

На правах рукописи

АХИЯРОВ РУСТЕМ ЖОРЕСОВИЧ

**ВЫБОРОЧНЫЙ РЕМОНТ ПОДЗЕМНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ НАРУШЕНИИ
ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

Специальность 25.00.19 - Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и хранилищ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Уфа 2001

Работа выполнена в

Уфимском государственном
нефтяном техническом университете

Научный руководитель:

кандидат технических наук,
доцент ***Рафиков С.К.***

Научный консультант:

кандидат технических наук,
доцент ***Давыдов С.Н.***

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
с.н.с., ***Азметов Х.А.***

кандидат технических наук,
Аскарлов Р.М.

Ведущее предприятие

ОАО Уралтранснефтепродукт

Защита диссертации состоится « _____ » _____ 2001 года
в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 212.289.04 при
Уфимском государственном нефтяном техническом университете по адресу:
450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского
государственного нефтяного технического университета.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2001 г.

Ученый секретарь Диссертационного совета,
доктор технических наук,
доцент

Ю.Г.Матвеев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В настоящее время в числе первоочередных задач, стоящих перед нефтегазотранспортными предприятиями России, выступает решение проблемы предупреждения отказов и продления срока службы трубопроводов.

Для решения данной проблемы применительно к линейной части трубопроводных магистралей комплекс ранее доступных технических средств предусматривал проведение гидравлических переиспытаний трубопроводов повышенным давлением и устранение выявленных при этом дефектов, проведение капитального ремонта трубопроводов с заменой трубы или заменой изоляционного покрытия.

Выбор участков трубопровода для капитального ремонта производился на основе статистики аварий, результатов электрометрических измерений, данных визуального контроля при проведении шурфования трубопровода и др. Однако, ввиду больших затрат на проведение ремонтных работ, необходимости вывода трубопровода на длительное время из эксплуатации, решить задачу предупреждения отказов на магистральных трубопроводах на основе переиспытаний и сплошного капитального ремонта не всегда представляется возможным.

Анализ состояния аварийности магистральных трубопроводов показал, что с начала 90-х годов интенсивность потока отказов не только утратила тенденцию к снижению, но и стала приобретать возрастающий характер. Увеличение отказов при достижении определенных сроков службы характерно для любой механической системы и связано с ухудшением ее состояния под влиянием процессов износа, накопления коррозионных и усталостных повреждений в предшествующий период эксплуатации.

В этих условиях нефтегазотранспортные компании перешли на реализацию программ, основным направлением которых явилось: переход к выборочному ремонту трубопроводов по результатам внутритрубной диагностики, обновление существующего парка техники, разработка технологий ремонта повышенной производительности.

Стратегия выборочного ремонта (как более дешевый и эффективный вид капитального ремонта) получила в настоящее время приоритетное значение вместо широкомасштабной сплошной замены протяженных участков трубопровода и заключается в том, что ремонтируются только дефектные трубы и дефектные участки.

В настоящее время в России одним из самых распространенных является метод, предусматривающий замену дефектных участков изоляционных покрытий трубопровода по результатам диагностики (метод переизоляции). Этот метод, применяемый как при капитальном ремонте, так и при выборочном ремонте, имеет ряд недостатков, а именно:

- большой объем проводимых земляных работ;
- большая трудоемкость работ по очистке трубопровода от старой изоляции и по нанесению нового изоляционного покрытия;
- возможность удаления изоляции находящейся в удовлетворительном состоянии, которая могла бы прослужить продолжительное время;
- значительная доля ручного труда, а вследствие этого невозможность проведения больших объемов ремонтных работ;
- применение большого количества разнообразной по мощности и по назначению техники.

Учитывая тенденцию ухудшения состояния магистральных трубопроводов по мере увеличения продолжительности эксплуатации под влиянием процессов накопления и развития повреждений, необходимости оптимального, экономного расходования финансовых ресурсов на поддержание системы магистральных трубопроводов в работоспособном состоянии актуальной является разработка нового метода выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия, устраняющего ряд недостатков, присущих методу переизоляции.

Целью работы является разработка нового метода выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов при локальном нарушении изоляционных покрытий, обеспечивающего ускорение темпов ремонтных работ, снижение материальных и трудовых затрат при сохранении высокой надежности.

Основные задачи исследования:

1. Показать возможность использования методов технической мелиорации грунтов для выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия.
2. Исследовать физико-химические процессы выборочного ремонта изоляционных покрытий подземных металлических трубопроводов,

эксплуатирующихся с активной электрохимической защитой и без нее, в местах их локального нарушения инъектированием химических реагентов.

3. Обосновать объемы закачки инъекционного раствора в зону повреждения изоляционных покрытий подземных металлических трубопроводов с целью обеспечения минимально допустимой концентрации инъектируемых веществ при различных влажностях и водонасыщенности грунтов.

4. Разработать технологический регламент по выборочному ремонту подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия инъектированием химических реагентов.

Научная новизна:

1. Установлено, что под действием потенциала катодной защиты трубопровода при инъектировании семиводного раствора сернокислого цинка концентрацией 150-160 г/л происходит электролитическое осаждение на поверхность металла подземного трубопровода металлического цинка, что приводит к образованию защитного цинкового покрытия, обладающего также свойствами протектора.

2. Показано, что при инъектировании в слабокислые, нейтральные и слабощелочные грунты водного раствора гидроксида кальция концентрацией 1,0 – 1,5 г/л, происходит образование на поверхности металла карбоната кальция за счет взаимодействия в естественных условиях с диоксидом углерода и солями угольной кислоты. Степень защиты при этом составляет 90 – 95%, что соответствует эффекту, достигаемому при катодной и протекторной защите.

3. Предложены зависимости, позволяющие оценить параметры инъектирования для трубопроводов различного диаметра с учетом обеспечения минимальной требуемой концентрации при различных степенях водонасыщения основных видов грунтов.

4. Для участков с повышенным содержанием грунтовых вод при невозможности поддержания достаточной концентрации, разработан метод выборочного ремонта с предварительным электроосмотическим обезвоживанием и последующим инъектированием рабочих реагентов.

Практическая значимость работы

Разработанные по результатам исследований технологии выборочного ремонта изоляционных покрытий подземных металлических трубопроводов в

местах их локального нарушения легли в основу руководства по выборочному ремонту предприятия «Востокоргэнергогаз».

Результаты исследований, выполненных автором при разработке метода выборочного ремонта, обобщены в учебном пособии «Защита от коррозии и ремонт подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционных покрытий», которое используется в учебном процессе Уфимского государственного нефтяного технического университета.

Апробация работы.

Основные положения и результаты работы докладывались на научно – технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых, Уфа, 1998 – 2001 г.г.; Всероссийской научно – технической конференции «Новоселовские чтения», Уфа, 1999 г.; II международном симпозиуме «Наука и технология углеводородных дисперсных систем - 2000», Уфа, 2000 г.; Межрегиональной научно – технической конференции «Проблемы нефтегазового комплекса», Уфа, 2000 г.; Международной научно – практической конференции «Нефтегазопереработка и нефтехимия – проблемы и перспективы», Уфа, 2001 г.; материалы научных исследований демонстрировались на выставке ЭКСПО-2000, Ганновер, Германия; опубликованы в информационной базе данных «Башкортостан - 2000».

Публикации

По результатам исследований опубликовано 11 научных работ и одно учебно – методическое пособие.

Объем и структура работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы. Содержание работы изложено на ___ страницах машинописного текста, ___ рисунках, ___ таблицах; список литературы включает ___ наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность, новизна и направления научных исследований, сформулирована цель и приведены основные результаты.

В первой главе работы проведен анализ публикаций, посвященных вопросам отказов на трубопроводах, исследованиям методов диагностики

состояния МТ, методам ремонта подземных трубопроводов, согласно которому был поставлен ряд задач исследований.

Проблемами и исследованием причин и характера разрушений трубопроводов на различных стадиях эксплуатации, условий неразрушимости, методов восстановления работоспособности, повышения надежности успешно занимались такие известные ученые, как: Абдуллин И.Г., Бабин Л.А., Березин В.Л., Бородавкин П.П., Гумеров А.Г., Гумеров Р.С., Гутман Э.М., Галиуллин З.Т., Зайнуллин Р.С., Ращепкин К.Е., Телегин Л.Г., Черняев К.В., Халлыев Н.Х., Ясин Э.М. и другие.

Проведенный анализ научных публикаций и нормативно-технических документов по статистике отказов, методам диагностики и исследования состояния магистральных трубопроводов с учетом степени информативности эксплуатационных параметров, методам ремонта подземных трубопроводов, показал, что:

1) в эксплуатации отказы на трубопроводах возникают в основном по двум причинам: из-за коррозии и из-за повторно-статического характера воздействия внутреннего давления на стенку трубы.

2) применяемый в настоящее время метод выборочного ремонта изоляционных покрытий трубопроводов имеет ряд недостатков: большой объем проводимых земляных работ; большая трудоемкость работ по очистке трубопровода от старой изоляции и по нанесению нового изоляционного покрытия; возможность удаления изоляции находящейся в удовлетворительном состоянии, которая могла бы прослужить продолжительное время; применение значительной доли ручного труда, а вследствие этого невозможность проведения больших объемов ремонтных работ; применение большого количества разнообразной по мощности и по назначению техники.

Ужесточение требований к охране природы, увеличение штрафных санкций за загрязнение окружающей среды, изменение экономической ситуации в стране, привели к необходимости поиска новых подходов к решению задачи обеспечения безопасной эксплуатации магистральных трубопроводов.

В качестве одного из решений данных проблем, не имеющего вышеперечисленных недостатков, является применение в трубопроводном строительстве методов технической мелиорации грунтов (берегоукрепление, балластировка), но их использование для выборочного ремонта подземных

металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляции недостаточно изучено.

На основании проведенного анализа были сформулированы основные задачи исследования.

Во второй главе работы проведен анализ способов воздействия на грунты, окружающие подземный трубопровод в местах локального повреждения изоляционного покрытия, методами технической мелиорации грунтов, рассмотрены основные параметры и расчетные формулы инъекционного процесса, а также оборудование для осуществления инъектирования. В данной главе рассмотрена возможность применения существующих методов технической мелиорации грунтов для разработки нового метода выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционных покрытий.

Установлено, что эффективным является применение одного из видов технической мелиорации грунтов – искусственное улучшение инженерно – геологических и специальных свойств грунтов добавками химических веществ в грунт, окружающий место повреждения.

Преимуществами предлагаемого метода выборочного ремонта изоляции путем инъектирования по сравнению с традиционными методами являются: сокращение стоимости ремонтных работ; снижение трудоемкости работ и ускорение темпов ремонтных работ; сокращение объема транспортных расходов; экономия дорогостоящих изоляционных материалов; отказ от использования специальных очистных и изоляционных машин; использование защитных свойств старого изоляционного покрытия; исключение загрязнения почвы продуктами очистки.

Из трех основных групп методов технической мелиорации грунтов: физико-механический, физико-химический и химический, наиболее предпочтительным является использование физико-химической и химической группы методов. Данные группы методов основаны на введении в грунт химических и поверхностно – активных веществ. Характер изменения свойств грунтов при этом сводится, в первую очередь, к значительному увеличению прочности, водо- и морозостойкости, уменьшению водопроницаемости грунтов в результате изменения состава и характера структурных связей.

Закономерности инъекции химических растворов описываются зависимостями между давлением нагнетания, радиусом распространения в

породе, вязкостью раствора, пористостью и проницаемостью (K_ϕ) пород и другими показателями:

$$t = \frac{\alpha}{3K_\phi} \frac{n}{h r_0} \times (R^3 - r_0^3), \quad (1)$$

$$t = \frac{4\pi n (R^3 - r_0^3)}{3Q}, \quad (2)$$

где R — радиус распространения раствора за время t ; r_0 — радиус иньектора; n — пористость; K_ϕ — коэффициент фильтрации воды; a — отношение вязкости раствора к вязкости воды; h — давление нагнетания; Q — расход раствора при иньекции.

Объем иньектируемого раствора на одну заходку для воздушно – сухих грунтов равен

$$Q_p = \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot n \cdot a, \quad (3)$$

где Q_p — объем иньекционного раствора; r — радиус закрепления; l — длина заходки; n — пористость грунта; a — эмпирический коэффициент.

Также установлено, что технические средства, используемые при технической мелиорации грунтов, позволяют решать задачу выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия.

Анализ способов воздействия на грунты, окружающие место повреждения изоляционного покрытия, показал, что рассмотренные методы технической мелиорации грунтов могут служить основой для выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах нарушения изоляционного покрытия.

В третьей главе работы исследована возможность выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов, эксплуатирующихся с активной электрохимической защитой и без нее в местах локального нарушения изоляционных покрытий иньектированием рабочих реагентов.

Был проведен анализ и выбор рабочих реагентов, рассмотрены некоторые из наиболее распространенных реагентов, применяемых для защиты от коррозии. Рассмотрена возможность применения их для иньектирования в места локального нарушения изоляции подземных металлических трубопроводов.

Выбор основных реагентов для защиты от коррозии подземных металлических трубопроводов в местах локального повреждения изоляции

осуществляется по следующим основным показателям: эффективность защитного действия в присутствии активаторов коррозии, технологичность, стоимость реагента, его экологичность и доступность.

По вышеперечисленным показателям наиболее эффективным, доступным и дешевым из рассмотренных рабочих реагентов, применяемых в технике противокоррозионной защиты, является гидроксид кальция.

Исследования защитной способности гидроксида кальция для ремонта изоляции подземных металлических трубопроводов в местах их локального повреждения проводились на стали 17Г1С путем снятия анодных и катодных поляризационных кривых при помощи потенциостата EP 20A Potentiostat в специально изготовленной установке, представляющей собой грунтовую электрохимическую ячейку, позволяющую снимать поляризационные кривые.

Измерения начинали от установившегося значения электродного потенциала, который изменяли в потенциодинамическом режиме.

После этого была произведена обработка результатов поляризационных измерений и построены поляризационные кривые в координатах $\varphi = F(i_r)$ и $\varphi = F(i_a)$ для стали в грунте без инъецирования и с инъецированием $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Анализ результатов исследований показал, что стационарный потенциал стали в грунте при добавлении 20 мл раствора концентрацией 50 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на литр воды сместился в сторону положительных значений на 35 мВ. Данное облагораживание потенциала уменьшает склонность к электрохимической коррозии.

Значение величины защитного эффекта равно 37% (табл.1), полученное по результатам данных исследований, невелико. Это связано с тем, что исследования проводились в течение короткого промежутка времени (снятие поляризационных кривых проводилось в течение 15 мин.), недостаточного для того, чтобы произошло превращение $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в CaCO_3 , т.е. образования на поверхности незащищенного металла нерастворимого соединения карбоната кальция CaCO_3 за счет взаимодействия с диоксидом углерода и другими солями угольной кислоты, содержащимися в порах грунта и грунтовых водах, а полученный защитный эффект определяется только за счет локального подщелачивания грунта, за счет увеличения pH с нейтрального до ≈ 10 . Поэтому были проведены дополнительные длительные гравиметрические испытания, позволяющие оценить защитную способность $\text{Ca}(\text{OH})_2$ за счет ее превращения в нерастворимый CaCO_3 .

Основные характеристики коррозионного поведения стали 17Г1С в грунте

Условия испытаний	Параметры коррозии					
	$E_{ст}$, мВ	$I_{кор}$, мкА/см ²	K , г/(м ² час)	Π , мм/год	Z , %	j
Без обработки	-480	3,5	0,036	0,040	-	-
С обработкой Ca(OH) ₂	-445	2,2	0,024	0,026	37	1,6

В табл. 1 применены следующие обозначения: $E_{ст}$ – стационарный потенциал стали в грунте, мВ; $I_{кор}$ – плотность тока коррозии, мкА/см²; K – скорость коррозии, г/(м² час); Π – глубинный показатель, мм/год; Z – степень защиты, %; j – коэффициент торможения.

Были проведены исследования скорости коррозии образцов из стали 17Г1С в грунтах с различным рН обработанном раствором гидроксида кальция концентрациями от 0,5 г/л до 2,0 г/л, в слабокислых (рН=5,0), нейтральных (рН=7,0) и слабощелочных (рН=8,0), приведенные в табл.2.

Анализ результатов исследований показывает, что концентрация гидроксида кальция ниже 1,0 г/л не обеспечивает достаточно эффективной защиты стали от коррозии, а применение раствора с концентрацией более 1,5 г/л нецелесообразно, так как это не приводит к дальнейшему снижению скорости коррозии. При инъецировании гидроксида кальция концентрацией 1,0 г/л - 1,5 г/л в слабокислые, нейтральные и слабощелочные грунты степень защиты от коррозии составляет 90 – 95%, что соответствует эффекту, достигаемому при катодной или протекторной защите.

Замедление коррозии по нашему мнению связано с действием следующих факторов:

- локальным подщелачиванием грунта в местах инъецирования (первоначально);
- образованием защитной адсорбционной пленки гидроксида кальция;
- образованием на поверхности металла нерастворимого, плотного и прочно с ним сцепленного слоя карбоната кальция, образующегося при взаимодействии гидроксида кальция с диоксидом углерода и другими солями угольной кислоты, содержащимися в порах грунта и грунтовых водах.

Также были проведены исследования по оценке свойств противокоррозионных изоляционных покрытий (битумных, полимерных),

Скорость коррозии и защитный эффект от применения гидроксида кальция в зависимости от концентрации и рН грунта

рН	Грунт без обраб. К, г/(м ² ×час)	Грунт, обработанный раствором гидроксида кальция, при концентрации гидроксида кальция, г/л							
		0,5		1,0		1,5		2,0	
		К, г/(м ² ×час)	Z, %	К, г/(м ² ×час)	Z, %	К, г/(м ² ×час)	Z, %	К, г/(м ² ×час)	Z, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4,0	0,397	0,285	28,0	0,219	45,0	0,212	47,0	0,207	48,0
5,0	0,144	0,056	61,0	0,0101	93,0	0,0079	95,0	0,009	94,0
7,0	0,098	0,042	57,0	0,0089	91,0	0,0097	90,0	0,0067	93,0
8,0	0,066	0,033	50,0	0,0064	90,0	0,0063	91,0	0,0054	92,0

В табл. 2 применены следующие обозначения: К – скорость коррозии; Z – защитный эффект.

обработанных водным раствором гидроксида кальция концентрацией 1,5 г/л и выдержке образцов в течение 90 суток. Оценка свойств производилась в соответствии с ГОСТ Р 51164-98. Проведенные исследования показали, что гидроксид кальция не оказывает влияния на свойства противокоррозионного изоляционного покрытия.

Кроме того, в главе исследован процесс формирования защитного покрытия в местах локального нарушения изоляции катоднозащищенных металлических трубопроводов на основе водного раствора сульфата цинка.

Для этого были проведены гравиметрические и электрохимические коррозионные исследования по определению скорости коррозии и измерения электродных потенциалов во времени и при поляризации образцов из стали 17Г1С и цинка в грунте при потенциале катодной защиты (минус 0,85 ... минус 1,15 В по медносульфатному электроду сравнения (МСЭ), обработанных путем инъектирования семиводным раствором цинка сернокислого ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) концентрацией 150 г/л на 1 дм^2 защищаемой поверхности и 1 дм^3 окружающего грунта.

Все образцы, обработанные раствором $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ в условиях катодной поляризации, имели рыхлый покровный слой цинка толщиной 25 мкм (Γ -фаза ≈ 7 мкм) (рис.1).

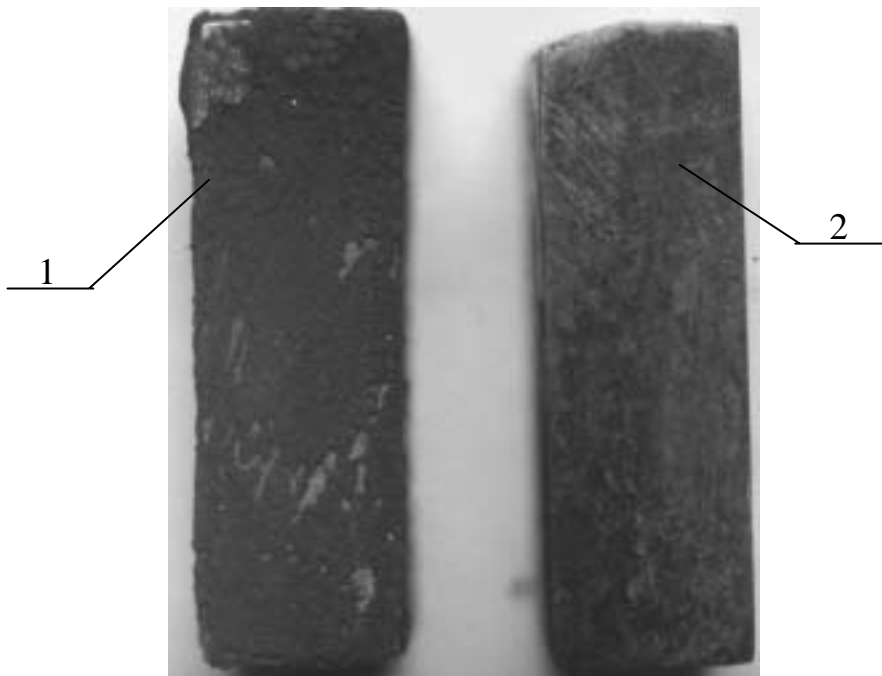


Рис. 1. Образцы с обработкой и без обработки $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

1 – образец обработанный раствором $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$; 2 – контрольный образец без обработки.

Результаты исследований показали, что обработка грунта $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ совместно с катодной защитой полностью исключает коррозионное растворение стали. При выключении катодной защиты на 15 часов после 21 часовой поляризации (имитация аварийного или планового отключения ЭХЗ) защитный потенциал оставался постоянным и равным 1,0 В по МСЭ. Это очевидно связано с тем, что осажденный цинк начинает выступать в качестве протектора ПМС.

На рис.2 приведена зависимость изменения во времени защитного потенциала на образце, обработанном $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.

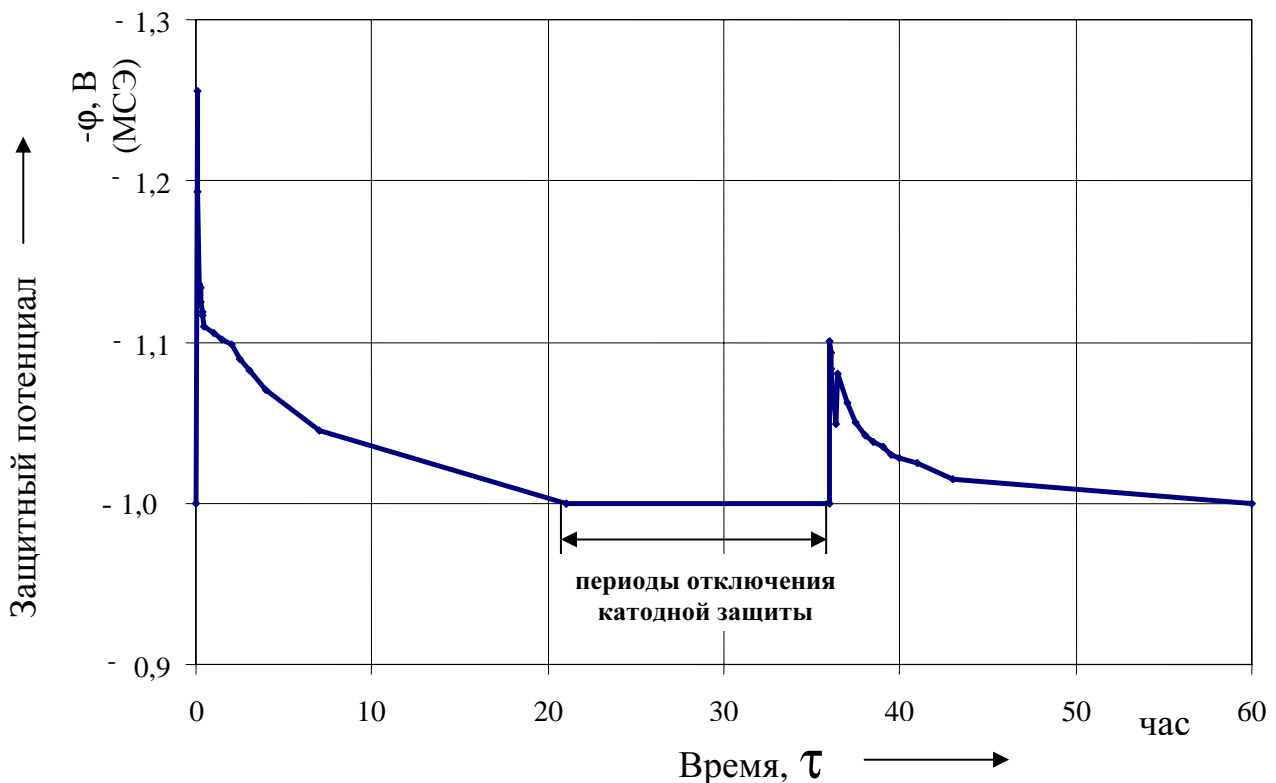


Рис.2. Зависимость изменения во времени защитного потенциала на образце обработанном $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

В четвертой главе работы разработаны технологические параметры выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов инъецированием рабочих реагентов и технологический регламент процесса ремонта.

Предложены зависимости, позволяющие оценить параметры инъецирования для трубопроводов различного диаметра с учетом обеспечения минимальной требуемой концентрации при различных степенях водонасыщения в песках, супесях и суглинках.

Объем закачки инъекционного раствора Q_u равен

$$Q_u = \frac{2c_2 - c_1}{c_1 - c_2} A(W_{ucx}), \quad (4)$$

$$\text{где } A(W_{ucx}) = \frac{W_{ucx} \rho_s (1 - n_{ucx})}{\rho_w} V, \quad (5)$$

c_1 – концентрация инжектируемого реагента; c_2 – минимально допустимая концентрация инжектируемого реагента; W_{ucx} – влажность природного грунта; n_{ucx} – пористость природного грунта; V – объем грунта подлежащего обработке; ρ_w – плотность воды; ρ_s – плотность частиц грунта.

Степень водонасыщения природного грунта определяется по формулам

$$I_w = \frac{W_{ucx} \rho_s (1 - n_{ucx})}{\rho_w \times n_{ucx}} \quad (6)$$

$$I_{wl} = \frac{c_1 W_{ucx} \rho_s (1 - n_{ucx})}{\rho_w \times n_{ucx} (c_1 - c_2)} \quad (7)$$

где I_w – степень водонасыщения природного грунта; I_{wl} – степень водонасыщения природного грунта после инжектирования; c_1 – концентрация инъекционного раствора; c_2 – концентрация инъекционного раствора после взаимодействия с влагой находящейся в порах грунта.

Также в данной главе предложены технологии выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения противокоррозионного изоляционного покрытия инжектированием рабочих реагентов:

- для участков, проложенных выше уровня грунтовых вод;
- для участков с повышенным содержанием грунтовых вод (метод предварительного электроосмотического осушения с последующим инжектированием основных химических реагентов);
- для трубопроводов, проложенных в песках, супесях, суглинках, глинах с числом пластичности не более 22, имеющих выраженную трещиноватость или недоуплотненных (выборочный ремонт с созданием защитного экрана на основе органических вяжущих с последующим инжектированием основных реагентов).

На рис.3 представлена блочная схема методов выборочного ремонта изоляционных покрытий на основе физико – химический воздействий на границу «труба – грунт».



Рис.3 Схема методов выборочного ремонта изоляционных покрытий на основе физико – химический воздействий на границу «труба – грунт».

Организация выборочного ремонта изоляционных покрытий методом инъектирования включает в себя следующие этапы:

расположение инъекционной установки на одну сторону от оси трубопровода напротив места повреждения изоляционного покрытия;

поиск координат центров дефектных мест путем продольного, поперечного и вертикального зондирования;

инъектирование инъекционного раствора с помощью жесткого или гибкого иньекторов в центры дефектов изоляционного покрытия;

составление акта на выполненные работы.

Технологический процесс выборочного ремонта в виде блок – схемы представлен на рис.4.



Рис. 4. Технологический процесс выборочного ремонта

На участках с повышенным содержанием грунтовых вод предлагается проводить предварительное осушение – электроосмотическое обезвоживание.

Технологический процесс выборочного ремонта и противокоррозионной защиты подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия инъектированием химических реагентов с применением метода электроосмотического обезвоживания включает следующие операции (рис.5): проведение подготовительных работ; путем продольного, поперечного и вертикального зондирования поиск координаты центров дефектных мест; определение и обозначение на поверхности грунта проекции секущей плоскости, проходящей через точку ввода инъектора на поверхности грунта и точку подачи инъекционного раствора; установка инъектора на точку ввода инъектора на поверхности грунта и введение его на глубину, определенную проектом производства работ; присоединение к электродам кабеля от генератора и к катоду соединительных шлангов от насоса; подачу к электродам постоянного тока; откачку воды насосом с электродов - катодов; внедрение в грунт инъектора; присоединение к инъектору подающего шланга от насоса; подачу под давлением инъекционных растворов; отсоединение шлангов; извлечение инъектора из грунта; извлечение электродов.

Для предотвращения возможного перерасхода инъекционного раствора (утечки инъекционного раствора в сторону от места локального повреждения изоляционного покрытия по порам и трещинам в грунте) в качестве одного из вариантов решения данной проблемы предлагается создание защитного экрана на основе вяжущих реагентов с последующим инъектированием основных рабочих растворов.

Для создания защитного экрана предпочтительным является использование метода битумизации. Выбор данного метода обусловлен: экономическими показателями (низкая стоимость реагента), несложной технологией работ, экологическим аспектом, возможностью применения в наиболее распространенных грунтах, а также возможностью использования при работах в условиях низких температур.

В качестве инъектируемого реагента рассмотрено применение разработанного коллективом сотрудников Уфимского государственного нефтяного технического университета нефтяного вяжущего вещества (ВМТ).

Грунты, укрепленные вяжущим веществом ВМТ, обладают коэффициентом фильтрации в пределах $9 \times 10^{-10} - 54 \times 10^{-10}$ м/с.

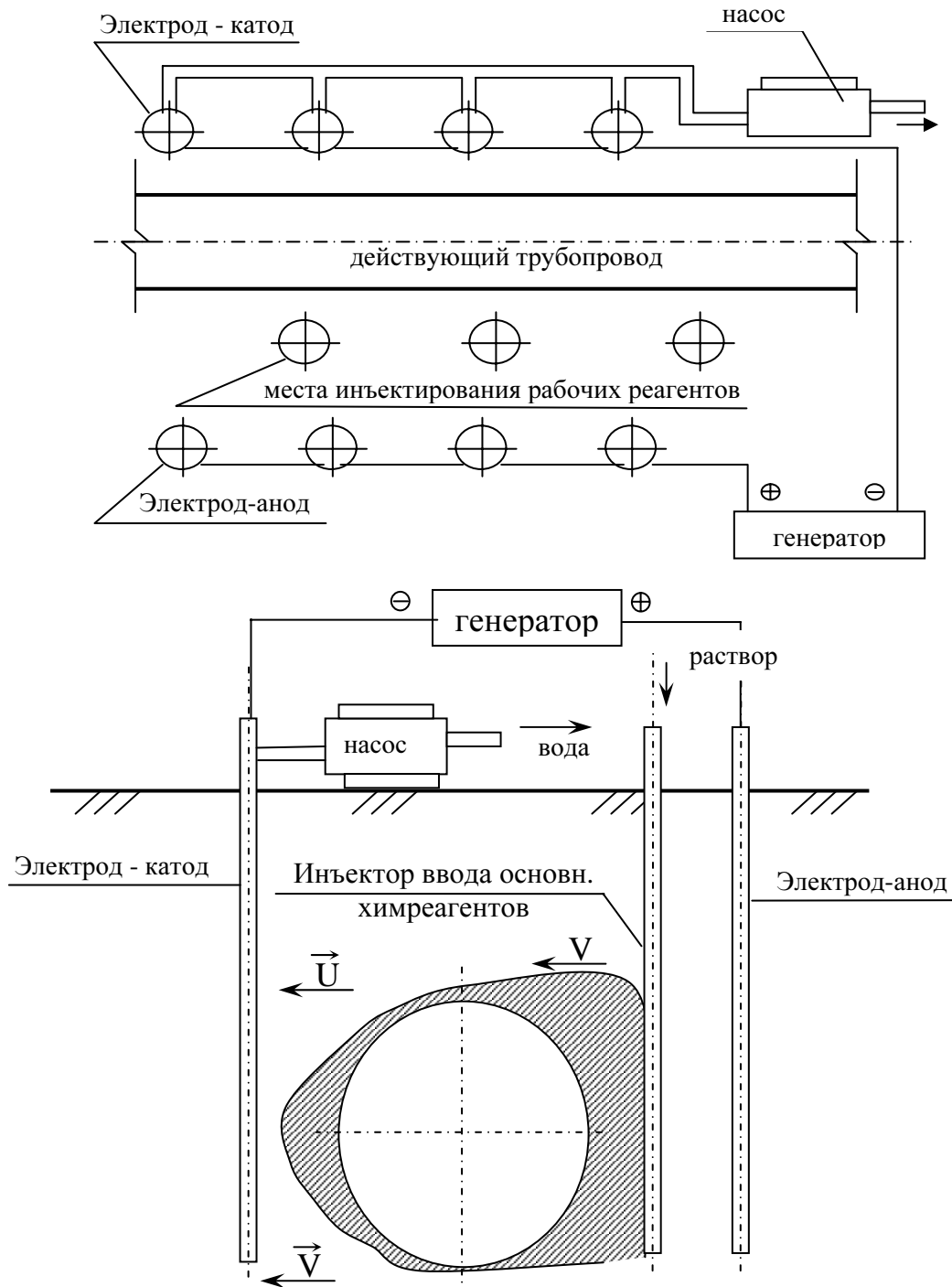


Рис. 5. Метод электроосмотического обезвоживания с последующим инъецированием на участках с повышенным содержанием грунтовых вод

Технологический процесс выборочного ремонта и противокоррозионной защиты подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия инъецированием химических реагентов с применением метода создания защитного экрана на основе ВМТ включает

следующие операции: проведение подготовительных работ; поиск координат центров дефектных мест путем продольного, поперечного и вертикального зондирования; определение и обозначение на поверхности грунта точек ввода инъекторов для создания защитного экрана и точек ввода для инъектирования основного рабочего раствора; установка инъекторов на точки ввода и ввод на глубину определенную ППР; присоединение к инъекторам подающего шланга от насоса; подача под давлением вяжущего ВМТ - экран; отсоединение шлангов; извлечение инъекторов из грунта; установка инъекторов на точки ввода и ввод на глубину определенную ППР для инъектирования основного рабочего состава; присоединение к инъекторам подающего шланга от насоса; подача под давлением инъекционного раствора; отсоединение шлангов; извлечение инъекторов из грунта (рис.6, рис.7).

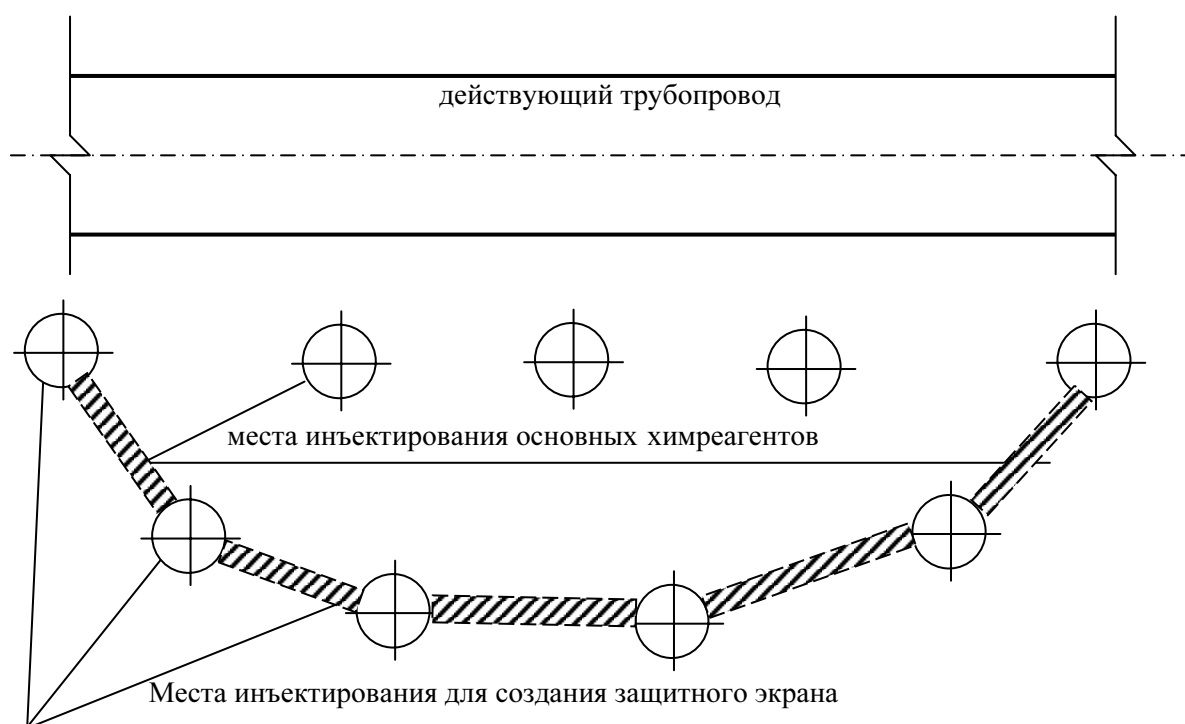


Рис.6. Метод выборочного ремонта изоляционных покрытий с созданием защитного экрана

Применение метода предварительного создания защитного экрана на основе вяжущего ВМТ позволит предотвратить перерасход основного инъекционного раствора.

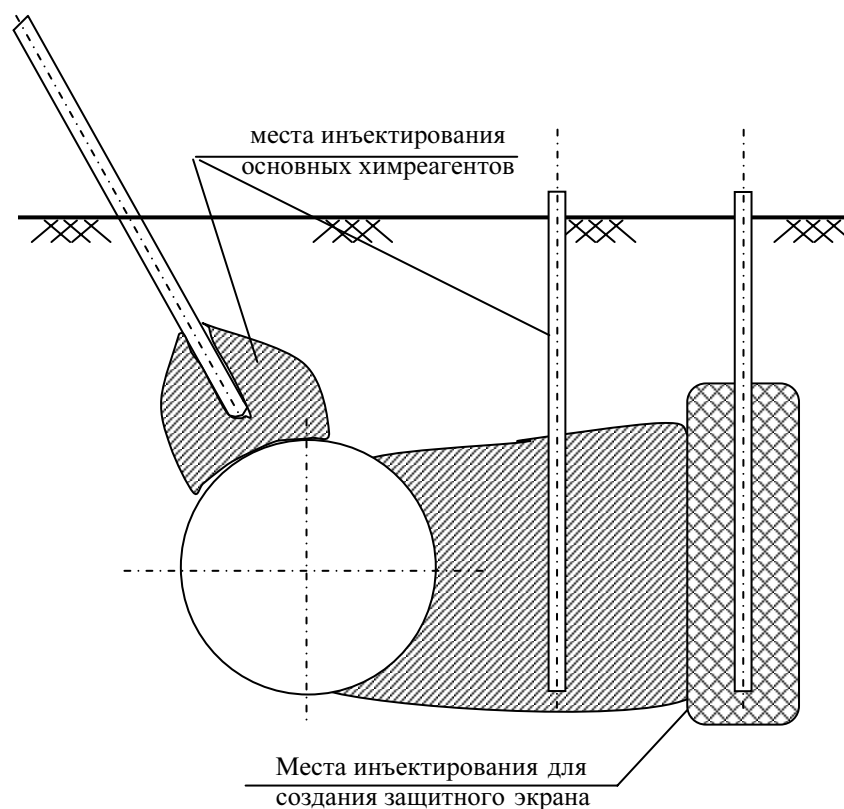


Рис.7. Схема создания защитного экрана на основе ВМТ с последующим инъецированием рабочих реагентов

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основании выполненного анализа способов воздействия на грунты, окружающие место повреждения изоляционного покрытия, установлено, что рассмотренные методы технической мелиорации грунтов могут служить основой для выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах нарушения изоляционного покрытия. Также установлено, что технические средства, используемые при технической мелиорации грунтов, позволяют решать задачу выборочного ремонта подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия.

2. Экспериментально подтверждена практическая целесообразность использования семиводного раствора цинка сернокислого и водного раствора гидроксида кальция при выборочном ремонте подземных металлических трубопроводов в местах нарушения изоляционного покрытия. Установлено, что под действием потенциала катодной защиты трубопровода при инъецировании семиводного раствора сернокислого цинка концентрацией 150 г/л – 160 г/л происходит электролитическое осаждение металлического цинка на

поверхность металла подземного трубопровода. При этом создается защитное цинковое покрытие, обладающее так же свойствами протектора. Также установлено, что при инъецировании гидроксида кальция концентрацией 1,0 г/л – 1,5 г/л в слабокислые, нейтральные и слабощелочные грунты, окружающие трубопровод, эксплуатирующийся без активной электрохимической защиты, за счет взаимодействия в естественных условиях с диоксидом углерода и солями угольной кислоты, происходит образование на поверхности металла защитного слоя карбоната кальция.

3. Предложена зависимость, позволяющая оценить объем закачки инъекционного раствора в зону повреждения изоляционных покрытий подземных металлических трубопроводов для обеспечения минимально допустимой концентрации инъецируемых веществ при различных влажностях и водонасыщенности грунтов. Установлено, что объем закачки инъекционного раствора для 1 п.м. трубопроводов с поврежденной изоляцией составляет:

- для суглинков $Q_{и} = 65 \dots 364$ л;
- для супесей $Q_{и} = 107 \dots 438$ л;
- для песков $Q_{и} = 105 \dots 837$ л для трубопроводов диаметром 219 мм ...

1420 мм.

4. Разработан технологический регламент по выборочному ремонту подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия инъецированием химических реагентов:

- для участков, проложенных выше уровня грунтовых вод;
- для участков с повышенным содержанием грунтовых вод (метод предварительного электроосмотического осушения с последующим инъецированием основных химических реагентов);

- для трубопроводов, проложенных в песках, супесях, суглинках, глинах с числом пластичности не более 22, имеющих выраженную трещиноватость или недоуплотненных (выборочный ремонт с созданием защитного экрана на основе органических вяжущих с последующим инъецированием основных реагентов).

Применение данного технологического регламента позволит усовершенствовать состав ремонтно–строительных работ и значительно упростить технологическую схему по выборочному ремонту.

Результаты выполненных исследований использованы при разработке руководства по выборочному ремонту предприятия Востокоргэнергогаз.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. С.К. Рафиков, С.Н. Давыдов, Ахияров Р.Ж. Исследование возможности применения гидроксида кальция для защиты от коррозии подземных трубопроводов в местах повреждения изоляционного покрытия. Новоселовские чтения: Сборник тезисов докладов Всероссийской научно – технической конференции. – Уфа: Издательство Фонда содействия развитию научных исследований, 1998. – с.53-54.

2. Давыдов С.Н., Рафиков С.К., Ахияров Р.Ж. Применение гидроксида кальция для защиты от коррозии подземных трубопроводов в местах повреждения изоляционного покрытия. Материалы Всероссийской научно – технической конференции «Новоселовские чтения». - Уфа: Издательство Фонда содействия развитию научных исследований, 1999. – с.118 – 122.

3. Ахияров Р.Ж., Давыдов С.Н., Рафиков С.К. Анализ применения химических реагентов для защиты от коррозии подземных металлических трубопроводов в местах локального повреждения изоляции путем инъектирования. Тезисы докладов 51-й научно – технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2000. – с. 58.

4. Денисов К.П., Ахияров Р.Ж., Давыдов С.Н. Противокоррозионное подщелачивание грунта инъектированием гидроксида кальция в места локального повреждения изоляции подземных металлических трубопроводов. Тезисы докладов 51-й научно – технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2000. – с. 62.

5. Давыдов С.Н., Абдуллин И.Г., Рафиков С.К., Ахияров Р.Ж. Повышение коррозионной стойкости трубопроводов путем уменьшения коррозионной активности грунта в местах повреждения изоляционного покрытия. Научные труды Второго Международного симпозиума «Наука и технология углеводородных дисперсных систем». Том 2. – Уфа: Государственное издательство научно – технической литературы «Реактив», 2000. – с. 260-261.

6. Давыдов С.Н., Абдуллин И.Г., Рафиков С.К., Ахияров Р.Ж. Способы увеличения межремонтного периода подземных трубопроводов с локальными нарушениями изоляционного покрытия. Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Проблемы нефтегазовой отрасли». – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2000. – с. 34.

7. Ахияров Р.Ж. Особенности технологического процесса защиты от коррозии подземных трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия путем инъецирования. Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Проблемы нефтегазовой отрасли». – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2000. – с. 90.

8. Ахияров Р.Ж. Технология улучшения защищенности от коррозии катоднозащищенных подземных металлических трубопроводов в местах локального нарушения изоляционного покрытия путем инъецирования. Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Проблемы нефтегазовой отрасли». – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2000. – с. 89.

9. Орлов Е.С., Ахияров Р.Ж., Давыдов С.Н. Проблемы борьбы с коррозией трубопроводов коммунального назначения. Тезисы докладов 52-й научно – технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Уфа: Издательство УГНТУ, 2001. – с. 68.

10. Давыдов С.Н., Абдуллин И.Г., Ахияров Р.Ж. Защита от коррозии подземных металлических трубопроводов с локальными нарушениями изоляционного покрытия путем инъецирования химреагентов. Материалы международной научно – практической конференции «Нефтегазопереработка и нефтехимия – проблемы и перспективы». Том 2. – Уфа: Изд-во ИПТЭР, 2001. – с. 69-71.

11. Мустафин Ф.М., Рафиков С.К., Ахияров Р.Ж. Выборочный ремонт подземных металлических трубопроводов с локальными нарушениями изоляционного покрытия путем инъецирования органических вяжущих. Материалы международной научно – практической конференции «Нефтегазопереработка и нефтехимия – проблемы и перспективы». Том 1. – Уфа: Изд-во ИПТЭР, 2001. – с.52-53.

Соискатель

Р.Ж. Ахияров

Лицензия №020267 12.11.1991

Подписано к печати . Формат бумаги 60x84 1/16.

Бумага писчая. Печать офсетная. Уч.-изд. листов .

Печ. листов . Тираж 90 экз. Заказ №

Ротапринт Уфимского государственного нефтяного технического университета
Адрес университета и полиграфпредприятия: 450062, г.Уфа, ул.Космонавтов, 1