

ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

А.И.Астахов, студент гр. ПГС – 508м

Научный руководитель - профессор Л.Д. Диордиенко

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В вопросе мелиорации и других случаев сельскохозяйственной деятельности большое значение имеют железобетонные трубы. В статье выполнен анализ работы труб виброгидропрессованных (ВГП) и центрифугированных труб со стальным сердечником (РТНС) в условиях агрессивной среды, а также приведены данные по обслуживанию железобетонного коллектора длиной 14,5 км от Каролино-Бугаз до очистных сооружений города Ильичевск. Рассмотрены рекомендации по толщине защитного слоя железобетонных труб.

Из года в год, в 1970...90 годы, росли объемы потребления железобетонных напорных труб в области водохозяйственного строительства. Вместе с тем именно в последние годы очень остро встал вопрос надежности и долговечности железобетонных напорных труб. Расчет степень агрессивности среды по отношению к бетону и арматуре центрифугированного изделия.

Проведенные исследования указывают на ряд недостатков работы трубопроводов, которые, в основном, связаны с низкой долговечностью труб, вызванной развитием в них коррозии стальной арматуры, что снижает надежность целого ряда трубопроводов, построенных из виброгидропрессованных (ВГП) труб и, особенно, центрифугированных труб со стальным сердечником (РТНС).

При проектировании трубопроводов в 80-е годы использовался, в основном, один документ – СНиП II-28-74, замененный позднее на СНиП II-28-74*. В этом документе требования по защите от коррозии сводились только к обеспечению защиты от коррозии бетонов по содержанию ионов SO_4 в растворе. При этом СНиП не уточнял, что имелось в виду под «раствором» - грунтовая вода или что-то другое. В соответствии с нормативными документами на изготовление напорных труб (ВГП и РТНС) рекомендовалось применение сульфатостойких цементов или цементов с низким содержанием трехкальциевого алюмината. Анализ целого ряда проектов трубопроводов для различных районов страны показал, что в соответствии с требованиями действо-

вавшего СНиПа они указывались в неагрессивную среду без каких-либо специальных требований по защите арматуры труб от коррозии. Необходимо отметить, что в указанном документе оговаривается толщина защитного слоя бетона и его плотность. Так, для бетонов с маркой по водонепроницаемости не менее W6 требовалась минимальная толщина защитного слоя 25 мм, а в конструкциях, в которых в ходе эксплуатации необходимо производить ремонт и восстановление защитного слоя, толщина его должна быть не менее 30 мм. В то же время в соответствии с ГОСТ 12586-74 на трубы ВГП толщина защитного слоя была принята 15 + 3 мм, а в трубах РТНС она вначале определялась значением 20 мм, а в более поздних ТУ (ГОСТ 26819-86) – 24 мм[1].

Таким образом, действовавшие ГОСТы на трубы не согласовывались с требованиями СНиП II-28-74 по толщине защитного слоя.

Требования по агрессивности трубы к арматуре в бетоне труб впервые введены СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии». В этом документе для ВГП труб среда относится к неагрессивной и не требуется специальных мероприятий по защите от коррозии стальной арматуры, если содержание хлорид – иона в водной вытяжке из грунта или грунтовой воде не превышает 500 мг/л; для труб РТНС при ширине раскрытия трещин не более 0,1 мм – 300 мг/л; а при ширине раскрытия не более 0,2 мм – 150 мг/л[3].

Анализ проектов трубопроводов, выполненных для юга Украины, где грунты обладают достаточно высокой засоленностью, а также для ряда районов Северного Кавказа, Закавказья, Молдавии и т.д. показал, что в подавляющем большинстве случаев трубы укладывались выше уровня грунтовых вод, а содержание хлорид – иона в водной вытяжке не превышала допустимых 500 мг/л. Таким образом ВГП трубы работали в неагрессивных условиях и должны были обеспечить проектную долговечность – 50 лет. Трубопроводы из РТНС труб, уложенные до 1985 года, укладывались в грунты, содержание хлорид – иона в водной вытяжке которой находилось в пределах 100 – 300 мг/л. Напомним, что действовавший в то время СНиП не имел требований по агрессивности грунтов по отношению к арматуре и стальным элементам труб, а по требованиям к агрессивности грунтовой среды к бетону, трубы укладывались в неагрессивные среды[4].

Из приведенного выше можно сделать вывод, что указанные трубопроводы были построены в неагрессивных грунтовых условиях и должны были обеспечить надежную эксплуатацию в заданные нормативные сроки.

Опыт эксплуатации трубопроводов из виброгидропрессованных труб на юге Украины и в некоторых других районах страны показал,

что через 2 – 3 года после начала эксплуатации трубопроводов появляются разрушения отдельных труб. Обследование разрушенных труб показало, что во всех случаях аварии произошли из-за коррозии стальной преднапряженной спиральной арматуры. По данным Крымского облводхоза за 1983 – 90 годы только в Крыму затраты на замену и ремонт трубопроводов составили 4,8 млн. грн. В Одесской области, при попытке ввести в эксплуатацию напорный коллектор от Каролино-Бугаза до очистных сооружений г.Ильчевска (14,5 км), уложенного из двух ниток труб ВГП диаметром 500 мм Гниваньского завода и пролежавшего в грунте до начала ввода от 3-х до 9-ти лет, порывы следовали за порывами из-за коррозии стальной арматуры. Убытки по этому коллектору составили более 1 млн. грн. К прямым затратам на ремонт и восстановление трубопроводов добавляются довольно значительные убытки от потери части урожая сельхозкультур, вызванные нарушениями режимов орошения.

Для установления причин раннего разрушения виброгидропрессованных труб лабораторией долговечности железобетонных конструкций Крымского филиала УкрНИИГИМа были проведены детальные натурные обследования действующих водоводов в Крымской области. Крым, как район для таких обследований, был выбран по той причине, что здесь одновременно встречаются наиболее характерные виды агрессии (наличие в грунтах хлоридов, сульфатов и гидрокарбонатов), изменение степени агрессивности грунтов в достаточно широких пределах. Установлено, что развитие коррозионного процесса зависит от толщины защитного слоя.

Эти выводы подтвердились и при обследовании Каролино-Бугазского напорного коллектора. Одной из главных причин раннего разрушения труб является их качество. Практически во всех случаях развитие коррозии арматуры было обнаружено в местах дефектов защитного слоя (уменьшение толщины или плотность бетона). При толщине защитного слоя в 15 мм из плотного бетона не было обнаружено ни одного случая развития коррозии стали. При обследовании установлены следующие дефекты защитного слоя: снижение толщины от 3-10 мм в отдельных локальных местах трубы, вызванное дефектами наружной опалубки; наличие рыхлого, крупнопористого бетона в защитном слое вдоль швов наружной опалубки. Эти дефекты вызваны также низкими требованиями ГОСТа 12586.0-83 (12586-74), где основной упор делается на напорность труб. А защитный слой проверяется в одной двух трубах на партию 100 штук в трех местах на трубе. При отсутствии приборов для такого контроля (ИЗС на трубе имеют весьма низкую точность) он практически не ведется. Обследование более 20 тыс. ВГП

труб в период с 1983-2000 г.г. показало, что снижение минимальной толщины защитного слоя до 3-7 мм было обнаружено на 38-85 обследованных труб различных заводов Украины и Молдовы (Бандерского).

Опыт эксплуатации труб РТСН в Крыму показал, что первые разрушения труб в водоводах появились через два года после начала эксплуатации, а через три года из 28 км обследованных трубопроводов полностью вышли из строя и заменены 24 км труб. Подобная картина наблюдается и в других районах, в большинстве случаев разрушение труб происходило вблизи соединения стального цилиндра с обечайкой, а причиной разрушения была коррозия спиральной арматуры и цилиндра. Анализ разрушений на трубопроводах из ВГП труб показал, что разрушение труб, вызванное коррозией спиральной арматуры, зависит также от значения рабочего давления в трубопроводе и находится с ним в прямо пропорциональной зависимости. По данным Крымского филиала УкрНИИГИМа (Шлаен А.Г., Домбрачев А.С., Шлайгер Э.Е.), укладывая трубу в среду с содержанием хлорид-ионов в водной вытяжке 400 мг/л, которая в соответствии со СНиП 2.03.11-85 является неагрессивной по отношению к стальной арматуре, мы фактически укладываем трубу в раствор с концентрацией 12500 мг/л, т.е. весьма агрессивную среду [3]. Естественно, что ВГП труба не может работать в такой агрессивной среде в течение нормативного срока и служит не более 8 лет. Теоретические расчеты Крымского филиала УкрНИИГИМа показывали, что в агрессивной среде (например, 7500 мг/л хлорида-ионов) при защитном слое бетона 24 мм долговечность трубы ВГП равна 50 лет, а при снижении минимальной толщины защитного слоя до 8 мм долговечность уменьшается до 5,6 года; при толщине защитного слоя 5 мм долговечность равна 2,2 года [2]. Эти данные хорошо согласовываются в Крыму и Одесской области.

Вывод. Таким образом, при составлении новых нормативных документов (ДБН) на железобетонные трубы, изготовлении труб на заводах, разработке проектов, строительстве водотоков и их эксплуатации необходимо учитывать результаты проведенных обследовательских работ.

1. Стрижевский И.В., Рейзин Б.Л., Иоффе Э.И. Коррозия и защита арматуры железобетонных трубопроводов. М., Стройиздат, 2002. 2. Алексеев С.Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне. М., Стройиздат 2008, 230с. 3. Шлаен А.Г. Определение агрессивной активности грунтов по отношению к арматуре в бетоне. Гидротехника и мелиорация, 2006, с.28-30. 4. Шлаен А.Г., Алексеев С.Н., Кравченко Т.Г. Долговечность виброгидропрессованных труб в напорных водопроводах. Бетон и железобетон, 2007 с.28-30