

**АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
НЕФТЯНАЯ АКАДЕМИЯ**

*На правах рукописи*

**ГУСЕЙНОВА ВУСАЛА ШАКИР ГЫЗЫ**

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
ПЛУНЖЕРНЫХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ  
НАСОСОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ УЗЛА  
УПЛОТНЕНИЯ**

3313.02 - Машины, оборудования и процессы

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации представленный на соискание ученой степени  
доктора философии по технике

Баку-2013

Работа выполнена в Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии

**Научный руководитель**

**Доктор технических наук, профессор** **И.А.Габиров**

**Официальные оппоненты:.**

**Доктор технических наук, профессор** **Дж.А.Керимов**

**Доктор технических наук, доцент** **Н.Ш.Исмаилов**

**Ведущее предприятие: ДОО «Бакинский завод нефтепромыслового оборудования» ОО**  
**Азнефтхиммаша**

Защита диссертации состоится « 27 » сентября 2013 г. в 11<sup>00</sup> часов на заседании Диссертационного Совета D 02.141 при Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии по адресу: Az 1010, г.Баку, пр. Азадлыг 20.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии.

Автореферат разослан «    » \_\_\_\_\_ 2013г.

Просим Вас отправить отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью по вышеуказанному адресу.

Ученый секретарь

Диссертационного Совета **D 02.141**  
д.т.н., профессор

**А.М.Алиев**

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Известно, что нефтепромысловые насосы высокого давления, применяемые при ремонте нефтяных и газовых скважин, выполняют различные технологические работы, включая цементирование, гидравлический разрыв пластов, кислотную обработку, промывку песчаных пробок и другие промывочно-продавочные действия. Детали гидравлической части насосов подвергаются абразивному, коррозионно-механическому и коррозионо-абразивному изнашиванию, что зачастую приводит к внезапным отказам, чреватými аварийными ситуациями, дополнительными затратами и потерей времени на внеплановые ремонты.

Фундаментальные исследования в области повышения надежности и долговечности буровых и нефтепромысловых насосов проводились С.Г.Бабаевым, А.Л.Ильским, О.И.Верзилиным, Э.С.Ибрагимовым, М.М.Гаджиевым, М.А.Караевым, Л.Г.Чичеровым, Г.В.Молчановым, В.М.Литвиновым, Т.М.Даутовым и др.

Износ плунжеров и клапанов, выход из строя уплотнительных манжет и другие отказы делают столь ответственное и дорогостоящее оборудование недолговечным и ненадежным. Ежегодно растут затраты на осуществление мероприятий по предотвращению преждевременного износа и улучшение несущей способности элементов уплотнений. На настоящем этапе развития нефтяного машиностроения совершенствование конструкций уплотнительных элементов, способных обеспечить эффективную герметизацию систем с высоким давлением рабочей среды, является приоритетным.

Большой вклад в развитие теории герметизации подвижных соединений внесли работы отечественных и

зарубежных ученых: Т.М.Башта, Г.М.Бартенева, В.Т.Мамедова, С.М.Мустафаева, Б.М.Горелика, А.Д.Домашнева, Л.А.Кондакова, В.Селл, И.Лайн Э.Майер и др. Результаты их исследований расширили представление о процессе герметизации и надежности узлов уплотнения нефтепромыслового оборудования.

Трение и износ в узлах уплотнений усложняет условия эксплуатации, поэтому научные исследования и разработки, связанные с совершенствованием узлов трения и разработкой новых антифрикционных материалов на основе полимеров, является актуальной задачей.

Значительный вклад в области эффективного применения пластических масс и покрытый в нефтяном машиностроении, а также изучения поведения пластмасс в условиях воздействия агрессивных нефтепромысловых сред внесли А.Д.Мустафаев, А.М.Рагимов, Д.А.Керимов, И.А.Габиров, Н.Б. Найденев, В.Н.Протасов, Р.Д.Степанов, Х.Р.Кахраманов, Ю.В.Емельянов, А.А.Завалишин, Т.А.Серебрякова и др. Однако, как показал проведенный анализ выполненных исследований, факторы, связанные с применением пластических и композиционных материалов в качестве уплотнения плунжера нефтепромыслового насоса высокого давления, практически не изучены. Имеется также необходимость в устранении конструктивных недостатков узла плунжера.

**Целью диссертационной работы** является исследование надежности, причин и характера отказов пары плунжер – уплотнение нефтепромыслового насоса высокого давления и разработка рекомендаций по совершенствованию конструкции узла и подбору материала уплотнения для повышения работоспособности гидравлической части насоса.

**Основные задачи исследования.** Для достижения поставленной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие задачи:

- исследование особенностей условия эксплуатации плунжерных нефтепромысловых насосов, установление уровня безотказности, причин и характера отказов деталей гидравлической части насосов;

- исследование конструктивных особенностей узла уплотнения плунжерных насосов и выбор оптимальной схемы компоновки уплотнительных манжет;

- усовершенствование конструкции узла плунжера с целью повышения работоспособности пары плунжер – уплотнение;

- исследование взаимодействия деталей пары плунжер – уплотнение нефтепромыслового насоса с целью повышения точности ориентированного расположения оси плунжера;

- изучение опыта применения пластических масс и полимерных композиций в узлах трения, в том числе плунжерных нефтепромысловых насосов;

- разработка методики оценки надежности, исследование моделей отказов деталей и узлов гидравлической части нефтепромысловых насосов;

- разработка новой полимерной композиции, на основе полимерных смесей, для изготовления уплотнительных элементов плунжерной пары;

- выбор наилучшей схемы узла уплотнения плунжера нефтепромыслового насоса с применением вероятностно-физического подхода к анализу и прогнозированию надежности.

- разработка метода расчета значения усилия для создания необходимого напряжения пары плунжер и уплотнения.

**Методы решения задач.** Для решения

поставленных задач использовались методы математической статистики и теории вероятностей, теории надежности и массового обслуживания сложных нефтепромысловых систем с широким применением возможности компьютерных технологий, а также методы проведения экспериментальных исследований с лабораторными и натурными образцами.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивалась математической корректностью поставленных задач, получением решения задач строгими аналитическими методами, результатами численных расчетов, а также непротиворечивостью полученных результатов с результатами в частных случаях известными в литературе.

**Научная новизна диссертационной работы** заключается в следующем:

-установлено, что 85-90 % причин отказов нефтепромысловых насосов связаны с нарушением герметичности уплотнительных элементов гидравлической части и износом плунжерной пары.

-ресурсы уплотнительных манжет, применяемых в конструкциях плунжерной пары, в среднем в 5-6 раза ниже, чем самих плунжеров;

-характер и интенсивность износа деталей и узлов плунжерных насосов зависят от условий их работы: от агрессивности и температуры перекачиваемого продукта, наличия в нем механических примесей и правильности выбора материалов для изготовления тех или иных деталей и узлов, а также от схемы компоновки уплотнительных манжетов;

-впервые показаны возможность и границы применения метода пертурбационной функции к оценке надежности нефтепромыслового оборудования;

-показана эффективность использования

вероятностно-физического подхода к исследованию надежности уплотнительных узлов нефтепромысловых насосов;

-на основе диффузионных (монотонных и немонотонных) распределений отказов осуществлен выбор наилучшей по надежности схемы уплотнительных узлов;

-выявлены преимущества вероятностно-физических моделей надежности по сравнению со строго вероятностными моделями надежности;

- предложены аналитические зависимости позволяющие определить оптимальные значения осевого усилия, контактного напряжения, радиального давления, касательной силы трения в паре плунжер-уплотнение.

### **Практическая ценность и реализация результатов.**

-в качестве материала для изготовления уплотнительных манжет нефтепромысловых плунжерных насосов предложена полимерная композиция на основе фторопласт ФТ4 наполненный графитом марки ГК-1;

-для повышения надежности и долговечности плунжерной пары нефтепромысловых насосов предложена новая конструкция узла, обеспечивающая компенсацию угловых переносов плунжера, а также комбинированная схема компоновки уплотнительных манжет;

-получены расчетные формулы для оценки надежности узлов уплотнения нефтепромысловых плунжерных насосов, которые легко реализуются с использованием информационной техники;

-показано, что применение вероятностно-физических моделей способствует повышению точности оценки надежности, гибкости и эффективности обработки соответствующей статистики информации.

**Автор выносит на защиту следующие основные**

**положения:**

-разработка методов и моделей надежности уплотнительных узлов нефтепромысловых плунжерных насосов с применением современных методов: пертурбационной функции и диффузионных распределений;

-установление границ применимости используемых методов и моделей надежности;

-новая конструкция узла плунжера нефтепромыслового насоса, обеспечивающая необходимую точность функционирования пары плунжер – уплотнение;

-новая полимерная композиция, на основе фторопласта ФТ4 и 10% графита, для изготовления уплотнительных манжет плунжерной пары, а также схема их компоновки.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены и одобрены: на III Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: Реальность и будущее» (Невинномысск, 2010 г.); на V научно-технической конференции «Новые материалы, неразрушающий контроль и наукоемкие технологии в машиностроении» (Тюмень, 2010 г.), на IV Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: Реальность и будущее» (Невинномысск, 2011 г.); на Международной научно-практической конференции «Корпоративное управление и инновационное развитие экономики» (Баку, 2011 г.); на Международной научно-практической конференции «Образование и наука XXI века» (Болгария, 2011 г.), на научно-практической конференции “Хэзэнефтqazyатаq – 2012” (Баку, 2012г.) и на научных семинарах кафедр «Инженерная графика» и



«Техника нефтегазового производства и переработки» (2010-2012 гг.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 19 печатных работ, в том числе 11 статей, 6 доклада, в материалах разных республиканских и международных научно-технических и научно-практических конференций, 1 Патент Азербайджанской Республики и 1-Руководящий документ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, основных выводов и рекомендаций, списка использованной литературы, включающего 155 наименований, и приложений.

Работа изложена на 151 страницах машинописного текста, включая приложения на 14 страницах, содержит 16 рисунка и 15 таблицы.

### **Содержание**

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, показана научная новизна, практическая ценность и реализация работы на практике.

**В первой главе** подробно рассматривается современное состояние использования плунжерных нефтепромысловых насосов, особенности условий их эксплуатации, а также анализ состояния применения пластических масс и полимерных материалов в нефтепромысловом машиностроении.

Приведена динамика ремонтных работ осуществляемых в ПО «Азнефть» за 2006-2012 годы. Установлено, что таких технологических операций, как цементирование, промывка песчаных пробок носят нарастающий характер. Анализ 62 случаев отказов нефтепромысловых насосов, эксплуатирующихся на 11 НГДУ ПО «Азнефть» показали, что 95% из них связаны с

гидравлической частью оборудования. Причем, отказы, связанные с нарушением герметичности уплотнительных элементов и износом плунжерной пары являются доминирующими. Отказы могут быть условно сгруппированы следующим образом: износ плунжеров; потеря работоспособности уплотнительных манжет; нарушение герметичности штока.

По результатам анализа конструктивных особенностей нефтепромысловых насосов и основных причин их отказов установлено, что около 90% деталей нефтепромысловых насосов выходят из строя по причине износа деталей. При этом элементы уплотнений гидравлической части насосов обладают наиболее низкими ресурсами. Последнее указывает на то, что материалы, используемые для изготовления уплотнительных элементов, не всегда отвечают предъявленным к ним требованиям. При конструировании узла уплотнения плунжерной пары компоновка манжет не принимается во внимание.

**Вторая глава** посвящена выбору объекта и методики проведения исследований. В качестве объекта исследований был принят узел плунжерной пары (плунжер и уплотнительные манжеты) серийных нефтепромысловых насосов марки НП-100, 4НК-500 и Н5-160.

На рис.1 представлен узел плунжера нефтепромыслового насоса. Как видно из рис.1 плунжеры 1, закрытые с передних торцов заглушками 6 связаны с крейцкопфами 2 посредством штоков 3 с помощью тяг 5. Уплотнительные манжеты 8 шевронного типа и грундбоксы, расположенные в специальных расточках гидроблоков поджимаются гайками 12. Расточки связаны каналами с системой гидрозащиты, с помощью которой на поверхность трения плунжеров подается смазочно-

охлаждающая (затворная) жидкость под давлением, превышающим давление в цилиндре насоса.

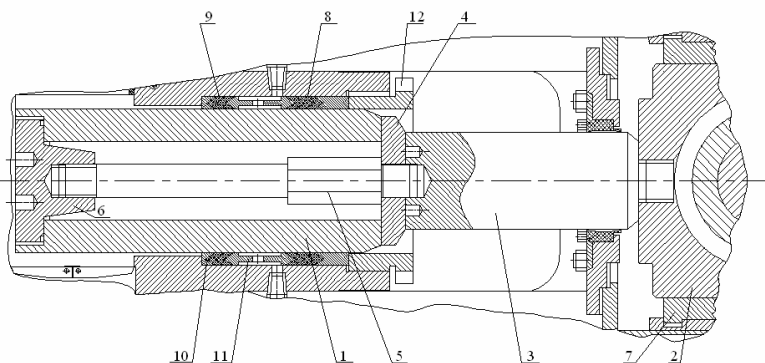


Рис.1. Узел плунжера нефтепромыслового насоса.

Методика лабораторных испытаний осуществлялась согласно требованиям соответствующих ГОСТ-ов, применяемых для испытания, как оборудования, так и полимерных материалов.

**Третья глава** посвящена вопросу моделирование отказов и методология оценки надежности нефтепромысловых насосов.

Известно, что в основу моделирования отказов нефтепромысловых насосов положен вероятностно-физический подход к исследованию надежности, который базируется на использовании законов распределения отказов (моделей надежности), вытекающих из анализа физических процессов деградации, приводящих в конечном итоге к отказу.

В данной главе для выбора надежной схемы узлов уплотнения впервые используется метод пертурбационной функции. Показана возможность применения данного метода для оценки надежности и установления границы при исследовании надежности системы уплотнения

нефтепромысловых насосов. Рассмотрены также вероятностно-физические модели, определяемые диффузионными распределениями.

**Четвертая глава** посвящена оценке эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов, предназначенных для изготовления уплотнительных манжет плунжерных нефтепромысловых насосов и рекомендациям по повышению ресурса плунжера нефтепромыслового насоса.

По результатам анализа промысловых сведений по отказам нефтепромысловых насосов было установлено, что главными причинами низкой надежности уплотнительных элементов являются:

- высокие контактные напряжения, возникающие в манжетах при каждом цикле нагнетания насоса;

- затекание материала манжеты в уплотнительный зазор с последующими его отрывами при обратных ходах плунжера;

- величина перепада давления в разобшаемых полостях многоманжетного узла уплотнения плунжерного насоса, которая в основном приходится на первую манжету с торцевой стороны плунжера;

- качество рабочей поверхности плунжера.

Многочисленными лабораторными и заводскими испытаниями было установлено, что правильный выбор материала уплотнения, схемы их компоновки, технологии упрочнения рабочей поверхности плунжеров и усовершенствованием их конструкции могут быть достигнуты серьезные результаты.

Исходя из условий эксплуатации уплотнительных манжет нефтепромысловых насосов была рекомендована полимерная композиция на основе фторопласт ФТ4 и графита марки ГК-1(5 - 20%). В процессе испытаний были определены ее прочностные характеристики, твердость,

износостойкость, набухаемость, химическая стойкость и др. Сравнительный анализ рабочих характеристик серийных и рекомендуемого материала приведены в табл.1.

Таблица 1

Некоторые характеристики испытываемых материалов

Свойства	Применяемые материалы			Предлагаемый материал
	ИРП-1293 + цемент	P-2	ФТ4	ФТ4 + графит
Прочность при растяжении, МПа	20,0-22,5	6,0- 9,0	14-36	24,0-42,0
Прочность при сжатию, МПа	28,0-32,0	8,0-14,0	22,0-28,0	30,0-35,0
Относительное удлинение при разрыве, в %	300-370	80-120	200-400	185-220
Твердость, МПа	28-32	20-25	30-40	32-45
Степень повышения износостойкости	2,46	0,32	3,63	4,77
Коэффициент трения	0,065-0,08	0,80-0,95	0,05-0,07	0,015-0,05
Относительное изменение массы в агрессивной среде, в %	25-28	21-24	1,5-2,0	1,8-2,1

Исследования на химическую стойкость проводились по ГОСТ 9.030. В качестве активной среды были приняты: раствор ингибированной соляной кислоты (концентрации 8-21%), а также в смеси с кислотами-плавииковой (5% от объема соляной кислоты) и уксусной (2% а пересчете на 100%-ную соляную кислоту).

Как видно из табл.1, по комплексу свойств предлагаемый материал показал наилучшие результаты. Было установлено, что из числа применяемых в настоящее время материалов смесь резины ИРП 1293 с 20 м.д. цемента обладает высокими эксплуатационными свойствами.

У этой композиции по сравнению с серийной резиной марки ИРП-1293 увеличилась прочность (сопротивление разрыву) на 13%, твердость – на 15%, улучшились пластические свойства (относительное остаточное удлинение), до 20% уменьшилась набухаемость (увеличение массы) в испытываемых средах. Особенно резко увеличился (в 2,5 раза) наиболее важный для элементов уплотнений поршневой и плунжерной группы показатель – стойкость к истиранию.

Сравнительный анализ свойств предлагаемого материала (ФТ4 + 10% графит) с чистым фторопластом показал, что несущие характеристики конструкции, изготовленной из данного материала намного различаются (отстают). Из табл.1 также следует, что основные механические свойства и износостойкость образцов из композиции на основе каучуков СКЭП существенно (в 2 – 3 раза) уступают образцам из ИРП-1293. Отбор образцов для таких испытаний производился по признаку наибольшей износостойкости при нормальных условиях.

Химическая стойкость опытных образцов определялась путем изменения весовых показателей после длительной выдержки образцов в агрессивной среде. Стойкость образцов из чистого фторопласта ФТ4 и композиции ФТ4 + графит на порядок выше других испытываемых образцов.

На рис.2 показан характер изменения предела прочности при сжатии образцов, изготовленных из

предложенного состава, в зависимости от содержания графита с различными размерами частиц наполнителя.

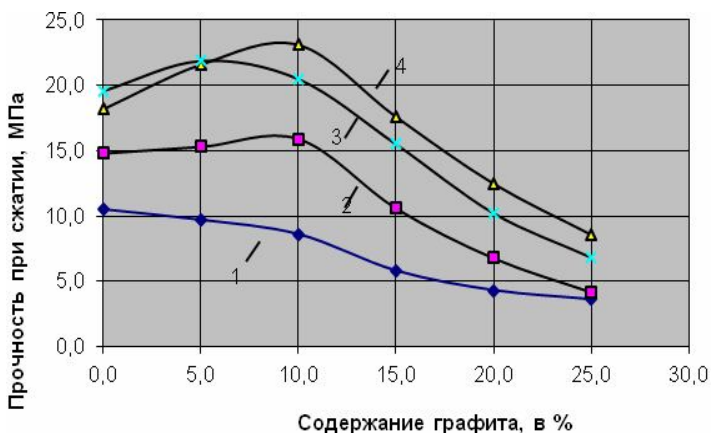


Рис.2. Характер изменения предела прочности при сжатии от содержания графита: 1- 200 мкм; 2-500 мкм; 3-1000 мкм; 4 – 1500мкм.

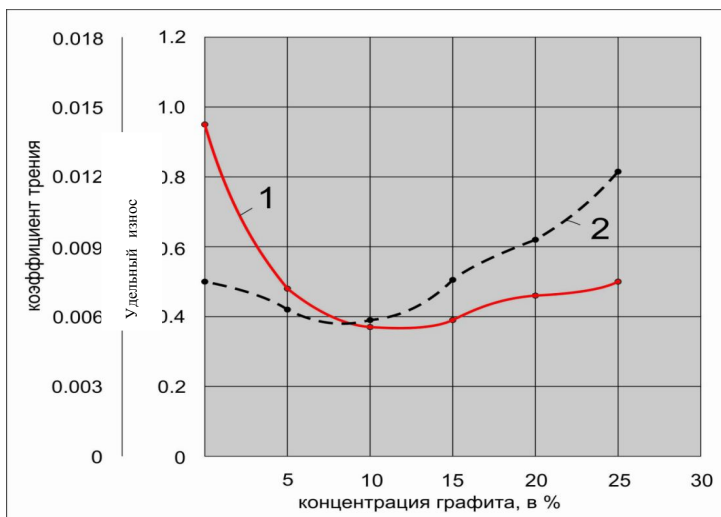


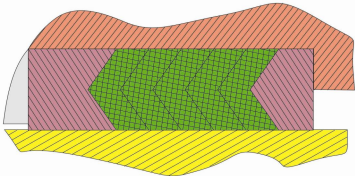
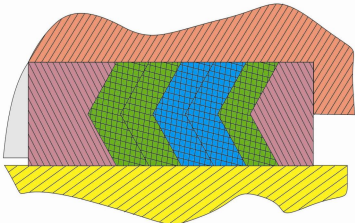
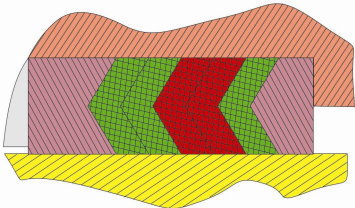
Рис.3. Изменения удельного износа (1) и коэффициента трения (2) от содержания графита в составе композиционного материала

Как видно, с увеличением размера наполнителя прочностные показатели образцов уменьшаются. Оптимальное значение прочности при сжатии достигается у образцов с содержанием 8,5-11,5% графита. Аналогичное наблюдается при оценке износа и коэффициента трения от содержания графита в составе композиционного материала (см.рис.3).

Как видно из результатов исследований, по совокупности свойств, имеющих отношение к обеспечению механической прочности, износостойкости и химической стойкости уплотнительных элементов наилучшие результаты показали манжеты из полимерной композиции при составе ФТ4 + 10% графита.

Табл.2

Схем компоновки уплотнительных манжет

	<p>Уплотнительный узел, укомплектованный только из манжет, изготовленных из фторопласта с содержанием 10% графита</p>
	<p>Уплотнительный узел, укомплектованный из манжет, изготовленных из фторопласта (по краям) и резины (посередине)</p>
	<p>Уплотнительный узел, укомплектованный из манжет, изготовленных из фторопласта (по краям) и полимерной композиции (посередине)</p>



Оценка влияния схемы компоновки на долговечность уплотнительных манжет показали преимущество применения комбинированных схем уплотнения манжет (см.табл.2).

На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что:

- эксплуатационная выносливость манжет из композиционного материала в 3,15-3,68 раза выше, чем из серийного (резина ИРП-1293);

- долговечность плунжеров нефтепромысловых насосов в паре с манжетами, изготовленными из композиции фторопласта ФТ4+10% графита в среднем в 1,77-2,82 раза выше, чем при их сопряжении с серийными манжетами из ИРП -1293.

- с применением комбинированной схемы компоновки уплотнительных манжет, долговечность плунжеров в среднем в 1,68 – 1,80 раза больше, чем в общей схеме компоновки элементов.

В работе приняты также конструктивные и технологические решения по увеличению срок службы плунжеров и надежности конструкции в целом

С целью повышения износостойкости рабочих поверхностей плунжеров предложено применение газопламенного напыления. В качестве покрытия использовали порошковую смесь марки ПР-Н70Х17С4Р4. Размер частиц основной фракции данного порошка 40...80 мкм. Напыление данным сплавом обеспечивается твердость рабочей поверхности деталей до HRC 58...61.

Кроме этого, предложенное конструктивное усовершенствование плунжерного узла в свою очередь (рис.4.) обеспечивает компенсацию угловых смещений плунжера.

Отличительной особенностью данной конструкции является исполнение торцовых стыков штока 2 с шайбой 3

и заглушки 5 с тягой 4 по сферическим поверхностям (А, В), допускающим взаимные перемещения сопряженных деталей с любым вектором смещения без перекоса плунжера 1.

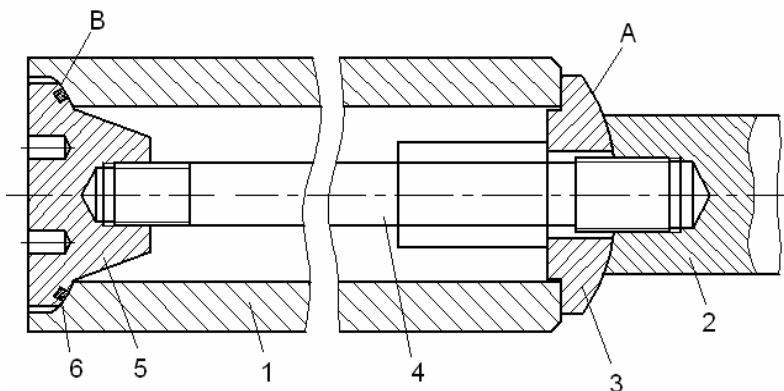


Рис. 4. Рекомендуемая конструкция плунжера нефтепромыслового насоса: 1-плунжер; 2-шток; 3-шайба; 4-тяги; 5- заглушка; 6-уплотнитель

Предложенное техническое решение оправдано также тем, что исходная конструкция плунжера – наиболее важная деталь узла – останется неизменной, а изменения, касающиеся штока, тяги и заглушки, будут минимальными и технологически нетрудоемкими.

Промысловые испытания опытных плунжеров подтвердили эффективность введения упрочнения их рабочей поверхности газопламенным напылением и указанного изменения их конструкции. Было отмечено повышение их срока службы по сравнению с серийными плунжерами в 1,5...1,8 раза при примерно одних и тех же условиях.

Для обеспечения требуемого уплотнительного узла в гидравлической части насоса предложены аналитические выражения, которые позволяют определить оптимальные значения осевого усилия, контактного напряжения, радиального давления, касательной силы трения в паре плунжер-уплотнение.

### **Общие выводы и рекомендации**

Проведенные исследования позволили сделать следующие теоретические и практические выводы и рекомендации.

1. В результате проведенных исследований и анализа опубликованной литературы установлено, что основной причиной низкого уровня безотказности нефтепромысловых насосов высокого давления являются конструктивные недостатки гидравлической части, и в том числе пары плунжер-уплотнение. Выявлено, что одним из основных направлений, определяющих повышение работоспособности насосов, является необходимость увеличения износостойкости деталей плунжерной пары и обеспечения точности их функционирования.

2. Теоретические исследования показали, что в предположении монотонного (не обязательно линейного) характера изменения износа в виде непрерывного Марковского процесса с использованием в качестве модели отказов диффузионного монотонного (DM) распределения можно оценить функцию надежности каждой отдельной схемы уплотнения насосной установки и выбрать наилучшую схему по наибольшему значению функции надежности за рассматриваемый период времени.

3. Выявлено, что в предположении немонотонности характера изменения обобщенной рабочей характеристики процесса деградации в виде непрерывного Марковского

процесса – наработки до отказа – с использованием в качестве модели отказов диффузионного немонотонного (DN) распределения можно оценить функцию надежности каждой отдельной схемы уплотнения насосной установки и спрогнозировать вероятность отказа в заданный момент времени каждой схемы по заданной статистике отказов. Установлено, что наилучшей схемой является первая, которая превосходит вторую примерно в 2,7 раза, вторая схема не намного (в 1,07 раза) превосходит третью, и третья превосходит четвертую примерно в 1,5 раза. В тех случаях, когда статистика отказов недостаточна или вовсе отсутствует, параметры DN-распределения легко вычисляются по значениям некоторого фактора, определяющего процесс деградации.

4. Показано, что вероятностно-физические модели отказов в виде (монотонных и немонотонных) диффузионных распределений приводят к повышению точности оценок показателей надежности и снижению затрат на исследование надежности, независимо от типа изделий.

5. Проведенными исследованиями, с учетом ранее выполненных в рассмотренном направлении работ, сформулированы основные требования к конструкции узла плунжера. Разработана и испытана новая конструкция узла, отличающаяся значительным повышением ресурса.

6. Предложены аналитические зависимости позволяющие определить оптимальные значения осевого усилия, контактного напряжения, радиального давления, касательной силы трения в паре плунжер-уплотнение.

7. В результате проведенных конструктивных, технических, технологических и материаловедческих работ увеличен срок службы плунжерного узла в пределах 50-80%.

**Основное содержание диссертации изложено в работах:**

1. Rəhimov A.M., Ağammədova S.Ə., Hüseynova V.Ş. Məmulların presovuntulardan hazırlanması. «Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya» ETİ-nin Elmi əsərləri, Bakı: X ылд, 2009, s. 254-257.
2. Гюлгазли А.С., Рагимов А.М., Гусейнова В.Ш. Исследование изменения механических характеристик полимеров, насыщенных жидкостью. «Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya» ETİ-nin Elmi əsərləri, Bakı: X ылд, 2009, s. 300-304.
3. Рагимов А.М., Гусейнова В.Ш., Хейрабади Г.С. Влияние типов и количества наполнителей на модуль упругости полимеров и их композиции. Молодежь и наука: реальность и будущее. Материалы III Международной научно-практической конференции, V том, 2010, с. 571-573.
4. Hüseynova V.Ş., Nəbibov İ.Ə. İ.Ə. Neft-mədən və qazma nasoslarının kipləndirici elementlərinin iş qabiliyyətinin yüksəldilməsi üçün polimer əsaslı yeni kompozisiya materialının işlənilməsi və tətbiqi. Bakı: “Ekoenergetika” elmi-texniki jurnal, 3/2010, s.31-34.
5. Бабаев С.Г., Габибов И.А., Ибрагимов Н.Ю, Гусейнова В.Ш. Оценка безотказности деталей по времени установившегося износа. AzTU, “Mexanika-maşınqayırma”, №1, 2010, s. 107-110.
6. Гусейнова В.Ш. Применение полимерных композиционных материалов в конструкциях нефтепромысловых насосов. Материалы V научно-технической конференции “Новые материалы, неразрушающий контроль и наукоемкие технологии в машиностроении” Тюмень: ТГНГУ, 2010, с. 78-81.

7.Гусейнова В.Ш. Оценка безотказности узлов уплотнения плунжерных насосов. Материалы IV Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее», Невинномысск: IV том, 2011, с.246-253.

8.Габибов И.А., Дышин О.А., Гусейнова В.Ш. Исследование надежности уплотнительных узлов нефтепромысловых насосов с использованием метода пертурбационной функции. Москва: ОАО «ВНИИОЭНГ», научно-технический журнал «Нефтепромысловое дело», №5, 2011, с. 28-34.

9.Гусейнова В.Ш. Основные принципы применения полимерных материалов в конструкциях нефтепромыслового оборудования. *Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın materialları*, Bakı: Elmi İnnovasiyalar Mərkəzi, , 2011, s. 108-113.

10.Габибов И.А., Гусейнова В.Ш. Вероятностно-физическое моделирование надежности уплотнительных узлов плунжерных насосов. Материалы 7-ой международной научно-практической конференции, «Образование и наука в XXI веке». София: 2011. Том 17.

11.Rəhimov A.M., Qəmbərov S.H., Hüseynova V.Ş Antifriksion polimer kompozisiya. AR Patenti “Sənaye mülkiyyəti” Bülleteni №1, 2012, с. 38-39.

12.Nabibov I.A., Huseynova V.Sh. Estimation of reliability of condensation units in plunger of pumps on the basis of the probability-physical approach to of wear process. *Latvia, Innovations and Technologies News*, №2(11), 2011, p. 36-48.

13.Габибов И.А., Гусейнова В.Ш. Оценка надежности узлов уплотнения плунжерных насосов на основе вероятностно-физического подхода к процессу изнашивания. Сборник «Труды РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина», Москва: №2/267, 2012. с.**157-166**

14. Гусейнова В.Ш. Оценка надежности уплотнительного узла трехплунжерных нефтепромысловых насосов с применением диффузионного немонотонного распределения. AzTU, Elmi əsərlər, Texnika elmiyəti №1, 2012, s. 44-48.

15. Гусейнова В.Ш. Оценка надежности уплотнительных узлов трехплунжерных нефтепромысловых насосов. ADNA, Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, №2(78), 2012, s. 40-43.

16. Габибов И.А., Гусейнова В.Ш. Оценка эксплуатационного свойств полимерного композиционного материала, предназначенного для изготовления уплотнительных манжет трехплунжерных нефтепромысловых насосов. ОАО «ВНИИОЭНГ», научно-технический журнал «Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе», Москва, №3, 2012, с. 32-36.

17. Гусейнова В.Ш. Повышение работоспособности уплотнительного узла нефтепромысловых насосов. Нефтепромысловое дело, №10, 2012, с.29-32.

18. Hüseynova V.Ş., Həbibov İ.Ə. Neft-mədən nasoslarında kipləndirici manjetlərin forma və ölçü dəqiqliyinin optimallaşdırılması. “Xəzərneftqazyataq – 2012” Elmi – təcrübə Konfrans, 4-5 dekabr, 2012, s.88-90.

19. РД. 5763272-60-2013 Расчет надежности уплотнительных узлов плунжерных нефтепромысловых насосов. Баку: АГНА, 2013, 32с.

**Личный вклад, внесенный соискателем в работах, опубликованных в соавторстве:**

- работы 6, 7, 9, 14, 15 и 17 автором выполнены самостоятельно;

- 1-5, 8, 10-13, 14, 16, 18 и 19 постановка задач, проведения экспериментов проведены соискателем, а обработка результатов исследований выполнены совместно с соавторами.

**ГУСЕЙНОВА ВУСАЛА ШАКИР** гызы  
**Повышение работоспособности плунжерных  
нефтепромысловых насосов усовершенствованием узла  
уплотнения**  
**РЕЗЮМЕ**

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, показана научная новизна, практическая ценность и реализация работы на практике.

**В первой главе** подробно рассматривается современное состояние использования плунжерных нефтепромысловых насосов, особенности условий их эксплуатации, а также анализ состояния применения пластических масс и полимерных материалов в нефтепромысловом машиностроении.

**Вторая глава** посвящена выбору объекта и методики проведения исследований. В качестве объекта исследований принят узел плунжерной пары (плунжер и уплотнительные манжеты) серийных нефтепромысловых насосов.

**Третья глава** посвящена вопросу моделирование отказов и методология оценки надежности нефтепромысловых насосов. Впервые для выбора надежной схемы узла уплотнения плунжерной пары используется метод пертурбационной функции. Рассмотрены также вероятностно-физические модели, определяемые диффузионными распределениями.

**Четвертая глава** посвящена оценке эксплуатационных свойств полимерных материалов, предназначенных для изготовления уплотнительных манжет плунжерных нефтепромысловых насосов и рекомендациям по повышению их ресурса.

В конце приведены основные результаты работы.



# HÜSEYNOVA VÜSALƏ ŞAKİR qızı

**Plunjerli neftmədən nasoslarının kipləndirmə düyününün təkmilləşdirməklə onların iş qabiliyyətinin yüksəldilməsi mövzusunda dissertasiya işinin**

## X Ü L A S Ə S I

**Girişdə** dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı, qoyulmuş məqsəd və onun həlli məsələləri, alınmış elmi və praktiki nəticələr öz əksini tapmışdır.

**Birinci fəsil** plunjerli neftmədən nasoslarının tətbiqinin müasir vəziyyəti, onların istismar şəraitinin xüsusiyyətləri, eləcə də plastik kütlə və polimer kompozisiya materiallarının neftmədən maşınqayırmasında tətbiqinin səviyyəsi analiz edilmişdir.

**İkinci fəsil** tədqiqat obyektinin və sınaq metodlarının seçiminin əsaslandırılmasına həsr edilmişdir. Tədqiqat obyektinin qismində neftmədən nasoslarının kipləndirmə düyünü (plunjer və kipləndirici manjet cütü) qəbul edilmişdir.

**Üçüncü fəsil** imtinaların modelləşməsi məsələləri və neftmədən nasoslarının etibarlığının qiymətləndirilməsi metodologiyasına həsr edilmişdir. İlk dəfə olaraq plunjer düyünündə etibarlı kipləndirmə sxeminin seçimdə perturbation funksiya metodundan istifadə edilmişdir. Eyni zamanda diffuzion paylanmayla müəyyən olunan ehtimal-fiziki metodlardan istifadə olunmuşdur.

**Dördüncü fəsil** kipləndirici manjetlər üçün təklif olunan polimer materialların istismar parametrlərinin dəyərləndirilməsi, plunjer düyününün təkmilləşməsi və işçi sətərlərin möhkəmlənməsi və kipləndiricilərin optimal sxeminin seçilməsi məsələləri həll edilmişdir.

Sonda əsas nəticələr verilmişdir.

## **S U M M A R Y**

### **INCREASING THE RELIABILITY OF THE PAIRS POLISHED ROD AND STUFFING BOX OF THE SUCKER ROD-PUMPING UNIT**

The urgency of dissertation work substantiated in the introduction, where indicated the purpose and a task of investigation, also shown scientific innovation, practical value and realization of research work on practice.

In the first chapter have been given the results of the analysis related to the design features and operating condition of the polished rod and stuffing box while pumping units operation, also given overview and the analysis of the executed works dedicated to hermetic sealing of the wellhead.

The second chapter of dissertation work is devoted to the analysis related to the oilfield investigations, nature and reasons for failure of the wellhead equipment. It has been shown that the eccentricity of sucker rod suspension relatively to the polished rod's axis is being affected on working capacity between the nodes of the polished rod and seals, also it is being increased the probability of stuffing box failure that caused leakage, product loses and worsen ecological environment in the oilfields.

In the third chapter are indicated the results of experimentally-theoretical researches and directions to increase working capacity of the pairs polishedrod-stuffing box. Analytical dependence has been achieved between the mechanical records related to the eccentricity and sealing material.

The fourth chapter is devoted to the polished rods testing and group technology applications while its treatment and reconditioning.

**AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT AKADEMİYASI**

**Əlyazması hüququnda**

**HÜSEYNOVA VÜSALƏ ŞAKİR QIZI**

**PLUNJERLI NEFTMƏDƏN NASOSLARININ  
KIPLƏNDİRMƏ DÜYÜNÜNÜN TƏKMİLLƏŞDİDMƏKLƏ  
ONLARIN İŞ QABİLİYYƏTİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ**

**3313.02 – Maşınlar, avadanlıqlar və proseslər**

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsinin verilməsi üçün  
təqdim olunmuş dissertasiya işinin

**AVTOREFERATI**

**Bakı-2013**