

При эксплуатации мостовых кранов ведут постоянный геодезический контроль за положением подкрановых путей. Это необходимо делать в связи с тем, что вследствие воздействия силовых нагрузок крана, осадок фундаментов и несущих колонн, деформаций подкрановых балок, износа рельсов и деталей их крепления происходит изменение геометрических параметров подкрановых путей. При этом выполняют следующие геодезические работы:

- измерение расстояний между двумя нитями рельсов на каждой колонне;
- определение прямолинейности путей и нивелировании подкрановых путей.

Для определения расстояния между рельсами используют лазерную рулетку, которой измеряют расстояние на каждой несущей колонне и сравнивают с проектным расстоянием. В случае недопустимого отклонения выполняют соответствующую корректировку планового положения головок рельсов.

Для определения прямолинейности путей применяют различные способы створных измерений.

В механическом способе для задания створа используют металлическую струну, которую натягивают вдоль края головки рельса в начале и в конце мостового крана, и с помощью рулетки измеряют расстояние между струной и краем головки рельса на каждой несущей колонне.

В оптическом способе створ задают теодолитом и рейку прикладывают на каждой несущей колонне горизонтально к краю головки рельса. С помощью теодолита снимают отсчеты по рейке. Такой способ называется методом бокового нивелирования.

По результатам створных измерений составляют специальный исполнительный чертеж, на котором указывают величины не прямолинейности рельсовой нити относительно створа.

Для определения высотного положения рельсов применяют геометрическое и тригонометрическое нивелирование.

При геометрическом нивелировании нивелир устанавливают на мостовом кране, а рейку на головке рельса – вертикально. Горизонтальным лучом нивелира снимают отсчеты по рейке на каждой несущей колонне. По результатам нивелирования определяют высоты головки рельса на каждой колонне и строят продольные профили обеих ниток рельсов мостового крана.

В методе тригонометрического нивелирования используют электронный тахеометр, который устанавливают внизу под мостовым краном, а на головку рельсов устанавливают светоотражатель. С помощью электронного тахеометра определяют координаты и высоты головки рельса на каждой колонне и получают их плановое и высотное положение.

Рассмотренные способы были использованы авторами при реконструкции мостового крана на некоторых объектах Гомельской области.

УДК 624.012.35.001.18

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А. А. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Срок службы транспортных сооружений определяется следующими основными факторами: значительной статической и динамической нагрузками; эксплуатационными условиями различной степени агрессивности, что и определяет применение железобетона как основного конструкционного материала для транспортных сооружений.

В процессе эксплуатации железобетонных элементов (ЖБЭ), под воздействием агрессивных факторов внешней среды (климатических, физических, химических, биологических и др.), особенностей технологических процессов, происходят изменения эксплуатационных качеств материалов. Развиваясь во времени, они приводят к возникновению различного рода повреждениям ЖБЭ, снижая долговечность транспортных сооружений в целом.

На сегодняшний день в Республике Беларусь оценка технического состояния ЖБЭ выполняется в соответствии с [1] с учетом [2]. Существующие методы технической диагностики позволяют оценивать отдельные физические и физико-механические характеристики материалов элементов и конструкций (прочностные характеристики материала, толщину защитного слоя бетона, диаметр и расположение арматуры, степень коррозионных повреждений стальной арматуры, качество сварных швов,

выявить наличие скрытых дефектов и повреждений и т. д.) и их техническое состояние в целом на момент обследования. Однако они не дают возможности оценить структурные изменения бетона, происходящие под воздействием среды эксплуатации, и их влияние на состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре, таким образом, комплексно не оценивают техническое состояние ЖБЭ. Кроме того, они не позволяют оценивать влияние структурных изменений бетона на изменение технического состояния ЖБЭ, а следовательно, прогнозировать изменение физико-химических характеристик материалов и технического состояния элементов в зависимости от условий эксплуатации.

На основании многолетних исследований карбонизации бетона лабораторных образцов и образцов, отобранных из эксплуатируемых элементов: кинетики и механизма карбонизации; изменения по сечению бетона во времени параметров карбонизации (карбонатной составляющей и показателя pH); их влияния на состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре и коррозию стальной арматуры – автором были предложены количественные критерии качественной оценки технического состояния ЖБК от степени карбонизации бетона [3]. Необходимо отметить, что понятие степени карбонизации предложено автором и в корне отличается от общепринятого [4] (таблица 1).

Таблица 1 – Критерии оценки технического состояния ЖБЭ с учетом карбонизации бетона

СК, %	Коррозионное состояние бетона и стальной арматуры. Техническое состояние железобетонного элемента (конструкции) (ТКП 45-1.04-305-2016 (02250))
<13	Структурные свойства бетона находятся в уровне свежеприготовленного. Происходит плавное снижение показателя pH, свидетельствующее о последующей нейтрализации бетона и падении его защитных свойств по отношению к стальной арматуре. Показатель pH приближается к границе, после которой бетон полностью нейтрализуется и теряет свои защитные свойства по отношению к стальной арматуре, что вызовет возможность развития ее коррозии в условиях переменной влажности. Бетон сохраняет защитные свойства по отношению к стальной арматуре, стальная арматура находится в пассивном состоянии. 0-я степень карбонизации бетона, потери бетоном защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) хорошее
13–26	Начало деградации бетона. Происходит снижение показателя pH ниже граничного значения, свидетельствующее о потере бетоном защитных свойств по отношению к стальной арматуре. I степень карбонизации бетона, потери им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. Образование сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,1 мм на отдельных участках при СК = 15...18 %. Образование сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,2 мм на отдельных участках при СК = 18...26 %. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) удовлетворительное
Св.26–36	Развитие деградационных процессов в бетоне. II степень карбонизации бетона, потери им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. СК = 26...30 %. Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,35 мм на многочисленных участках, уменьшение площади поперечного сечения стальной арматуры Ø 10–22 мм соответственно на 14–6 %. Образование волосяных трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры диаметров ≥ Ø 16 мм, образование волосяных трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры с недостаточной толщиной защитного слоя бетона. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) не вполне удовлетворительное СК = 30...36 %. Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,55 мм на многочисленных участках, уменьшение площади поперечного сечения арматуры Ø 10–22 мм соответственно на 21–10 %. Раскрытие волосяных трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) не вполне удовлетворительное
Св.36–47	Деградация бетона средней степени интенсивности. III степень карбонизации бетона, потери им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. СК = 36...40 %. Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,8 мм на многочисленных участках, уменьшение площади поперечного сечения стальной арматуры Ø 10–22 мм соответственно на 30–14 %; уменьшение (критическое) площади поперечного сечения на 30 % арматуры Ø 10 мм. Интенсивное раскрытие трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры. Отслаивание защитного слоя на отдельных участках в зоне расположения стальной арматуры Ø ≤ 12 мм. Разрушение защитного слоя бетона на отдельных участках в местах недостаточной его толщины, оголение и коррозия стальной арматуры средней степени интенсивности. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) с рабочей стальной арматурой Ø ≤ 10 мм неудовлетворительное, с рабочей стальной арматурой Ø 12–22 мм – не вполне удовлетворительное

СК, %	Коррозионное состояние бетона и стальной арматуры. Техническое состояние железобетонного элемента (конструкции) (ТКП 45-1.04-305-2016 (02250))
Св.47–74	<p>Деградация бетона высокой степени интенсивности. IV степень карбонизации бетона, потери им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. СК = 47...57 %.</p> <p>Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 1,60 мм на многочисленных участках, уменьшение (критическое) площадей поперечного сечения стальной арматуры Ø 10–22 мм соответственно на 54–27 %.</p> <p>Интенсивное раскрытие трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры, отслаивание защитного слоя на многочисленных участках и его частичное разрушение с оголением на отдельных участках стальной арматуры и ее коррозией высокой степени интенсивности. Полное разрушение на отдельных участках стальной арматуры Ø до 10 мм.</p> <p>Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) с рабочей стальной арматурой Ø 10 мм неудовлетворительное (предавварийное); арматурой Ø 12–20 мм – неудовлетворительное, с рабочей стальной арматурой Ø 22 мм – не вполне удовлетворительное. СК = 57...74 %.</p> <p>Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 2,30 мм на многочисленных участках, уменьшение (критическое) площадей поперечного сечения на 71–38 % стальной арматуры диаметров соответственно, Ø 10–22 мм.</p> <p>Интенсивное раскрытие трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры, отслаивание и разрушение защитного слоя бетона на многочисленных участках. Оголение и коррозия стальной арматуры высокой степени интенсивности на многочисленных участках.</p> <p>Полное разрушение на отдельных участках стальной арматуры диаметрами до 12 мм.</p> <p>Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) с рабочей стальной арматурой Ø 10–14 мм неудовлетворительное (предавварийное); арматурой Ø 16–22 – неудовлетворительное</p>
Св. 74	<p>Полная деградация бетона. Потеря сцепления цементного камня с заполнителем. V степень карбонизации бетона, потери им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры.</p> <p>Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной более 2,30 мм, уменьшение (критическое) площади поперечного сечения на 34 % стальной арматуры Ø 25 мм.</p> <p>Интенсивное раскрытие трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры, массовое отслаивание защитного слоя бетона.</p> <p>Полное разрушение защитного слоя бетона на многочисленных участках, оголение и коррозия высокой степени интенсивности стальной арматуры. Полное разрушение стальной арматуры диаметрами до 12 мм на многочисленных участках.</p> <p>Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) с рабочей стальной арматурой Ø 10–16 мм предаварийное; арматурой диаметров Ø 18–22 мм – неудовлетворительное</p>

Кроме того, по результатам исследования изменения во времени степени карбонизации получена система расчетно-экспериментальных зависимостей изменения во времени по сечению бетонов классов по прочности $C^{12/15}$ – $C^{30/37}$ показателя СК для различной агрессивности эксплуатационной среды открытой атмосферы. В общем виде:

$$СК(l, t) = \alpha_1 + (\alpha_2 + \alpha_3 \sqrt{t}) e^{\left(14,2 - \left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)} / \alpha_4 \alpha,$$

где α – степень гидратации цемента, %; α_1 – α_4 – коэффициенты.

Значения показателей α_1 – α_4 приведены в таблице 2.

В таблице 2 АО и АУ – условия открытой атмосферы соответственно с обычной и ускоренной карбонизацией бетона.

Таким образом, приведенные результаты исследований позволяют не только повысить объективность оценки технического состояния ЖБЭ, но и оценивать и прогнозировать карбонизацию бетона и ее влияние на изменение состояния защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре и, как следствие, прогнозировать изменение во времени технического состояния ЖБЭ транспортных сооружений.

Класс бетона по прочности на сжатие	α_1	α_2	α_3		α_4
			АО	АУ	
$C^{12/15}$	2,39	0,500	0,676	0,962	19,5
$C^{16/20}$	2,77	0,565	0,634	0,906	25,8
$C^{18/22,5}$	3,04	0,585	0,609	0,869	28,3
$C^{20/25}$	3,22	0,625	0,586	0,843	30,8
$C^{22/27,5}$	3,39	0,655	0,567	0,818	32,6
$C^{25/30}$	3,62	0,710	0,538	0,782	35,4
$C^{28/35}$	4,12	0,760	0,485	0,717	40,2
$C^{30/37}$	4,32	0,790	0,464	0,692	42,0

Список литературы

- 1 ТКП 45-1.04-305-2016 (33020). Техническое состояние и техническое обслуживание зданий и сооружений. Основные требования. – Введ. 2017-04-01. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2017. – 107 с.
- 2 ТКП 45-1.04-37-2008 (33020). Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения. – Введ. 2008-12-29. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2009. – 39 с.
- 3 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.
- 4 **Васильев, А. А.** Совершенствование оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных элементов и конструкций, эксплуатирующихся в различных атмосферных условиях / А. А. Васильев // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. трудов. – Минск, 2017. – Вып. 9. – С. 148–167.

УДК 725.85

СПОРТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

Н. Е. ВЕЛЮГИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Д. А. НАЗАРОВ

ОАО «Институт Гомельпроект», Республика Беларусь

В современном обществе спорт является неотъемлемой частью жизни, а также важным принципом ведения здорового образа жизни. Спортивные занятия и физкультура являются составной частью общей культуры развития человека, сферой социально-культурной деятельности, направленной на укрепление здоровья и способствующей гармоничному развитию личности.

Проблемы больших городов, в том числе и экологические, изменения технологии, а также процесс глобализации остро ставят вопросы поиска новых подходов к архитектурному формированию спортивных комплексов. Спортивные сооружения кроме осуществления спортивно-рекреационных, оздоровительно-реабилитационных, профессионально-прикладных и гигиенических задач являются очень важными элементами городской архитектуры, формируют уникальное представление об архитектуре города и способствуют увеличению его финансовых доходов.

В связи с этим проводится анализ спортивных сооружений города Гомеля. Спортивные сооружения сегодня готовы удовлетворить самые серьезные амбиции от спортсменов-любителей до профессионалов высшего уровня. Спортивные объекты способствуют формированию окружающей застройки. На данный момент создана целая индустрия спорта с развитой материальной базой, серьезным научным потенциалом и высококвалифицированными тренерскими составами. Приоритетными видами спорта в Гомеле считаются хоккей, футбол, фигурное катание, бокс, волейбол, баскетбол, конный спорт, вольная и греко-римская борьба, велоспорт, спортивная гимнастика, академическая гребля, тяжелая атлетика, водные виды спорта.

Количество спортивных сооружений в областном центре за последние годы заметно увеличилось, а созданные в них условия отвечают мировым стандартам. Колоссальная спортивная база сформировалась на территории Центрального района города: Ледовый дворец, Дворец водных видов спорта, Дворец легкой атлетики, Дворец игровых видов спорта, Дом физической культуры и спорта, крытые теннисные корты, мобильный общегородской каток с искусственным льдом, современная гребная база.

Хотелось бы отметить «жемчужину» спортивных сооружений Гомеля – Гомельский ледовый дворец спорта, который является общегородским центром спортивных, зрелищных, образовательно-массовых мероприятий [1]. Главный корпус предназначен для проведения официальных соревнований по хоккею, фигурному катанию, концертов и других мероприятий и рассчитан на 2700 зрителей. Особенностью размещения данного объекта является расположение в одном из крупных жилых районов города, что способствует сбалансированному развитию города, без нагрузки на историческую часть. Архитекторам удалось воплотить идею многофункционального расширения и развития мощного спортивно-тренировочного комплекса, формирующего градостроительный центр нового перспективного района в Гомеле.

Немаловажным крупным спортивным объектом является стадион «Центральный», который соответствует требованиям норм FIFA и UEFA и вмещает 15000 человек [2]. Он расположен в центре