

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ НАПОРНЫХ ТРУБ КАНАЛИЗАЦИОННОГО КОЛЛЕКТОРА

Заволока М. В., Мишутин А. В., Заволока Ю. В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Проведено исследование по установлению причин интенсивной коррозии бетона и арматуры приведших к разрушению железобетонных предварительно напряженных напорных виброгидропрессованных труб канализационного коллектора очистных сооружений ОПЗ г. Южный. Установлена связь между разрушением труб и изменением режима их эксплуатации.

Одной из актуальных проблем в области строительства является задача повышения надежности и долговечности бетона и железобетона и конструкций из них, обусловленная ведущей ролью этих материалов в современном строительстве.

Строительство на заданные сроки службы возможно только при знании процессов взаимодействия материала конструкций с окружающей средой. Надежность и долговечность железобетонных сооружений зависят от качества проектирования, изготовления – соответствия требованиям ГОСТ и соблюдения предусмотренного режима эксплуатации.

Было проведено обследование участка коллектора, расположенного на расстоянии 3,2 км. от очистных сооружений г. Южного в связи с выходом на поверхность сточных вод.

Трубы напорные железобетонные марок ТН 60-I, ТН 60-II, соответствуют диаметру условного прохода 600 мм, I класса с расчетным давлением – 1,5 МПа (15 кгс/см²) и II класса с расчетным давлением – 1,0 МПа (10 кгс/см²).

Бетон марки прочностью 500 кгс/см².

Трубы изготовлены в соответствии с требованием ГОСТ 12586.0-83, ГОСТ 12586.1-83.

Сооружение коллектора из напорных железобетонных труб было осуществлено в 1993 году и с тех пор канализационный коллектор находится в эксплуатации.

Эксплуатация канализационного коллектора г. Южный предусмотрена в напорном режиме под давлением 1 МПа.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12586.0-83 железобетонные предварительно напряженные напорные раструбные трубы, изготовлены из тяжелого бетона методом виброгидропрессования и предназначены для прокладки напорных трубопроводов, по которым транспортируются жидкости с температурой не выше 40°С и неагрессивной степенью воздействия на железобетонные конструкции и уплотняющие резиновые кольца стыковых соединений.

Для установления причин разрушения железобетонных труб коллектора было произведено вскрытие и демонтаж железобетонных труб на отдельных участках.

При обследовании мест вскрытия коллектора и демонтажа железобетонных труб были выполнены следующие работы: осмотр мест вскрытия трубопроводов и оценка их технического состояния, а также была выполнена фотофиксация; осмотр демонтированных железобетонных труб коллектора, фотофиксация их технического состояния; отбор фрагментов-образцов бетона железобетонных труб для проведения испытаний бетона на прочность при сжатии и химического анализа на наличие ионов сульфатов и хлоридов.

При обследовании на месте вскрытия железобетонных труб коллектора очистных сооружений установлено, что железобетонные напорные трубы находятся в неудовлетворенном техническом состоянии, в верхней части железобетонных труб отчетливо наблюдаются места коррозии бетона и арматуры (рис.1–3).

Долговечность напорных виброгидропрессованных железобетонных труб зависит от:

1. качества изготовления в соответствии требованиям ГОСТ;
2. соблюдения условий эксплуатации железобетонных напорных труб отвечающих проектным требованиям и нормативно-технической документации.

Соблюдение условий эксплуатации виброгидропрессованных напорных железобетонных труб предусмотренные ГОСТами является залогом их длительной эксплуатации в коллекторе очистных сооружений. Проектом предусмотрен напорный режим работы коллектора очистных сооружений г. Южный.

По данным сотрудников эксплуатирующих напорный канализационный коллектор, последний эксплуатировался не только в напор-

ном режиме (предусмотренном проектом), но и в самотечном режиме, что подтверждается материалами фотофиксации, где отчетливо виден уровень заполнения труб коллектора (рис.1–2) Канализационный коллектор проложен в грунтах средней агрессивности.



Рис.1.

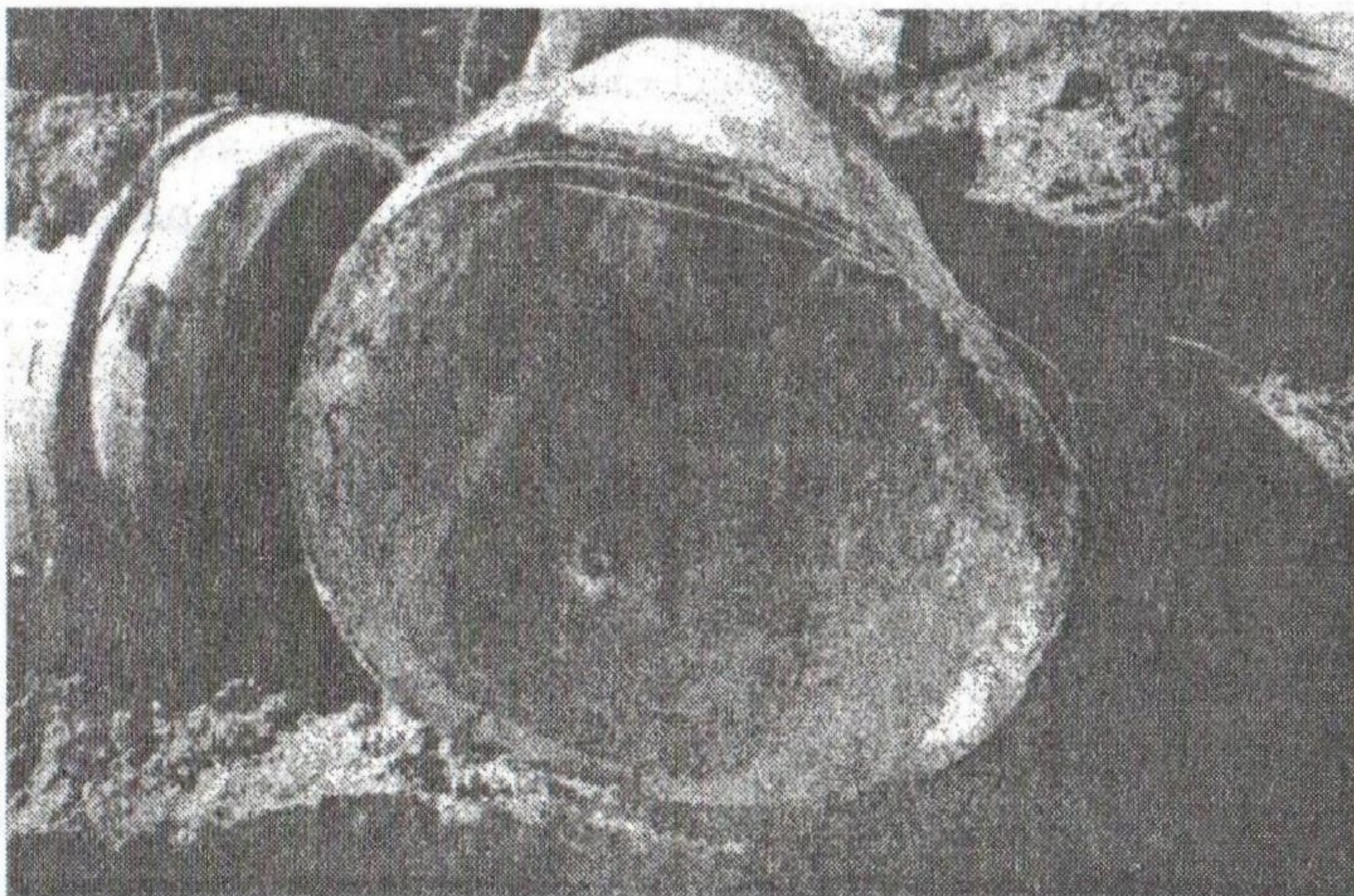


Рис.2

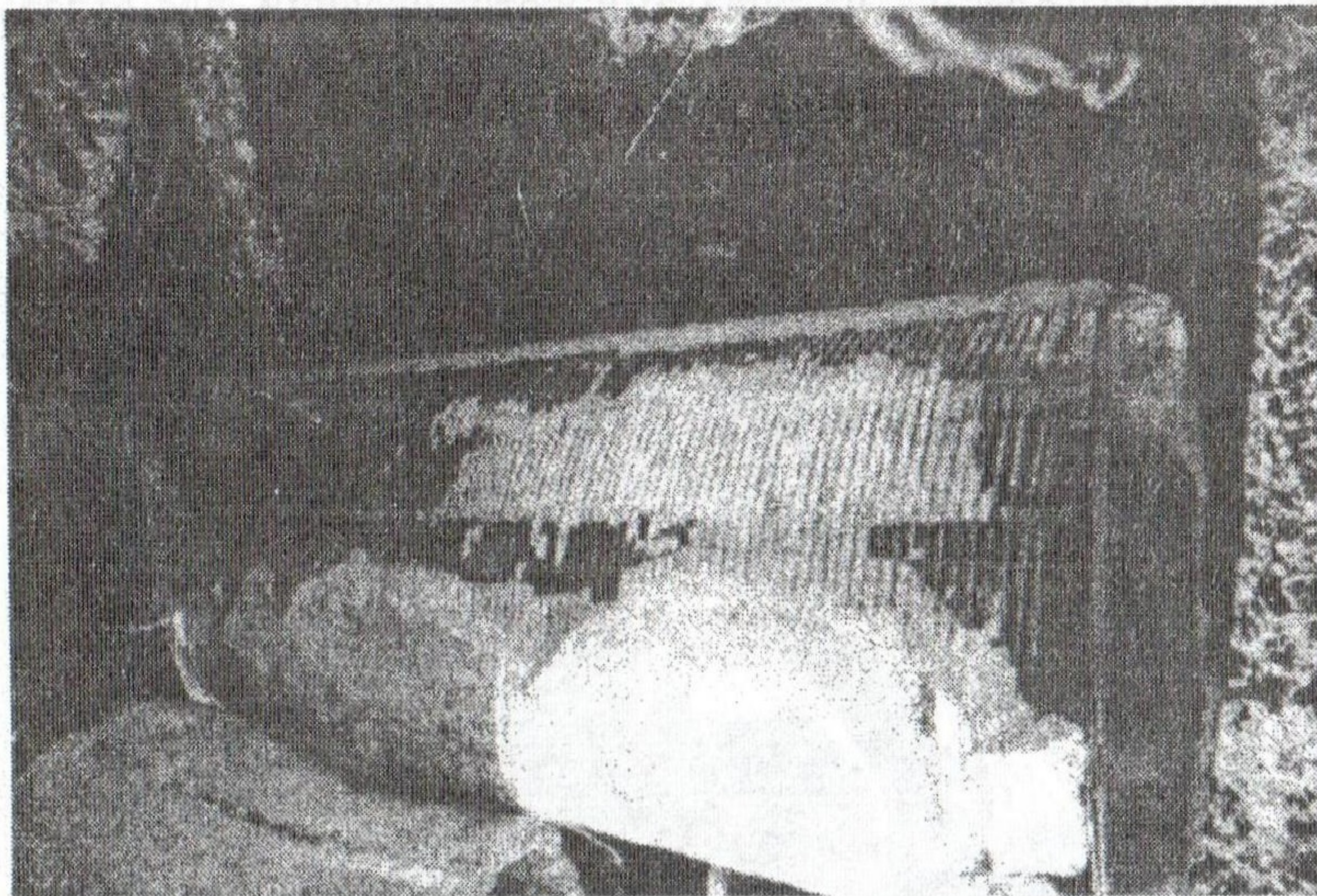


Рис.3.

При обследовании на месте вскрытия напорного коллектора установлено, что железобетонные виброгидропрессованные трубы подвержены интенсивной коррозии как бетона, так и арматуры особенно в верхней части труб (рис.1–3) Обследование демонтированных из коллектора железобетонных труб показало, что интенсивная коррозия бетона и арматуры привела к их полному разрушению в верхней части свода труб (рис.1–3)

Высокопрочная арматура, особенно тонкая проволочная имеет склонность к хрупкому коррозионному разрушению (коррозии под напряжением), к коррозионному растрескиванию, коррозионной усталости Поэтому коррозия напрягаемой арматуры всегда вызывает большее опасение, чем обычной

Как видно, из представленных материалов фотофиксации труб, характер разрушения арматуры и бетона свидетельствуют об интенсивных процессах коррозии железобетонных труб в процессе эксплуатации Причем, процессы коррозии бетона и арматуры проходили особенно интенсивно в верхнем своде труб, о чем свидетельствует рыхлое состояние бетона в виде обнаженного щебня, сла-

бо удерживаемого остатками растворной составляющей и покрытой ржавчиной арматуры.

Испытания образцов бетона выпиленных из отобранных фрагментов-образцов в наиболее характерных местах разрушения бетона труб приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Размеры образца, см.	Площадь сжатия; см ²	Пред. проч. при сжатии, кгс	Прочность привед. к базов. обр. кгс/см ²
1	7,00 × 7,04 × 7,10	50,0	4850	82,5
2	7,02 × 7,06 × 7,08	50,0	5220	88,7
3	7,00 × 7,06 × 7,10	50,1	4720	80,1
в среднем				83,8

Как видно из таблицы 1 прочность образцов бетона напорных виброгидропрессованных железобетонных труб составляет в среднем 83,8 кгс/см², что составляет 17% от проектной прочности бетона В 50, что подтверждает интенсивные процессы коррозии в бетоне, а рыхлое состояние структуры свидетельствует о высокой проницаемости бетона с последующей коррозией арматуры.

Возможное несоответствие качества изготовления труб требованиям ГОСТа, может быть также причиной их интересного разрушения.

В напорных виброгидропрессованных трубах используется спиральная предварительно-напряженная арматура. Коррозия напрягаемой арматуры вызывает большие опасения, чем обычной в связи с хрупким ее разрушением, коррозионным растрескиванием и усталостью.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ ХЛОРИДОВ И СУЛЬФАТОВ В ОБРАЗЦАХ БЕТОНА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИДОВ ПО МОРУ

Массовую долю в % Cl^- рассчитываем по формуле:

$$\omega / Cl \% / = \frac{35,5 \cdot 0,0233 \cdot 1,15 \cdot 50}{1000V_d(\text{иссл. } p - pa) m_{\text{осадка}}} \cdot 100\% = 0,9512\%$$

10мл.

$\omega/Cl\%/ = 0,1\%$. Это 1 г. в 100 г. осадка, или 10 г в 1 кг.

Основа метода по ГОСТу 26425.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНА СУЛЬФАТА (SO_4).

Сущность метода заключается в осаждении иона сульфата хлористым барием и турбидиметрическом определении его в виде сульфата бария. В качестве стабилизатора взвеси использовали глицерин.

Формула раствора:

$$\omega/SO_4^{-2} / \% = \frac{\text{мг. } (SO_4^{-2})_{p-pa} \cdot 100}{1000 \cdot V_a}$$

$$\omega/SO_4^{-2} / \% = \frac{3,81 \cdot 50 \cdot 100}{1000 \cdot 1} = 19,05\% \approx 19\%$$

Это 19 г. в 100 г. или 190 г. в 1 кг.

Основа метода взята из ГОСТа 26423-85

Характер разрушения труб и химический анализ образцов бетона, а также результаты испытания прочности бетона на сжатие свидетельствуют о интенсивных процессах коррозии бетона и арматуры канализационного коллектора. Анализ отечественной и зарубежной технической литературы свидетельствует, что около 70% всех аварий (канализационных коллекторов) происходит из-за коррозии бетона или арматуры. Типичная картина повреждения коллектора представлена на рис. 4.

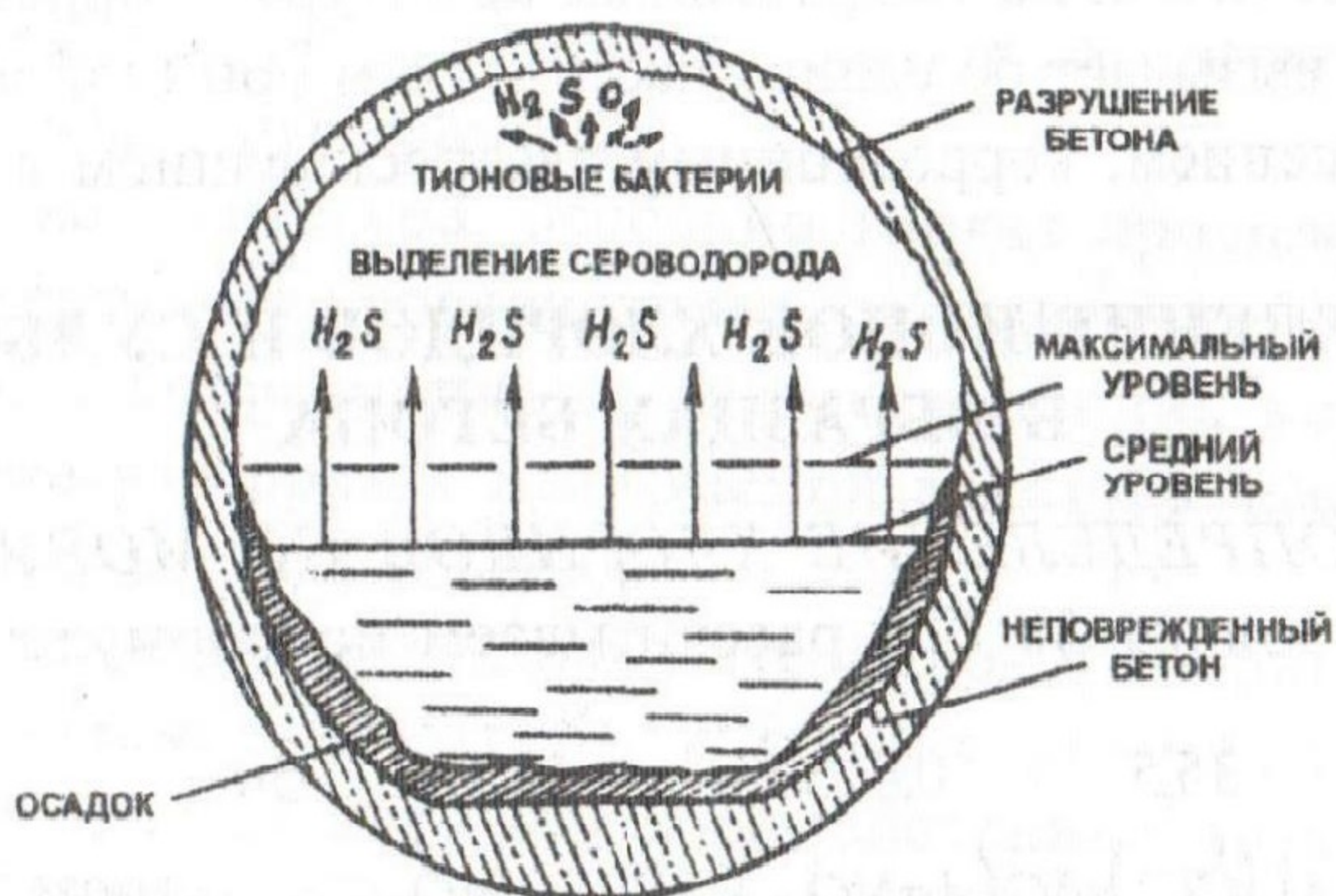


Рис. 4. Микробиологическая коррозия бетона канализационного коллектора

Повреждается в первую очередь бетон верхней части свода, который постоянно или длительно находится выше уровня сточных вод. В этой зоне на бетон действует высоковлажная среда, содержащая сероводород, образующийся при разложении органических веществ на пути их следования. Сероводород окисляется до серной кислоты тионовыми бактериями, поселяющимися на поверхности бетона коллектора и создающими слой слизи на ней.

Механизм биокоррозии состоит в следующем: живые, или как будем их называть, биоорганизмы могут поселяться на поверхности бетона, если на этой поверхности есть органические вещества, или если в контакте с поверхностью находится среда (воздух, вода, жидкости), содержащая вещества, служащие пищей для микроорганизмов (органические вещества, сера и ее соединения, углеводороды и т. п.). Микроорганизмы, поселяясь на поверхности бетона, или при его пористости на некоторой глубине в теле бетона, в процессе жизнедеятельности (метаболизма) выделяют продукты метаболизма. Так как процессы жизнедеятельности – это окислительные процессы, то главными продуктами метаболизма являются кислоты.

Наибольшей растворяющей силой обладают органические кислоты, образующие легкорастворимые кальциевые соли и комплексные соединения с силикатами и алюминатами кальция.

Роль микроорганизмов выявляется четко и интенсивностью коррозионных процессов непосредственно связанных с интенсивностью жизнедеятельности микроорганизмов в каждый данный момент времени, т. е. непосредственно связана с наличием условий, благоприятных для их жизни. Такие условия создаются на поверхности сточных коллекторов в газовой среде, которых условия благоприятны для развития сероокисляющих бактерий. Питательной средой служит сероводород, который при окислении тионовыми бактериями образует серную кислоту, повреждающую бетон (рис 4).

В коррозии бетона канализационного коллектора проявляются все 3 вида коррозии. Коррозия I вида это разрушение бетона вследствие растворения и выноса из него структуры компонентов цементного камня, создающих его прочность. Коррозия II вида характерна тем, что повреждение бетона определяется не только растворением компонентов цементного камня, но и их химическим взаимодействием с агрессивными компонентами, содержащимися в воде с образованием растворимых продуктов коррозии или с выделением трудно-

растворимых соединений в виде рыхлых новообразований, не обладающих прочностными свойствами. III вид коррозии определяется стойкостью цементных бетонов в сульфатных средах. Коррозия бетона в органических средах относится к III виду коррозии и приведенный химический анализ образцов бетона поврежденного коррозией коллектора подтверждает изложенное выше.

Выводы:

1. Проведенные исследования дают основания считать, что коррозия бетона и арматуры предварительно напряженных напорных труб канализационного коллектора являются следствием эксплуатации коллектора в самотечном режиме, несоответствующим требованиям ГОСТа 12586 0-83 и предполагаемого низкого качества изготовления труб.

Следует также отметить, что железобетонные трубы канализационного коллектора находились в грунтах средней степени агрессивности без принятия мер по их антикоррозийной защите.

2. Обследование демонтированных железобетонных труб коллектора позволило установить, что трубы полностью или частично разрушены коррозией бетона и арматуры, что подтверждается материалами фотофиксации, и не подлежат ремонту, восстановлению, а тем более дальнейшей эксплуатации.

3. При замене труб напорного коллектора следует учесть его периодический самотечный режим работы и возникающую в связи с этим внутреннюю коррозию, а также внешнюю коррозию, вследствие агрессивности грунтов и протекающей среды.

4. Предусмотреть меры по эффективной коррозионной защите ж/б труб коллектора обеспечивающих их долговечность с использованием биоцидных добавок и модифицированных бетонов.

Литература

1. Читаишвили Т. Г., Гуджеджиани З. Г. Тионовые бактерии как фактор коррозии бетонных сооружений, омываемых сероводородными минерализованными водами В кн Биоповреждения в строительстве. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 320.

2. Алексеев С. Н., Иванов Ф. М., Модры С., Шиссель П. Долговечность железобетона в агрессивных средах – М.: Стройиздат, 1990. – С. 312.

3. Заволока Ю. В., Кобринец В. М., Заволока М. В., Заволока Ю. М. Оценка технического состояния и усиление железобетонных конструкций – Од.: ИМК “Город мастеров”, 2000. – С. 59–79.