

2 **Доломанюк, Р. Ю.** Воздействие хлоридов на железобетонные конструкции мостов с учетом особенностей бетона защитного слоя / Р. Ю. Доломанюк // Actualscientificresearch 2019. IV Междунар. науч.-практ. конференция. – М. : Олимп, 2019. – 168 с.

3 **Доломанюк, Р. Ю.** Функция изменения физико-механических свойств бетона во времени в зависимости от периодов увлажнения на территории Республики Беларусь / Р. Ю. Доломанюк // Современные научные исследования и разработки : электронное науч.-практ. периодич. издание. – М., 2019. – № 1 (30). – С. 359–364.

4 **Доломанюк, Р. Ю.** Влияние коэффициента влажности на глубину карбонизации железобетонных элементов мостовых сооружений / Р. Ю. Доломанюк // Современные проблемы науки и образования: вопросы теории и практики : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. НИЦ ПНК от 30 апреля 2019 г. / [редкол.: Р. Р. Галлямов и др.]. – Самара : ООО НИЦ «Поволжская научная корпорация», 2019. – 232 с.

5 **Доломанюк, Р. Ю.** Функция влияния морозного разрушения на карбонизацию / Р. Ю. Доломанюк // World Science: problems and innovations : сб. ст. XXVIII Междунар. науч.-практич. конф.. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019. – С 46–49.

6 **Доломанюк, Р. Ю.** Оценка расчета коэффициента диффузии углекислого газа в железобетонных элементах мостовых конструкций / Р. Ю. Доломанюк // Интеграция наук. – М. – 2018. – № 7 (22).: Сайт: <http://in-sc.ru/arkhiv>. – С. 146–150

7 **Доломанюк, Р. Ю.** Оценка параметров коэффициента диффузии углекислого газа в железобетонных элементах моста в зависимости от среды эксплуатации / Р. Ю. Доломанюк // Актуальные вопросы физики и техники : материалы VIII Республ. науч. конф. студентов и аспирантов : в 2 ч. Ч. 1. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2019.

УДК 624.01/.04:620.193

## **ЗАВИСИМОСТИ КРИТИЧЕСКИХ КОРРОЗИЙНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ ОТ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА, КЛАССА ПО ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ**

*Р. Ю. ДОЛОМАНИЮК*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Железобетон во всем мире признан одним из самых экономичных, экологически чистых, надежных и долговечных строительных материалов. В данное время объем производства бетона и железобетона в мировом строительстве по разным источникам до трех миллиардов кубических в год. Поэтому основную долю строительных мостовых конструкций, эксплуатируемых в настоящее время, составляют железобетонные элементы. Повреждение железобетонных конструкций изучались и изучаются многими ав-

торами. Исследования показывают, что треть повреждений железобетонных конструкций зависит от коррозии бетона и стальной арматуры.

Критическое повреждение железобетонных конструкций, согласно [1] принимаем 25 % потери площади поперечного сечения арматуры, получаем критическую глубину коррозии для различных диаметров стальной арматуры (таблица 1).

Таблица 1 – Критическая глубина коррозии для различных диаметров

В миллиметрах

Диаметр стержня	Критическая глубина коррозии	Диаметр стержня	Критическая глубина коррозии
6	0,40	20	1,34
8	0,54	22	1,47
10	0,67	25	1,67
12	0,80	28	1,88
14	0,94	32	2,14
16	1,07	36	2,41
18	1,21	40	2,68

Оценка срока службы изгибаемых железобетонных элементов выполняется по второй группе предельных состояний. Для случая образования трещин шириной раскрытия от 0,5 до 1 мм [2, 3].

$$a_{cr} = 0,05 + 0,0125 \cdot (x_{corr} - x_{cor,o}); \quad (1)$$

$$x_{corr} = v_{cor} \cdot a_{pit} \cdot t_{cor}, \quad (2)$$

где  $a_{cr}$  – ширина раскрытия трещин, мм;  $x_{cor}$  – глубина коррозионного повреждения арматуры, мм;  $v_{cor}$  – скорость коррозии стальной арматуры, мм/год;  $a_{pit}$  – питтинговый фактор, учитывающий фактор коррозии,  $a_{pit} = 1$ ;  $t_{cor}$  – время, лет.

Приняв граничные значения ширины раскрытия трещин  $a_{cr} = 1,0$  мм и критическую глубину коррозии арматуры в железобетонных элементах (таблица 2), определим возраст элементов, при котором образуется данная трещина для железобетонных конструкций и приводит их к неудовлетворительному техническому состоянию. При этом железобетонные элементы выполнены из бетонов классов  $C^{25}/_{30}$ ,  $C^{25}/_{35}$ ,  $C^{30}/_{37}$ , что применяют в пролетных строениях, с толщиной защитного слоя 3–5 см.

$$x_{cor,o} = 83 + 7,4 \cdot \frac{d_{cover}}{d} - 22,6R_{b,sh}, \quad (3)$$

где  $x_{cor,o}$  – глубина коррозионного повреждения арматуры, соответствующая началу образования трещин, мм;  $d_{cover}$  – толщина защитного слоя бетона, мм;

$R_{b,sh}$  – прочность бетона на скалывание при изгибе, МПа;  $d$  – диаметр арматуры.

Результаты расчета показывают, что глубина коррозии при начале образования трещин будет соответствовать в среднем 0,1 мм для любых диаметров арматуры.

Таблица 2 – Глубина коррозионного повреждения арматуры, соответствующая началу образования трещин

В миллиметрах

Диаметр арматуры	Защитный слой бетона								
	30 мм			40 мм			50 мм		
	$C^{25}/_{30}$	$C^{28}/_{35}$	$C^{30}/_{37}$	$C^{25}/_{30}$	$C^{28}/_{35}$	$C^{30}/_{37}$	$C^{25}/_{30}$	$C^{28}/_{35}$	$C^{30}/_{37}$
Начало образования трещин									
6	0,073	0,064	0,051	0,090	0,081	0,068	0,107	0,098	0,085
8	0,060	0,051	0,038	0,073	0,064	0,051	0,085	0,076	0,063
16	0,041	0,032	0,019	0,047	0,038	0,025	0,054	0,045	0,032
18	0,039	0,030	0,017	0,045	0,036	0,023	0,050	0,041	0,028
20	0,037	0,028	0,015	0,042	0,033	0,020	0,047	0,038	0,025
36	0,031	0,022	0,009	0,033	0,024	0,011	0,036	0,027	0,014
40	0,030	0,021	0,008	0,032	0,023	0,010	0,035	0,026	0,013
Ширина раскрытия от 0,5 до 1 мм									
8	0,1041	0,10418	0,10416	0,1042	0,1042	0,1041	0,1042	0,1041	0,1042
20	0,1041	0,10415	0,10413	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041
36	0,1041	0,10414	0,10412	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041
40	0,1041	0,10414	0,10412	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041	0,1041

Определение времени развития деградационных процессов в бетоне до критической глубины коррозионного повреждения арматуры будет зависеть от скорости коррозии арматуры для фиксированной толщины защитного слоя бетона пролетных строений, выражается следующей зависимостью [4].

$$x_{corr} = \frac{a_{cr} - 0,05 + 0,0125x_{corr,o}}{0,0125}. \quad (4)$$

По результатам построены зависимости критических коррозионных повреждений стальной арматуры от толщины защитного слоя бетона, класса по прочности на сжатие (рисунок 1).

Анализ поврежденности железобетонных конструкций, эксплуатировавшихся в различные сроки, показал, что за весь период коррозионным повреждениям бетона и стальной арматуры различной степени опасности подвержены все элементы для любых эксплуатационных сред.

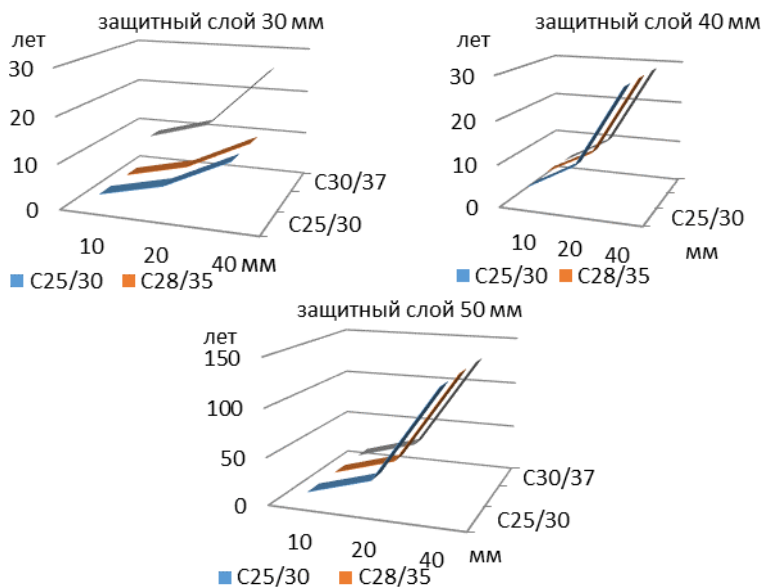


Рисунок 1 – Зависимости критических коррозионных повреждений стальной арматуры в течение времени от защитного слоя и класса бетона

### Список литература

1 Железобетон в XXI веке. Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России / Госстрой России; НИИЖБ. – М. : Готика, 2001. – 648 с.

2 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.

3 **Васильев, А. А.** Модель прогнозирования долговечности железобетонных пролетных строений мостов / А. А. Васильев, Р. Ю. Доломанюк, С. В. Дашкевич // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2018. – № 1(36). – С. 121–123.

4 **Долманюк, Р. Ю.** Выбор методики оценки состояния железобетонных пролетных строений для регрессивной зависимости коррозионных повреждений стальной арматуры / Р. Ю. Долманюк // Наука, образование, теория, практика: новые подходы и актуальные исследования : сб. статей междунар. науч.-практ. конф. НИЦ ПНК от 30.11.2019 г. / [Ред. кол.: Р. Р. Галлямов, А. А. Бельцер, Ю. А. Кузнецова, О. А. Подкопаев]. Самара : ООО НИЦ «Поволжская научная корпорация», 2019. – 112 с.