

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу  
**Александрова Олега Юрьевича** на тему «Совершенствование проектных решений и методик эксплуатации магистральных газонефтепроводов, подверженных влиянию геомагнитных блуждающих токов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

### **1. Актуальность темы диссертации**

В настоящее время в РФ эксплуатируется протяженная и разветвленная сеть магистральных трубопроводов протяженностью более 242 тыс. км. Так ПАО «Транснефть» эксплуатирует более 52 тыс. километров магистральных нефтепроводов и около 19 тыс. километров магистральных нефтепродуктопроводов, протяженность магистральных газопроводов ПАО «Газпром» составляет более 171 тыс. километров.

Сегодня значительная часть этих трубопроводных систем исчерпала установленный ресурс. При этом, следует отметить, что основными причинами высокой аварийности трубопроводных систем являются коррозионные повреждения (по литературным данным до 50 % от общего количества аварий). Проблема усугубляется еще и тем, что по условиям эксплуатации трубопровод, как правило, воспринимает одновременное воздействие механических нагрузок (деформаций), износа и воздействия коррозионно-активных сред. Такое совместное воздействие может вызвать ускоренное коррозионно-механическое разрушение трубопроводов за счет общей механохимической коррозии, коррозионного растрескивания, которые значительно интенсифицируются под влиянием полей блуждающих токов.

Вследствие высокой плотности коррозионного тока, сквозное разрушение стенок трубопроводов в этих условиях может развиваться в течение 2-3 лет.

Как правило, наличие блуждающих токов на стадии проектирования трубопроводов выявляют методом «креста», при этом измеряют величину электрического поля в грунте при помощи электродов сравнения, ориентированных по сторонам света. Влияние блуждающих токов на действующих трубопроводах выявляют по изменению потенциала «труба-земля». Однако для неклассических источников блуждающих токов изменение потенциала «труба-земля» может происходить без существенного токообмена между грунтом и трубой, что предопределяет необходимость

разработки комплексного подхода по идентификации, оценке опасности источников блуждающих токов, а также регулированию режимов работы средств катодной защиты на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Именно решению этой важной для отрасли проблеме и посвящена работа соискателя.

Целью диссертационной работы Александрова Олега Юрьевича является обеспечение противокоррозионной защиты магистральных нефтегазопроводов от геомагнитных источников блуждающих токов путем совершенствования проектных решений и методов эксплуатации таких трубопроводов.

Для достижения данной цели автор провел работы по:

- математическому моделированию процессов образования геомагнитно-индуцированного тока (далее – ГИТ) в подземном протяженном трубопроводе;
- разработке программного обеспечения по моделированию процессов геомагнитно-индуцированного тока в подземном протяженном трубопроводе;
- экспериментальному исследованию вида и параметров работы источника блуждающего тока, воздействующего на современные системы магистральных газопроводов «Бованенково-Ухта» и «Ухта-Торжок»;
- разработке и усовершенствованию методов в области проектирования и эксплуатации газопроводов, подверженных действию геомагнитных источников блуждающих токов.

## **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 основным направлениям обеспечения работоспособности нефтегазопроводов, подверженных влиянию коррозионно-опасных источников блуждающего тока. Подробно рассмотрено существующее в отрасли положение, в частности, детально разобраны применяемые на сегодняшний день методы и способы выявления, локализации, оценки опасности блуждающих токов, защиты от них, выявлены достоинства и недостатки, ограничения, на основании 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 нормативными документами и действующими стандартами.

Обоснованность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований. Экспериментальные исследования автор выполнил на действующем участке современного магистрального трубопровода, подверженного воздействию неклассического источника блуждающего тока. Результаты натурного эксперимента удовлетворительно согласуются с результатами теоретических исследований и 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**

Достоверность основных положений диссертационной работы Александрова О.Ю. обеспечивается:

1) достаточно полным и глубоким анализом отечественных и зарубежных исследований, нормативной базы, достижений и изобретений в области обеспечения противокоррозионной защиты нефтегазопроводов от блуждающих токов;

2) применением эффективных методов планирования, проведения и обработки результатов эксперимента;

3) применением корректных современных математических методов обработки информации и математической статистики;

4) публикациями автора в рецензируемых авторитетных отраслевых научных изданиях.

Пункты научной новизны, приведенные в работе, соответствуют требуемым ВАК Министерства науки и высшего образования РФ критериям научной новизны для результатов диссертационной работы на получение ученой степени кандидата технических наук, а именно: в диссертации предложена математическая модель процесса образования геомагнитно-индуцированного тока в подземном трубопроводе, позволяющая проводить расчет силы тока и разности потенциалов между трубопроводом и грунтом при зависящих от линейной координаты параметрах, таких как, продольное сопротивление трубопровода, проводимость изоляционного покрытия, напряженность внешнего электрического поля; установлены критерии определения границ участка трубопровода, подверженного геомагнитному

влиянию, а также уточнены критерии идентификации источника блуждающего тока на исследуемом участке трубопровода при его эксплуатации; разработан алгоритм прогнозирования проявления геомагнитных токов на проектируемом участке трубопровода и выбора превентивных методов для обеспечения эффективной защиты от коррозии; предложен алгоритм оценки опасности геомагнитного источника блуждающего тока на действующих магистральных трубопроводах, позволяющий определить потенциальную скорость коррозии от действия геомагнитных токов на основании результатов трассовых электроизмерений.

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

К наиболее существенным достижениям диссертации Александрова О.Ю., ценным для науки и практики, следует отнести следующие полученные и обоснованные в работе результаты:

- доказано, что при воздействии квазипеременного геомагнитного поля на участок трубопровода с изоляционным покрытием, имеющим не бесконечно высокое переходное сопротивление, возникает электрический ток, максимальная сила которого обнаруживается в середине указанного участка, максимальные по модулю потенциалы – на его границах;

- раскрыты основные уравнения, необходимые для определения силы тока в трубопроводе и разности потенциалов «труба-земля» при заданных электрических и геометрических характеристиках трубопровода с изоляционным покрытием;

- изучено влияние протяженности участка трубопровода, его диаметра, электрической проводимости металла труб, переходного электрического сопротивления изоляции труб, величины электрического поля, создаваемого геомагнитным полем, на характеристики возникающего блуждающего тока;

- проведена модернизация критериев, идентифицирующих природу источника блуждающего тока, действующего на участки магистральных трубопроводов;

- разработан способ и устройство для защиты от источников геомагнитных блуждающих токов (патент РФ на изобретение 2642141, опубл. 24.01.2018 г.);

- определены диагностические методы исследования участка трубопровода, подверженного воздействию ГИТ, необходимые для оценки коррозионной опасности;

- создано программное обеспечение «PTCModeller», предназначенное для исследования закономерностей образования геомагнитно-индуцированного тока, а также для оценки величины силы тока и разности

потенциалов между трубопроводом и грунтом при разных значениях электрических и геометрических параметров;

- разработан алгоритм, позволяющий на стадии проектирования спрогнозировать появление блуждающих токов геомагнитной природы и обосновать выбор превентивных проектных решений, минимизирующих риск развития коррозии, вызванной источником ГИТ.

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

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, содержит 160 страниц текста, 74 рисунков, 15 таблиц, список литературы из 142 наименования и одного Приложения, являющегося актом 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 ссылки 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. Вызывает сомнение корректность применения бесконтактного измерителя тока «БИТА-2» основанного на измерении напряженности магнитного поля во время воздействия магнитных бурь;

2. В работе не уточнено чем обусловлен выбор 4-х точек измерения на экспериментальном участке трубопровода системы магистральных газопроводов «Бованенково-Ухта»;

3. В разделе 4.4.2 приведен пример расчета протекторов для предотвращения воздействия геомагнитно-индуцированного тока, при этом расчет выполнен для прогнозного значения сопротивления покрытия  $37,5 \text{ кОм}\cdot\text{м}^2$ , однако очевидно, что при таком сопротивлении покрытия, существенного влияния геомагнитно-индуцированного тока не будет.

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

## **6. Публикации, отражающие основное содержание работы**

Основное содержание диссертации отражено в 11 опубликованных научных трудах автора, в том числе в 5 статьях в профильных рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, и одном учебном пособии, предназначенном для подготовки студентов по направлению «Нефтегазовое дело». Ключевые положения диссертации докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях.

## **7. Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации**

Автореферат отражает основное содержание и выводы диссертационной работы, содержит теоретические и практические положения и разработки, ориентированные на обеспечение противокоррозионной защиты магистральных нефтегазопроводов от геомагнитных источников блуждающих токов путем совершенствования проектных решений и методов эксплуатации таких трубопроводов.

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

Диссертационная работа Александрова Олега Юрьевича «Совершенствование проектных решений и методик эксплуатации магистральных газонефтепроводов, подверженных влиянию геомагнитных блуждающих токов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой представлены научно обоснованные результаты решения задач по защите подземных трубопроводов от теллурических блуждающих токов, внедрение которых может способствовать обеспечению экономической и экологической безопасности трубопроводного транспорта углеводородного сырья и нефтепродуктов.

Учитывая высокую значимость выполненных исследований, научную и практическую ценность полученных результатов считаю, что представленная диссертационная работа Александрова Олега Юрьевича отражает содержание

научного труда, имеющего теоретический и практический потенциал, удовлетворяет требованиям установленным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (п. 9-14), Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335 (п. 9-14, п.32) «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, а ее автор, Александров Олег Юрьевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ».

Официальный оппонент,  
профессор кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
доктор технических наук по специальности 25.00.19 –  
«Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов,  
баз и хранилищ», профессор, академик Международной инженерной академии



Сергей Владимирович Китаев

Китаев Сергей Владимирович, д-р техн. наук по специальности 25.00.19 –  
«Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ)

Почтовый адрес: Республика Башкортостан, 450064, г. Уфа,  
ул. Космонавтов, д. 1, корп. 2  
тел.: +7 917 409 33 96, e-mail: Svkitaev@mail.ru

Подпись Китаева С.В. заверяю:

начальник ОРП Дадаян О.А.  
«03»  2019 г.

