

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента доктора технических наук  
Малиновской Юлии Александровны на диссертационную работу**

**Валеева Анвара Рашитовича на тему**

**«Анализ и разработка методов технической диагностики и вибрационной защиты  
нефтегазоперекачивающего оборудования»,**

**представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальностям 5.6.6. - История науки и техники (технические науки)  
и 2.8.5. – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ**

### **1. Актуальность выбранной темы**

Российская Федерация является одной из ведущих стран-экспортеров углеводородного сырья. В настоящее время трубопроводный транспорт России - это стратегический вид транспорта с большим объёмом грузооборота. Протяженность сети действующих трубопроводов, снабжающей углеводородным сырьём экономику России и обеспечивающей выполнение договорных обязательств с зарубежными партнерами составляет более 250 тыс. км. Важнейшей национальной задачей является обеспечение надежности работы трубопроводов, которая во многом определяется надежностью основного оборудования – магистральных насосных и газоперекачивающих агрегатов, а вопросы совершенствования систем контроля и мониторинга технического состояния основного оборудования являются приоритетными для транспортных компаний.

В условиях ограничения доступа к зарубежным комплектующим и оборудованию, проведение оперативного, а тем более, аварийного ремонта или замены оборудования становится крайне нежелательным. И наоборот, эффективные меры предупредительного совершенствования ответственных конструкций и механизмов на основе надежных методов и средств мониторинга и оценки технического состояния механоэнергетического оборудования становятся крайне важными. В связи с этим диссертационная работа Валеева А.Р. в которой автор на основе историко-технического анализа развития методов диагностики промышленного оборудования, определяет перспективные пути развития данного направления и разрабатывает новые технические решения диагностики и вибрационной защиты нефтегазоперекачивающего оборудования, обладает несомненной актуальностью.

### **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения и выводы, которые автор делает в диссертационной работе полностью обоснованы и базируются на тщательном анализе литературных источников и технической документации, в том числе регламентирующей и технической документации ПАО "Газпром" и ПАО "Транснефть". В диссертационной работе Валеев А.Р. использует современные математические методы исследования колебаний оборудования и виброизоляторов, базирующихся на положениях теоретической механики, сопротивления материалов и математического моделирования. Соискателем разработан прототип и экспериментальный стенд для апробации предлагаемого метода.

Результаты исследований диссертационной работы, выносимые на защиту, опубликованы в 119 работах, среди которых значительное количество работ - это статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК и в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science. Кроме того, основные положения диссертационной работы докладывались на заседании рабочей группы по проблемным вопросам использования нанотехнологий при создании вооружений, военной и специальной техники на научно-техническом совете Военно-промышленной комиссии РФ, а также 10 международных научных конференциях, т.е. были доступны для широкого обсуждения научной общест-

венностью. Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод об обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту.

### **3. Значимость полученных результатов для науки и практики**

В диссертационной работе автором впервые проведен исторический анализ возникновения и развития методов технической диагностики и вибрационной защиты промышленного оборудования. Четкое и детальное понимание причин и закономерностей развития данных отраслей позволит производить разработку новых методов и средств более эффективно.

Достоинством работы является ее комплексный характер: на основе историко-технического анализа автор не только выявил существующие проблемы, но и перспективные пути развития данных направлений обеспечения надежности трубопроводного транспорта, а именно - необходимость перехода от предупредительно-плановых ремонтов к обслуживанию по фактическому техническому состоянию; запрос на автоматизацию процессов оценки технического состояния; необходимость разработки новых подходов, использующих исходную информацию другой физической природы. Соискателем разработан метод диагностирования с применением тензометрического анализа, суть которого заключается в анализе в режиме реального времени динамических усилий в определенных точках оборудования. В рамках разрабатываемого подхода соискатель разрабатывает математические модели колебания нефтегазоперекачивающего оборудования, обусловленного действием различных источников возбуждения, позволяющих определить координаты их геометрического местоположения колебаний по информации об амплитуде, частоте и фазе усилий в опорах диагностируемого оборудования. В связи с тем, что данный подход к диагностированию является новым, то, безусловно, он обладает научной значимостью.

Также научной ценностью обладают исследования автора в области разработки виброизоляторов с квазиулевыми жесткостями. Им предложена новая конструкция виброизолятора, которая обладает компактностью и при этом высокими виброизоляционными свойствами.

Практической значимостью несомненно обладает разработка комплексной технологии мониторинга и вибрационной защиты нефтегазоперекачивающего оборудования, которая позволяет значительно снизить количество и интенсивность отказов оборудования и увеличить среднюю наработку на отказ. При этом расчетный экономический эффект от внедрения комплексной технологии мониторинга и вибрационной защиты только на один магистральный нефтеперекачивающий агрегат марки НМ 1250-260 составляет несколько миллионов рублей. Результаты диссертационной работы внедрены на ряде предприятий.

### **4. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Результаты исследования базируются на изучении большого числа литературных источников, в том числе технической и нормативной документации, которые изучил автор. Список использованной литературы включает 380 наименований литературных источников, в том числе технической и патентной документации по изучаемой теме. Достоверность результатов работы также подтверждается результатами экспериментальных исследований, проведенным по общепринятым методикам.

К результатам работы, обладающим научной новизной, можно отнести следующее:

1. Впервые в историческом и техническом аспектах представлены этапы возникновения и развития методов технической диагностики, проведен анализ становления и развития организации ремонтов, технического обслуживания и технической диагностики нефтегазоперекачивающего оборудования, который выявил следующие проблемы и тенденции: необходимость перехода от предупредительно-плановых ремонтов к обслуживанию по фактическому техническому состоянию; запрос на автоматизацию процессов оценки технического состояния; необходимость разра-

ботки новых подходов, использующих исходную информацию другой физической природы. Представлена историко-техническая картина становления и развития применения систем вибрационной защиты для промышленного оборудования, в том числе изучены развитие и перспективы систем с квазиулевым жесткостью. Впервые приведена целостная историческая картина развития метаматериалов.

2. Сформулирована и решена задача определения геометрического местоположения источников возбуждения при диагностировании технического состояния нефтегазоперекачивающего оборудования, отличающаяся тем, что используется информация об усилиях в опорах в реальном времени. Также разработаны математические модели колебания нефтегазоперекачивающего оборудования под действием различных источников возбуждения, отличающиеся тем, что позволяют по информации об амплитуде, частоте и фазе усилий в опорах оборудования определить геометрическое местоположение дефектов.

3. Разработаны научно-технические основы проектирования виброизолятора с квазиулевым жесткостью тарельчатого типа для использования на нефтегазоперекачивающем оборудовании, отличающиеся тем, что учитывают нелинейную силовую характеристику, неоднородность параметров и устойчивость конструкции виброизолятора.

4. В качестве средств вибрационной защиты нефтегазоперекачивающего оборудования впервые предложен и рассчитан виброизоляционный материал, отличающийся тем, что обладает внутренней структурой с квазиулевым жесткостью.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о достоверности и новизне полученных результатов и научных положений, выносимых на защиту.

## **5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложений, изложена на 402 страницах машинописного текста, содержит 183 рисунка и 62 таблиц. Оформление работы выполнено в соответствии с требованиями ВАК, изложение текста диссертации последовательно и логично выстроено. При рассмотрении исследований, выполненных другими авторами, в работе даются необходимые ссылки.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и основные задачи исследования, отражена научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе проведен анализ развития технического обслуживания промышленного оборудования в нефтегазовой отрасли. На основании него соискатель заключает, что существуют следующие проблемы и тенденции: необходимость перехода от предупредительно-плановых ремонтов к обслуживанию по фактическому техническому состоянию; запрос на автоматизацию процессов оценки технического состояния; необходимость разработки новых подходов, использующих исходную информацию другой физической природы.

Вторая глава посвящена разработке нового метода диагностирования. Разработана математическая модель колебания нефтегазоперекачивающего оборудования обусловленного действием различных источников возбуждения, позволяющих определить координаты геометрического местоположения источников возбуждения колебаний по информации об амплитуде, частоте и фазе усилий в опорах диагностируемого оборудования. Разработана экспериментальная установка, включающая электронную и программную части, позволяющая определять геометрическое местоположение источников возбуждения, проведены экспериментальные исследования по апробации математической модели распознавания положения одиночных и множественных источников возбуждения, которые подтвердили ее достоверность.

В третьей главе проведен анализ развития систем вибрационной защиты оборудования. Представлена историческая картина их становления и развития, в том числе изучено развитие

виброизоляторов с квазиулевою жесткостью, имеющим наибольший потенциал по эффективности среди систем пассивного типа.

В четвертой главе диссертационной работы выполнена разработка научно-технических основ проектирования виброизолятора с квазиулевою жесткостью тарельчатого типа, обладающей высокой эффективностью и компактностью, для использования на нефтегазоперекачивающем оборудовании.

Пятая глава посвящена анализу развития метаматериалов, в том числе со специальными механическими свойствами, перспективными для объектов транспорта нефти и газа.

Шестая глава посвящена разработке принципиальной конструкции виброизоляционных метаматериалов с квазиулевою жесткостью как дальнейшего развития виброизоляторов. Заключено, что предлагаемая структура метаматериалов позволяет иметь высокие виброизоляционные свойства и быть эффективной на различных объектах нефтегазовой отрасли - как в добычи, так и на объектах транспорта и хранения нефти и газа.

## **6. Основные замечания и рекомендации к диссертационной работе**

1. При проведении анализа методов вибрационной защиты, соискатель делает акцент, в основном, на средства виброизоляции, информация о других методах представлена, на мой взгляд, очень сжато.

2. В ходе изучения исторической картины развития методов технической диагностики нефтегазоперекачивающего оборудования и современного состояния отрасли, автор обращается к нормативным и регламентирующим документам крупнейших отечественных корпораций, однако не приводит сведений о современных требованиях, нормах или мероприятиях зарубежных транспортных компаний.

3. При рассмотрении истории изучения и применения метаматериалов, акцент делается на анализ достижений, выполненных зарубежными исследователями, информация об отечественных работах представлена весьма скудно.

3. В методике и эксперименте по локализации местоположения дефектов рассматривается один агрегат. При этом в насосном цехе, как правило, располагается несколько штук, а то и несколько десятков агрегатов. В работе не пояснено, каким образом предлагается учитывать вибрацию соседних насосов, которая служит дополнительным источником искажения массива диагностической информации при работе нескольких агрегатов.

4. В диссертации не приведены требования к условиям монтажа и эксплуатации тензодатчиков, при этом некоторые из них (например, накладные) обладают повышенной чувствительностью к перепадам температур и влажности, состоянию контактной поверхности, а также к деформирующим и ударным нагрузкам, неизбежно возникающим вследствие вибрации.

5. В тексте диссертации имеются неудачные стилистические обороты.

Отмеченные недостатки носят дискуссионный характер, не затрагивающий общей сути, и не уменьшают ценность достигнутых результатов.

## **7. Публикации, отражающие основные содержание работы**

По результатам диссертационной работы опубликовано 119 публикаций, в том числе 1 монография, 31 публикация в изданиях, входящих в перечень ВАК, 34 публикации в изданиях, индексируемые в Scopus и/или Web of Science, 10 патентов и свидетельств на результаты интеллектуальной деятельности.

## 8. Соответствия содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

В автореферате изложены основные положения диссертационной работы, которые дают достаточную информацию о защищаемых положениях и их обоснованности.

## 9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа «Анализ и разработка методов технической диагностики и вибрационной защиты нефтегазоперекачивающего оборудования» бесспорно, обладает научной новизной и имеет научную и практическую значимость.

Диссертационная работа Валеева Анвара Рашитовича отвечает критериям, утвержденным «Положением о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ (п.9-14, п.32).

Диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены исторический анализ становления и развития методов технической диагностики и вибрационной защиты, новые научно-обоснованные технические решения по разработке методов и средств диагностики и вибрационной защиты нефтегазоперекачивающего оборудования, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Учитывая высокую значимость выполненных исследований, научную и практическую ценность полученных результатов считаю, что автор представленной диссертационной работы Валеев Анвар Рашитович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальностям 5.6.6. - История науки и техники (технические науки) и 2.8.5. – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Профессор кафедры «Органическая химия»  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный  
технический университет»,  
доктор технических наук  
по специальности 02.00.13 – Нефтехимия,  
07.00.10 – История науки и техники

Малиновская Юлия Александровна

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
Почтовый адрес: 443100, Российская Федерация, город Самара, улица Молодогвардейская, 244,  
Главный корпус  
тел.: +7(846)273-43-17, malinovskayajyulia@gmail.com

Подпись Ю.А. Малиновской  
Первый проректор -  
проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО Самарский государственный  
технический университет



Ненашев М.В.

«21» апреля 2022 г.