

УДК 624.074.7

О.В.ПУСТОВОЙТОВ, О.М.ПУСТОВОЙТОВА, кандидаты техн. наук,
В.М.ЗИНЧЕНКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

АНАЛИЗ СЛУЧАЕВ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Приводится анализ разрушения железобетонных напорных трубопроводов вследствие воздействия внешних агрессивных факторов.

Наводиться аналіз руйнування залізобетонних напірних трубопроводів внаслідок впливу зовнішніх агресивних факторів.

The analysis of destruction of Ferro-concrete pressure head pipelines, owing to influence of the external aggressive factors is resulted.

Ключевые слова: ленточная стеклопластиковая арматура, защитный слой бетона, процессы коррозии, напорные трубы.

Анализ случаев преждевременного выхода из строя железобетонных напорных трубопроводов свидетельствует, что одной из основных причин их разрушения является воздействие коррозии, которая не учитывалась при проектировании.

Существует две основные схемы развития процессов коррозии железобетонных труб [1]. По первой схеме коррозия трубопровода начинается с разрушения бетона в защитном слое, а затем следует оголение и коррозия арматуры. Следовательно, в данном случае причина повреждения труб заключается в недостаточной стойкости защитного слоя бетона.

По второй схеме развитие коррозии начинается с арматуры, когда через защитный слой бетона к арматуре проникают агрессивные агенты, которые в данном случае не являются агрессивными по отношению к бетону.

Разрушение защитного слоя бетона происходит под воздействием роста объема продуктов коррозии арматуры.

Многочисленные исследования показали, что процессы коррозии бетона возникают в результате взаимодействия цементного камня с внешней водной средой. Они могут сопровождаться, с одной стороны, растворением и выносом чистой водой растворимых составных частей цементного камня – выщелачиванием.

С другой стороны, в результате обменных реакций между составными частями цементного камня и растворенными в воде агрессивными компонентами – образованием легкорастворимых солей и аморфных малорастворимых продуктов, не обладающих вяжущими способностями.

Ко второму виду могут быть отнесены, например, процессы коррозии бетона при действии кислот, магниальных солей, солей аммония и др.

Для железобетонных труб наиболее опасное разрушение защитного бетонного слоя имеет место, если проникающая в бетон вода содержит растворы сернокислых солей кальция, натрия, магния, аммония. В этом случае обычно наблюдаются обменные реакции с образованием малоустойчивых гидратов оксида магния и натрия, а также образование гипса или сульфата алюмината кальция, кристаллизующихся в порах бетона с увеличением в объеме и оголением арматуры. Важную роль при этом имеют химический и минералогический составы цемента.

Коррозия стали в бетоне представляет собой более сложный процесс. Она возникает в результате электрохимической реакции в бетоне под действием электролита. В этом процессе электролитом является влага, содержащаяся в бетоне, а сталь – катодом или анодом в зависимости от направления тока, который обусловлен неоднородностью металла или окружающей среды [2].

Ионы железа гидратируются и откладываются на поверхности металла в виде рыхлых продуктов коррозии. В зависимости от условий протекания процесса состав продуктов коррозии различный. Коррозия занимает объем в 2-3 раза больший, чем прородировавшая сталь и отличается значительной рыхлостью.

Сильнейшим стимулятором коррозии являются ионы хлора, как наиболее агрессивные коррозионные агенты.

В агрессивной среде при наличии кислорода и влаги хлор-ионы, проникающие из грунта через слой бетона к металлу, нарушают пассивное состояние стали и вызывают коррозию арматуры бетонных напорных трубопроводов.

Меры по защите железобетонных труб от коррозии могут быть пассивными и активными. К пассивным мерам относят методы, создающие препятствия прониканию в бетон химически активных веществ: получение плотных бетонов с малым водопоглощением и отсутствием усадочных трещин, покрытие железобетонных труб изоляционными материалами, препятствующими проникновению в бетон различных коррозионных агентов.

К активным методам следует отнести электрохимзащиту или катодную защиту водоводов из железобетонных труб от коррозии арматуры.

Прежде всего, необходимо получить плотный и непроницаемый бетон, снижающий проникновение влаги, кислорода и химически ак-

тивных веществ, отрицательно воздействующих на конструкцию труб [3].

Важное значение для структуры цементного камня железобетонных труб имеет режим твердения бетона. Наиболее опасно пересушивание бетона в раннем возрасте.

Важен также выбор заполнителей бетона. Нередко заполнитель с химическими примесями, взаимодействующими со щелочными продуктами цемента, вызывает преждевременное разрушение бетонного сердечника.

В качестве пассивных способов защиты железобетонных труб рядом авторов предлагались пропитка бетона жидким стеклом и другими веществами, а также обработка труб некоторыми газами.

Исследования, проведенные в Харьковской национальной академии городского хозяйства совместно с Харьковским государственным техническим университетом строительства и архитектуры, показали, что можно существенно повысить прочность и долговечность железобетонных напорных труб, а также металлических конструкций трубчатого типа путем использования в указанных конструкциях стеклопластиков в качестве упрочняющего и защитного слоя. Массовое внедрение таких конструкций является важной задачей, решение которой может обеспечить дальнейшее снижение стоимости строительства и будет дополнительным существенным резервом экономии металла.

Метод усиления, предполагающий наклеивание на железобетонные конструкции дополнительной стеклопластиковой арматуры, дает возможность увеличения несущей способности железобетонной конструкции за счет включения в ее растянутую зону дополнительных армирующих элементов из стеклопластика [4].

Преимуществами данного метода по сравнению с остальными являются такие показатели, как незначительное уменьшение высоты помещения при усилении перекрытий, проведение ремонтно-строительных работ за меньший период времени, незначительные и несущественные изменения в имеющейся несущей структуре усиляемого элемента, меньшие затраты при производстве работ.

Существенный интерес для реконструкции представляет перспектива использования стеклопластиковой арматуры при усилении железобетонных конструкций. Стеклопластиковая арматура более чем в 3 раза легче стальной, а удельная прочность ее в 3,5-4 раза выше. Стремление заменить сталь другим материалом вызвано еще и тем, что в ряде случаев требуется создать конструкцию с высокой коррозионной стойкостью, антимагнитными и диэлектрическими свойствами.

Вопросам использования стеклянного волокна в качестве армату-

ры бетона посвящены исследования О.В.Пустовойтова, Ю.М.Тарнопольского, Г.Ш.Салия [5-7] и др.

Согласно исследованиям [7-9], ленточная стеклопластиковая арматура, которую рекомендуется применять в качестве элемента усиления железобетонных конструкций, имеет ряд преимуществ перед другими видами арматуры.

Данный вид арматуры позволяет методом намотки легко формировать сплошные покрытия, оболочки и др. Ленточная форма арматуры в наибольшей мере позволяет осуществить многослойное наложение стеклопластикового слоя однородной структуры. Применение ленточной стеклопластиковой арматуры (ЛСА) целесообразно еще и потому, что при применении в наибольшей степени используются ее специфические свойства, такие как высокая прочность при растяжении, коррозионная стойкость [10] и др.

Эти факторы создают предпосылку для дальнейшего проведения научно-исследовательских работ, а именно: разработке физической и математической моделей клеевого соединения «стеклопластик-бетон» с целью исследования напряженно-деформированного состояния и совместной работы клея и стеклопластика.

1.Сенкевич Т.П., Рогальский С.З., Померанец В.Н. Железобетонные трубы. – М.: Стройиздат, 1989. – 268 с.

2.Чече А.А. Железобетонные напорные трубы. – Минск: Наука и техника, 1981. – 287 с.

3.Тевелев Ю.А., Кобахидзе А.Ф. Сборные железобетонные конструкции специального назначения. – Тбилиси: Сობოტე Сакарმველი, 1981. – 445 с.

4.Савиловский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий. – Харьков: Ватерпас, 1999. – 287 с.

5.Пустовойтов О.В. Стеклопластбетонные трубчатые сваи // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.38. – К.: Техніка, 2002. – С.57-60.

6.Салия Г.Ш., Шагин А.Л. Бетонные конструкции с неметаллическим армированием. – М.: Стройиздат, 1980. – 144 с.

7.Тарнопольский Ю.М., Кинцис Т.Я. Методы статических испытаний армированных пластиков. – М.: Химия, 1995. – 264 с.

8.Пустовойтова О.М. Усадочные деформации образцов акрилового полимеррасствора // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.21. – К.: Техніка, 1999. – С.43-46.

9.Пустовойтов О.В., Пустовойтова О.М., Псурцева Н.А. Композиционные трубопроводы универсальной транспортировки // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.67. – К.: Техніка, 2006. – С.127-130.

10.Пустовойтов О.В., Пустовойтова О.М., Тлебзу А.Т. Применение ориентированных стеклопластиков для усиления несущих элементов зданий и сооружений // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.67. – К.: Техніка, 2006. – С.52-57.

Получено 05.01.2010