

РАТОВ БОРАНБАЙ ТОВБАСАРОВИЧ

**Разработка новых технических средств и технологии
повышения продуктивности нефтяных скважин**

25.00.14 – Технология и техника геологоразведочных работ

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева

Научные консультанты:

заслуженный деятель РК,
академик НАН РК,
доктор технических наук,
профессор Ракишев Б.Р.,

член-корреспондент РАЕН,
доктор технических наук,
профессор Оницин В.П.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Давиденко А.Н.

доктор технических наук,
профессор Рожков В.П.

доктор технических наук,
Архипов А.Г.

Ведущая организация

Карагандинский государственный
технический университет

Защита состоится 27 декабря 2010 г. в 14³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 14.61.23 в Казахском Национальном Техническом университете имени К.И. Сатпаева по адресу: 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, корпус ГМК, ауд. 252, тел.: 8-(727)-257-71-56, факс: 8-(727)-292-64-37

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казахского Национального Технического университета имени К.И. Сатпаева

Автореферат разослан «27» ноября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ж.Д. Байгурин

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы. Условия рыночной экономики повышают заинтересованность государства в ускоренных темпах развития отраслей промышленности на базе новых достижений науки и техники. А такое развитие невозможно без повышения их энергетических ресурсов, а также создания усовершенствованных технических средств, и технологий, способствующих росту производственных показателей.

Все это в полной мере относится к нефтедобывающей промышленности Казахстана, которая совместно с горно-металлургическим комплексом является бюджетообразующей экономической основой развития страны.

Увеличение дебита существующих нефтяных скважин и освоение новых нефтяных месторождений в этих условиях является важнейшей проблемой, требующей ускоренного решения.

Объектом исследования являются сооружаемые и эксплуатируемые нефтяные скважины.

Предметом исследования являются технические средства и технологии воздействия на систему «скважина-нефтяной пласт».

Актуальность проблемы. Стратегической задачей топливно-энергетического комплекса Казахстана является стабилизация и постепенное увеличение добычи нефти как за счет ввода в разработку новых залежей и месторождений, так и повышения эффективности эксплуатации старых нефтяных объектов. Продуктивность новых скважин во многом будет определяться степенью сохранения природных коллекторских свойств продуктивных пластов в эксплуатационный период. Эта задача выполнима при условии последовательного применения усовершенствованных технологических жидкостей на стадиях вскрытия пласта бурением, крепления скважины, вторичного вскрытия пласта перфорацией, освоения, эксплуатации, стимуляции и ремонта скважин.

Основной причиной снижения производительности добычных скважин в процессе их эксплуатации является кольтматация (глинизация, зарастание отложениями) стенок скважины в интервале вскрываемого продуктивного пласта и фильтровой части скважины. В результате проницаемость околоскважинной части нефтяного пласта снижается, вызывая уменьшение дебита. По различным данным 75-80% нефтяных скважин преждевременно прекращают работоспособность по причине кольтматации и заиливания.

Продуктивность старых скважин может восстанавливаться и повышаться путем системного применения технологий декольтматации и обработки призабойной зоны пластов (ОПЗ), а также других стимулирующих операций и воздействующих процессов на призабойную зону пласта (ПЗП) или пласт в целом.

Таким образом, физико-техническое воздействие на продуктивные пласты начиная с их вскрытия и ввода в эксплуатацию и заканчивая ремонтными и декольтматационными работами на поздней стадии разработки является основным из составляющих элементов технологии добычи жидких полезных ископаемых. Оно предопределяет надежность и эффективность работы объектов нефтедобычи.

Следовательно, исследования, направленные на создание технических

средств и технологии воздействия на систему «скважина-продуктивный пласт» являются весьма актуальными и представляют собой крупную научно-техническую и прикладную проблему.

Целью диссертационной работы является разработка новых технических средств и технологий физико-технического воздействия на систему «скважина-продуктивный пласт», значительно повышающих работоспособность и продуктивность нефтяных скважин.

Основная идея работы заключается в использовании комплекса технических средств и технологических приемов, минимизирующих негативное влияние технологических жидкостей на ПЗП и обеспечивающих периодическую очистку стенок скважин.

В соответствии с целью в работе поставлены следующие **задачи**:

- обоснование составов технологических жидкостей, используемых на разных стадиях эксплуатации скважины, раскрытие механизма их взаимодействия с породами продуктивных пластов и разработка технологических приемов, минимизирующих процесс колюматации ПЗП;

- исследование механизма разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении гидроударниками и установление влияния режимных параметров на работу породоразрушающего инструмента, разработка новых технических средств гидроударного бурения;

- исследование процесса гидровибрационной деколюматации скважин, выбор основных параметров разрушения глинистых отложений на стенках скважин;

- разработка конструкции рабочих органов устройства для деколюматации скважин с учетом гидровибрационного воздействия импульсных струй и ударных волн на стенки скважин; обоснование рациональных параметров рабочего органа;

- проведение экспериментальных работ по отработке конструктивных технологических параметров технических средств освоения нефтяных скважин в производственных условиях.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

- использование гидроударного бурения для ремонтно-восстановительных работ в скважинах обеспечивает применение рациональных комбинаций расположения режущих коронок, что интенсифицирует процесс разрушения пород и повышает износостойкость коронок, разработанная математическую модель позволяет определить объем разрушения породы резцом в зависимости от влияющих факторов и установить требуемую частоту ударов гидроударника и характер износа резцов коронок;

- предложенная систематизация способов деколюматации нефтяных пластов, основанная на учете видов энергии, воздействующей на пласт позволяет обосновать рациональные конструктивные и технологические параметры технических средств, повышающих продуктивность пластов;

- гидродинамическая модель виброударного воздействия на жидкостный волновод, учитывающая гидродинамические нагрузки на заколюматированные пласт и фильтр, позволяет установить основные режимные параметры процесса вибрационной деколюматации нефтяных пластов;

– гидродинамический способ декольматации расчета продуктивных пластов позволяет регулировать параметры технологии декольматации, оценивая давление в жидкостном волноводе как функцию мощности генератора ударных импульсов и диаметра волновода;

– динамическое воздействие импульсных струй совместно с действием продольно перемещающихся гидроволн, генерируемых ударным рабочим органом в жидкостном волноводе, интенсифицирует процесс декольматации скважин, что повышает эффективность очистки фильтров и ПЗП эксплуатационных скважин.

Научная новизна работы заключается в следующем:

– рекомендованы усовершенствованные составы жидкостей для глушения скважин, отличающиеся снижением негативного влияния на ПЗП, и технологии их рационального использования;

– обоснована возможность использования ударно-вращательного бурения гидроударниками для восстановления нефтяных эксплуатационных скважин и ликвидации аварий в них, что позволило резко снизить время на ремонтные работы;

– разработана теория разрушения породы на забое скважины резцом ограниченной длины (гидроударной коронки), предложена методика расчета объема разрушения породы ударом резца, оптимальных расстояний между ударами резцов и закономерностей износа коронок;

– предложена новая систематизация способов декольматации продуктивных пластов, в основу которой положен вид энергии, воздействующий на пласт и технические средства воздействия;

– разработана гидродинамическая модель процесса виброударного воздействия на столб жидкости, заполняющий фильтровую часть скважины; предложен программный комплекс для расчета параметров технологии декольматации продуктивных пластов, позволяющий определять ожидаемое давление в жидкостном волноводе в зависимости от мощности применяемого генератора ударных импульсов и диаметра жидкостного волновода;

– установлены параметры динамического воздействия импульсных струй, продольно перемещающихся гидроволн, генерируемых ударным рабочим органом в жидкостном волноводе на процессы декольматации скважин.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается теоретическими выкладками, основанными на использовании основных положений фундаментальных дисциплин, хорошей сходимостью результатов аналитических и экспериментальных исследований, положительными результатами испытаний производственных условиях разработанных новых технических средств и технологий освоения глубокозалегающих продуктивных пластов, а также апробацией основного содержания диссертационной работы на международных конференциях.

Научное значение работы заключается в совершенствовании теории действия ТЖ, разрушения породы забоя ударом, механизма декольматации скважин; в результатах стендовых и производственных экспериментов, подтверждающих разработанные теории; в создании динамических и математических моделей процессов разрушения породы ударом и декольматации скважин.

Практическая ценность работы заключается в рекомендациях по составам технологических жидкостей, применение которых снижает интенсивность кольматации фильтров и ПЗП скважин; в разработке технических средств, повышающих эффективность ударно-вращательного бурения: составного долота и гидроударника, который также может быть использован в качестве генератора гидроволн повышенной интенсивности для декольматации скважин; в определении характеристик гидроударников, влияющих на эффективность декольматации в различных геолого-технических условиях, в разработке рабочих органов для гидровибрационного освоения продуктивных пластов в различных условиях.

Методы исследования. Обработка лабораторных и производственных экспериментов, их результатов на основе системного, корреляционного и регрессивного анализа; использование основных законов динамики, теории колебаний, численных методов прикладной математики; методов рационального планирования эксперимента.

Реализация результатов работы.

Предложенные составы технологических жидкостей, применение которых снижает интенсивность кольматации фильтров и ПЗП скважин, технические средства, повышающие эффективность ударно-вращательного бурения и технико-технологические средства гидровибрационного освоения глубокозалегающих продуктивных пластов приняты к внедрению ТОО «КРУЗ», которое в значительных объемах осуществляет ремонт нефтяных скважин.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы были доложены на: Республиканской научно-практической конференции, посвященной 80-летию Ш. Есенова «Академик Ш. Есенов – его роль в развитии науки и техники и в освоении природных ресурсов Казахстана». Актауский Государственный Университет имени Ш. Есенова. г. Актау 2007 г., II Республиканской научной конференции молодых ученых и студентов – «Сатпаевские чтения 2008» Каз НТУ им. К.И. Сатпаева г. Алматы 2008 г.; IV Международной научно-практической конференции «Образование и наука 21 века – 2008». – г. София., Изд. «Наука и образование» (Болгария), 2008 г.; Научном симпозиуме «Неделя горняка 2009 г.» (г. Москва, Россия); Международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и горного машиноведения, развития науки и интеграции вузов». Наука образования техника. г. Ош, Кыргызско-Узбекский Университет. 2009 г.; V Международной конференции «Инновационные разработки и совершенствование технологий в горно-металлургическом производстве» (г. Усть-Каменогорск, 2009); III Международной научной конференции «Актуальные проблемы и машиностроения» г. Алматы, 2009 г.; Международном форуме «Наука и инженерное образование без границ» КазНТУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, 2009).; Международной научно-практической конференции «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии» Алматы, КБТУ 2010 г.; Девятой международный научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности», Россия, Санкт-Петербург, 2010 г.; Тринадцатой международной конференции «Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология изготовления и применения», Украина, Киев, 2010 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 41 научные работы, в том числе 18 статья, 18 докладов на международных и республиканских конференциях, получено 4 инновационных патентов Республики Казахстан на изобретения и 1 заявка на изобретение.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения и списка использованных источников. Диссертация иллюстрирована рисунками, таблицами и дополнена приложениями.

Основное содержание работы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, определена цель и задачи исследования, изложены основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость работы.

В первом разделе приведен анализ физико-химических процессов, происходящих в призабойной зоне продуктивного пласта (ПЗП), приводящих к снижению производительности нефтедобывающей скважины.

Обобщение информации, оценка перспектив развития техники и технологии проводки скважин позволили выделить главные направления исследований по сохранению, восстановлению и улучшению коллекторских и фильтрационно-емкостных свойств ПЗП, а значит и добычных возможностей и потенциала скважин по всей технологической цепочке их эксплуатации от вскрытия пластов до ликвидации скважин.

Направлениями исследований, рассмотренными в диссертации, занимались многие ученые: А.П. Крылов, Г.Г. Вахитов, А.Х. Мирзаджанзаде, В.П. Максимов, И.Т. Мищенко, В.И. Токунов, В.И. Кудинов, В.Г. Уметбаев, Э.Б. Чекалюк, Г.А. Орлов, В.А. Сидоровский, И.В. Кривонос, Ю.А. Поддубный, В.С. Литвиненко, Д.Н. Башкатов, Н.И. Васильев, В.П. Оницин, Ю.В. Зейгман, Поллард Д. Томас а также ученые Казахстана: Б.Р. Ракишев, Е.Л. Лиманов, Б.Е. Скобочкин, Т.Н. Мендебаев, М.Ж. Музапаров, Т.Т. Танатаров, Б.В. Федоров, А.К. Касенов, Г.Б. Хаиров, Ж.Г. Шайхымежденов, Г.А. Кудайкулова и др.

В разделе рассмотрено влияние технологических жидкостей (ТЖ) на разных этапах работы скважины, т.к. установлено, что при бурении скважин, вскрытии пластов, глушении (ремонт) скважин, вводе скважин в эксплуатацию и непосредственно при эксплуатации породы ПЗП подвергаются негативному воздействию ТЖ и одним из важнейших критериев работ должна явиться минимизация этого воздействия.

При негативном воздействии технологических жидкостей на ПЗП большое значение имеет время воздействия, которое существенно увеличивается при осложнениях, возникающих при эксплуатации скважин авариях, глушении скважин, постановке искусственных пробок, возникновении естественных отложений, сужающих проходное сечение скважины. При ликвидации осложнений бурением, сокращается время нежелательного контакта жидкости с породами пласта, что предопределяет выбор вида бурения и его средств.

Наряду с предупреждением кольматации пластов большое значение имеет ликвидация ее последствий, т.е. декольматация ПЗП и фильтра. В результате анализа современных воззрений на механизм кольматации ПЗП предложена

систематизация способов декольматации. В ее основу положен вид энергии, непосредственно воздействующей на пласт. Каждый способ разделен на методы и средства воздействия. Установлено, что наиболее перспективным методом декольматации является гидровибрационный.

Проанализированы существующие устройства для гидровибрационной декольматации ПЗП. Отмечено что большинство из них либо не обеспечивают эффективную работу при глубине скважин свыше 200 м (привод рабочего органа расположен на поверхности), либо сложны по конструкции и обладают достаточно большими габаритами (погружные вибраторы). Исключением являются устройства с использованием гидроударников и пневмоударников, применяемых в качестве погружных генераторов гидроволн.

Нами было разработано опытное устройство для декольматации на базе гидроударника Г-59, испытание которого показало перспективность этого направления работ.

Разнообразие видов работ требует повышения производительности бурения с использованием разных буровых наконечников: как кольцевых коронок, так и долот сплошного забоя.

Анализ применяемых в Казахстане способов бурения показал, в условиях, аналогичных условиям РВР, ударно-вращательный способ бурения с использованием гидроударников является наиболее подходящим.

В результате выполненных исследований выбран тип ТЖ, определена технология ее использования, намечены направления разработки новых технических средств для повышения продуктивности скважин.

Второй раздел работы посвящен результатам исследований по выбору наиболее качественных и эффективных составов технологических жидкостей и разработки на их основе более совершенных технологий, способов и методов стимуляции нефтедобывающих скважин. Основным критерий качества таких жидкостей – максимальное сохранение коллекторских и фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов при обязательном выполнении своих функциональных назначений.

Современный процесс добычи нефти основан на использовании большого количества разнообразных жидкостей, большинство из которых контактирует то или иное время с продуктивным пластом. Общее число рабочих жидкостей, применяемых только при капитальном и текущем подземном ремонтах скважин (КРС, ПРС), превышает более сотни наименований, причем ежегодно номенклатура испытываемых и применяемых химических составов расширяется. Тенденция химизации основных процессов нефтедобычи обуславливает необходимость постоянной систематизации и анализа, тестирования определения эффективности технологических жидкостей, прежде всего по степени влияния на фильтрационно-емкостные свойства пластов.

В разделе приведены данные по изучению и систематизации механизмов воздействия на ПЗП технологических жидкостей (ТЖ) и их составляющих, полученные на основе анализа литературных и патентных источников, а также производственных материалов.

Составлена методика определения составов ТЖ, отвечающих требованиям конкретных условий. Систематизированы сведения о реагентах, используемых

в качестве составляющих ТЖ, и разработаны рекомендации по их выбору.

Описаны выполненные лабораторные исследования ТЖ и их составляющих. Даны рекомендации по их выбору. Разработаны рекомендации по составу ТЖ для нефтяных месторождений Узень. Разработаны рекомендации по технологии приготовления и применения ТЖ в различных условиях, а также по предохранению оборудования и рабочей зоны от загрязнения.

В третьем разделе приведены результаты работ по использованию гидроударного бурения при ремонтно-восстановительных работах в нефтедобычных скважинах, имеющие целью повысить производительность бурения и ускорить процесс РВР.

Проанализированы схемы гидроударных машин, их достоинства и недостатки в условиях бурения при РВР. На основании опыта бурения гидроударниками в Казахстане выбрана для дальнейшего использования, в качестве базы для исследований, машина двойного действия и гидроударники Р-3МГ конструкции Каз ИМСа.

Сделан анализ рабочего цикла дроссельного гидроударника двойного действия. Установлена возможность его модернизации, за счет сокращения периода обратного хода бойка.

Изучены конструкции применявшегося для гидроударного бурения породоразрушающего инструмента, в основном, коронок кольцевого забоя. Приняты для опытного бурения коронки К19М-4 и ГПИ-2.

Выполнен обзор результатов исследований механизма взаимодействия бурового инструмента с породой на забое скважины. Установлено, что эффективность разрушения породы может быть исследована на базе изучения работы индентора, имитирующего долотчатый инструмент. Для гидроударного бурения таким инструментом является резец кольцевой коронки. Благодаря малой длине резцов появилась возможность упростить схему разрушения породы и предложить на ее базе новую теорию разрушения породы малогабаритным индентором и упрощенные формулы, определяющие объем разрушения породы единичным ударом.

Эффективность разрушения породы резцами гидроударной коронки была исследована на стенде, где производились единичные удары по индентору, имитирующему резец гидроударной коронки при различных расстояниях между лунками от ударов.

По данным замеров лунки рассчитывался ее объем, определялась удельная энергоемкость q разрушения породы по формуле:

$$q = W_{y\partial} / V^i, \quad (1)$$

где $W_{y\partial}$ – энергия удара, приходящаяся на индентор;

V^i – объем лунки, образовавшееся в пород от удара.

Относительный коэффициент эффективности разрушения породы, возрастающий с уменьшением удельной энергоемкости: определяется по следующей зависимости:

$$n_q = \frac{q_0 - (q_n - q_0)}{q_0} = \frac{2q_0 - q_n}{q_0}, \quad (2)$$

где q_0 – удельная энергоемкость одного из опытов серии, принятая за единицу;
 q_n – удельная энергоемкость исследуемого опыта.

Для расчета на базе предложенных формул была составлена программа.

Выполнено шесть серий экспериментов, включающих 104 опыта.

В 1–2 сериях исследовалась эффективность разрушения породы на ровной поверхности образца при различном расстоянии между ударами в зависимости от энергии удара в цементно-песчаном образце, что соответствует VII категории крепости пород по ЕНВ. В 3–4 сериях такие же исследования проводились в гранитном образце IX категории крепости. В 5 серии исследовалась эффективность разрушения породы при размещении индентора в контакте с вертикальной стенкой. При этом использовались образцы, которым была придана Г-образная форма. Цель этой серии экспериментов – определить влияние на эффективность углубки скважины ее стенки или керна. В 6 серии исследовалась эффективность разрушения породы на забое, имеющем дополнительную плоскость обнажения, что имеет место при ступенчатом забое, например, при бурении долотом с опережающим лезвием.

Эксперименты 5 и 6 серий проводились на цементно-песчаных образцах.

Результаты экспериментов показаны на графиках (рисунок 1).

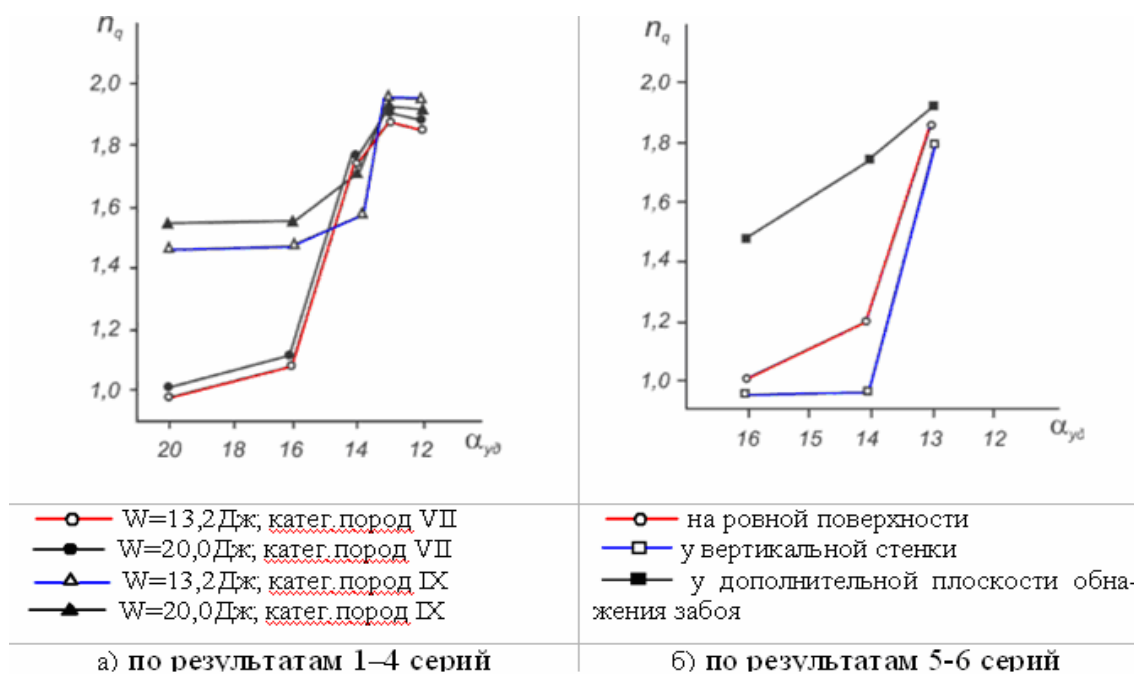


Рисунок 1– Изменение коэффициента эффективности

разрушения породы при уменьшении расстояний между ударами

Из полученных данных видно, что с уменьшением расстояния между ударами эффективность разрушения породы меняется неоднозначно.

При расстояниях, которые обеспечивают независимость двух последующих следов от ударов друг от друга, объем лунок получается в каждой серии экспериментов примерно одинаковым, и коэффициенты эффективности n_q также имеют близкие значения. Но когда расстояние между ударами достигает величин, затрагивающих зоны трещин от предыдущих ударов, лунки от двух последующих ударов сливаются в общую выемку, и объем разрушенной породы резко увеличивается. Это критическое расстояние для всех серий экспериментов составляло $a_{yd}^0 = 13$ мм. При таком значении лунки от всех наносимых ударов объединялись с лунками от предыдущих ударов и коэффициент эффективности достигал значения 1,8–1,9.

Следует заметить, что увеличивалась не только центральная зона лунки, но и ее концевые зоны. Следовательно, в этом случае можно было ожидать также снижение износа коронки по диаметру. Однако, при значении $a_{yd} = 14$ мм, хотя часть лунок носила одиночный характер, а другая объединялась с предыдущими. Поэтому, учитывая погрешности в проведении экспериментов, можно сказать, что критическим расстоянием a_{yd}^0 следует считать значения от 15 до 13 мм. Подобных значений гидроударники Р-3МГ обеспечит не могут.

Чтобы получить частоту ударов, обеспечивающих сокращение расстояний между ударами до значений, близких к a_{yd}^0 , необходимо усовершенствовать конструкцию гидроударника, позволяющую сократить время рабочего цикла ударника.

Дальнейшие серии экспериментов при бурении образование стенки ствола на, формируемых при ударах долотчатого индентора одновременно с углубкой скважины, и дополнительной плоскости обнажения забоя, образованной опережающей частью ступенчатого долота. Качественное влияние этих факторов на эффективность разрушения породы на забое известно, но отражение этого влияния в количественном отношении в литературе нам обнаружить не удалось. Поэтому считаем, что такие эксперименты были поставлены впервые.

Данные экспериментов показали, что при расстояниях между ударами, превышающих критическое значение, формирование вертикальной стенки скважины снижает эффективность разрушения породы на забое, а наличие дополнительной плоскости обнажения забоя в зоне работы породоразрушающего накопника повышает эффективность разрушения что подтверждает целесообразность ступенчатого разрушения забоя.

Существенной проблемой является большое число поломок резцов коронок при их эксплуатации. Установлено, что одной из основных причин, низкой эксплуатационной прочности коронок являются особенности их износа. Схема износа коронки приведена на рисунке 2.

Можно выделить следующие элементы износа: торцевой износ лезвия « δ », характеризующийся средней шириной площадки затупления лезвия, угловой износ, характеризующийся радиусом закругления наружного « R » и внутреннего « r » углов резца, примыкающих к лезвию и боковой (конусный) износ.

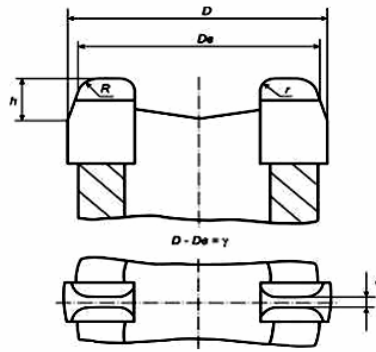


Рисунок 2 – Элементы износа резцов коронки

В результате изнашивания наружной боковой грани резца на ней образуется площадка, расположенная под углом к вертикали (первоначальному расположению грани). Таким образом, боковая грань приобретает конусность, что объясняет второе название бокового износа.

Конусный износ целесообразно характеризовать двумя величинами, которые могут быть непосредственно замерены на коронке: уменьшением диаметра коронки в зоне перехода от углового износа « R » к конусному « γ » и высотой изношенной части резца « h ».

Изучение износостойкости коронок показало, что именно конусный износ, вызывающий появление реактивных сил P_n и N (см. рисунок 3), является основной причиной поломок резцов после нескольких рейсов коронки. Отсюда важность более детального его изучения.

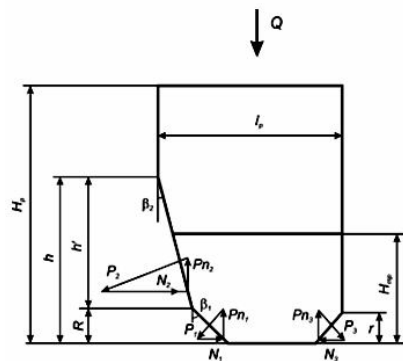


Рисунок 3 – Силы, действующие на изношенный резец при ударе

Основываясь на приведенной схеме действия сил, была разработана математическая модель, характеризующая состояние резцов коронок на разных этапах их отработки.

Для этого составлена расчетная схема и разработана методика расчета сил N , вызывающих изгиб резца, напряжений, создаваемых ими, и сил P_n , противодействующих внедрению резца в породу.

Очевидно, что величина усилий будет зависеть от величины площадок износа резца. В процессе бурения положение и величина этих площадок изменя-

ются.

Условно можно выделить три варианта расположения площадок износа, показанные на рисунке 4.

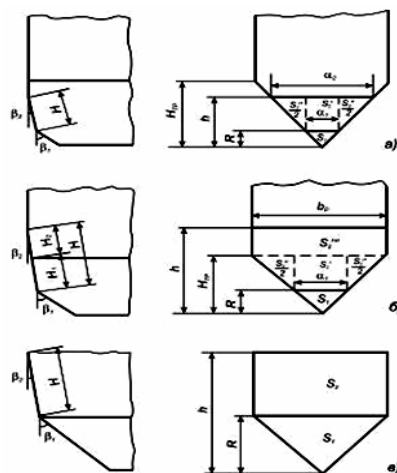


Рисунок 4 – Расположение площадок износа на наружной грани резца

Обозначим площадку углового износа « R » через « S_1 », площадку конусного износа – « S_2 » и площадку углового износа « r » – « S_3 » (на рисунке 4 не показана).

В зависимости от степени износа коронки могут иметь место следующие варианты расположения площадки конусного износа:

а) площадка S_2 не выходит за пределы треугольной части боковой грани лезвия резца (рисунок 4 а), т.е. $H_{mp} > H > R$, где H_{mp} – высота треугольной части боковой грани.

б) площадка S_2 располагается частично в треугольной и частично в прямоугольной частях боковой грани резца (рисунок 4 б), т.е. $H > H_{mp} > R$.

в) площадка S_2 полностью расположена в прямоугольной части боковой грани резца (рисунок 4 в), т.е. $H > H_{mp} = R$.

Площадки S_1 и S_3 практически очень редко выходят за пределы боковой грани лезвия резца, а во всех вышеупомянутых вариантах они определяются одними и теми же формулами. Для определения S_2 в каждом из вариантов необходимы свои формулы.

Эти формулы для приведенных вариантов расположения площадок будут следующие:

– для варианта (а). Площадку S_2 разделим на две части – S_2^I и S_2^{II} (рисунок 4 а). Тогда:

$$S_2 = S_2^I + S_2^{II} = a_1 \cdot H + \frac{a_2 - a_1}{2} \cdot H = \left(a_1 + \frac{a_2 - a_1}{2} \right) \cdot \frac{(h - R)}{\cos \beta_2}; \quad (3)$$

– для варианта (б). Здесь площадку S_2 разделим на три части – S_2^I , S_2^{II} , S_2^{III} . Тогда:

$$S_2 = S_2^I + S_2^{II} + S_2^{III} =$$

$$= a_1 \cdot H_1 + \frac{b_p - a_1}{2} \cdot H_1 + b_p \cdot H_2 = \left(a_1 + \frac{b_p - a_1}{2} \right) \cdot H_1 + b_p \cdot H_2. \quad (4)$$

Здесь $H = H_1 + H_2 = \frac{h - R}{\cos \beta_2}$, $H_1 = H_{mp} - R$, $H_2 = h - H_{mp}$.

– Для варианта (в):

$$S_2 = b_p H = \frac{b_p \cdot (h - H_{mp})}{\cos \beta_2}. \quad (5)$$

Для всех вариантов:

$$S_1 = 2 \frac{a_1}{2} \cdot \frac{R}{\cos \beta_1} = \frac{a_1 \cdot R}{\cos \beta_1}, \quad (6)$$

$$S_3 = 2 \frac{a_3}{2} \cdot \frac{r}{\cos \beta_3} = \frac{a_3 \cdot r}{\cos \beta_3}. \quad (7)$$

Рассмотрим силы, действующие на площадку S_2 , учитывая, что аналогично можно определить силы, действующие на площадки S_1 и S_3 .

Сила противодействия внедрению резца P_{n2} зависит как от сопротивления породы разрушению, так и от силы трения площадки о породу $N_{mp} = f \cdot P$.

Однако, в связи с тем, что площадка износа в процессе удара контактирует с разрушаемой ею породой, коэффициент трения здесь будет невелик и силами трения в этом случае можно пренебречь.

Тогда, исходя из схемы действия сил на площадку S_2 (рисунок 3); вычислим величины P_{n2} и N_2

$$P_{n2} = N_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2 = \frac{P_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2}{\cos \beta_2}, \quad (8)$$

$$N_2 = \frac{P_2}{\cos \beta_2} \quad (9)$$

При запуске в работу коронки после ее перезаточки, когда на резцах остались площадки износа, условия разрушения породы на забое будет следующее соотношение (см. рисунок 4):

$$P = \sigma_{и.с.} (S_1 + S_2 + S_3). \quad (10)$$

При этом на резец будут действовать силы, определяемые согласно (9) и (10):

$$N = \frac{\sigma_{u.c.} \cdot S_1}{\cos \beta_1} + \frac{\sigma_{u.c.} \cdot S_2}{\cos \beta_2} - \frac{\sigma_{u.c.} \cdot S_3}{\cos \beta_3}, \quad (11)$$

$$P_n = \frac{\sigma_{u.c.} \cdot S_1 \cdot \operatorname{tg} \beta_1}{\cos \beta_1} + \frac{\sigma_{u.c.} \cdot S_2 \cdot \operatorname{tg} \beta_2}{\cos \beta_2} + \frac{\sigma_{u.c.} \cdot S_3 \cdot \operatorname{tg} \beta_3}{\cos \beta_3}. \quad (12)$$

На рисунке 5 приведена расчетная схема резца с площадками износа, где резец представлен в виде консольной балки с тремя участками, на которых возникают силы, действующие со стороны внешней грани (АВ, ВС и СД), и одним участком, создающим силу, действующую на внутреннюю грань.

Изгибающий момент в произвольном сечении балки, например, в сечении m_1m_2 , будет

$$M_x = \frac{q_1 \cdot x^3 - q_3 \cdot x^3}{6},$$

а при $x = R$ (в сечении В):

$$M_B = \frac{N_1 \cdot R}{3} - N_3 \cdot \left[\frac{r}{3} + (R - r) \right], \quad (13)$$

где

$$N_1 = \frac{q_1 \cdot R^2}{2};$$

$$N_3 = \frac{q_3 \cdot r^2}{2}.$$

Но наиболее опасное сечение в пределах высоты резца будет сечение «D». При появлении площадки конусного износа здесь изгибающий момент будет равен:

$$M_d = N_1 \cdot \left(H_p - \frac{2R}{3} \right) + N_2^1 \cdot \left(H_p - R - \frac{h-R}{2} \right) + N_2^{11} \cdot \left[H_p - R - \frac{2(h-R)}{3} \right] - N_3 \cdot \left(H_p - \frac{2r}{3} \right) \quad (14)$$

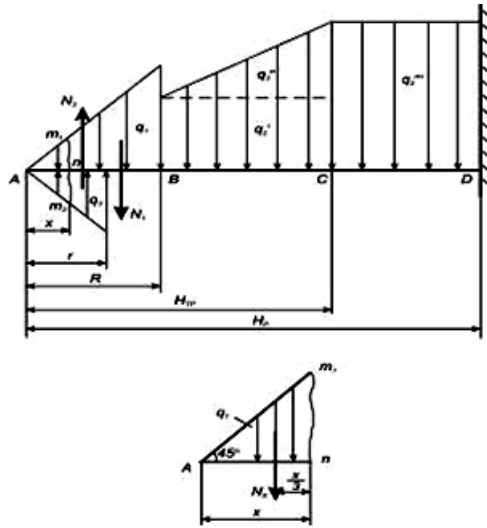


Рисунок 5 – Расчетная схема резца с площадками износа

При значительном конусном износе, когда площадка износа выходит за пределы треугольной зоны боковой грани резца, формула для изгибающего момента изменится. Так, в опасной точке «D» его можно определить по формуле:

$$M_d = N_1 \left(H_p - \frac{2R}{3} \right) + N_2^I \left(H_p - R - \frac{H_{mp} - R}{2} \right) + N_2^{II} \left(H_p - R - \frac{2(H_{mp} - R)}{3} \right) + N_2^{III} \cdot \left(\frac{H_p - H_{mp}}{2} \right) - N_3 \cdot \left(H_p - \frac{2r}{3} \right) \quad (15)$$

Максимальные напряжения возникают на наружной поверхности резца. Они будут равны:

$$\sigma_{\max.p} = \frac{M \cdot l_p^I}{I}; \quad \sigma_{\max.c} = \frac{M \cdot l_p^{II}}{I}, \quad (16)$$

где $\sigma_{\max.p}$ – максимальные напряжения растяжения;

$\sigma_{\max.c}$ – максимальные напряжения сжатия.

Для прямоугольных резцов в сечениях

$$l_p^I = l_p^{II} = \frac{l_p}{2}, \quad a$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W}, \quad (17)$$

где $W = \frac{I}{y_{\max}} = \frac{I}{l_p/2} = \frac{b_p \cdot l_p}{6},$

где I – момент инерции поперечного сечения резца;

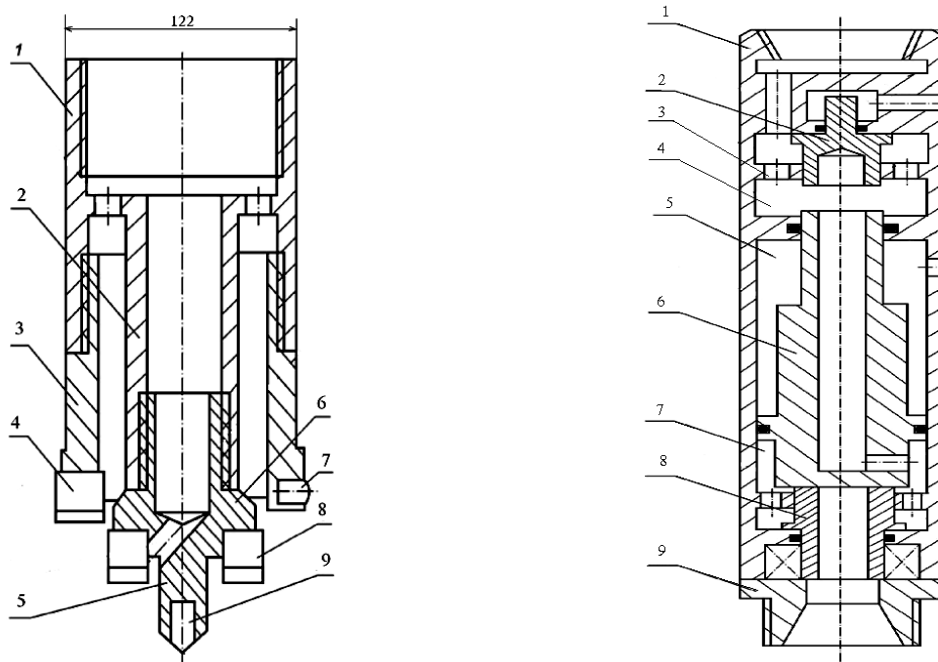
W – момент сопротивления сечения.

На основании вышеприведенных формул проведены расчеты на прочность резцов используемых коронок в породах разных категорий крепости.

Расчет сил противодействия внедрению резца P_n показал, что после второго рейса их рост резко увеличивается и в результате работы площадок конусного и углового износа, достигает значительных величин – до 50% от силы удара, что снижает скорость бурения.

Составлена программа расчета, блок-схема которой приведена в диссертации. Результаты расчета позволили определить критерии отбраковки коронок, в связи с опасностью поломок резцов и потери производительности бурения.

На основании проведенных исследований были разработаны конструкции нового гидроударника и породоразрушающего инструмента рисунок 6.



1 – переходник на гидроударник; 2 – центральный стержень; 3 – коронка; 4 – резец коронки; 5 – опережающая ступень головки б; 7 – твердосплавный штырь; 8 – резец радиального выступа головки; 9 – резец опережающей ступени головки.

а) составное долото

1 – корпус; 2 – верхний клапан; 3 – ограничитель хода клапана; 4 – верхняя камера высокого давления; 5 – камера низкого давления; 6 – ударник; 7 – нижняя камера высокого давления; 8 – нижний клапан; 9 – наковальня.

б) гидроударник

Рисунок 6 – Новые средства гидроударного бурения

На представленные конструкции получены инновационные патенты Республики Казахстана.

Четвертый раздел включил результаты работы по исследованию декольматации гидровибрационным методом и по разработке устройств для декольматации.

Автором исследован механизм гидровибрационной декольматации фильтров и продуктивных пластов гидроволнами, возбуждаемыми ударной нагрузкой применительно к освоению закольматированных нефтяных скважин. Разработана теория процесса, составлены динамическая и математическая модели генерации и распространения гидроволн.

Жесткий груз (боек), имеющий массу m_1 , наносит удар со скоростью V , по торцу массы m_0 , которая опирается на пружину с податливостью δ_{np} . Масса m_0 в свою очередь наносит жесткий удар по жидкоостному волноводу, который моделируется пружиной, имеющей податливость $\delta_{жс}$ и длину L (местной податливостью при ударе массы M по массе m_0 пренебрегаем).

Обе пружины работают параллельно. Поэтому при расчете их жесткости K_{np} и $K_{жс}$ можно заменить эквивалентной жесткостью $K_э$ по формуле: $K_э = K_{np} + K_{жс}$.

Так как $K_{np} = 1/\delta_{np}$, $K_{жс} = 1/\delta_{жс}$ и $K_э = 1/\delta_э$, то эквивалентная податливость определится из соотношения $\frac{1}{\delta_э} = \frac{1}{\delta_{np}} + \frac{1}{\delta_{жс}}$, откуда $\delta_э = \frac{\delta_{np}\delta_{жс}}{\delta_{жс} + \delta_{np}}$.

Динамическая модель может быть описано математическими моделью, в которых определяются следующие параметры: контактная сила $P_{н(t)}$, передаваемая бойком массе m_0 , имеющая волновой импульсный характер; время удара t ; длина L_1 , пройденная волной сжатия за время удара; максимальная сила удара $P_{H\max}$; максимальное давление, $P_{g\max}$ в волне сжатия.

Определим выражения для нахождения контактной силы $P_{н(t)}$ при следующих этапах удара. Первый этап, когда за время удара $\left(0 \leq t \leq \frac{2L}{a}\right)$ сила $P_{н(t)}$ обращается в ноль, если этого не происходит, то рассматривается второй этап удара, когда $\left(\frac{2L}{a} \leq t \leq \frac{4L}{a}\right)$, затем третий этап, когда $\left(\frac{4L}{a} \leq t \leq \frac{6L}{a}\right)$.

Первый этап удара:

$$P_{H1}^1(t) = \frac{V_0}{n\delta_э} e^{-mt} \sin(nt), \quad (18)$$

где $n = \sqrt{\frac{1}{\delta_э(M + m_0)} - \frac{a^2}{4\delta_э^2(EF)^2}}$;

$$m = \frac{a}{2\delta_э(EF)},$$

a – скорость звука в жидкости;

E – модуль упругости жидкости;

F – поперечное сечение волновода.

Второй этап удара:

$$P_{H2}(t) = \frac{V_0}{n\delta_э} \left\{ e^{-mt} \sin nt + 2\frac{m}{n} e^{-m\theta} \cdot \left[\left(n\theta - \frac{m}{n} \right) \sin n\theta + m\theta \cos n\theta \right] \right\}, \quad (19)$$

где $\theta = t - \frac{2L}{a}$.

Третий этап удара:

$$P_{H3}(t) = \frac{v_0}{n\delta_3} \left\{ e^{-m\theta} \sin t + 2 \frac{m}{n} e^{-m\theta} \left[\left(n\theta - \frac{m}{n} \right) \sin \theta + m\theta \cos n\theta \right] - 2 \frac{m}{n} e^{-m\theta_1} \left[\left(n\theta_1 - \frac{m}{n} \right) \sin \theta_1 + m\theta_1 \cos n\theta_1 \right] + \right. \\ \left. + 2 \frac{m^2}{n^2} e^{-m\theta_1} \left[\frac{3m^2 + n^2}{n^2} - 2m\theta_1 + (n^2 + m^2)\theta_1^2 \right] \sin n\theta_1 + 2 \frac{m^2}{n^2} e^{-m\theta_1} \left[-\frac{3m^2 + n^2}{n^2} + 2mn\theta_1^2 \right] \cos n\theta_1 \right\}, \quad (20)$$

где $\theta_1 = t - \frac{4L}{a}$.

Как видно, по мере увеличения этапов удара вычисления $P_n(t)$ быстро усложняются. Однако, в связи с тем, что в нефтяных скважинах длина фильтра вместе с отстойником, т.е. длина L жидкостного волновода, как правило, превышает 10 м., удар чаще всего заканчивается на первом этапе.

Определим длину жидкостного волновода L_1 , при которой удар заканчивается на первом этапе. Подставив значение параметра n и время $t = 2L_1/a$ в формулу (19) и приравняв $P_{H1}(t)=0$ имеем:

$$\frac{v_0 e^{-mt}}{\sqrt{\frac{1}{\delta_3(M+m_0)} - \frac{a^2}{4\delta_3^2(EF)^2}}} \sin \left(\sqrt{\frac{1}{\delta_3(M+m_0)} - \frac{a^2}{4\delta_3^2(EF)^2}} \cdot \frac{2L_1}{a} \right) = 0. \quad (21)$$

Из (20) следует, что $P_{H1}(t)=0$ тогда, когда:

$$\sqrt{\frac{1}{\delta_3(M+m_0)} - \frac{a^2}{4\delta_3^2(EF)^2}} \cdot \frac{2L_1}{a} = \pi. \quad (22)$$

Из (21) определяем длину L_1 :

$$L_1 = \frac{a\pi}{2 \sqrt{\frac{1}{\delta_3(M+m_0)} - \frac{a^2}{4\delta_3^2(EF)^2}}}. \quad (23)$$

Из (19) следует, что усилие по длине L , ударного импульса в начале удара возрастает, а к концу времени $t = 2L_1/a$ убывает до нуля. Найдем максимум усилия $P_{H1}(t)$. Взяв производную $dP_{H1}(t)/dt$ и приравняв ее нулю, получим:

$$\frac{v_0}{\delta_3} [ne^{-mt} \cos(nt) - me^{-nt} \sin(mt)] = 0. \quad (24)$$

Зависимость (25) позволяет найти время t^* , при котором усилие $P_{н1}(t)$ максимально:

$$t^* = \frac{1}{n} \operatorname{arctg}\left(\frac{n}{m}\right). \quad (25)$$

Подставив значение t^* из (26) в (19), получим максимальную силу удара (амплитуду импульса):

$$P_{н1\max} = \frac{v_0}{n\delta_3} \exp\left[-\frac{m}{n} \operatorname{arctg}\left(\frac{n}{m}\right)\right] \sin\left[\operatorname{arctg}\left(\frac{n}{m}\right)\right]. \quad (26)$$

Максимальное давление волны $P_{0\max}$ будет в месте нахождения в рассматриваемый момент времени амплитуды импульса, и определяется из соотношения:

$$P_{0\max} = \frac{P_{н1\max}}{F_3} = \frac{4P_{н1\max}}{\pi D_g^2}, \quad (27)$$

При декольматации нефтяного пласта на закольматированную зону последнего будут действовать следующие нагрузки (рисунок 7):

- пластовое давление $P_{нл}$;
- гидростатическое давление столба жидкости, заполняющей скважину;
- циклически изменяющееся знакопеременное давление $P_0(t)$.

Наибольшее знакопеременное давление $P_{0\max}$ определится по формуле (28), и с учетом (27) примет вид:

$$P_{0\max} = \frac{4V_0}{n\delta_3 \pi D_g^2} \exp\left[-\frac{m}{n} \operatorname{arctg}\left(\frac{n}{m}\right)\right] \sin\left[\operatorname{arctg}\left(\frac{n}{m}\right)\right]. \quad (28)$$

Минимальное циклическое давление приближенно будет иметь такую же величину, но с обратным знаком. С учетом давления жидкости в скважине считаем, что в данном случае имеет место положительный асимметричный цикл напряжений на стенке закольматированного пласта.

Для асимметричного цикла $P_{\max} = P_r + P_{q\max} > 0$; $P_{\min} = P_r - P_{q\min} > 0$.

Для приближенной оценки напряженного состояния использовано методика расчета на прочность цилиндрической трубы, нагруженной наружным давлением $P_{нл}$ и внутренним давлением P_{\min} . В зависимости от соотношений $P_{нл}$, P_{\min} и

отношения радиусов R_2/R_1 условия разрушения закольматированного пласта будут различными.

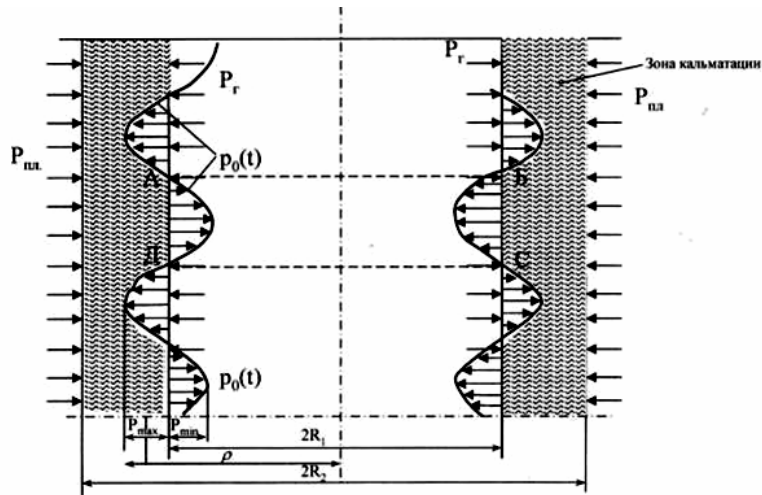


Рисунок 7 – Нагрузки, действующие на закольматированную зону пласта

1. При $P_{\min} > \frac{P_{nl}}{2} \left(\frac{R_2^2}{R_1^2} + 1 \right)$ наибольшие и наименьшие значения радиальных σ_R и тангенциальных σ_t напряжений будут:

$$\left. \begin{aligned} \max \sigma_R &= \sigma_{R \rho=R_2} = -P_{nl}; \\ \min \sigma_R &= \sigma_{R \rho=R_1} = -P_{\min}; \\ \max \sigma_t &= \sigma_{t \rho=R_1} = \frac{P_{\min} (R_1^2 + R_2^2) - 2P_{nl} R_2^2}{R_2^2 - R_1^2}; \\ \min \sigma_t &= \sigma_{t \rho=R_2} = \frac{2P_{\min} P_1^2 - P_{nl} (R_2^2 + R_1^2)}{R_2^2 - R_1^2}. \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

В опасных точках внутреннего диаметра закольматированной зоны пласта расчетное уравнение по гипотезе О. Мора имеет вид (для кольматанта, одинаково сопротивляющегося сжатию и растяжению):

$$\max \sigma_t - \min \sigma_R = \frac{2P_{\min} R_2^2 - 2P_{nl} R^2}{R_2^2 - R_1^2} > \sigma_{-1p}, \quad (30)$$

где σ_{-1p} – предел выносливости кольматанта при растяжении-сжатии.

2 При $P_{\min} < \frac{2P_{nl}}{(1 + R_1^2/R_2^2)}$ наибольшие и наименьшие значения радиальных σ_R и тангенциальных σ_t напряжений будут:

$$\left. \begin{aligned}
\max \sigma_R &= \sigma_{R \rho=R_1} = -p_{\min.}; \\
\min \sigma_R &= \sigma_{R \rho=R_2} = -p_{nl.}; \\
\max \sigma_t &= \sigma_{t \rho=R_2} = \frac{2p_{\min} R_1^2 - p_{nl} (R_2^2 + R_1^2)}{R_2^2 - R_1^2}; \\
\min \sigma_t &= \sigma_{t \rho=R_1} = p_2 = \frac{p_{\min} (R_1^2 + R_2^2) - 2p_{nl} R_2^2}{R_2^2 - R_1^2}.
\end{aligned} \right\} \quad (31)$$

В опасных точках внутреннего диаметра закольматированной зоны пласта расчетное уравнение будет иметь вид:

$$\min \sigma_t = \sigma_{t \rho=R_1} = -\frac{p_{\min} (R_1^2 + R_2^2) - 2p_{nl} R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} > \sigma_{-1p}. \quad (32)$$

С применением выведенных формул выполнены расчеты параметров гидровибрационного рабочего органа, в качестве генераторов ударных импульсов которого используется гидроударник.

Изучен механизм создания струи, вытекающей из насадка, и ее действие на твердую преграду. Струя, в отличие от гидроволны, может быть подведена насадкам соответствующей конструкции непосредственно к разрушаемому объекту, что увеличивает эффективность разрушения. Выполнен примерный расчет силы воздействия струи при использовании гидроударного устройства для декольматации.

Разработан стенд для экспериментального изучения параметров гидроудара в фильтровой части скважины и изучения условий декольматации. Проведены стендовые эксперименты по изучению: а) зависимости максимального давления ударного импульса от энергии удара; б) изменения давления ударного импульса при его перемещении по длине фильтра; в) разрушения кольматированного слоя сетчатого фильтра от бокового давления гидроимпульса. Для этого фильтр покрывался засыхающим гельцементным раствором с прочностью на сжатие 6,3 МПа.

Поскольку непосредственное воздействие на корку оказывают импульсы бокового давления, при каждом эксперименте задавалась величина такого давления, передаваемая жидкости сбрасываемым грузом и фиксировалось число импульсов (число сбрасываний груза) до разрушения корки. Результаты отражены на рисунке 8.

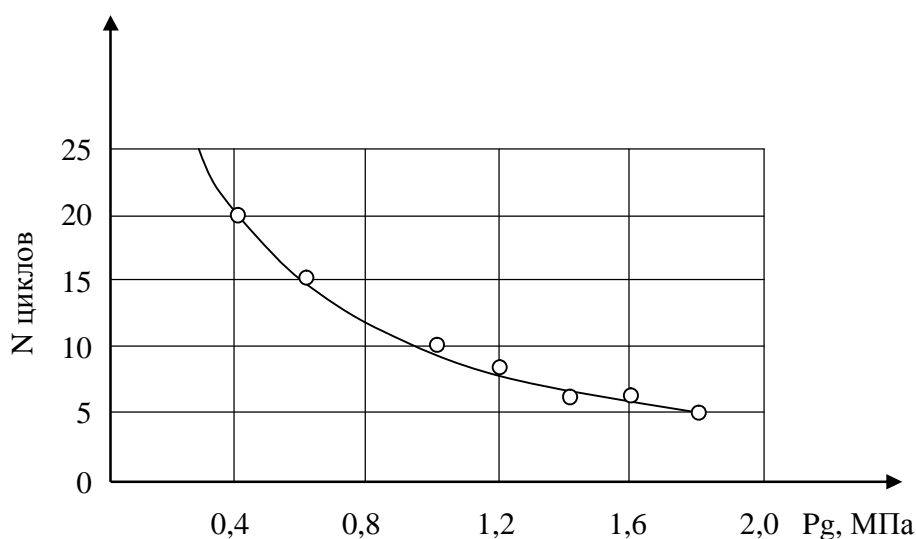


Рисунок 8 – Зависимость числа импульсов гидроволн, необходимых для разрушения отложений на фильтре

Из полученных данных видно, что, хотя разрушение осадков при декольматации начинается уже при $P_g = 0,4$ МПа, но повышение давления гидроволны вызывает ускорение процесса разрушения. Следовательно необходимо к этому стремиться.

В связи с возможностью использования в качестве генераторов гидроволн в устройствах для декольматации различных погружных машин, были подсчитаны значения обеспечиваемых ими разрушающих сил бокового давления P_g , создаваемых формируемыми гидроволнами.

Также, для сравнения с силой давления, создаваемого струей выхлопа гидроударника из насадка с отверстием диаметром 1 см, расчетное значение которого составляет 140 Н, рассчитаны соответствующие значения, обеспечиваемые боковым давлением гидроволн, приходящемся на такую же площадь поверхности. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики гидроволнового воздействия

Параметры	Тип погружной машины							
	гидроударники							пневмоударник
	Г-59	Г-7	Г-3А	ГМД-2	Р-3М	Р-3МГ	НГ	
Площадь диска – декольмататора, см ²	40	72	86	86	86	86	86	86
Максимальное усилие в ударном импульсе, P_{max} , кН	3	5	6,5	11	10,2	12	13	14
Максимальное боковое давление P_g , МПа	0,4	0,7	0,77	1,28	1,18	1,4	1,5	1,6
Сила бокового давления на участок поверхности, диаметром 1см., P_a , Н	31	55	60	100,5	92,6	110	118	128

По данным таблицы и расчета действия струи жидкости построен график (рисунок 9). Данные таблицы и график могут быть применены для ориентирования в выборе генератора для конкретных условий декольматации.

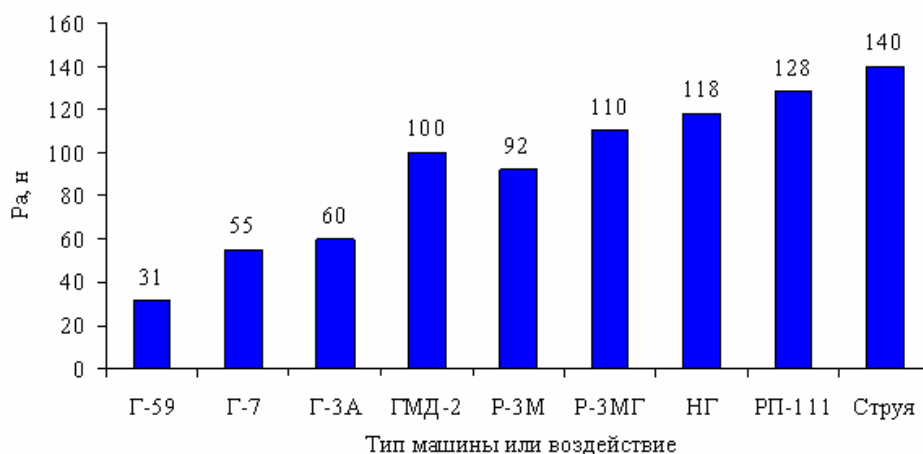


Рисунок 9 – Значения активной силы воздействия на площадку диаметром 1 см, обеспечиваемое различными типами погружных генераторов и импульсными струями

В графике приведены данные по действию на стенки скважины или стенки фильтра волн, генерируемых в жидкости ударами гидроударника или пневмоударника, а также по действию импульсной струи из насадка диаметром 1см² (последний столбик).

Для работы на большей глубине предпочтительны гидроударники, которые можно использовать в различных горно-технических условиях.

Из рисунка 9 видно также, что величину силу давления, близкую к силе пневмоударника, имеют разработанные нами и описанные выше гидроударники, обозначенные «НГ» («новый гидроударник»).

Приведенные данные показывают, что эти гидроударники, должны найти наиболее широкое применение, при декольматации скважин.

В то же время видно, что ни в одной машине выхлоп не обеспечивает силы давления, равного силе давления струи из насадка. Отсюда вывод – устройство для декольматации должно обеспечивать возможность совмещения декольматирующего действия, как гидроволн, так и импульсных струй из насадков.

С учетом вышеизложенного были разработаны устройства для декольматации, рабочие органы которых описаны ниже.

Пневмоударное устройство для декольматации продуктивных пластов в скважинах большого диаметра (≥100мм)

Устройство (рисунок 10) предназначено для скважин, глубиной до 100–150 м, где может быть рекомендовано использование пневмоударников – наиболее производительных машин.

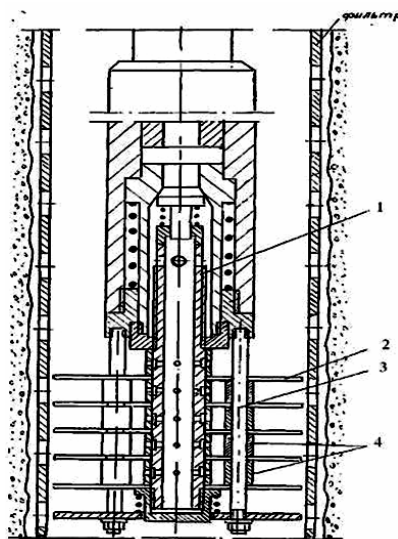


Рисунок 10 – Пневмоударное устройство для декольматации скважин большого диаметра

В скважинах большого диаметра (более 100мм), оснащенных фильтрами большого диаметра, применение устройства, упомянутого выше, все же недостаточно эффективно в связи с тем, что основной рабочий орган – эластичные мембраны имеют большой диаметр и при возвратно-поступательных перемещениях центральной трубы их периферийные части, непосредственно контактирующие с фильтром, приобретают большую амплитуду перемещений, в связи с чем эти перемещения могут вступать в противофазу с инициирующими импульсами. Это приводит к гашению первичных импульсов и снижению эффективности декольматации.

Устройство включает пневмоударник и вибрационный узел с центральной трубой 1, мембранами 2 стержнями 3 и распорными втулками 4.

Отличительной особенностью устройства является наличие распорных втулок 4, размещаемых между мембранами 2, которые служат для придания синхронности движения гибким мембранам, и стержней 3, придающих мембранам жесткость. Таким образом, обеспечивается наиболее эффективное воздействие на глинистую корку или другие продукты кольматации в конкретных геологических условиях.

Устройство для декольматации продуктивных пластов с фильтрами малого диаметра. (<100мм)

Недостатком выше описанных устройств для гидровибрационной декольматации является то, что они не могут использоваться в скважинах, где диаметр фильтра меньше, чем диаметр скважины, т.к. у них вибрационный узел имеет диаметр, равный или превосходящий диаметр генератора импульсов.

Поэтому разработано устройство, которое должно обеспечить возможность осуществления декольматации продуктивных пластов, вскрытых скважинами малого диаметра с фильтрами малого диаметра, при расположении их на больших глубинах, (до 600 м.) с одновременным улучшением очистки скважин от

шлама.

Устройство изображено на рисунке 11. Оно включает гидроударник, 3, присоединенный к колонне бурильных труб 2, вибрационный узел с мембранами 4 уменьшенного диаметра и трубу 1 для подачи сжатого воздуха, обеспечивающую очистку скважины от шлама.

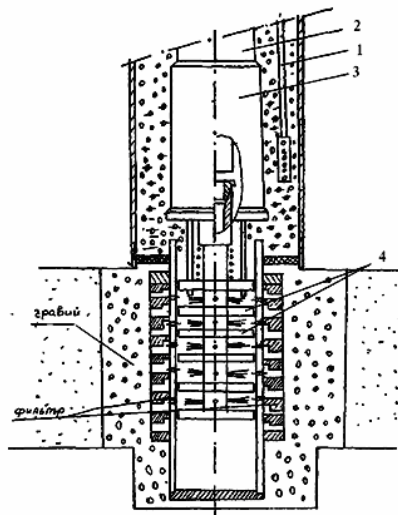


Рисунок 11 – Устройство для декольматации фильтров малых диаметров

Выполнение вибрационного узла с диаметром, уменьшенным по сравнению с диаметром гидроударника, и расположение его неподвижного элемента над рабочими мембранами позволяет погружать вибрационный узел в полость фильтра, оставляя гидроударник в вышерасположенной части скважины с возможностью обрабатывать фильтры уменьшенного диаметра.

Наличие трубы для подачи сжатого воздуха позволяет выполнять эрлифтную очистку скважины от шлама.

Гидроударно-струйное устройство для декольматации скважин и фильтров.

В вышеописанных устройствах гидроволны создаются в полостях между мембранами, распространяются в них, выходя за их пределы на периферию скважины и воздействуя на фильтр и стенки скважины. В то же время они гасят напор струй, поступающих под давлением из центральной трубы вибрационного узла и ограничивают воздействие этих струй только подпиткой жидкостью рабочего пространства в полостях между мембранами, а динамическое воздействие на зоны загрязнения в скважине отсутствует. Как было показано выше, это является недостатком известных конструкций.

Повышение эффективности процесса декольматации путем использования импульсных струй, подводимых устройствами, непосредственно к объектам воздействия было одной из задач настоящих исследований.

В разработанном устройстве, (рисунок 12) для декольматации вибрационный узел включает наряду с дисками-мембранами, дополнительно, как минимум, два неподвижных диска, один из которых соединен с корпусом гидро-

ударника непосредственно. При этом каждый неподвижный диск имеет сквозные радиальные каналы, соединенные с полостью центральной трубы, а между неподвижными дисками размещена, как минимум, одна мембрана.

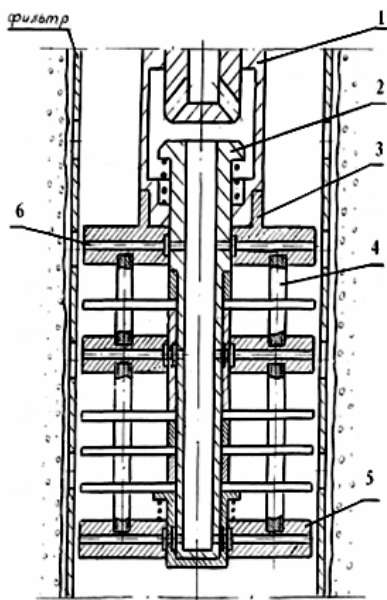


Рисунок 12–Гидроударно-струйное устройство для декольматации

Помимо динамического действия на продукты кольматации гидроволн, генерируемых ударными импульсами, на них оказывают дополнительное импульсное динамическое воздействие струи жидкости, ускоряя очистку фильтровой зоны скважины.

Такое устройство рекомендуется использовать с гидроударниками, у которых в нижней камере формируется гидроудар, под действием которого происходит холостой ход бойка и значительная часть давления которого передается жидкости, поступающей на выхлоп. К таким гидроударникам относятся машины с нижним клапаном, типа, ГМД-2 и дроссельная машина Р-3МГ. Однако, дроссель не обеспечивает полного закрытия выхлопного канала и поэтому формирование повышенного давления в нижней камере несколько растянуто во времени, что снижает давление выхлопа и частоту ударов машины. Поэтому в гидроударнике НГ, предложенном нами, дроссель заменен нижним клапаном.

На вышеописанные устройства получены инновационные патенты РК.

Каналы в неподвижных дисках играют роль насадков, выводящих струи выхлопа из гидроударника на периферию скважины, где они воздействуют непосредственно на фильтр и стенки скважины, а не гасятся гидроволнами в полостях между мембранами. Это интенсифицирует декольматацию скважины и фильтра повышая ее эффективность.

Устройство состоит из гидроударника 1, опускаемого в скважину на бурильных трубах, и вибрационного узла, присоединяемого к гидроударнику. Гидроударник содержит наковальню 2, воспринимающую удары бойка и жест-

ко соединенную с центральной трубой вибрационного узла

С корпусом гидроударника 1 жестко соединен неподвижный диск 3 вибрационного узла, в котором выполнены радиальные каналы 6, выходящие на периферию скважины. С этим диском, а через него – с корпусом гидроударника, соединены при помощи стержней 4 промежуточный и концевой 5 неподвижные диски, в которых также имеются радиальные каналы. Промежуточных неподвижных дисков может быть несколько.

Центральная труба расположена с возможностью перемещения в неподвижных дисках, как в направляющих. На ней закреплены мембраны, представляющие собой тонкие упругие диски с вырезами для прохода стержней 4.

В пятом разделе подведены итоги исследований по трем основным направлениям, заключающиеся в создании новых технических средств и технологических приемов повышения производительности скважин, а также определена их расчетная экономическая эффективность по результатам производственных испытаний.

Проведено опробование разработанной технологии ОПЗ скважины и технологических жидкостей. Установлено, что их использование в процессе глушения скважин весьма эффективно для восстановления и улучшения коллекторских свойств продуктивных пластов. На одной из скважин на месторождении Узень внедрение разработанных мероприятий существенно увеличило дебит: с 3,5 т/сут до 3,9 т/сут. Продолжительность эффективной работы скважин составил 360 суток. На основании внедрения разработанных мероприятий, рассчитан ожидаемый годовой экономический эффект составляет – около 461 млн. тенге.

Приведены результаты производственных испытаний разработанных средств гидроударного бурения: гидроударника «НГ» с сокращенным рабочим циклом и повышенным давлением жидкости на выхлопе и составного долота, позволяющего осуществлять бурение как сплошным, так и кольцевым забоем. Испытания показали повышение скорости бурения и износостойкости инструмента. В результате получено сокращение времени разбуривания пробок при выполнении РВР. Расчетный годовой экономический эффект составил более 24 млн. тенге.

Выполнены производственные испытания разработанного устройства для гидровибрационно-струйной декольматации с гидроударником НГ. Испытания показали, что дебит скважины увеличился на 7% по сравнению с применявшимся ранее методом. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения нового рабочего органа для декольматации скважин составляет более 370 млн. тенге.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе содержатся новые научно обоснованные результаты, использование которых решает крупную прикладную проблему – разработку новых технических средств и технологий повышения продуктивности

нефтяных скважин, обеспечивающих надежную и эффективную работу объектов нефтедобычи.

Основные научные и практические результаты исследований:

1. Проблемы сохранения и восстановления продуктивности пластов в скважинах требует выполнения работ по исследованию влияния технологических жидкостей на кольматацию пород, разработке мер по снижению негативного воздействия, сокращению времени негативного воздействия жидкостей при проведении длительных технологических операций, в частности, ликвидации аварий в скважинах и их глушении, а также повышения эффективности очистки скважин.

2. Предложен общий методологический подход к выбору многоцелевых буровых рабочих жидкостей при нефтедобыче на водной и эмульсионной основе с заранее заданными технологическими свойствами.

3. Результаты исследований по применению ТЖ реализованы на практике путем проведения опытно-технологических испытаний и промышленного внедрения в практику нефтедобычи на месторождении Узень. Они это позволило повысить продуктивность скважин и поднять их производительности на 5-6%.

4. Обоснована возможность использования ударно-вращательного бурения гидроударниками для восстановления нефтяных эксплуатационных скважин и ликвидации аварий в них.

5. Разработана теория разрушения породы на забое скважины резцом ограниченной длины (гидроударной коронки), предложена методика расчета объема разрушения породы ударом резца, определения оптимальных расстояний между ударами резцов и закономерностей износа коронок.

6. Выполнены стендовые эксперименты, установившие закономерности изменения эффективности разрушения породы в зависимости от расстояния между следами от последовательных ударов резца, энергии удара, наличия дополнительной плоскости обнажения на забое и влияния стенки скважины; определены оптимальные (критические) значения расстояний между ударами.

7. Разработаны новые технические средства гидроударного бурения: гидроударник двойного действия и составное долото, допускающее бурение сплошным и кольцевым забоем. Проведено опытное бурение разработанными техническими средствами при разбурке цементно-песчаных пробок в нефтяных скважинах на глубине до 1000 м.

8. Проанализированы существующие способы декольматации нефтеносных пластов и составлена их новая систематизация, в основу которой положен вид энергии, непосредственно воздействующий на кольматант.

9. Доказана перспективность способа гидровибрационной декольматации. Предложена динамическая модель процесса передачи ударных импульсов от рабочего органа столбу жидкости в скважине, составлены динамическая и математическая модели процесса.

10. Разработаны устройства для декольматации фильтров и нефтеносных пластов в различных условиях эксплуатационных скважин. Конструкции защищены предварительными патентами Республики Казахстан.

11. Доказано, что действие продольных волн, генерируемых ударами осуществляемое совместно с действием импульсных струй, выходящих непосредственно в зону взаимодействия с очищаемой поверхностью, повышает эффективность волнового воздействия. Разработано устройство для реализации совместного воздействия волновой декольматации и импульсных струй.

Оценка полноты решений поставленных задач. Цель, поставленная в работе, достигнута. Задачи работы решены полностью, выполненные разработки являются завершенными и доведены до практического внедрения.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Разработанные рекомендации по применению технологических жидкостей, разработанные технические средства гидроударного бурения и декольматации скважин приняты к внедрению в ТОО «Круз», теоретические и методические разработки автора приняты к использованию в учебном процессе КазНТУ им. К.И.Сатпаева.

Оценка технико-экономической эффективности. Ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов работы по всем направлениям исследований составляет 855 млн. тенге в год.

Оценка научного уровня выполнения работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. В диссертационной работе разработаны теоретические основы создания новых технических средств и технологий повышения продуктивности нефтяных скважин на основе впервые полученных следующих результатов:

- усовершенствованных составов жидкостей для глушения скважин, отличающиеся снижением негативного влияния на ПЗП скважин и их рационального использования;

- использования ударно-вращательного бурения гидроударниками для восстановления нефтяных эксплуатационных скважин и ликвидации аварий в них, не применявшегося ранее для этой цели, что позволило резко снизить время ремонтных работ;

- теории разрушения породы на забое скважины, применительно к резцу ограниченной длины;

- математических моделей определения оптимальных расстояний между ударами резца и влияния износа коронок на их эксплуатационную прочность и скорость бурения;

- гидродинамической модели процесса виброударного воздействия на жидкость в скважине;

- математической модели для расчета параметров процесса декольматации продуктивных пластов;

- использования для декольматации совместного действия динамических импульсных струй и продольно перемещающихся гидроволн, генерируемых ударным рабочим органом в жидкостном волноводе.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Измухамбетов Б.С., Сейтов А.К., Ратов Б.Т. и др. Моделирование состава облегченных тампонажных смесей // Вестн. КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2007. – № 1 (57). – С. 31–33.

2 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Танатаров Т.Т. О классификации способов освоения продуктивных пластов // Вестн. Каз НТУ им. К.И. Сатпаева. – 2007. – № 2 (59). – С. 22–25.

3 Ратов Б.Т. Результаты экспериментальных работ по гидровибрационному освоению продуктивных пластов // Вестн. Каз НТУ им. К.И. Сатпаева. – 2007. – № 2 (59). – С. 60–65.

4 Ратов Б.Т. Перспективы применения разработанных технико-технологических средств вибрационного освоения продуктивных пластов // Геология и охрана недр. – Алматы: КазГЕО, 2007. – № 3 (24). – С. 89–92.

5 Касенов А.К., Ратов Б.Т., Федоров Б.В. Техничко-технологические средства вибрационного освоения нефтяных, геотехнологических и гидрогеологических скважин в Приаралье // «Минерально-сырьевые ресурсы Приаралья освоение, проблемы и перспективы развития»: тр. республик. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию акад. Ш. Есенова / Кызылорд. гос. ун-т им. Коркыт АТА (Кызылорда, 2007 г.). – 2007. – С. 77–81.

6 Ратов Б.Т. Импульсные методы декольматации фильтров и водоносных пластов при сооружении нефтяных, гидрогеологических и геотехнологических скважин // «Академик Ш. Есенов – его роль в развитии науки и техники и в освоении природных ресурсов Казахстана»: тр. республик. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию акад. Ш. Есенова / Актауский гос. ун-т им. Ш. Есенова. (Актау, 2007 г.). – 2007. – С. 141–143.

7 Ратов Б.Т., Федоров Б.В., Макаров А. Освоение водоносных пластов под действием знакопеременного давления жидкости // «Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана вод»: тр. междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2008. – С. 183–187.

8 Ратов Б.Т. О стимуляции флюидосодержащих скважин // Геология и охрана недр. – Алматы: КазГЕО, 2008. – № 4 (29). – С. 69–71.

9 Ратов Б.Т., Отебаев М. Влияние угла приострения резцов и чистоты их заточки на эксплуатационную прочность гидроударных коронок // Образование и наука XXI века: сб. тр. IV междунар. науч.-практ. конф.– София, Болгария: Наука и образование, 2008. – С. 38–44.

10 Ратов Б.Т. Влияние химических реагентов при вскрытии продуктивных пластов // «Перспективные разработки науки и техники – 2008»: сб. тр. IV междунар. науч.-практ. конф.– Прземышль, Польша: Наука и образование, 2008. – С. 74–75.

11 Баудагулова Г.Т., Отебаев М., Ратов Б.Т. и др. Исследование модифицированных обратных эмульсий для глушения скважин // «Наука и образование без границ»: сб. тр. IV междунар. науч.-практ. конф.– Прземышль, Польша: Наука и образование, 2008. – С. 67–68.

12 Эльбрус А.Э., Молдабеков М.С., Ратов Б.Т. Перспективы развития неф-

тяной промышленности в Казахстане // «Сатпаевские чтения – 2008»: тр. II республик. науч. конф. молодых ученых и студентов Каз НТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2008. – С. 16–26.

13 Отебай Б., Аршидинова М.Т., Ратов Б.Т. и др. Заканчивание скважины со стационарным оборудованием // «Сатпаевские чтения – 2008»: тр. II республик. науч. конф. молодых ученых и студентов Каз НТУ им. К.И. Сатпаева / Каз НТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2008. – С. 163–166.

14 Мустапаева С.Н., Отебаев М., Ратов Б.Т. и др. Оценка потерь нефти от применения традиционных технологических жидкостей // «Наука и образование»: сб. тр. IV междунар. науч.-практ. конф. – Прага (Чехия): Наука и образование, 2009. – С. 104–106.

15 Отебаев М., Касенов А.К., Ратов Б.Т. Механизм разрушения горной породы ударами долотчатого индентора // Геология и охрана недр. – Алматы: КазГЕО, 2009. – № 1 (30). – С. 89–92.

16 Ратов Б.Т. Приближенное моделирование процесса обработки призабойной зоны пласта обратными эмульсиями. // Вестн. КазАТК им. М. Тынышпаева. – Алматы, 2009. – № 1 (56). – С. 144–151.

17 Ратов Б.Т., Отебаев М. Стендовые исследования эффективности разрушения породы единичными ударами // Научн. симп.: «Неделя горняка – 2009», посвящ. 90-летию со дня образования МГА, МГИ, МГГУ (Горный информ. – аналит. бюл.). – М., 2009. – № 4. – С. 59–65.

18 Ратов Б.Т., Тайкулакова Г.С. Исследование коллекторских свойств призабойной зоны при вскрытии пластов // Вестн. Каз АТК им. М. Тынышпаева. – 2009. – № 01 (56). – С. 140–144.

19 Ратов Б.Т. Классификация факторов, влияющих на снижение дебита нефтяных скважин // Вестн. Каз НТУ им. К.И. Сатпаева. – 2009. – № 01 (71). – С. 6–9.

20 Ратов Б.Т. Причины снижения дебита нефтяных скважин в период их эксплуатации // Вестн. Каз НТУ им. К.И. Сатпаева. – 2009. – № 01 (71). – С. 19–22.

21 Касенов А.К., Отебаев М., Ратов Б.Т. К вопросу о целесообразности бурения разведочных скважин ударно-вращательным способом // Горный информ.-аналит. бюл. – М.: Изд. Моск. гос. горного ун-та, 2009. – № 4. – С. 152–157.

22 Ратов Б.Т. Классификация методов стимуляции нефтяных скважин // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2009. – № 02 (46). – С. 2–4.

23 Ратов Б.Т. Классификация и пути совершенствования свойств технологических жидкостей, используемых при ремонте скважин. // Журнал «Нефть и газ». – 2009. – № 02 (50). – С. 92–96.

24 Инновац. пат. 21226 Республика Казахстан. Двухклапанный гидроударник двойного действия / Ратов Б.М., Отебаев М. и др.; заявитель и патентообладатель Казахский национальный технический университет им К.И. Сатпаева. – № 60188; заявл. 29.04.08; опубл. 15.05.09, Бюл. № 5.

25 Ратов Б.Т. Технологический процесс глушения скважин в различных геолого-геофизических условиях // Изденіс – Поиск. – 2009. – № 3. – С. 300–306.

26 Ратов Б.Т. Механизм образования асфальтено-смоло-парафиновых от-

ложений в нефтяных скважинах // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2009. – № 04 (48). – С. 12–14.

27 Ратов Б.Т. Исследования технологических жидкостей на керновой установке AFS-300 // Промышленность Казахстана. – Алматы, 2009. – № 4 (55). – С. 68–70.

28 Инновац. пат. 21722. Республика Казахстан. Ступенчатое долото ударно-вращательного бурения и кольцевая коронка с ним / Ратов Б.Т., Отебаев М., Молдабеков М.С. и др.; заявитель и патентообладатель Казахский национальный технический университет им К.И. Сатпаева. – № 61612; заявл. 29.04.08; опубл. 15.09.09, Бюл. № 9.

29 Ратов Б.Т. Исследование жидкостей для глушения скважин // Промышленность Казахстана. – 2009. – № 4 (55)–5 (56). – С. 20–22.

30 Ратов Б.Т., Исраилов К.С., Отебаев М. Возможные методы разработки специальных многоцелевых технологических жидкостей глушения скважин // Материалы междунар. науч. конф.: «Актуальные проблемы механики и горного машиноведения, развития науки и интеграции вузов». / Кыргыз.-Узбек. ун-т (Спец. вып.: «Наука, образование, техника»). – 2009. – № 1 (27), ч. 1. – С. 40–42.

31 Отебаев М., Касенов А.К., Ратов Б.Т. Анализ сил, действующих на площадки износа резцов гидроударных коронок и методика их расчета // Материалы V междунар. конф.: «Инновационные разработки и совершенствование технологии в горно-металлургическом производстве. – Усть-Каменогорск, 2009. – С. 105–110.

32 Ратов Б.Т. Особенности фильтрации обратных эмульсий в пористой среде // Материалы III междунар. науч. конф.: «Актуальные проблемы машиностроения». – Алматы, 2009. – С. 341–344.

33 Ратов Б.Т. Исследование состава гидрофобной эмульсии без ПАВ-эмульгаторов // «Наука и инженерное образование без границ»: тр. междунар. форума. / Каз НТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2009. – Т. II. – С. 200–202.

34 Отебаев М., Ратов Б.Т. Влияние износа гидроударных коронок на их эксплуатационную прочность // Материалы III междунар. науч. конф.: «Актуальные проблемы машиностроения». – Алматы, 2009. – С. 122–126.

35 Инновац. патент 22298 Республика Казахстан. Гидравлическое устройство для вибрационной разглинизации продуктивных пластов с фильтрами малого диаметра / Ратов Б.Т., Исраилов К.С., Тавасаров К.Д. и др.; заявитель и патентообладатель Казахский национальный технический университет им К.И. Сатпаева. – № 63380; заявл. 09.01.2009. опубл. 15.02.10, Бюл. № 2.

36 Инновац. пат. 22299 Республика Казахстан Пневматическое устройство для вибрационной разглинизации продуктивных пластов в скважинах большого диаметра. / Ратов Б.Т., Исраилов К.С., Товасаров И.Д.; и др. заявитель и патентообладатель Казахский национальный технический университет им К.И. Сатпаева. – № 63384; заявл. 09.01.2009. опубл. 15.02.10, Бюл. № 2.

37 Ратов Б.Т. Использование гидроударников для декольматации скважин // Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии: сб. тр. / КБТУ. – Алматы, 2010. – С. 183–185.

38 Ратов Б.Т., Отебаев М., Бекжан Б.Б. О выборе типа гидроударника для использования в качестве генератора гидроимпульсов при декольматации скважин // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности: сб. тр. девятой междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2010. – С. 251–254.

39 Ракишев Б.Р., Ратов Б.Т. Разработка гидроударника двойного назначения // Промышленность Казахстана – Алматы, 2010. – № 3 (60). – С. 52–53.

40 Ракишев Б.Р., Оницин В.П., Ратов Б.Т. О возможностях повышения продуктивности нефтяных скважин // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология изготовления и применения: сб. науч. тр. (Киев, 19–25 сентября 2010 г.) / ИСМ, НАН Украины – 2010. – Вып. 13. – С. 33–38.

41 Ракишев Б.Р., Ратов Б.Т. Методы декольматации флюидодобывающих скважин и их классификация // Труды / Ин-т горного дела им. Д.А. Кунаева. – 2010. – Т. 79. – С. 162–168.

ТҮЙІН

Боранбай Товбасарұлы Ратов

Мұнай ұңғымаларының өнімділігін арттырудың технологиясы және жаңа техникалық құрылғыларды өңдеу

25.00.14 – Геологиялық барлау жұмыстарының
технологиясы мен техникасы

Зерттеу нысанасы: Қабаттың ұңғыма түбі аймағы (ҚҰТА) және сүзгілердің түбі маңы белдемдерінде кольматация нәтижесінде, сонымен қатар ҚҰТА сүзгілік қасиеттеріне кері әсерін тигізетін ұңғымаларды игеру, пайдалану және жөндеу технологиясы мен технологиялық сұйықтықтар әсерінен жоғалтатын өндірілетін мұнай ұңғымалары.

Жұмыстың мақсаты: Барлық пайдалану мерзім ішінде мұнай қабаттар өнімділігін сақтау және көбейту үшін келесі үш негізгі бағыт бойынша зерттеулер жүргізіледі: 1) ұңғыманың әр қолдану сатыларында технологиялық сұйықтықтардың (ТС) әрекеттерін зерттеу, ҚҰТА қасиеттеріне және ұңғыма сүзгісіне қолайлы әсер ететін технологиялық сұйықтықтардың құрамдарын және қолдану технологиясы бойынша ұсыныстарды шығару; 2) ұңғымада жөндеу және қосымша жұмыстарды жүргізу барысында «тығындарды» бұрғылау үшін бұрғылаудың соққылау-айналмалы әдісін және оны жүзеге асыру үшін техникалық құралдарды қолдану және жетілдіру жолдары арқылы ұңғыманың кольматациялау қарқындылығын қысқарту үшін ҚҰТА және сүзгіге әсер ететін ТС қолайсыз әрекет ету уақытын қысқарту; 3) гидроимпульс генераторлар ретінде забойлы соққылау машиналарын (гидро- немесе пневмосоққыш) қолдану арқылы гидродіріл әдістерін жетілдіру жолдары арқылы, декольматациялау үшін жаңа жұмыс құралдарын жетілдіру арқылы, декольматациялау тиімділігін жоғарлату үшін импульсты ағыстар динамикасын қолдану арқылы ұңғыманың декольматациялау (тазалау) тиімділігін жоғарлату.

Зерттеу әдістемесі: Зерттеулер бұрғылау үрдісін тиімді жасау үшін қашаулы кескіштердің бірлік соққысынан таужыныстардың бұзылуының математикалық үлгілерін жетілдіруден, колматация өнімдерінің толқынды және ағысты бұзылу гидродинамикасы және олардың тозу дәрежесіне байланысты гидросоққышты бұрғылауда коронкалар, кескіштердің күйінен, берілген үрдістердің параметрлерін есептеудің компьютерлік бағдарламаларынан, стендті және өндірістік эксперименттерді жүргізуден, эксперимент нәтижесінде конструкторлық жетілдіруден құралған.

Жұмыстың нәтижесі:

– су, көмірсутегі және композициялық (эмульсиялық) негізіндегі мұнайды өндіру үшін жұмыс сұйықтықтарын құрастырудың жалпы әдістемелік жолы шығарылған;

– қабаттарды ашуға, ұңғымаларды өшіруге, терригенді және карбонатты

коллекторлар үшін құрамды өндеуге, қабаттардың айырылымды бұзылыстарға, суды шектейтін құрамдарға арналған сұйықтықтардың жетілдірілген құрамы анықталған;

– гидросоққыштармен – гидросоққылау машинамен және таужыныстарды бұзышу құралдармен соққылау айналмалы бұрғылау үшін техникалық құралдарды жетілдіру мақсатында теоретикалық және зертханалық зерттеулерді жүргізілді; бұрғылау кезінде таужыныстардың бұзылыс тиімділігіне әсер ететін факторлар анықталған; зерттеу нәтижелерін ескере отырып жаңа гидросоққыш және құрастырушы қашау шығарылған және оларға ҚР иновациялық патентер алынған;

– ұңғыманың сүзгілік бөлігін толтыратын сұйықтықтың бағанасына діріл-соққылы үрдістің әсер етуінің гидродинамикалық үлгілісі шығарылған және ол сұйықтықты толқындатқышқа жоғары жиілікті соққылардың беру үрдісінің негізгі параметрлерін орнатуға мүмкіндік береді, кольматациялау өнімдеріне гидротолқынды әсердің импульсты ағыстар әсерімен әрекеті зерттелген, әсер етуші факторлардың тиімді параметрлері анықталған.

– Жүргізілген зерттеулерді ескере отырып әртүрлі жағдайларда өнімді қабаттарды гидродірілді игеру үшін жұмыс құралдары шығарылған; жұмыс құралдары ҚР иновациялық патенттерімен қорғалған.

Енгізу дәрежесі және енгізу бойынша ұсыныстар

Өндірістік жағдайларда сынамалаудың техникалық және технологиялық құралдары шығарылған және олар қолданылатын құралдардың көрсеткіштерінен асып түсетін нәтижелер көрсетті.

Қазақстанның бірқатар кенорындарында қолдану кезінде ұңғымалардың сүзгілер және ҚҰТА кольматациялану қарқындылығын төмендететін технологиялық сұйықтардың құрамы енгізуге ұсынылған және енгізілген.

Ұңғымаларда жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде айналмалы-соққылау бұрғылаудың тиімділігін жоғарлататын техникалық құралдар шығарылып, енгізілген: олар құрастырушы қашау және ұңғымалардың декольматациялануы үшін жоғарғы қарқындылықты гидротолқындарды генераторы ретінде қолданыла алатын гидросоққыш; құралдар ҚР инновациялық патенттерімен қорғалған.

Әртүрлі жағдайларда қолдануға арналған және өнімді қабаттарды гидродірілді игеру үшін жұмыс құралдары шығарылып, енгізілуге ұсынылған; құралдар ҚР инновациялық патенттермен қорғалған.

Қолдану аймағы: Жұмыс барысында алынған нәтижелер мұнай ұңғымалардың өнімділігін жоғарлатуға мүмкіндік береді, осыған байланысты оларды мұнай өндіру өнеркәсібінде, сонымен қатар соққылау-айналмалы әдіспен бұрғылау, мысалы ұңғымаларды бұрғылау кезінде, немесе ұңғымаларды декольматациялау қажеттілігі болған жағдайда қолдану мүмкіндігі бар.

Экономикалық тиімділігі:

Жаңа техникалық құралдарды және технологиялық тәсілдерді қолданудан күтілетін жылдық экономикалық тиімділігі 855 млн. теңгені құрайды.

SUMMARY

Development of new machinery and technology for increasing productivity of oil wells

Boranbay T. Ratov

25.00.14 – Technology and equipment of geological prospecting

The object of research: Production oil wells, loosing their output as a result of productive bed and strainer mudding off, as well as action of technological liquids and methods of well completing, operating, and repair.

The purpose of the work: To preserve and increase productivity of oil beds during entire period of production by way of carrying out research along three principal directions: 1) Studying action of technological liquids at various stages of well's life, developing recommendations on their compositions and methods of application for positive impact on productive bed and strainer; 2) Reducing working time periods of technological liquids with hostile effect on the close-to-the-well zone of bed and strainer in order to decrease mudding off intensity while carrying out repairs and auxiliary operations in the well by means of application and improvement of rotary-percussion mode of drilling as well as technical devices conducive to its implementation for the purpose of drilling through "plugs"; 3) Increasing well decolmatage (well cleaning) efficiency by means of improvement the hydro vibration mode and application of bottom-hole hydro or pneumo percussion machines as hydraulic impulses generators; developing new working elements for decolmatage; use of jet impulse dynamics for decolmatage accelerating.

Methods of research: Research was effected by way of developing mathematic models of rock destruction by separate impacts of the chisel cutter for the purpose of drilling process optimizing as well as for studying hydro percussion core bit cutters state depending on the degree of their wear in order to establish the factors causing decrease of the performance of core bits and their working capacity after regrinding, and also hydrodynamics of wave and stream destruction of colmatage products for boosting decolmatage efficiency; computer programs for assessment of the above processes parameters; carrying out stand and field experiments; designing basing upon the experiments' outputs.

The work's outputs:

- For oil production a general methodical approach to creating operating liquids based on water, hydrocarbons, and emulsions has been developed;
- Advanced compositions of liquids for opening beds, suppressing wells, treating carbonate and terrigenous formations, hydraulic fracturing beds, hydraulic insulation have been worked out;
- Theoretical and laboratory research for improvement machinery and rock destruction tools for hydro percussion drilling has been carried out. Established factors affecting efficiency of rock destruction while drilling and performance life of rock

destruction tools. Basing upon that research a new hydro percussion machine and a composite bit have been developed and innovation patents KZ on them obtained;

- A hydrodynamic model of percussion affect on liquid column in the strainer part of the well has been developed which enabled to establish principal parameters of transmitting high frequency percussions to liquid wave guide and to study combined effect on colmatage products of hydraulic waves and jet impulses; optimum parameters of the affecting factors are established

- In the course of the research working elements for hydro vibration stimulating production beds under various conditions have been developed and innovation patents KZ on them obtained.

A scale of implementing and recommendations for implementation:

The worked out technologies and machinery are tested under field conditions; the results surpassed those of traditional technology.

Compositions of technological liquids decreasing intensity of colmatage of the close-to-the well bed zone and strainers are recommended and implemented at a number of Kazakhstan's oilfields.

Technical devises rising efficiency of rotary-percussion drilling while performing well overhaul are developed and implemented. They include: a composition bit and a hydro percussion machine, which can also be used as a hydraulic wave generator of increased intensity for decolmatage of wells. For all those devises innovation patents of Kazakhstan Republic are obtained.

Working elements for hydro vibration stimulating of pay beds, intended for use under various conditions are developed and recommended for implementing. For them innovation patents of Kazakhstan Republic are obtained.

The application area: The outputs obtained enable to boost the oil wells productivity, and for that reason can be used in oil producing industry, as well as in other branches of industry where hydro percussion mode can be used and where decolmatage of wells is needed.

Economic efficiency: The expected yearly economic effect of the new machinery and new technologies amounts to more then T 855 million.