

## **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ КОММУНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**Кальгин А.А.**

**Введение.** В Российской Федерации эксплуатируется более 300 тысяч километров подземных стальных трубопроводов коммунального назначения. Степень их защищенности от коррозии определяет уровень надежного и бесперебойного газо- и водоснабжения населения и промышленных предприятий. Надежная защита от коррозии подземных трубопроводов должна обеспечиваться на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации с помощью противокоррозионных покрытий с высокими защитными свойствами и эффективной электрохимической защиты. Критерии и методы определения степени опасности коррозии подземных стальных трубопроводов, подверженных действию агрессивных грунтов и блуждающего постоянного и переменного токов, требования к защите от коррозии стальных подземных трубопроводов регламентированы ГОСТ 9.602-2005 «Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии». В соответствии с требованиями указанного ГОСТа городские стальные трубопроводы должны быть защищены изоляционными покрытиями «весьма усиленного» типа, а в грунтах высокой коррозионной агрессивности и при опасном влиянии блуждающих токов необходимо введение электрохимической защиты.

**Разработка и внедрение прогрессивных технологий противокоррозионной защиты.** Основное назначение изоляционных покрытий состоит в том, чтобы исключить контакт металла трубы с агрессивной средой. Для этого они должны быть сплошными, обладать низкой влагопроницаемостью и малой величиной водопоглощения, иметь достаточную химическую и биологическую стойкость, а также хорошую адгезию к металлу. Высокие диэлектрические свойства покрытия позволяют осуществлять катодную защиту с минимальными затратами электроэнергии. Защитные покрытия труб, нанесенные в заводских или базовых условиях, должны иметь достаточную механическую прочность и эластичность, чтобы противостоять ударным и изгибающим нагрузкам в процессе транспортировки и строительства. Они не должны терять защитных свойств при отрицательных температурах в зимнее время и высоких температурах – в летнее время года.

Применявшиеся до 90-х годов изоляционные покрытия на основе битумных мастик обладали рядом существенных недостатков: изоляционные работы трудно поддавались механизации, процесс нанесения покрытий осуществлялся путем полива трубы расплавленной битумной мастикой и был связан с тяжелыми санитарными и экологическими условиями. Кроме того, постоянно ухудшавшееся качество битумов приводило к снижению защитных свойств покрытий, срок службы которых в особо опасных условиях снижался до 10–12 лет. На основе современных достижений науки и техники разработаны и внедрены в строительство подземных трубопроводов коммунального назначения новые противокоррозионные покрытия и технологии их нанесения, а также оборудование и средства для катодной и дренажной защиты. На ряде производственных предприятий организован выпуск новых изоляционных материалов и образцов оборудования, применение которых позволяет выполнять на высоком техническом уровне работы по нанесению новых прогрессивных изоляционных покры-

тий на трубы в базовых и трассовых условиях. При строительстве подземных трубопроводов широкое применение нашли трубы с покрытием на основе экструдированного полиэтилена. Такое покрытие отличается высокими защитными и изоляционными свойствами, которые сохраняются в течение длительного периода эксплуатации в грунте. По результатам лабораторных исследований и трассовых испытаний были разработаны технические требования к основным показателям свойств покрытий, характеризующим уровень противокоррозионной защиты названных подземных сооружений.

К таким показателям относятся: начальная величина адгезии покрытия и адгезия покрытия после длительного воздействия электролита; сплошность покрытия; величина переходного электрического сопротивления, исходная и после длительного воздействия электролита; устойчивость покрытия к отслаиванию под действием тока катодной защиты и др.

При длительной эксплуатации подземных газопроводов с применением катодной защиты наиболее характерным показателем старения покрытий является потеря адгезионной способности покрытия, так называемое катодное отслаивание, особенно в дефектах покрытия, образовавшихся в процессе строительства или эксплуатации. Для устранения указанных недостатков в качестве клевого подслоя покрытия были испытаны и рекомендованы к применению специальные термопластичные композиции на основе различных сополимеров, обеспечивающих необходимую адгезию полиэтиленового покрытия к стали, сохранение величины адгезии в воде и устойчивость покрытия к отслаиванию под действием тока катодной защиты.

Рекомендованная конструкция двухслойных покрытий из экструдированного полиэтилена включает:

- подклеивающий слой (адгезив) толщиной 0,25–0,4 мм;
- наружный слой толщиной 1,8–3,25 мм (для «весьма усиленного» типа).

Разработаны основные технические требования, которым должны удовлетворять покрытия «весьма усиленного» типа из экструдированного полиэтилена, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию стальных подземных газопроводов на срок не менее 40 лет. Основные требования к полиэтиленовым покрытиям «весьма усиленного» типа приведены в таблице.

Таблица

Наименование показателей	Нормируемые значения
1. Адгезия к стальной поверхности, Н/см (кгс/см), не менее	35,0 (3,5)
2. Адгезия к стальной поверхности после выдержки в воде в течение 1000 часов при 20°C, Н/см (кгс/см)	35,0 (3,5)
3. Диэлектрическая сплошность покрытия. Отсутствие пробоя при напряжении, кВ/мм, не менее	5,0
4. Прочность при ударе при температурах от минус 40°C до плюс 40°C, Дж на мм толщины покрытия, не менее:	
для труб Ø 57 мм	3,5
для труб Ø 76-159 мм	4,25
для труб Ø 219 мм и более	5,0
5. Толщина покрытия в зависимости от диаметра труб, мм	от 2,2 до 3,5
6. Переходное электросопротивление, при 20°C, Ом.м <sup>2</sup> , не менее:	
исходное	1·10 <sup>9</sup>
через 100 суток выдержки в 3-х% р-ре NaCl, Ом.м <sup>2</sup>	1·10 <sup>8</sup>
7. Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации при 20°C, см <sup>2</sup> , не более	5,0
8. Максимальная температура эксплуатации, °C	60

Применение труб с покрытием из экструдированного полиэтилена снижает сроки монтажа подземных газопроводов примерно в 1,5 раза благодаря высокой прочности и, как следствие, малой повреждаемости полиэтиленового покрытия.

При новом строительстве подземных трубопроводов из труб с заводским покрытием встает важная задача обеспечения качества покрытия сварных стыков, углов поворота и др. на уровне покрытия «весьма усиленного» типа, нанесенного на линейную часть трубы. Это потребовало разработки эффективных технологий и надежных изоляционных материалов, применение которых в трассовых условиях позволяло бы качественно выполнять изоляционные работы на строящихся сооружениях.

Для изоляции сварных стыковых соединений и ремонта мест повреждения покрытий стальных подземных трубопроводов коммунального назначения широкое внедрение получили принципиально новые полимерно-битумные ленты различных типов. Новизна и высокий технический уровень названных лент, способ и установка для изготовления изоляционной ленты защищены пятью патентами РФ (Пат. № 2201347, Пат. № 30920, Пат. № 30921, Пат. № 32233, Пат. № 32234). Названные ленты представляют собой полимерно-битумный рулонный изоляционный материал, состоящий из слоя специально разработанной битумно-полимерной мастики, нанесенной на полимерную ленту-основу. Ленты имеют основу из полимерной ленты толщиной 0,6–1,2 мм, например из ПВХ или полиэтилена, адгезионный слой толщиной от 1,0–2,6 мм выполненный из битумно-полимерных мастик «Транскор» или мастики с повышенными адгезионными свойствами. Мاستичный слой ленты защищен от слипания при сматывании ее в рулон силиконизированной лавсановой пленкой толщиной 8–20 мкм.

Для комплекса работ по электрохимической защите подземных трубопроводов коллективом авторов разработан и запущен в серийное производство ряд приборов и устройств, широко применяемых при предпроектных изысканиях, для контроля качества строительно-монтажных работ и эксплуатации системы электрохимической защиты. Разработан типаж преобразователей для катодной защиты, определивший их параметры и требования к конструктивным особенностям. На основании типаж осуществлена конструктивная разработка и освоена серийный выпуск следующих типов преобразователей: ПСК, ПАСК, ПСК-М, ПАСК-М, ОПС-1 и ОПС-2 – Гайский завод «Электропреобразователь», Оренбургская область; В-ОПЕ, В-ОПЕД – ОАО «Ставропольский радиозавод «Сигнал» и ОАО Концерн «Энергомера», г. Ставрополь. Общее количество выпущенных преобразователей превысило 100 тысяч экземпляров.

В течение всего периода выпуска преобразователей осуществлялись анализ данных о работе преобразователей в условиях реальной эксплуатации и разработка технических заданий на их модернизацию.

Для контроля за коррозионной опасностью и защищенностью подземных трубопроводов на основании технических заданий, серийно выпускаются измерительные приборы типа: М 231, ЭВ 2234 – Омский завод «Электроточприбор»; ПКИ-01 и ПКИ-02 – НПП «Радиотелеком», г. Санкт-Петербург; «Орион» – ООО «Завод газовой аппаратуры «НС», г. Ставрополь; а также измерительные электроды: ЭНЕС – ООО «Завод газовой аппаратуры «НС», г. Ставрополь; ЭСН-МС1 и ЭСН-МС2 – ОАО Концерн «Энергомера», г. Ставрополь.

**Заключение.** Комплексный подход при выполнении работ по защите от коррозии подземных трубопроводов позволил решить одновременно несколько важнейших задач:

1. Оценены опасность функционирования и причины возникновения коррозионных макропар на протяженных подземных сооружениях, условия эффективной защиты с помощью катодной поляризации и опасность перерывов в катодной защите, разработаны критерии опасности коррозии и методы их определения, что служит основанием при выборе способов противокоррозионной защиты.

2. Разработаны и внедрены в практику строительства, ремонта и реконструкции подземных стальных трубопроводов коммунального назначения трубы с прогрессивным изоляционным покрытием на основе экструдированного полиэтилена, а также универсальные экологически чистые полимерно-битумные ленты для изоляции стыковых соединений в трассовых условиях.

3. Разработаны и внедрены оборудование и средства для катодной защиты подземных трубопроводов, приборы для оценки ее эффективности, технология, обеспечивающая эффективную защиту от коррозии при снижении энергопотребления.

#### Список цитированных источников

1. Кузнецова, Е.Г., Алексеева, Н.В., Ремезкова, Л.В., Медников, А.В. // Защита металлов, 1988. – Т. 24, № 5. – С. 777–787.

2. Кузнецова, Е.Г., Фрейман, Л.И. Corrosion macro cells on steel in soils. Ext. Abstracts 11 International Corrosion Congress, Florence, Italy, April, 1990. – Vol. 5. – P. 153–161.

3. Левин, В.М., Кузнецова, Е.Г., Сурис, М.А., Фрейман Л.И., Ремезкова Л.В. // Защита металлов, 1996. – Т. 32, № 6. – С. 573–578.

4. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. Межгосударственный стандарт ГОСТ 9.602-2005 ЕСЗКС. – М.: Стандартинформ, 2006.

5. Кузнецова, Е.Г., Горбачева, Р.И. // Полимергаз, 2001. – № 3.

6. Антикоррозионная изоляционная лента: Свидетельство на полезную модель № 21232 от 10.10.2001 / В.Г. Горда, Ю.Ф. Зилькорнеев, А.А. Груздев, Г.Г. Тарабрин, Р.И. Горбачева.

7. Способ изготовления изоляционной ленты и установка для его осуществления: пат. на изобретение № 2201347 от 10.06.2002 / О.К. Софилканич, В.Г. Горда, А.И. Ситников, Р.И. Горбачева, Ю.Ф. Зилькорнеев.

8. Антикоррозионная изоляционная лента: пат. на полезную модель № 30920 от 04.04.2003 / В.Г. Горда, А.И. Ситников, О.К. Софилканич, Г.Г. Тарабрин, Р.И. Горбачева.

9. Антикоррозионная изоляционная лента: пат. на полезную модель № 32233 от 11.06.2003. / В.Г. Горда, А.И. Ситников, О.К. Софилканич, Г.Г. Тарабрин, Р.И. Горбачева.

10. Антикоррозионная изоляционная лента: пат. на полезную модель № 32234 от 11.06.2003. / В.Г. Горда, А.И. Ситников, О.К. Софилканич, Г.Г. Тарабрин, Р.И. Горбачева.

УДК 624.154

## ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ УВЕЛИЧЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Никитенко М.И.

**Введение.** Наиболее достоверные данные о несущей способности свай дают их статические испытания в конкретных инженерно-геологических условиях, которые и предусматриваются действующими нормами [1–6] с целью принятия наиболее обоснованных и экономичных решений нулевого цикла. При этом получаемые при испытаниях результаты позволяют, в случае необходимости, корректировать принятые исходные расчетные предпосылки при разработке проектов. Традиционные решения свайных фундаментов базировались на использовании забивных свай, на которые, из-за ограниченных поперечных сечений,