

**На правах рукописи**

**Киршин Василий Иванович**

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ ДЕПРЕССИИ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛТЮБИНГОВЫХ УСТАНОВОК**

Специальность 25.00.15. – Технология бурения и освоения скважин

**Автореферат**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Москва 2006



Диссертационная работа выполнена в ОАО НПО «Буровая техника»

**Научный руководитель:** Доктор технических наук,  
профессор Оганов А.С.

**Официальные оппоненты:** Доктор технических наук,  
доцент Белоруссов В.О.

Кандидат технических наук,  
доцент Логунов В.П.

**Ведущее предприятие:** ООО «Лукойл - ВолгоградНИПИморнефть»

Защита состоится « 23 » ноября 2006 года в 14 часов на  
заседании диссертационного совета Д. 520.027.01 при ОАО НПО  
«Буровая техника» по адресу г. Москва, ул. Петниковская,  
дом 9.

---

С диссертацией можно ознакомиться в \_\_\_\_\_

---

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2006 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,  
к.т.н., доцент

 Г.П. Чайковский

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Введение**

Повышение дебитов эксплуатационных скважин и нефтегазоотдачи продуктивных пластов является важнейшей задачей обеспечения рентабельной добычи углеводородного сырья и вовлечения в эксплуатацию месторождений с трудно извлекаемыми запасами нефти и газа.

Основным недостатком традиционной технологии бурения на репрессии является ухудшение фильтрационных характеристик коллекторов, обусловленное проникновением твёрдой фазы и фильтрата промывочной жидкости в прискважинную зону пласта с последующим инициированием необратимых физико-химических процессов их взаимодействия с пластовыми флюидами и породообразующими минералами.

Продуктивные отложения, вскрываемые горизонтальными скважинами, наиболее уязвимы к такому роду воздействиям в силу увеличенного срока их контакта с промывочной жидкостью. Показатели скин-эффекта могут достигать +40000 и более, особенно при бурении скважин на истощённых месторождениях.

Ухудшение фильтрационно-емкостных свойств коллекторов при бурении скважин вряд ли удастся избежать полностью, однако оно может быть снижено за счёт использования современных технологий.

Вскрытие продуктивных отложений в условиях депрессии является весьма эффективным методом минимизации таких воздействий. При этом наиболее безопасным, а во многих случаях и единственным способом реализации такой технологии, является использование колтюбинговых установок.

Накопленный опыт бурового применения данного оборудования подтвердил его уникальные возможности, и в первую очередь способность надёжного управления скважиной в условиях притока пластового флюида.

Вместе с тем, многообразие существующих типов колтюбингового оборудования, технологий выполнения работ и решаемых при этом задач, а так же наличие различных эксплуатационных ограничений требуют разработки научно-методических основ его выбора. В условиях разнообразия геолого-технических условий месторождений и ПХГ, реализация данной задачи становится актуальной.

### **Цель работы**

Повышение эффективности строительства скважин в условиях депрессии с использованием колтюбинговых установок на основе разработки научно-методических и технологических решений направленных на повышение качества проектных решений, обеспечение надёжного контроля и поддержания в процессе бурения заданных значений забойного давления, расширение областей применения гибких труб и элементов колтюбинговых КНБК.

### **Основные задачи исследования**

1. Анализ и обобщение современного состояния техники и технологии строительства скважин в условиях депрессии с использованием колтюбинговых установок.

2. На основе компьютерного моделирования гидродинамических процессов бурения скважин разработка технологии контроля и поддержания заданных значений депрессии на продуктивный пласт при отсутствии датчиков забойного давления, передающих информацию в реальном масштабе времени.

3. Разработка блок-схем выбора гибкой трубы, колтюбинговых установок, ПВО, буровых оснований, забойных компоновок и бурового флюида для работ в условиях притока пластового флюида.

4. Уточнение расчёта напряженного состояния резьбовых соединений КНБК в искривленной скважине.

## **Научная новизна**

1. Разработан метод контроля и поддержания заданных значений депрессии на продуктивный пласт в условиях притока пластового флюида и отсутствия забойной информации, получаемой в реальном масштабе времени.

2. Разработаны научно-методические основы выбора оборудования и технических средств для строительства скважин в условиях депрессии с использованием колтюбинговых установок, основанные на учёте геолого-технических условий работ и результатах оптимизационных расчётов.

3. Предложены технико-технологические решения увеличения глубины бурения скважин без перехода колтюбинговой колонны в синусоидальный изгиб.

4. Предложены зависимости для определения допустимых напряжений в резьбовых соединениях КНБК, оснащённых торцевым упором.

5. Разработана технология заканчивания скважин без их глушения с использованием колтюбинговых установок.

6. На уровне изобретения разработано устройство для соединения гибкой металлической трубы с забойным инструментом (патент на изобретение № 2196216).

## **Основные защищаемые положения**

На защиту выносятся:

1. Метод контроля и поддержания заданных значений депрессии на продуктивный пласт в условиях притока пластового флюида и отсутствия датчиков забойного давления, передающих информацию в реальном масштабе времени.

2. Научно-методические основы выбора оборудования, технических средств и технологий строительства скважин в условиях депрессии с использованием колтюбинговых установок.

3. Технология заканчивания скважин без их глушения с использованием колтюбинговых установок.

4. Метод расчёта и технология увеличения длины ствола скважины без изменения прочностных и геометрических характеристик колтюбинговой колонны, при использовании забойного механизма подачи в составе КНБК.

#### **Практическая ценность работы**

1. Разработанный метод поддержания заданных значений депрессии на продуктивный пласт в условиях отсутствия датчиков забойного давления, передающих информацию в реальном масштабе времени, позволяет реализовать технологию бурения скважин с притоком пластового флюида.

2. Разработанная технология заканчивания скважин без их глушения обеспечивает непрерывность депрессионных условий их строительства, технологичность и безопасность выполнения работ. Предложенные технические решения включены в рабочие проекты на строительство скважин и боковых стволов с использованием колтюбинговых установок на месторождениях и подземных хранилищах газа ОАО «Газпром».

3. Предложенные зависимости для определения допустимых изгибающих нагрузок в резьбовых соединениях КНБК могут быть использованы для проектирования и строительства скважин, в том числе при определении предельных значений интенсивности изменения зенитного угла ствола скважины.

4. Предложенная технология увеличения глубины бурения скважин без перехода колонны гибких труб в синусоидальный изгиб и метод расчёта их предельного значения при использовании в составе КНБК забойного механизма подачи позволяет осуществлять проектирование и строительство скважин с большей протяжённостью стволов без изменения прочностных и геометрических характеристик колтюбинга.

5. Разработанное на уровне изобретения устройство для соединения гибкой металлической трубы с забойным инструментом показало свою надёжность и технологичность в эксплуатации и рекомендовано к широкому применению.

6. Результаты диссертационной работы использованы при разработке:

– рекомендаций Р ГАЗПРОМ «Метод поддержания заданных значений депрессии на продуктивный пласт в процессе бурения скважин в условиях отсутствия датчиков забойного давления передающих информацию в реальном масштабе времени»;

– группового рабочего проекта на строительство боковых стволов на скважинах № 291, 208 и 278 Канчуринского ПХГ;

– «Задания на разработку научно-технической продукции и проектно-сметной документации на восстановление продуктивности газовых скважин в центральной части Оренбургского НГКМ с установки «колтюбинг»»;

– «Группового рабочего проекта № 227 на восстановление продуктивности газовых скважин в центральной части Оренбургского НГКМ с установки «колтюбинг»».

#### **Апробация работы**

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях Ассоциации буровых подрядчиков России (Москва, 2003, 2006 г.г.), на конференции международной Ассоциации буровых подрядчиков «IADC World Drilling 2003» (Вена, 2003 г.) и на 2-й Международной практической конференции «Бурение 2004» (Москва, 2004 г.).

#### **Публикации**

По материалам диссертации автором опубликовано 14 печатных работ.

#### **Объем и структура работы**

Диссертационная работа состоит из 7 разделов, основных выводов, списка используемых источников из 115 наименований и изложена на 154 страницах машинописного текста, содержит 68 рисунков и 25 таблиц.

Автор выражает признательность и искреннюю благодарность за оказанную поддержку при написании диссертационной работы Никитину Б.А., Оганову Г.С., Гусману А.М., Потапову А.Г., Гноевых А.Н., Леонову Е.Г., Гержбергу Ю.М., Чаркову В.Д. Заворотному В.Л., Исаеву В.И., Балденко Д.Ф., Акопову С.А., Curtis F.



## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** приводится обоснование актуальности диссертационной работы, определена цель и основные задачи исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

**В первой главе** диссертационной работы представлен анализ современного состояния техники и технологии строительства скважин и боковых стволов с использованием колтюбинговых установок.

Применение колтюбингового оборудования для целей бурения начато в начале 90<sup>х</sup> годов прошлого столетия на месторождениях Северной Америки, получив массовое распространение во второй половине десятилетия с развитием технологии вскрытия продуктивных отложений в условиях депрессии.

В течение всего последующего времени шло постоянное совершенствование оборудования и технологий его применения, расширение номенклатурного ряда и технических характеристик элементов колтюбинговых установок, что делает актуальной задачу по обобщению современного состояния техники и технологии колтюбингового бурения, и на этой базе поиск оптимальных технических решений по проектированию и строительству скважин в различных геологических условиях.

Представленный в диссертационной работе анализ колтюбингового оборудования и технологий его применения при строительстве скважин и боковых стволов, в том числе в условиях депрессии, выполнен по всем основным элементам, входящим в буровой комплекс (колтюбингам, колтюбинговым установкам, буровым основаниям, ПВО, забойным компоновкам, наземным обвязкам) и включает в себя сравнительную оценку их технических характеристик, конструктивного исполнения, а также областей и технологий применения.

**Вторая глава** содержит результаты разработки научно-методических основ выбора оборудования для строительства скважин и боковых стволов в условиях депрессии с использованием колтюбинговых установок,

проведённых на основе результатов анализа современного состояния технических средств и технологий.

Необходимость создания научно-обоснованных рекомендаций по выбору оборудования, технологий и областей его применения для эффективной и безаварийной проводки скважин обусловлена наличием эксплуатационных ограничений для различных элементов колтюбинговых комплексов, многообразием геолого-технических условий работ и решаемых при этом задач.

В диссертационной работе даны методические основы выбора основных видов колтюбингового оборудования, в том числе для условий бурения при отрицательном перепаде давления в системе «скважина-пласт» - забойных компоновок, буровых оснований, гибкой трубы, ПВО, колтюбинговых установок, а так же бурового флюида. В их основу положен пошаговый подход к принятию решений (представленный в виде блок-схем), базирующийся на оценке условий работ, параметров эксплуатации, а также результатах оптимизационных расчётов.

Выбор технических характеристик колтюбинга является одним из ключевых моментов обеспечения успешной реализации проекта бурения. В отличие от традиционных подходов, используемых при расчёте бурильных колонн, основным показателем оцениваемым при выборе параметров колтюбинга является значение осевой сжимающей нагрузки, при которой колонна теряет продольную устойчивость.

Данное требование напрямую увязано с необходимостью доведения до долота заданной нагрузки по всему интервалу бурения. Предельной считается величина сжимающей нагрузки, при которой колтюбинговая колонна переходит в синусоидальный изгиб.

В диссертации рассмотрены различные методы расчёта осевых нагрузок, при которых колонна приобретает данную форму пространственного изгиба, в том числе для вертикальных, криволинейных, наклонных и горизонтальных участков скважины. На основе проведённого анализа предложена

технология позволяющая увеличить глубину бурения без потери устойчивости колтюбинга.

Основой технологии является использование забойного механизма подачи в составе КНБК при достижении граничных условий перехода колонны в синусоидальный изгиб.

Приращение длины ствола обеспечивается за счёт переноса к забою из опасного участка колтюбинговой колонны (характеризующегося наименьшим сопротивлением к потере продольной устойчивости) части осевой сжимающей нагрузки, эквивалентной нагрузке на долото.

В диссертации предложен метод расчёта предельной величины приращения длины ствола скважины ( $L$ ) при использовании забойного механизма подачи (Рис. 1).

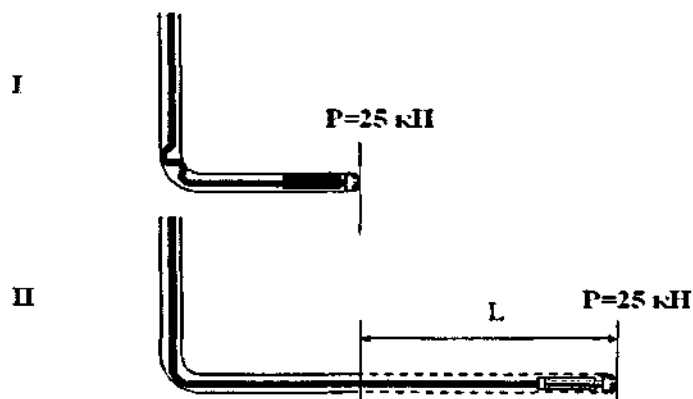


Рис. 1

- I – традиционная технология создания нагрузки на долото;
- II - технология создания нагрузки на долото с использованием забойного механизма подачи

Расчёт величины приращения для плоскостного профиля осуществляется по следующей формуле:

$$P = f \cdot [l \cdot q \cdot \sin \alpha + \sum_{i=1}^m (l_i \cdot q_i \cdot \sin \alpha_i)] - l \cdot q \cdot \cos \alpha - \sum_{i=1}^m (l_i \cdot q_i \cdot \cos \alpha_i)$$

где:

$P$  – величина осевой нагрузки на долото, кН;

$f$  – коэффициент трения колтюбинга и КНБК о стенки скважины;

$\alpha$  – зенитный угол скважины в интервале нахождения КНБК, град.;

$l$  – длина КНБК, м;

$l_i$  – длина  $i$ -ой секции колтюбинга, м;

$q$  – вес 1 метра КНБК, кН;

$q_i$  – вес 1 метра колтюбинга, кН;

$Q$  – вес КНБК, кН;

$\alpha_i$  – зенитный угол скважины в интервале нахождения  $i$ -ой секции колтюбинга, кН;

$Q_i$  – вес  $i$ -ой секции колтюбинга, кН;

$m$  – порядковый номер рассчитываемой секции колтюбинга.

Итоговое увеличение длины ствола скважины равно сумме длин КНБК и секций колтюбинговой колонны, рассчитанных для участков с различными углами наклона.

В третьей главе дано обоснование уточнённого метода расчёта резьбовых соединений оснащённых торцевым упором.

К основным нагрузкам, действующим на резьбовые соединения в искривлённых скважинах, относятся растяжение от предварительной затяжки резьбы и изгибающие нагрузки. На величину предельных напряжений, возникаемых в соединении также оказывает качество обработки и упрочнение поверхностных слоев металла, размер резьбы и концентрация напряжений в её выточках.

Разработанный метод расчёта учитывает данные факторы, а также реально работающие при изгибе сегменты сечения такого соединения.

Предел выносливости резьбы может быть определен по формуле:

$$\sigma_{LD} = \frac{\sigma_{L1}}{K\sigma_D}$$

$$K\sigma_D = \left( \frac{K_\sigma}{\epsilon_\sigma} + \frac{1}{\beta} - 1 \right) \frac{1}{\beta_{упр}}$$

где:

$\sigma_{-1}$  – предел выносливости стандартного образца при симметричном цикле нагружения ( $\sigma_{-1} = 0,4 \sigma_B$ );

$\sigma_B$  – среднее значение предела прочности легированной стали данной марки;

$K_\sigma$  – коэффициент концентрации напряжений детали;

$\epsilon_\sigma$  – масштабный фактор;

$\beta$  – коэффициент влияния качества обработки поверхности.

$\beta_{упр}$  – коэффициент упрочнения поверхностного слоя.

При изгибе элемента колтюбинговой КНБК часть площади сечения резьбового соединения, находящаяся в зоне растяжения, не должна учитываться при определении осевого момента сопротивления (Рис. 2, поз. А).

Вследствие этого форма расчетного сечения на изгиб будет представлять собой часть кольца с наружным диаметром, равным диаметру ниппеля по впадине последней нитки резьбы, и внутренним, равным внутреннему диаметру элемента КНБК, а также часть кольца оконтуренного наружным и внутренним диаметром элемента КНБК.

Для определения геометрических характеристик этого сечения, представим его в виде двух сегментов с радиусами  $r_1$  и  $r_2$ , с вырезанным кругом радиусом  $r_3$  (Рис. 2, поз. В).

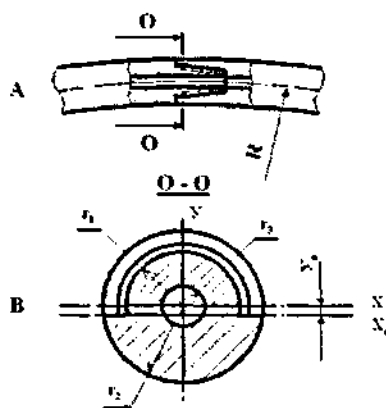


Рис. 2

Положение центральной оси (значение  $y_0$ ), разделяющей зоны растяжения и сжатия, численно определяется из условия статического равновесия площадей сегментов сечения, сопротивляющихся растягивающим и сжимающим нагрузкам:

$$S_{x_0} = S_{x_0}^{(1)} + S_{x_0}^{(2)} + S_{x_0}^{(3)} = 0,$$

Определив из данного уравнения значение  $y_0$ , находим осевой момент инерции  $I_{x_0}$  всего расчетного сечения:

$$I_{x_0} = I_{x_0}^{(1)} + I_{x_0}^{(2)} - I_{x_0}^{(3)}$$

Осевой момент сопротивления сечения равен:

$$W_{x_0} = \frac{I_{x_0}}{y_{\max}}$$

где:

$$y_{\max} = r_1 + y_0$$

Величина осевого момента сопротивления рассчитанная предлагаемым методом существенно выше значения этого параметра, определенного для сечения ниппеля, проведенного по впадине последней нитки резьбы, что позволяет рассчитывать на успешную работу резьбовых соединений КНБК в более жестких условиях эксплуатации.

**В четвертой главе** представлены результаты исследований, связанные с выбором объектов бурения на депрессии, буровых флюидов и их параметров, а также технологий и технических средств создания и поддержания отрицательного перепада давления в системе «скважина – пласт», заканчивания скважин без их глушения.

В работе рассмотрены основные критерии выбора объектов бурения на депрессии, достоинства и недостатки метода, а также имеющиеся способы минимизации влияния последних на возможность реализации проекта или достижения наилучших результатов.

Основой технологии строительства скважин при отрицательном перепаде давления в системе «скважина-пласт» является способ создания и поддержания депрессионных условий. Один из разделов главы посвящён анализу технологий и технических средств, используемых для этих целей.

Важную роль в создании и поддержании условий депрессии, сохранении устойчивости ствола скважины и его очистки от выбуренной породы играют буровые флюиды. В работе даны основные критерии, учитываемые при их выборе, в том числе совместимость со вскрываемыми породами и пластовыми флюидами, температурные границы применения, соответствие требованиям охраны окружающей среды и техники безопасности, коррозионная активность и пр.

Учитывая известные преимущества «несжимаемых» буровых флюидов в диссертации обобщены основные требования предъявляемых к растворам, используемым при бурении в условиях депрессии, а также проанализированы результаты применения буровых жидкостей, облегчённых микросферами.

Заканчивание скважин является важнейшим этапом их строительства. При бурении на депрессии оно выходит на первый план, учитывая значительные негативные последствия, вызываемые переходом системы в репресссионные условия. В диссертационной работе обобщены различные методы и технические средства колтюбингового заканчивания скважин без их глушения, проанализированы технические решения по использованию колтюбинга в качестве лифтовой колонны.

Автором предложена технология колтюбингового заканчивания скважин без их глушения с использованием пакер-пробки, разработанной для традиционных работ по капитальному ремонту скважин. Пробка спускается на колтюбинге через ПВО, используемое при бурении. Технология её подвеса аналогична установке гофрированных труб и осуществляется за счёт создания избыточного внутритрубного давления, приводящего в действие конусный поршень, прижимающий гофр к стенке эксплуатационной колонны.

Конструкция выдерживает перепад давления до 25 МПа.

Открытие проходного канала пакер-пробки и пуск скважины в эксплуатацию осуществляются после монтажа коренных задвижек фонтанной арматуры и ПВО. Разрушение заглушки пакера производится прокалывающим устройством, спускаемым на колтюбинге через НКТ.

Пятая глава диссертации посвящена разработке метода поддержания заданных значений депрессии на продуктивный пласт при бурении скважин в условиях отсутствия датчиков забойного давления, передающих информацию в реальном масштабе времени.

Традиционная технология регулирования забойного давления в процессе вымыва пластового флюида при ликвидации газонефтепроявлений предусматривает поддержание постоянного давления на стояке. Данный метод теоретически можно использовать для поддержания установленной величины забойного давления при бурении скважин в условиях депрессии. Однако основным его недостатком является необходимость корректировки внутритрубного давления при изменении перепада давления в винтовом забойном двигателе вследствие изменения осевой нагрузки на долото, износа пары «статор-ротор» или набухания эластомера статора при использовании углеводородных систем в качестве промывочной жидкости. Технологический процесс неосуществим при отсутствии датчиков давления, установленных во внутритрубном пространстве до и после двигателя и передающих информацию в реальном масштабе времени.

Разработанный автором диссертации метод распространяется на операции, связанные с бурением скважин в условиях притока пластового флюида (газа, нефти или их смесей) и позволяет поддерживать заданные значения депрессии на вскрываемые пласты при отсутствии телеметрической информации с забоя.

Метод основан на предварительном компьютерном моделировании гидродинамических процессов бурения скважины и построении на его базе графиков значений устьевых параметров, при поддержании которых в



пределах «эксплуатационного окна» обеспечивается сохранение на заданной глубине установленной величины внутрискважинного давления.

Для выполнения гидродинамического моделирования были использованы компьютерные программы, прошедшие апробацию при строительстве скважин в условиях депрессии и показавшие хорошую сходимость расчётных и фактических результатов, полученных в ходе выполнения промысловых работ (например «MADLITE» компании Mauger Engineering Inc.).

Минимально необходимый набор оборудования необходимый для реализации методики при строительстве газовой скважины включает в себя буровой дроссель, манометр, установленный перед буровым дросселем, трёх, или четырёхфазный сепаратор и газовый расходомер, установленный на факельной линии.

При использовании двухступенчатого сепаратора замеры расхода газа производятся на обеих ступенях с последующим их суммированием.

Метод предусматривает следующую последовательность работ.

- рассчитывается максимально и минимально допустимая величина эквивалента циркуляционной плотности из расчёта достижения депрессионных условий и сохранения устойчивости ствола скважины.

- выбирается рабочий коридор значений депрессии, в пределах которых планируется проведение буровых работ (обычно 690+2068 кПа).

- с учётом предыдущих пунктов выбирается тип и характеристики бурового флюида, а затем рассчитывается оптимальная производительность подачи бурового флюида в скважину, обеспечивающая создание и поддержание требуемых депрессионных условий, а также выноса шлама.

- с учётом глубин залегания продуктивных зон и ожидаемых дебитов пластовых флюидов проводится гидродинамическое моделирование забойных давлений при различных значениях давления перед дросселем (обычно 98, 690, 1379, 2068, 2747 и 3433 кПа).

- при отсутствии данных по глубинам залегания продуктивных зон и ожидаемым дебитам пластовых флюидов гидродинамические расчёты проводятся для экспертно выбранных значений дебитов и глубин газопритока. Рекомендуемая для расчётов дискретность дебитов газа должна составлять не более 5-10 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

По результатам расчётов, для каждой глубины притока пластового флюида строится график совмещённых давлений (забойные давления при различных дебитах газа и давлениях перед дросселем, пластовое давление, забойные давления при депрессии на пласт соответственно 690 и 2068 кПа).

По значениям точек пересечения графиков расчётных забойных давлений с забойными давлениями при депрессии на пласт соответственно 690 и 2068 кПа, строится «эксплуатационное окно» (в координатах «дебит отсепарированного газа» – «давление перед дросселем»).

Поддержание в пределах «эксплуатационного окна» точки пересечения фактических значений этих двух параметров обеспечивает сохранение забойных депрессионных условий в пределах 690+2068 кПа.

Наложение «эксплуатационных окон», рассчитанных для каждой глубины залегания зон газонефтепритока, позволяет регулировать забойные давления «с одного листа» по всему интервалу бурения.

Ввиду отсутствия необходимости учёта потерь давления во внутритрубном пространстве колтюбинговой колонны данный метод не содержит недостатков, присущих традиционной технологии контроля забойного давления.

В шестой главе приводятся основные положения по составлению групповых рабочих проектов на строительство скважин с использованием колтюбинговых установок на Канчуринском ПХГ. В основу проекта заложены технологические и методические решения, разработанные в рамках диссертации. Обоснован выбор оборудования, его технических характеристик, а также режимных параметров бурения базирующийся на использовании предложенных научно-методических рекомендаций,

предусматривающих определённую последовательность взаимосвязанных шагов при принятии проектного решения.

Данный подход позволил оптимизировать профили скважин исходя из достижения максимальной нагрузки на долото без перехода колтюбинговой колонны в синусоидальный изгиб, увеличив её по скважине № 291 более чем в 3,6 раза по сравнению с иными рассмотренными вариантами.

В седьмой главе рассмотрены результаты промыслового применения разработанных технико-технологических решений при строительстве скважины № 291 Канчуринского ПХГ.

Проведённые работы подтвердили правильность предложенной схемы выбора оборудования, соответствие компоновки и технических характеристик колтюбинговой установки, элементов наземной обвязки и КНБК, а также режимных параметров бурения геолого-техническим условиям подземного хранилища.

Вместе с тем снижение управляемости и быстродействия гидроприводной секции и вспомогательных лебёдок бурового основания башенного типа, связанное с увеличением вязкости масла в холодное время года и большой длиной гидравлических шлангов, соединяющих нагнетательный насос с исполнительными механизмами, обусловили переход в последующих проектах на использование буровых оснований подинжекторного типа.

Буровая забойная компоновка с гидравлическим каналом связи обеспечила надёжное функционирование и управляемость в условиях использования бурового раствора в качестве циркулирующего агента, однако её конструктивная неспособность работать при прокачке многофазного потока по внутритрубному пространству исключила возможность создания и поддержания заданных депрессионных условий при начавшемся отборе газа и падении пластового давления.

Учитывая непродолжительный период поддержания максимального давления в газохранилище, последующие работы на скважинах

рекомендовано проводить с использованием телеметрической системы и ориентатора оснащённых кабельным каналом связи.

В ходе работ подтверждена необходимость параллельной установки двух буровых дросселей, обеспечивающих безостановочное бурение в случае забивания одного из них шламом или его абразивного износа.

Запроектированная система гравитационного осаждения шлама не обеспечила полноценную очистку циркулирующего флюида от выбуренной породы. Последующие работы рекомендовано проводить с использованием систем принудительной очистки раствора.

Отсутствие притока пластового газа в процессе выполнения работ не позволило оценить устойчивость инвертного раствора к вспениванию при его подаче в сепаратор, что и предопределило необходимость проведения дополнительных исследований в данном направлении, а также поиск эффективных пеногасителей и технологий их ввода.

Проведённое при бурении скважины тестовое нагружение колтюбинговой колонны выше предела, при котором она переходит в синусоидальный изгиб, обеспечило увеличение механической скорости бурения, тем самым, подтвердив возможность передачи осевой нагрузки на долото при нахождении колтюбинговой колонны в условиях её синусоидального пространственного изгиба.

Итогом внедрения разработанных автором технико-технологических решений и рекомендаций при строительстве бокового ствола на скважине № 291 Канчуринского ПХГ стало безопасное ведение работ и надёжное управление скважиной в условиях отрицательного перепада давления в системе скважина-пласт, исключение дифференциальных прихватов и поглощений раствора при вскрытии продуктивного пласта, имеющих место при традиционном бурении. Дебит скважины по сравнению с первоначальным увеличился более чем в 2,5 раза.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработанная методика поддержания заданных значений депрессии на продуктивный пласт в условиях отсутствия забойных датчиков давления, передающих информацию в реальном масштабе времени, позволяет осуществлять оперативное управление скважиной по двум, регистрируемым на устье, параметрам - дебиту отсепарированного газа и давлению перед дросселем.

2. Разработано новое технико-технологическое решение колтюбингового заканчивания скважин без их глушения, обеспечивающее непрерывность депрессионного процесса их строительства и технологическую безопасность выполнения работ.

3. Разработанный на уровне изобретения клиновой соединитель колтюбинговой колонны с буровой забойной компоновкой (патент на изобретение № 2196216) обеспечил надёжное функционирование в процессе выполнения буровых работ, в том числе при повышенных растягивающих нагрузках.

4. Предложены зависимости для определения напряжений в резьбовых соединениях с торцевым упором, учитывающие дополнительные сегменты сечения, участвующие в сопротивлении изгибу при искривлении оси элементов КНБК.

5. Установлена возможность передачи осевой нагрузки на долото при нагружении колтюбинговой колонны выше значений, при котором система переходит в синусоидальный изгиб.

6. Предложенные технико-технологические и методические решения увеличения глубины бурения скважин без перехода колонны гибких труб в синусоидальный изгиб позволяют осуществлять проектирование и строительство скважин с большей протяжённостью стволов без изменения прочностных и геометрических характеристик колтюбинга.

7. Результаты проведённых исследований использованы при разработке отраслевого руководящего документа и групповых рабочих проектов на

строительство скважин и боковых стволов с использованием колтюбинговых установок на месторождениях и ПХГ ООО «Оренбурггазпром» и «Баштрансгаз».

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Балденко Д.Ф., Киршин В.И., Рябоконе А.А.  
Новые конструкции винтовых забойных двигателей для горизонтального бурения и ремонта скважин. //Реализация научно-технической программы перевооружения буровых предприятий РАО «Газпром». Материалы Научно-технического совета Российского акционерного общества «Газпром», Ставрополь, сентябрь, 1996-М.: 1996 С. 88-93.
2. Близнюков В.Ю., Киршин В.И., Браженцев В.П., Серебряков И.С., Близнюков Вит. Ю., Сухоруков Ю.А.  
Анализ работы долот по интервалам бурения в параметрической сверхглубокой скважине № 1 Нагумановская, предприятия «Оренбурггазпром» //Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море 1997, № 2, С7-11//РЖ.10 Горное дело. 10Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений. -М.: ВИНТИ, 1998.
3. Бабичев А.А., Киршин В.И., Богомолов Р.М.  
Усовершенствование системы вооружения шарошечных долот //Материалы НТС РАО «Газпром». Рассмотрение научно-технических проблем глубокого разведочного бурения (Ставрополь, сентябрь, 1997 г.),-М.:ИРЦ Газпром, 1997, с.128-129.
4. Аветов Р.В., Киршин В.И., Коненков А.К.  
Некоторые возможности использования гидравлического канала связи для оперативного контроля процесса углубления скважин //НТЖ. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - М.:ВНИИОЭНГ, 1999, №10, С. 8-11
5. Нифантов В.И., Шамшин В.И., Киршин В.И., Акопов С.А., Керимов А.Г., Кашапов М.А., Алексеев М.И., Лихущин А.М.

- Технология временного блокирования продуктивных пластов в горизонтальной скважине для проведения ГИС //Материалы НТС РАО «Газпром». Об обеспечении геофизическими исследованиями горизонтальных и наклонно-направленных скважин (Тверь, март, 1998 г.) -М.:ИРЦ Газпром, 1998, с. 50-54.
6. Герцберг Ю.М., Киршин В.И.  
Оценка факторов, определяющих возможности строительства горизонтальных скважин с максимальным отходом ствола //Использование горизонтальных скважин для повышения эффективности разведки и разработки месторождений (опыт и проблемы строительства, исследований, эксплуатации и проектирования разработки), Москва, ВНИИгаз, 26-28 ноября, 2000: Материалы научно-технического совета ОАО «Газпром». -М.:ИРЦ Газпром, 2001 Том 1, с. 74-77.
7. Тагиров К.М., Нифантов В.И., Киршин В.И.  
Обоснование оптимальной длины горизонтального участка ствола в газовой скважине и допустимой депрессии на продуктивный пласт и др. // Нефть и газ: Сб. научных трудов СевКавГТУ. – Ставрополь, 2000. –С. 73-76.
8. Тагиров К.М., Нифантов В.И., Киршин В.И. Тени Р.А.  
Экспериментальные исследования динамических процессов при движении пены в скважине // Проблемы капитального ремонта скважин и эксплуатации ПХГ: Сб. научных трудов. – Ставрополь, 2001. –Вып. 34. – С. 30-33.
9. Герцберг Ю.М., Чарков В.Д., Киршин В.И.  
Расчёт резьбовых соединений утяжелённых буровых труб и забойных двигателей в искривлённых скважинах //Материалы научно-технического Совета ОАО «Газпром», Ставрополь, 9-13 сентября 2002 г., -М.:ИРЦ Газпром, 2002, с. 31-39.
11. Гноевых А.Н., Киршин В.И.

Опыт строительства бокового ствола с использованием коилтюбингового комплекса на скважине № 291 Канчуринского ПХГ//Материалы Ассоциации буровых подрядчиков, Москва, 2003 г.

12. Alexander N. Gnoevux, Alexander A. Ruabokon, Vasiliy I. Kirshin, JSC «Gazprom» Coiled tubing drilling experience in a gas storage Reservoir //Материалы конференции «IADC World Drilling 2003», Вена, 2003 г.

13. Гержберг Ю.М., Гноевых А.Н., Коновалов Е.А., Киршин В.И.

Унификация нормативов и сметных расчётов, технологическое компьютерное обеспечение строительства скважин как направление снижения их стоимости //Материалы научно-технического Совета ОАО «Газпром», Тюмень, 2003 г.

14. Гержберг Ю.М., Витохин А.Д., Гноевых А.Н., Рудницкий А.В., Киршин В.И., Чернухин В.И.

Расчет давления смятия обсадных труб с учетом их растяжения и изгиба.

15. Киршин В.И.

Метод поддержания заданных значений забойных давлений при бурении скважин в условиях депрессии // Вестник Ассоциации Буровых Подрядчиков, № 4, 2005.

Соискатель:



Киршин В.И.



Подписано в печать 20.10.2006

Формат 21 x 29,7

Набор компьютерный

Гарнитура Times New Roman

Тираж - 90 экз.

Заказ № 149

---

ЗАО «Курортпроект»

115114, г. Москва, ул. Кожевническая, д. 10/2

