

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук профессора
Полякова Вадима Алексеевича
на диссертационную работу Елфимова Александра Васильевича
“Разработка методов оценки изменения механических свойств
и контроля напряженно-деформированного состояния высокопрочных
труб при испытаниях магистральных газопроводов”,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 25.00.19 –
“Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и
хранилищ”.

Специфика работы магистральных газопроводов предъявляет повышенные требования к их прочности и устойчивости. Следствием существующей технологии изготовления труб является наличие в их стенки начальных разрушений. Начальные разрушения в процессе эксплуатации газопроводов развиваются и могут привести к аварийной ситуации – разрушению трубопровода. Отсутствие в настоящее время общего решения задачи разрушения на уровне фундаментальных дисциплин делает научные исследования на данную тему, завершенные новым результатом, научно интересными и практически цennыми. Выявление потенциально опасной ситуации до начала эксплуатации газопровода (на стадии его испытаний) позволяет повысить эффективность работы газопровода за счет снижения риска эксплуатации – снизить вероятность возникновения аварийной ситуации и стоимость ее последствий. Поэтому в диссертации Елфимова А.В. решается всегда *актуальная задача* – повышение эффективности работы газопровода за счет повышения точности оценки и контроля напряжения материала стенки трубы.

В общем случае задача обеспечения прочности и устойчивости трубопроводов представляет собой систему принципиально разных задач, связанных единой количественной характеристикой – напряжением материала стенки трубы. В работе Елфимова А.В. рассматриваются три составляющие общей задачи:

- изменение прочностных характеристик металла, используемых в расчетах и оценке предельных значений напряжений;

- экспериментальное определение напряжения для новых материалов с учетом дефектов трубы;
- формирование по результатам исследования условий испытаний.

На решении этих задач построена *схема работы*.

Решение указанных задач требует формирование количественной взаимосвязи широкого набора количественных характеристик принципиально разных процессов. В качестве такой взаимосвязи предложена анизотропия коэрцитивной силы (АКС), определяемая экспериментально и используемая для непосредственного расчета прочностных характеристик. Поэтому работа представляет собой комплекс аналитических решений и опытно-экспериментального определения характеристик металла трубы и процесса нагружения. Этот факт определяет *основной научный результат* – совершенствование методов диагностики технического состояния трубы и процессов испытания газопровода на прочность и герметичность.

Следствием главного научного результата является *главный практический результат* – обоснование величины испытательного давления.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, подтверждается:

- теоретическими исследованиями, результатами экспериментальных исследований и главное – сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований;
- опубликованными работами, обсуждениями на научно-технических конференциях, личным участием в реализации технических заданий, выполняемых при подготовке диссертации.

Основными научными результатами диссертационной работы считаю:

1. Сформирована методика оценки изменения механических свойств металла в зависимости от напряженно-деформированного состояния.
 2. Представлена методика проведения экспериментального исследова-
- ния.

3. Предложена количественная характеристика взаимосвязи результатов эксперимента и технического состояния металла трубы – коэрцитивная сила.

4. Сформулирована методика оценки напряженно-деформированного состояния газопровода с учетом магнитных характеристик металла.

Выполненные исследования представляют собой взаимосвязанную и целенаправленную последовательность научных и технологических результатов, сформировавших новые технические решения. Таким образом, полученные решения поставленных задач являются основой практического применения результатов диссертационной работы при проектировании и эксплуатации газопроводных систем. *Основными практическими результатами* считаю:

1. Обоснован граничный уровень 1.25-кратного превышения испытательного давления от рабочего.

2. Разработана методика оценки дефектов в сварных швах.

Наряду с отмеченными достоинствами работы считаю необходимым указать следующие ее *недостатки*:

1. В автореферате и основной тексте работы заявлена, прежде всего, как экспериментальная. На стр. 10 автореферата написано “Испытания выполнены на плоских образцах ... Образцы закрепляли в устройство для создания напряженного состояния под действием изгибающей нагрузки (рисунок 2)”. В основном тексте диссертации отсутствует математическое доказательство корректности используемой для эксперимента модели.

2. В экспериментальных работах должны быть точно определены количественные показатели, их критериальные значения, количественно подтверждающие наличие искомой тенденции. На стр. 11 автореферата написано “По результатам измерений выполнен расчет анизотропии коэрцитивной силы (АКС).” без указания механического смысла данной силы и ее назначения в проводимом эксперименте. При этом именно изменение данной силы используется в качестве количественной характеристики эксперимента. Объект-

тивное математическое обоснование этого факта отсутствует, в том числе, в основном тексте диссертации.

3.Стр.12 автореферата. “На первой стадии проводят расчет продольных напряжений на основе данных геодезического позиционирования пространственного положения газопровода. Определяются участки с напряжениями, превышающими допустимую величину, на которых проводят измерения керзитивной силы и рассчитывают АКС по формуле (1)”. Стр.9 автореферата “ $\sigma = E_0 \epsilon$; (1)”.

Напряжение и деформация – тензорные величины. Как тензорные величины в формуле (1) связаны с АКС? Ответ на этот вопрос не дан в автореферате и основном тексте диссертации.

4.Стр.17 автореферата “Расчетными методами были определены параметры НДС участка исследования ...”. Стр.15 автореферата “Изгибные напряжения определялись по профилю упругой линии трубной плети”.

В качестве расчетного метода в Главе 4 основного текста приведен расчет нормативных продольных напряжений. В нормативном продольном напряжении компонента вызванного давлением напряжения не зависит от изгиба трубопровода. Но вследствие пространственной геометрии трубопровода (отличной от идеально прямого трубопровода) появляются дополнительные (не учтенные) нормами продольные напряжения, вызванные именно давлением. Эти дополнительные напряжения могут достигать значений, принципиально изменяющих схему напряженного состояния трубы по сравнению с нормативной.

Автор не привел расчет этих напряжений в обзоре существующих методов расчета, не учел при выборе участка трубопровода для исследования и при оценке результатов эксперимента. Поэтому полученные в диссертации результаты вызывают сомнения.

5.Основной текст и текст автореферата содержит недопустимые “особенности” и ошибки, затрудняющие его восприятие, в частности:

- стр. 8 автореферата "... причиной разрушения газопровода при пневматических испытаниях послужил неконтролируемый рост внутреннего испытательного давления до критических величин ...". Непонятно, о каком давлении идет речь? Если это давления расположенной во внутренней полости трубопровода среды, оно не может быть неконтролируемым. Если это что-то иное, то что? При этом именно на основе этой причины делается принципиальный вывод – стр. 9 автореферата "... стала очевидной необходимость дополнительного контроля и выявления изменения параметров металла ...";

- на стр. 8 автореферата в качестве единицы измерения используется обозначение "НВ" без приведения расшифровки. Не приведена расшифровка и в основном тексте работы;

- стр. 12 автореферата "На рисунке 5 результаты испытаний образцов № 3Т и 4Т представлены в координатах $\Delta H_c / \Sigma H_c - \sigma / \sigma_m$ ". По законам математики эту запись необходимо прочитать как формулу разности двух отношений, в первом из которых неясно число слагаемых постоянных величин H_c . О каких координатах идет речь?

- стр. 12 автореферата. В формулах (5) и (6) использовано обозначение $\bar{\sigma}$ без расшифровки данного обозначения. Далее на стр. 14 автореферата величина $\bar{\sigma}$ определена, как отношение " $\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma_m} 100\%$ ", и на стр. 12 указана в качестве координаты. При этом в качестве координаты непосредственно на графиках на рисунке 5 указано отношение σ / σ_t . При этом под обозначением σ_t в Таблице 2 указан предел текучести;

- стр. 60 основного текста диссертации. "11. Рассчитывают деформацию f_t (мм) свободного конца испытываемого образца ..." и формула (3.3). Деформация явно указана с размерностью [мм]. Это ошибка! По законам механики деформация – безразмерная величина!

- стр. 62 основного текста. В формуле (3.5) сила АКС складывается с напряжением (3.4) и получается сила!

- стр.113 основного текста. В Таблице 4.1 указано “Участок из труб D_y 1420×23,0 ...”. D_y – условный диаметр, а 1420 – значение наружного диаметра по номинальному значению. То есть, приведенная в Таблице 4.1 запись неверна!

- стр.126 основного текста. Приведенная в Таблице 4.4 формула для расчета “Напряжения от упругого изгиба” не соответствует составляющей продольного нормативного напряжения. Формула для продольного нормативного напряжения (4.2) приведена на стр.128. Но формула записана также с ошибкой – вместо $\sigma_{\text{пр}}^H$ в (4.2) написано $\sigma_{\text{пр}}$.

Указанные недостатки снижают возможность понимания текста диссертации, ставят под сомнение корректность проведенной работы и, следовательно, полученных результатов, а также возможность и качество применения в дальнейшем полученных результатов на практике сторонними специалистами.

Елфимов А.В. показал себя сложившимся исследователем, способным самостоятельно решать научные проблемы. Диссертационная работа является завершенным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на определенном научном уровне. В работе приведены научные результаты, позволяющие их квалифицировать как решения, обеспечивающие повышение эффективности работы магистральных газопроводов. Работа базируется на фактическом материале, иллюстрируется примерами, расчетами и графиками.

Опубликованные работы с достаточной полнотой отражают содержание диссертаций, автореферат в целом отражает содержание диссертации.

Содержание диссертационной работы соответствует специальности 25.00.19. – “Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ”.

На основании вышеизложенного считаю, что работа Елфимова Александра Васильевича соответствует требованиям положения ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслу-

живает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19. – “Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ”.

Официальный оппонент –
доктор технических наук, профессор
кафедры “Проектирование и эксплуатация
газонефтепроводов”
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
“Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина” (ГУБКИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ),
профессор

ПОЛЯКОВ
Вадим
Алексеевич

119991, Москва, Ленинский проспект, 65,
корп. 1

Тел.: +7 (499)-507-88-88

Подпись В.А.Полякова заверяю

U U

