

УДК 624.01/04

А. А. ВАСИЛЬЕВ, кандидат технических наук, Е. И. ЗДИТОВЕЦ, магистрант, Е. В. ЕВТУХОВА, магистрант, В. А. МИХАСЕВ, инженер, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

## ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕННОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Приведены результаты исследования поврежденности различных типов железобетонных элементов (ЖБЭ), эксплуатирующихся в условиях агрессивной среды сельскохозяйственных помещений. Анализ выполнен отдельно для каждого типа конструкций (полурам, колонн, стеновых панелей, балок покрытия крайнего и среднего рядов, плит покрытия). Выявленные повреждения классифицированы по видам. Показано, что независимо от типа ЖБЭ наибольшую долю повреждений в общем количестве составляют коррозионные повреждения в бетоне и арматуре.

**Введение.** В процессе эксплуатации элементы и конструкции зданий и сооружений подвергаются различным видам повреждений. Оценка повреждений – основа диагностики технического состояния конструкций. Анализ поврежденности дает возможность выявить наиболее часто встречаемые повреждения и оценить их значимость.

Повреждения строительных конструкций вызываются рядом причин, среди которых – технологические недоработки изготовления, низкое качество монтажа, неучтенные проектом силовые и температурные воздействия, нарушения условий эксплуатации и прочие.

Среди строительных конструкций, применяемых в строительстве, значительное место занимают железобетонные, поэтому изучение их поврежденности позволяет в значительной степени оценивать поврежденность и долговечность зданий и сооружений в целом.

Повреждения классифицируются по виду и значимости. Выделяют следующие виды повреждений ЖБЭ: оголение и коррозия различной степени интенсивности арматурных стержней и закладных деталей; коррозия бетона; отслаивание и разрушение бетона защитного слоя; высолы на поверхности бетона; размораживание бетона; трещины различного характера; прогибы изгибаемых элементов; сколы бетона; увлажнение: биоповреждения бетона и др. [1].

По степени значимости выделяют три категории повреждений: I – повреждения аварийного характера, вызванные дефектами проектирования, строительства, стихийными явлениями, а также нарушениями правил эксплуатации зданий и сооружений; II – повреждения несущих конструкций, обусловленные внешними и технологическими факторами, нарушением правил эксплуатации. Они не являются аварийными; III – разрушения второстепенных элементов [1].

Наиболее стремительно повреждения развиваются в конструкциях, эксплуатирующихся в агрессивных средах, например в помещениях сельскохозяйственного назначения. Микроклимат сельскохозяйственных помещений характеризуется повышенной влажностью, загазованностью, запыленностью и наличием микроорганизмов в воздухе, что оказывает неблагоприятное воздействие на эксплуатационные характеристики ЖБЭ, приводит к появлению и интенсивному развитию коррозионных процессов, вызванных воздействием агрессивных компонентов воздушной среды.

**Основная часть.** На базе результатов многолетних обследований зданий сельскохозяйственного назначения, выполненных НИЛ «Строительные конструкции, основания и фундаменты» им. д-ра техн. наук, профессора И. А. Кудрявцева, была выполнена оценка поврежденности всех типов ЖБЭ зданий и сооружений молочно-товарных ферм, эксплуатирувавшихся различные сроки.

В качестве примера в данной статье рассмотрена оценка поврежденности по результатам обследования несущих конструкций здания для откорма КРС, расположенного в н. п. Чехи Наровлянского района (трехпролетной стоечно-балочной системы) и здания телятника СПК «Колхоз Комсеничи», расположенного в д. Комсеничи Круглянского района Могилевской области (однопролетной рамной системы), эксплуатирувавшихся ориентировочно по 30 лет [1, 2].

Методику оценки поврежденности подробно рассмотрим на примере анализа повреждений полурам. По остальным типам конструкций представлены конечные результаты аналогичного анализа повреждений.

В результате обследования выявлены многочисленные повреждения полурам (от малозначительных до критических). Все повреждения полурам классифицированы по 50 наименованиям и сгруппированы по следующим участкам: стоечной, балочной, узловой частям, а также отдельно сгруппированы повреждения, общие для всех частей полурам.

В таблице 1 представлены количественные соотношения между повреждениями стоечной и узловой частей полурам, полученные по результатам анализа дефектных ведомостей.

Анализ повреждений полурам (на всех участках) показывает, что из общего количества наиболее часто встречаются повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и (или) арматуре – 89,3 %. Трещины различного характера составляют 2,3, сколы – 1,1 и размораживание бетона защитного слоя – 1,2 % выявленных повреждений.

Для дальнейшего анализа выделяем 15 наиболее часто встречающихся (в процентном соотношении) повреждений. В количественном соотношении их доля составляет 77,5 %, а для остальных 35 видов повреждений – 22,5 %. Таким образом, для остальных повреждений доля одного, в среднем, составляет около 0,6 %.

Соотношение 15 наиболее часто встречающихся повреждений представлено на рисунке 1.

Таблица 1 – Количественное соотношение между повреждениями стоечной и узловой частей полурам

Повреждения	Длина участка, м	Количество повреждений, шт.	Процент от общего количества
<b>Стойчатая часть</b>			
Оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии до 0,3 мм) рабочей арматуры	До 0,1	1	0,04
Оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии более 0,3 мм) рабочей арматуры	До 0,1	5	0,22
	Более 0,1	3	0,13
Оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (толщиной продуктов коррозии до 20 % сечения) рабочей арматуры	До 0,1	1	0,04
	Более 0,1	10	0,45
Оголение и пластинчатая коррозия средней и высокой интенсивности (толщиной продуктов коррозии более 20 % сечения) рабочей арматуры	До 0,1	1	0,04
Оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии более 0,3 мм) конструктивной арматуры	–	48	2,19
Оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (толщиной продуктов коррозии до 20 % сечения) конструктивной арматуры	–	117	5,34
Оголение и пластинчатая коррозия средней и высокой интенсивности (толщиной продуктов коррозии более 20 % сечения) конструктивной арматуры	–	62	2,82
Продольная трещина в месте расположения арматурного стержня, шириной раскрытия до 0,3 мм	0,2–0,5	1	0,04
	Более 0,5	1	0,04
Продольная трещина в месте расположения арматурного стержня, шириной раскрытия более 0,3 мм	До 0,2	1	0,04
	Более 0,5	4	0,18
Скол бетона на глубину до 20 мм	–	7	0,31
Увлажнение бетона на отдельных участках	–	3	0,13
Увлажнение бетона на многочисленных участках	–	8	0,36
Биоповреждение (грибок) бетона на отдельных участках	–	18	0,82
Биоповреждение (грибок) бетона на многочисленных участках	–	4	0,18
Отслаивание защитного слоя бетона на отдельных участках	–	2	0,09
Отслаивание защитного слоя бетона на массовых участках	–	1	0,04
<b>Узловая часть</b>			
Оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии до 0,3 мм) рабочей арматуры	До 0,1	1	0,04
	Более 0,1	3	0,13
Оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии более 0,3 мм) рабочей арматуры	Более 0,1	6	0,27
Оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (толщиной продуктов коррозии до 20 % сечения) рабочей арматуры	До 0,1	6	0,27
	Более 0,1	5	0,22
Оголение и пластинчатая коррозия высокой интенсивности (толщиной продуктов коррозии более 20 % сечения) рабочей арматуры	Более 0,1	1	0,04
Оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии до 0,3 мм) конструктивной арматуры	–	7	0,32
Оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии более 0,3 мм) конструкций арматурных	–	50	2,28
Оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (толщиной продуктов коррозии до 20 % сечения) конструктивной арматуры	–	121	5,52
Оголение и пластинчатая коррозия высокой интенсивности (толщиной продуктов коррозии более 20 % сечения) конструктивной арматуры	–	55	2,51
Продольная трещина в месте расположения арматурного стержня, шириной раскрытия до 0,3 мм	До 0,2	1	0,04
	0,2–0,5	3	0,13
	Более 0,5	2	0,09
Продольная трещина в месте расположения арматурного стержня, шириной раскрытия более 0,3 мм	0,2–0,5	1	0,04
	Более 0,5	1	0,04
Поперечная трещина в месте расположения арматурного стержня, шириной раскрытия до 0,3 мм	–	3	0,13
Скол бетона на глубину до 20 мм	–	3	0,13
Скол бетона на глубину более 20 мм	–	1	0,04
Увлажнение бетона на отдельных участках	–	9	0,41
Увлажнение бетона на многочисленных участках	–	16	0,73
Биоповреждение (грибок) бетона на отдельных участках	–	3	0,13
Отслаивание защитного слоя бетона на отдельных участках	–	2	0,09
Наклонная трещина в месте расположения арматурного стержня, шириной раскрытия до 0,3 мм	–	3	0,13

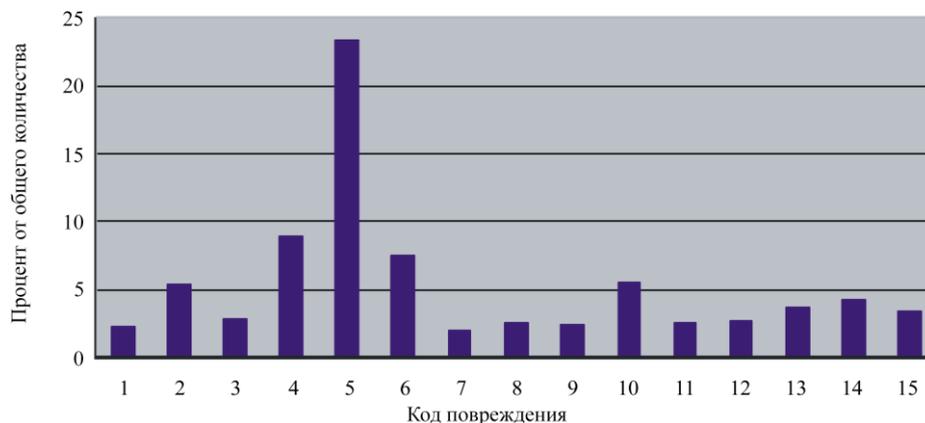


Рисунок 1 – Диаграмма соотношения основных повреждений полурам:

1 – оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии более 0,3 мм) рабочей арматуры на участке длиной более 0,1 м; 2 – оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (толщиной продуктов коррозии до 20 % сечения) рабочей арматуры на участке длиной более 0,1 м; 3 – оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (толщиной продуктов коррозии до 20 % сечения) рабочей арматуры на участке длиной более 0,1 м; 4 – оголение и сплошная коррозия (толщиной продуктов коррозии более 0,3 мм) конструктивной арматуры; 5 – оголение и пластинчатая коррозия малой интенсивности (толщиной продуктов коррозии до 20 % сечения) конструктивной арматуры; 6 – оголение и пластинчатая коррозия средней и высокой интенсивности (толщиной продуктов коррозии более 20 % сечения) конструктивной арматуры; 7 – увлажнение бетона на отдельных участках; 8 – увлажнение бетона на многочисленных участках; 9 – разрушение защитного слоя бетона на глубину до 10 мм на отдельных участках; 10 – разрушение защитного слоя бетона на глубину до 10 мм на массовых участках; 12 – разрушение защитного слоя бетона на глубину более 10 мм на отдельных участках; 13 – разрушение защитного слоя бетона на глубину более 10 мм на многочисленных участках; 14 – сплошная коррозия закладных деталей (толщина продуктов коррозии более 0,3 мм); 15 – пластинчатая коррозия закладных деталей малой интенсивности (до 20 % сечения элемента)

Приведенная диаграмма показывает, что наибольшую долю повреждений полурам в общем количестве составляют коррозионные повреждения в бетоне и (или) арматуре (из 15 наиболее часто встречающихся повреж-

дений доля коррозионных повреждений составляет 87 %). Аналогично выполнена оценка поврежденности всех ЖБЭ коровников.

Анализ поврежденности ЖБЭ сведен в таблицу 2.

Таблица 2 – Анализ поврежденности различных видов ЖБЭ

Повреждения	Полурамы	Колонны	Стеновые панели	Балки покрытия крайних пролетов	Балки покрытия средних пролетов	Плиты покрытия
Количество видов повреждений	50	59	81	60	48	112
Повреждения от коррозии бетона и (или) арматуры, %	89	79	65	77	89	77
Трещины различного характера, %	2	20	32	15	6	11
Сколы бетона, %	1	4	5	5	3	1
Размораживание бетона защитного слоя, %	1	9	8	7	–	7
Доля 15 наиболее часто встречающихся в процентном отношении повреждений, %	78	47	54	70	76	60
Доля из них коррозионных повреждений в бетоне и (или) арматуре, %	87	93	73	80	87	67

**Закключение.** Анализ поврежденности ЖБЭ, эксплуатирувавшихся в условиях агрессивных сред сельскохозяйственных помещений, показал, что повреждениям подвержены все типы ЖБЭ в большей либо меньшей степени. Наиболее распространенными являются повреждения, вызванные коррозионными процессами в бетоне и арматуре, а именно оголение и коррозия различной степени интенсивности арматурных стержней, трещины в зоне расположения арматурных стержней, отслаивание и разрушение бетона защитного слоя, высолы бетона, коррозия различной степени интенсивности закладных деталей. Их доля составляет от 70 до 90 % для различных типов элементов. И, именно они, определяют техническое состояние ЖБЭ.

Получено 08.11.2011

**A. A. Vasilyev, E. I. Zditovets, E. V. Evtukhova, V. A. Mikhasev.** Evaluation of damage of reinforcement concrete elements exploited in the conditions of agricultural premises aggressive environment.

There are given the results of damage of different type reinforced concrete elements (RCE), exploited in the aggressive conditions of agricultural premises environment. The analysis is made separately for each construction type (semiframes, columns, wall panels, girders of marginal and middle row, slabs). Detected faults are classified similar to type. It is shown that regardless of the RCE type the most part of damage in total comprise corrosion damages in concrete and reinforcement.

#### Список литературы

- 1 Васильев, А. А. Дефекты и повреждения элементов и конструкций зданий и сооружений: прак. пособие. В 2 ч. / А. А. Васильев; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2010. – Ч. I. – 303 с.; Ч. II. – 231 с.
- 2 Обследование технического состояния несущих конструкций здания телятника СПК «Колхоз Комсеничи», расположенного в д. Комсеничи Круглянского района Могилевской области: отчет о НИР № 4731 / Белорус. гос. ун-т трансп. : рук. А. А. Васильев ; исполн.: Дзирко С. В. [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 94 с.
- 3 Обследование несущих конструкций здания для откорма КРС (2-я очередь), расположенного в н. п. Чехи Наровлянского района КУП «Владимировский-Головчицы»: отчет № 5872 / Белорус. гос. ун-т трансп. ; рук. А. А. Васильев; исполн.: Дзирко С. В. [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 100 с.