьма актуальной является задача поиска новых альтернативных методов исследования скважин, позволяющих за минимальное количество спуско-подъемов выявить и спрогнозировать все негерметичности эксплуатационной колонны, смятия, деформации. Термометрия не способна решать такие задачи.

Целью работы является прогнозирование интервалов разрушения колоны в условиях пластичных глин Люлинворской, Талицкой и Чеганской свит, по комплексу геофизических методов.

Задачи работы

1. Установление взаимосвязи между негерметичностями обсадной колонны в нагнетательных скважинах и нарушениями колонны в соседних добывающих скважинах в интервалах люлинворских, талицких и чеганских глин.
2. Разработка методологии определения фронта движения пластичных глин, приуроченных к стратиграфическим интервалам Люлинворских, Талицких и чеганских глин.
3. Поиск новых альтернативных методов исследования скважин для прогноза негерметичности эксплуатационной колонны.

Научная новизна

1. Установлена взаимосвязь между негерметичностью обсадной колонны в нагнетательных скважинах и нарушениями колонны в соседних добывающих скважинах в интервалах люлинворских, талицких и чеганских глин.
2. Разработана методология определения фронта движения пластичных глин, приуроченных к стратиграфическим интервалам Люлинворских, Талицких и Чеганских глин, обеспечивающий прогноз потенциально опасных скважин, на основе многорычажного профилимера и акустического цементомера.

Защищаемые положения

1. Установленная взаимосвязь между негерметичностью обсадной колонны в нагнетательных скважинах и нарушениями колонны в соседних добывающих скважинах в интервалах люлинворских, талицких и чеганских глин обеспечивает прогноз интервалов разрушения колонны с применением комплекса геофизических методов.
2. Предложенная методология определения фронта движения пластичных глин, приуроченных к стратиграфическим интервалам Люлинворских, Талицких и Чеганских глин реализует прогноз потенциально опасных скважин, на основе многорычажного профилимера и акустического цементомера.

Практическая ценность

1. Установленная взаимосвязь между негерметичностями в нагнетательной скважине и нарушениями в соседних добывающих скважинах в интервалах люлинворских, талицких и чеганских глин позволяет уменьшить объем

исследований по оценке технического состояния эксплуатационной колонны в добывающих скважинах.

2. Предложенный комплекс, в составе многорычажного профилемера и акустического цементомера, позволяет определить, с достаточной для практики точностью, направление движения фронта пластичных глин, приуроченных к стратиграфическим интервалам Люлинворской, Талицкой и Чеганской свит.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

Объем работы - 87 страниц текста, 14 рисунков, 2 таблицы. Список литературы содержит 47 наименований.

Содержание работы

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований, показана научная новизна и практическая значимость работы.

В **первой** главе «Причины разрушения эксплуатационной колонны и геофизические методы направленные на оценку технического состояния колонны» приводится описание факторов влияющих на разрушение эксплуатационной колонны, а также развитие методов методов, применяемых при оценке технического состояния эксплуатационной колонны и оценке цементного кольца.

Эксплуатационная надежность и экологическая безопасность скважины как сложного инженерного сооружения во многом определяется техническим состоянием обсадных колонн, являющихся основным элементом крепи. Повреждения обсадных колонн являются причинами различных осложнений, определяют межколонные проявления и межпластовые перетоки, загрязнение недр, источников водоснабжения и окружающей среды, а при определенных условиях могут приводить к открытым фонтанам, грифонам и другим аварийным ситуациям.

При эксплуатации скважин повреждения обсадных колонн могут происходить из-за механических напряжений, образующихся в разных частях обсадных труб при воздействии внутреннего давления при опрессовках, нагнетании в пласт жидкости и гидравлическом разрыве пласта из-за изменения теплового режима скважин, снижения пластового давления, разрушения призабойной зоны (при выносе песка и истощения пластов), усталостных явлений в материале труб и т.п.

На поздней стадии эксплуатации скважин часто имеют место коррозионные повреждения обсадных колонн (особенно при наличии углекислого газа и сероводорода в пластовом флюиде).

Основные виды дефектов обсадных колонн. К основным видам дефектов обсадных колонн относятся:

1)сосредоточенный желобной износ замками и трубами бурильной колонны в местах интенсивного искривления и перегибов стволов скважин; 2)порезы и иссечение внутренней поверхности труб резцами долот при разбурировании цементных стаканов; деформация и смятие обсадных колонн; 3)порывы и трещины по телу труб; сквозные протертости и ослабления резьб в муфтовых соединениях; потеря герметичности в муфтовых соединениях и по телу труб; 4)коррозионные повреждения.

Также, качественное цементирование скважин является необходимым условием их длительной и безаварийной эксплуатации. Под качеством цементирования скважины подразумеваются степень и надежность герметичности зацементированного пространства за обсадной колонной. Прямыми показателями хорошего качества цементирования скважины являются добыча в течение ее эксплуатации пластового флюида без примеси посторонних вод или газа, а также отсутствие межпластовых перетоков и газонефтеводопроявлений по заколонному пространству.

Однако в связи с многообразием влияния различных геолого-технических факторов на процесс цементирования и трудностями их учета нередко строящиеся скважины оказываются некачественно зацементированными.

Основные признаки некачественного цементирования скважин. Нередки случаи, когда после цементирования скважины верхний уровень тампонажного раствора в заколонном пространстве (или, как его упрощенно называют, "голова цемента") оказывается ниже проектной высоты, т.е. происходит недоподъем цементного раствора за обсадной колонной.

Недоподъем цементного раствора в скважине обычно обусловлен неучтенным влиянием одного или нескольких нижеперечисленных геолого-технических факторов:

1) низкие пластовые давления или давления гидроразрыва пластов, способствующие поглощению цементного раствора горными породами; 2) большая и сильно изменчивая во времени кавернозность пройденных скважиной пород, не позволяющая достаточно точно определять объем заколонного пространства; 3) высокая проницаемость вскрываемых скважиной пластов, способствующая интенсивной фильтрации в них цементного раствора и тем самым вызывающая опережающее его схватывание; 4) более высокая, чем расчетная, температура в скважине, способствующая преждевременному схватыванию цементного раствора; 5) негерметичность обратного клапана, позволяющая цементному раствору при снятии давления в колонне перетекать в нее обратно из заколонного пространства; 6) коагуляция бурового раствора в зоне смешивания его с цементным; 7) преждевременное загустевание цементного раствора при смешивании с буровым раствором, обработанным различными добавками и т.д.

Из-за недоподъема цементного раствора происходит незаполнение им определенного интервала заколонного пространства, а это в свою очередь может привести к нефтегазо-водопроявлениям или межпластовым перетокам за колонной (если цементный раствор не поднят на достаточную высоту над продуктивным пластом), загрязнению пресных вод, а также к интенсивной коррозии непокрытого цементным камнем участка колонны и др.

Акустический контроль за цементированием скважины. Метод акустического контроля за цементированием скважин основан на зависимости параметров акустических колебаний (амплитуды, скорости, частоты, и др.) от упругих и поглощающих свойств окружающей среды, в том числе и от характера связи цементного кольца с колонной и породой в скважине.

Однако в большинстве случаев и по акустической цементограмме невозможно правильно оценить проницаемость контакта цементного камня с колонной. Об этом свидетельствуют данные отечественных и зарубежных исследователей, которые изучали соотношения между проницаемостью "сцепления" (контакта) цементного камня с обсадными трубами и затуханием акустических сигналов. Ими показано, что непроницаемостью контакта обсадная колонна — цементный камень достигается при сопротивлении его сдвигу более 1,5 МПа, тогда как затухание акустического сигнала в пределах 90 % имеет место при сопротивлении этого контакта сдвигу равном 0,3 — 0,4 МПа. Отсюда следует, что почти полное затухание акустических колебаний возможно и при проницаемом контакте цементного камня с колонной. По мнению этих исследователей, прочность "сцепления" цементного камня с колонной в 1,5 МПа может быть вообще не достигнута, если поверхность обсадной колонны недостаточно хорошо очищена от промывочной жидкости.

Оценка характера контакта цементного камня со стенками скважины (с породой) по акустическим данным, интерпретируемым даже в комплексе с другими геолого-геофизическими материалами, еще менее однозначна, чем оценка характера контакта его с колонной. Исходя из существующих представлений о взаимодействии цементного раствора с глинистыми пластами и глинистыми корками, образующимися на стенках скважин, можно лишь полагать, что проницаемость контакта сформировавшегося цементного камня с породой еще больше, чем контакта его с колонной.

Стандартный комплекс геофизических методов исследования технического состояния колонны.

Несмотря на всю важность проблемы по оценке технического состояния колонны, нормативно-техническое и методическое обеспечение в данной области, на отраслевом геофизическом уровне остается достаточно низким и определяется лишь в общем виде технической инструкцией 1985 г., временным методическим руководством 1986 г. и временной инструкцией 1996 г.

Рекомендуемый в этих документах комплекс ГИС, а также фактическое отсутствие методики контроля технического состояния колонны не позволяют получить полную и достоверную информацию о техническом состоянии скважин, так как не учитывают требования к видам и точности измерений основных параметров исследований.

Таким образом, проанализировав и обобщив всю имеющуюся промышленно-геофизическую нормативную и техническую документацию по диагностированию технического состояния скважин, можно сформулировать следующие основные задачи геофизических исследований в данной области:

а) при оценке технического состояния обсадных колонн:

- определение изменения толщины стенок и профиля труб в результате коррозии металла с внутренней и внешней стороны, износа, порывов, деформаций в процессе эксплуатации;
- определение изменений однородности свойств металла и внутреннего строения обсадных труб, связанных с нарушением технологии их изготовления;
- оценка состояния муфтовых соединений (недовороты, нарушение герметичности и т.д.) обсадных труб, элементов их конструкции;
- определение факторов, снижающих срок службы обсадных труб (агрессивные среды с внутренней и внешней стороны, боковое горное давление, технологические операции, режимы эксплуатации и др.)

б) при контроле качества изоляции затрубного пространства:

- определение наличия цемента, его распределение в затрубном пространстве и однородность по свойствам;
- определение контактных и объемных дефектов цементного камня на границах раздела с колонной и породой, их протяженность;
- определение сообщаемости дефектов и каналов по глубине вдоль оси скважины, вероятность перетоков по жидкости и газу;
- определение факторов, влияющих на состояние цементного камня в заколонном пространстве в процессе цементирования и эксплуатации скважины.

Наиболее широко применяемый в России и странах СНГ стандартный комплекс геофизических методов по изучению технического состояния колонны включает в себя акустическую (АКЦ, МАК) и радиоактивную (СТДТ, ЦМ) цементометрию, некоторые виды дефектоскопии колонн (ЛМ, ДСИ и др.) и позволяет решать лишь часть стоящих задач.

Определение интегральных параметров толщины колонны и распределения цемента за колонной возможно с помощью аппаратуры СГДТ-3, ЦМ-8-12, качества сцепления цемента с колонной (породой)-аппаратуры МАК, АКЦ с выявлением величины контактов цементного камня с колонной в виде зазоров 0-50 мкм.

В последние годы во многих научно-производственных компаниях активно разрабатывается аппаратура и методика контроля технического состояния колонн нефтегазовых скважин, основанная на изучении нестационарных электромагнитных полей в скважинах - метод магнитоимпульсной дефектоскопии.

Также в **первой** главе рассмотрены достоинства и недостатки такой аппаратуры как: МИД- Газпром, ЭМДС-ТМ, КСПТ-3, "Варта", САТ и АРКЦ-Т-1 , ВАД и ПТС-4.

Во **второй** главе «Комплекс геофизических методов направленных на изучение нарушений и прогнозирование интервалов разрушения эксплуатационной колонны»

рассмотрены причины разрушения колонны в стратиграфическом интервале, приуроченном к пластичным глинам Люлинворской, Талицкой и Чеганской свите, предложен комплекс геофизических методов, включающий метод высокоточной многорычажной профилометрии (ВМП) и метод акустической цементометрии (АКЦ), направленный на прогнозирование интервалов разрушения колонны. Описан принцип работы многорычажного профиломера. Показана возможность определения интервалов напряженности на стыке порода-колонна на основе данных АКЦ в интервалах люлинворски, талицких и чеганских глин.

Глины приуроченные к Чеганской, Люлинворской и Талицкой свите, относятся к пластичным (текучим) глинам. В следствии этого, к данному типу глин малопригодна упругая модель поведения. А значит, при описании деформирования люлинворских глин необходимо использовать модель, учитывающую развивающиеся во времени деформации. Существует вязкопластическая модель Бингама, которая, по мнению большого числа исследователей лучше всего отражает деформирование увлажненных глин. Впервые вязкопластическая модель введена Бингамом и Грином в работе 1919г. В механическом представлении тело Бингама состоит из упругого тела, которое последовательно соединяется с вязким и пластическим телом Сен-Венана, соединенными, в свою очередь, параллельно. При этом, уравнение течения Бингамовой среды выглядит следующим образом:

$$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{G} \text{ при } \tau < \tau_0; \text{ при } \frac{\tau \dot{\gamma}}{G} = \frac{\tau - \tau_0}{\eta} \text{ при } \tau \geq \tau_0$$

где η -коэффициент вязкости, Па*с; G - модуль сдвига, МПа; τ_0 - предельное значение напряжений, при превышении которых начинается течение; $\dot{\gamma}$ - интенсивность сдвиговых деформаций; τ - интенсивность касательных напряжений.

Это означает, что при напряжениях меньших предельного значения τ_0 , тело деформируется упруго, а при достижении этого предела оно начинает течь с постоянной скоростью, пропорционально избытку напряжений ($\tau - \tau_0$).

Для проявления ползучести необходимо, чтобы увлажнение глин, согласно экспериментальных исследований Л.Б.Симоныша и В.Н.Романова , было не менее 10%.

Поэтому заранее ясно, что породы люлинворской свиты весьма склонны к ползучести. Все вышеизложенное позволяет использовать для описания деформирования люлинворских и чеганских глин Бингамову модель

При описании геомеханической модели деформирования конструктивных элементов скважин, основной гипотезой является проникновение воды из нагнетательных скважин в глинистый массив и последующим распространением фронта заводнения. При этом изменение физико- механических свойств глин в процессе их заводнения играет в рассматриваемой задаче фундаментальную роль. Как следствие заводнения, довольно быстро падают практически до нуля значения сцепления, угла внутреннего трения, значительно уменьшается и вязкость. А значит, уменьшается коэффициент сопротивления сдвигу, который равен:

$$t = s \operatorname{tg} j + c,$$

где t - сопротивление глинистой породы сдвигу, МПа; s - нормальное напряжение (вертикальное давление) в плоскости среза, МПа; j - угол внутреннего трения; $\operatorname{tg} j$ - коэффициент внутреннего трения (параметр, определяемый силами трения на контактах между частицами), c - сцепление (параметр, определяемый силами взаимодействия между частицами, которые сопротивляются относительному смещению этих частиц при сдвиге), МПа.

Т.е. глинистая порода перестает быть горной породой и превращается в «пльвун».

Можно предположить, что если модуль упругости и коэффициент Пуассона первоначально составляли соответственно 500 МПа и 0,35, то в процессе заводнения их значения изменяются до 50 МПа и 0,49, т.е. весьма близки к воде. Определить действительную зависимость изменения необходимых параметров от влажности для люлинворских глин практически не представляется возможным, соответственно,

описанная модель носит исключительно общий характер, и не может применяться для расчета скорости и вектора движения фронта переувлажненных глин.

Метод МПТ. Определение нарушений внутренней поверхности колонны.

Решаемые задачи:

- Определение точного расположения форм и размера повреждений;
- Определение степени коррозии;
- Определение степени износа эксплуатационной колонны;
- Обнаружение деформации эксплуатационной колонны;
- Обнаружение повреждений бурильной колонны;
- Составление карты перфорации;
- Определение конструкции скважины.

Принцип действия прибора: 60 рычагов движутся вдоль обсадной колонны, соприкасаясь с её внутренней поверхностью. Уникальный датчик определяет положение каждого рычага. Скважинная электронная аппаратура последовательно снимает показания с каждого датчика и передает данные об этих изменениях на поверхность по одножильному электрическому кабелю. Двигатель в нижней части прибора позволяет выполнить закрытие рычагов для их защиты при спуске в скважину. В конструкцию скважинного прибора входит инклинометр для определения отклонения ствола скважины и угла поворота прибора.

Точность получаемых данных позволяет формировать 3х–мерную развертку изображения стенки скважины, определять техническое состояние обсадной колонны (разрывы, смятия, смещения), величину коррозии и отложений, а в интервале перфорации – отдельные перфорационные отверстия (в том числе позволяет определить их размеры и распределение), выделять трещины и муфты.

При сопоставлении методов МПТ и термометрии заметно, что метод высокоточной профилометрии в отличие от метода термометрии, который выявляет

только термоаномалии, значительно точнее выделяет не только интервалы нарушения колонны но и их характер.

Метод АК-Ц. Оценка качества цементного кольца и выделение потенциальных участков разрушения колонны.

Задача определения интервалов напряженности, на глубинах, приуроченных к глинам люлинворской, талицкой, чеганской и ганьканской свит, является важной и в то же время отличается от стандартной постановки этой задачи.

Значения коэффициентов K_v бокового распора на столь малых глубинах недостаточны для смятия колонн; измеренные значения D_{tp} , равные 540-620 мкс/м, близки к таковым для утяжеленных промывочных жидкостей и не позволяют установить их отклонения от нормального уплотнения глин с глубиной. Разрывы обсадных колонн происходят по муфтам вследствие растяжения колонны и выхода тела трубы из муфтового соединения. Все исследователи единодушны в том, что причиной разрывов служит переход переувлажненных глин в пластичное полужидкое состояние, которое наступает при дополнительном поступлении воды в интервалы переувлажненных глин через поврежденную колонну в одной из нагнетательных скважин. Полужидкие глины переходят в текучее состояние. При достижении стволов соседних скважин они смещают участки колонны с неудовлетворительным качеством тампонажа, в которых цементное кольцо имеет асимметричную форму. Вследствие наступившего изгиба колонна удлиняется, и происходит ее разрыв по муфте. По другой версии, интенсивное поступление дополнительной воды вызывает горизонтальный гидроразрыв глинистых пластов; трещины разрыва растут по мере поступления в них закачиваемой воды и растягивают эксплуатационные колонны, закрепленные на устье и зацементированные в нижней части.

Как бы то ни было, интервалы напряженного состояния пород характеризуются по материалам АК-цементометрии хорошим и улучшающимся во времени качеством цементирования обсадной колонны. Такое поведение данных АК

объясняется, по крайней мере, двумя обстоятельствами. Первое - уменьшением амплитуд и увеличением затухания волны Лэмба, распространяющейся в свободной (незацементированной) колонне, вследствие обжатия колонны текучими глинами и оттока энергии волны из колонны в породы. Второе обстоятельство связано с увеличенным затуханием упругой (наверное, только продольной) волны в разжиженных глинах. По этим признакам они идентифицируются в разрезе задолго до разрыва колонны.

В **третьей** главе «Выявление и прогнозирование интервалов нарушения колонны» проведен анализ данных полученных с помощью многорычажного профилемера на скважинах Лянторского месторождения, показана зависимость между негерметичностями в нагнетательных скважинах и нарушениями в соседних добывающих скважинах. Предложена методика проведения геофизических работ по оценке технического состояния эксплуатационной колонны с учетом данных полученных на соседних скважинах.

По результатам промысловых исследований, выполненных стандартным комплексом в период с 1.01.1996г. по 1.02.2009г. на Лянторском месторождении в 31 скважине были выявлены нарушения герметичности э/колонны в интервалах Чеганской и Люлинворской свиты.

Наибольшее количество исследований технического состояния эксплуатационной колонны методом МПТ в глинистых толщах было проведено на Лянторском месторождении по следующим кустам: 328, 329, 330, 336, 337, 340; 356; 316 и 318. В связи с этим данные кусты были взяты для детального анализа, посредством которого выявлена четкая взаимосвязь между возникновением негерметичностей в нагнетательных скважинах в интервале люлинворских глин, и интервалами термоаномалий и смятиями – в соседних с ними скважинах.

Появление смятий и негерметичностей в интервале глинистой толщи носит цепочный характер. В связи с этим рассмотрим следующую группу скважин:

Скважина № 1958 куст 340, нагнетательная. Заключение по тех. состоянию э/колонны от 26.05.2003г. была определена негерметичность трубы колонны в интервале 569-571м. Вследствие попадания нагнетаемой воды в заколонное пространство, глина, перенасытившись водой, пришла в движение. Последующими исследованиями МПТ в соседних скважинах на той же глубине обнаружены смятия колонны (рис.1), которые различаются по величине и сложности.

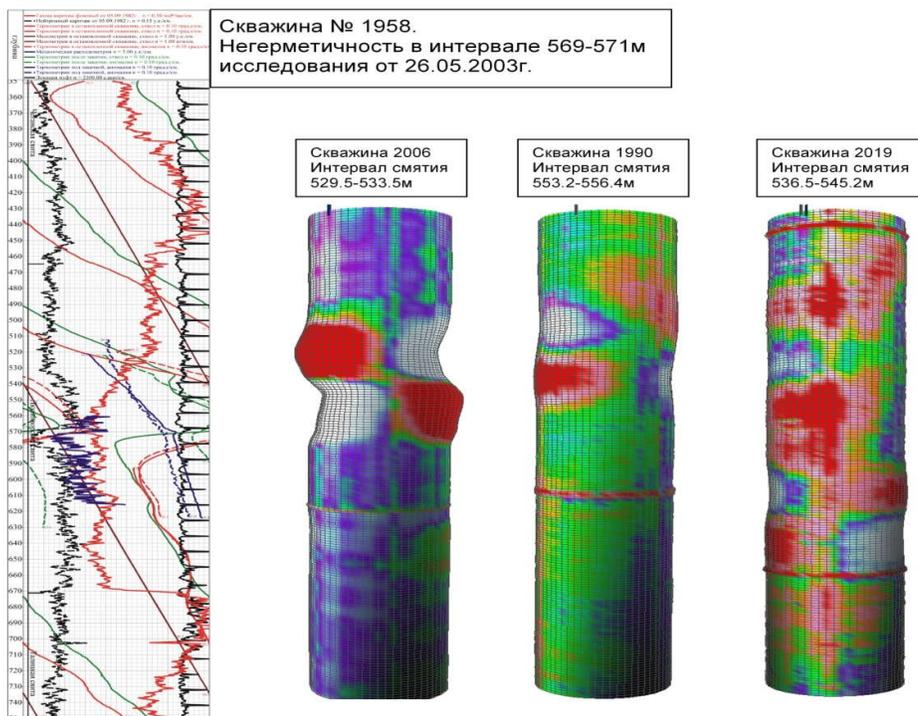


Рис. 1.Сводная диаграмма по скважине 1958 Лянторского месторождения

Заключения по исследованиям МПТ в интервале люлинворских глин по Лянторскому месторождению в сопоставлении с интервалами термоаномалий по данным исследований стандартным комплексом за предыдущие года.

Скважина	Куст	Дата	Результаты интерпретации
----------	------	------	--------------------------

		исследования	
2047	336	03.07.2006	Определены значительные смятия эксплуатационной колонны в интервалах 467-474м, 690.4-695м, 732-736м, а также незначительные изменения формы в интервалах 687-690.4м и 723-732м.
		27.04.2004 18.07.2005	Определена термоаномалия в интервале: 670-700м. Определена термоаномалия в интервале: 690-710м.
2019	337	11.08.2008	Смятия в интервалах 492-495м, 536.5-545.2м, 548.5-560м, 737.5-743м. Смятия около муфтовых соединений. Скважина грязная. О значительности смятия колонны судить сложно, однако изменения формы колонны отмечаются явно.
		10.10.1999	Определена термоаномалия в интервале: 450-500м.
2006	337	30.08.06	Определены очень сильные смятия в интервалах 486-489.2м, 529.5-533.5м. Повсеместно встречаются смятия у муфтовых соединений колонны, впоследствии они могут привести к нарушению герметичности последней.
		30.03.2006	Определены термоаномалии в интервалах: 400-465м; 640-690м.
1990	337	07.11.09	Значительные смятия определяются на глубинах 494.5-502м, 553.2-556.4м. Незначительные смятие в интервалах 535.5-541м, 726-732.5м. Незначительные изменения формы колонны в интервале 464-494м.
1992	337	25.08.06	Определены значительные смятия колонны в интервалах 725.9-730.6м, 751-757.8м. Смятия на глубинах 509.2-530м, 662.5-681.5м, 705.8-711.2м, 714.3-722.4м, и пока совсем ещё незначительные изменения формы колонны в интервале 464.2-478м.
1994	337	01.08.06	Определены смятия э/к в интервале 716.5-750.5м, наиболее сильные: 706.5-708.1м, 716.5-717.7м, 725.7-728м, 736.2-738.6м, 747.2-750.5м. Отмечаются небольшие по ширине смятия у муфтовых соединений,

			чаще ниже на 1м.
--	--	--	------------------

Из таблицы видно, что интервалы смятий исследованных скважин перекликаются по глубине с интервалами негерметичностей обсадной колонны скважин рассматриваемого участка.

Движение глин происходит неравномерно по напластованию и по глубине.

Ярким примером этому служит ситуация, сложившаяся на кусту 318.

По результатам исследований от 07.06.2003г. в нагнетательной скважине 1477 выявлена негерметичность трубы колонны в интервале 527.4-528.4м (рис. 2). Вследствие потери закачки и последующего движения глин в скважинах 1538 и 1540 возникли очень сильные смятия обсадной колонны. В скважине 1538 - одно смятие на глубине 538-542.3м, тогда как в скважине 1540 наиболее сильные смятия колонны определены в интервале почти 50-ти метров: 455.7-459.3м; 463.3-466.7м; 469.2-472.8м; 484.2-488.4м; 496.9-501.1м (рис. 3). В более удаленных скважинах 1542 и 1544 (куст 316), также исследованных МПТ изменения формы колонны не столь значительны. Учитывая вышесказанное, а также данные встроенного инклинометра, можно сделать вывод, что фронт пластичных глин замедлил или прекратил движение в сторону скважин 1542 и 1544, в то время как движение в сторону скважин 1571, 1572, 1573 продолжилось. Исследования по скважине 1602 (рис.2), показали значительные смятия, а значит все эти скважины являются потенциально опасными.

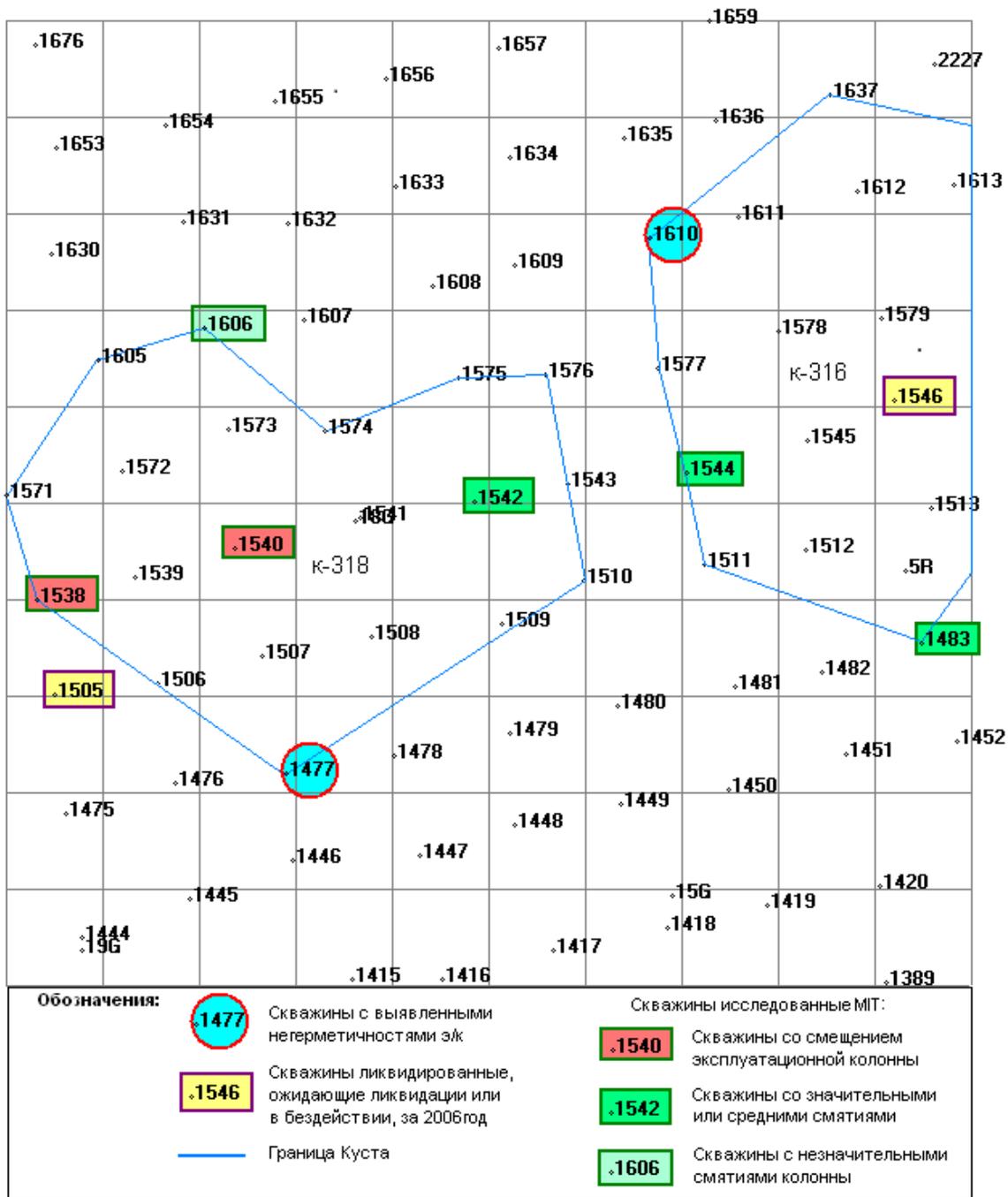


Рис. 2. Схема кустования исследуемого участка. Лянторское месторождение

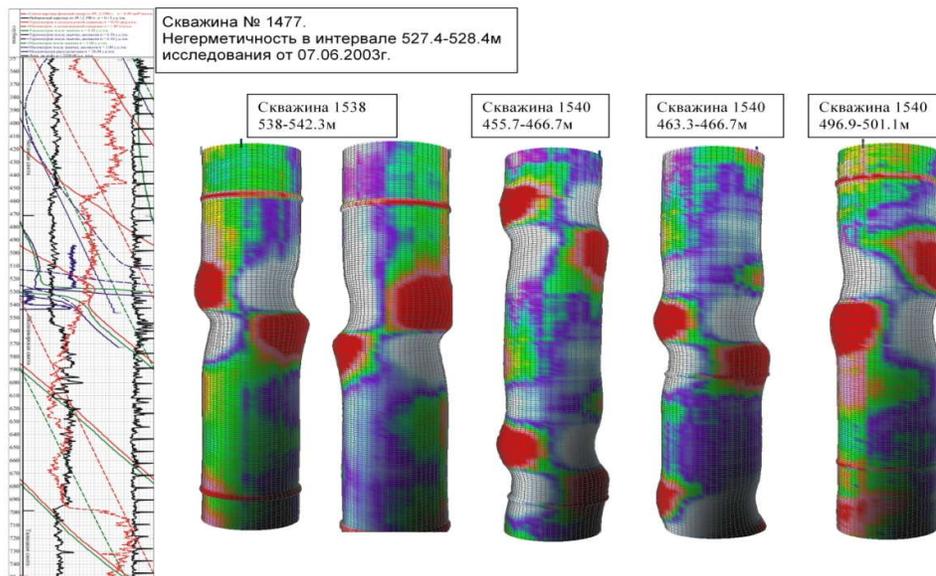


Рис. 3. Сводная диаграмма по скважине 1958 Лянторского месторождения

При исследовании скважин по стандартной технологии не выявляется степень нарушения эксплуатационной колонны. Только в случае явной негерметичности стандартный комплекс с термометрией и применением расходомера способен выявить ее.

Технологическая эффективность заключается в том, что применяя многорычажный трубный профилемер возможно принять меры по сохранению эксплуатационной колонны до ее разрушения (нарушения герметичности). При этом в случае если скважина характеризуется несколькими термоаномалиями, то сокращается время исследования скважины, не требуется дополнительного компрессирования (или закачки) и повторного выезда партии на скважину.

Таким образом, периодические исследования по этим скважинам приведут к тому, что ремонтные работы будут проведены вовремя, до разрушения эксплуатационной колонны и усиления подвижки люлинворских глин посредством поступления в

глины дополнительного объема воды, что в свою очередь даст возможность дальнейшей эксплуатации скважин.

Заключение

Основные результаты

1. Изучены данные по оценке технического состояния колонны на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз» 1996 г. по 2009 г. Установлена неспособность стандартного метода оценки технического состояния эксплуатационной колонны (ОТСЭК) решить поставленную задачу по прогнозированию разрушений эксплуатационной колонны.
2. Изучены данные по оценке технического состояния колонны с помощью метода высокоточной многорычажной профилометрии (ВМП). Проведен сравнительный анализ стандартного комплекса ОТСЭК и метода ВМП.
3. Предложен алгоритм прогнозирования нарушений эксплуатационной колонны в стратиграфических интервалах люлинворских, талицких и чеганских глин.
4. Предложен алгоритм прогнозирования разрушения колонны на основе методов высокоточной многорычажной профилометрии и акустической цементометрии (АКЦ).

В результате проделанной работы показана высокая информативность метода высокоточной многорычажной профилометрии в комплексе с акустической цементометрией для оценки технического состояния колонны в стратиграфических интервалах, приуроченных к пластичным глинам Чеганской, Люлинворской и Талицкой свиты. Следует отметить, что, в случае, когда стандартный комплекс ОТСЭК не способен выявить все возможные нарушения, или по данным термометрии не возможно точно интерпретировать характер термоаномалии, следует применять разработанный комплекс геофизических методов.

На основе анализа проведенных исследований по оценке технического состояния эксплуатационной колонны и результатам обработки данных трубной профилометрии скважин Лянторского месторождения можно сделать выводы о том, что при повреждении колонн в группе скважин происходят следующие процессы: нарушение герметичности резьбового соединения или тела обсадной колонны, уход жидкости за обсадную колонну, увлажнение глин вокруг поврежденной или негерметичной скважины с последующими нарушениями целостности колонн соседних скважин, что происходит под действием изгибающих усилий в интервале каверн и дополнительных растягивающих усилий, возникающих при эксплуатации скважин совместно с временным фактором.

Разгерметизация обсадной колонны в интервале глинистой толщи, включающей чеганские, люлинворские и талицкие глины, в одной скважине со временем может привести к усилению текучести глин, смещениям и негерметичностям колонн большого количества соседних скважин, а в последствии к их ликвидации. Применение метода высокоточных исследований многорычажной трубной профилометрии позволит до нарушения целостности колонны провести работы по устранению негерметичности, укреплению стенок колонны в интервалах наиболее сильных нарушений эксплуатационной колонны и не допустить ликвидации скважин.

Дальнейшие исследования по улучшению и оптимизации комплекса геофизических методов по оценке технического состояния эксплуатационной колонны и прогнозированию интервалов разрушения, должны быть направлены на поиск и разработку более информативных методик, в том числе необходимо пересмотреть сложившуюся методику интерпретации геофизических данных в интервалах чеганских, люлинворских и талицких глин. Также необходимо уделить пристальное внимание на проблему определения скорости распространения фронта пластичных глин, поскольку в настоящее время данная задача является не решаемой.

Основные работы автора по теме диссертации

1. «Прогнозирование интервалов разрушения колонны» VIII Международная конференция «Новые идеи в науке о Земле». Тезисы, том 2, Апрель 2009 г.
2. «Применение современных технологий при оценке технического состояния колонны». X Международная конференция «Новые идеи в науке о Земле». Тезисы, том 2, Апрель 2011 г.
3. «Применение современных технологий при оценке технического состояния эксплуатационной колонны». Журнал «Каротажник» № 204, Июнь 2011.
4. «Возможность определения движения пластичных глин с помощью комплекса геофизических методов» Журнал «Естественные и технические науки». В печати. Апрель 2012 г.

Подпись автора: _____/Ковтун А.А./