

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента,
заведующего кафедрой механики материалов, конструкций и машин
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
Поярковой Екатерины Васильевны
на диссертационную работу Самигуллиной Лилии Гафуровны
«Разработка метода оценки остаточного ресурса нефтегазопроводов на
основе испытаний микрообразцов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.19 – Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и хранилищ

Актуальность темы диссертационной работы

Проблема оперативной оценки технического состояния линейной части действующих нефтегазопроводов особо остро встала в последнее время, когда продолжительность эксплуатации большинства трубопроводов превысила проектные сроки. Участки нефтегазовых трубопроводов эксплуатируются в различных условиях, в силу чего в них будет различаться интенсивность накопления дефектов и повреждений. Соответственно, решение о продлении срока эксплуатации тех или иных участков действующих трубопроводов должно быть дифференцировано и основываться на результатах инструментального контроля физико-механических характеристик металла. Большинство методов контроля прочности материалов, позволяющих оценить техническое состояние нефтегазовых объектов, требует получения образцов путем их вырезания и дальнейшего ремонта сварочным способом. Поэтому, методы оценки механических свойств металла на основе испытаний микрообразцов, полученными щадящим способом воздействия на металл, несомненно, являются актуальными. С этой точки зрения диссертационная работа Самигуллиной Лилии Гафуровны весьма актуальна. Судя по публикациям автора, идея у неё созревала длительное время и постоянно трансформировалась, а для того, чтобы понять, как происходят процессы деформирования и преобразований конструкции автору пришлось привлекать к решению проблемы самые различные методы исследований и анализировать большой объем экспериментального материала.

Структура диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, общим объемом 122 страницы печатного текста, содержит 25 таблиц, 45 рисунков, 3 приложения. Список литературы включает 122 наименования.

В первой главе проведен аналитический обзор технического состояния эксплуатируемых газонефтепроводов, показано, что значительная их часть имеет износ порядка 50-70 %. Для обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов необходимо совершенствовать методы оценки технического состояния и расчета остаточного ресурса.

Также в этой части работы рассмотрены различные процессы, ухудшающие прочностные свойства стали, при этом установлено, что в результате воздействия

повреждающих производственных факторов могут происходить как процессы упрочнения материалов с потерей их пластических свойств, так и снижения прочности.

Далее был выполнен анализ нормативной и методической базы по оценке текущего состояния и остаточного ресурса нефтегазовых трубопроводов. Показано, что большинство стандартных методов определения прочностных характеристик материалов, массово применяемых при контроле состояния трубопроводов, несовершенны, в частности, невозможно получить полноценные контрольные образцы стандартных размеров вырезкой из действующих трубопроводов.

Для решения указанной проблемы было предложено использование альтернативных методов измерения физико-механических свойств сталей – так называемый метод испытания микрообразцов (Small Punch Test – SPT). Метод SPT позволяет получить диаграмму нагружения, на которой можно выделить две характерные точки:

- 1) точка E , соответствующая состоянию перехода от линейности к распространению пластической зоны по толщине образца;
- 2) точка M , соответствующая максимальной нагрузке, при которой происходит разрушение образца.

Отработка экспериментальной методики проведения механических испытаний методом SPT проводилась с применением предварительного математического моделирования напряженно-деформированного состояния микрообразца.

Во второй главе приведены результаты математического моделирования напряженно-деформированного состояния металлических микрообразцов и сравнение численных результатов с натурными испытаниями микрообразцов. Моделирование контактной деформации дискообразного микрообразца специальным инструментом – «индентором» выполнено в программном комплексе SIMULIA Abaqus.

В качестве модельного экспериментального материала была выбрана сталь марки Ст3 ввиду ее хорошей изученности и широкого применения при строительстве различных нефтегазовых объектов.

Для оценки разработанной модели была проведена проверка ее адекватности для стали марки 10 с последующим сравнением результатов моделирования напряженно-деформированного состояния микрообразцов с экспериментальными значениями координат диаграммы нагружения по серии из 16 микрообразцов. Сравнение координат характерных точек текучести и прочности для экспериментальных значений и результатов моделирования показало удовлетворительные результаты.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований прочностных показателей стальных микрообразцов в лабораторных условиях SPT-методом. В основу экспериментальных исследований для оценки изменений механических свойств углеродистых сталей был положен принцип имитации накопления повреждений в стенках трубопроводах путем предварительного нагружения стандартных образцов статическими нагрузками различной

интенсивности. После накопления повреждений из стандартных цилиндрических образцов изготавливались микрообразцы диаметром 10 мм и толщиной 1 мм, которые испытывались путем вдавливания индентора до полного разрушения. Микрообразцы из стали марки Ст3 подвергались сжатию, а из сталей марки 10 и марки 20 – растяжению. Для каждой марки стали методом SPT испытывались образцы с различной степенью поврежденности и полученные результаты подвергались сравнительному анализу друг с другом и образцом в исходном неповрежденном состоянии. В ходе испытаний фиксировались параметры «нагрузка – перемещение», по которым строилась диаграмма нагружения. Результаты испытаний методом SPT микрообразцов позволили сделать вывод об изменении их механических свойств в результате накопления повреждений.

В четвертой главе приведены результаты разработки методики определения технического состояния и оценки остаточного ресурса нефтегазовых трубопроводов, основанной на известном принципе «безопасной эксплуатации по техническому состоянию». По результатам анализа диаграмм нагружения микрообразцов была установлена функциональная зависимость между изменением площади диаграммы нагружения и степенью поврежденности для сталей марок 10, 20 и Ст3. Показано, что экспериментально определяемая величина площади криволинейных фигур на диаграммах нагружения, как интегральный энергетический критерий, может служить для оценки скорости деградации механических свойств стальных трубопроводов и определения их остаточного ресурса. Методика предусматривает расчет остаточного ресурса объекта в конкретных условиях эксплуатации и проводится по динамике интегрального критерия технического состояния за весь период от начала эксплуатации до момента последнего контроля. Для реализации разработанной методики в производственных условиях предложены практические рекомендации по выбору оборудования и отбору образцов трубопроводов для проведения испытаний методом SPT и определения остаточного ресурса.

В заключении диссертации автором сформулированы основные выводы и результаты.

Список использованных в диссертационной работе источников оформлен в соответствии со стандартами: ГОСТ 7.82-2001 Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления; ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления; ГОСТ Р 7.05-2008 Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.

В тексте диссертации имеются необходимые ссылки на литературные источники.

Как положительное качество работы отмечаю, что автором уделено большое внимание созданию актуальным в настоящее время научно-обоснованным теоретическим аспектам решения проблемы.

В содержании диссертационной работы приводятся убедительные аргументы в пользу избранной концепции, всесторонне анализируются и доказательно критикуются противоречащие ей точки зрения.

Полученные автором результаты достоверны, представляют большой научный и практический интерес, не вызывают сомнений; выводы по каждой главе и заключение по работе в целом логичны и обоснованы.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в получении регрессионных зависимостей, описывающих напряженно-деформированного состояния микрообразцов, определяемых по диаграмме механических испытаний, а также в обосновании применения интегрального критерия технического состояния нефтегазовых трубопроводов при оценке их работоспособности и расчетах остаточного ресурса.

Практическая ценность заключается в предложенной методике проведения механических испытаний стальных микрообразцов с получением диаграммы нагружения и алгоритме расчета остаточного ресурса нефтегазовых трубопроводов, в разработке рекомендации по применению технических средств для отбора микрообразцов.

Выполненная диссертация соответствует *паспорту специальности 25.00.19 - Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ*: по п.1 – «Напряженное состояние и взаимодействие с окружающей средой трубопроводов, резервуаров и оборудования при различных условиях эксплуатации с целью разработки научных основ и методов прочностного, гидравлического и теплового расчетов нефтегазопроводов и газонефтехранилищ»; по п.7 – «Исследования в области ресурса трубопроводных конструкций, в том числе прогнозируемого при проектировании и остаточного при их эксплуатации».

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы, оформлен в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Написан лаконично, понятно, грамотно. Иллюстративная наполненность в полном объеме подтверждает основную смысловую нагрузку содержания глав диссертации.

Личный вклад автора состоит в сборе и обработке исходных данных по эксплуатации трубопроводов; обосновании математических конечно-разностных моделей и проведении экспериментальных измерений при испытаниях микрообразцов; разработке методики оценки остаточного ресурса стальных трубопроводов и рекомендаций по применению оборудования для получения микрообразцов.

Вопросы и замечания по существу работы.

1. Исследованные марки сталей имеют ограниченное применение в трубопроводном строительстве, в основном – для распределительных и технологических трубопроводов, построенных в период интенсивного возведения объектов 1960-1990 годы. Современные трубопроводные стали, особенно для магистральных трубопроводов существенно отличаются как по составу, так и по прочностным свойствам. Поэтому полученные в диссертации результаты, без дополнительных исследований, будет затруднительно использовать для магистральных трубопроводов. Планируется ли расширение номенклатуры исследуемых материалов?

2. В работе используются термины «уровень поврежденности» и «степень поврежденности». Неясно, они эквивалентны или в них есть различия. И как эти термины соотносятся с повреждаемостью материала?

3. В алгоритме расчета остаточного ресурса (глава 4, формула 4.10) выражение $k * \sigma$, учитывающее ширину доверительного интервала должно, по всей видимости, иметь знак «±», поскольку знак будет зависеть от конкретного характера функциональной зависимости (возрастающей либо убывающей).

4. Предлагаемый к использованию на практике аппарат «SSam2™ Surface Sampling Systems» для вырезки микрообразцов (глава 4) является продукцией зарубежного производства. В рамках диверсификации и «импортозамещения» было бы значительно эффективнее предложить еще и альтернативные варианты механических приспособлений российского производства.

Указанные замечания не снижают научно-практической ценности выполненной исследовательской работы и не затрагивают полученные научные результаты.

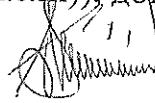
Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов, богатом фактическом материале, подкреплена многочисленным качественным графическим и иллюстративным материалом, грамотно и аккуратно оформлена. Стилистика написания диссертации соответствует объективному изложению фактического материала; работа написана с применением научных лексических средств, смысловая точность и ясность изложения текста диссертации, а также законченность, целостность и связность присутствуют в полном объеме. Представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации теоретически и экспериментально обоснованы; результаты выполненных исследований отличаются научной новизной и имеют практическое значение в области обеспечения надежной эксплуатации нефтегазовых трубопроводов.

Основные научные результаты, полученные автором диссертации, достаточно полно отражены в 11 публикациях, в том числе в 2 публикациях в рецензируемых изданиях, рекомендованных Министерством науки и высшего образования Российской Федерации. Три статьи опубликованы в изданиях, включенных в международную базу цитирования Scopus. Тематика публикаций соответствует заявленной теме диссертации соискателя и достаточно полно отражает ее содержание. В подтверждение полноты изложения основного текста в научных изданиях и количества публикаций соискателя по теме диссертации было установлено, что публикационная активность Самигуллиной Л.Г. полноценно продемонстрирована на российском информационно-аналитическом портале в области науки и технологии (в научной электронной библиотеке) <http://elibrary.ru/>.

Заключение. Диссертация «Разработка метода оценки остаточного ресурса нефтегазопроводов на основе испытаний микрообразцов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по

специальности 25.00.19 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, соответствует требованиям пунктов 2.1-2.6 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Самигуллина Лилия Гафуровна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.


Официальный оппонент – заведующий кафедрой механики материалов, конструкций и машин федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», доктор технических наук (научная специальность 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение в нефтегазовой отрасли)), доцент

 Пояркова Екатерина Васильевна
10 сентября 2020 г.

Подпись, ученую степень, ученое звание заведующего кафедрой механики материалов, конструкций и машин Поярковой Е.В. заверяю

Начальник отдела сопровождения диссертационных советов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» доктор технических наук, профессор



 Фот Андрей Петрович
10 сентября 2020 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»

460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13

Телефон: +7 (35-32) 77-67-70

Телефон кафедры механики материалов, конструкций и машин: +7 (35-32) 37-25-13

Сайт: <http://www.osu.ru>

Электронный адрес: post@mail.osu.ru

Электронный адрес кафедры механики материалов, конструкций и машин:

mmkm@mail.osu.ru