

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18
по диссертации Халтурина Олега Александровича
на соискание ученой степени *кандидата технических наук***

Диссертация «Повышение долговечности резьбовых соединений бурильных труб на основе моделирования и выбора рационального момента затяжки при сборке» по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения принята к защите «18» октября 2023 г. (протокол заседания № 11) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.18, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «05» октября 2022 г. № 93-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым - четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на кафедре «Инновационные технологии машиностроения».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Песин Михаил Владимирович, декан механико-технологического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Тамаркин Михаил Аркадьевич, доктор технических наук (05.02.08), профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный технический университет» Министерства науки и

высшего образования Российской Федерации,

Афонин Андрей Николаевич, доктор технических наук (05.02.07), доцент, профессор кафедры «Информационные и робототехнические системы» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Москва. (Отзыв ведущей организации утвержден проректором по науке кандидатом технических наук Калашниковым Павлом Кирилловичем, заслушан на заседании кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством производства нефтегазового оборудования, протокол №6 от 24.11.2023 г. и подписан заведующим кафедрой стандартизации, сертификации и управления качеством производства нефтегазового оборудования, кандидатом технических наук, доцентом Поликарповым Максимом Петровичем, профессором кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством производства нефтегазового оборудования, доктором технических наук Карелиным Игорем Николаевичем. и доцентом кафедры стандартизации, сертификации и управления качеством производства нефтегазового оборудования, кандидатом технических наук Агеевой Верой Николаевой.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается областью их компетентности, научной деятельностью по специальности 2.5.6. Технология машиностроения, их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, глубокими профессиональными знаниями и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

На автореферат и диссертацию поступило 9 отзывов: Блюменштейн Валерий Юрьевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»; Васильев Евгений Владимирович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» и Попов Андрей Юрьевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Металлорежущие станки и

инструменты» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»; Марков Андрей Михайлович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»; Чигиринский Юлий Львович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»; Киричек Андрей Викторович, д-р техн. наук, профессор, проректор по перспективному развитию, профессор кафедры «Технология машиностроения» и Нагоркин Максим Николаевич, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность», ученый секретарь диссовета 24.2.277.01, ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»; Зверовщиков Александр Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Технологии и оборудование машиностроения» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»; Кугультинов Сергей Данилович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Производство машин и механизмов» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»; Непомилуев Валерий Васильевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Организация производства и управление качеством» ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева»; Шаламов Виктор Георгиевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технология автоматизированного машиностроения» ФГАОУ ВО Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск..

По теме диссертации соискателем опубликовано 12 научных трудов, в том числе 7 работ – в изданиях включенных ВАК в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций, получен 1 патент РФ на полезную модель. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Метод контроля конических резьб для элементов бурильных колонн на координатно-измерительной машине / В. А. Иванов, О. А. Халтурин, Т. Р. Абляз // Автоматизация и современные технологии. – 2014. – № 10. – С. 6-10 (0,6/0,3 п.л. автора).

Проанализированы существующие методы контроля конических резьб, выявлены недостатки. Представлен разработанный Халтуриним О.А. современный метод контроля конических резьб на координатно-измерительной машине.

2. Анализ влияния отклонений геометрии на напряжения в замковом резьбовом соединении / О. А. Халтурин // Современные проблемы науки и образования (Электронный ресурс). – 2014. – № 2. – 7 с (0,84/0,84 п.л. автора). – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2014/2/418.pdf>.

В работе представлен проведенный Халтуриним О.А. анализ влияния различных отклонений параметров резьбы от номинала на поведение НДС в свинченном замковом резьбовом соединении. Результаты показали сложную картину зависимости напряжений от сочетаний погрешностей изготовления резьбы, а их анализ выявил возможности для дальнейшего совершенствования конструкции резьбы и технологии изготовления.

3. Теоретическое исследование влияния фактических размеров резьбы на зависимость момента затяжки от угла поворота / В. А. Иванов, О. А. Халтурин // Современные проблемы науки и образования (Электронный ресурс). – 2015. – № 2(58). – 8 с (0,96/0,8 п.л. автора). – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/122-20401>.

Данная работа посвящена анализу влияния различных отклонений параметров резьбы на взаимозависимость момента затяжки замковой резьбы и угла поворота. Личный вклад Халтурина О.А. заключается в проведении исследования по модели и установлении того факта, что угол поворота имеет второстепенное значение и может использоваться в качестве нормированного параметра только с учетом фактических размеров резьбы изделия.

4. Расчет и моделирование рационального момента затяжки при сборке бурильных труб / М. В. Песин, Макаров В.Ф., Халтурин О.А. // Экспозиция Нефть Газ. – 2022. – № 7. – С. 50-54. (0,6/0,3 п.л. автора).

В работе представлена разработанная Халтуриним О.А. математическая модель резьбового резца, используемая при формировании резьбового профиля для исследования НДС в замковом резьбовом соединении. Показано полученное Халтуриним О.А. влияние отклонений геометрии профиля резьбы на взаимосвязь момента затяжки и угла поворота.

5. Моделирование напряженно-деформированного состояния в резьбовой поверхности в процессе сборки деталей бурового оборудования / В.Ф. Макаров, М. В. Песин, О. А. Халтурин // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2022. – № 8. – С. 366-369. (0,48/0,3 п.л. автора).

В работе представлена разработанная Халтуриным О.А. методика расчета фактического момента затяжки на основе контактных напряжений в осесимметричной конечно-элементной модели.

6. Зажимное устройство для испытания резьбового соединения на плоских образцах: пат. 211575 Рос. Федерация: МПК G01N 3/04, G01N 3/068 N / Халтурин О.А., Песин М.В., Макаров В.Ф.; № 2022105691/09; заяв. 03.03.2022; опубл. 14.06.2022 Бюл. № 17

В работе представлена разработанная Халтуриным О.А. принципиальная схема устройства.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель влияния момента затяжки на напряженно-деформированное состояние в собранном замковом резьбовом соединении бурильных труб под действием переменной эксплуатационной нагрузки, учитывающая технологические параметры изготовления резьбовых деталей (параметры наладки резьботочения и наличия упрочнения) и позволяющая назначать рациональный момент затяжки;

предложены зависимости эквивалентных амплитудных напряжений от момента затяжки, позволяющие на основе использования рациональных параметров отклонений геометрических параметров профиля резьбы повысить циклическую долговечность замкового резьбового соединения;

доказано существенное влияние отклонений геометрических параметров резьбы и ее упрочнения методом обкатки на взаимосвязь угла затяжки замкового резьбового соединения и момента затяжки;

введен коэффициент, учитывающий соотношение между главными напряжениями в опасном сечении замковой резьбы, позволяющий определять полное напряжение по осевой составляющей при испытаниях на плоских образцах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность повышения долговечности замковых резьбовых соединений бурильных труб на основе моделирования их напряженно-деформированного состояния и выбора рациональных технологических параметров изготовления и сборки составляющих их деталей;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. методов численно-аналитического моделирования напряженно-деформированного состояния резьбовых соединений и экспериментальных методик, позволяющих моделировать процессы свинчивания резьбовых соединений колонны бурильных труб во время проведения спускоподъемных операций, изучить влияние технологических способов повышения долговечности и условий эксплуатации ЗРС на рациональный момент затяжки;

изложены результаты численного моделирования напряженно-деформированного состояния замковых резьбовых соединений и влияния технологических способов повышения сопротивления усталости резьбовых соединений;

раскрыты возможности использования момента затяжки, упрочнения, регулирования отклонений размеров элементов резьбовых соединений для повышения прочностных характеристик ЗРС;

изучено влияние отклонения геометрических параметров резьбы (шаг, угол профиля, конусность) на взаимосвязь угла затяжки замкового резьбового соединения и момента затяжки, обеспечивающих требуемую долговечность замковых резьбовых соединений;

проведена модернизация методики численного моделирования напряженно-деформированного состояния замкового резьбового соединения, позволившая учесть технологию его изготовления и назначить рациональные параметры сборки бурильных труб, обеспечивающие более высокое сопротивление усталости при эксплуатации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены рекомендации по назначению рациональных моментов свинчивания для предприятия ООО «ПКНМ-Урал» (г. Краснокамск), обеспечивающие повышение сопротивления усталости резьбовых соединений на 20%;

определены пределы использования методики назначения рациональных моментов свинчивания для замковых резьбовых соединений, определяемые диапазонами изменения параметров технологии изготовления резьбового соединения и заданных условий его эксплуатации;

создана система рекомендаций по назначению рациональных параметров сборки бурильных труб с резьбовыми замковыми соединениями, базирующаяся на теоретическом и экспериментальном исследованиях влияния технологических параметров изготовления и заданных условий эксплуатации на долговечность;

представлены рекомендуемые рациональные моменты свинчивания для резьбовых соединений 3-86, 3-102 и 3-122 с упрочненной резьбой, изготавливаемых на предприятии ООО «ПКНМ-Урал» (г. Краснокамск).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовалось сертифицированное оборудование, показана воспроизводимость результатов исследования геометрических параметров конической резьбы и перемещений (напряжений) в объеме реальных резьбовых деталей в процессе выбора рациональных моментов затяжки замкового резьбового соединения при использовании рекомендуемых технологических способов повышения долговечности;

теория построена на известных положениях технологии машиностроения, теории формообразования поверхностей, теории деформации, компьютерного моделирования и согласуется с опубликованными ранее экспериментальными данными по теме диссертации;

идеи базируются на анализе практики назначения моментов затяжки замковых резьбовых соединений и опыте моделирования напряженно-деформированного состояния в замковых резьбовых соединениях под действием заданной эксплуатационной нагрузки;

установлено соответствие полученных автором результатов с результатами по исследованию долговечности замковых резьбовых соединений, представленными в независимых источниках;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации; представлены методики контроля параметров конической резьбы и перемещений (напряжений) в объеме реальных резьбовых деталей, моделирования свинчивания и нагружения замкового резьбового соединения растягивающими усилиями; разработано приспособление для испытательной машины с целью проверки адекватности результатов моделирования напряженно-деформированного состояния в замковом резьбовом соединении с учетом приложения заданной эксплуатационной нагрузки (Патент РФ № 211575).

Личный вклад соискателя состоит в участии в постановке цели и задач исследования, разработке методики математического моделирования, определении исходных данных для проведения экспериментальных исследований, участии в разработке оснастки натурного эксперимента, обработке и интерпретации экспериментальных данных, участии в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 4334-В: в ней изложены научно обоснованные технологические решения для обеспечения требуемой долговечности замковых резьбовых соединений при заданных условиях эксплуатации на основе выбора рациональных технологических параметров изготовления составляющих их изделий, имеющие важное значение для современного нефтяного машиностроения.

На заседании «22» декабря 2023г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.18 принял решение присудить Халтурину Олегу Александровичу ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 15).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 12, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18,

д-р техн. наук, доцент

Модорский Владимир Яковлевич

Ученый секретарь диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18,

д-р техн. наук, профессор

Булдубович Роман Васильевич

«26» декабря 2023г.

