

## ТРЕХМЕРНАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

И. Г. МАЛКОВ, П. Н. КОНЯЕВ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Современные технологии дают множество безграничных возможностей, используя и синтезируя которые можно принести колоссальную пользу всему человечеству. Так, использование технологии лазерного сканирования, либо же его менее бюджетного аналога, сканирования посредством поккадрового фотографирования и распознавания объема (с более значительным снижением качества по сравнению с лазерным), помещенного в систему трехмерного моделирования и визуализации, позволило получить копию объекта, смоделированного на компьютере, что в свою очередь поможет решить ряд проблем:

– станет очень удобно вести мониторинг сооружения, выявляя его повреждения и характер их источника, методом сравнения сканированных копий архитектурного объекта за определенные промежутки времени. Примером может послужить выявление раскрытие трещин, их продолжительность либо же остановка, размо- раживание ограждающих конструкций стен здания, характерное изменение площади поврежденного участка и т. д.;

– трехмерная инвентаризация зданий и сооружений. Такой подход поможет достоверно оценить объем инвентаризируемого сооружения и его состояние на данный момент времени;

– после сканирования упростится спорный вопрос с монтажом негабаритного оборудования, в частности его маневренность в трудно доступных промышленных цехах, а также возможно будет симулировать электронную модель его оптимального прохождения в свободные проемы до места монтажа.

Расскажем подробнее о данной технологии и как она работает.

1 Лазерное сканирование – технология, позволяющая создать цифровую трехмерную модель объекта, представив его набором точек с пространственными координатами. Технология основана на использовании новых геодезических приборов – лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью порядка нескольких десятков тысяч точек в секунду. Полученный набор точек называется «облаком точек» и впоследствии может быть представлен в виде трехмерной модели объекта, плоского чертежа, набора сечений, поверхности и т. д. Благодаря высокой скорости работы сканера отпадает необходимость в избирательной съемке. Используя технологию сканирования, мы быстро получаем наиболее полную и достоверную информацию о геометрии объекта на конкретный момент времени. Максимальное расстояние, на сегодняшний день, при таком сканировании составляет до 300 м при отражении 90 %. Поле зрения по вертикали – 270°. Поле зрения по горизонтали – 360°.

Однако облако точек, представленное таким образом, дает далеко не полное представление об объекте, учитывая, что информация о цвете в данном случае отсутствует как таковая.

Решить этот вопрос можно посредством совмещения лазерного сканирования и цифровой фотограмметрии. В результате совмещения данных лазерного сканирования и цифровой съемки можно получить вполне реалистичную, цветную дискретную модель. Как следствие, из данной технологии стало возможным получать ортофотопланы. Они выглядят как обычные фотографии, но при этом являются не центральными, а ортогональными проекциями объектов на плоскость. Вот почему такое изображение, не отличаясь от чертежа по геометрическим свойствам, значительно превосходит его по информативности.

2 Система трехмерного моделирования и визуализации – это пакет программных обеспечений, которые предназначены для создания, обработки и изображения объемных объектов, состоящий из двух образующих: моделирование – создание трёхмерной математической модели сцены и объектов в ней, и рендеринг (визуализация) – построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью.

Перенеся сканированный объем в систему трехмерного моделирования и визуализации, уже можно проводить все необходимые работы связанные с моделью: ее изучение, все необходимые измерения с сокращением погрешности относительно ручных обмеров в сотни раз.

УДК 624.01/04

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

О. Г. МАСЛОВА, Е. И. ЗДИТОВЕЦ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Долговечность зданий и сооружений характеризуется предельным сроком службы, при котором они сохраняют свои эксплуатационные качества. Различные виды повреждений возникают в течение всего срока их

эксплуатации и значительно снижают эксплуатационные качества, и, следовательно, долговечность строения. Устранение каждого строительного повреждения предполагает тщательный анализ причин выхода конструкции из строя, иначе спустя некоторое время могут возникнуть более значительные повреждения. Причинами появления повреждений выступает ряд факторов, таких как недоработки изготовления, ошибки при производстве монтажных работ, нарушения условий эксплуатации, физические воздействия, химические воздействия и прочее.

Анализ поврежденности дает возможность выявить наиболее часто встречаемые повреждения и оценить их повторяемость и значимость.

Наиболее стремительно повреждения развиваются в конструкциях, эксплуатирующихся в агрессивных средах, например, в помещениях сельскохозяйственного назначения. Микроклимат сельскохозяйственных помещений характеризуется повышенной влажностью, высокой концентрацией различных кислых газов и наличием микроорганизмов в воздухе, что оказывает неблагоприятное воздействие на эксплуатационные характеристики железобетонных элементов (ЖБЭ), приводит к появлению и интенсивному развитию различных видов коррозионных процессов бетона и (или) арматуры, вызванных воздействием агрессивных компонентов воздушной среды.

На базе результатов многолетних обследований зданий сельскохозяйственного назначения Гомельской области, выполненных НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» им. д. т. н., профессора И. А. Кудрявцева, была выполнена оценка поврежденности ЖБЭ коровников рамного типа (полурам, стеновых панелей, плит покрытия) различных сроков эксплуатации.

Выполненный анализ повреждений железобетонных элементов коровников показал, что за длительный период эксплуатации повреждениям различного характера и степени опасности подвержены практически все элементы. К наиболее часто встречающимся повреждениям относятся трещины различного характера, отслаивание бетона защитного слоя, оголение и коррозия бетона и (или) стальной арматуры различной степени интенсивности. Основными причинами возникновения и развития повреждений являются коррозия бетона и стальной арматуры. Их доля составляет от 42 до 86 % для различных типов элементов. Повреждения конструктивных элементов трещинами составляет от 0 до 32 %, сколы бетона – от 1 до 13 %, размораживание бетона защитного слоя – от 1 до 14 %.

По результатам выполненного анализа поврежденности ЖБЭ сельскохозяйственных зданий рамного типа (полурам, стеновых панелей, плит покрытия), эксплуатирующихся различные сроки построены графики зависимости процентного соотношения выявленных повреждений коррозионного характера от срока эксплуатации. В данном случае будут рассмотрены только повреждения коррозионного характера, так как они составляют подавляющее большинство выявленных повреждений и в значительной степени влияют на несущую способность и долговечность конструкций в целом.

По результатам выполненного анализа получены регрессионные зависимости вида:

$$П = a t + b,$$

где  $П$  – прогнозируемые коррозионные повреждения ЖБЭ, %;  $t$  – возраст ЖБЭ (срок эксплуатации), годы.

Полученная регрессионная зависимость изменения коррозионной поврежденности во времени представлена на рисунке 1.

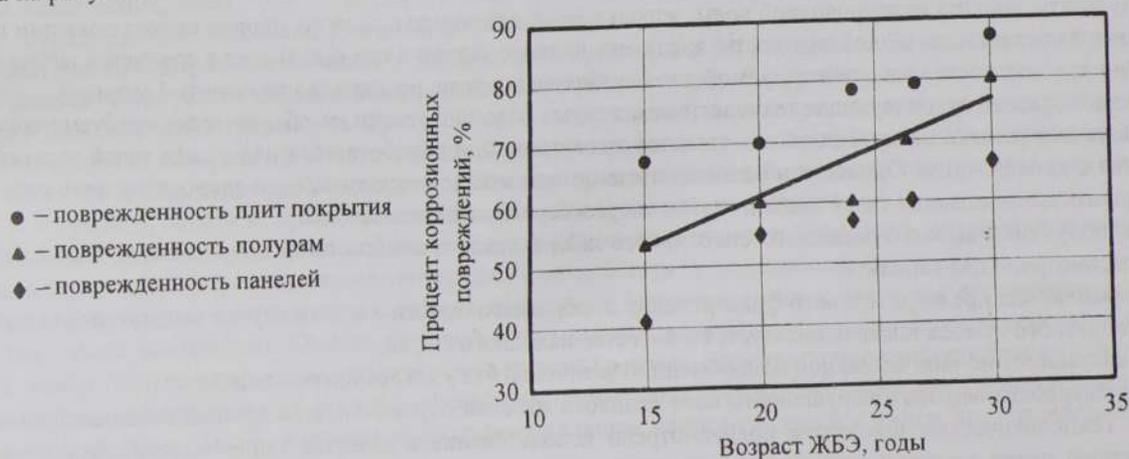


Рисунок 1 – Регрессионная зависимость роста коррозионной поврежденности во времени

Суммарная регрессионная зависимость коррозионной поврежденности имеет следующий вид:

$$П = 32,02 + 1,42t.$$

Полученные регрессионные зависимости можно использовать при оценке коррозионной поврежденности и прогнозировании долговечности железобетонных элементов, эксплуатирующихся в условиях агрессивной среды сельскохозяйственных помещений.

Одним из вариантов повышения долговечности является применение анализа поврежденности конструктивных элементов. Анализ поврежденности железобетонных элементов позволит выявить наиболее «слабые» конструкции, что в свою очередь даст возможность объективно выбрать комплекс мероприятий по восстановлению здания и значительно продлить сроки эксплуатации. Прогнозирование поврежденности железобетонных конструкций даст возможность тщательно и безошибочно планировать текущие и капитальные ремонты зданий для длительной и безопасной их эксплуатации, рационального использования материальных и людских ресурсов, что особенно актуально для сельскохозяйственных помещений с агрессивной средой эксплуатации.

УДК 696.11

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАЛОЙ ВОДЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕДОВОГО ПОКРЫТИЯ

*А. Б. НЕВЗОРОВА, И. А. МАРМАЛЮКОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Возведение спортивных комплексов является одним из приоритетных направлений в архитектурно-строительной деятельности республики. Однако спортивные сооружения для разных видов спорта существенно различаются по комплектации инженерных сетей.

Рассмотрим Ледовый дворец с точки зрения эксплуатации ледовой арены. Ледовое покрытие спортивных комплексов имеет очень сложную многослойную структуру, где верхний тончайший слой должен быть мягким для обеспечения необходимого коэффициента скольжения, нижние слои – предельно твердые и прочные для того, чтобы уменьшить деформацию ледового покрытия. Для каждого вида конькобежного спорта лед должен иметь определенную температуру, структуру и прочность. Рассмотрим Гомельский ледовый дворец с точки зрения эксплуатации инженерного оборудования и таких систем как холодоснабжение и водоснабжение.

Так как для намораживания ледового многослойного покрытия используется водопроводная вода питьевого качества, то система водоподготовки должна обеспечивать возможность изменения и регулировки жесткости воды, содержания железа и определения значения pH, что влияет на качественные показатели массива льда. Поэтому наличие в Ледовом дворце специальной системы водоподготовки определяет статус спортивного сооружения.

Цель работы – разработать предложения по усовершенствованию системы водоподготовки Ледового дворца города Гомеля.

Результаты анализа водопроводной воды, используемой для заливки льда во Дворце спорта показали превышение по показателю общей жесткости: жесткость водопроводной воды составляет в среднем 4 мг-экв/л, в то время как жесткость воды, используемой для формирования льда, не должна превышать 1 мг-экв/л.

Таким образом, существующая технологическая схема водоподготовки не обеспечивает требуемого качества воды для заливки катка. Так же она является прямоточной, и обработанный лёд в виде талой воды сбрасывается в канализацию. Однако эти безвозвратные потери можно сократить, если запроектировать систему повторного использования талой воды с учетом энергосберегающих технологий.

Для получения высокоочищенного спортивного льда с внедрением системы оборотного водоснабжения было рассмотрено два варианта:

- 1) применение предварительного фильтрования и обратного осмоса – в этом случае концентрат узла установки обратного осмоса также используется в качестве исходного сырья;
- 2) использование умягчительной ионообменной установки без узла деминерализации.

Корректировка верхнего нарушенного слоя ледового массива осуществляется срезкой и заливкой свежей водой. Технологическим процессом предусмотрено использование в качестве сырья водопроводной воды, проходящей перед заливкой установку умягчения и подогрев до температуры 50–55 °С. Срезанная ледовая крошка сбрасывается в приямок, где растапливается под воздействием избыточного тепла, образующегося при работе холодильной установки. Талая вода поступает в накопительную емкость, где предусмотрен её аварийный сброс в систему дождевой канализации.

Качество талой воды достаточно высокое, однако показатель жесткости выше, и превосходит концентрацию солей жесткости в заливаемой воде в среднем на 0,25 мг-экв/л, чем у очищенной умягченной воды для