

*Демин В.В.,  
студент магистратуры  
Курский государственный университет  
Россия г. Курск  
Стародубцев В.Г., к.т.н  
Доцент  
Курский государственный университет  
Россия г. Курск*

## **ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ**

***Аннотация:** рассмотрены вопросы оценки работоспособности железобетонных конструкций с учетом коррозионных повреждений*

***Ключевые слова:** коррозия бетона и арматуры, железобетонные конструкции, теоретические исследования*

***Abstract:** The issues of assessing the performance of reinforced concrete structures taking into account corrosion damage are considered*

***Keywords:** corrosion of concrete and reinforcement, reinforced concrete structures, theoretical studie*

При длительной эксплуатации железобетонных конструкций в условиях агрессивной среды возникает необходимость в оценке их напряженно-деформированного состояния вследствие коррозионных повреждений как бетона, так и арматуры.

Коррозия элементов железобетонных конструкций может привести к изменению прочностных характеристик материалов, расчетных схем и перераспределению усилий в сечениях конструкции, нарушению совместной работы бетона и арматуры и другим последствиям, снижающим их

эксплуатационные параметры. Наиболее неблагоприятным последствием развития коррозионных процессов в железобетоне является снижение несущей способности конструкции, их эксплуатационной пригодности, несоответствие требованиям безопасности и предельным состояниям при проектных нагрузках.

Процесс коррозии в железобетонных конструкциях может происходить по трем основным схемам:

- коррозия арматуры начинается после разрушения защитного слоя бетона в результате механических повреждений (сколы, отколы бетона) и оголения стержней арматуры;
- развитие коррозии начинается с арматуры, когда бетон не обладает достаточными защитными свойствами (недостаточная толщина защитного слоя), но и не разрушается под действием среды, которая не является по отношению к нему агрессивной;
- коррозия арматуры развивается в результате атмосферных воздействий через трещины, которые появились в бетоне конструкции [1.2].

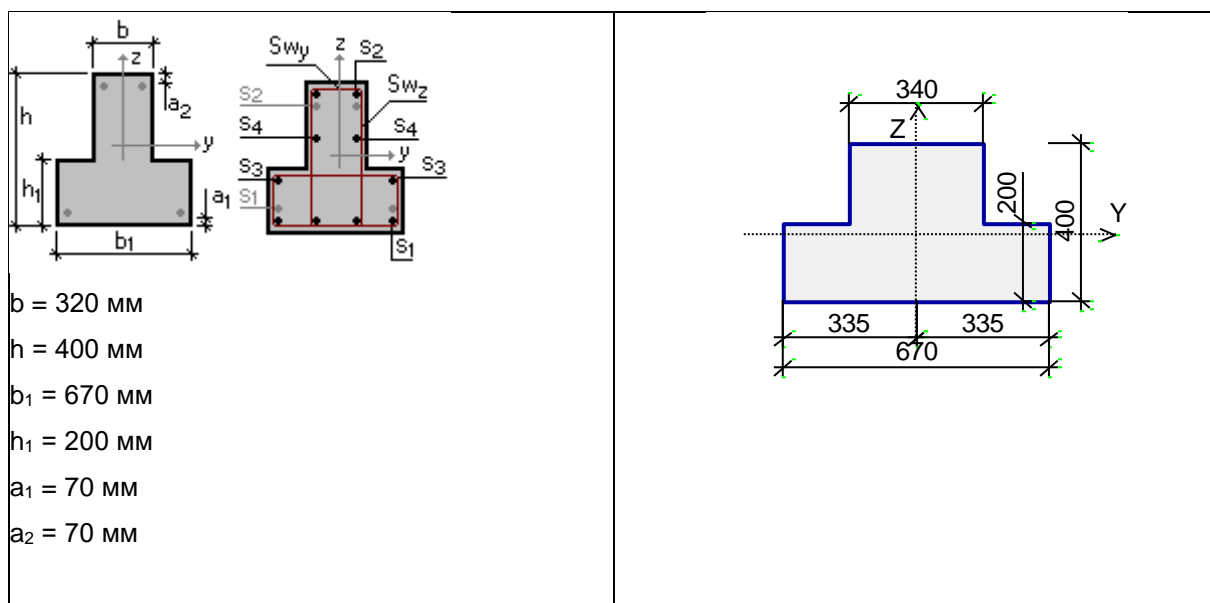


Рисунок 1. Коррозия бетона и арматуры железобетонной плиты

Одной из основных причин развития деградационных процессов [3] в железобетонных конструкциях является коррозия арматурной стали, которая приводит к образованию и накоплению повреждений, наиболее распространенными из которых являются:

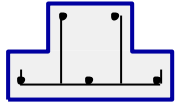
- снижение площади поперечного сечения арматуры;
- нарушения совместной работы арматуры с бетоном в результате снижения сцепления поверхности арматуры с бетоном;
- изменение механических свойств арматурной стали;
- образование коррозионных трещин в защитном слое бетона и его отслоение.

Определяющим фактором развития коррозии арматуры является агрессивная среда. Наличие дефектов, как правило, не способно вызвать интенсивную коррозию арматуры, но может ускорить процессы её развития. В связи с этим был произведен расчет железобетонной балки с арматурой имеющую коррозию и без неё.



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A-400	1
Поперечная	A-400	1

### Заданное армирование

Пролет	Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
пролет 1	1	5	$S_1 - 3\varnothing 20$ $S_2 - 2\varnothing 20$ Поперечная арматура вдоль оси Z $2\varnothing 8$ , шаг поперечной арматуры 2 мм	

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В30

Плотность бетона 2,5 Т/м<sup>3</sup>

Условия твердения: Естественное

Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона		
$\gamma_{b2}$	учет нагрузок длительного действия	0,9
	результатирующий коэффициент без $\gamma_{b2}$	1

Результаты расчета				
Пролет	Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
пролет 1	1	0,431	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 3.15-3.20, 3.27-3.28
		0,884	Момент, воспринимаемый сечением, при образовании трещин	п.4.5
		0,148	Прочность по наклонной полосе	п.3.30

Результаты расчета				
Пролет	Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
			между наклонными трещинами	
		0,028	Прочность по наклонной трещине	п.3.31 СНиП, п.3.31 Пособия к СНиП
		1,151	Поперечная сила при отсутствии наклонных трещин	п.4.4 Пособия к СНиП

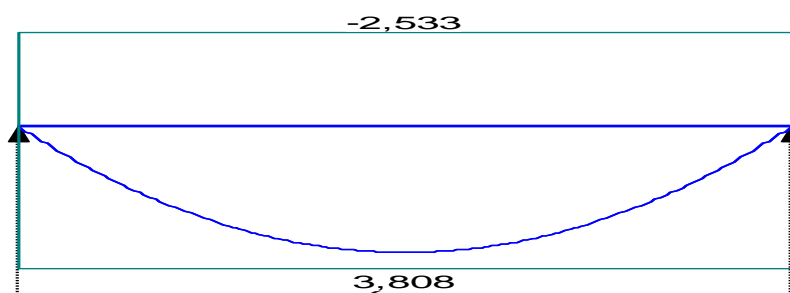


Рисунок 2. Эпюра материалов по изгибающему моменту

На основании натуральных исследований и расчетов сделаны выводы.

Наиболее распространенным и значимым повреждением эксплуатируемых железобетонных конструкций является коррозия арматуры с растрескиванием и отслоением защитного слоя бетона.

Недостаточная величина защитного слоя бетона – один из самых значимых дефектов, влияющих на коррозию арматуры.

Дефекты сборных конструкций в большей степени связаны с нарушениями требований величины защитного слоя арматуры и технологии ухода за бетоном.

Определяющим фактором развития коррозии арматуры является агрессивная среда. Наличие дефектов, как правило, не способно вызвать интенсивную коррозию арматуры, но может ускорить процессы её развития.

Поверочные расчёты необходимо выполнять по фактическим расчётным схемам сооружения в целом или отдельных конструкций и фактическим сечениям с учётом влияния обнаруженных дефектов и повреждений, по уточнённым значениям расчётных сопротивлений материала

конструкций и сооружений, при фактических действующих нагрузках и их реальных сочетаниях.

Производить анализа различных методов расчета железобетонных конструкций по прочности и деформативности изгибаемых железобетонных элементов, поврежденных коррозией, с использованием метода заданных деформаций.

С учетом сформулированных положений выполнен нами был выполнен расчет балок с арматурой, имеющей коррозию и без неё. Расчет балки осуществлялся в программном комплексе АРБАТ. Коэффициент использования без коррозии составил 0.939, что соответствует условию работы конструкции, а с учетом коррозии 1,151, что не соответствует условию работы конструкции и может привести к потере несущей способности конструкции. В результате проведенного анализа было выявлено, что при значительных коррозионных повреждениях арматуры изменение рабочей высоты сечения балки несущественно, и при расчетах элементов на прочность этим фактором можно пренебречь в целях упрощения вычислительного аппарата. При невыполнении условия работы конструкции ее необходимо усилить по специально разработанному проекту или заменить.

#### **Библиографический список:**

1. Дронов А.В. Особенности развития коррозии стальной арматуры железобетонных изгибаемых элементов / Дронов А.В. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2017. — №3. — С. 32-3617.

2. Меркулов С.И., Пахомова Е.Г., Гордеев А.В., Маяков А.С. Исследование работоспособности изгибаемых железобетонных конструкций с учетом коррозионных повреждений // Известия Курского государственного технического университета. 2009. № 4 (29). С. 74-78.

3. Меркулов С.И., Татаренков А.И., Стародубцев В.Г. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Бюллетень строительной техники №4. – 2017.– 43 с.