



УДК 628.147.22

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF INTERNAL CEMENT-BASED STEEL PIPES COATINGS****РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВНУТРЕННЕЙ ЦЕМЕНТСОДЕРЖАЩЕЙ ФУТЕРОВКИ СТАЛЬНЫХ ТРУБ****Glazkov D.V. / Глазков Д.В.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.***Maslov E.B. / Маслов Е.Б.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.**Siberian Transport University, Russia, Novosibirsk, st. Dusi Kovalchuk, 191, 630049**Сибирский государственный университет путей сообщения,**Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, 630049*

**Аннотация.** В работе рассматривается развитие технологии сухого формования внутреннего покрытия стальных труб. Исследован процесс водонасыщения цементно-песчаной смеси и изменения ее консистенции. Подобран состав покрытия, обеспечивающий высокие защитные свойства. Ключевые слова: технология сухого формования, водонасыщение цементной смеси, цементно-песчаная облицовка.

**Ключевые слова:** защита стальных труб от коррозии, цементно-песчаное покрытие труб, внутреннее сцепление цементных смесей, сухое формование бетонных изделий, состав цементно-песчаной композиции.

**Вступление.**

Защита от коррозии внутренней поверхности стальных труб имеет важное народнохозяйственное значение. Наибольшее распространение в зарубежной и отечественной практике строительства трубопроводных систем получили покрытия на основе цемента. Значительный опыт применения показал высокую долговечность и надежность таких покрытий.

Цементно-песчаные покрытия не подвержены никаким видам обрастаний, что сохраняет качество воды и стабильность гидравлических характеристик труб.

**Основной текст.**

Трубопроводы являются капиталоемкой и весьма ответственной составляющей транспортной системы водоснабжения, рассчитанной на долговременную безаварийную эксплуатацию. Однако техническое состояние стальных трубопроводов с каждым годом ухудшается, главным образом в связи с коррозией. В результате коррозии и деятельности биобактерий во внутренней полости трубопроводов, существенно ухудшается качество воды, поставляемой от очистных сооружений к потребителям.

Эффективный способ существенно повысить долговечность стальных трубопроводных систем – проведение антикоррозионных мероприятий, которые обеспечат их сохранность в течение всего срока службы. Из всех видов антикоррозионных покрытий наиболее надежную защиту обеспечивают тонкостенные цементно-песчаные облицовки. Наибольшее распространение в мире получила технология центробежного набрызга растворной смеси с последующим заглаживанием слоя. Технология хорошо зарекомендовала себя для устройства облицовки в трубах большого диаметра.



При непосредственном участии авторов разработана новая технология создания внутренней цементно-песчаной облицовки в трубах диаметром менее 800 мм методом сухого формования, отличающаяся простотой и надежностью. Как известно, сущность способа сухого формования бетонных изделий заключается в укладке в форму сухой цементно-песчаной смеси, ее уплотнении прессованием и последующим водонасыщением.

Процесс нанесения покрытия состоит из ряда последовательных операций. Сначала поверхность трубы увлажняется, по смоченной поверхности распределяется сухая цементно-песчаная смесь, которая пропитывается влагой и прилипает к стенке трубы, образуя слой требуемой (6 - 10 мм) толщины. Маловлажный слой уплотняется и разравнивается при помощи тяжелого катка, после чего дополнительно насыщается водой.

Установлено, что неосыпающийся слой можно сформировать уже при водоцементном отношении (В/Ц) равном 0,12-0,14. С другой стороны, слой должен иметь такую влажность, чтобы его можно было уплотнять прокаткой, не опасаясь налипания смеси на каток. Установлено, что верхнее значение В/Ц должно быть ограничено на уровне 0,18-0,20, и это значение предпочтительнее при формировании слоя, так как при таком водосодержании смеси имеют меньшую связность, и, следовательно, лучше уплотняются прокаткой.

На физико-механические свойства материала облицовки и прочность его сцепления с поверхностью трубы оказывают влияние как состав покрытия (соотношение цемента и песка, его крупность, В/Ц, вид и количество модифицирующих добавок), так и технологические факторы. Исследование влияния этих факторов на технические характеристики покрытия проводилось при их варьировании в многофакторных экспериментах. Так, для облицовок наилучших составов получены следующие характеристики:

- |  |               |
|--|---------------|
| - прочность сцепления на сдвиг при продавливании облицовки в трубе | 1,8 – 2,0 МПа |
| - прочность материала покрытия на сжатие                           | 40 - 42 МПа   |
| - прочность на растяжение при и изгибе                             | 7,8 – 8,5 МПа |
| - водопоглощение по массе  | 8 - 9 %       |

Полученные показатели свидетельствуют о хорошем качестве покрытия и о его высокой защитной способности.

В настоящее время авторами разрабатывается новый способ футеровки, который, как и технология сухого формования, не нуждается в применении технически сложных механизмов, но вместе с тем позволяет создавать качественное минеральное покрытие. Способ основан на использовании литых цементсодержащих смесей. Применение смесей литой консистенции имеет существенные достоинства:

во-первых, они технологичны, и на основе несложных приемов можно получить слой покрытия;

во-вторых, смеси литой консистенции в значительной степени увеличивают прочность сцепления покрытия со стенкой трубы, что является одним из важнейших показателей качества;

в-третьих, поверхность покрытия из литой смеси имеет малую



шероховатость, гладкая бездефектная, что благоприятно отражается на гидравлических характеристиках облицованных труб.

Тем не менее, есть ряд негативных факторов, которые ограничивали применение литых смесей. Ввиду малого внутреннего сцепления литые смеси склонны к оплыванию, поэтому до сих пор не удавалось создать слой покрытия достаточной толщины.

Основной задачей в настоящее время является подбор состава цементсодержащей композиции, удовлетворяющей следующим основным требованиям:

- при сохранении литой консистенции необходимо получить неоплывающий слой требуемой толщины;
- затвердевшее покрытие из литой смеси должно иметь надлежащее качество – высокую прочность, плотность и адгезию к стали, низкую проницаемость и усадку.

Выполнение этих требований непосредственно определяет долговечность системы сталь-облицовка.

Поставленные задачи невозможно решить без использования современных строительных материалов, специальных многокомпонентных модифицирующих комплексов, которые вводятся в растворную смесь для улучшения потребительских свойств изделий.

Целесообразно применение добавок суперпластификаторов, которые в значительной степени увеличивают подвижность мелкозернистых смесей. Еще больший эффект достигается при совместном использовании пластифицирующих добавок и ультрадисперсных наполнителей, способствующих уплотнению структуры песчаного бетона. Введение в состав смесей расширяющихся добавок компенсирует усадку цементной матрицы, а добавки-ускорители схватывания позволяют сократить продолжительность технологического цикла нанесения покрытия. Таким образом, использование многокомпонентных систем позволит управлять структурообразованием на всех этапах создания качественной цементсодержащей облицовки с высокой защитной способностью.

В настоящее время на экспериментальной установке ведется отработка технологических параметров с целью стабильного получения гладкого бездефектного покрытия заданной толщины в трубах, на образцах–отрезках труб такой результат уже достигнут.

#### **Заключение и выводы.**

Авторами были проведены исследования цементно-песчаных смесей сухого формования, а также защитных покрытий на их основе. В результате экспериментальных исследований были получены и оптимизированы показатели качества цементсодержащего покрытия, обеспечивающие надежное сцепление покрытия с трубой, высокую защитную способность и долговечность.

#### **Литература:**

1. Маслов Е.Б. Применение способа сухого формования для устройства



внутренней цементно-песчаной облицовки в стальных трубах // Механизация строительства. — 2016. — № 4. — с. 12-15.

2. Баталов В.Г., Маслов Е.Б., Нижевясов В.В. Особенности нанесения цементно-песчаного покрытия на внутреннюю поверхность стальных труб методом сухого формования // Известия вузов. Строительство. 1997. №10. С. 69-72.

3. Баталов В.Г., Маслов Е.Б., Нижевясов В.В. Оптимизация состава цементно-песчаной облицовки стальных труб, создаваемой по технологии сухого формования // Известия вузов. Строительство. 1998. №1. С.51-57.

***Abstract.** The article discusses the use of the method of dry forming of concrete for the creation of mineral cover in steel pipes. Studies have shown that the method of dry molding can be obtained internal coating of sufficient thickness. The quality of sandy concrete cladding meets the requirements of regulatory documents, and the state of the contact layer indicates a high protective ability of the coating.*

***Key words:** protection of steel pipes from corrosion, cement-sand coating of pipes, internal adhesion of cement mixtures, dry molding of concrete products, composition of cement-sand composition.*

Статья отправлена: 03.04.2020 г.

© Маслов Е.Б.