

средства. Стоимость земляных работ несколько выше, чем стоимость работ выполняемых при положительных температурах. Однако, производство земляных работ в зимний период приводит к снижению стоимости строительства за счет сокращения его сроков, уменьшения накладных расходов и более полного использования дорожно-строительных машин.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Гук В.И., Шкодовский Ю.М. Транспортные коридоры и урбанонология. Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем, материалы четвертой Международной научно-практической конференции, Челябинск, 2012, С. 79 – 85.
2. Прусенко Е.Д., Кияшко И.В. Перспективы развития интеллектуальных транспортных систем в Украине. Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Материалы международной Н.Т.К. Харьков, 2013, С. 126 – 132.
3. Юхновский І.Р. Транспортний комплекс України. Автомобільні дороги: Проблеми та перспективи / І.Р. Юхновський, Г.Б. Лебеда, Т.І. Попова – К.: ФАДА, ЛТД, 2004. – 176 с.
4. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника. Том 1. Под ред. проф. А.П. Васильева. М.: 2005, МАДИ (ГТУ), 519 с.
5. Девятов М.М., Вилкова И.М. Система потребительских качеств для разработки мероприятий по модернизации автомобильных дорог. Сб. научн. трудов «Проектирование автомобильных дорог». МАДИ (ГТУ), – М.: 2007, – С. 40 – 47.
6. Васильев А.П. О планировании работ по реконструкции, модернизации и ремонтам автомобильных дорог // Сб. научн. трудов МАДИ (ГТУ). – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ). 2005 – С. 20 – 29.
7. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: учебн. пособие / [ И.И. Леонович и др.] – Минск: Изд-во БНТУ 2002. – 354 с.
8. Харута Н.Я., Васильев Ю.М. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1975,– 286 с.
9. 9. Стороженко М.С. Фізична суть процесу промерзання ґрунтових шарів при спорудженні земляного полотна. Сб. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип. XVII, Київ, 1975. С. 17 – 21.

УДК 620.193

**Бригада Е.В.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

**Введение.** Надежность и долговечность бетонных сооружений в значительной мере зависят от качества их конструкций. 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.

Неразрушающий контроль (НК) – это комплекс работ, который позволяет определить качество и надежность строительных конструкций, при этом не нарушается

их целостность и возможность эксплуатации. Незарушающие методы контроля имеют ряд преимуществ: оперативное получение информации, низкая трудоемкость проведения испытаний, возможность автоматизации контрольно-измерительного процесса и др. [1].

Наиболее сложными для контроля состояния 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), биологических 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 [2].

Наиболее часто подвергаются интенсивному агрессивному воздействию технические объекты, находящиеся в условиях водных сред – плотины, мосты, дамбы. Данные гидротехнические сооружения характеризуются сочетанием высоких эксплуатационных нагрузок и большим разнообразием воздействующих агрессивных факторов. Подобное воздействие обусловлено образованием в водных средах различных агрессивных соединений, происходящих 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 отложений 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 [3].

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, 4-6]:

– 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 [5].

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).

Контроль прочности ударными и ультразвуковыми методами выполняют в поверхностных слоях бетона, в связи с чем, состояние поверхностного слоя может

оказывать существенное влияние на результаты контроля [5, 6].

**Цель и задачи исследования** - количественная оценка глубины поражения гидротехнических бетонных сооружений внешними агрессивными факторами среды.

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

**Результаты исследования.** Для экспериментальных исследований были отобраны керны трех колонок водосливной плотины и трех колонок правобережной глухой плотины ДнепроГЭС. В водной

вытяжке этих образцов определяли рН потенциометрическим методом (табл. 1) [7, 8].

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.

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

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. 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 представлены в табл. 2.

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

Расстояние от поверхности воды	Показатель, измеряемый с помощью КБ-2, 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 -  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , 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 образуют черные сульфиды этих металлов. Следующая за ней белая полоса по периметру всей опоры имеет ярко белый цвет. Это, вероятно, обусловлено вкраплениями коллоидной серы ( $\text{S}_0$ ), 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, 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), 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.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Контроль качества железобетонных конструкций сооружений неразрушающими методами: Зб. доповідей Українського міжгалузевого науково-практичного семінару «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення» / П.С. Витюк: Київ, 30 червня - 1 липня 1998 р., К.: 1998. – С. 39-43.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебник / Баженов Ю.М. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
3. 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.
4. ГОСТ 10180 (СТ СЭВ 3978.83). Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам // М.: Стройиздат, 1985. – 34 с.
5. Гулунов В.В. Современные методы и средства неразрушающего контроля бетонных и железобетонных конструкций / Гулунов В.В. // Бетон и железобетон № 4, 2005. – С. 19-22.
6. Лещинский М.Ю. Испытание бетона: Справ. пособие / Лещинский М.Ю. – М.: Стройиздат, 1980. – 360 с.
7. СТ СЭВ-4421-83. Защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре. Электрохимический метод испытаний // Дрезден, 1983. – 10 с.
8. ГОСТ 26426-85. Почвы. Метод определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки // М.: Стройиздат, 1985. – 9 с.