

## Обзор распространенных дефектов монолитных железобетонных конструкций при строительстве многоэтажных зданий

*А.С. Перунов, Д.А. Егоров*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

**Аннотация:** В статье проведён комплексный анализ дефектов монолитных железобетонных конструкций, распространённых при возведении многоэтажных зданий. Рассмотрены основные виды дефектов и повреждений, такие как трещины, сколы бетона, разрушение защитного слоя, оголение и коррозия арматурных стержней, образование раковин, наплывы бетона, щебенистость, геометрические отклонения и холодные швы бетонирования. Дано их общее описание, представлены причины их возникновения, классификации, параметры, а также последствия для эксплуатационных характеристик конструкций. Особое внимание уделено современным методам диагностики и технологиям ремонта, что позволяет существенно продлить срок службы зданий и повысить их безопасность в процессе их жизненного цикла. Представленные результаты могут быть использованы инженерами-проектировщиками, строителями и специалистами по ремонту для оптимизации строительных процессов, контроля качества работ и своевременного устранения выявленных дефектов.

**Ключевые слова:** обследование строительных конструкций, железобетон, дефекты монолитных конструкций, трещины, коррозия арматуры, ремонт, качество бетона, холодный шов, монолитное строительство, качество бетонной поверхности.

В последние десятилетия монолитное строительство приобрело широкое распространение в сфере возведения многоэтажных зданий [1]. Использование железобетонных конструкций обусловлено их высокой прочностью, долговечностью и технологической гибкостью, позволяющей создавать здания со сложной архитектурной конфигурацией [2]. Методы строительства с использованием монолитного железобетона обеспечивают оптимальную пространственную жесткость и устойчивость зданий к внешним воздействиям [3].

Однако, несмотря на все преимущества, технология монолитного строительства обладает рядом недостатков, таких, как трудоемкость, зависимость от погодных условий и сложность возведения конструкций [4,5]. Все это может приводить к появлению различных дефектов. Их появление обусловлено различными факторами, среди которых можно выделить ошибки в расчетах, несоблюдение технологии строительного производства и

---

нормативной документации, использование некачественных строительных материалов и выполнение монолитных работ малоквалифицированными рабочими [4]. Наличие дефектов не только снижает эксплуатационные характеристики зданий, но и может привести к их преждевременному разрушению, увеличению затрат на ремонт и, в критических случаях, к аварийным ситуациям [6,7].

Одной из главных задач современного строительства является минимизация дефектов в монолитных железобетонных конструкциях. Для этого необходимо проводить системный анализ причин их возникновения, своевременно выявлять проблемы и применять эффективные методы их устранения [8,9]. Важно учитывать не только физико-механические свойства бетона и арматуры, но и технологические аспекты укладки, уплотнения и выдержки бетонной смеси [10].

Развитие систем автоматизированного контроля процессов в строительстве в последнее время все чаще требует наличие базы стандартных дефектов при возведении монолитных жилых зданий. В рамках данной публикации предлагается дать описание причин и методов устранения типовых дефектов в монолитном строительстве, сформированных в ходе выполнения надзорных мероприятий инженерами строительного контроля. Указанные в данной статье данные помогут совершенствовать используемые при строительстве системы автоматизированного контроля, путем создания базы стандартных дефектов.

### **1. Трещины в теле железобетонных конструкций**

*Трещины* – разрывы бетонной массы, имеющие различную длину, ширину и глубину. Они могут быть поверхностными (волосяными) или проходить через всю толщу конструкции.

Основными причинами возникновения являются:

- усадка бетона – уменьшение размеров и объема бетонных элементов или конструкций в целом в течение затвердевания бетонной смеси;
- температурные деформации – расширение при нагревании и сжатие при охлаждении;
- осадка здания – вертикальное смещение поверхности основания фундамента, происходящее в результате уплотнения грунта;
- превышение допустимых нагрузок;
- неравномерное уплотнение бетонной смеси;
- нарушение технологии армирования;
- коррозия арматуры;
- нарушение технологии бетонирования.

#### ***Классификация трещин:***

##### По происхождению:

- *Технологические* – появляются во время бетонирования и твердения;
- *Эксплуатационные* – возникают под нагрузкой или в процессе эксплуатации здания.

##### По глубине:

- *Поверхностные (волосяные)* – имеют небольшую глубину и не затрагивают прочностные характеристики;
- *Глубокие (сквозные)* – распространяются на всю толщу конструкции и могут снижать прочностные характеристики.

##### По направлению:

- *Горизонтальные;*
- *Вертикальные;*
- *Диагональные;*
- *Кольцевые (радиальные).*



Рис. 1. – Трещина в теле железобетонной конструкции

Последствиями являются потеря герметичности, проникновение влаги и агрессивных химических веществ, снижение прочностных характеристик и развитие коррозии арматуры [11, 12].

Для устранения данного дефекта монолитных железобетонных конструкций рекомендуется применить методы инъектирования, зачеканки цементно-песчаным раствором и армирование трещин углеродными лентами (FRP) [13].

## **2. Сколы бетона железобетонных конструкций**

*Сколы бетона* – дефект железобетонных конструкций, появляющийся при резких механических и других негативных воздействиях, чаще всего возникающий по углам конструкций.

Основными причинами появления сколов бетона:

- ошибки при демонтаже опалубки;
- нарушение строительно-монтажных работ;
- механическое воздействие.



Рис. 2. – Скол бетона железобетонной конструкции

Последствиями являются снижение несущей способности при большом количестве сколов бетона и оголение арматурных стержней [11,12].

Для устранения данного дефекта рекомендуется отбить участки со слабым бетоном, очистить поверхность от пыли и грязи, промыть участок водой и восстановить целостность конструкции с применением безусадочного ремонтного состава по технологии изготовителя [13].

### **3. Разрушение защитного слоя бетона**

*Защитный слой бетона* – слой бетона от грани элемента до ближайшей поверхности арматурного стержня.

Основные причины разрушения защитного слоя бетона:

- условия эксплуатации объекта, влияние внешних агрессивных факторов;
- несвоевременное проведение ремонтных работ;
- использование некачественных, не соответствующих проекту материалов, ошибки в проекте;
- нарушение технологии бетонирования.



Рис. 3. – Разрушение защитного слоя бетона

Разрушенный защитный слой нарушает нормальную совместную работы арматуры с бетоном, анкеровку арматуры в бетоне, подвергает арматуру воздействию окружающей среды, нарушает огнестойкость конструкции [11,12].

Основными способами устранения данного дефекта являются следующие методы:

1. Оштукатуривание – бетонная поверхность оштукатуривается слоем цементно-песчаного раствора, который затем окрашивается различными лакокрасочными материалами;

2. Обетонирование - поверхность обрабатывается бетонным раствором, прочность которого должна соответствовать прочности бетона конструкции;

3. Оклеивание - поверхность оклеивается специальными защитными полимерными материалами (на битумной или эпоксидной основе);

4. Торкретирование - поверхность обрабатывается бетонным или цементным раствором, который подают под давлением при помощи специального оборудования – цемент-пушки.

#### 4. Оголение и коррозия арматурных стержней

*Коррозия* – процесс разрушения конструктивных элементов под действием химических или электрохимических воздействий окружающей среды.

Обнажение арматурных стержней возникает, когда защитный слой бетона оказывается недостаточным или подвергается разрушению, что приводит к контакту арматуры с окружающей средой.

Коррозия бывает:

1. *Поверхностной* – представляет собой начальную стадию разрушения, при которой процесс окисления затрагивает только внешний слой металлического стержня. Данный тип коррозии сопровождается образованием тонкого слоя ржавчины на поверхности арматуры.

2. *Глубинной* – прогрессирующее разрушение, при которой коррозионные процессы затрагивают значительную часть сечения стержня, вплоть до его полного разрушения.



Рис. 4. – Отсутствие защитного слоя бетона с оголением и коррозией арматурных стержней

Следствием данного дефекта является еще больше разрушение защитного слоя бетона, снижение прочностных характеристик железобетона, уменьшение диаметра арматурного стержня [11,12].

Для устранения оголения и коррозии арматурных стержней необходимо удалить непрочный бетон, зачистить конструкцию от пыли, грязи и продуктов коррозионного воздействия, обработать арматурные стержни антикоррозионным покрытием с последующим восстановлением целостности конструкции с применением одного из методов: оштукатуривание, обетонирование, торкретирование [13-15].

### **5. Раковины на поверхности железобетонных конструкций**

*Раковины* представляют собой локальные углубления, пустоты и каверны различной глубины и диаметра, возникающие на поверхности железобетонных конструкций после снятия опалубки. В зависимости от размеров и расположения могут быть:

1. *Мелкими и неглубокими (до 5 мм)* – не представляют опасности, но ухудшают внешний вид конструкции;
2. *Средними (5-15 мм)* – могут ослаблять защитный слой бетона;
3. *Глубокими (более 15 мм)* – представляют угрозу для долговечности конструкции, способствуют проникновению влаги.

Основными причинами появления раковин на поверхности железобетонных конструкций являются ошибки в технологии приготовления и укладки бетонной смеси:

- Недостаточное уплотнения бетонной смеси. Неправильное или неравномерное использование вибрационного оборудования, чрезмерно густая бетонная смесь, затрудняющая удаление воздушных пузырей;
  - Плохое качество опалубки. Негерметичность швов опалубки, приводящая к утечке цементного молока, применение загрязненной или плохо обработанной опалубки с липшим старым бетоном;
-

- Несоответствие состава бетонной смеси. Использование крупнозернистого заполнителя без достаточного количества мелкой фракции, недостаточное количество вяжущего вещества, избыток или недостаток воды в смеси, приводящей к неоднородности;

- Неправильная заливка бетонной смеси. Слишком быстрое бетонирование без равномерного распределения смеси, заливка смеси слоями без должного соединения между ними.



Рис. 5. – Раковины на поверхности железобетонной конструкции

Для устранения данного дефекта бетонной поверхности рекомендуется зачистить участки с наличием раковин от непрочного бетона, пыли и грязи с последующей затиркой поверхности цементно-песчаным раствором [13].

## 6. Наплывы бетона

*Наплывы бетона* – избыточные участки материала, выступающие на поверхности железобетонной конструкции. Они представляют собой утолщения и неровности, образовавшиеся в результате неправильного распределения бетонной смеси во время заливки.

### Наплывы бывают:

- *Небольшими* – локальные утолщения, влияющие только на эстетику поверхности;
- *Средними* – мешают дальнейшей отделке, ухудшают сцепление последующих слоёв штукатурки или облицовки;
- *Крупными* – могут препятствовать монтажу других элементов и снижать точность геометрии конструкции.

### Причинами появления наплывов являются:

- Плохая герметизация опалубки. Некачественная подгонка элементов опалубки, повреждения или деформации опалубки во время заливки бетонной смеси;
- Нарушение технологии заливки бетона. Переполнение опалубки, несоблюдение равномерности распределения бетонной смеси.
- Нарушение виброуплотнения. Чрезмерное вибрирование может привести к локальному скоплению жидкой фракции смеси, слабая вибрация оставляет в бетоне пустоты, которые затем заполняются избыточной смесью;
- Ошибки при распалубке. Слишком раннее снятие опалубки до полного затвердевания бетона, налипание цементного молока на поверхность формы.

Для устранения наплывов бетона рекомендуют выполнить срубку излишков бетона с последующей шлифовкой участка до достижения необходимого класса поверхности бетона.



Рис. 6. – Наплывы бетона на поверхности железобетонных конструкций

### 7. Щебенистость бетона

*Щебенистость* бетона характеризуется локальными зонами с преобладанием крупного заполнителя (щебня или гравия) и недостатком цементного камня.

Щебенистость может проявляться на поверхности конструкции после снятия опалубки в виде шероховатых участков с открытым щебнем.

Причинами появления данного дефекта являются:

- Плохое перемешивания бетонной смеси. Неполное распределение цементного теста между зёрнами щебня, Использование некачественного или неравномерного заполнителя;
- Избыточное количество щебня в смеси. Нарушение пропорций компонентов бетона при приготовлении, недостаточное количество песка и цементного теста.
- Нарушение технологии укладки бетона. Слишком быстрое бетонирование, приводящее к расслоению смеси, Ошибки при виброуплотнении (чрезмерная вибрация вызывает осаждение крупного заполнителя), недостаточное уплотнение в углах и стыках конструкции;

- Потеря цементного молока. Протекание жидкой фракции через зазоры в опалубке, чрезмерное уплотнение, из-за которого цементное молоко вытесняется из массы бетона.



Рис. 7. – Щербенистость бетона железобетонной колонны

Для устранения щебенистости конструкции рекомендуется зачистить конструкцию от непрочного бетона, пыли и грязи с последующим восстановлением целостности конструкции с применением безусадочного ремонтного состава по технологии изготовителя [13].

## 8. Нарушение геометрии конструкции

*Нарушение геометрии* – отклонения фактических размеров и формы конструкции от проектных значений.

Дефект может проявляться в виде:

- Отклонения от вертикали (завал колонн, стен, пилонов);
- Отклонение от горизонтали (неровные плиты перекрытия и покрытия и балки);
- Искажения формы (искривления, перекосы, искривленные углы);
- Различия по толщине или сечению элементов (неравномерность стен, плит, ригелей и т.д.).

Основными причинами появления искривления конструкций являются:

- Ошибки в установке опалубки. Неточная разметка положения конструктивных элементов, недостаточная жёсткость и устойчивость опалубки, деформация или смещение опалубки под нагрузкой бетонной смеси;
  - Нарушение технологии бетонирования. Неравномерное распределение бетонной смеси внутри опалубки, недостаточное виброуплотнение, приводящее к образованию пустот и деформаций, перегрузка отдельных участков конструкции при заливке;
  - Нарушение при демонтаже опалубки. Преждевременное снятие опалубки до набора бетоном достаточной прочности, грубый демонтаж, приводящий к сколам и повреждению краёв конструкций;
-

- Неточные геодезические измерения. Ошибки при разбивке осей конструкции, недостаточный контроль за вертикальностью и горизонтальностью элементов во время монтажа.

Для устранения данного дефекта рекомендуется:

1. Незначительные отклонения устраняют посредством шлифовки выступающих участков бетонными фрезерами или шлифовальными машинами, а также выравнивают поверхности с помощью штукатурных и шпаклевочных составов;

2. Средние отклонения выравнивают безусадочными ремонтными составами по технологии изготовителя;

3. Для устранения крупных отклонений рекомендуется выполнить демонтаж конструкций с повторным бетонированием.



Рис. 8. – Нарушение геометрии железобетонной конструкции

## 9. Холодный шов бетонирования

*Холодный шов бетонирования* – граница между двумя слоями бетона, уложенными с перерывом во времени, достаточным для частичного или полного схватывания нижнего слоя перед укладкой верхнего. Такой шов является потенциальной зоной слабости конструкции, так как между слоями может образоваться недостаточное сцепление, что приводит к снижению монолитности железобетонной конструкции.

### Холодные швы бывают:

- горизонтальными;
- вертикальными;
- диагональными.

### Причины, приводящие к возникновению холодного шва бетонирования:

- Нарушение технологии непрерывного бетонирования. Длительные перерывы в укладке бетона из-за поломки оборудования или недостатка рабочей силы, ошибки в планировании работ, не позволяющие своевременно завершить этап бетонирования;
- Быстрое схватывание нижнего слоя бетона. Высокие температуры, ускоряющие процесс твердения, применение быстросхватывающегося цемента без учета времени укладки;
- Недостаточное уплотнение контактного слоя. Отсутствие механической обработки старого слоя бетона перед укладкой нового, плохая вибрационная обработка в зоне стыка;
- Недостаточное смачивание и подготовка старого слоя. Поверхность нижнего слоя становится сухой и пылеобразной, ухудшая адгезию, отсутствие использования специальных клеевых или вяжущих составов.

Для устранения холодного шва бетонирования изначально рекомендуется выполнить отбор образцов-кернов в области холодного шва

---

для определения качества сцепления пластов бетона между собой путем оценки характера разрушения отобранного образца. В случае подтверждения сплошности пластов выполняют шлифовку участка холодного шва до достижения необходимого класса поверхности бетона.



Рис. 9. – Холодный шов бетонирования

### **Заключение**

Монолитное строительство широко применяется при возведении многоэтажных зданий благодаря высокой прочности, долговечности и технологической гибкости железобетонных конструкций. Однако данная технология сопряжена с рядом сложностей, которые могут привести к появлению различных дефектов, негативно влияющих на эксплуатационные характеристики зданий.

В ходе работы были рассмотрены наиболее распространённые дефекты монолитных железобетонных конструкций, их причины, последствия и

методы устранения. Среди них: трещины, сколы бетона, разрушение защитного слоя, оголение и коррозия арматуры, раковины, наплывы бетона, щебенистость, нарушение геометрии конструкции и холодные швы бетонирования. Эти дефекты могут привести к снижению несущей способности конструкций, потере герметичности, ускоренному разрушению и увеличению затрат на ремонт и восстановление.

Для минимизации появления дефектов и обеспечения высокой надёжности конструкций необходимо строго соблюдать технологии строительства, использовать качественные строительные материалы, проводить тщательный контроль на каждом этапе работ, а также своевременно устранять выявленные дефекты. Современные методы диагностики и восстановления позволяют продлить срок службы зданий и минимизировать риски аварийных ситуаций.

Таким образом, обеспечение качества монолитного строительства требует комплексного подхода, включающего контроль проектирования, грамотное выполнение строительных процессов и регулярное обследование конструкций в процессе эксплуатации. Соблюдение данных принципов позволит повысить долговечность железобетонных зданий, снизить эксплуатационные затраты и обеспечить их безопасность для людей.

### **Литература**

1. Перунов А.С. Характерные дефекты монолитных конструкций при нарушении технологии работ в зимнее время // Инженерный вестник Дона. 2024. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9064](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9064)
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.



3. Жариков И.С., Гулик Ю.А. Возможные дефекты монолитных работ при строительстве зданий // Вестник научных конференций. 2016. № 11-3 (15). С. 61-64.
4. Бокадаров С.А., Калач Е.В., Драпалюк Д.А. Анализ причин дефектов при производстве монолитных железобетонных конструкций // Студент и наука. 2022. №2 (21). С. 81-84.
5. Баулин А.В., Перунов А.С. Особенности и основные требования к осуществлению строительного контроля со стороны организации, осуществляющей строительство // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 5. URL: [esj.today/PDF/74SAVN519.pdf](http://esj.today/PDF/74SAVN519.pdf).
6. 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.
7. Козлов М.В. Некоторые дефекты монолитных железобетонных конструкций и способы их устранения // Молодой ученый. 2019. № 18 (256). С. 119-121.
8. Темошенко К.В. Дефекты монолитных конструкций и методы их устранения // Студенческий вестник. 2020. № 47-7 (145). С. 76-78.
9. 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.
10. Несветайло В.М. Дефекты, возникающие при возведении монолитных железобетонных конструкций // Технологии бетонов. 2018. № 5-6 (142-143). С. 45-47.
11. 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.

12. Волков А. С., Дмитренко Е.А., Корсун А.В. Влияние дефектов строительства на несущую способность железобетонных конструкций монолитного каркасного здания // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 2 (29). С. 45-56.

13. Пачина О.В., Подкопаев Д.В., Масеева Я.И., Шепелев Е.С. Современные материалы для ремонта и восстановления железобетонных конструкций // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2023. № 2 (56). С. 55-58.

14. 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.

15. Давиденко В.М., Штильман В.Б., Коротких И.Е. Некоторые вопросы ремонта глубоких повреждений бетона с оголением арматуры на железобетонных конструкциях ГТС // Гидротехника. 2021. № 3 (64). С. 85-88.

### Referens

1. Perunov A.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2024. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9064](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9064)

2. Rubczov I.V., Treskina G.E., Bolotova A.S. Nauchnoe obozrenie. 2015. № 18. pp. 58-62.

3. Zharikov I.S., Gulik Yu.A. Vestnik nauchny`x konferencij. 2016. № 11-3 (15). pp. 61-64.

4. Bokadarov S.A., Kalach E.V., Drapalyuk D.A. Student i nauka. 2022. №2 (21). pp. 81-84.

5. Baulin A.V., Perunov A.S. Vestnik evrazijskoj nauki. 2019. v. 11. № 5. URL: [esj.today/PDF/74SAVN519.pdf](http://esj.today/PDF/74SAVN519.pdf).

6. Sadenko D.S., Gar`kin I.N. Regional`naya arxitektura i stroitel`stvo. 2020. № 4 (45). pp. 105-109.
7. Kozlov M.V. Molodoj ucheny`j. 2019. № 18 (256). pp. 119-121.
8. Temoshenko K.V. Studencheskij vestnik. 2020. № 47-7 (145). pp. 76-78.
9. Rubczov I.V., Treskina G.E., Bolotova A.S. Nauchnoe obozrenie. 2015. № 18. pp. 58-62.
10. Nesvetajlo V.M. Texnologii betonov. 2018. № 5-6 (142-143). pp. 45-47.
11. Kolesnikov A. V. Vliyanie defektov v monolitny`x zhelezobetonny`x konstrukciyax na ix prochnost` i deformativnost` pri stroitel`stve karkasnogo zdaniya [The impact of defects in monolithic reinforced concrete structures on their strength and deformability during the construction of a frame building]. Izbranny`e doklady` 65-j Yubilejnoj universitetskoj nauchno-texnicheskoj konferencii studentov i molody`x ucheny`x. 2019. pp. 68-70.
12. Volkov A. S., Dmitrenko E.A., Korsun A.V. Stroitel`stvo unikal`ny`x zdaniy i sooruzhenij. 2015. № 2 (29). pp. 45-56.
13. Pachina O.V., Podkopaev D.V., Maseeva Ya.I., Shepelev E.S. Texnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel`stve. 2023. № 2 (56). pp. 55-58.
14. Sadenko D. S., Gar`kin I.N. Regional`naya arxitektura i stroitel`stvo. 2020. № 4 (45). pp. 105-109.
15. Davidenko V.M., Shtil`man V.B., Korotkix I.E. Gidrotexnika. 2021. № 3 (64). pp. 85-88.

**Дата поступления: 10.01.2025**

**Дата публикации: 25.02.2025**