**Кузьминых, Дмитрий Владимирович. Совершенствование методов повышения долговечности замкового соединения бурильной колонны при многократном свинчивании : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.13 / Кузьминых Дмитрий Владимирович; [Место защиты: Ухтин. гос. техн. ун-т].- Ухта, 2011.- 130 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/3487**

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ухтинский государственный технический университет»**

**(УГТУ)**

**На правах рукописи**

<54201-166499

**Кузьминых Дмитрий Владимирович**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНО­СТИ ЗАМКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ ПРИ МНОГОКРАТНОМ СВИНЧИВАНИИ**

**05.02.13 — Машины, агрегаты и процессы (нефтяной и газовой промышленности)**

**Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель — доктор технических наук, профессор И. Ю. Быков**

**Ухта-2011**

*ь*

Содержание

Условные обозначения 3

Введение 7

1. Анализ существующих методов повышения долговечности 11

замкового соединения бурильной колонны

* 1. Анализ факторов, влияющих на долговечность замковых со- 11

единений бурильной колонны

* 1. Современные представления о повышении работоспособно- 11

сти замкового соединения бурильной колонны

* 1. Условия работы конического соединения замковых буриль- 13

ных труб и пути повышения их долговечности

* 1. [Промысловый опыт 16](#bookmark2)
  2. Влияние смазочных и противоизносных свойств резьбоуп- 29

лотнительных составов на разрушение элементов резьбы бу­рильных замков

* 1. [Избирательный перенос и его реализация в смазочных со- 35](#bookmark4)

ставах

* 1. Цели и задачи исследования 37
  2. [Выводы по первой главе 38](#bookmark5)

1. Формирование комплекса методик исследования 41
   1. Методики исследования 41
      1. Методика визуально-оптического и измерительного контро- 41

ля

* + 1. [Твердометрия 43](#bookmark6)
    2. Массометрия 46

2.2. Методический комплекс по изучению процессов трения 47

1. Методика планирования и обработки данных эксперимента 47
2. Методика испытаний на четырехшариковой машине трения 51
3. [Подготовка и проведение испытаний. Показатели и режимы 52](#bookmark22)

з

испытаний

***2****.****22.2***

2.2.3

2.2.4

3

3.1

3.2

3.3

3.3.1

3.3.2

3.3.3

3.4

3.4.1

3.4.2

4

Определение основных трибологических характеристик по 54 результатам испытаний

Методика испытаний на универсальном триботехническом 57 комплексе (серийная машина трения СМТ-1)

Методика испытаний резьб при многократном свинчивании 59 на полномасштабном буровом стенде-скважине ОАО НПО "Буровая техника"

Выводы по второй главе 63

Исследование изнашивания замковых резьбовых соединений 64 при многократном свинчивании

Теоретические основы процесса исследования изнашивания 64 замковых резьбовых соединений при многократном свинчи­вании

Испытание резьб при многократном свинчивании на полно- 66 масштабном буровом стенде-скважине ОАО НПО "Буровая техника"

Испытания на четырехшариковой машине трения 69

Выбор смазочного состава и параметров исследуемых сма- 69 зок

Установка, образцы и аппаратура 70

Подготовка и проведение испытаний. Показатели и режимы 72 испытаний

Испытания на универсальном триботехническом комплексе 77

(серийная машина трения СМТ-1)

[Установка, образцы и аппаратура 79](#bookmark21)

[Режимы испытаний. Подготовка и их проведение 82](#bookmark27)

[Выводы по третьей главе 86](#bookmark29)

Влияние смазочных композиций на долговечность замковых 87

резьбовых соединений

1. Исследование эффективности смазочных композиций с на- 87

полнителями в условиях минерализованной среды

1. Исследование влияния смазочных композиций с наполните- 88

лями на работоспособность при реализации эффекта избира­тельного переноса

[Выводы по четвертой главе 92](#bookmark30)

5 Влияние свойств рабочей среды на характер изнашивания 93

резьбовых поверхностей

1. Разработка медесодержащей добавки реализующей избира- 93

тельный перенос в смазке

1. [Исследования влияния технологических растворов на рабо- 96](#bookmark31)

тоспособность резьб

1. [Влияние удельной нагрузки на работоспособность резьб 99](#bookmark32)
2. Влияние скорости скольжения на работоспособность резьбо- 102

вых соединений

1. Оценка характера изнашивания от присутствия техноло- 105

гических растворов разной плотности

1. Влияние промывочных жидкостей на контактное давле- 111

ние разрушения смазочной пленки в резьбовых соедине­

ниях

[Выводы по пятой главе 115](#bookmark33)

Основные предложения и рекомендации 116

Список литературы 118

Условные обозначения

*\jO\*s*

[а] - допускаемое напряжение;

*АРтах -* максимальная абсолютная погрешность;

*ц* и //'-коэффициенты трения, соответственно, на плоскости и в резьбе;

*А \* - расчетный коэффициент, учитывающий кривизну поверхности;

*Ат -* доля работы сил трения;

*В* - долговечность;

*В\* - расчетный коэффициент, учитывающий кривизну поверхности;

*В*, - наработанное число циклов нагружения;

*Вжа -* эквивалентное число циклов нагружения;

Сі - величина сближения соприкасающихся тел; *d*-диаметр отпечатка, мм;

*dT* - диаметр зоны упругой деформации шариков по Герцу (площадка по Герцу) при нагрузке *Р;*

***Dx*** — дисперсия выборки;

*Dx -* наибольший диаметр конусной части резьбы, мм; *dx -* наименьший диаметр конусной части резьбы, мм;

Д, - средний диаметр пятна износа, мм; *dp -* диамер ролика, мм;

*d'cp -* средний диаметр поверхности упорных торцов соединения, мм; *dcp-* средний диаметр резьбы на расстоянии 24 мм от уступа ниппеля, мм;

£)ш - диаметр шарика, мм;

*F -* площадь сечения;

*F(x) -* функция распределения вероятностей непрерывной случайной величины; Да),У(т) - коэффициенты чувствительности материалов при ассиметричном цикле;

*Fq(x)* - функция нормального распределения;

*Fn -* давления на поверхности контакта МПа;

*Fm-* площадь опорной поверхности после износа;

*FH* - площадь ниппеля, мм2;

FOTn - площадь поверхности отпечатка, м2 *fr -* коэффициент трения;

*FT -* сила трения, Н;

*G -* проходка на долото, м; *g* - число труб в бурильной свече;

*h -* толщина слоя мазки, мм;

*і*

*hp* - высота профили витков резьбы, мм.

*Нст -* глубина скважины; *і* - номер числа интервала выборки;

*Ih -* изменение линейной интенсивности износа;

/т - интенсивность массового износа, мг/см2-м. *j* — номер числа ряда выборки;

*К0* - коэффициент прироста площади износа;

/ - длина бурильной трубы, м;

/в - длина витков резьбы, мм; /вс- суммарная длина витков резьбы, мм;

*1т* - длина рабочего элемента после износа;

/р - длина образующей профиля резьбы, мм;

/вл - длина винтовой линии резьбы, мм;

*1„, -* линейный размер тела;

*Ьх -* путь трения, м;

*М-* математическое ожидание; *т -* число оборотов полного свинчивания ЗРС; *тсв -* масса наращиваемой свечи;

N - нормальная реакция, возникающая при деформировании материала произвольной микронеровностью с радиусом вершины - *г; п -* число событий;

/Vq - оптимальный объем выборки;

*NB* - число измерений;

лв - количество витков в зацеплении;

*NUH -* интенсивность мощности трения;

*Пит -* число испытаний;

*Nm -* нагрузка трения;

*Ny,) -* удельная нагрузка трения;

*Nn -* циклы нагружения;

*pi, pj -* вероятность попадания в /-тый интервал, у-ый ряд;

*Ркр* - изменение значений критической нагрузки;

*Q* - осевое усилие в резьбе, Н; *q* - ускорение свободного падения; *q(t)* — вероятность отказов;

*q(t), q\*(t) —* вероятность отказа; статистическая оценка вероятности отказа; *qK -* контактное давление, МПа;

*Qyd -* удельная нагрузка; *г* - число степеней свободы;

Ri и R.2 - радиусы соприкасающихся сфер;

Ra, - параметр шероховатости, мм; *Rz -* параметр шероховатости, мкм; *гр -* радиус ролика, мм;

гв - радиус вершины микронеровности, учитывая технологию изготовле­ния контактирующих тел;

Др - радиус резьбы, мм;

*S -* площадь поверхности трения, мм2;

iSmin - минимально необходимая толщина образца для испытаний, м;

*Sx* - общее число свинчиваний при бурении одной скважины;

**Г** - случайное время наработки на отказ; *tmn* - глубина отпечатка шарика, м;

С/„ - суммарный массовый износ колодки и ролика, мг;

*V/, -* относительный износ,

*VCK* - скорость скольжения, м/с;

*Wc* - износ стали;

а' - величина удельной скорости изнашивания; *а* - угол профиля витка резьбы, град; а„ - параметр масштаба;

*ак -* коэффициент, учитывающий поверхность контакта;

Р - параметр формы;

Ро - коэффициент, учитывающий состояние поверхности детали;

*Ah -* относительный износ, мг;

Да - диаметральный натяг резьбового соединения; є — коэффициент, учитывающий масштабный фактор;

£ - длина резьбового конуса, мм; *гj -* динамическая вязкость смазки;

1. (t) — интенсивность отказов;

(х - коэффициент Пауссона, (р. = 0,3); v - число инверсий вариационного ряда; *а -* параметр нормального распределения;

см; ст-ір - предел выносливости при симметричном цикле изгиба; растя- 0-1к — предел выносливости с концентрацией напряжений; от’ - напряжения, вызываемые любой /-ой нагрузкой;

*EQj* - сумма условных нагрузок от начальной до предшествующей *Р,* Н;

*ar* - предел выносливости; *ав* - предел прочности; *о„ -* динамическое напряжение; *аКОп* — контактное напряжение;

а„ - контактная выносливость, давление разрушения смазочной пленки;

*а„р* - предельные напряжения цикла;

*ар -* нормальное напряжение при растяжении (сжатии);

*(5см -* нормальное напряжение при смятии;

Стср - среднее напряжение цикла;

От - предел текучести;

% - “хи-квадрат” - распределение; непараметрический критерий; *со -* угловая скорость вращения, рад/с;

*А -* номинальная площадь контакта, см2; *а -* параметр нормального распределения; в0 - начальная ширина опорной поверхности; *вт —* ширина опорной поверхности после износа;

*Е* - модуль упругости материала, (*Е* = 2,0-106 кгс/см2);

*и -* величина износа, производная функций *и* ~ *f(p\ и - /(уо.),* мг;

*И3 -* индекс задира;

К - конусность резьбы;

*М-* замеренный момент, Н-м;

*Мкр -* момент кручения, Н-м;;

*Мса -* крутящий момент свинчивания, Н-м;

*Мт -* момент трения, Н-м;

*Н-* замеренное значение велтичины *На ,* мм;

IIB - параметр твердости, Н/мм2;

*Н0 -* расчетное значение критерия работоспособности для новой замковой резь­бы, изготовленной по ГОСТ 50864-96, мм;

Р- осевая нагрузка, кг-м;

*Рр* - шаг резьбы, мм;

*Рп* - вероятность событий;

*Рк -* критическая нагрузка, Н;

*Рс -* нагрузка сваривания шаров, Н;

*С„* - степень износа замковой резьбы, %;

*Т-* измеряемый интервал времени, с.

**Введение**

Актуальность проблемы. В процессе строительства как вертикальных, так и наклонно-направленных скважин (обычных (ОНС), пологих (ПС), горизон­тальных (ГС), наклонных скважин с большим отклонением от вертикали (НСБО)) связующим звеном наземного оборудования с инструментом, приме­няемым во время различных технологических операций, является колонна бу­рильных труб. Сам процесс проведения спускоподъемных' операций при подъ­еме бурильного инструмента, является1 критическим условием эксплуатации, бурильного инструмента. В зависимости от конкретных горно-геологических и технико-технологических условий бурения- скважины величины нагрузок на колонну могут доходить до предельно допустимых значений прочности бу­рильных труб, что в свою очередь приводит к осложнениям в скважине либо возникновению аварий. В процессе спуска бурильной колонны и смонтирован­ного на ней инструмента, геофизической аппаратуры и внутрискважинного эксплуатационного оборудования,- возникают силы, сопротивления; препятст­вующие её нормальному прохождению по стволу скважины, что также является причиной осложнений и возникновения1 аварий с резьбовыми соединениями.

Актуальным **и значимым является** вопрос увеличения ресурса замко­вых резьбовых соединений- (ЗРС) бурильных труб на> основе совершенствова­ния' методов' повышения долговечности резьб при сборке-разборке колонн в процессе спуско-подъемных операций.

**Связь темы диссертации с плановыми исследованиями.**

Изучению условий эксплуатаций резьбовых соединений при бурении скважин посвящены труды таких видных ученых как Н. Д. Щербюк, Н. В: Яку­бовский, А. Е. Сароян. Ими отмечено влияние износа на эксплуатационный ре­сурс замковых соединений, которыйприводит к их разрушению. Проблемами изнашивания подвижных сопряжений и разработку методов повышения срока службы оборудования занимались ученые: Буше Н.А., Гаркунов Д.Н., Горячева И:Г., Дроздов Ю.Н., Колесников В И., Крагельский И.В., Матвеевский P.M., Михин Н.М., Семенов А.П., Сорокин Г.М., Хрущев М.М., Чичинадзе А.В. и др.

**Цель работы.**

Совершенствование методов повышения долговечности замкового соеди­нения бурильной колонны при многократном свинчивании.

**Задачи исследования:**

* проанализировать существующие методы повышения долговечности замковых соединений бурильных труб;
* сформировать комплекс методов исследования;
* провести исследования изнашивания замковых резьбовых соединений при многократном свинчивании-развинчивании;
* исследовать влияние смазочных композиций на долговечность замковых резьбовых соединений;
* оценить влияние свойств рабочей среды на характер изнашивания резь­бовых поверхностей;
* разработать рекомендации по повышению износостойкости' замковых

резьб.

**Научная новизна:**

1. Определена оптимальная концентрация! медесодержащей добавки Q1SO4 к-графитосодержащим смазкам, равная 0,24 масс. %, обеспечивающая процесс избирательного переноса и повышения долговечности замкового резь­бового соединения.
2. Установлено, что в, процессе многократного свинчивания замкового резьбового соединения-наименее долговечным является его і неподвижный эле­мент — муфта, резьба которой подвержена наибольшему износу.
3. Выявлено, что максимум контактной выносливости и давления разру­шения смазочной пленки^ достигается в нейтральной среде при рН=6,3...6,7, стремительно снижаясь примерно в>3 раза до минимума при рН=8...8,5.
4. Показано, что в сопоставимых условиях параметры контактной вынос­ливости и давления.разрушения смазочной пленки уменьшаются с повышением плотности рабочей среды.
5. Найдено-оптимальное соотношение скоростей\*свинчивания замкового соединениями удельной'.нагрузки; распределяемой’по винтовой, линии резьбы, обеспечивающее оптимум долговечности при эксплуатации бурильных замков.

**Основные защищаемые положения:**

1. Системная оценка влияния эксплуатационных факторов на долговеч­ность замковых резьбовых соединений.
2. Комплекс лабораторно-испытательных и вычислительных методик для определения многофакторности параметров.
3. Оценка влияния удельной нагрузки и скорости скольжения на процесс трения и изнашивания.
4. Метод изучения влияния pH и минерализации на процесс изнашивания металла при трении.

5: Методика определения оптимальной концентрации медесодержащей добавки в смазке для\* повышения износостойкости резьбы-бурильных замков; изготовленных из стали 40 ХН;

**Практическая ценность.**

Г. В результате диссертационных исследований обосновано значение соз­дания методики повышения работоспособности; как следствие, определения износостойкости замковой, резьбы и качества\* применяемой смазки в процессе плоскопараллельного- контактирования витков резьбы при свинчивании- развинчивании и формировании базы-данных-по триботехническим характери­стикам и технологической эффективности наполнителей из цветных металлов, используемых в смазочных материалах в. качестве плакирующих элементов, а также подбором в лабораторных условиях типа, добавки и\* её количественного содержания, позволяющей реализовать эффект автокомпенсациии износа. Кро­ме того:

1. Разработаны практические рекомендации повышения долговечности замковых резьб .при сборке-разборке бурильной колонны и предложено:

* осуществлять меньшую частоту вращения- бурового ключа' при, свинчи- вании ЗРС равную 40 мин'1, что соответсвует линейной скорости для ЗРС с зам­ком 3-133 *VCK* = 0,27 м/с при использовании муфт резьбового соединения с твердостью в пределах 280-300 НВ;
* использовать большую частоту вращения, бурового ключа при свинчи­вании-ЗРС, равную 84 мин"1, что соответсвует линейной-скорости для ЗРС с замком 3-133- *VCK* = 0,56 м/с, при увеличении нагрузки от массы.наращиваемых труб свыше 3,0 кН. В основу рекомендаций положены результаты по методике

определения аналитической зависимости *11 ~ f(p)* - величины, износа и от удельной нагрузки *Р* и *и = f{Vj) -* величины износа и от линейной скорости скольжения *VCK* для различных элементов резьбовой пары, которые позволяют предотвратить преждевременный износ одного из элементов и повысить долго­вечность замкового соединения в целом.

1. Разработаны рекомендации по применению смазок для использования в минерализованных средах.

**Реализация результатов.**

Результаты диссертационной работы рекомендуются для использования в научно-исследовательских и проектных институтах нефтегазовой отрасли на­пример в. филиале ООО «ВНИИГАЗ» в г. Ухта и других проектно­конструкторских организациях, инжиниринговых и исследовательских центрах нефтяного и газового комплекса, например» филиале ООО "ЛУКОЙЛ- Инжиниринг" "ПечорНИПИнефть", а также на нефтегазодобывающих пред­приятиях при решении практических задач, в компаниях ОАО «Газпром», ОАО «НК «Лукойл», ОАО**'«НК** «Роснефть»» и- др (Приложение А).

Полученные результаты используются в учебном процессе при подготов­ке бакалавров и специалистов по специальности "Технологические-машины и оборудование", "Машины.и оборудования нефтяных и газовых промыслов", а так же магистров по направлению «Нефтегазовое дело» (Приложение Б).

**Апробация работы.**

Основные положения диссертационной работы докладывались на между­народных научно-технических конференциях «Севергеоэкотех» при УГТУ в 2007-2011 годах, конференциях преподавателей и сотрудников УГТУ в 2007- 2011 годах, конференциях ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» в 2010-2011 годах, научно- технической конференции ООО «PH - Северная нефть» в 2011 году и на кон­ференциях в рамках научно-педагогической школы «Современные проблемы нефтепромысловой и буровой механики» в 2007-2011 годах, кафедре машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности УГТУ в 2011 году.

**Публикации.**

Основные результаты исследований опубликованы в 10 работах, в т.ч. 1 статья'в изданиях, рекомендованных ВАК по специальности защиты, 3-х тези­сов докладов на научно-технических конференциях.

**Структура и объем работы.**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, общий объем со­ставляет 125 страниц, включая содержание, 47 рисунков, 11 таблиц, список ли­тературы состоит из 108 наименований.

Основные выводы и рекомендации

1. В результате анализа установлена потребность увеличения ресурса замковых соединений бурильных труб на основе совершенствования методов повышения долговечности резьб при сборке-разборке бурильных колонн в про­цессе спуско-подъемных операций.
2. Предложен комплекс вычислительно-измерительных методик, обеспе­чивающих полноту научных исследований в области поиска путей повышения износостойкости замковых резьбовых соединений при их многократном- свин­чивании.
3. Выявлено, что скорость свинчивания влияет на замковое резьбовое со­единение по разному: износ подвижного элемента пары трения-ниппель-муфта уменьшается, а неподвижного возрастает при увеличении скорости скольжения.
4. Установлено, что с увеличением нагрузки в диапазоне 2,0...5,0 кН из­нос пары трения, работающей в среде консистентной смазки, возрастает, а с ростом линейной скорости уменьшается, причем темп снижения износа тем. больше, чем выше нагрузка, что объясняется, по видимому, эффектом набе­гающей волны гидрорасклинивания:
5. Проведены исследования влияния минерализации и плотности в зави­симости от нагрузки на давление разрушение смазочной пленки, являющейся причиной уменьшения- работоспособности. Выявлено, что минерализация и плотность в зависимости от нагрузки- оказывает негативное влияние на давле­ние разрушение смазочной пленки и смазочную способность как базовых сма­зок, в том числе с добавкой графита, так и многокомпонентных смазочных со- ставов'.РУС-1, Р-402.
6. Результаты стендовых испытаний замков ЗП-105-54 с замковой резьбой
7. 86, работавших в среде многокомпонентных смазочных материалов с добав­кой CuS04, при нагрузке 1,02-103 Н показали увеличение работоспособности в
8. раза по-сравнении, со смазкой1 без добавки. Резьба по окончании испытания была, покрыта слоем медной пленки, что характерно для процессов с реализа­цией избирательного переноса.
9. Предложен состав смазочной композиции, состоящей из графитной (до 20 масс. %) смазки УСсА с медесодержащей добавкой CuS04 реализующей из­бирательный перенос в смазочных многокомпонентных материалах. Определе­на оптимальная концентрация медесодержащей добавки, равная 0,24 % от мас­сы смазки с содержанием графита до 20 масс. %.
10. Выполненная работа в целом представляет собой комплексную мето­дику научного обоснования методов повышения долговечности замкового со­единения бурильной колонны.

Список литературы

1. Айзупе Э.А. Измеритель напряжений в бурильных трубах при роторном бурении. - Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т разработки и эксплуатации нефтепромысловых труб, Куйбышев, 1978, вып. 10, Нефтепромысловые трубы, с. 35-37.
2. Барышников АЛ. Повышение прочности и долговечности замковых резь­бовых соединений.бурильнойколонны. Диссертация доктора технич. наук. - М,

; 1998:-71 с. ... . :'7"- ' ' '

1. Барышников, А.И: Работоспособность, резьбовых соединений бурильной\* колонны при циклическом нагружении: - Дис. к-та техн. наук, МЇ,. 1984, 220с:;:
2. Барышников А.И. Способ определения плотности промывочной жидкости. -Авт. свид-во СССР №1373799, БД 1988, №6.
3. Басовії ч Г). С. Исследование условий эксплуатации и разработка, рекомен- даций по повышению надежности бурильной, колонны при проводке сверхглу- бокихскважин (на примере скважины. CF-3 на Кольском полуострове). - Дис. к -та техн. наук, М., 1983,. 165 с.
4. Бухарев П.А. Работоспособность трубных, резьбовых соединений легко­сплавных бурильных труб при проводке скважин^ с повышенными забойными температурами. - Дис. канд. техн. наук, М’, 1988; 157 с.
5. БыковИ: Ю:, Кузьминых Д. В: Методика определения остаточного ресурса резьбового соединения; при? свинчивании,1 и. развинчивании //Сборник научных трудов [Текст]: материальїі научно-технической конференции (18-20/ марта 2009т., Ухта) в 4 ч.; ч. I. - Ухта: УГТУ, 2009: - С. 253-257.
6. Быков И. Ю.,.Кузьминых Д. В., Семин В. И. Методики проведения лабора­торных исследований износостойкости при трении моделей-резьбовых соеди­нений^ бурильной-колонны//Сборник-научных трудов1 [Текст]: материалы науч- но-технической>конференции (14-17 апреля’2009 г.): в 2 ч.; ч. 1/под.ред. НД. Цхадая,- Ухта: УГТУ, 2009. -С. 106-109. •
7. Быков; И.Ю: Эксплуатационная, надежность и работоспособность нефтега- . зопромысловых и буровых машин: Учебное пособие / И.Ю:- Быков, Н.Д. Цха­дая. • Ухта: УГТУ, 2010. - 304 с.: ил.

10: ВадецкийЮ; В: Бурение нефтяных и газовых скважин. -М:: Недра; 1978; - 471 с.

1. Газанчан; Ю.И., Семин В:И. Повышение сопротивления усталости замко­вых резьбовых соединений утяжеленных бурильных труб большого диамет- ра//НТЖ. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - М.: ОАО«ВНИОЭНГ» 2004. - №6. - С. 15-17.
2. Гаркунов Д. Н., Крагельский И. В., Поляков А. А. Избирательный перенос в узлах трения. - М.: Транспорт, 1969. - 103 с.
3. Гаркунов Д.Н. и др. Водородное изнашивание деталей машин: Моногра- фия/Д.Н. Гаркунов, Г.ИСуранов, Ю.А.Хрусталев. - Ухта: УГТУ, 2003.-199 с.
4. Голубев А. И. и др. Уплотнения и уплотнительная техника. - М.: Машино­строение, 1986. -460 с.
5. Григорович В\*. К. Твердость и микротвердость металлов/В. К. Григорович. -М.: Наука, 1976.-230 с.
6. Гуляев-А. П. Металловедение. Учебник-для вузов; 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия; 1986: 544 с.
7. Давыд ов; Г.А. Исследования и разработка методов повышения износо­стойкости резьбы замков для геологоразведочных бурильных труб. - Дис. к-та техн. наук, М., МГРИ, 1973 .
8. Инструкция по расчету бурильных колонн. - М'. 1997 г.
9. Иосилевич Г. Б. Затяжка и стопорение резьбовых соединений: Справ.пособие. - М. : Машиностроение, 1971. - 183 с. -(Б-ка конструктора).
10. Калинин А. Г., Левицкий А. 3., Мессер А. Г., Соловьев Н. В'. Практическое руководство по технологии бурения скважин на жидкие и газообразные полез­ные ископаемые: Справочное пособие/Под ред. А.Г. Калинина. - М.: ООО "Не­дра- Бизнесцентр", 2001. - 450 с.: ил.
11. Карпенко Г. В. Влияние среды на прочность и долговечность металлов. — Киев, Наукова думка, 1976. - 125 с.
12. Керимов З.Г., Гнилке В., Мамедова П.М: Определение долговечности бу­рильных труб по критерию циклической прочности с учетом нагрузок при спуско-подъемных операциях. - Изв. вуз. "Нефть и газ", 1977, №3, с. 101—106.
13. Ковалев М. К. Нарезание *w* контроль резьбы бурильных труб и замков. - М.: Недра, 1965.
14. Козаченко\*Н.Е. Вопросы надежности бурильных колонн. - Обзор инф., М., ВИЭМС, 1978, 54 с.
15. Копылов В. Е., Артюшкин В. Н. Быстроразъемные и упругие соединения бурильных труб. - Тюмень, ТГУ, 1983, с. 96.
16. Костецкий Б. И. Трение, износ и смазка в машинах. — Киев, Техника, 1970. - 395 с.
17. Кудрявцев М. В., Тимокин В. М'. Влияние технологии изготовления и ус­ловий сборки на усталостную прочность резьбовых соединений// Тр. ЦНИИТ- маш, 1972. Кн. 112.
18. Кузьминых Д. В. Анализ промысловых данных влияния эксплуатационных факторов на ресурс резьбового соединения бурильных труб/ Д. В. Кузьминых,

И. Ю. Быков,// Сборник научных трудов: материалы научно-технической кон­ференции (15-18 апреля 2008 г., Ухта): в 2 ч.; ч. I/ под ред. Н. Д. Цхадая. - Ух­та: УГТУ, 2008. - С. 162-166.

29: Кузьминых Д. В. Влияние нагружения на коэффициент трения опытного образца при различной скорости вращения в смазочной среде/ Д. В: Кузьминых, И. Ю. Быков //Сборник научных трудов: материалы научно-технической кон­ференции (13-15 апреля 2010 г., Ухта): в 3 ч.; Ч..І/ под ред. Н. Д. Цхадая: — Ух­та: УГТУ, 2010. - С. 195-198. : .

1. КузьминыхД; В: Влияние эксплуатационных факторована ресурс резьбово­го соединения; бурильных труб/ Д. В: Кузьминых, Иі ЮЇ Быков?// Сборник.на- учных трудов: материалы\* научно-технической конференции (15-18 апреля. 2008 г., Ухта); в'2 ч.; ч. I/ под ред. II. Д. Цхадая. - Ухта: УГТУ, 2008. - Є. 166— **200.**
2. Кузьминых Д. В: К методике оценки; трибологических свойств смазок-для повышения долговечности замкового соединения бурильной колон­ны //Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море: - М.: OAG «ВНИИОЭНГ», 2011. -№-9. - С. 22-28; '
3. Кузьминых Д. В; Направления оценки-влияншп эксплуатационных факто­ров,на ресурс резьбового соединения бурильной колонны в зависимости от тех­нологии ее сборки/ Д. В: Кузьминых, *И.* 10. Быков .//IX Международная моло­дежная научная конференция «Севергеоэкотех — 2008»: Материалы конфрен- ции (19-21 марта 2008 г., Ухта): в 3 ч.; ч. 2. - Ухта: УГТУ, 2008. - С.. 164-166.
4. Кузьминых Д. В. Оценка степени износа образцов.бурильных труб в среде смазочного материала; при переменной линейной скорости скольжения в соот­ношении с.угловой-скоростью сборки бурильной колонны/ Д. В. Кузьминых, И. Ю: Быков .//XI Международная; молодежная научная конференция- «Севергео­экотех - 2010»: материалы конф, (18-20 марта 2010г., Ухта) в.4 ч:; ч. Г. - Ухта: УГТУ, 2010. - С. 253-257.
5. Кузьминых Д. В. Результаты, лабораторных испытаний по определению влияншгсмазок на износ резьбовых соединений/ Д. В; Кузьминых, И. Ю. Быков; // Сборник научных трудові: материалы научно-технической-конференции (14— 17 апреля.2009 г.,.Ухта): в:2'ч.; г I/ под.ред. Н. Д; Цхадая: - Ухта: УГТУ, 2009. -С. 109-113.
6. Кузьминых Д. В: Смазки для резьбовых соединений/ Д. В. Кузьминых, И. Ю. Быков // Сборник научных трудов: материалы научно-технической конфе­ренции (17-20 апреля 2007г.,.Ухта): в 2 ч.; ч. I/ под ред. Н. Д. Цхадая. - Ухта: УГТУ, 2008. - С. 86-89.
7. Кузьминых Л. Я. Замковый переходник. - Разведка и охрана недр. 1959; №
8. Ланина Т. Д., Литвиненко В. И., Варфоломеев Б. Г. Процессы переработки пластовых вод месторождений углеводородов. Монография - Ухта: УГТУ, 2006. - 172 с.
9. Лачинян Л. А., Угаров С. А. Конструирование, расчет и эксплуатация бу­рильных геологоразведочных труб и их соединений. М.. «Недра», 1975. 232 с.
10. Лачинян Л.А. Исследование работы замковых резьбовых соединений бурильных труб и разработка рекомендаций по повышению- их долговечности в геологоразведочном бурении: - Дис. канд. техн. наук, 1964.