

**АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
НЕФТЯНАЯ АКАДЕМИЯ**

**На правах рукописи**

**НАТИГ АДІЛ оглы НАБИЕВ**

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ  
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
СКВАЖИННЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ.**

**05.02.13- Машины, агрегаты и процессы**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени доктора философии по  
технике**

**БАКУ 2010**

**Работа выполнена в Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии**


**Научный руководитель:** член АННА, д.т.н профессор  
Гурбанов Р.С.

**Официальные оппоненты:** д.т.н, профессор В.Т.Мамедов  
к.т.н, доцент А.М. Наджафов

**Ведущая организация:** ГНКАР, НИПИ «НЕФТЕГАЗ»

Защита состоится 15 декабря 2010г. в 12:00 часов на заседании Диссертационного Совета Д.02.141 при Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии, по адресу: AZ 1010, г. Баку, Проспект Азадлыг, 20.  
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке АГНА.

Автореферат разослан «08» ноября 2010 года.

Ученый секретарь Диссертационного совета Д.02.141 д.т.н., профессор  Керимов О.М.

## Введение

**Актуальность темы.** Сегодня нефтяная промышленность Азербайджанской Республики вступила на новый уровень развития, где главным фондом в эксплуатации скважин являются скважинные штанговые насосы. Нужно отметить, что будущее развитие нефтяной промышленности нельзя осуществить, не уделяя внимание рациональному использованию нефтяных месторождений, которые эксплуатируются длительное время

Скважины с меньшей выработкой, которые долгое время использовались, в основном эксплуатируются скважинными штанговыми насосами, и экономическая эффективность нефтяной промышленности зависит от их качественной работы.

Основываясь на проведённые статистические исследования можно сказать, что 33% выхода из строя скважинных штанговых насосов происходит за счёт износа пары цилиндр-плунжер. Как показывают анализы, предохранение пары цилиндр-плунжер или их изготовление с использованием новых технологий, в отличие от других частей насосов, являются значительными факторами, влияющими на эксплуатационные показатели.

К авторам, которые имеют научный подход к вопросам увеличения эксплуатационных показателей скважинных глубинных насосов, можно отнести Мирзаджанзаде А.Х., Мищенко И.Т., Адонина А.Н., Гурбанова Р.С., Керимова О. М., Алиева М.Д., Кадимова К.С., Рустамова А.М., Степанову И.С., Богомольного Г.И., Ишмурзина А.А., а также научно-исследовательскими и конструкторскими работами занимаются НИПИ «Нефтегаз» и ОКБ Нефтемаш.

Рациональное использование эксплуатационного ресурса скважинных штанговых насосов, за счет своевременно проводимых профилактических мероприятий непосредственно на месте эксплуатации, позволяет определить уровень износа азотированного слоя цилиндра и направить их на ремонт.

Определение уровня износа азотированного слоя цилиндра, предохранение во время эксплуатации, внедрение различного оборудования с целью рационального использования азотированного слоя, внедрение хонинговальной установки, обеспечивающей активный контроль за азотированным слоем цилиндра и внедрение хонинговальной установки для обработки наружных поверхностей плунжеров при выборе насоса для конкретной скважины, исследование напряженно-деформированного состояния азотирован-

ного слоя при восстановлении пары цилиндр – плунжер, а также, ссылаясь на исследования технико-технологического состояния скважин, применение специального пакера, обеспечивающего улучшенную среду для работы насоса, применение устройства для очистки скважины от песка, заменяющего промывку жидкостью, с научно-технической и экономической сторон для скважин, эксплуатируемых скважинными штанговыми насосами, остается актуальным.

**Цель работы.** Исследование азотированного слоя теоретическими и практическими способами с целью обеспечения повторного использования скважинных штанговых насосов на основе анализа технико – технологических факторов. Подготовка методики выбора насоса по параметрам скважин, разработка, проверка и внедрение новых установок для капитального ремонта скважинных штанговых насосов с целью обеспечения их рационального использования .

#### **Задачи исследований:**

- Разработка рациональной технологии капитального ремонта для непригодных к эксплуатации скважинных штанговых насосов;
- Проведение теоретических и практических исследований для определения минимального остатка азотированного слоя в цилиндрах скважинных штанговых насосов, необходимого для их капитального ремонта;
- Исследование напряженно–деформированного состояния азотированного слоя цилиндров во время хонингования и определение оптимальных параметров режима при хонинговании цилиндров;
- Разработка мер для предохранения азотированного слоя и организация контроля над работой скважинных штанговых насосов во время эксплуатации;
- Разработка новых установок для ремонта с целью усовершенствования цехов капитального ремонта скважинных штанговых насосов на специализированных предприятиях;
- Разработка документов для обеспечения ремонта скважинных штанговых насосов и выбора отремонтированных насосов для конкретной скважины.

#### **Методы исследования.**

- Проведение теоретических и практических исследований, с использованием методики механики твердых и жидких веществ

- Разработка и организация внедрения новых технических конструкций на уровне изобретения с использованием методики проектирования технических и технологических устройств.
- Разработка руководящих документов для более широкого использования полученных выводов в соответствии с требованиями технологической подготовки.

### **Научная новизна.**

1. На основе анализа собранной информации с месторождений было определено, что причиной непригодности к ремонту использованных скважинных штанговых насосов являются следующие факторы:
  - 35-40% скважинных штанговых насосов не ремонтируются из-за слишком большого износа азотированного слоя цилиндров;
  - Если остаточная величина азотированного слоя цилиндров составляет более 50 мкм, то цилиндр ремонтируется для повторного использования;
  - Не проводятся целевые технологические меры для защиты азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов в процессе эксплуатации.
2. При проведении теоретических и практических исследований было определено, что организация постоянного контроля за работой скважинного штангового насоса во время эксплуатации обеспечивает определение динамики износа азотированного слоя для конкретной скважины или группы скважин и разработку мер с целью достижения рациональной эксплуатации скважинных насосов и выбора капитально отремонтированных скважинных насосов для конкретной скважины по параметрам  $\frac{Q_H v_{смеш}}{H}$ .
3. Предотвращение слишком большого износа азотированного слоя цилиндров насосов возможно за счет защиты насоса от вредных влияний рабочей среды, особенно песка.
4. С применением пластической теории «анизотропной» среды исследовано напряженно-деформационное состояние, появляющееся во время хонингования азотированного слоя цилиндров, и определены оптимальные параметры режима восстановления.
5. В связи с уменьшением подачи скважинных штанговых насосов на 20%-25% должна проводиться периодическая оценка динамики износа азотированного слоя и должны осуществляться соответствующие меры.

6. Проверенные и запатентованные нижеуказанные установки для капитального ремонта насосов широко применяются на ОАО «Бакинское Нефтепромысловое Оборудование», которое специализировано на капитальном ремонте скважинных штанговых насосов:

- Специальное хонинговальное устройство, которое обеспечивает рациональное использование азотированного слоя цилиндров (Патент I 2006 0110);
- Устройство для хонингования наружных поверхностей, которое обеспечивает точную обработку наружной поверхности плунжеров при выборе насосов для конкретной скважины (Патент I 2006 0109);
- Способ капитального ремонта скважинных штанговых насосов и гидравлическая установка для освобождения заклиненных плунжеров из цилиндров скважинных насосов (Патент I 2006 0111);
- Специальные пакеры и устройство, обеспечивающие эффективную очистку от песочных пробок (Заявка на патент I 2009 0019);
- Новое клапанное устройство, устраняющее гидравлический удар при посадке гидравлических пакеров (Патент РФ 2200825).

7. При помощи разработанных мер было достигнуто увеличение ремонтпригодности насосов на 14-16%.

8. Для достижения широкого применения разработанных мер были разработаны нижеуказанные руководящие документы:

- Восстановление скважинных штанговых насосов и выбор восстановленных насосов для конкретной скважины (RS-1657478-01\48-2008);
- Определение азотированного слоя цилиндров (РД 39-12-021-2008).

#### **Основные защищаемые положения.**

- Разработка технических и технологических мер и способов, обеспечивающих контроль процесса износа азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов
- Разработка новых установок с целью усовершенствования процесса капитального ремонта соответственно определяемой минимальной остаточной величине азотированного слоя на основе теоретических исследований, их проверка, внедрение на специализированных предприятиях по ремонту скважинных штанговых насосов и результаты.

- Руководящие документы для рационального использования капитально отремонтированных насосов и технология восстановления скважинных штанговых насосов.

#### **Реализация работы.**

С целью увеличения количества насосов, привлекаемых к капитальному ремонту по минимальной остаточной величине азотированного слоя, для достижения более быстрого и качественного проведения капитального ремонта и обновления способов его проведения, конструирование и внедрение нижеуказанных новых установок:

- Хонинговальное устройство с активным контролем для обработки азотированного слоя цилиндров (Патент I 2006 0110);
- Устройство для хонингования наружной поверхности плунжеров (Патент I 2006 0109);
- Разработка способа капитального ремонта скважинных штанговых насосов с применением гидравлической установки для освобождения заклиненных плунжеров (Патент I 2006 0111).

С целью предохранения азотированного слоя цилиндров в рабочей среде в процессе эксплуатации скважинных штанговых насосов были предложены нижеуказанные широко применяемые меры:

- Применение специальных пакерных устройств в скважинах с поврежденной эксплуатационной колонной, эксплуатируемых скважинными штанговыми насосами;
- Устройство, обеспечивающее эффективную очистку песочных пробок в скважинах, эксплуатируемых скважинными штанговыми насосами;
- Новое клапанное устройство, обеспечивающее устранение гидравлического удара при посадке гидравлического пакера, который входит в компоновку комплекса глубинного оборудования с фильтром для предотвращения песочного потока с пласта (Патент РФ 2200825);

Подготовка и внедрение нижеуказанных документов с широким применением полученных результатов:

- Разработка руководящего документа RS 1657478-01\48-2008, содержащего методику восстановления скважинных штанговых насосов и выбора восстановленных насосов для конкретной скважины, на основе теоретическо-экспериментальных результатов

совместно с НИИ «Геотехнологические проблемы Нефти, Газа и Химия» и ОАО «Бакинское Нефтепромысловое Оборудование»

- ОАО «Бакинское Нефтепромысловое Оборудование» и ООО НИИ «СибГеоТех», г. Нижневартовск, совместно разработан руководящий документ РД 39-12-021-2008 “Методика определения размерных величин азотированного слоя скважинных глубинных насосов для осуществления капитального ремонта”, обоснованная на теоретических и экспериментальных выводах Н. А. Набиева.

### **Апробация работы.**

Результаты работы докладывались и обсуждались в нижеследующих учреждениях:

- Национальная академия наук Азербайджана – на научно-практическом семинаре «Тенденция развития научно-исследовательских работ по научным сферам, проводящихся в республике», 2006 год;
- На XII Республиканской Научной Конференции аспирантов и юных исследователей, 2007 год;
- На Республиканской Научной Конференции аспирантов и юных исследователей, проведённой в честь 85-летия Гейдара Алиева в Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии, 2008 год;
- На научно-практической конференции по Промышленной Безопасности в Азербайджанском Государственном НТИ по Охране Труда и Технике Безопасности, 2008 год;
- На XIII Республиканской Научной Конференции аспирантов и юных исследователей, 2009 год (за активное участие по научной части был удостоен Сертификатом от Министерства Образования Азербайджанской Республики);
- На научном семинаре на кафедре «Теоретическая механика» Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии, 2010 год

### **Публикации.**

В результате проведённых исследований и новых разработок отраженных в диссертационной работе было получено 4 патента, опубликовано 5 научных статей в журналах, из них три опубликованы в журналах, входящих в список Высшей Аттестационной Комиссии Азербайджана, а другие две – в журналах, входящих в список Высшей Аттестационной Комиссии России.

**Объём и структура работы.** Объём диссертационной работы состоит из 189 страниц, четырёх глав, результатов и предложений, из списка



133 использованных литератур (из них 73 опубликованы в последние 10 лет) и дополнений. В работе дано 37 рисунков и 8 таблиц.

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, приведена краткая аннотация работы, сформулированы цель и новизна работы. Изложены основные научные положения, которые выносятся на защиту.

Первая глава состоит из двух параграфов. В этой главе проведен технический и технологический анализ, основываясь на эксплуатационный фонд и показатели, а так же обоснована тема диссертационной работы.

В первом параграфе дан систематический анализ известных научных разработок и указано направление разработки, ссылаясь на технико-технологические параметры основных узлов скважинных штанговых насосов.

В результате разработок были установлены нижеуказанные основные технические и технологические факторы, повышающие эксплуатационные параметры насосов:

- Выбор скважинных штанговых насосов для конкретной скважины на основе технических параметров;
- Подведение зазора пары цилиндр-плунжер под конкретные размеры для скважины;
- Использование специальных шлифовальных установок для обработки внешних поверхностей плунжеров, при изготовлении скважинных штанговых насосов в конкретных размерах;
- Обработка цилиндров скважинных штанговых насосов специальной хонинговальной установкой, которая обеспечивает точность и чистоту внутренней обрабатываемой поверхности, заданные на основе теоретическо-практического подхода.
- Разработка методики для обеспечения рационального использования азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов во время эксплуатации, с использованием теоретических исследований;
- Применение специальных пескоочищающих установок, применение пакера, обеспечивающего рабочий режим в скважинах с повреждёнными эксплуатационными колоннами, применение специальных скважинных фильтрных комплексов, служащих для предотвращения быстрого износа насоса из-за проникновения в

скважину пластового песка и ила с целью увеличения эксплуатационного периода и защиты скважинных штанговых насосов в рабочей среде от технико-технологических факторов.

Во втором параграфе определены задачи исследований и постановка темы диссертации.

**Вторая глава состоит** из пяти параграфов. В этой главе была разработана методика рационального использования азотированного слоя штанговых глубинных насосов, исследованы пути определения на ремонтпригодность, рассмотрены: методика выбора для конкретной скважины, обеспечение рационального использования азотированного слоя при эксплуатации и исследовано напряженно деформирующее состояние при восстановлении пары цилиндр – плунжер.

В первом параграфе показано, что прочность азотированного слоя цилиндра является главным фактором, влияющим на продолжительность работы насоса в скважине.

В связи с тем, что азотированный слой цилиндров имеет определённую толщину, то его нужно использовать рационально.

Качественные и количественные показатели капитального ремонта в основном зависят от толщины азотированного слоя.

Это способствовало разработке принципиально новой хонинговальной головки, т.е., за счёт установки, обладающей активным контролем, было обеспечено рациональное использование азотированного слоя, и, в итоге, стало возможным проведение капитального ремонта 3÷4 раза.

Во втором параграфе показана методика выбора скважинных штанговых насосов для конкретных скважин.

Выбор скважинного штангового насоса для конкретной скважины ограничивается двумя условиями:

1. глубина спуска насоса
2. дебит скважины

Надо отметить, что с увеличением глубины спуска насоса растёт и давление жидкостного столба в зазоре между цилиндром и плунжером и, в соответствии с этим, растёт количество жидкости, проходящей через этот зазор. Ссылаясь на теоретические и эмпирические подходы, было принято использовать более приемлемое уравнение, данное Р.Ринкстином:

$$Q \leq \frac{0.856 \cdot 10^{-7} HD^{0.8} \sigma^{3.2}}{Lv} \quad (1)$$

Где, Н-высота жидкости;  $\nu$  -кинематическая вязкость;  $\sigma$ -зазор между цилиндром и плунжером; D-диаметр плунжера; L-длина плунжера; Q-утечка. Если взять L и D в мм, то утечка будет в м<sup>3</sup>/день.

Примем, что дебит начально-допустимой утечки, которая обеспечивает смазку поверхностей пары цилиндр-плунжер, должен быть не менее 2%:

$$q \leq 0.02 \cdot (Q_n + Q_b) \leq 0.02 \cdot Q_o \quad (2)$$

$$Q_o = (Q_n + Q_b) \quad (3)$$

Если добываемый из скважины продукт оказывается обводненным, то он оказывает влияние на утечку через зазор пары цилиндр-плунжер. После определения удельного веса жидкости, его кинематической вязкости и процента обводненности по уравнениям (1) и (2) получаем уравнение для зазора пары цилиндр-плунжер:

$$\sigma \leq \left( \frac{0,02 Q_o Lv_{\text{смеш}}}{0,856 \cdot 10^{-7} HD^{0.8}} \right)^{0.3125} \quad (4)$$

В третьем параграфе исследованы напряженно-деформированное состояние в процессе восстановления пары цилиндр-плунжер скважинных штанговых насосов.

Напряженно-деформированное состояние, которое образуется при технологическом режиме в процессе повторного восстановления цилиндров, для обеспечения рационального использования (с учётом анизотропности) азотированного слоя ( $\sigma=0,3 \div 0,5$  мкм), было исследовано с применением пластичности «анизотропной» среды (тела) и изучены оптимальные параметры режима процесса восстановления.

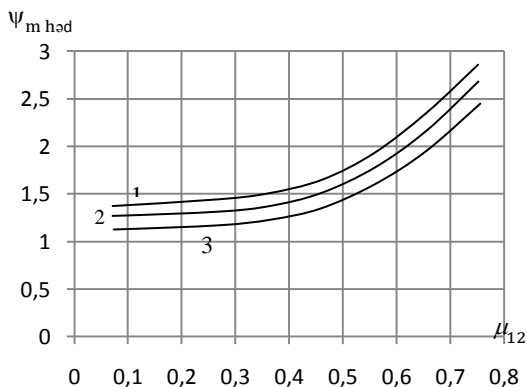


Рис.1. Зависимость коэффициента предела строгания азотированного слоя из цилиндра от анизотропности материала и коэффициента трения.  $f_{\text{трен}}$ : 1-0,05; 2-0,15; 3-0,25

По графику на рис. 1 видно что, предельное число азотированного слоя в пределах  $\Psi_{m \text{ пред.}}=1,0...3,0$ ; предельное число анизотропного показателя азотированного цилиндра меняется в пределах  $\mu_{12}=0,2...0,8$ ; а также зависимость  $\Psi_{m}=(\mu_{12}, f_{\text{трен}})$  при  $\mu_{12}=0,1...0,3$  получается прямолинейного характера, а при  $\mu_{12}=0,3-0,6$  – криволинейного характера. Предельное число  $\mu_{12}$  может меняться до 0,8. Это значит, что твёрдость азотированного слоя цилиндра после этого предела уменьшается, и поэтому восстановление цилиндра считается нецелесообразным.

В четвёртом параграфе рассмотрено рациональное использование эксплуатационных ресурсов скважинных штанговых насосов в период эксплуатации и предполагаемый эксплуатационный период.

Степень износа азотированного слоя цилиндров можно определить тремя путями:

- Измерение приборами внутреннего диаметра цилиндра по его длине;
- Определение количества утечки жидкости через зазор пары цилиндр-плунжер теоретическим путём;
- Определение количества утечки жидкости через зазор пары цилиндр-плунжер практическим путём.

Практика ремонта штанговых глубинных насосов показывает, что если остаточная толщина азотированного слоя цилиндра соответствует  $\sigma \geq 50$  мкм, то цилиндр пригоден для ремонта, в противном случае ремонт цилиндра считается нецелесообразным. На рис. 2 указаны измерения внутреннего диаметра трех использованных цилиндров насоса Ду 44 мм. Также отображена линия предельной толщины азотированного слоя. Размеры ниже этой линии показывают пригодность, а выше – непригодность к дальнейшему ремонту.

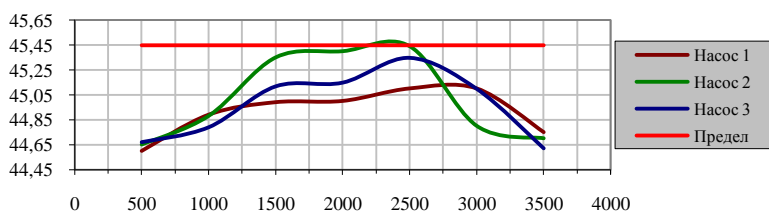


Рис. 1 Динамика износа цилиндра скважинного штангового насоса Ду 44

Как видно из диаграммы, в большинстве случаев без контроля азотированный слой подвергается максимальному износу, и цилиндр приходит в непригодное состояние для дальнейшей эксплуатации. Систематический анализ показывает, что если производительность насоса меньше начальной на 20-25%, то насос должен быть извлечен из скважины, после чего должны проводиться соответствующие ремонтные работы на паре цилиндр-плунжер.

В пятом параграфе было рассмотрено определение теоретическим путём возможности подачи и минимальной рациональной отдачи скважинных штанговых насосов.

**Третья глава** состоит из шести параграфов. В этой главе исследованы технические и технологические факторы, влияющие на эксплуатационные показатели скважинных штанговых насосов.

А также была разработана хонинговальная установка, обеспечивающая рациональное использование азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов, хонинговальная установка для обработки наружных поверхностей плунжеров и способ капитального ремонта скважинных штанговых насосов.

В первом параграфе исследована задача капитального ремонта штанговых скважинных насосов, главной целью поставлено увеличение эксплуатационного периода и принято во внимание уменьшение затрат на капитальный ремонт.

Во время эксплуатации скважинных штанговых насосов внутренний диаметр цилиндров  $d_{\text{внут}}$  увеличивается, а наружный диаметр плунжера  $d_{\text{наруж}}$  уменьшается. Таким образом, зазор между цилиндром и плунжером достигает своего максимального предела, подача уменьшается, останавливается работа скважины.

Так как ремонт пары цилиндр-плунжер скважинных штанговых насосов не подходит для текущего ремонта, то ремонт может проводиться капитальным путём.

На рисунке 3 схематически показаны конструктивные размеры пары цилиндр-плунжер.

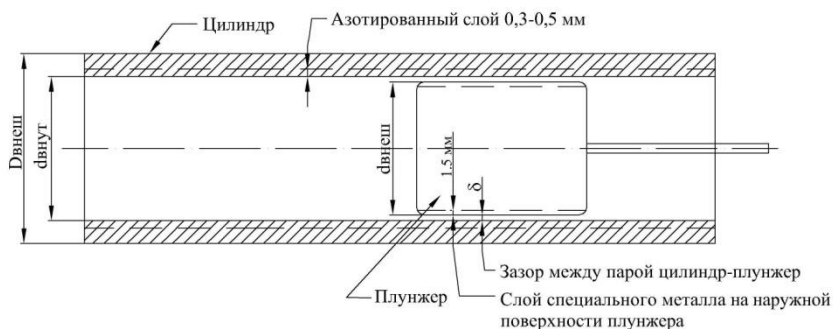


Рис. 3. Конструктивные размеры пары цилиндр-плунжер

Для восстановления цилиндра в пределах рационального использования азотированного слоя можно использовать хонинговальную установку. Этой хонинговальной установкой, с учётом сохранения азотированного слоя, выравнивается внутренний диаметр цилиндра по всей его длине, и в результате цилиндр становится пригодным для повторной эксплуатации.

Перед обработкой внешней поверхности плунжера, его покрывают износостойким материалом, например самофлюсирующим порошком марки ПР-НХ 17 СР 4 высокой прочности, которая наносится газотермическим способом. Наружный диаметр плунжера увеличивается и затем обрабатывается до нужных размеров.

После восстановления рабочих размеров цилиндра и плунжера скважинные штанговые насосы собираются и приводятся в рабочее состояние с полностью восстановленными техническими характеристиками.

Во втором параграфе показана хонинговальная установка, обеспечивающая рациональное использование азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов и особенности обработки. (Патент  $\dot{I}$  20060110).

В третьем параграфе разработана хонинговальная установка для обработки внешних поверхностей плунжеров скважинных штанговых насосов.

Установка, осуществляя равномерный прижим абразивных брусков к обрабатываемой поверхности, обеспечивает чистоту и точность обработки. Этим уменьшает неравномерный износ брусков и увеличивает производительность процесса (Патент  $\dot{I}$  20060109).

При изготовлении скважинных штанговых насосов в конкретных размерах внешняя поверхность плунжера может обрабатываться хонинговальной установкой.

Обработка плунжеров до конкретных размеров осуществляется лишь при помощи этой установки.

В четвёртом параграфе исследуются способы освобождения заклиненных плунжеров скважинных штанговых насосов во время капитального ремонта.

В месторождениях длительной эксплуатации песчаные пробки являются отрицательно влияющим фактором на рабочий процесс штанговых скважинных насосов. Во время незапланированной остановки скважины, пробки из песка непосредственно заклинивают пару цилиндр-плунжер, тем самым нарушается работа скважинных штанговых насосов.

В таких случаях для освобождения пары цилиндр-плунжер нужна специальная установка.

Так как силу установки можно регулировать, то практически путём определено, что для насосов  $D_{\text{усл}} < 44$  мм целесообразно установить силу тяги 12 т, а для насосов с условными размерами  $D_{\text{усл}} \geq 44$  силу тяги установить 15 т. Это в свою очередь обеспечивает предохранение азотированного слоя.

В пятом параграфе показан способ капитального ремонта штанговых скважинных насосов (Патент  $\dot{I}$  2006 0111).

Капитальный ремонт скважинных штанговых насосов осуществляется вышеуказанным способом.

В шестом параграфе рассмотрены факторы, воздействующие на эксплуатационные показатели скважинных штанговых насосов во время работы и вопросы, которые нужно принять во внимание во время капитального ремонта.

**Четвертая глава состоит** из пяти параграфов. В этой главе исследованы некоторые из положительно влияющих на рабочую среду факторов штанговых глубинных насосов и показана экономическая эффективность внедрения разработанных технических и технологических факторов.

В первом параграфе показана возможность применения особых пакеров обеспечивающих рабочий режим скважинных штанговых насосов.

В скважинах, эксплуатируемых скважинными штанговыми насосами, повреждение эксплуатационной колонны затрудняет эксплуатацию скважины и, в большинстве случаев, делает невозможным.

С этой целью возможно применение пакера, устанавливаемого специальными инструментами, т.е. путём поворачивания специального инструмента внутри пакера осуществляется сжатие уплотнительных резиновых элементов.

С помощью пакеров такого типа создаётся вторая эксплуатационная колонна с внешним диаметром  $D_{\text{наруж}}=114\text{мм}$  и с внутренним диаметром  $D_{\text{внут}}=100\text{мм}$ .

В скважинах, где применяются пакеры такого типа, возможна эксплуатация как трубных, так и вставных насосов.

Во втором параграфе указано применение специальных пескоочистительных установок, положительно влияющих на эксплуатационный срок скважинных штанговых насосов.

Пескоочистительная установка, разработанная с этой целью, работает при помощи внутреннего гидростатического давления.

Также, в этой установке обеспечивается прямое движение потока жидкости, поэтому механические включения смеси, забираемой установкой, могут быть большего размера.

Эта установка может работать, двигая собирательный контейнер вверх и вниз при помощи каната или труб (заявка на патент I 2009 0019)



В третьем параграфе рассмотрены вопросы применения специальных комплексов глубинного оборудования в скважинах с фактором песка и теоретический расчёт скорости оседания песка в скважине.

Для предотвращения отрицательного влияния фактора песка на работу скважинных штанговых насосов применяется комплексное оборудование. А также, была разработана клапанное устройство, обеспечивающая устранения гидравлического удара, возникающего при посадке гидравлического пакера которая входит в компоновку комплексного оборудования (Патент РФ № 2200825).

В четвёртом параграфе показана эффективность проведённых исследований при изготовлении, восстановлении и применении скважинных штанговых насосов.

В пятом параграфе дана оценка экономической эффективности от применения разработанных технико-технологических факторов.

Анализ показал, что после внедрения мер разработанных соискателем экономическая выгода в 2008 – ом году на 12% и в 2009 – ом году на 16% стала больше.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Определено, что контроль толщины азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов даёт возможность проводить капитальный ремонт насосов минимум 3-4 раза, технические и эксплуатационные показатели таких насосов не отличаются от новых, и, при толщине азотированного слоя цилиндров  $\sigma \geq 50$  мкм, насос пригоден к капитальному ремонту для дальнейшей повторной эксплуатации.
2. Определено, что организация контроля над азотированным слоем скважинных штанговых насосов позволяет определить динамику износа азотированного слоя для конкретной скважины или группы скважин, и позволяет разработать технологические меры для обеспечения рационального использования азотированного слоя в процессе эксплуатации, кроме того, при проведённых теоретическо-практических исследованиях выяснено, что зазор пары цилиндр-плунжер ремонтируемого насоса целесообразно определить по параметрам  $\frac{Q_n v_{смеш}}{H}$  скважин.
3. Определено, что с целью обеспечения рационального использования азотированного слоя цилиндров скважинных

штанговых насосов, должен проводиться активный контроль над подачей насоса, после снижения подачи на 20-25 % насос должен быть извлечен из скважины, должно быть определено состояние азотированного слоя по всей длине цилиндра и проведены нужные ремонтные работы.

4. В цехе капитального ремонта насосов в ОАО "Бакинское Нефтепромысловое Оборудование" было достигнуто широкое применение установки для точной обработки внешних поверхностей плунжеров скважинных штанговых насосов ( патент І 2006 0109), хонинговальной установки для точной и рациональной обработки азотированного слоя внутренней поверхности цилиндров скважинных штанговых насосов ( патент І 2006 0110), установки гидравлической тяги для освобождения заклиненных скважинных штанговых насосов и способа капитального ремонта (патент І 2006 0111) при проведении капитального ремонта скважинных штанговых насосов.
5. Для восстановления скважин с поврежденными эксплуатационными колоннами предложен новый специальный пакер, который обеспечивает рабочий режим скважинных штанговых насосов.
6. Предложена рациональная установка (Заявление на патент І 2009 0019), приемлемая с технико-технологической и экономической точки зрения, очищающая любую пробку с песочной основой, которая может образовываться в скважинах, эксплуатируемых скважинными штанговыми насосами. А также предложена новая клапанная установка (Патент Российской Федерации № 2200825) для предотвращения гидравлического удара, который образуется в момент посадки гидравлического пакера, входящая в компоновку комплекса глубинного оборудования.
7. По причине чрезмерного износа азотированного слоя цилиндров, приблизительно 35-40% насосов невозможно бывает отремонтировать, при активном контроле азотированного слоя во время эксплуатации количество цилиндров, пригодных для ремонта повышается на 14-16%. Указана возможность использования наносупензий, которая является отдельной областью исследования для восстановления азотированного слоя чрезмерного изношенных цилиндров.
8. Разработаны руководящие документы (РД 39-12-021-2008) для определения азотированного слоя цилиндров, восстановления скважинных штанговых насосов, подбора уже восстановленных

насосов для конкретной скважины (РС 1657478- 01/48- 2008). Теоретические и практические разработки и анализ нефтепромысловых материалов показал, что капитальный ремонт скважинных штанговых насосов в итоге внедрения предложенных способов и специального технологического оборудования целесообразен с технической и экономической точки зрения.

**Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:**

1. Шарифов М.З., Набиев Н.А., Леонов В.А. и др. Клапанное устройство, Российская Федерация, 2003, патент № RU 2200825
2. Ахадов М.С., Гафаров В.В., Набиев Н.А. и др. Хонинговальное устройство, Азербайджанская Республика, 2006, патент № I 2006 0110
3. Ахадов М.С., Гафаров В.В., Набиев Н.А. и др. Устройство для хонингования наружной поверхности, Азербайджанская Республика, 2006, патент № I 2006 0109
4. Ахадов М.С., Гафаров В.В., Набиев Н.А. и др. Способ капитального ремонта штанговых скважинных насосов, Азербайджанская Республика, 2006, патент № I 2006 0111
5. Гурбанов Р. С., Набиев Н.А., Устройство для хонингования наружной поверхности / НАН Азкрбайджана, Материалы проведенного в Республике научно-практического семинара по тенденции развития научно исследовательских работ по научным сферам. Баку: Наука, 2006, с. 61
6. Гурбанов Р. С., Набиев Н.А. Основные вопросы по ремонту скважинных штанговых насосов // Геотехнологические Проблемы Нефти, Газа и сборник научных работ Химического Научно Исследовательского Института, IV т., Баку, 2007, с. 389-392
7. Гурбанов Р. С., Набиев Н.А. Применение специальных пакерных устройств в скважинах, эксплуатируемых скважинными штанговыми насосами с поврежденной эксплуатационной колонной/ Материалы аспирантов и юных исследователей с XII Республиканской научной конференции. Баку: АГПУ, 2007, с. 85
8. Набиев Н.А. Методика выбора скважинных штанговых насосов для конкретной скважины / Материалы с XIII Республиканской научной конференции посвященной 85 летию Гейдара Алиева. Баку: АГНА, 2008, с. 88-89
9. Набиев Н.А. Восстановление скважинных насосов и выбор восстановленных насосов для конкретной скважины, Руководящий документ, 2008, № RS 1657478-01/08- 2008, 31 с.
10. Набиев Н.А. Разработка технико-технологических мер, оказывающих воздействие на эксплуатационные показатели скважинных штанговых насосов // Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, 2008, №11, с. 55-57

11. Набиев Н.А.. Освобождение заклиненных скважинных штанговых насосов в процессе основательного ремонта / Научно-практическая конференция по Промышленной Безопасности. Баку: Азизоглу, 2008, с. 30-31
12. Набиев Н.А. Методика определения размерных величин азотированного слоя цилиндров скважинных глубинных насосов для осуществления капитального ремонта / Руководящий документ, Нижневартовск, 2008, 31 с.
13. Набиев Н.А. Исследование специальных песочных пробок в увеличении рабочего времени скважинных глубинных насосов / Материалы аспирантов и юных исследователей с XIII Республиканской научной конференции. Баку: АГЭУ, 2009, с. 73-74
14. Набиев Н.А. К вопросу рационального использования азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов // Нефтяное Хозяйство, Москва, 2009, №8, с. 89-90
15. Набиев Н.А. Применение специального глубинного комплекса в скважинах с пескопроявлением // Механика Машиностроение, Баку 2009, №4
16. Набиев Н.А. О рациональном использовании азотированного слоя цилиндров скважинных штанговых насосов // Нефтепромысловое дело, М: ВНИИОЭНГ, 2010, №2, с. 32-34

**Личная заслуга автора в напечатанных вместе с соавторами научных статьях:**

- В работах № [1, 2, 3, 4] – постановка задачи и претворение в жизнь выполнены авторами на равном уровне.
- В работах №[5, 6, 7] – постановка задачи была осуществлена член-корреспондентом АННА, профессором Р.С. Курбановым, оставшиеся части были выполнены автором.
- Работы № [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16] были выполнены автором самостоятельно.

