

Оптимизация технологии теплогидроизоляции трубопроводов

Бакалавр А.В. Малышева;
бакалавр Я.В. Чернявская;
к.т.н., доцент В.Г. Попов,*

ГОУ Череповецкий государственный университет

К началу 21 века производство тепла уже почти достигло своего естественного предела, и о теплоизоляции трубопроводов, несущих, в буквальном смысле слова, драгоценные гигакалории, наконец-то заговорили не только ученые, но и архитекторы. Но даже сегодня потери от неэффективной теплоизоляции в теплосетях составляют более трети от общей выработки тепловой энергии в Российской Федерации. Фактически это эквивалентно тому, что при плохой теплоизоляции труб и помещений мы из своего кармана оплачиваем нагрев окружающей атмосферы [1].

Особенно остро стоит вопрос теплоизоляции трубопроводного транспорта (мазут-, нефтепроводов, низкотемпературных трубопроводов), внутренних и наружных систем водоснабжения, тепловых сетей. В настоящее время разработаны десятки видов конструкционных материалов, используемых для теплоизоляции трубопроводов, инженерного оборудования и сооружений различного назначения. Основной задачей теплоизоляции трубопроводов является надёжная и продолжительная защита. Но требования к материалу могут меняться в зависимости от условий эксплуатации.

Например, основной целью теплоизоляции труб холодного водоснабжения является предотвращение появления конденсата – основной причины коррозии. Целью теплоизоляции труб горячего водоснабжения является снижение потерь тепла и повышение экономической эффективности системы теплоснабжения. Помимо этого, теплоизоляционный слой гасит шумовые эффекты, которые возникают при перепадах давления. В качестве изоляционного материала для труб используются вспененные полимеры, например полиэтилен. Мелкоячеистая структура такого материала гарантирует низкую теплопроводность, а хорошая устойчивость к воздействию водяного пара придает ему долговечность даже при эксплуатации в экстремальных условиях. Но, к сожалению, такой материал не пригоден для многократного применения: даже при малейших повреждениях трубопровода теплоизоляцию необходимо снимать, а после ремонтных работ наносить заново. Использование пеностекла в качестве теплоизолятора также ограничено по этой причине. Этого недостатка лишены пенополиуретановые (ППУ) скорлупы, которые закрепляются на теплонесущей трубе при помощи специальных мастик и бандажей. Данная технология теплоизоляции трубопроводов обеспечивает многоразовое применение скорлуп ППУ и быстрый доступ к трубе в случае её повреждения.

Теплоизоляция на основе минеральных волокон достаточно актуальна. Новинкой в этой области стали теплоизоляционные цилиндры и полуцилиндры минеральной ваты на основе базальтовых пород, часто кашированные алюминиевой фольгой. Цилиндры не только соответствуют всем теплотехническим требованиям, но также имеют высокие механические свойства, обладают практически неограниченным сроком годности, удобны в монтаже (полые цилиндры имеют надрез по всей длине, очень легко закрепляются на трубе). Разумеется, полностью избавиться от тепловых потерь невозможно, но рассмотренные выше способы теплоизоляции позволяют свести их к минимуму. Конечно, лишь в том случае, если монтаж теплоизоляции будет выполнен квалифицированно и в строгом соответствии с требованиями стандартов [2].

Немалое значение для инженерных сетей также имеет проблема антикоррозионной защиты трубопроводов. Для антикоррозионной защиты, например, тепловых сетей, применяются различные высокотемпературные защитные покрытия, однако каждое из них имеет как преимущества, так и недостатки. В основном это эксплуатационные и температурные условия их применения. В соответствии с РД 153-34.0-20.518-2003 «Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии» применяются только 9 видов покрытий, из них только силикатоэмалевое и алюмокерамическое имеют максимально допустимую температуру теплоносителя 300°C, остальные же - до 150-180°C.

Алюмокерамическое покрытие предназначено для защиты от коррозии конструкций из черных металлов, которые эксплуатируются в сильно- и слабоагрессивных средах, в том числе трубопроводах. Алюмокерамическое покрытие успешно конкурирует с лакокрасочными, гальваническими покрытиями, получаемыми погружением в сплав, силикатоэмалевыми, битумными, битумно-резиновыми, полимерными и эпоксидными. Под воздействием основных эксплуатационных факторов старения алюмокерамика не изменяет своих первоначальных свойств и играет роль протекторной защиты.

Многочисленные исследования и достаточный опыт эксплуатации труб с силикатоэмалевым покрытием доказали эффективность его применения. Срок службы такого покрытия 50 лет в зависимости от условий эксплуатации. Скорость коррозии стали под покрытием уменьшается в 105-106 раз по сравнению с коррозией незащищенного металла.

При использовании внутреннего силикатоземалевого покрытия гидравлическое сопротивление снижается в 4,8 раза, а потери давления по сравнению с трубой без покрытия уменьшаются в 1,5 раза. Это позволяет уменьшать диаметр трубопроводов и снижать металлоемкость в 1,2 раза, при этом снизить мощности насосных станций. Это покрытие не подвергается абразивному износу, не допускает парафино- и солеотложения на стенках. Характеризуется высокой химической стойкостью. Комбинированное покрытие (внутреннее - силикатноземальевое, наружное - алюмокерамическое) позволяет защитить стальную трубу как от внешней, так и от внутренней коррозии. Сравнение с любыми другими покрытиями надо делать комплексное, а именно учитывать не только цену, но и срок службы, экологическую безопасность, «вандалоустойчивость», возможность применения труб меньшего диаметра, отказ от канальной прокладки, наконец, её эстетичность [1].

Технология газопламенного напыления порошковых композиций широко применяется для нанесения противокоррозионных покрытий на металлические поверхности любой формы, в том числе и трубопроводы. Основным недостатком такого способа является раздельность технологического цикла по нанесению покрытий, где на трубопровод сначала наносят противокоррозионное, затем – теплоизоляционное и гидроизоляционное покрытие.

Авторами статьи предложен состав и сокращенный технологический цикл получения теплогидроизоляционного покрытия. Это достигается за счет одновременного последовательного непрерывного газопламенного напыления порошковыми композициями нескольких слоев покрытия (рис. 1).

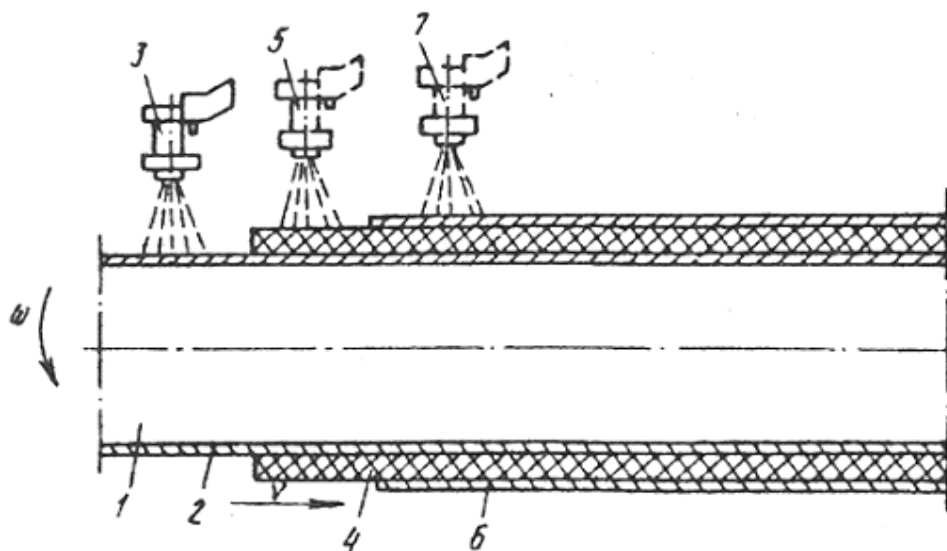


Рисунок 1. Схема газопламенного напыления

Труба 1 получает одновременное вращательное и поступательное движение. Антикоррозионный слой 2 наносится на поверхность трубопровода посредством распылительной горелки 3 (например, установкой УГПЛ-П, ТУ 26-05-12-85), смонтированной неподвижно относительно трубопровода. Толщина первого слоя 100...200 мкм. Второй слой 4 (теплоизоляционный) наносится также посредством распылительной горелки 5 толщиной 5...8 мм. Гидроизоляционный слой наносится с помощью распылительной головки 7 толщиной 100...200 мкм.

В качестве первого, антикоррозионного слоя применяют композицию, состоящую из компонентов получения каменного литя: 45-50% кварцевый песок; 30-35% доломит; 20-25% мел; 2,5-3,5% плавиковый шпат; 0,5-1 % оксида цинка. Порошковый материал при этом применяют без газообразователя.

Перед применением производят измельчение компонентов до частиц размером 50...70 мкм, сушат и просеивают на сите №008. Толщину первого слоя выбирают из расчета величины шероховатости поверхности трубопровода после её очистки с помощью пескоструйного или дробеструйного аппарата или посредством механических щеток

Для получения качественного антикоррозионного покрытия необходимо заполнить величину шероховатости и получить слой сплошного покрытия. При увеличении толщины первого слоя свыше 200 мкм происходит изменение физико-механических свойств, т.е. увеличивается хрупкость покрытия и происходит его растрескивание при резких колебаниях температуры окружающей среды.

Лабораторные испытания покрытия первого слоя дали следующие показатели

- прочность сцепления с поверхностью трубопровода 15...20 МПа;
- водопоглощение 0,1...0,13 %;
- теплопроводность при 20⁰С 1,52 Вт/(м²⁰С);
- коэффициент испаряемости 0,4...0,47 кг/м²;
- кислотостойкость, при действии HCl-97,8%, H₂SO₄-99,7%.

Второй слой 4, теплоизоляционный, наносят посредством распылительной горелки 5 порошковым материалом с газообразователем. В качестве газообразователя используют порошковый материал, смешанный с основным порошковым материалом, который при определенной температуре способен выделять газ. Толщина второго слоя составляет 5...8 мм.

В качестве теплоизоляционного слоя применяют порошковую композицию, состоящую из компонентов пеноситалла, получаемого путем смешивания размолотого стекла с известняком и углем, которые обеспечивают пористость покрытия при выделении газа в высокотемпературной струе. Композицию перед применением тонко измельчают до размера частиц в пределах 50...70 мкм, сушат и просеивают.

Теплоизоляционный слой обладает хорошими теплоизоляционными свойствами:

- плотность покрытия 200...500 кг/м³;
- водопоглощение 1,5...2,2%;
- предел прочности при сжатии 4...7 МПа;
- коэффициент теплопроводности при температуре 25⁰С 0,05...0,02 Вт/м².⁰С.

Последний слой 6, гидроизоляционный, наносится горелкой 7 порошковым материалом без газообразователя. Толщина слоя равна толщине антикоррозионного слоя. При этом гидроизоляционный слой напыляют из тех же материалов, что и антикоррозионный. Сцепление гидроизоляционного слоя с теплоизоляционным составляет 6...12 МПа.

Таким образом, энергосбережение в трубопроводных сетях неразрывно связано с эффективным использованием теплоизоляции. Уже на стадии проектирования необходимо предусмотреть толщину изолирующего слоя, обеспечивающую соответствие нормам плотности теплового потока. Наконец, должны применяться только современные, качественные и долговечные материалы, благодаря которым сокращаются расходы не только на эксплуатацию, но и на сооружение трубопроводов. В данной статье предложен такой метод нанесения теплогидроизоляционного покрытия, когда продолжительность технологического цикла сокращается примерно в 2-2,5 раза, что существенно повышает производительность нанесения покрытий и снижает стоимость выполнения работ. За счет одновременного последовательного нанесения трех слоев покрытия силы сцепления между ними увеличиваются, это приводит к повышению долговечности теплогидроизоляционного покрытия.

Литература

1. Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии: РД 153-34.0-20.518-2003. М.: Изд-во ДЕАН, 2004. 208 с.
2. Шарапов В.И., Ростов П.В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения. М.: Изд-во Новости теплоснабжения, 2007. 164 с.

* Анна Владимировна Малышева, г. Череповец
Тел. моб.: +7(921)255-23-06; эл. почта: malyshka-1003@mail.ru