



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ | SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»

Руслан Александрович Барышев

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
<http://www.sfu-kras.ru>, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001



16 мая 2024 г.

16.05.2024 № 2951
на № _____ от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
на диссертационную работу Дубиновой Ольги Богдановны «Фреттинг-
изнашивание вибронагруженных фланцевых соединений», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.5.3. Трение и износ в машинах

1. Актуальность темы исследований

В настоящий момент действует социальная программа по расширению газификации регионов Российской Федерации на основании Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «О газоснабжении в Российской Федерации»». Реализация положений Федерального закона увеличивает количество потребителей подключаемых к имеющейся инфраструктуре газораспределительных станций (ГРС). Это увеличивает объемы газа, подаваемые через имеющиеся ГРС и при сохранении проектных технических характеристик приводит к росту скорости движения потока газа. В результате увеличивается вибрационная нагрузка на узлы трубопроводной обвязки и оборудование ГРС.

Подключение технологических трубопроводов и оборудования на ГРС производится с применением фланцевых соединений, которые должны обеспечивать герметичность и надежность в течение периода эксплуатации между плановыми техническими обследованиями. Наиболее значительно изменение вибрационной нагруженности сказывается на уменьшении наработки до отказа именно фланцевых соединений, что может вызвать разгерметизацию и привести к утечке газа.

Отказ фланцевых соединений может происходить вследствие раскручивания шпилечных или болтовых соединений, а также в результате микроперемещения уплотнительных поверхностей фланцев, вызывающих износ прокладки в результате фреттинга. В научной литературе практически не встречаются исследования в области фреттинга, возникающего на контакте фланец–уплотнение. Также имеющаяся нормативная документация по подбору и расчету фланцевых соединений не учитывает влияние вибраций на герметичность и не позволяет прогнозировать продолжительность междиagnostического периода эксплуатации фланцевых соединений.

Таким образом, исследования по разработке методики расчета фланцевых соединений компрессорных и газораспределительных станций, эксплуатирующихся в условиях вибрационных воздействий, являются актуальными и востребованными.

2. Оценка структуры и объема диссертационной работы

Диссертация Дубиновой Ольги Богдановны на тему «Фреттинг- изнашивание вибронагуженных фланцевых соединений» состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 119 наименований, списка сокращений и условных обозначений и 5 приложений. Работа изложена на 158 страницах, содержит 47 рисунков и 36 таблиц.

Оформление текста диссертации выполнено в соответствии с установленными требованиями. Структура и содержание диссертационной работы имеют логическую последовательность и соответствует достижению поставленной цели.

3. Научная новизна результатов исследований, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна проведенных аналитических и экспериментальных исследований и полученных результатов, изложенных в диссертационной работе Дубиновой О.Б., заключается в следующем:

1. Получена зависимость коэффициента трения покоя, возникающего в сопряжении фланец–уплотнение, от величины шероховатости уплотнительной поверхности фланца. В качестве влияющего параметра выделен угол при вершине выступов профиля, уменьшение которого увеличивает коэффициент трения покоя.

2. Выведены аналитические зависимости для определения молекулярных констант трения покоя, учитывающие твердость уплотнительного материала и параметр шероховатости R_a уплотнительной поверхности фланца.

3. Установлено, что основным влияющим фактором при трении скольжения является шероховатость фланца. Для паронита, фторопласта и ТРГ определен диапазон R_a (3,41–5,23 мкм), соответствующий максимальным значениям коэффициента трения скольжения.

4. Определено, что использование уплотнительных материалов, имеющих низкие значения отношения коэффициента трения скольжения к критическому контактному давлению ($f_{ск}/p_{кр}$) позволит уменьшить толщину пластически деформированного слоя уплотнения и дольше сохранить герметичность фланцевого соединения.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Полученные Дубиновой О.Б. на основании теоретических и экспериментальных исследований результаты, дополняют существующую теорию о фреттинге и фреттинг-изнашивании для сопряжений металл–неметалл. На их основе получен комплекс зависимостей и разработана методика, позволяющая оценивать герметичность фланцевых соединений, работающих в условиях вибрационных воздействий разной интенсивности, и обеспечивать безаварийную эксплуатацию газораспределительных станций.

Предложено конструктивное решение для уплотнительной поверхности фланца, которое предупреждает развитие фреттинга и повышает наработку вибронагруженных фланцевых соединений.

Результаты, полученные в диссертационной работе использованы при разработке нормативного документа Р Газпром «Газораспределительные станции. Методика определения предельно допустимых режимов эксплуатации трубопроводов и оборудования ГРС» для ПАО «Газпром», принятого к внедрению в 2023 г.

5. Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов подтверждается правильной постановкой задач исследования, полноценным анализом литературы, использованием системного подхода при изучении процесса фреттинга во фланцевом соединении, моделированием зоны контакта фланец–прокладка с учетом напряженно-деформированного состояния, корректным проведением экспериментальных исследований, повторяемостью значений, полученных на ряде параллельно выполненных испытаний, а также сходимостью теоретических и экспериментальных результатов с погрешностью в пределах 4–10%.

6. Соответствии диссертации паспорту научной специальности

Диссертация Дубиновой О.Б. «Фреттинг-изнашивание вибронагруженных фланцевых соединений» соответствует паспорту научной специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах, в частности:

- п. 2 «Механика контактного взаимодействия при трении скольжения, трении качения и качения с проскальзыванием с учетом качества поверхностного слоя»;
- п. 3 «Закономерности различных видов изнашивания и поверхностного разрушения»;
- п.10 «Физическое и математическое моделирование трения и изнашивания».

7. Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы, кратко раскрывает содержание всех глав диссертации и основных научных положений и выводов, содержит полный перечень трудов по теме диссертации, автором или соавтором которых является соискатель.

8. Публикации по теме диссертации

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 12 работах, в числе которых 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 статья – в издании, включенном в базу данных Web of Science и Scopus. Также результаты проведенных по теме диссертации исследований докладывались на 8 международных и всероссийских научных и научно-практических конференциях различного уровня.

9 Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Основные положения и расчетные зависимости, полученные в диссертационной работе, могут быть использованы для расширения теории, описывающей особенности процесса фреттинга и фреттинг-изнашивания в сопряжении металл–неметалл.

Разработанная Дубиновой О.Б. методика оценки герметичности фланцевых соединений может применяться для обеспечения безаварийной работы и планирования своевременного технического обслуживания фланцевых соединений газораспределительных и компрессорных станций, работающих в условиях низкочастотной вибрации разной интенсивности.

Предложенное в диссертационной работе конструктивное решение для уплотнительной поверхности фланца в виде концентрических канавок может

быть использовано для повышения наработки до отказа фланцевых соединений, работающих в условиях вибраций.

На основании результатов проведенных исследований могут быть разработаны рекомендации по применению различных уплотнительных материалов для разных условий вибрационного нагружения.

10. Замечания по диссертационной работе

1. Исходя из работы не до конца понятно, будет ли возникать фреттинг при использовании стопорных элементов для болтов и шпилек, так как они предотвращают самопроизвольное развинчивание и скорее всего предупреждают относительное перемещение поверхностей фланцев по уплотнению.

2. В работе сказано о ряде патентов, описывающих применение различных стопорных элементов в резьбовых соединениях фланцев, но не ясно какой из них лучше всего предотвращает самопроизвольное развинчивание.

3. Нет информации об оценке шероховатости уплотнительной поверхности фланца до и после проведенных натурных испытаний и не ясно будет ли она меняться в процессе эксплуатации в условиях фреттинга.

4. Имеют место опечатки и замечания редакционного характера.

Указанные замечания не снижают научно-практической ценности диссертационной работы, носят дискуссионный или рекомендательный характер.

Заключение

Диссертация Дубиновой Ольги Богдановны «Фреттинг-изнашивание вибронегруженных фланцевых соединений» обладает внутренним единством, выполнена на актуальную тему, имеет научную новизну, теоретическую и практическую значимость и содержит новые научные результаты и решения, которые свидетельствуют о личном вкладе соискателя в науку.

Диссертация представляет собой самостоятельную, законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение проблемы повышения наработки фланцевых соединений технологических трубопроводов и оборудования газотранспортной отрасли, работающих в условиях вибрационных воздействий разной интенсивности и подверженных фреттинг-изнашиванию.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Дубинова Ольга Богдановна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» 15 мая 2024 года, протокол № 9.

Заведующий кафедрой «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», доктор

Тел.: +7 (902) 982-04-88

e-mail: YBezborodov@sfu-kras.ru

 Безбородов Юрий Николаевич

« 15 » мая 2024 г.

Доцент кафедры «Топливообеспечение и горюче-смазочные материалы» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», кандидат технических наук

Тел.: +7 (950) 401-41-63

e-mail: VShram@sfu-kras.ru

 Шрам Вячеслав Геннадьевич

« 15 » мая 2024 г.