

## К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ В КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ СООРУЖЕНИЙ

А. В. Квитко, В. А. Шендрик

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,  
Санкт-Петербург, Россия

## TO THE ISSUE OF THE CAUSES OF DEFECTS IN THE CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF BUILDINGS

Alexander V. Kvitko, Viktor A. Shendrik

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,  
Saint Petersburg, Russia

**Аннотация.** Рассмотрены основные причины образования дефектов в конструктивных элементах сооружений. Показана их роль и влияние на нормальное выполнение сооружением своего функционального назначения. Раскрыта закономерность образования дефектов, вызванных отступлением от проектной документации и нарушением технологических процессов. Представлены мероприятия по устранению конкретных дефектов, требующие значительного увеличения трудовых и материальных затрат.

**Ключевые слова:** дефект, монолитный железобетонный пол, kern, усадочные и деформационные трещины, проектная документация, упрочненное покрытие

**Abstract.** The article deals with the main causes of defects in the structural elements of buildings. Their role and influence on the normal implementation by the construction of its functional purpose are shown. The regularity of the formation of defects caused by deviations from the design documentation and disfunction of technological processes is analyzed. Measures to eliminate specific defects requiring a significant increase in labor and material costs are presented.

**Key words:** defect, monolithic reinforced concrete floor, core, shrinkage and deformation cracks, design documentation, hardened coating

### Введение

Вопросы надежности и долговечности конструкций зданий и сооружений и их элементов

в последнее время обращают на себя все более пристальное внимание, и вполне очевидно, что халатное отношение к ним может привести не

только к снижению сроков эксплуатации, но и к обрушению всего сооружения, которое редко обходится без человеческих жертв.

В качестве примера можно привести обрушение девятиэтажного крупнопанельного жилого дома 6 марта 1982 года в Волгодонске, которое произошло по причине некачественной заделки раствором на замораживание горизонтальной штробы, образовавшейся в связи с заменой цокольной панели [1]. В момент оттаивания раствора произошла потеря устойчивости стеновой панели, в результате чего обрушились все девять этажей крупнопанельного здания.

Обрушение 24-тонного козырька станции метро «Сенная площадь» 10 июня 1999 года [2] было вызвано нарушениями требований нормативных документов при проектировании крепления и требований по эксплуатации.

Еще один пример – обрушение виадука в Генуе 14 августа 2018 года, причиной которого стал, скорее всего, так называемый человеческий фактор [3].

Однако не менее важно исследовать причины образования дефектов в конструктивных элементах сооружений, хоть и не приводящие к таким тяжелым последствиям, но предотвращение которых тоже необходимо.

### **Объект и методы исследования**

Данная работа посвящена исследованию дефектов в монолитных железобетонных полах, выявленных в процессе эксплуатации Гипермаркета оптовой и розничной торговли со смешанной группой товаров, расположенного по адресу: г. Санкт-Петербург, Шафировский проспект, 16а.

Применялись визуальный, описательный, аналитический, инструментальный и экспериментальный методы исследования. Для определения состояния монолитных железобетонных полов была назначена строительная экспертиза, которая проводилась в соответствии с [4, 5].

Анализ документации, представленной для экспертизы, позволил установить, что на устройство монолитных железобетонных полов имеет проектная документация стадии «Р». Согласно документам, пол относится к 4 типу и состоит из

стяжки мелкозернистого бетона В30 толщиной 80 мм с упрочненным верхним слоем, армированным сеткой Вр-б 100×100 мм, и имеет основание – железобетонную плиту фундамента. Железобетонная плита фундамента принята из бетона В25 W6 F150 толщиной 450 мм, которая уложена на основание для всей конструкции здания, состоящей из:

- бетонной подготовки (бетона В12,5) – 50 мм;
- строительной полиэтиленовой пленки;
- щебеночной (фр. 20–40 мм) подготовки – 200 мм;
- песка – от 200 мм;
- геотекстиля «Тайпар СФ-40»;
- грунта основания (песок пылеватый – по результатам геологических изысканий ЗАО «ЛентИСИЗ»).

Для обеспечения свободы температурных деформаций и исключения перенапряжений в фундаментах проектом предусмотрены усадочные швы шириной 3 м, которые спустя три-четыре недели после возведения фундамента омоноличиваются. Для защиты фундамента от грунтовых вод предусмотрено покрытие их обмазочной гидроизоляцией – холодной битумной мастикой «Технониколь № 21» («Техномаст») за два раза по слою битумного праймера «Технониколь № 1».

Следует отметить, что в части устройства монолитных железобетонных полов проектная документация стадии «П» и «Р» соответствует результатам инженерных и геологических изысканий, а также требованиям нормативно-технических регламентов.

Согласно рекомендациям [6, 7], 24 июля 2017 года было выполнено обследование железобетонных полов, в ходе которого выявлены дефекты в монолитных железобетонных плитах пола и фундамента (табл.).

В ходе осмотра полов была выполнена фотофиксация выявленных дефектов. Фактически по всей площади пол гипермаркета был покрыт усадочными и деформационными трещинами. Кроме того, наблюдались отслоение и разрушение упрочненного покрытия (рис. 1, 2).

Таблица

Дефекты железобетонных плит, выявленные при осмотре 24 июля 2017 года

Дефект (параметр несоответствия)	Место	Параметр дефекта (несоответствия)	Нормативное значение (допуск)	Регламентирующий документ	Причина дефекта (несоответствия)	Объем дефекта (несоответствия)
<b>Стяжка плиты пола</b>						
Усадочные волосяные трещины	По всей площади пола, «тип 4, 6, 9»	0,15–1 мм	0,5 мм	СП 63.13330.2018	Нарушение технологии укладки (переувлажнение и температурный режим)	11 215,83 м <sup>2</sup>
Деформационные трещины	По всей площади пола, «тип 4, 6, 9»	Протяженность от 6 до 12 м, раскрытие от 0,1 до 20 мм	0,5 мм	СП 63.13330.2018	Деформации плиты фундамента; наличие полиэтиленовой пленки; попадание влаги через технологические отверстия под коммуникации; нарушение гидроизоляции; временный подъем грунтовых вод	800 м <sup>2</sup> (6 750 пог. м)
Неровность покрытия плиты пола	По всей площади пола, «тип 4, 6, 9»	6 мм	До 4 мм на 2 м	СП 29.13330.2011	Деформации плиты пола; деформации плиты фундамента; деформации грунтов основания	11 215,83 м <sup>2</sup>
Отслоение и разрушение упругого покрытия	По всей площади пола, «тип 4, 6, 9»	Разрушение в местах деформационных швов	Недопустимо	Проектная документация	Нарушение технологии укладки (переувлажнение, температурный режим)	656 м <sup>2</sup>
Толщина плиты пола	В местах взятия кернов	60 мм	80 мм	Проектная документация	Неровность плиты фундамента	6 750 пог. м
Полиэтиленовая пленка между полом и плитой фундамента	По всей площади пола, «тип 4, 6, 9»	Наличие	Не предусмотрена	Проектная документация	Несоблюдение проекта; нарушение технологии выполнения работ	11 215,83 м <sup>2</sup>
Второй слой полиэтиленовой пленки в теле плиты пола	В месте вскрытия	Наличие на высоте 25–30 мм от фундамента	Не предусмотрена	Проектная документация	Несоблюдение проекта; нарушение технологии выполнения работ	Установить невозможно
Заниженный класс бетона	Захватка № 10	B26,5	B30	Проектная документация	Нарушение технологии укладки (переувлажнение и температурный режим)	792 м <sup>2</sup>
Зазоры между плитами пола и фундамента	В месте вскрытия	До 12 мм	Недопустимо	Проектная документация	Деформации плиты фундамента; наличие полиэтиленовой пленки; нарушение гидроизоляции; вымывание; наличие мусора при заливке	120 м <sup>2</sup>
Наличие мусора и песка между плитами пола и фундаментом	В месте вскрытия	До 2 мм	Недопустимо	Проектная документация	Деформации плиты пола и плиты фундамента; деформации грунтов основания	Установить невозможно
<b>Плита фундамента и основание</b>						
Перепад граней фундаментной плиты в месте холодного шва	В местах вскрытия	12 мм	Недопустимо	Проектная документация	Нарушение технологии укладки; деформации грунтов основания; трещины и усадки плиты фундамента	99 м <sup>2</sup>
Заниженный класс бетона	В местах взятия кернов	B20	B25	Проектная документация	Нарушение технологии укладки	2 220,5 м <sup>2</sup>

На первый взгляд ничего серьезного в образовании таких дефектов нет, кроме неудовлетворительного внешнего вида и необходимости систематически проводить ремонт и тратить на это денежные средства. Однако наличие подобных дефектов значительно затрудняло движение погрузочно-разгрузочных средств (автокаров), при этом не были обеспечены условия для их безопасной работы. Кроме того, разрушение упрочненного покрытия не позволяло устанавливать по разработанной схеме стеллажи для размещения товаров. В связи с этим для их устойчивого положения и безопасной работы погрузочно-разгрузочной техники приходилось выполнять перестановку стеллажей в места, которые для этого не были предназначены.

С целью определения причин образования дефектов в монолитных железобетонных полах объекта и разработки мероприятий по их устранению был выполнен большой комплекс исследовательских работ.

В ходе изучения проектной и исполнительной документации было установлено отступление, которое выразилось в замене строительных материалов: для устройства бетонной подготовки был применен бетон класса В15 вместо В12,5. Качество бетонной смеси для устройства плиты фундамента подтверждается представленными документами от ООО «ТСК-Бетон» и ЗАО «ЛСР-Базовые материалы Северо-Запад».

Также была выявлена замена геотекстиля «Тайпар СФ-40» на геотекстиль «Наноизол ГЕО 200». Документы о законности изменений проектных решений в части применения геотекстиля «Наноизол ГЕО 200» отсутствовали, что является нарушением ст. 52 ч. 7 Градостроительного кодекса Российской Федерации.

Помимо изучения проектной и исполнительной документации, на объекте в сентябре 2017 года были взяты керны из железобетонной плиты основания (рис. 3) для испытания их на прочность в лабораторных условиях согласно [6, 8], а также ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности и ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. Было



Рис. 1. Усадочные и деформационные трещины



Рис. 2. Отслоение и разрушение упрочненного покрытия

отобрано по три керны диаметром 70 мм из захваток бетонирования № 1, 3, 11. Из отобранных проб изготовлены образцы-цилиндры для испытания. В ходе опытов определялась прочность образцов на сжатие прессом для гидравлических испытаний MATEST C040PN. Применяемое вспомогательное оборудование – термоанемометр Testo 410-2, весы лабораторные ВК-1500, штангенциркуль ШЦ-1-150-0.1.



Анализ взятых кернов показал, что после устройства основания под фундаментную плиту производятся работы по устройству стяжки пола из мелкозернистого бетона В30 с упрочненным верхним слоем толщиной 80 мм. Перед устройством стяжки было выполнено армирование и укладка строительной пленки, что проектом не предусмотрено. Укладка пленки также подтверждается актами освидетельствования скрытых работ.

Произведенные испытания железобетонной плиты основания подтвердили соответствие этих конструктивных элементов требованиям проекта. Они показали, что фактический класс бетона монолитной стяжки пола по прочности на сжатие выше проектного В30. Исключение составляла одна захватка, где фактический класс бетона по прочности составил В26,5 (88,3 % от проектного). Толщина упрочняющего верхнего покрытия (топпинга) марки MIXTOR Gourund составила от 0,5 до 7 мм.

При сопоставлении исполнительных схем по устройству бетонной стяжки с упрочняющим слоем Master TOP и исполнительной схемы планово-высотной съемки пола АНО НЭ «ПРАЙМ ЭКСПЕРТ» выявлено, что относительные отметки имеют различия до 5–6 мм. Это свидетельствует о некоторой подвижности (деформации) конструкции плиты пола и его основания. Максимальный перепад отметок пола составил 18 мм на площади съемки 11 тыс. м<sup>2</sup>.

### Результаты

Причины образования выявленных дефектов связаны с несоблюдением проектных решений, нарушением технологии выполнения работ, нарушением гидроизоляции, наличием мусора и посторонних включений при заливке бетонной смеси.

По результатам обследования установлено, что между конструкцией железобетонной фундаментной плиты и армированной бетонной стяжкой с упрочненным покрытием имеются пустоты до 12 мм, мусор и прослойки из песка толщиной до 2 мм, что является нарушением СП 48.13330.2019 Организация строительства,



Рис. 3. Отобранные для исследования керны железобетонного основания № 1 и № 9

СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений и СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции.

Полиэтиленовая пленка между железобетонной плитой и стяжкой уложена не в проектных отметках. В конструкции армированной стяжки с упрочняющим покрытием на высоте 25–35 мм от железобетонной плиты имеются участки со вторым слоем полиэтиленовой пленки.

В результате выбора кернов установлено, что на отдельных участках толщина армированной стяжки с упрочненным покрытием недостаточна. На некоторых участках толщина бетонной стяжки составляет 67–68 мм, на других 77–78 мм, что не соответствует проектной документации (предусмотренная толщина – 80 мм).

### Обсуждение

Все упомянутые выше несоответствия регламентируемым параметрам привели к тому, что в армированной бетонной стяжке с упрочненным покрытием возникли многочисленные трещины, а также отслоения и разрушения упрочненного покрытия.

Причиной образования деформационных трещин в конструкции армированной стяжки с упрочняющим покрытием являются нарушения производителем работ требований нормативных документов (СП 63.13330.2018 Бетонные и же-

---

лезобетонные конструкции и СП 29.13330.2011 Полы) в части устройства усадочных швов и нарушения проектных решений при выполнении бетонных работ при устройстве железобетонной плиты пола.

Для дальнейшей производственной эксплуатации полов потребовалось выполнить мероприятия по устранению дефектов [9–11]. Они включили в себя выполнение следующих видов работ:

- укрепление грунта основания (слой на глубине 6,9–8,8 м) с помощью инъекции цементного раствора через манжетные колонны в зону слабых грунтов;
- демонтаж бетонной стяжки пола с укрепленным покрытием, армированным сеткой средней толщиной 80 мм, отдельными местами;
- установка специального профиля для обрамления деформационных швов;
- устройство бетонной стяжки пола с укрепленным покрытием с армированием сеткой средней толщиной 80 мм отдельными участками площадью до 50 м<sup>2</sup>;
- ремонт пола: заполнение пустот между покрытием пола и основанием из железобетонной плиты методом инъектирования (пустоты до 12 мм);
- расшивка трещин бетонной стяжки средней толщиной 80 мм;
- заполнение трещин ремонтными составами (на полимерно-цементной или эпоксидной основе);

- шпаклевка поверхности бетонной стяжки ремонтными составами;
- шлифовка отремонтированной поверхности бетонной стяжки с укрепленным покрытием;
- укрепление поверхности стяжки специальными полимерными составами.

Стоимость восстановительного ремонта составила двадцать четыре миллиона шестьсот двадцать одну тысячу шестьсот тридцать восемь рублей (24 621 638 руб.).

### **Выводы**

В результате возникших дефектов помещение некоторое время функционировало в небезопасных условиях, а на его ремонт потребовались значительные материальные затраты. Это произошло по причине того, что строительная компания не руководствовалась проектной документацией и нарушала технологию работ по возведению конструктивного элемента здания – монолитных железобетонных полов.

В заключение следует отметить, что строительство – это сложный технологический процесс, при производстве которого категорически запрещено пренебрегать любыми требованиями нормативной и проектной документации. В противном случае даже в новых строениях велик риск возникновения дефектов, на устранение которых потребуются значительные трудовые и материальные затраты.

### **Библиографический список**

1. Солодилова, В. А. К истории понятия «прогрессирующее обрушение» / В. А. Солодилова. – Текст : непосредственный // Проектирование и строительство : сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 21 марта 2019 года / Юго-Западный государственный университет, Московский государственный машиностроительный университет. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 339–343.
2. Гроздов, В. Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений / В. Т. Гроздов. – Санкт-Петербург : Издательский дом KN+, 2001. – 140 с. – Текст : непосредственный.
3. Обрушение виадука в Генуе / Википедия. Свободная энциклопедия : [сайт]. – URL : <https://goo.su/8ууq>. – Текст : электронный (дата обращения : 04.11.2021).
4. Методические рекомендации по производству судебных экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях системы Министерства юстиции Российской Федерации : утвержден

- Министерством Юстиции РФ от 20.12.2002 № 346. – Москва : Министерство Юстиции РФ, 2002. – 20 с. – Текст : непосредственный.
5. Сборник учебно-методических пособий по судебной строительно-технической экспертизе / Некоммерческое партнерство «Палата судебных экспертов» ; науч. ред. А. Ю. Бутырин. – Москва : СУДЭК, 2011. – 175 с. – Текст : непосредственный.
  6. Землянский, А. А. Обследование и испытание зданий и сооружений / А. А. Землянский. – Москва : Издательство АСВ, 2004. – 240 с. – Текст : непосредственный.
  7. Коревицкая, М. Г. Неразрушающие методы контроля качества железобетонных конструкций : учебное пособие для студентов ПТУ / М. Г. Коревицкая. – Москва : Высшая школа, 1989. – 79 с. – Текст : непосредственный.
  8. Комиссарчик, Р. Г. Методы технического обследования ремонтируемых зданий / Р. Г. Комиссарчик. – Москва : Стройиздат, 1975. – 88 с. – Текст : непосредственный.
  9. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений / А. И. Мальганов, В. С. Плевков. – Томск : Печатная мануфактура, 2002. – 390 с. – Текст : непосредственный.
  10. Гроздов, В. Т. Некоторые вопросы ремонта и реконструкции зданий / В. Т. Гроздов. – Санкт-Петербург : Издательский дом KN+, 1999. – 61 с. – Текст : непосредственный.
  11. Гроздов, В. Т. Дефекты строительных конструкций и их последствия / В. Т. Гроздов ; 3-е изд. испр. и доп. – Санкт-Петербург : ООФ «Центр качества строительства», Санкт-Петербургское отделение, 2007. – 136 с. – Текст : непосредственный.

### References

1. Solodilova, V. A. (2019). K istorii ponyatiya "progressiruyushchee obrushenie". Proektirovanie i stroitel'stvo: sbornik nauchnykh trudov 3-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov, magistrrov i bakalavrov, Kursk, March 21, 2019. Kursk, Southwest State University Publ., pp. 339-343. (In Russian).
2. Grozdov, V. T. (2001). Tekhnicheskoe obsledovanie stroitel'nykh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy. Saint-Petersburg, Izdatel'skiy Dom KN+ Publ., 140 p. (In Russian).
3. Obrushenie viaduka v Genue / Wikipedia. (In Russian). Available at: <https://goo.su/8yyq> (data of the application 04.11.2021).
4. Ministry of Justice of Russian Federation. (2002). Metodicheskie rekomendatsii po proizvodstvu sudebnykh ekspertiz v gosudarstvennykh sudebno-ekspertnykh uchrezhdeniyakh sistemy Ministerstva yustitsii Rossiyskoy Federatsii. Moscow, Ministry of Justice of Russian Federation Publ., 20 p. (In Russian).
5. Butyrin, A. Yu. (Eds.) (2011). Sbornik uchebno-metodicheskikh posobiy po sudebnoy stroitel'no-tekhnicheskoy ekspertize. Moscow, SUDEKS Publ., 175 p. (In Russian).
6. Zemlyanskiy, A. A. (2004). Obsledovanie i ispytanie zdaniy i sooruzheniy. Moscow, Izdatel'stvo ASV Publ., 240 p. (In Russian).
7. Korevitskaya, M. G. (1989). Nerazrushayushchie metody kontrolya kachestva zhelezobetonnykh konstruksiy. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 79 p. (In Russian).
8. Komissarchik, R. G. (1975). Metody tekhnicheskogo obsledovaniya remontiruemyykh zdaniy. Moscow, Stroyizdat Publ., 88 p. (In Russian).
9. Mal'ganov, A. I., & Plevkov, V. S. (2002). Vosstanovlenie i usilenie ograzhdayushchikh stroitel'nykh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy. Tomsk, Pечатnaya manufaktura Publ., 390 p. (In Russian).
10. Grozdov, V. T. (1999). Nekotorye voprosy remonta i rekonstruksii zdaniy. Saint-Petersburg, Izdatel'skiy Dom KN+ Publ., 61 p. (In Russian).

- 
11. Grozdov, V. T. (2007). Defekty stroitel'nykh konstruksiy i ikh posledstviya. 3<sup>rd</sup> edition, revised. Saint-Petersburg, OOF «Tsentр kachestva stroitel'stva», Sankt-Peterburgskoe otdelenie Publ., 136 p. (In Russian).

#### **Сведения об авторах**

Александр Владимирович Квитко, к. т. н., доцент кафедры автомобильных дорог, мостов и тоннелей, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, e-mail: kvitko.67.67@mail.ru

Виктор Андреевич Шендрик, ассистент кафедры автомобильных дорог, мостов и тоннелей, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, e-mail: vicinshendrik@yandex.ru

#### **Information about the authors**

Alexander V. Kvitko, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Roads, Bridges and Tunnels, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, e-mail: kvitko.67.67@mail.ru

Viktor A. Shendrik, Assistant at the Department of Roads, Ridges and Tunnels, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, e-mail: vicinshendrik@yandex.ru

**Для цитирования:** Квитко, А. В. К вопросу о причинах образования дефектов в конструктивных элементах сооружений / А. В. Квитко, В. А. Шендрик. – DOI: 10.31660/2782-232X-2021-4-52-59. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2021. – № 4. – С. 52–59.

**For citation:** Kvitko, A. V., & Shendrik, V. A. (2021). To the issue of the causes of defects in the constructive elements of buildings. Architecture, construction, transport, (4), pp. 52-59. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2021-4-52-59.