

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, кандидата технических наук

**Игнатика Анатолия Александровича**

на диссертационную работу Тигулева Егора Александровича

«Разработка методики оценки прочности сварных соединений

магистральных трубопроводов с учетом влияния форм и свойств их

механической неоднородности»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.8.5. «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз

и хранилищ»

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

Чтобы обеспечить надежную эксплуатацию магистральных трубопроводов, требуется выполнять прочностные расчеты с учетом наличия дефектов. Следует принимать во внимание, что в зоне сварных соединений (продольные и кольцевые сварные швы) механические характеристики могут существенно отличаться от характеристик основного металла трубы. Поэтому и результаты расчета на прочность сварного соединения и основного металла трубы могут быть различны. Обычно при выполнении прочностных расчетов трубопроводов в области сварного шва применяются механические характеристики, которые отличны от характеристик зоны основного металла трубы и, как правило, занижены, или вводятся коэффициенты концентрации напряжений. При этом не учитывается, что сварное соединение само по себе структурно неоднородно, что вызвано технологией выполнения сварного шва. Соединение может обладать прослойками более или менее прочными. Околошовная зона и зона термического влияния тоже имеют структурные и механические особенности.

В диссертации решается проблема учета неоднородности сварного соединения, вызванная термомодеформационными процессами сварки. Также рассматривается форма неоднородностей и какова граница между

прослойками сварного соединения с отличающимися механическими свойствами. Подобная задача, конечно, решалась исследователями. Соискатель использовал итоги прошлых работ по данной тематике. Однако применительно к магистральным газонефтепроводам в литературе не наблюдается учет структурной неоднородности сварных швов при выполнении расчетов на прочность и долговечность. Также представляет интерес рассмотренное в диссертации влияние на прочность трубопровода расположения трещиноподобного дефекта в различных механически неоднородных зонах сварного шва. Поэтому тема диссертации и ее содержание актуальны.

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

В диссертационной работе изложены аргументированные выводы, научные положения, а также рекомендации по усовершенствованию метода расчета на прочность сварных соединений магистральных трубопроводов.

Автор диссертации выполнил анализ существующих подходов к оценке прочности трубопроводов и других стальных конструкций в области сварных швов. Применяется аналитический метод линий скольжения, а также численное компьютерное моделирование для определения напряженно-деформированного состояния объекта исследований. С помощью последних методов автором выведены и обоснованы формулы для расчета поправочных коэффициентов концентрации напряжений в зоне трещиноподобного дефекта, находящегося в зоне сварного шва или околошовной зоне.

Выводы и рекомендации обосновываются результатами проведенных экспериментальных исследований, в которых образцы сварных соединений трубопровода подвергались измерению твердости в разных точках, а образцы с искусственными трещиноподобными дефектами испытывались на растяжение. Эти исследования выполнялись с учетом теории планирования эксперимента.

### **3. Достоверность и научная новизна полученных результатов диссертационной работы**

Достоверность основных положений диссертационной работы Тигулева Е. А. обеспечиваются:

- 1) достаточно полным и глубоким анализом научных исследований, нормативной базы, достижений в области определения напряженно-деформированного состояния сварных соединений;
- 2) применением методов планирования, проведения и обработки результатов эксперимента;
- 3) публикациями автора в рецензируемых научных изданиях.

Научная новизна видится в следующем.

Введен условный коэффициент двухосности нагружения трубопровода, позволяющий учитывать форму и прочностные свойства зон механической неоднородности при оценке напряженно-деформированного состояния сварного соединения под действием эксплуатационных нагрузок. Данный коэффициент позволяет перейти от формы механической неоднородности к напряженному состоянию сварного шва.

Получены выражения для расчета прочности сварного шва магистрального трубопровода с поверхностным трещиноподобным дефектом. Они включают в себя дополнительный коэффициент концентрации напряжений, который зависит от типа сварного соединения и расположения дефекта относительно зон механической неоднородности.

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

Теоретическая значимость результатов исследований заключается в подробном анализе поля напряженно-деформированного состояния сварного соединения нагруженного трубопровода с учетом форм и различных механических свойств прослоек шва. Предложен способ определения вида контактной линии между прослойками сварного соединения. Приведены теоретические положения, являющиеся основой для прочностного расчета

сварных швов трубопроводов с неоднородными по прочностным свойствам зонами.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке методики расчета на прочность сварного соединения трубопровода, содержащего трещиноподобный дефект. Введен дополнительный коэффициент концентрации напряжений, который позволяет учитывать расположение и тип дефекта относительно зон механической неоднородности. Также представлено экспериментальное поле твердости металла в области сварного соединения и околошовной зоне магистрального трубопровода, позволяющее оценить формы неоднородностей, вид их контактной границы.

## **5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Результаты диссертационных исследований могут быть использованы для оценки прочности и долговечности участков трубопроводов при обработке результатов технического диагностирования трубопроводов, в том числе результатов внутритрубной диагностики и дополнительного дефектоскопического контроля.

Разработанная Тигулевым Е. А. методика учета влияния механической неоднородности при расчете участков сварных соединений магистральных трубопроводов на прочность, выводы и рекомендации по диссертационной работе используются в научно-образовательных целях на кафедре «Транспорт и хранение нефти и газа» ФГБОУ ВО «УГНТУ» при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 21.03.01 и 21.04.01 «Нефтегазовое дело».

## **6. Оценка содержания диссертационной работы, степень ее завершенности и качества оформления**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов. Содержит 194 страницы текста, 69 рисунков, 10 таблиц, список литературы из 132 наименований, приложения.

Положения диссертации отражены в 10 опубликованных трудах, в том числе 5 статьях в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

Прослеживается единство научной работы. Приводится достаточно ссылок на труды других авторов и нормативно-техническую литературу, что свидетельствует о глубоком теоретическом осмыслении автором рассматриваемых проблем. Излагаемые положения иллюстрируются рисунками, графиками, таблицами, что облегчает восприятие текста диссертации. В конце каждой главы и в заключении подведены итоги исследований. Содержание автореферата в полной мере соответствует тексту диссертации.

## **7. Замечания и рекомендации по диссертационной работе**

1) Достаточно ли введенного условного коэффициента двухосности нагружения для полного учета взаимного влияния зон механической неоднородности и их криволинейных границ, чтобы перейти к достоверной оценке напряженно-деформированного состояния сварного соединения трубопровода?

2) От величины коэффициента механической неоднородности зависит оценка прочности сварного шва. На рисунке 7 (стр. 43 диссертации) наблюдается большой разброс значений данного коэффициента, полученных четырьмя разными способами. Этот рисунок не проанализирован.

3) Не указан критерий перехода в пластическое состояние зон (прослойки) сварного соединения.

4) Как отмечено в диссертации, форма зон механической неоднородности в сварных соединениях является сложной. В качестве границ неоднородностей используется парабола. Подтверждается ли параболическая форма границ в экспериментальной главе?

5) Считаю, что следовало бы подробнее, ссылаясь на пример с пояснениями, показать, как осуществляется переход от линии контактной границы между зонами механической неоднородности к условному коэффициенту двухосности, а от последнего к определению напряженного состояния сварного соединения трубопровода.

6) Выведенные соискателем формулы (93)–(102) для расчета коэффициента концентрации напряжений в области сварного соединения требуют использования точных диагностических данных. Как их получить?

Замечания и вопросы не снижают научной и практической ценности результатов диссертационной работы.

## **8. Заключение по диссертационной работе**

Диссертационная работа Тигулева Егора Александровича «Разработка методики оценки прочности сварных соединений магистральных трубопроводов с учетом влияния форм и свойств их механической неоднородности» соответствует паспорту научной специальности 2.8.5. «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», а также требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минорбнауки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, направленные на уточненное определение прочности и повышение надежности эксплуатируемых магистральных трубопроводов с трещиноподобными дефектами в зонах сварных соединений, выявленных по результатам

технического диагностирования, которые имеют существенное значение для магистрального трубопроводного транспорта.

Считаю, что Тигулев Егор Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ».

Официальный оппонент, канд. техн. наук по специальности 25.00.19 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», доцент кафедры проектирования и эксплуатации магистральных газонефтепроводов ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»

И.И. **Игнатик Анатолий Александрович**  
29.01.2024

*Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку*

**Место работы:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «УГТУ»)

Адрес: 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13

Тел.: 8-8216-774-482

E-mail: [aignatik@ugtu.net](mailto:aignatik@ugtu.net)

Подпись А. А. Игнатика заверяю:



*[Handwritten signature]*  
Э. А. Никитин  
20 24 года