

Организационно-технологические решения по восстановлению монолитной железобетонной фундаментной плиты, находящейся в условиях повышенной влажности

Б.В. Жадановский¹, А.Л. Шепелев², Е.В. Рачковская¹, М.В. Краюшкин¹

¹*Национальный исследовательский московский государственный строительный университет*

²*Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова*

Аннотация: С течением времени железобетонные конструкции имеют тенденцию терять прочностные свойства. Важным фактором сохранения целостности железобетонных конструкций является соответствие параметров возведенной конструкции ее проектным значениям и условиям эксплуатации, иначе возрастает вероятность появления дефектов таких, как образование трещин в защитном слое и коррозия арматуры. Существуют методы по восстановлению железобетонных конструкций, которые смогут вернуть прочностные характеристики к проектному уровню или даже превзойти его.

Ключевые слова: восстановление защитного слоя, ремонт, ингибитор, адгезия, коррозия, проникающая гидроизоляция, химический анкер, фундамент, торкретирование.

Железобетонные конструкции со временем разрушаются в условиях постоянного действия нагрузок и влияния внешней среды. Поэтому необходимо обращать особое внимание на дефекты конструкции, так как при неправильной эксплуатации, затраты на её восстановление со временем будут только увеличиваться [1].

Один из основных недостатков железобетонных конструкций - возникновение коррозии арматуры, что влияет на техническое состояние, безопасность, надежность и долговечность всей конструкции. Защите арматуры необходимо уделять особое внимание, так как дефекты, связанные с ней, значительно сокращают срок службы всего здания [1].

Наиболее распространенными способами восстановления защитного слоя железобетонной конструкции являются:

- оштукатуривание цементно-песчаным раствором;
- обетонирование (обработка поверхности бетонным раствором, который соответствует прочности бетона конструкции);

- оклеивание полимерными материалами;
- торкретирование (введение цементного раствора под давлением);
- полная замена защитного слоя [2].

Последним способом можно воспользоваться, если в результате воздействия негативных факторов произошло полное или частичное разрушение и отделение защитного слоя бетона, или арматура начала корродировать из-за воздействия окружающей среды [3,4].

В данной публикации рассмотрено восстановление участков фундаментной плиты. Объектом исследования стал водноспортивный комплекс.

После проведения обследования конструкций фундамента были обнаружены трещины шириной раскрытия до 0,5 мм. После проведения вскрытия поверхностного слоя бетона выявлена пластовая коррозия верхней конструктивной арматуры фундамента с полным её разрушением и потерей сечения до 100%.

Чтобы восстановить несущую способность фундамента, был разработан следующий ряд решений по реконструкции и восстановлению:

1. Максимальная разгрузка перекрытия здания в местах производства ремонтных работ.

2. Очистка нарушенного защитного слоя несущих железобетонных конструкций до «здорового» (без потери прочностных характеристик, трещин, раковин, каверн, измененного цвета, следов замачивания и т.д.) бетона с последующим восстановлением защитного слоя с использованием специальных ремонтных составов представлена на рис. 1.

Для проведения данного этапа требуется применение механических средств (например, зубила, ручного отбойного молотка, перфоратора), которые помогут удалить ненадежные участки бетона. Очистку следует выполнять без нарушения существующего армирования [5].

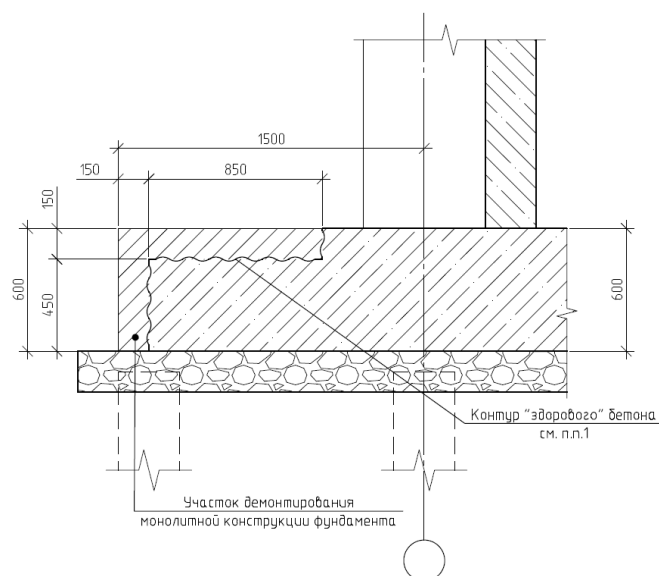


Рис. 1. - Демонтаж участка конструкции фундамента

3. Обработка арматуры с помощью преобразователей ржавчины, очищающих её от коррозии, и пассивирующих составов, которые повышают адгезию к бетону, и восстановление необходимого поперечного сечения поврежденных стержней с помощью установки дополнительной арматуры требуемого диаметра.

Предварительная подготовка основания включает в себя удаление коррозионных явлений с бетонного основания и всей арматуры пескоструйной обработкой (до степени очистки $Sa2\frac{1}{2}$) и увлажнение основания в течение 3 часов перед нанесением материала. Поверхность должна быть влажной, но следует избегать образования луж [6, 7].

Работы по восстановлению арматуры включают в себя установку отдельных дополнительных стержней в толщу несущей конструкции. Соединение стержней с хомутами осуществляется отожженной стальной проволокой. Стыковка арматуры выполняется внахлест, причем длина нахлеста должна составлять не менее 50 диаметров арматуры [8].

Стыки рабочей арматуры располагаются вразбежку. Изготовление гнутых стержней осуществляется в холодном состоянии на оправках.

Расстояние в свету между вертикальными рабочими стержнями должно быть не менее 50 мм.

В некоторых случаях необходимо использование химических анкеров. Такое решение целесообразно при сопряжении двух элементов монолитной железобетонной конструкции [9]. Пример этого случая продемонстрирован на рис. 2, 4.

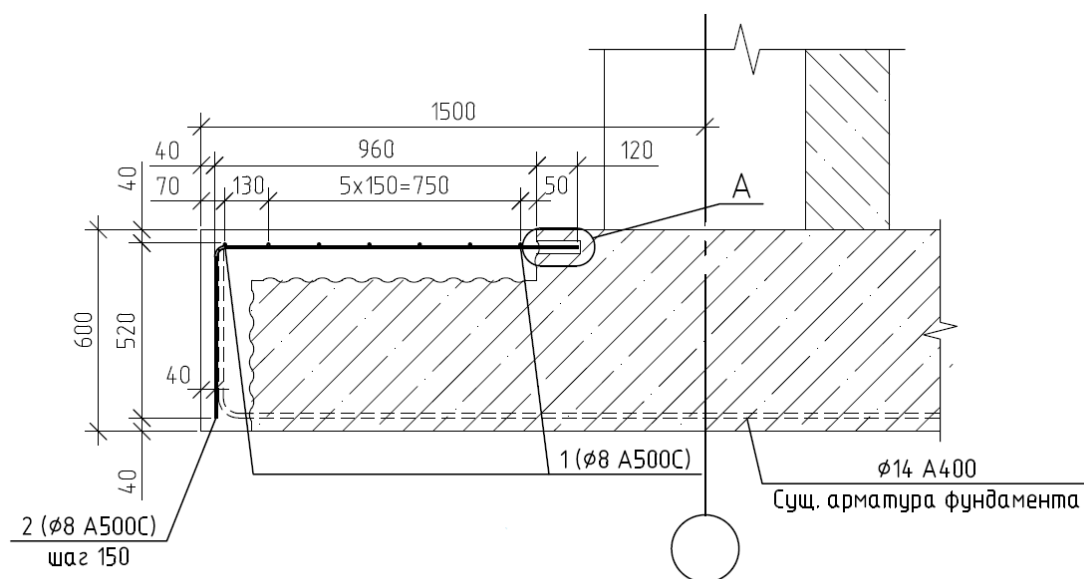


Рис. 2. – Установка дополнительной арматуры

Узел установки химического анкера (узел А) представлен на рис. 3.

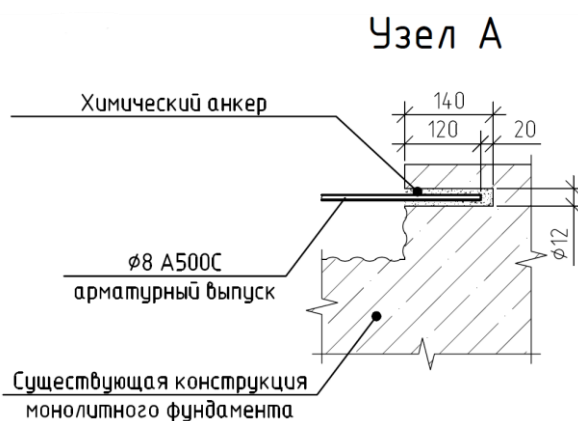


Рис. 3. – Установка химического анкера

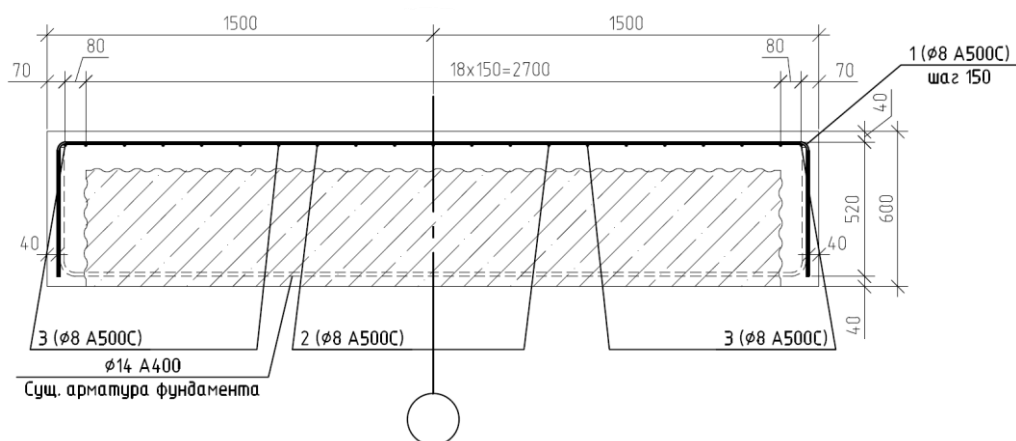


Рис. 4. – Установка дополнительной арматуры без анкерования в бетон

4. Использование ингибиторов коррозии контактного и мигрирующего действия в целях защиты поверхности поврежденных железобетонных конструкций от дальнейшего появления ржавчины на поверхности арматуры, путем нанесения материала непосредственно на её поверхность.

С помощью мягкой кисти смесь наносится на подготовленную арматуру. Толщину слоя допускается принимать от 1 мм. При условии, когда первый слой достигает состояния влажной субстанции (около 0,5-1,5 часов), необходимо нанести второй слой, толщина которого совпадает с первым. Важно дать ингибитору отвердеть в течение 2 часов перед следующим этапом. При дальнейшем нанесении каких-либо материалов на покрытие следует оставить конструкцию минимум на 8 часов, дав ему отвердеть [6].

5. Покрытие поверхности повреждённых железобетонных конструкций адгезионными составами.

С помощью крацовочной щётки необходимо нанести смешанный материал на подготовленное влажное основание. Далее укладывают новый ремонтный состав, руководствуясь принципом «мокрое по мокрому». При использовании адгезионного состава в любых условиях следует избегать его высыхания. Если это произошло, то следует произвести укладку второго слоя состава поверх предыдущего. В большей степени от условий окружающей

среды зависят такие параметры как время схватывания и набора прочности. Полностью не отвердевший состав следует защищать от влаги [10].

6. Создание нового защитного слоя путем применения высокопрочного безусадочного ремонтного материала, содержащего полимерную фибру, и обладающего высоким модулем упругости.

Первоначально, на подготовленное влажное основание необходимо нанести тонкий контактный слой смеси, а затем постепенно наносить желаемую толщину слоя. Наиболее подходящим оборудованием для нанесения материала являются штукатурные станции, которые имеют возможность предварительного перемешивания. При этом следует придерживаться допустимой толщине слоя за одно нанесение - от 5 до 50 мм.

7. Предварительная очистка железобетонной поверхности для химического фрезерования с целью увеличения глубины проникновения в бетон гидроизоляционных смесей проникающего действия.

С помощью средств химического фрезерования осуществляется обработка бетона, в результате которой происходит удаление цементной пленки, но цементный камень при этом остается не разрушается, что в дальнейшем позволит нанести проникающую гидроизоляцию.

Средство наносится на обрабатываемую поверхность при помощи валика или кисти, выдерживается в течение 1-3 минут, остатки раствора необходимо смыть струей воды под давлением 100 бар [2, 6].

8. Пропитка железобетонных конструкций проникающей гидроизоляцией.

Данный вид водоотталкивающих составов используют в качестве гидроизоляции для всей толщи железобетонной конструкции (глубина проникновения в бетон составляет не менее 300-400 мм). При этом, помимо водонепроницаемости, повышаются показатели прочности и

морозостойкости бетона. Для железобетонных конструкций проникающую гидроизоляцию можно считать защитой от воздействия агрессивных сред [6].

На бетон необходимо нанести два слоя материала. Первый слой следует нанести кистью либо распылителем на влажное основание. Вторым слоем наносят поверх предыдущего, когда тот уже схватился (через 60 - 120 минут), предварительно увлажнив его [2].

Восстановление конструкций является важным этапом эксплуатации здания. Для приведения здания в работоспособное состояние и обеспечения долговечности конструкций рекомендуется выполнить ряд соответствующих работ [3]. При обследовании объекта были выявлены трещины в защитном слое фундамента, что привело к коррозии арматуры. В ходе разработки мероприятий по устранению изъянов было решено механическим способом избавиться от поверхностного слоя конструкции, обработать арматуру ингибитором коррозии контактного действия и усилить арматуру путем установки дополнительных стержней арматуры, восстановить защитный слой новым ремонтным раствором. После проделанных работ и пройденной экспертизы можно считать, что здание пригодно к дальнейшей эксплуатации.

Литература

1. Кириленко А. М. Диагностика железобетонных конструкций и сооружений. М.: Архитектура-С, 2013. 368 с.
2. Шилин А. А. Ремонт железобетонных конструкций. М.: Горная книга, 2010. 520 с.
3. Новиков Н. С., Югов А. М. Рекомендации по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – № 6(134). – С. 35-39.

4. 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.

5. Galinsky O. M., Molodid O. S., Sharikina N. V., Plokhuta R. O. Research of technologies for restoration of the concrete protective layer of reinforced concrete constructions during the reconstruction of the buildings and structures // Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020). URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/907/1/012056

6. Тимохин Д. К., Страхов А. В., Асафьева С. С. Восстановление железобетонных конструкций гидротехнических сооружений специальными составами // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2019. – № 6(39). – С. 330-333.

7. 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. С. 496.

8. 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

9. Rimshin V. I., Truntov P. S. Strengthening of reinforced concrete structures by composite materials taking into consideration the carbonization of concrete // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2023. 19(2). С. 178–185. URL: journals.rudn.ru/structural-mechanics

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.: Arhitektura-S, 2013. 368 p.
 2. Shilin A.A. Remont zhelezobetonnyh konstrukcij [Restoration of reinforced concrete constructions]. M.: Gornaya kniga, 2010. 520 p.
 3. Novikov N. S., Jugov A. M. Vestnik Donbasskoj nacional'noj akademii stroitel'stva i arhitektury. 2018. №6. pp. 35-39. URL: [donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-6\(128\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-6(128).pdf)
 4. Pahomova L. A., Zhadanovskij B. V., Doroshin I. N. Perspektivy nauki. 2023. №6 (165). pp. 78-83
 5. Galinsky O. M., Molodid O. S., Sharikina N. V., Plokhuta R. O. Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 907 (2020) 012056. URL: iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/907/1/012056/meta
 6. Timohin D. K., Strahov A. V., Asaf'eva S. S. Tehnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve. 2019. №6. pp. 330-333. URL: elibrary.ru/item.asp?id=38196154
 7. 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.
 8. Egorov E. A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5674
 9. Rimshin V. I., Truntov P. S. Ctroitel'naja mehanika inzhenernyh konstrukcij i sooruzhenij. 2023. №19. pp. 178–185. URL: journals.rudn.ru/structural-mechanics
-



10. Vinogradova E. V., Murzina O. G. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6310

Дата поступления: 13.02.2024

Дата публикации: 17.03.2024