

Повышение качества работ при возведении железобетонных жилых зданий

С.И. Экба, С.В. Горячев

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: В работе рассмотрены дефекты, встречающиеся при возведении жилых зданий из монолитного железобетона, предложена их классификация на категории технического состояния, исследовано влияние одинаковых по типу дефектов на разные конструкции в общей конструктивной схеме. Приведены причины и факторы, определяющие появление некачественных конструкций, а также условия, способствующие таким исходам, сформулирована схема возникновения дефектов и даны рекомендации по минимизации рисков их возникновения.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, дефекты железобетонных конструкций, классификация дефектов по категориям технического состояния, причины возникновения дефектов в железобетонных конструкциях, минимизация возникновения дефектов.

Введение

Железобетон – эффективный материал, повсеместно применяющийся в конструкциях зданий и сооружений разного назначения. Применение данного материала обусловлено не просто прочностью возводимых конструкций, а целым рядом параметров среди которых: скорость возведения конструкций; долговечность; свободные планировки и вариативность архитектурных решений; возможность механизировать процессы, привлекая меньше человеческих трудовых ресурсов, что в совокупности и делает его востребованным среди участников строительства. Однако для того, чтобы выдержать заявленные характеристики, стоит уделять особое внимание всем этапам контроля качества, поскольку комплекс работ по возведению монолитных конструкций, в том числе, предполагает наличие скрытых работ, другими словами, важно зафиксировать соблюдение требований нормативных и проектных решений до того, как рассматриваемая железобетонная конструкция будет скрыта от возможности визуального контроля другим материалом. Даже незначительное на первый взгляд отступление от нормативных требований может привести к ситуации

прогрессирования дефекта вплоть до разрушения конструкции. В ходе исследования был сформирован перечень наиболее часто встречающихся несоответствий, проанализированы причины их возникновения, приведена классификация и предложены решения по минимизации возникновения дефектов в конструкциях.

Дефекты железобетонных конструкций

В рамках научной работы рассматриваются железобетонные конструкции, возводимые в отрасли гражданского строительства. Для раскрытия исследуемой темы была изучена практическая составляющая вопроса о возникновении дефектов на строительных площадках. По результатам анализа сформированы типовые нарушения в объеме железобетонных конструкций, среди которых: *нарушение защитного слоя бетонной конструкции, некачественное уплотнение бетонной смеси, усадочные и температурные трещины, холодные швы, щебенистость поверхности, недобор прочности в заявленные сроки, геометрические отклонения поверхностей, использование арматуры с коррозией*. Стоит учитывать, что приведенные выше дефекты, выявляемые в железобетонных конструкциях, необходимо дифференцировать, учитывая, тип нарушения, его влияние на общую несущую способность и устойчивость здания, расположение рассматриваемой конструкции в конструктивной схеме, объем проблемного участка относительно всей конструкции [1-3].

Таким образом, даже один и тот же дефект в разных конструкциях может быть классифицирован как ремонтпригодный, так и подлежащий под демонтаж с последующим возведением заново. Примером может послужить подземный цикл строительства, когда возводятся наружные стены, непосредственно контактирующие с атмосферной влагой, грунтовыми водами, а также гигроскопической влагой, передающейся от грунта обратной засыпки (при использовании гидрофобного бетона без дополнительных слоев

гидроизоляции). В такой конструкции наличие участков с некачественным уплотнением является критическим дефектом, поскольку в наружной стене агрессивность воздействия среды является повышенной, относительно другого конструктивного элемента, стоящего внутри здания и не контактирующего с грунтом. Появление дополнительных пор и пустот, а также мест с обнажением арматуры способствует коррозированию арматурного каркаса и разрушению конструкции, что ведет к преждевременному износу и разрушению. В объеме наружных стен подземной части решение по ремонту такого дефектного участка будет гораздо более технологически сложным, а заключение о ремонтпригодности можно будет вынести лишь после обследования, что в условиях строительства напрямую влияет на общую продолжительность работ [4].

Сгруппируем изложенные выше дефекты по критичности их воздействия на всю конструктивную схему в совокупности, для подтверждения выдвинутой выше гипотезы о роли расположения дефектных мест, рассмотрим каждый случай несоответствия для различных участков здания (Таблица №1). Для этого воспользуемся приведенными в СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» терминами, о категориях технического состояния.

Таким образом, гипотеза о значимости местоположения поврежденной конструкции подтверждается, исходя из данных, рассмотренных в таблице выше. Например, появление следующих дефектов: трещины, холодные швы бетонирования, нарушение защитного слоя, некачественное уплотнение и щебенистость для наружных стен подземной части здания является серьезным нарушением, усугубляется все взаимодействием наружной стены с атмосферной и капиллярной влагой от грунта обратной засыпки, а так же увеличенными нагрузками от вышележащих конструкций [5].

Таблица №1. Дефекты ЖБ конструкций в различных элементах конструктивной схемы

Вертикальная несущая конструкция типового этажа		Дефект	Вертикальная несущая ограждающая конструкция подземной части	
Возможные последствия	Категория технического состояния		Возможные последствия	Категория технического состояния
1	2	3	4	5
Образование трещин, разрушение под действием проектных нагрузок. Возможность потери несущей способности конструкцией	Недопустимая	Недобор прочности	Образование трещин, разрушение под действием проектных нагрузок. Возможность потери несущей способности конструкцией	Недопустимая
Наличие коррозии приводит к снижению физико-механических характеристик арматурной стали	Недопустимая	Коррозия арматуры	Наличие ржавчины приводит к снижению физико-механических характеристик арматурной стали	Недопустимая
Оголение арматурных стержней; Начало корродирования арматуры Снижение огнестойкости. Потеря сцепления арматуры с бетоном	Ограниченно работоспособное состояние	Нарушение защитного слоя	Оголение арматурных стержней; Ускоренная коррозия арматуры, отсутствие возможности выполнения смежных работ; Снижение огнестойкости. Потеря сцепления арматуры с бетоном	Недопустимая

1	2	3	4	5
Снижение прочности монолитной конструкции;	Ограниченно работоспособное состояние	Холодные швы	Снижение прочности монолитной конструкции; шов является наиболее уязвимым местом для просачивания влаги, необходима дополнительная гидроизоляция	Недопустимая
При допустимом раскрытии трещин опасности для конструкции не возникает	Работоспособное состояние (при допустимой ширине раскрытия трещин)	Трещины	Потеря способности водонепроницаемости железобетоном, снижение прочностных характеристик, корродирование арматуры; отсутствие возможности выполнения смежных работ	Недопустимая
Снижение прочностных характеристик, корродирование арматуры;	Ограниченно работоспособное состояние			
Участки плохого уплотнения могут стать очагами коррозии арматурного каркаса, при возникновении глубоких раковин; Ослабление защитного слоя конструкции	Работоспособное состояние	Некачественное уплотнение	Участки плохого уплотнения могут стать очагами коррозии арматурного каркаса, при возникновении глубоких раковин; Ослабление защитного слоя конструкции	Недопустимая

1	2	3	4	5
Повышенная водопроницаемость. Низкая морозостойкость поверхности. Ослабление защитного слоя конструкции	Работоспособное состояние	Щебенистость	Повышенная водопроницаемость. Низкая морозостойкость поверхности. Ослабление защитного слоя конструкции	Недопустимая
Проблемы при монтаже следующего этапа работ; Неправильное распределение нагрузок	Недопустимая	Нарушение геометрии	Проблемы при монтаже следующего этапа работ; Неправильное распределение нагрузок	Недопустимая

Для вертикальных конструкций типового этажа появление вышеперечисленных нарушений подлежит обследованию для принятия дальнейшего решения о восстановлении, однако влияние дефекта на конструкцию в совокупности гораздо незначительнее и в большинстве случаев подлежит ремонту.

В процессе анализа действующих на территории Российской Федерации нормативных документов, было выявлено, что имеющиеся на сегодняшний день градации дефектов не позволяют в полной мере отразить критичность нарушения, а согласно ГОСТ 31937-2024 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния, по результатам обследования присваиваются категории технического состояния:

- Нормативное;
- Работоспособное;
- Ограниченно-работоспособное;
- Аварийное.

В то время как определяющими показателями в процессе обследования и установления категории для данного нормативного документа являются: визуальное обследование технического состояния строительных конструкций, при условии, что установлено нормативное или работоспособное техническое состояние; в случае несоответствия нормативному или работоспособному состоянию, строительные конструкции подлежат проверке с применением детального обследования, которое подразумевает:

- измерение необходимых геометрических параметров, конструкций, их элементов и узлов;
 - инструментальное определение параметров дефектов и повреждения;
 - инструментальное определение динамических параметров зданий или их отдельных строительных конструкций, разрушение которых может повлечь прогрессирующее обрушение;
 - вскрытие строительных конструкций для определения конструктивного решения, обмеров, сбора нагрузок и обнаружения скрытых дефектов;
 - инструментальное определение физико-механических характеристик материалов;
 - определение эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями с учетом влияния деформаций несущих конструкций и грунтов основания;
 - определение расчетной схемы здания или сооружения и его отдельных конструкций;
 - поверочный расчет конструкций по результатам обследования с определением расчетных усилий в несущих конструкциях
 - анализ причин появления дефектов в конструкциях;
-

-составление итогового документа с выводами по результатам обследования.

В действующем СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений, представлено 6 категорий технического состояния, которые подразумевают:

1. Нормативное;
2. Исправное;
3. Работоспособное;
4. Ограниченно работоспособное;
5. Недопустимое;
6. Аварийное.

При условии, что перечень контролируемых показателей является таким же, как и для категорий технического состояния, изложенных в ГОСТ 31937-2024 Здания и сооружения. В результате анализа складывается ситуация, при которой из разных нормативных источников с максимально приближенными по смыслу критериями оценки, в результате проведения операции по обследованию можно получить разные категории технического состояния.

В качестве примера приведем ранее рассматриваемые конструкции из Таблицы №1 «Дефекты ЖБ конструкций в различных элементах конструктивной схемы».

Таблица 2. Соотнесение дефектов по категориям технического состояния

Конструкция	Дефект	Категория тех. состояния по ГОСТ 31937-2024	Категория тех. состояния по СП 13-102-2003
Вертикальная несущая конструкция типового этажа	Трещины	Работоспособное (при допустимой ширине раскрытия)	Исправное При схожих условиях

Исходя из определений, представленных категорий технического состояния, можно заметить, что ключевым фактором в присвоении данного состояния заключается в том, чтобы рассматриваемый дефект не влиял на несущую способность и эксплуатационную пригодность.

Данные обстоятельства поспособствовали разработке системы ранжирования критичности дефектов, которая могла бы более точно отображать категории технического состояния и в месте с этим раскрывать реальное состояние конструкции: за основу градации категорий технического состояния принимается бальная система, она представляет собой 5-и бальную шкалу от 1 до 5. В качестве контролируемых параметров определяются: геометрические размеры; ширина раскрытия трещин; вид арматуры; прогибы; толщина защитного слоя бетона; прочность бетона конструкций; проницаемость бетона; щелочность бетона; морозостойкость бетона; диаметры, количество и расположение арматуры; прочность арматуры [6-8]; В таблице 3 охарактеризуем каждую из предложенной ступеней оценки:

Таблица 3. Ранжирование критичности дефектов

№	Ранжирование критичности (балл)	Характеристики контролируемых параметров	Примеры дефектов
1	2	3	4
1	I	Рассматриваемые показатели находятся в рамках значений, установленных проектом	Конструкция выполнена без дефектов.
2	II	Имеются дефекты конструкций, не влияющие на несущую способность, но в процессе их развития, могут способствовать ее	Сколы, локальные оголения арматуры, физико-механические



1	2	3	4
		снижению. Степень поражения рассматриваемой конструкции не более 5%	свойства материала не нарушены.
3	III	Некоторые из численно оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта, норм и стандартов, но имеющиеся нарушения требований не снижают несущую способность более чем на 5%, а также способствуют снижению долговечности конструкции. Степень поражения рассматриваемой конструкции не более 25%	Повреждение защитного слоя, частичная коррозия арматурного каркаса
4	IV	Имеются дефекты и повреждения, приводящие к снижению несущей способности более 5 %, Степень поражения рассматриваемой конструкции не более 50%	Повреждение защитного слоя, доступ атмосферной влаги через трещины в конструкции, коррозия арматуры (не более 0,5 мм) при потере бетоном защитных свойств

1	2	3	4
5	V	Аварийное состояние конструкции, при котором нет гарантии сохранности на период проведения работ по усилению. Наличие повреждений и деформаций, свидетельствующих об исчерпании несущей способности и опасности обрушения; Степень поражения рассматриваемой конструкции более 50%	Перегрузка конструкций в результате снижения прочности бетона; Нарушение анкеровки арматуры

Для оценки степени поражения железобетонной конструкции дефектом, предлагается использование формулы (1):

$$\Phi_K = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \frac{P_i}{P_K}, \quad (1)$$

Φ_K - показатель износа конструкции, отражающий долю дефектного участка относительно рассматриваемого объекта %; Φ_i - коэффициент износа обособленного дефектного участка строительной конструкции,%; P_i – геометрические параметры (площадь или длина) дефектной области, м² или м.п, в зависимости от характера рассматриваемого объекта; P_K - общий геометрический размер оцениваемого объекта, м² или м.п; n – количество дефектных участков конструкции.

В качестве обоснования предлагаемого решения по дифференциации дефектов по критичности был проведен экспертный опрос [9]. Для прохождения которого были привлечены эксперты в сферах: промышленного

и гражданского строительства, а также обследования монолитных железобетонных конструкций, компетенции которых способствовали подтверждению эффективности предложенной классификации.

В рамках опроса для экспертов была сформирована анкета с примерами дефектов в порядке возрастания (пункты 1-5 таблицы 3) и контролируемые параметрами, проанализировав которые они присвоили степень критичности по предложенному выше ранжированию (Таблица 3).

Для определения согласованности мнений привлеченных экспертов, рассчитывается коэффициент Кендалла [10]:

$$W = \frac{12 * S}{m^2 * (n^3 - n)} \quad (2)$$

где S – сумма квадратов отклонения суммы рангов от средней арифметической суммы рангов, n – количество исследуемых параметров, m – количество экспертов. В случае, при котором рассчитываемый коэффициент больше 0,5, - его можно применять в дальнейшем исследовании. Для того чтобы убедиться, что достигнутая согласованность не является случайной, выполняется проверка статистической значимости путем вычисления коэффициента конкордации. Для этой цели рассчитаем критерий согласования Пирсона:

$$\chi^2 = \frac{12 * S}{m * n * (n + 1)} = n * (m - 1) * W \quad (3)$$

Определенный коэффициент Пирсона подлежит сравнению с критическим значением для выбранного уровня значимости, в случае при котором полученный показатель больше табличного - результаты могут быть применены в последующих исследованиях. После установления объективности оценок, полученных в ходе проведения опроса, рассчитываются весовые коэффициенты характеристик:

$$W_n = \frac{S_n}{\sum S} \quad (4)$$

где S_n – сумма рангов n -го параметра; $\sum S$ – сумма сумм рангов всех параметров.

В ходе проведения экспертного опроса были получены результаты, которые приведены в таблице 4. Для достоверности опроса было отобрано 6 экспертов, которые проранжировали дефекты и контролируемые показатели согласно предлагаемому делению по степени критичности (таблица 3).

Таблица 4 Результаты экспертного опроса

		Эксперты						Сумма рангов	d	d ²
		1	2	3	4	5	6			
Дефекты	1	1	1	1	1	1	1	6	-12	144
	2	3	2	2	3	2	2	14	-4	16
	3	2	4	3	2	3	4	18	0	0
	4	4	3	4	5	4	3	23	5	25
	5	5	5	5	4	5	5	29	11	121
Сумма		15	15	15	15	15	15	90	0	306

Получив оценки результаты проведения опроса определим согласованность экспертов с помощью вычисления коэффициента Кендалла:

$$W = \frac{12 * 306}{6^2 * 120} = 0,85 \quad (5)$$

Так как $W \geq 0,5$, то существует согласованность мнений экспертов. Рассчитываем критерий согласования Пирсона:

$$\chi^2 = n * (m-1) * W = 6 * (5-1) * 0,85 = 20,4 \quad (6)$$

Полученный коэффициент Пирсона сравнили с табличным значением для числа степеней свободы 4. Таким образом, χ^2 равен 20,4 \geq табличного 13,277, тем самым опрос можно считать состоявшимся, а его результаты считать действительными.

На основании проведенного экспертного опроса составим диаграмму, в которой наглядно отразим наиболее часто встречающиеся дефекты в монолитном гражданском строительстве и их распределение по степени критичности. По оси абсцисс отложена степень критичности, по возрастанию от I до V; по оси ординат – типовые дефекты, характерные для каждого из уровней критичности с одной стороны и с другой стороны цветовой градиент, который также подчеркивает критичность от светлых оттенков как менее значительных дефектов к темным – как наиболее опасным нарушениям (Рисунок 1).



Рисунок 1. Определение степени критичности дефектов

Причины и факторы, увеличивающие риск возникновения дефектов в железобетонных конструкциях на строительных площадках

В настоящее время построено и введено в эксплуатацию достаточное количество объектов жилого фонда из монолитного железобетона, чтобы на основании выполненных проектов провести анализ наиболее часто

встречающихся дефектов и выявить причины, способствующие их появлению.

В рамках решения задачи по поиску причин возникновения дефектов, вычленим составляющие этапы и контролируемые параметры для большинства процессов строительства, среди которых:

1. *Подготовительный* - этап на котором приходит материал на строительную площадку, осуществляется входной контроль; выдается комплект рабочей документации, с проведением контроля соответствия нормативным требованиям и проектным решениям; производится подготовка рабочей захватки, подается оснастка и материал, необходимые для производства монолитных работ, все составляющие должны быть исправны.
2. *Производство работ* - этап, на котором возводятся конструкции. Операционный контроль за процессом возведения монолитных конструкций, проверка соответствия нормативной и рабочей документации [11];

Таким образом, нарушения при возведении монолитных железобетонных конструкций можно разделить на два этапа, в период которых сценарии, изложенные внутри выделяемых процессов могут быть осуществлены, что неизбежно приведет к появлению дефектов на готовой конструкции (Рисунок 2). Приложенный рисунок отражает процесс появления некачественных конструкций в ходе выполнения одного из двух рассмотренных этапов проведения работ, кроме того, учтены негативные факторы, существенно влияющие на вероятность возникновения ситуации, среди которых: некомпетентность ИТР; сотрудников, осуществляющих работы; а также пренебрежение ОТР при выполнении работ, которые приводят к появлению дефектов в железобетонных конструкциях.

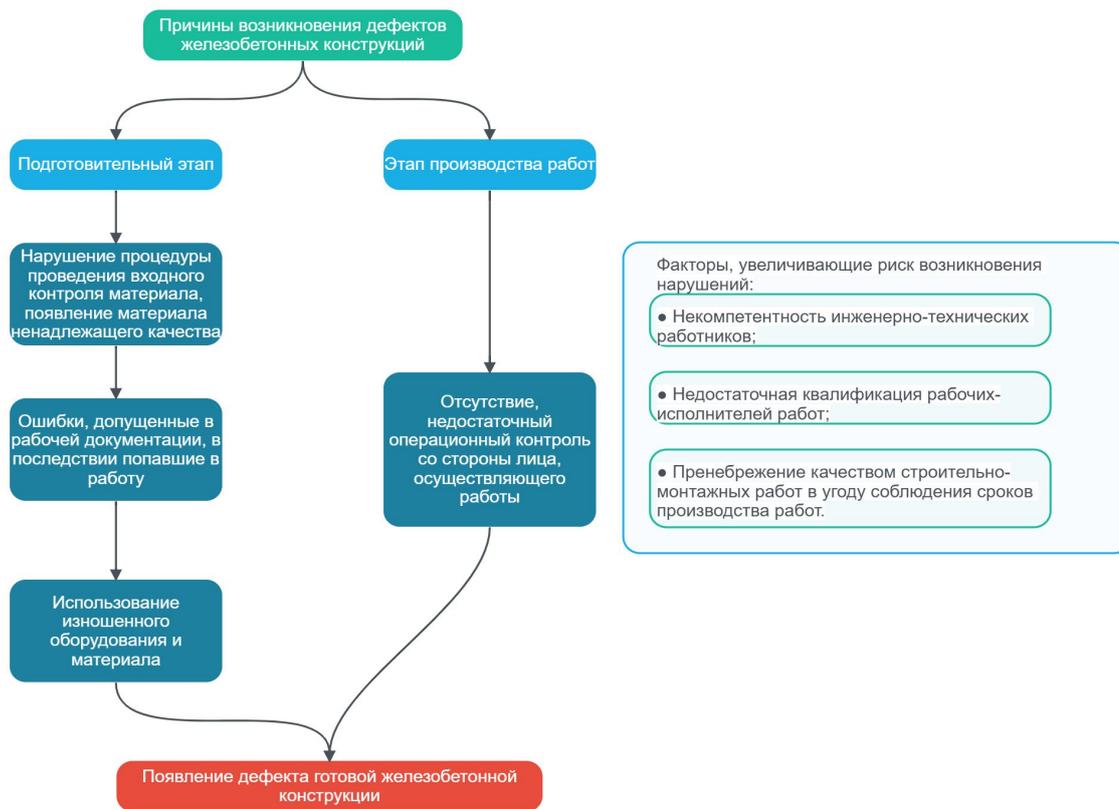


Рисунок 2. Причины и факторы возникновения дефектов.

Далее предлагается подробнее рассмотреть связь между причинами возникновения дефектов железобетонных конструкций и последствиями, к которым они приводят на примере процесса возведения конструкций на строительной площадке (Таблица 4).

Таблица 4. Причины, процессы появления и последствия дефектов

Причина возникновения дефекта	Процесс, в ходе которого появляется дефект	Конструкция	Дефект	Последствия
1	2	3	4	5
Нарушение процедуры проведения входного	Входной контроль бетонной смеси	Вертикальные несущие конструкции типового этажа	Недобор прочности; Некачественное уплотнение	Снижение несущей способности конструкций,



1	2	3	4	5
контроля			Щебенистость	воздействие атмосферной влаги на арматурный каркас и прогрессирующая коррозия; Несоответствие класса бетонной поверхности; Затраты на ремонт
Ошибки, допущенные в рабочей документации	Входной контроль рабочей документации	Горизонтальные плиты перекрытий, покрытий, балки, вертикальные несущие конструкции	Холодные швы, усадочные температурные трещины	Снижение несущей способности конструкций, воздействие атмосферной влаги на арматурный каркас и прогрессирующая коррозия;

Таким образом, все виды контроля в ходе проведения строительно-монтажных работ являются ключевыми звеньями в «цепи» получения готовых строительных конструкций, соответствующих нормативной и проектной документации, согласно которым они выполнены. Особенно важно осуществлять контроль на всех этапах строительства для минимизации возникновения дефектов.

Рекомендации по минимизации возникновения дефектов

Возникновение любого дефекта в строительной конструкции ведет к потере ресурсов, таких как время, которое необходимо выделить для обследования и выдачи решения по рассматриваемому нарушению, а также период на его устранение; финансы, выплачиваемые организациям за вышеупомянутые операции над конструкцией; трудоемкость, затраченная на устранение проблемного участка.

Таким образом предотвращение дефекта является эффективным процессом, способствующим избежать непроектных затрат и увеличения продолжительности строительства. В ходе исследования были сформирован перечень рекомендаций по минимизации возникновения дефектов:

1. Организация строительного контроля (входной, операционный, приемо-сдаточный) как со стороны лица, осуществляющего строительство, в полном объеме, так и выборочный контроль заказчиком;
2. Соблюдение технологий производства работ;
3. Обязательное применение решений, разработанных в проекте производства работ;
4. Проведение обучения и аттестационных мероприятий для инженерно-технических работников и линейных рабочих [12];

Заключение

В рамках работы были рассмотрены дефекты, встречающиеся при возведении жилых зданий из монолитного железобетона, на основании анализа их возникновения и работы с действующей нормативной документацией, в которой они изложены, были достигнуты результаты:

1. Проанализированы наиболее часто встречающиеся дефекты и причины их возникновения в железобетонных конструкциях на строительных площадках;
-

2. Сформирована и доказана гипотеза о роли расположения дефекта в рамках определения категории технического состояния конструкции;
3. Выделена проблема соотнесения дефектов по категориям технического состояния согласно смежным нормативным документам и предложена собственная, бальная, классификация их критичности;
4. Разработаны мероприятия по снижению рисков возникновения дефектов при строительстве монолитных железобетонных конструкций.

Литература

1. Перунов А. С., Егоров Д. А. Обзор распространенных дефектов монолитных железобетонных конструкций при строительстве многоэтажных зданий // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9927
2. Рубцов И. В., Трескина Г. Е., Болотова А. С. Классификация дефектов при возведении монолитных железобетонных конструкций и их влияние на качество // Научное обозрение. – 2015. – № 18. – С. 58-62. – URL: elibrary.ru/item.asp?id=25044789
3. Жариков И. С., Гулик Ю. А. Возможные дефекты монолитных работ При строительстве зданий // Вестник научных конференций. – 2016. – № 11-3 (15). – С. 61-64. – URL: research-journal.org/technical/vestnik-nauchnyx-konferencij-11-3-15-2016/
4. Сантимер А. Л. Контроль качества при возведении монолитных бетонных и ж/б конструкций // Вестник науки. – 2021. – Т. 4, № 9(54). – С. 620–625.



5. Бочарова Л. А., Весова Л. М. Совершенствование технологии антикоррозионной защиты бетонных конструкций // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2024/9523

6. Колесников А. В. Влияние дефектов в монолитных железобетонных конструкциях на их прочность и деформативность при строительстве каркасного здания // Избранные доклады 65-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – 2019. – С. 68–70. – URL: elibrary.ru/item.asp?id=38567149

7. Setter N., Roy D. M. Cement and Concrete Research. 1978. Vol. 8, No. 5. pp. 623–634.

8. Лapidус А. А., Эжба С. И. Методика классификации объектов строительства с критическими дефектами // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 4. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7863.

9. Загорская А. В., Лapidус А. А. Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. Необходимое количество экспертов // Строительное производство. – 2020. – № 3. – С. 21–34. – URL: elibrary.ru/item.asp?id=43098695.

10. Марголин, Е. Методика обработки данных экспертного опроса // Полиграфия. – 2006. – № 5. – С. 14–16. – URL: elibrary.ru/item.asp?id=9278486.

11. Саденко Д. С., Гарькин И. Н. Причины дефектов при производстве монолитных железобетонных конструкций, связанных с коррозией бетона // Региональная архитектура и строительство. – 2020. – № 4 (45). – С. 105–109. – URL: elibrary.ru/item.asp?id=44639666.

12. Падуев, К. В., Терехова О. П. Эффективные технологии возведения зданий из монолитного железобетона в различных инженерно-геологических условиях // Вестник науки. – 2023. – Т. 2, № 11 (68). – С. 112–117. – URL: elibrary.ru/item.asp?id=9278486.

References

1. Perunov A. S., Egorov D. A. Inzhenernyi vestnik Dona. 2025. №3.
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9927
2. Rubtsov I. V., Treskina G. E., Bolotova A. S. Nauchnoe obozrenie. 2015. №18. P.58-62. URL: elibrary.ru/item.asp?id=25044789
3. Zharikov I. S., Gulik Iu. A. Vestnik nauchnykh konferentsii. 2016. № 11-3 P. 61-64. URL: research-journal.org/technical/vestnik-nauchnyx-konferencij-11-3-15-2016
4. Santimer A. L. Vestnik nauki. – 2021. T. 4, № 9. P. 620–625.
URL: cyberleninka.ru/article/n/kontrol-kachestva-pri-vozvedenii-monolitnyh-betonnyh-i-zh-b-konstruktsiy
5. Bocharova L. A., Vesova L. M. Inzhenernyi vestnik Dona. 2024. № 9.
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2024/9523
6. Kolesnikov A. V. Izbrannye doklady 65-i Iubileinoi universitetskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov i molodykh uchenykh. 2019. P. 68–70. URL: elibrary.ru/item.asp?id=38567149
7. Setter N., Roy D. M. Cement and Concrete Research. 1978. Vol. 8, No. 5. pp. 623-634.
8. Lapidus A. A., Ekba S. I. Inzhenernyi vestnik Dona. 2022. № 4.
. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2022/7863.
9. Zagorskaya A. V., Lapidus A. A. Stroitel'noe proizvodstvo. 2020. № 3. pp. 21–34. URL: elibrary.ru/item.asp?id=43098695.
10. Margolin, E. Poligrafia. 2006. № 5. pp. 14–16.
URL: elibrary.ru/item.asp?id=9278486.
11. Sadenko D. S., Gar'kin I. N. Regional'naiia arkhitektura i stroitel'stvo. 2020. № 4 P. 105–109. URL: elibrary.ru/item.asp?id=44639666.
12. Paduev K. V., Terekhova O. P. Vestnik nauki. 2023. T. 2, № 11. pp. 112–117. URL: elibrary.ru/item.asp?id=9278486.

Дата поступления: 10.01.2026

Дата публикации: 3.03.2026
