

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук,
главного инженера – первого заместителя генерального директора
ООО «Газпром трансгаз Казань» **Чучкалова Михаила Владимировича**
о диссертационной работе Мамедовой Эльмиры Айдыновны
на тему: «Совершенствование методов оценки и мониторинга изгибных
напряжений в стенках труб подземных магистральных нефтегазопроводов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

1. Актуальность темы диссертационной работы

Большая протяженность и географическая распределенность подземных магистральных нефтегазопроводов, а также их высокая уязвимость перед интенсивными природными воздействиями требуют особых подходов к мониторингу напряженно-деформированного состояния (далее – НДС) на стадии эксплуатации. В местах проявления опасных геологических процессов в результате непрекращающихся грунтовых явлений происходит смещение участка в непроектное положение, вследствие чего возникают дополнительные нагрузки, приводящие к появлению повышенных изгибных напряжений в стенках труб, представляющих реальную угрозу разрушения. Поэтому особенную важность имеет задача непрерывного мониторинга НДС трубопроводов, проложенных в особых климатических условиях.

Вместе с тем, существующие на сегодняшний день системы мониторинга изгибных напряжений (т.н. «отнулевые» методы), не позволяют выполнить оценку НДС без знания «начальных» напряжений в трубопроводе, которые имелись на момент монтажа и проведения пусконаладочных работ таких систем. Их корректная эксплуатация не возможна без «знания» «начального» НДС. При этом, в настоящее время в отечественной и зарубежной практике рекомендации по оценке «начальных» напряжений в стенках труб и настройке этих систем мониторинга отсутствуют.

В диссертационной работе автором предложена оригинальная методика определения изгибных напряжений, заключающаяся в применении комплекса усовершенствованных методов, рационально сочетающих две группы: «масштабного» метода оценки НДС по профилю оси трубопровода с поверхности грунта и «локального» метода, основанного на измерении коэрцитивной силы металла труб, применяемого в точках, также определяемых с поверхности грунта.

В связи с этим, тема диссертационной работы Мамедовой Эльмиры Айдыновны, связанная с развитием и совершенствованием методов оценки и мониторинга изгибных напряжений в стенках труб подземных магистральных нефтегазопроводов, является актуальной научно-технической задачей, имеющей важное практическое значение для обеспечения надежного и бесперебойного функционирования систем магистрального трубопроводного транспорта.

2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе изучены и проанализированы современные теоретические положения и достижения отечественных и зарубежных авторов по вопросу мониторинга НДС подземных нефтегазопроводов, а именно оценки механических изгибных напряжений в их стенках.

Автором подробно рассмотрено существующее в отрасли положение, в частности, детально разобраны применяемые на сегодняшний день средства и методы оценки и мониторинга НДС подземных трубопроводов, выявлены их достоинства и недостатки, ограничения по применению, на основе чего выдвинуты собственные положения. Автор корректно использует известные научные методы для обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций, исходит из технологических ограничений, регламентированных в отраслевых нормативно-технических документах, и применяет терминологию в соответствии с действующими стандартами.

Обоснованность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик исследований. Экспериментальные исследования для оценки НДС по результатам измерения коэрцитивной силы металла трубы автор выполнил на испытательном стенде, подверженном одновременно силовому воздействию внутреннего давления среды и изгибу. Они проводились на испытательном стенде, максимально приближенном к реальным трассовым условиям, по методике, разработанной самим автором.

Результаты выполненного экспериментального исследования удовлетворительно согласуются с данными теоретических исследований, а также с результатами других авторов. Результаты теоретических исследований основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин, диссертант грамотно использует математический аппарат, корректно оперирует техническими понятиями и терминами.

3. Достоверность и новизна результатов

Научная новизна, полученная в ходе выполнения диссертационного исследования и сформулированная автором в тексте диссертации и автореферата, сомнений не вызывает. Выводы несут в себе новые знания и являются важными для практического применения.

Достоверность основных положений диссертационной работы Мамедовой Э.А. обеспечивается:

1. Достаточно полным и глубоким анализом отечественных и зарубежных исследований, нормативной базы, достижений и изобретений в области мониторинга и оценки НДС.

2. Применением эффективных методов планирования, проведения и обработки результатов эксперимента.

3. Применением корректных математических методов обработки информации и математической статистики.

4. Публикациями автора в рецензируемых авторитетных отраслевых научных изданиях, а также положительной апробацией на международных и всероссийских научно-практических конференциях, посвященных проблемам нефтегазовой отрасли.

Пункты научной новизны, приведенные в работе, соответствуют требуемым ВАК Министерства науки и высшего образования РФ критериям научной новизны для результатов диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно:

1. В диссертации автором предложены и обоснованы математические выражения, позволяющие определить действительные значения радиусов изгиба для двух граничных случаев относительно истинного значения радиуса, на основании которых получены зависимости абсолютного значения разности между максимальными изгибными напряжениями от минимального шага измерений при разных значениях абсолютной погрешности трассопоискового оборудования.

2. Автором разработана математическая модель для определения минимального шага измерений пространственного положения подземных магистральных нефтегазопроводов для оценки НДС применительно к диаметрам 820–1420 мм, а также обоснованы значения коэффициентов, входящих в разработанную математическую модель для определения минимального шага проведения съемки планово-высотного положения оси трубопровода в зависимости от погрешности применяемого трассопоискового оборудования.

3. Для применяемого в диссертационной работе модельного стенда по результатам экспериментальных исследований автором установлены зависимости изменения коэрцитивной силы, измеренной в продольном направлении трубопровода, от величины продольных напряжений, вызванных действием поперечного изгиба и внутреннего давления, получены и обоснованы выражения для нахождения сжимающих и растягивающих напряжений в сечении трубопровода по коэрцитивной силе с учетом внутреннего давления.

4. Автором диссертации разработана методика оценки начальных изгибных деформаций в стенках нефтегазопроводов и алгоритм для ее реализации, предусматривающие сочетание и последовательное использование метода оценки НДС на основе определения пространственного положения трубопровода и магнитного метода оценки НДС в выбранных сечениях трубопровода с применением коэрцитиметрического метода.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

К наиболее существенным достижениям диссертации Мамедовой Э.А., ценным для науки и практики, следует отнести следующие:

1. Установлено, что для оценки «нулевого» НДС магистральных трубопроводов наиболее целесообразным является применение комплекса методов, предусматривающего сочетание и последовательное использование как метода оценки НДС на основе определения пространственного положения

трубопровода, так и магнитного метода оценки НДС, основанного на измерении коэрцитивной силы металла труб.

2. Предполагая изгиб только в одной плоскости и рассматривая его как совокупность трёх точек оси, которые можно соединить дугой окружности, предложено решение задачи определения минимального шага измерений пространственного положения подземных магистральных нефтегазопроводов для оценки их НДС с поверхности грунта. Получены выражения, позволяющие определить действительные значения радиусов изгиба для двух граничных случаев относительно фактического значения радиуса изгиба, а также зависимость абсолютного значения разности между максимальными изгибными напряжениями от минимального шага измерений при разных значениях абсолютной погрешности для фактического радиуса изгиба. Установлено, что минимальный шаг проведения измерений зависит от точности трассопоискового оборудования и диаметра трубопровода, и практически находится в диапазоне от 20–60 м.

3. Разработана математическая модель определения минимального шага измерений пространственного положения подземных магистральных нефтегазопроводов диаметром 820–1420 мм для оценки их НДС с поверхности грунта при известном значении погрешности трассопоискового оборудования. Установлены и обоснованы значения эмпирических коэффициентов, входящих в указанную математическую модель.

4. На основе экспериментальных исследований получено выражение для нахождения сжимающих и растягивающих напряжений в сечении трубопровода по коэрцитивной силе с учетом действия поперечного изгиба и внутреннего давления.

5. Разработаны методика комплексного поэтапного диагностирования трубопроводов с вводимой в эксплуатацию системой мониторинга НДС и алгоритм ее реализации, позволяющие оценить «нулевые» (начальные) деформации нефтегазопроводов и предусматривающие сочетание и последовательное использование метода оценки НДС на основе определения пространственного положения трубопровода и магнитного метода оценки НДС в его выбранных сечениях с применением коэрцитиметрического метода.

6. Разработана методика определения механических напряжений в стальном трубопроводе по результатам измерения коэрцитивной силы металла труб с учетом действия поперечного изгиба и внутреннего давления (патент РФ на изобретение № 2722333 «Способ определения механических напряжений в стальном трубопроводе», опубл. 29.05.2020), в том числе определения положения плоскости изгиба в сечении трубопровода по коэрцитивной силе.

7. Основные результаты работы внедрены:

7.1 в учебный процесс обучающихся по направлениям подготовки 21.03.01 и 21.04.01 «Нефтегазовое дело»;

7.2 при реализации двух НИОКР: «Разработка системы мониторинга напряженно-деформированного состояния нефтепроводов, работающих

в сложных инженерно-геологических условиях на основе волоконно-оптических датчиков» и «Проведение теоретических и экспериментальных исследований для разработки системы мониторинга напряженно-деформированного состояния нефтепроводов на основе волоконно-оптических датчиков».

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, содержит 152 страницы текста без приложений, 48 рисунков, 20 таблиц, список литературы из 143 наименований и четырех Приложений, три из которых являются актами о внедрении результатов работы.

Структура диссертации логически проработана, работа грамотно структурирована, что позволяет последовательно и всесторонне решить поставленные автором задачи исследования.

В работе обосновывается постановка и целесообразность каждого этапа исследования, приводятся достаточно ссылок на труды других авторов и нормативно-технические источники, что свидетельствует о глубоком теоретическом осмыслении автором поднятых вопросов.

Основные излагаемые положения для облегчения восприятия иллюстрируют соответствующие рисунки, схемы, диаграммы. По каждой главе и работе в целом подведены итоги исследований.

Основные замечания и рекомендации к диссертационной работе

По результатам рассмотрения диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации (глава 1, страница 16, рисунок 1.1) автором приводится распределение основных причин возникновения аварийных ситуаций на магистральных нефтегазопроводах большого диаметра в республиках бывшего СССР, странах Европы и США за период 1968–2018 гг. При этом указывается, что порядка 34 % из них связаны с отказом оборудования. Однако, причины этих отказов не раскрываются;

2. В тексте диссертации (глава 3) автором подробно описаны выполненные экспериментальные исследования по моделированию плосконапряженного состояния стенок трубопровода. Не понятно, чем обусловлен выбор параметров используемого в эксперименте испытательного стенда (диаметр 219 мм, длина 10,5 м, давление 0–4,5 МПа), если все выводы работы относятся к трубопроводам диаметром 820–1420 мм, имеющим другие технологические параметры эксплуатации, а также зависимости изменения коэрцитивной силы от продольных напряжений, особенно за пределами упругости.

3. Чем обусловлена разность значений коэрцитивной силы, измеренной вверху и внизу испытательного стенда при условно «нулевых» значениях напряжений (глава 3, рисунки 3.9–3.18)?

4. В Главе 4 (п. 4.1, страница 110) отмечено, что в расчет закладывается нормативное значение радиуса упругого изгиба (1000D).

Современными исследованиями доказано, что такие ограничения вызывают неоправданную перебраковку ПОУ (до 30 %) и приводят к избыточным эксплуатационным затратам. Более того, категоризация ПОУ, выполняемая по их радиусам, справедлива только для ограниченной категории участков и не обеспечивает одинаковый запас прочности для труб разного диаметра и различных классов прочности. Поскольку конструкцию разрушают не радиусы, а напряжения, более физическим (и такие методы в ПАО «Газпром» уже существуют) представляется переход к категоризации по величине рассчитанных напряжений, например – фибровых.

Стоит отметить, что приведенные выше замечания не влияют на общую положительную оценку и не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы Мамедовой Э.А.

6. Публикации, отражающие основное содержание работы

Основное содержание диссертации изложено в 14 печатных работах, из них 5 – в ведущих рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, получено 2 патента РФ на изобретение. Ключевые положения диссертации докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях.

7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Содержание автореферата диссертации соответствует сущности самой работы, раскрывает этапы, логику и ход исследований. Главы диссертационной работы в автореферате изложены в реферативной форме с выкладкой основных положений, выводов и результатов.

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

Диссертационная работа Мамедовой Эльмиры Айдыновны «Совершенствование методов оценки и мониторинга изгибных напряжений в стенках труб подземных магистральных нефтегазопроводов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой представлены научно-обоснованные результаты решения задач совершенствования методов определения изгибных напряжений в стенках подземных магистральных трубопроводов, а также разработка подходов по настройке систем мониторинга их НДС.

Анализ работы позволяет сделать вывод, что Э.А. Мамедовой представлена к защите диссертационная работа, выполненная на высоком научном уровне, отличающаяся актуальностью темы, научной новизной и практической ценностью полученных результатов, а также их высокой теоретической значимостью.

Представленная диссертационная работа Мамедовой Эльмиры Айдыновны в полной мере удовлетворяет требованиям п.п. 9–14 «Положения

о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 20.03.2021) ВАК Министерства образования и науки РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ».

Официальный оппонент, главный инженер –
первый заместитель генерального директора
ООО «Газпром трансгаз Казань», доктор технических наук
по специальности 25.00.19 «Строительство
и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

Чучкалов Михаил Владимирович
« 10 » августа 2021 г.

Контактная информация:
ООО «Газпром трансгаз Казань»
420073, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Аделя Кутуя, д. 41
Тел.: +7 (843) 288-22-30
E-mail: info@tattg.gazprom.ru

Подпись Чучкалова М.В. заверяю: *ведущий специалист по
кадрам и трудовым отношениям*
М.В. Чучкалова
М.В. Чучкалова

