

Организационно-технологические решения устранения трещин в железобетонных фундаментных плитах

Б.В. Жадановский, Л.А. Пахомова, М.В. Краюшкин, Е.В. Рачковская

Национальный исследовательский московский государственный строительный университет

Аннотация: Во избежание потери прочности, следствием которой может стать разрушение конструкции, следует принимать меры по предотвращению трещинообразования. Образование трещин в железобетонных элементах свидетельствует о том, что произошла разрядка накопившихся напряжений в данной области конструкции. Трещины появляются из-за концентрации внутренних растягивающих напряжений, которые возникают из-за внутренних процессов в элементе и от внешних нагрузок на конструкцию. Устранить уже появившиеся трещины можно при помощи ремонтных составов, которые разными способами заполняют объем трещин. Инъектирование, как одно из решений, поможет сохранить прочность и долговечность конструкции.

Ключевые слова: трещинообразование, бетон, железобетонная плита, трещина, дефект, деформация, прочность, грунт, ремонтный состав, фундамент, фундаментная плита, инъектирование.

Дефекты при возведении строительных конструкций – как сборных, так и монолитных – возникают еще на стадии изготовления, и избежать их, как правило, крайне сложно. Эксплуатационная среда приводит к появлению и развитию разнообразных повреждений, которые при неблагоприятном стечении обстоятельств могут привести к серьезным нарушениям вплоть до полного исключения конструкции из работы. Появление повреждений может быть обусловлено как развитием дефектов, возникших при возведении конструкций или на стадии проектирования, так и неблагоприятными эксплуатационными факторами [1].

Для разработки действенной рациональной стратегии проведения рациональных мер по предотвращению дальнейшего трещинообразования необходимо понять причину его возникновения. Это позволит оказать воздействие как на причину, так и на следствие, а результатом будет работающая долговременно строительная конструкция [1].

В предлагаемой публикации описаны причины трещинообразования в монолитных железобетонных фундаментных плитах на разных этапах жизни здания или сооружения, в том числе, ошибки при проектировании, возведении и эксплуатации. А также представлены меры борьбы с трещинами после их появления и обнаружения.

Причины образования трещин на этапе проектирования монолитной железобетонной плиты

Основные ошибки при проектировании могут быть связаны с подбором состава бетонной смеси, с расчетом армирования плиты, а также с учетом геологических характеристик грунта. Следствием грубых ошибок на этапе проектирования могут стать потеря несущей способности железобетонной плиты и негативное влияние пучения грунта на фундамент, которое в свою очередь приведет к образованию осадочных трещин.

Причины образования трещин на этапе возведения монолитной железобетонной плиты

- Ранняя распалубка. Снятие опалубки (включая крепежные элементы) до того, как бетон набрал достаточную прочность, может привести к возникновению как сжимающих, так и растягивающих напряжений, вызывая трещинообразование, прогибание и даже обрушение конструкций [1].

- Неправильное армирование бетонных конструкций. Нарушение расположения арматуры, несоблюдение толщины защитного слоя бетона могут привести к локальным растрескиваниям вследствие коррозии арматуры [1]. Следствием этого может стать деформация конструкции и образование дефектов.

- Несоблюдение необходимых условий (температуры окружающей среды и влажности) при твердении бетонной смеси. Поверхностный слой

бетона пытается дать усадку, но его свобода деформации ограничивается нижележащими слоями, которые не утратили влагу в такой же степени. Результатом этого ограничения свободы деформаций оказывается развитие растягивающих напряжений в поверхностном слое. Поскольку бетон все еще находится в пластическом состоянии и обладает очень низкой прочностью, появляются трещины неправильной формы [1].

- Усадочные трещины. Они образуются при неправильном подборе состава смеси или несоответствующем уходе за свежим бетонным покрытием после заливки, атмосферных воздействиях (например, прямые солнечные лучи) [2].

- Амплитуда колебаний температуры в течение суток. Трещины могут появиться при разнице температур более 15 °С. Для того, чтобы исключить их возникновение, при бетонировании покрытий длиной более 100 м устраивают температурные швы [2].

- Ошибки при устройстве температурно-усадочных швов. Существует две разновидности таких швов в монолитных конструкциях: постоянные и временные. Постоянные – компенсируют нагрузки от деформации массивной бетонной конструкции пола под воздействием перепадов температур. Временные – устраиваются для предотвращения появления трещин во время усадки бетона при его твердении. Таким образом, трещины в бетоне могут появляться при возникновении усадочных нагрузок, что неблагоприятно скажется на качестве несущей конструкции [3].

Причины образования трещин на этапе эксплуатации монолитной железобетонной плиты

- Осадка. «Осадочные» трещины возникают вследствие осадки грунта под давлением веса здания или сооружения на недостаточно прочное основание, что является причиной внутренних напряжений в бетоне и

образованию наклонных растрескиваний [4, 5]. Это может привести к значительному снижению прочности конструктивного элемента и сооружения в целом.

- Пучение грунта. Оно происходит при замерзании почвы в зимний период времени и дальнейшем оттаивании, когда температура окружающей среды становится выше 0 °С. Чтобы исключить возникновение трещин, необходимо на этапе проектирования учесть особенности грунта и принять глубину заложения подошвы фундамента ниже слоя промерзания грунта [5].

- Трещины от коррозии арматуры. Коррозия арматуры в бетоне является следствием накопления повреждений и происходит через определенный промежуток времени. В результате коррозии нарушается сцепление арматуры с бетоном и появляются трещины в защитном слое бетона, вызванные его расширением в результате накопления продуктов разрушения [1, 6].

Способы устранения трещин в монолитной железобетонной плите

Трещины имеют свойство увеличиваться в размерах с течением времени. А учитывая, что влага и химически активные вещества могут проникать в толщу бетона через его дефекты (в том числе и трещины), это может привести к потере прочности конструкции. Поэтому их нужно устранять [7, 8].

- Поверхностная заделка волосяных трещин (до 0,1 мм) ремонтно-восстановительным раствором на основе цемента, полимерных добавок из спирта и сульфанола (можно заменить клеем ПВА). Смесь заполняет объем трещин на поверхности элемента конструкции. Состав состоит из кварцевого песка, цемента, химически активных добавок и фиброволокна. Раствор обладает высокой прочностью, морозостойкостью, водонепроницаемостью, адгезией и химической стойкостью [8-10].

- Инъектирование состава внутрь трещины. Раствор, содержащий полимерный фиброапполнитель, подается под давлением через патрубков непосредственно в трещину. Сильный напор и пластичность состава позволяют заделать глубокие и извилистые растрескивания в конструкции [7, 8].

- Торкретирование. Способ заключается в осуществлении полного ремонта конструкции, а именно устранение повреждений и усиление поверхности. Этого добиваются удалением потерявшего необходимую прочность поверхностного слоя и созданием на его месте нового путем нанесения торкретбетона [6].

- Заделка развитых и больших трещин (0,5 мм и более) в конструкциях при помощи герметика. Во избежание попадания влаги в трещины используют герметики. Перед их использованием необходимо увлажнить основание и нарезать небольшие бороздки для лучшего сцепления состава с бетоном [6, 9].

Технология производства инъекционных работ

Инъекция в трещины с шириной раскрытия более 0,3 мм производится через шпурь, пробуренные вдоль трещины с шагом 0,2...0,4 м. До начала работ по инъектированию составов производится нарезка камеры (60x20 мм) вдоль устья трещины с последующим заполнением её ремонтным составом с целью предотвращения выхода раствора наружу при инъектировании. Для сквозных трещин зачеканка производится с обеих сторон железобетонной плиты.

Производство работ выполняется в следующей последовательности:

На рис.1 показано устройство штрабы (60x20 мм) вдоль устья трещины на всю длину инъектируемого участка конструкции.

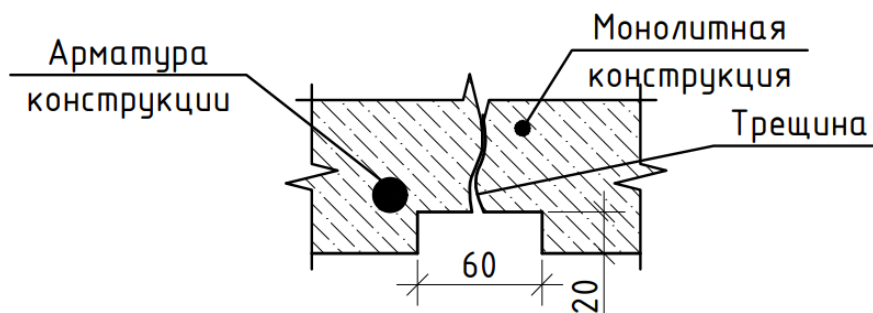


Рис. 1. - Устройство штрабы (60x20 мм)

На рис.2 показана установка инжекторов с обратным клапаном в пробуренные шпуров с шагом 0,2...0,4 м. Требуется подготовить штрабу (зачистка от шлама и пыли) и заполнить ремонтным составом MasterEmaco S 5400.

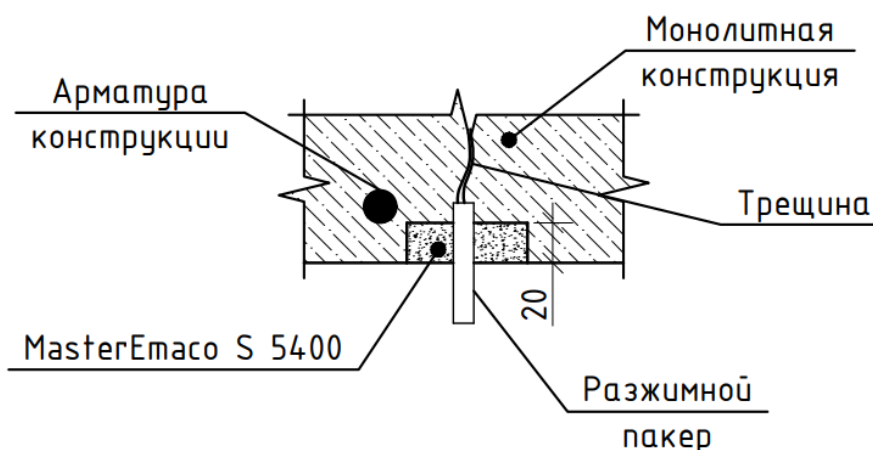


Рис. 2. - Установка инжекторов с обратным клапаном

На рис.3 показана прочистка шпуров водой под давлением для вывода цементной пыли из отверстия.

На рис.4 показано инъецирование ремонтного состава. Нагнетание инъекционного раствора в инжектор прекращается в том случае, когда наблюдается выход материала из соседних инжекторов. При нагнетании состава для контроля заполнения всех трещин и полостей инжекторы, соседствующие с тем, в который производится нагнетание, временно должны быть без обратного клапана.

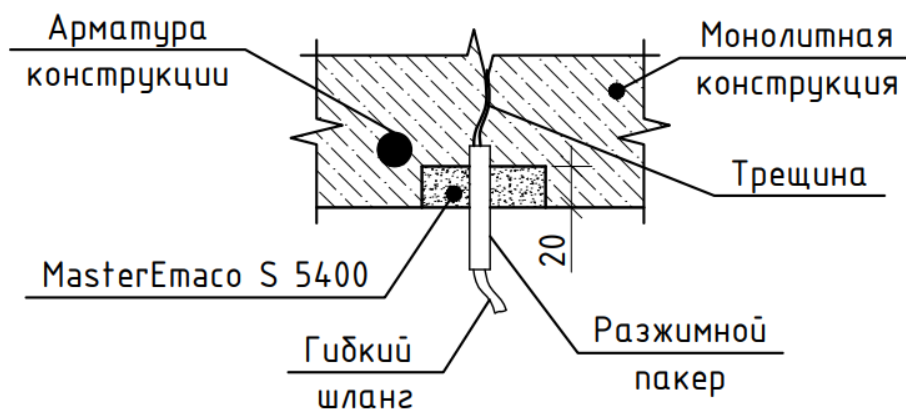


Рис. 3. - Прочистка шпуров водой под давлением

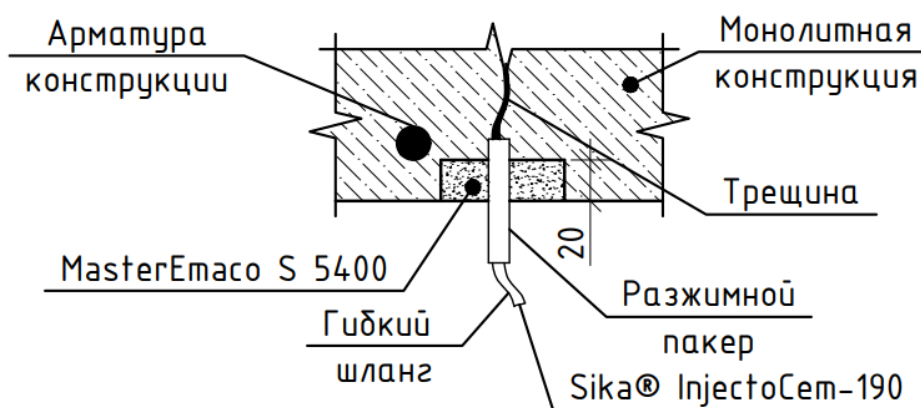


Рис. 4. - Инъектирование ремонтного состава

На рис.5 показано извлечение инъекторов путем полного удаления устройства из плиты.

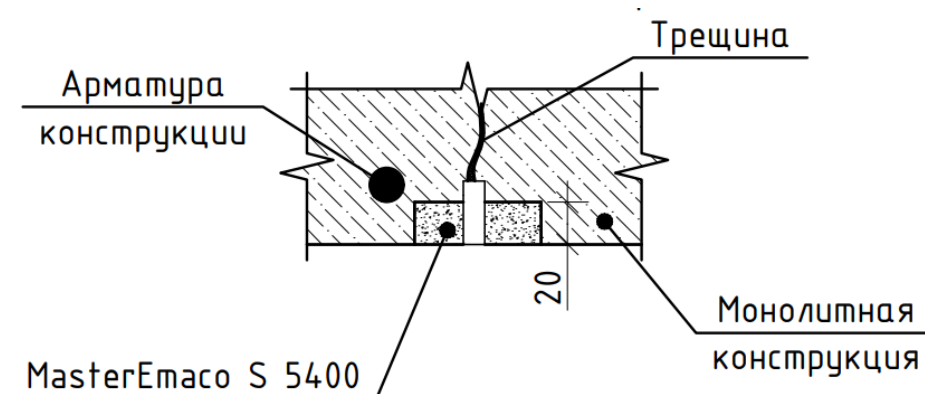


Рис. 5. - Извлечение инъекторов

На рис.6 показана чеканка шпуров с помощью материала Пенетрон. Он используется для гидроизоляции бетонной конструкции и устранения фильтрации воды сквозь тело бетона.

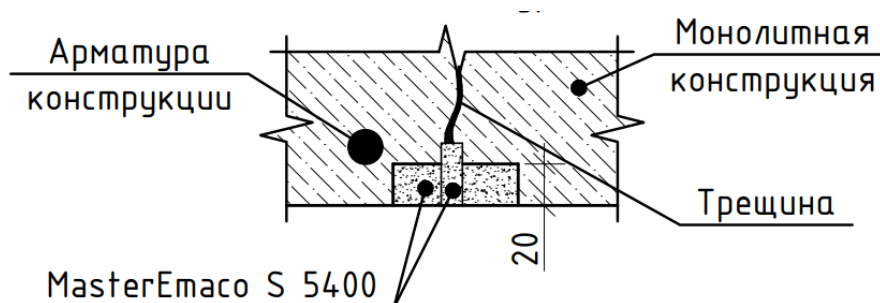


Рис. 6. – Чеканка шпуров

Представленная в публикации технология подходит для устранения широкого спектра дефектов бетона, в том числе трещин разных типов. С помощью инъецирования можно работать как с мелкими повреждениями, так и с крупными разрушениями. Чаще всего инъецирование используют, когда сложно получить доступ к дефекту или когда есть значительные внутренние разрушения бетона. Описанная методика применяется для срочной ликвидации трещин в эксплуатируемых зданиях без прекращения их использования.

Для предотвращения появления трещин, следует максимально исключить все возможные причины их образования [6]. На этапе проектирования конструкции необходимо правильно произвести расчет, ссылаясь на нормативные документы и учесть инженерно-геологические свойства залегающих под фундаментной плитой грунтов. Перед возведением здания или сооружения важно произвести усиление грунтов основания, следовать требованиям проектирования состава бетонной смеси и не допускать её быстрого высыхания. При заливке фундаментной плиты необходимо соблюдать все технические и строительные нормы и не допускать участков без осуществления вибрирования при укладке бетонной смеси.



Литература

1. Кириленко А. М. Диагностика железобетонных конструкций и сооружений. М.: Ахитектура-С, 2013. 368 с.
2. Доладов Ю. И., Беленький Б. С. Бетонирование массивных конструкций. Методические указания по выполнению курсового проекта. Куйбышев: Куйбышевский архитектурно – строительный институт, 1990. 36 с.
3. Олейник П. П., Жадановский Б. В., Кужин М. Ф., Синенко С. А., Бродский В. И., Пахомова Л. А. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений. М.: Издательство МИСИ– МГСУ, 2018. 496 с.
4. Берлинов М. В. Основания и фундаменты. 4-е изд. СПб: Издательство "Лань", 2011. 320 с.
5. Ухов С. Б., Семенов В. В., Знаменский В. В., Тер-Мартirosян З. Г., Чернышев С. Н. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Издательство АСВ, 1994. 527 с.
6. Pise Nidhi, Meshram Trupti, Doijad Yash, Gathe Rahul, Prof. Gudadhe Amit. A Brief Study on Causes of Cracks, Prevention and Pattern of Cracks on Concrete // International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. 2021. Vol 8, Issue 3. pp. 439-443. URL: ijrsrset.com/IJSRSET2183194
7. Егоров Е. А. Некоторые организационно-технологические решения по усилению фундаментов при реконструкции и надстройке зданий // Инженерный вестник Дона. 2019. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5674
8. Пахомова Л. А., Жадановский Б. В., Дорошин И. Н. Способы временного укрепления конструкций зданий при усилении и реконструкции фундаментов // Перспективы науки. 2023. №6 (165). С. 78-83.

9. Ghakravarthi B. Ashoka. Study on different types of cracks in plain and reinforced concrete: thesis ... M. Tech Vishakhapatnam, 2014. 122 с.

10. Виноградова Е. В., Мурзина О. Г. Техническое обслуживание и ремонт фундаментов и стен подвалов зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. 2020. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6310

References

1. Kirilenko A. M. Diagnostika zhelezobetonnyh konstrukcij i sooruzhenij [Diagnostics of reinforced concrete constructions and buildings]. M.: Ahitektura-S, 2013. 368 p.

2. Doladov Ju. I., Belen'kij B. S. Betonirovanie massivnyh konstrukcij. Metodicheskie ukazaniya po vypolneniju kursovogo proekta. [Concreting of massive structures. Methodological instructions for completing the course project] Kujbyshev: Kujbyshevskij arhitekturno – stroitel'nyj institut, 1990. 36 p.

3. Olejnik P. P., Zhadanovskij B. V., Kuzhin M. F., Sinenko S. A., Brodskij V. I., Pahomova L. A. Vozvedenie monolitnyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij. [Construction of monolithic structures of buildings and structures] M.: Izdatel'stvo MISI– MGSU, 2018. 496 p.

4. Berlinov M. V. Osnovaniya i fundamenty. [Bases and foundations] 4-e izd. SPb: Izdatel'stvo "Lan", 2011. 320 p.

5. Uhov S. B., Semenov V. V., Znamenskij V. V., Ter-Martirosjan Z. G., Chernyshev S. N. Mehanika gruntov, osnovaniya i fundamenty. [Mechanics of soil, bases and foundations] M.: Izdatel'stvo ASV, 1994. 527 p.

6. Pise Nidhi, Meshram Trupti, Doijad Yash, Gathe Rahul, Prof. Gudadhe Amit. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology. 2021. Vol 8, Issue 3. P. 439-443. URL: ijsrset.com/IJSRSET2183194

7. Egorov E. A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5674



8. Pahomova L. A., Zhadanovskij B. V., Doroshin I. N. Perspektivy nauki. 2023. №6 (165). pp. 78-83
9. Ghakravarthi B. Ashoka. Study on different types of cracks in plain and reinforced concrete: thesis ... M. Tech Vishakhapatnam, 2014. 122 p.
10. Vinogradova E. V., Murzina O. G. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6310

Дата поступления: 26.12.2023

Дата публикации: 1.02.2024