

- установки, основанные на принципе плазмокаталитической очистки.

Выводы:

1. Выделение экологически опасных газообразных соединений в системах водоотведения и водоочистки создает угрозу для экологической безопасности атмосферы.
2. Установлено, что к наиболее экологически опасными соединениям, выделяющимся в процессе водоотведения и водоочистки, относятся: сероводород, азота диоксид, аммиак, диметил дисульфид.
3. Зарубежными и отечественными специалистами разработан ряд инженерных мероприятий, позволяющих уменьшить выброс экологически опасных газообразных соединений от сооружений канализации в атмосферу.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК:

1. T. Zarra, V. Naddeo, V. Belgiorno, M. Reiser and M. Kranert. Odour monitoring of small wastewater treatment plant located in sensitive environment // Water Science & Technology—WST. – 2008. – Vol.58, №1. – P. 89-94.
2. Данилович Д.А., Скляр В.И., Грачев В.А., Дорофеева А.Г. Определение выброса загрязняющих веществ в атмосферу с поверхности очистных сооружений // Водоснабжение и санитарная техника – ВСТ. – 2006. – Вып. 11. – С. 44-49.
3. Юрченко В.О. Розвиток науково-технологічних основ експлуатації споруд каналізації в умовах біохімічного окислення неорганічних сполук. Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.23.04 / УДНДІ «УкрВОДГЕО». – Харків, 2007.– 36 с.

УДК 620.193

Юрченко В.А., д.т.н., проф., Бригада Е.В., н.с., Егорова Ю., - ХНУСА, УГНИИ «УкрВОДГЕО», ХНАДУ, г. Харьков, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРУШАЮЩИХ И НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ – ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ГИДРОСФЕРЫ

Проведено обследование состояния бетона железобетонных конструкций ДнепроГЭСа и моста через р. Уды в пос. Песочин различными количественными методами. Установлено влияние экологических факторов на интенсивность коррозионных процессов на гидротехнических сооружениях.

Технические объекты, находящиеся в условиях водных сред – плотины, мосты, дамбы – часто подвергаются интенсивному агрессивному воздействию, которое обусловлено образованием в водных средах агрессивных газов. Образование агрессивных соединений в водных экосистемах происходит в результате специфических условий эксплуатации - повышенной влажности среды, высокой или низкой скорости течения воды, микробиологических процессов на поверхности бетона. Причем надводная часть конструкций гидротехнических сооружений наиболее подвержена коррозионным процессам. Образовавшиеся агрессивные вещества взаимодействуют с компонентами бетона, что приводит к коррозионным процессам, появлению отложения на поверхности, нарушению целостности конструкции и т.д., что, в свою очередь, ведет к снижению прочности и надежности эксплуатации сооружения в целом.

В бетонных гидротехнических сооружениях должна производиться проверка прочности бетона на участках, подверженных воздействию динамических нагрузок, фильтрующейся воды, минеральных масел, регулярному промерзанию и расположенных в зонах переменного уровня. Опасность появления аварийных ситуаций техногенного характера заставила обратить внимание на состояние длительно эксплуатирующихся гидротехнических сооружений [1].

При снижении прочности конструкций сооружений по сравнению с установленной проектом они должны быть усилены. Помимо перечисленных выше основных требований, бетонные гидротехнические сооружения должны удовлетворять ряду специфических требований, определяемых особенностями бетона как строительного материала и условиями работы бетонных сооружений, главным образом, под воздействием скоростного потока воды [1].

Механические свойства ряда материалов в процессе эксплуатации претерпевают серьезные изменения (вплоть до разрушения), поэтому необходимы методы контроля показателей надежности этих материалов и конструкций из них. Методы контроля состояния бетонных конструкций можно разделить на разрушающие и неразрушающие. При оценке состояния бетонных конструкций и сооружений контролируемые параметрами являются: прочность, величина защитного слоя, влажность, морозостойчивость, влагонепроницаемость и др. Основным показателем является прочность на сжатие – свойство материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, вызванных внешними силами или другими факторами.

Существует несколько методов испытания бетонов на прочность [2-5]:

– метод стандартных образцов. Образцы кубической или цилиндрической формы изготавливают из проб бетонной смеси, применяемой при изготовлении контролируемого изделия. На основании лабораторных испытаний можно судить о долговечности бетона, подверженного влияниям, вызвавшим разрушение;

– использование выбуренных из конструкции кернов, которые затем испытывают подобно стандартным образцам под прессом. Бетон кернов полностью соответствует реальному материалу конструкции. Однако, сложность отбора образцов-кернов, высокая трудоемкость и стоимость выбуривания кернов, опасность нарушения целостности конструкции, возможное нарушение структуры керна при выбуривании и обработке торцов, – ограничивает использование этого метода [4].

Неразрушающий контроль (НК) – это комплекс работ, который позволяет определить качество и надежность строительных конструкций, при этом не нарушается их целостность и возможность эксплуатации. Способ неразрушающего контроля прочности бетона заключается в том, что исследуемая конструкция или материал не подвергается механическим разрушениям, контроль осуществляется косвенно путем измерения и математического анализа физико-механических величин, отвечающих за прочностные свойства конструкции или материала, т.е. непосредственно измеряемой величиной является не прочность бетона, а физический показатель, связанный с измеряемой величиной корреляционной зависимостью. Для установления корреляционной зависимости предварительно определяют градуировочную зависимость между прочностью бетона и косвенной характеристикой.

Для неразрушающего контроля прочности бетона используют приборы, основанные на методах местных разрушений (отрыв со скалыванием, скалывание ребра, отрыв стальных дисков), ударного воздействия на бетон (ударный импульс, упругий отскок, пластическая деформация), ультразвукового прозвучивания и др.

При обследовании монолитных конструкций и больших массивов бетона применение ударно-импульсных и ультразвуковых приборов должно сочетаться с испытаниями бетона методами отрыва со скалыванием, скалывания ребра или отбора образцов (кернов).

Особого внимания заслуживают методы отрыва со скалыванием, скалывания ребра и отрыва стальных дисков, которые часто называют методами местных разрушений. Эти методы характеризуются большей точностью по сравнению с другими методами неразрушающего контроля [5].

Контроль прочности ударными и ультразвуковыми (УЗ) методами выполняют в поверхностных слоях бетона (кроме сквозного УЗ-прозвучивания), в связи с чем, состояние поверхностного слоя может оказывать существенное влияние на результаты контроля. В случаях воздействия на бетон агрессивных факторов (химических, термических или атмосферных) необходимо выявить толщину поверхностного слоя с нарушенной структурой [4, 5].

Наиболее сложными для контроля бетона конструкций являются случаи воздействия на него химических (соли, кислоты, масла), термических (высокие температуры, замораживание в раннем возрасте, переменное замораживание и оттаивание в водонасыщенном состоянии), атмосферных (карбонизация поверхностного слоя), микробиологических и других агрессивных факторов. Эти факторы воздействуют в первую очередь на поверхностные слои бетона, поэтому, при обследовании необходимо визуально, простукиванием, либо смачиванием раствором фенолфталеина выявить поверхностный слой с нарушенной структурой. Подготовка бетона для испытаний неразрушающими методами заключается в удалении поверхностного слоя на участке контроля и зачистки поверхности наждачным камнем [5].

Цель данной работы – количественная оценка глубины поражения гидротехнических бетонных сооружений кислотной агрессивными факторами среды.

Объектом исследований являлись – бетон железобетонных конструкций ДнепроГЭСа и надводная часть бетонного основания и бетонных опор моста через р. Уды (пос. Песочин).

Исследование бетона железобетонных конструкций ДнепроГЭСа выполняли разрушающим методом контроля. Для проведения испытаний были отобраны керны трех колонок водосливной плотины и трех колонок правобережной глухой плотины. В водной вытяжке этих образцов определяли рН потенциометрическим методом (табл. 1) [6, 7].

Таблица 1 - Определение рН в пробах бетона

| Проба | рН | Проба | рН | Проба | рН |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1д-1 | 11,90 | 511-5 | 11,75 | 8д-5 | 11,62 |
| 1д-2 | 11,85 | 511-6 | 11,95 | 8д-6 | 11,70 |
| 1д-3 | 11,90 | 22-1 | 12,10 | 4д-1 | 11,8 |
| 1д-4 | 11,85 | 22-2 | 12,00 | 4д-2 | 11,75 |
| 1д-5 | 11,80 | 22-3 | 11,95 | 4д-3 | 11,85 |
| 1д-6 | 11,85 | 22-4 | 11,95 | 4д-4 | 11,8 |
| 511-1 | 11,80 | 8д-1 | 11,23 | 111-1 | 11,85 |
| 511-2 | 11,70 | 8д-2 | 11,52 | 111-2 | 11,90 |

| | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 511-3 | 11,85 | 8д-3 | 11,50 | 111-3 | 11,85 |
| 511-4 | 11,90 | 8д-4 | 11,60 | 111-4 | 11,85 |

Из приведенных данных видно, что рН в пробах бетона по глубине кернов находится в диапазоне 11,8-12,0. Бетон, который не подвергался агрессивному воздействию среды и не находился в эксплуатации, имеет рН=12,0. Это свидетельствует о том, что исследованные образцы не испытывали агрессивное действие внешних факторов (температура, влажность, агрессивные газы, микробиологическая агрессия). Газо-воздушная среда на исследуемом объекте не оказывает агрессивного кислотного влияния на соприкасающуюся с ней поверхность бетона.

Обследование моста через реку Уды в пос. Песочин (а/д Харьков - Киев) проводили неразрушающим методом контроля с помощью сертифицированного прибора - корозиметра бетона (КБ-2). Этот прибор был разработан для оперативной количественной неразрушающей оценки степени коррозионного поражения бетонных конструкций, выраженной в мВ. На каждом участке, находящимся на различной высоте от водной поверхности (от 0,1 г до 2,0 м), выполняли не менее 5 измерений. Затем по разработанным программам рассчитывали значение рН исследуемого бетона. Результаты количественных измерений на основании и опоре моста представлены в табл. 2 (усредненные данные).

Таблица 2 - Результаты измерений, выполненных на опоре и основании опоры моста через р. Уды

| Расстояние от поверхности воды | Показатель, измеряемый с помощью КБ, мВ | рН |
|--------------------------------|---|------|
| Опора моста | | |
| 2,0 м | -184,1 | 5,12 |
| 1,5 м | -190,8 | 5,31 |
| Основание опоры | | |
| 0,4-0,5 м | -281,6 | 7,83 |
| 0,2-0,25 м(белая область) | -328,4 | 9,13 |
| 0,1-0,15 м (черная область) | -235,9 | 6,56 |

Как видно из табл. 2, бетон опоры и основания моста находился в условиях воздействия агрессивных кислото-образующих газов, наиболее вероятно - CO₂, NO_x, выделяющихся из воды. Особого внимания требует в анализ значений рН бетона основания опоры моста. Непосредственно над водой находится область с рН 6,56, которая по всему периметру опоры имеет черный цвет. Это свидетельствует о том, что в атмосфере этой области присутствует сероводород, соединения которого с тяжелыми металлами (например, железом) образуют черные сульфиды этих металлов.

Следующая за ней белая полоса по периметру всей опоры имеет ярко белый цвет. Это, вероятно, обусловлено вкраплениями коллоидной серы (S₀), которая образуется при окислении сульфидов кислородом воздуха. В этой области бетон имеет рН 9,13, то есть он значительно менее поражен кислотной агрессией. Сера нулевой валентности и растворенный в пленочной влаге на бетоне сероводород легко окисляется тионовыми бактериями до серной кислоты, которая является чрезвычайно агрессивным агентом в разрушении бетона.

Анализ бетона водосливной и правобережной плотин ДнепроГЭСа, выполненный разрушающим методом, свидетельствует об отсутствии в окружающей их среде агрессивного кислотного воздействия на бетон и коррозионных процессов в исследуемых образцах.

Анализ бетона моста через р. Уды в поселке Песочин (а/д Харьков - Киев), выполненный неразрушающим методом, показывает наличие кислотных агрессивных влияний на конструктив и наличие слабых коррозионных процессов. На этом объекте выявлено наличие биогенных экологических факторов воздействия, которые чрезвычайно усиливают агрессивность среды.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК:

- 1 Штенгель В.Г. Особенности применения методов и средств неразрушающего контроля бетона элементов эксплуатирующихся гидротехнических сооружений // Электронный журнал «Предотвращение аварий зданий и сооружений», 2011. - С. 1-20.
- 2 Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебник / Баженов Ю.М. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
- 3 ГОСТ 10180 (СТ СЭВ 3978.83). Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам // М.: Стройиздат, 1985. – 34 с.
- 4 Гулунов В.В. Современные методы и средства неразрушающего контроля бетонных и железобетонных конструкций / Гулунов В.В. // Бетон и железобетон № 4, 2005. – С. 19-22.
- 5 Лещинский М.Ю. Испытание бетона: Справ. пособие / Лещинский М.Ю. – М.: Стройиздат, 1980. – 360 с.
- 6 СТ СЭВ-4421-83. Защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре. Электрохимический метод испытаний // Дрезден, 1983. – 10 с.
- 7 ГОСТ 26426-85. Почвы. Метод определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки // М.: Стройиздат, 1985. – 9 с.