

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский горный университет»,
д.э.н., профессор Сергеев И.Б.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
на диссертационную работу

Исуповой Екатерины Владимировны

на тему «Повышение эффективности защиты от коррозии подземных нефтегазопроводов на территории промышленных площадок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» (технические науки).

Работа выполнена в Ухтинском государственном техническом университете.

Научный руководитель доктор технических наук, профессор Агинея Р.В.

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Эффективность защиты от коррозии подземных трубопроводов является одним из основных факторов, определяющих надежность и долговечность эксплуатации нефтегазопроводных систем. Диссертационная работа Исуповой Екатерины Владимировны посвящена актуальной проблеме предупреждения коррозии наружной поверхности труб нефтегазопроводов, работающих на территории площадных объектов, таких как: насосные станции, газоперекачивающие станции, резервуарные парки, газораспределительные станции. На таких объектах работает оборудование, требующее устройства защитных заземлений: датчики, запорная арматура, электродвигатели, электрически связанные с трубопроводами. В соответствии с действующими нормативными требованиями все стальные подземные нефтегазопроводы защищаются средствами электрохимической защиты. В частности, для трубопроводов, расположенных на территории промышленных площадок насосных, компрессорных и других станций, такая защита может обеспечиваться несколькими катодными установками, анодные заземления которых расположены по периметру объекта. Однако конфигурация трубопроводных систем и оборудования промышленных площадок представляет собой сложную, взаимосвязанную систему, электрически соединенную посредством грунта. Некоторые электроды этой системы (защитные заземления электрооборудования, свайный фундамент, стальная арматура и пр.) могут являться ее катодными элементами, что вызывает экранирование натекающих защитных токов и влечет за собой многократный рост потребления электроэнергии катодной защитой. Практика показывает, что до 90-95% защитного тока натекает на защитные заземления, что на порядок снижает работоспособность и срок службы анодных заземлений, а также приводит к тому, что даже в случае выполнения требований по обеспечению требуемой степени защищенности трубопроводов по величине потенциала «труба – земля»,

коэффициент загрузки преобразователей станций катодной защиты по току и мощности превышает 0,7-0,8, что снижает их надежность и приводит к невозможности обеспечения эффективной противокоррозионной защиты в среднесрочной перспективе при частичном уменьшении величины переходного сопротивления изоляции трубопроводов. Рекомендаций по проектированию, вводу в эксплуатацию и последующей эксплуатации таких систем при их совместном расположении с защитными заземлениями до настоящего времени не разработано. Решению этой важной задачи и посвящена рецензируемая работа.

2. Структура диссертационной работы

Автор поставил своей целью – повышение эффективности противокоррозионной защиты трубопроводов, расположенных на территории промышленных площадок, путем внедрения научно-обоснованных технико-технологических решений в области проектирования, сооружения и эксплуатации систем противокоррозионной защиты нефтегазопроводов.

Актуальность ее не вызывает сомнения. Из этой цели вытекают и приведенные в диссертации **задачи исследования:**

1. Проведение исследования влияния системы защитного заземления, электрически соединенной с трубопроводом, на изменение параметров катодной защиты путем математического моделирования процесса токораспределения в системе противокоррозионной защиты трубопровода.

2. Разработка стенда и методики проведения экспериментальных исследований по оценке экранирующего эффекта от точечного защитного заземления.

3. Исследование изменения экранирующего эффекта в зависимости от материала защитного заземления, геометрических параметров его расположения относительно защищаемого сооружения и анодного заземления.

4. Совершенствование устройства для разделения контуров защитного заземления и катоднозащищаемых объектов, проведение лабораторных и опытнопромышленных испытаний образцов устройства на действующих площадочных объектах.

5. Разработка практических рекомендаций по повышению эффективности противокоррозионной защиты трубопроводов промышленных площадок на стадии проектирования, ввода в эксплуатацию и эксплуатации.

В первой главе **«Анализ средств и методов обеспечения эффективности защиты от коррозии трубопроводов на территории промышленных площадок»** показано, что при наличии сложно разветвленной системы подземных металлических коммуникаций, контуров защитных заземлений и заземлений молниезащиты могут наблюдаться непроектные смещения защитного потенциала.

По обоснованному в работе мнению автора радикальным способом устранения негативного влияния защитных заземлений является применение устройств, предназначенных для гальванического разделения контуров катодной защиты и защитных заземлений. Такие устройства могут быть выполнены на поляризационных ячейках, полупроводниковых элементах, например, диодах или варисторах. Однако существующие разработки имеют ряд недостатков, наличие которых позволяет сделать вывод о необходимости совершенствования таких устройств. Работа направлена на устранение этих недостатков.

Большой научный интерес представляет 2 глава «**Математическое моделирование электрического поля катодной защиты при взаимном влиянии анодных и защитных заземлений на территории промышленной площадки**», в которой решена задача определения проекции вектора напряженности внешнего электрического поля на ось элементарного участка трубопровода. Точечными источниками внешнего электрического поля являются анодные заземления установок катодной защиты и защитные заземления электроустановок, имеющих электрический контакт с трубопроводом. Замечаний по главе 2 не отмечено.

В третьей главе «**Лабораторные исследования влияния защитных заземлений электроустановок на эффективность электрохимической защиты подземных трубопроводов промышленных площадок**» разработан экспериментальный стенд в виде емкости (50 см x 50 см), заполненной увлажненным песчаным грунтом.

Исследования на моделях трубопроводов, размещенных в грунтовой среде, проводились многими российскими и иностранными авторами, например, Демченко Н.П. (год защиты диссертации 2000 г.), Агинец Р.В. (дан обзор зарубежных исследований). Поэтому хотелось бы, чтобы автор подчеркнул оригинальность созданной экспериментальной установки.

В четвертой главе «**Разработка, изготовление и испытание опытного образца устройства для гальванического разделения систем защитного заземления и катоднозащищаемых объектов на территории промышленных площадок**», доказывающей практическую применимость разработанной технологии, сформулированы основные требования, которым должно соответствовать разрабатываемое устройство, включая технические параметры, требования к конструктивным элементам и материалам, используемым при изготовлении устройства, требования безопасности при эксплуатации. Существенных замечаний содержание не вызывает.

В пятой главе «**Разработка рекомендаций по снижению негативного влияния защитных заземлений электроустановок на эффективность электрохимической защиты трубопроводов промышленных площадок**», описаны рекомендации и подходы, разработанные для применения при проектировании, вводе в эксплуатацию и эксплуатации нефтегазопроводов промышленных площадок, с которыми на данной стадии разработки технологии можно согласиться. Приведен алгоритм выбора мероприятия по снижению экранирующего влияния, оказываемого контурами защитного заземления на распространение катодного тока, который может быть использован эксплуатирующими организациями. Существенные замечания отсутствуют.

3. Значимость для науки результатов диссертационных исследований автора

К наиболее ценным научным результатам, полученным автором при решении задач, направленных на достижение поставленной цели диссертации, следует отнести следующее:

- автором получены уравнения для расчета внешнего электрического поля, действующего на участок трубопровода, подключенный к произвольному количеству станций катодной защиты и имеющий электрический контакт с произвольным количеством защитных заземлений электроустановок;

- установлена зависимость величины коэффициента экранирования тока катодной защиты от материала и расположения защитного заземления относительно защищаемого

сооружения и анодного заземления, а также угловой пространственной ориентации защитного заземления относительно защищаемого сооружения и анодного заземления.

- проведена систематизация основных направлений по минимизации негативного влияния на распределение параметров ЭХЗ трубопроводов, работающих в условиях взаимовлияния с контурами защитных заземлений промышленных площадок. Значительную научную ценность для решения поставленных задач имели научные исследования, связанные с разработкой алгоритма выбора мероприятий, позволяющих обеспечить требуемые параметры противокоррозионной защиты трубопроводов. Алгоритм может использоваться на стадии проектирования, пуско-наладки или эксплуатации трубопроводов.

Эти положения отражены в научной новизне работы, которая сформулирована следующим образом:

1. Введен критерий для оценки степени влияния контуров защитного заземления на параметры ЭХЗ трубопроводов - коэффициент экранирования тока катодной защиты, равный отношению разности значений потенциалов «труба – земля» при отсутствии и при наличии влияния защитных заземлений и наложенного потенциала «труба – земля» при отсутствии влияния защитных заземлений.

2. Разработана математическая модель распределения тока катодной защиты подземных трубопроводов, учитывающая влияние защитных заземлений в условиях промышленных площадок, позволяющая осуществлять выбор оптимальных параметров систем катодной защиты и мест установки защитных заземлений на проектируемых объектах, а также определение параметров и мест установки устройств для гальванической развязки между трубопроводом и защитными заземлениями.

3. Разработан алгоритм выбора мероприятий по минимизации и устранению негативного влияния контуров защитного заземления и молниезащиты, учитывающий основные параметры, характеризующие экранирование тока катодной защиты трубопроводов на территории промышленных площадок.

4. Значимость для производства результатов диссертационных исследований автора

Практическая ценность работы по мнению автора, с которым согласна ведущая организация, определяется тем, что:

1. Разработано программное обеспечение «PPE Modeller», позволяющее производить расчет распределения силы тока в трубопроводе и разности потенциалов между трубопроводом и грунтом при наличии подключенных к трубопроводу станций катодной защиты и электрического контакта между трубопроводом и защитными заземлениями электроустановок. Программа может использоваться, например, при проектировании трубопроводов для оценки влияния защитных заземлений на систему противокоррозионной защиты трубопроводов. По мнению специалистов ведущей организации программное обеспечение действительно обладает не только практической ценностью, но и научной новизной.

2. Разработанная конструкция устройства для разделения контуров катодной защиты и контуров защитных заземлений, позволяющая обеспечить уменьшение величины

катодного тока, натекающего на защитные заземления, также представляет научный интерес.

Приведенные результаты испытаний разработанного устройства, свидетельствующие о повышении абсолютной величины защитного потенциала на трубопроводах промышленных площадок при установке устройства в разрыв цепи защитного заземления подтверждают успешное решение поставленной задачи. Об этом же свидетельствуют и результаты внедрения.

3. Реализация результатов диссертационной работы осуществлена в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению подготовки Нефтегазовое дело в ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет».

4. Практическую значимость проведенных исследований подтверждает успешное внедрение результатов работы при проектировании компрессорной станции «Дивенская» в рамках проекта «Развитие газотранспортных мощностей ЕСГ Северо-Западного региона, участок «Грязовец - КС Славянская».

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на многочисленных научных конференциях. Опубликовано 6 научных работ в изданиях перечня ВАК (всего тринадцать опубликованных работ).

5. Замечания по диссертационной работе

1. В диссертации не структурированы защищаемые положения, что затрудняет их восприятие. Кроме того, в них нет положений, непосредственно связанных с научными результатами, которые в самой работе, безусловно, присутствуют.

2. Не указаны ограничения предложенной методики и техники катодной защиты нефтегазопроводов промышленных площадок. Кроме этого, в работе не дано определение термина «промышленная площадка».

3. Известен широко применяемый за рубежом метод оценки катодной защищенности разветвленных цепей трубопроводов, основанный на измерении переменных магнитных полей, например, с использованием прибора «Radiodetection», однако в диссертационной работе не проанализированы достоинства и недостатки этого метода.

4. На представленных рисунке 3.6 диаграммах рассеяния зависимость максимальных значений силы тока, натекающего на защитное заземление, и коэффициента экранирования тока катодной защиты (КЭТКЗ) для различных материалов защитного заземления выражена неявно, кроме того, отсутствуют результаты расчета коэффициента достоверности аппроксимации, что затрудняет оценку взаимосвязи между рассматриваемыми показателями.

5. В главе 2 приведены результаты исследования влияния взаимного расположения станции катодной защиты и защитного заземления на распределения вдоль трубопровода тока катодной защиты и разности потенциалов между трубопроводом и грунтом, однако в рассмотренных в работе примерах отсутствуют данные о взаимном влиянии нескольких станций катодной защиты, работающих на территории промышленной площадки.

В качестве пожелания рекомендуем ознакомиться с защищенной в 2014 году в Горном университете Пахотиным Павлом Александровичем диссертацией (год защиты - 2013) «Разработка технологии дистанционного электромагнитного диагностирования подводных переходов нефте- и газопроводов». В ней в частности приведены

экспериментальные исследования катодной защиты разветвленных цепей подземных трубопроводов на полигоне. К сожалению, работа не проанализирована. Кроме того, следовало бы более детально проанализировать работы научного руководителя д.т.н., профессора Агинея Р.В. по аналогичной тематике.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают практической значимости и новизны представленной работы.

6. Заключение по диссертационной работе

Кандидатская диссертация **Исуповой Екатерины Владимировны** на тему «Повышение эффективности защиты от коррозии подземных нефтегазопроводов на территории промышленных площадок», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842). Автор работы заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ. Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 80% от общего объема текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов, не выявлено. Результаты диссертационного исследования имеют научную и практическую ценность.

Диссертационная работа рассмотрена на заседании кафедры Транспорта и хранения нефти и газа ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» «28» апреля 2018 г. (выписка из протокола № 12 от «28» апреля 2018 г.). Результаты голосования: «за» – 8, «против» – 0 «воздержались» - 0.

Председатель заседания
Заведующий кафедрой
«Транспорт и хранение нефти и газа»,
д-р техн. наук

Самигуллин
Гафур Халафович

Секретарь заседания кафедры, к.т.н. ассистент

Иваник
Светлана Александровна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
199106, г. Санкт-Петербург, 21 линия Васильевского острова, д. 2
Тел.: (812) 328-84-79
E-mail: samigullin_gch@spmi.ru