

Стадии					
Стадии <b>Фильтры по стадиям</b> Переопределения графики					
	Имя фильтра	Создать	Существующие	Снесенные	Временные
1	Показать все	По категориям	Переопределено	Переопределе	Переопределено
2	Показать новую	По категориям	Не отображается	Не отображае	Не отображается
3	Показать полностью	По категориям	По категориям	Не отображае	Не отображается
4	Показать предыдущую + новую	По категориям	Переопределено	Не отображае	Не отображается
5	Показать предыдущую + снос	Не отображается	Переопределено	Переопределе	Не отображается
6	Показать предыдущую стадию	Не отображается	Переопределено	Не отображае	Не отображается
7	Показать снос + новую	По категориям	Не отображается	Переопределе	Переопределено

Рисунок 1 – Меню вкладки «Стадии»

Третье – выбрать для каждой стадии вид отображения из следующих трёх:

- по категориям (элементы этой стадии будут подчиняться настройкам переопределения видимости/графики в свойствах вида);
- переопределено (графика настраивается в текущем диалоговом окне «Стадии» на вкладке «Переопределения графики»);
- не отображается (элементы стадии не видны).

На вкладке «Переопределения графики» можно настроить графику для стадий, которым в фильтрах присвоено значение «Переопределено». Настройки идентичны настройкам диалогового окна «Переопределения видимости/графики» и отвечают за тип линий, штриховку/заливку для поверхности и разреза. Также здесь можно настроить полутона и назначить материалы, отличные от тех, что настроены по умолчанию [3].

Одно из преимуществ «Стадий» заключается в том, что, создавая спецификацию, можно выбрать, для какой из стадий нам нужно произвести подсчет. Количество спецификаций для любых элементов теперь равно количеству стадий, это касается и помещений.

В результате работы со стадиями в Revit Architecture, процесс реконструкции становится более простым, понятным и управляемым. Каждый элемент теперь лежит в своей нужной стадии. Настраивая вид, имеется возможность видеть все элементы сразу или по каждой стадии в отдельности.

#### Список литературы

- 1 О применении BIM-технологии в проектировании: приказ Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 27 окт. 2014 г., № 298 // АПС «Бизнес-Инфо». Версия 2.0.3.63 [Электронный ресурс] / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
- 2 Рабочий процесс: стадии [Электронный ресурс] / Autodesk, Inc., 2018. – Режим доступа : <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/RUS/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-BFB8B3D4-6BFB-429B-AF94-7731D9FBCC1F-htm.html>. – Дата доступа : 15.06.2018.
- 3 Вариантное проектирование с помощью «стадий» Revit [Электронный ресурс] / Ревитизация и автоматизация. – 2016. – Режим доступа : <http://revitizacia.blogspot.com/2013/01/revit.html>. – Дата доступа : 03.06.2018.

УДК 624.012.3/4 :66.075

## ОЦЕНКА СРОКА СЛУЖБЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА

*А. А. ВАСИЛЬЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Оценка срока службы изгибаемых железобетонных элементов (ЖБЭ) выполняется по второй группе предельных состояний.

Для случая образования трещин шириной раскрытия до 1 мм, в соответствии с [1]:

$$a_{cr} = 0,05 + 0,0125(X_{corr} - X_{corr,0}), \quad (1)$$

где  $a_{cr}$  – ширина раскрытия трещины, мм;  $X_{corr}$  – глубина коррозионного повреждения стальной ар-

матуры, мм,

$$X_{corr} = v_{corr} \alpha_{pit} t, \quad (2)$$

$v_{corr}$  – скорость коррозии стальной арматуры, мм/год;  $\alpha_{pit}$  – питтинговый фактор, учитывающий характер коррозии (при поверхностной коррозии вследствие карбонизации  $\alpha_{pit} = 2$ );  $t$  – время, лет,

$$v_{corr} = v_{corr,a} \cdot \frac{N_w}{365}, \quad (3)$$

$v_{corr,a}$  – средняя скорость коррозии стальной арматуры в карбонизированном бетоне, мм/год, определяемая условиями эксплуатации (в соответствии с [1] при эксплуатации на открытом воздухе  $v_{corr,a} = 0,005$  мм/год);  $N_w$  – количество дней в году с осадками более 2,5 мм;

$X_{corr,0}$  – глубина коррозионного повреждения стальной арматуры, соответствующая началу образования трещин, мм, определяемая эмпирическим выражением

$$X_{corr,0} = 83 + 7,4 \cdot \frac{d_{cover}}{D} - 22,6 \cdot R_{b,sh}, \quad (4)$$

$d_{cover}$  – толщина защитного слоя бетона, мм;  $D$  – диаметр арматуры, мм;  $R_{b,sh}$  – прочность бетона на скалывание при изгибе, МПа.

Приняв граничное значение ширины раскрытия трещины  $a_{cr} = 1,0$  мм, что соответствует критической ширине раскрытия трещин для изгибаемых элементов, определили возраст элементов, при котором образуется данная трещина для ЖБЭ, выполненных из бетонов классов по прочности  $C^{12/15}-C^{30/37}$ , диаметрами стальной арматуры  $\varnothing 6-25$  мм, с толщиной защитного слоя 10–25 мм.

По результатам расчетов построены регрессионные зависимости времени образования трещины шириной раскрытия 1,0 мм от толщины защитного слоя для бетонов классов по прочности  $C^{12/15}-C^{30/37}$ , диаметров стальной арматуры  $\varnothing 6-25$  мм, условий открытой атмосферы ( $v_{corr,a} = 0,005$  мм/год).

В качестве примера на рисунке 1 приведены полученные зависимости для бетона класса по прочности  $C^{16/20}$ .

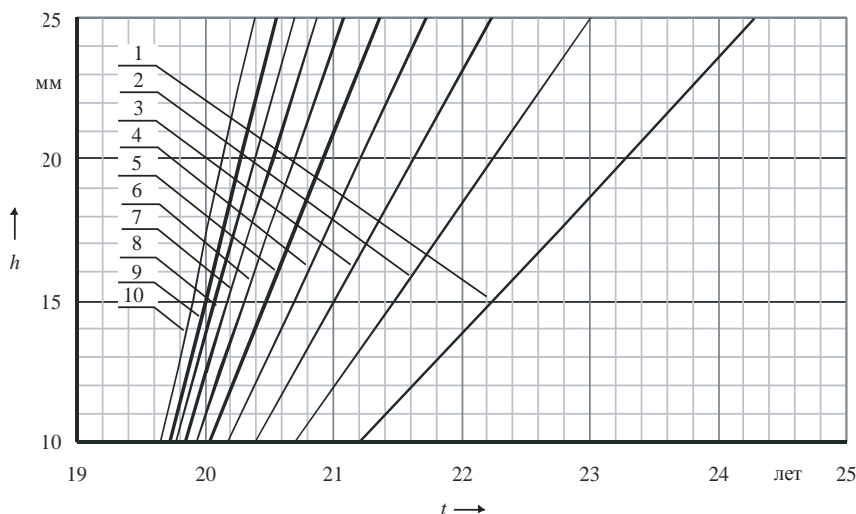


Рисунок 1 – Регрессионные зависимости скорости образования трещин шириной раскрытия 1,0 мм от толщины защитного слоя для бетона класса по прочности  $C^{16/20}$  для условий открытой атмосферы ( $N_w = 300$  дней): диаметры стальной арматуры ( $\varnothing$ ): 1 – 6; 2 – 8; 3 – 10; 4 – 12; 5 – 14; 6 – 16; 7 – 18; 8 – 20; 9 – 22; 10 – 25 мм

Зависимости для других классов бетона по прочности носят аналогичный характер. Они линейны (с учетом принятой постоянной скорости карбонизации), что не отражает реальных сроков образования и раскрытия трещин до принятого граничного значения.

Определим время до образования трещин ( $a_{cr} = 1,0$  мм) на основании проведенных исследований карбонизации бетона [2–4].

Используя регрессионные зависимости коррозионных повреждений стальной арматуры от толщины защитного слоя бетона определены средние скорости коррозии стальной арматуры для толщин защитного слоя 10–25 мм бетонов классов по прочности  $C^{12/15}-C^{30/37}$  эксплуатационных условий открытой атмосферы. Из формулы (1) найдено время образования трещины шириной раскрытия 1,0 мм для диаметров стальной арматуры  $\varnothing 6-25$  мм, фиксированных значений толщин защитного слоя бетона, и по ним построены графические зависимости времени образования трещин для бетонов классов по прочности  $C^{12/15}-C^{30/37}$ .

В качестве примера на рисунке 2 представлены графические зависимости времени образования

трещины шириной раскрытия 1,0 мм для бетона класса по прочности  $C^{16}/_{20}$  для эксплуатационных условий открытой атмосферы (области ускоренной карбонизации).

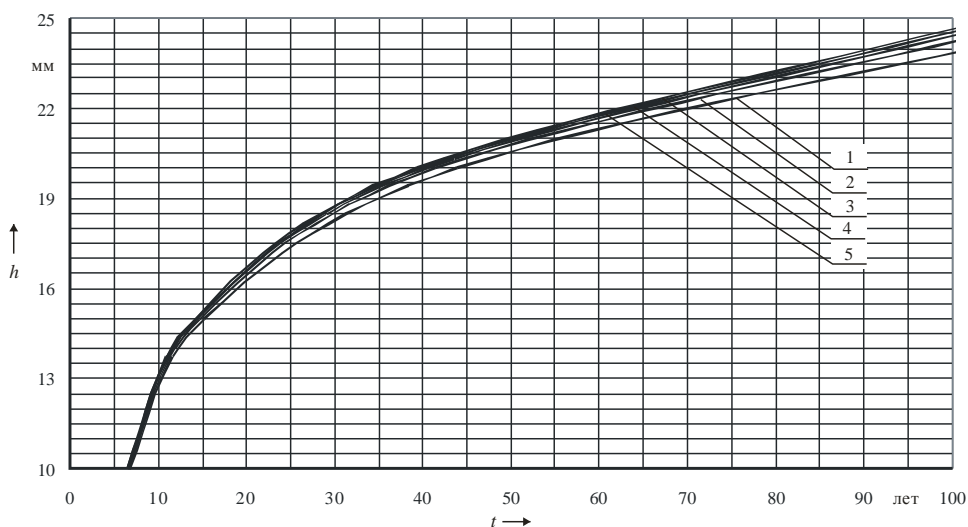


Рисунок 2 – Регрессионные зависимости скорости образования трещин шириной раскрытия 1,0 мм от толщины защитного слоя бетона класса по прочности  $C^{16}/_{20}$  для условий открытой атмосферы, области ускоренной карбонизации:  
диаметры стальной арматуры (Ø): 1 – 8; 2 – 12; 3 – 16; 4 – 20; 5 – 25 мм

Зависимости для трещин любой ширины раскрытия (до 1,0 мм), классов бетона по прочности  $C^{12}/_{15}–C^{30}/_{37}$ , диаметров стальной арматуры 6–25 мм и различных эксплуатационных условий носят аналогичный характер. Они показывают, что скорость образования трещин подчиняется сложной экспоненциальной зависимости, она значительна в поверхностных слоях и уменьшается по сечению вглубь бетона.

Полученные зависимости позволяют прогнозировать срок службы изгибаемых железобетонных элементов по критическому трещинообразованию с учетом карбонизации и ее влияния на изменение защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре.

#### Список литературы

- 1 DuraCrete 7: General guidelines for durability design and redesign. The European Union – Brite EuRam III, Project No. BE95-1347, Probabilistic Performance-based Durability Design of Concrete Structures, Report. – No. T7-01-1, 1999.
- 2 Васильев, А. А. Оценка и прогнозирование степени карбонизации бетона / А. А. Васильев // Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования : [монография] / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение. – 2018. – С. 148–158.
- 3 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. тр. Вып. 9. – Минск, 2017. – С. 148–167.

УДК 624.072

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГИБКИХ КРУГЛЫХ ПЛИТ, КОНТАКТИРУЮЩИХ С ДВУХСЛОЙНЫМ ОСНОВАНИЕМ, В ВАРИАЦИОННОЙ ПОСТАНОВКЕ

А. А. ВАСИЛЬЕВ, Д. М. ГУРСКИЙ, О. В. КОЗУНОВА  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Фундаменты многих промышленных зданий и сооружений, например, силосных, водонапорных башен, газгольдеров, резервуаров, башен ТЭЦ, могут быть смоделированы как жесткие недеформируемые плиты (круглый штамп) или как гибкие деформируемые. Это зависит от упругих свойств грунтов, показателя гибкости плит, соотношения геометрических размеров (толщины, радиуса) и нагрузки на подошву фундамента.

Из практики строительства, сравнивая между собой жесткие и гибкие фундаменты, можно сде-