

УДК 624.15

АНАЛИЗ ПРИЧИН ДЕФОРМАЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ И НАДФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ

Хрянина О.В.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»,
Пенза, e-mail: olgahryanina@mail.ru

В статье изложены проблемы анализа причин деформаций фундаментов и надфундаментных конструкций на примере здания детско-юношеского центра г. Сердобска и возможности его дальнейшей нормальной эксплуатации. Рассматриваются причины возникновения деформаций фундаментов и надфундаментных конструкций и пути по их устранению при проведении обследования здания. Обосновывается необходимость рассмотрения основания, фундамента и надземной конструкции в форме единой системы, а не в форме независимых друг от друга элементов. Методический подход обследования состояния грунтов основания и фундаментов предусматривает открытие двух шурфов, которые устраиваются в местах проявления наибольших деформаций фундаментов и надфундаментных конструкций здания. Выявлено достаточно уплотненное состояние грунтов основания с давностью отсыпки более 50 лет. Наличие вода в шурфах на период обследования обнаружено не было. Фундаменты были выполнены из бутового камня на цементно-известковом растворе. Прочность камня и раствора была охарактеризовано как высокая и в целом состояние фундаментов было оценено как удовлетворительное. При обследовании были выявлены причины образования и раскрытия трещин в здании. Прослеживалась четкая связь трещин в фундаментах с наличием трещин в стенах. В работе анализируется состояние конструктивных элементов здания, а также возможность дальнейшей его нормальной эксплуатации. Даны рекомендации по устранению причин деформаций, усилению конструктивных элементов и дальнейшему наблюдению за раскрытием трещин.

Ключевые слова: обследование, техническое состояние, несущие и ограждающие конструкции, подтопление, фундамент, неравномерные деформации основания, деформации конструкций, усиление, наблюдение

ANALYSIS OF THE CAUSES OF DEFORMATIONS OF FOUNDATIONS AND SUPRAFUNDAMENTAL STRUCTURES OF A BUILDING

Khryanina O.V.

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: olgahryanina@mail.ru

The article presents the problems of analyzing the causes of deformations of the foundations and above-foundation structures on the example of the building of the children's and youth center of Serdobska and the possibility of its further normal operation. The causes of the deformations of the foundations and the foundation structures and the ways to eliminate them during the building survey are considered. It justifies the need to consider the base, foundation and above-ground structure in the form of a single system, and not the form of independent elements. The methodical approach of surveying the condition of soils of the basement and foundations provides for the opening of two holes, which are arranged in places where the largest deformations of the foundations and above-foundation structures of the building show up. Revealed enough compacted condition of the soil base with the age of dumping more than 50 years. The presence of water in the pits during the survey period was not found. The foundations were made of rubble stone on a cement-lime mortar. The strength of the stone and mortar was characterized as high and, in general, the condition of the foundations was assessed as satisfactory. The examination revealed the causes of the formation and opening of cracks in the building. Traced a clear link cracks in the foundations with the presence of cracks in the walls. The paper analyzes the state of the structural elements of the building, as well as the possibility of its further normal operation. Recommendations are made to eliminate the causes of deformations, to strengthen structural elements and to further monitor crack opening.

Keywords: examination, technical condition, bearing and enclosing structures, underflooding, foundation, uneven deformation of the base, deformation of structures, strengthening, observation

Значительное место в современной практике инженерных работ занимает наблюдение за деформациями зданий и сооружений, так как ни одно строительство не обходится без анализа причин их возникновения в процессе стройки и всего периода эксплуатации сооружений.

Конструкция фундамента в большей степени определяется свойствами грунтов основания, на которое оно опирается, поэтому необходимо рассматривать основание, фундамент и надземную конструкцию как

единую систему, а не как независимые друг от друга элементы.

Работа основания имеет исключительно важное значение, так как его деформация может привести к разрушению всего сооружения, тогда как деформация надфундаментных конструкций может быть совершенно не связана с деформациями фундамента [1–3].

В процессе строительства практически всегда изменяются условия существования грунтов основания, особенно тех, которые

находятся непосредственно под подошвой фундамента, т.е. в наиболее напряженной зоне [4]. Поэтому целью данного исследования является определение технического состояния грунтов основания, фундаментов и надфундаментных конструкций с явно выраженными дефектами и разрушениями, обнаруженными при визуальном осмотре.

Новизна проблемы: определение технического состояния грунтов основания, фундаментов и надфундаментных конструкций.

Проведение технического обследования (ТО) осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», который регламентирует порядок процедуры технического обследования (ТО), включающего в себя комплекс мероприятий по оценке и определению состояния и работоспособности объекта, возможности его эксплуатации и реконструкции, выявляющих также необходимость ремонта объекта, восстановления или его усиления.

В общей программе обследования, рекомендуемой данным нормативным документом, подробно рассматриваются вопросы состава, объема и последовательности выполнения работ, однако методический подход к проведению технического обследования деформаций фундаментов и надфундаментных конструкций здания в данном документе изложен недостаточно подробно. Поэтому в практике фундаментостроения проведения технического

В предлагаемой ниже автором статье решение такой типовой методологической задачи показано на примере разработки методики технического обследования здания детско-юношеского центра г. Сердобска Пензенской области и возможности его дальнейшей нормальной эксплуатации.

Методика и экспериментальная часть определения технического состояния грунтов основания, фундаментов и надфундаментных конструкций

Здание детско-юношеского центра расположено в центральной части г. Сердобска на второй надпойменной террасе р. Сердоба. Площадка здания относительно ровная, но имеет небольшой наклон в сторону реки. При строительстве здания в сороковых годах прошлого столетия с целью планировки участка была произведена подсыпка его территории. Таким образом, грунтами основания явились насыпные грунты, что подтвердили результаты натурных обследований.

Здание детско-юношеского центра кирпичное, прямоугольной формы в плане с небольшими пристроями со стороны дворового фасада по торцам здания и пристроем в середине здания со двора. Здание имеет несущие продольные стены с деревянными перекрытиями. Полы здания деревянные по лагам на кирпичных столбиках, кровля – чердачная.

Для обследования состояния грунтов основания и фундаментов были открыты два шурфа. План расположения шурфов показан на рис. 1.

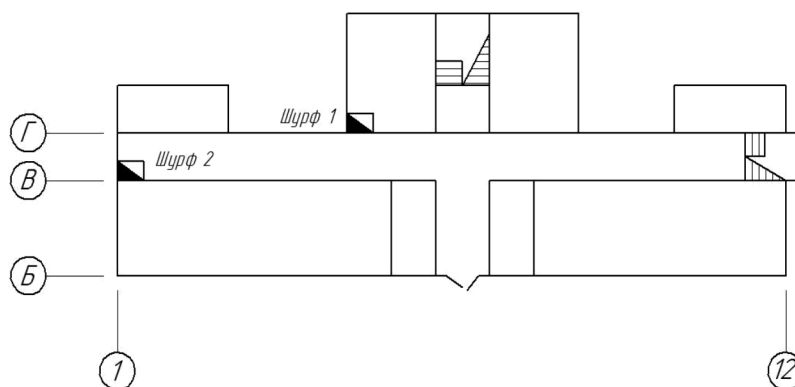


Рис. 1. План расположения шурфов

обследования деформаций фундаментов и надфундаментных конструкций зданий в настоящее время он пока широкого применения не нашел.

Постановку и решение таких методологических задач можно свести к решению некоторой типовой задачи.

Шурф № 1 был открыт в месте деформаций кирпичной перегородки между осями 3–6 дворовой стены ряда Г. Стена в этом пролете просела почти на всю ширину, произошел отрыв стены выше перемычки над дверью с раскрытием почти горизонтальной трещины до 50 мм с выпадением кирпича.

Фундамент перегородки был выполнен из бутового камня без перевязки и применения раствора с небольшой глубиной заложения. Зондированием грунта возле фундамента было установлено, что под подошвой располагался слабый слой сильно увлажненного грунта с малой несущей способностью, поэтому деформации грунта и разрушение материала фундамента явились основными причинами разрушения стены на этом участке.

По результатам обследования была предложена разборка участка стены в этом пролете, а вместо фундамента было предложено использование монолитной железобетонной балки с заделкой ее в поперечные стены здания по осям 3 и 6 на глубину 20–25 см, и по ней вновь возведение стены. Данная работа была выполнена в натуре.

Шурф № 2 был открыт в месте проявления наибольших деформаций при пересечении наружной торцевой стены по оси 1 и продольной стены по ряду здания В. Для выявления ширины подошвы фундамента и глубины его заложения был открыт шурф на глубину 15–20 см ниже подошвы.

По данным обследования грунтов в шурфах 1 и 2 основанием всех фундаментов явились насыпные грунты с давностью отсыпки более 50 лет, поэтому они оказались достаточно уплотненным. Вода в шурфах на период обследования отсутствовала. В процессе обследования выяснилось, что грунты у подошвы фундаментов в шурфах отличались по прочности и их несущей способности. Зондирование грунтов у фундамента в шурфе 1 с использованием металлического лома показало его сравнительно легкое погружение на глубину 20–25 см с налипанием на него влажного грунта. Такое же зондирование грунта в шурфе 2 показало погружение металлического лома на глубину только 8–10 см и при его практически сухом состоянии. Следует отметить, что зондирование грунта в шурфе 1 производилось на глубине заложения около 1,0 м от поверхности, а в шурфе 2 на глубине заложения более 2,0 м от поверхности, поэтому несущая способность грунтов на глубине заложения примерно 2,0 м от поверхности оказалась значительно выше, чем на глубине 1,0 м. Вероятно, в месте расположения шурфа 2 происходило местное замачивание грунтов основания, что и привело к снижению их несущей способности.

Считая, что фундаменты под стены имели симметричную форму, поэтому ширина подошвы фундамента наружной торцевой стены практически оказалась равной ширине стены, то есть равной 0,5 м, а ширина фундамента продольной несущей стены

по оси В равной примерно 0,8 м. Все фундаменты были заложены на одной отметке с глубиной заложения подошвы, равной 1,8 м. Фундаменты были выполнены из бутового камня на цементно-известковом растворе. Прочность камня и раствора оказалась высокой, поэтому в целом состояние фундаментов находилось в удовлетворительном состоянии.

По результатам обследования шурфов выявилась схема развития трещин в фундаментах и их связь с деформацией стен. Схема развития трещин в фундаменте торцевой стены по оси 1 представлена на рис. 2, а в фундаменте продольной несущей стены по оси В – на рис. 3.

Прослеживалась четкая связь наличия трещин в фундаментах с наличием трещин в стенах. Из обследования шурфа 2 были определены размеры трещины в фундаменте торцевой стены с шириной раскрытия внизу до 20 мм, одновременно была обнаружена трещина и в самой стене с меньшей шириной раскрытия. При этом ширина раскрытия трещины в стене с внутренней стороны оказалась меньше, чем ее ширина раскрытия с наружной стороны. Данное обстоятельство объяснялось тем, что происходило небольшое выпучивание торцевой стены наружу по оси 1.

Трещина в фундаменте торцевой стены была расположена как по швам в кладке фундамента, так и по бутовому камню. Смещение половинок разрушенного бутового камня оказалось причиной того, что часть торцевой стены по причине наличия в ней трещины в месте примыкания к продольной стене по оси В и далее в сторону дворового фасада получила осадку примерно на 15–20 мм больше, по сравнению с осадкой части стены в сторону главного фасада.

Причина такого явления была объяснена следующими соображениями: дворовая территория, примыкающая к задней стене здания по осям Г и Д между осями 1–3 в весеннее время при таянии снега и в осеннее время после дождей постоянно замачивалась водой, которая скапливалась возле стен здания и проникала под него. Отмостка вокруг здания была разрушена и не отвечала своему назначению. Наличие уклона территории обследуемого объекта способствовало поступлению воды к стенам здания. Таким образом, грунты подвергались постоянному замачиванию поверхностными водами. Положение усугублялось и наличием засоренности колодцев дворовой канализации, проходящей возле торцевой стены здания. Нередко канализационные колодцы переполнялись дождевой и канализационной водой [5, 6]. Свое отрицательное вли-

яние на сложившуюся ситуацию оказало строительство спортивного комплекса, расположенного на небольшом удалении от торцевой стены здания по оси 1, а также и неравномерная нагруженность торцевой самонесущей и продольной несущей стен объекта.

Определенное отрицательное влияние на причины деформации фундамента и стены по оси В вызвано наличием в его составе жесткого включения в виде старого кирпичного фундамента ранее существующего здесь здания, некачественная перевязка бутового камня в месте примыкания фундамента к торцевой стене и наличие пустоты в нижней части фундамента продольной стены (рис. 3).

Было обращено внимание на наличие в стенах здания также деформаций. Наиболее существенные деформации были от-

мечены в торцевой стене по оси 1 и в месте примыкания к ней продольной стены по оси В. Деформации продольной дворовой стены по оси Г на пересечении стен дворового пристроя по осям 3 и 10 можно обосновать неравномерностью замачивания грунтов основания, а также отрицательным воздействием возведением надстройки пристроя в осях 3–5 и 8–10 выше на один этаж.

Наличие трещин в продольных стенах по осям Г и В можно объяснить неодинаковостью сжимаемости грунтов основания, неравномерностью замачивания основания, неравномерностью нагрузок на стены и влиянием деформируемости торцевой части здания в районе оси 1.

Наличие указанных трещин не нарушало общего нормального режима работы здания, поэтому они могут быть устранены при капитальном ремонте здания.

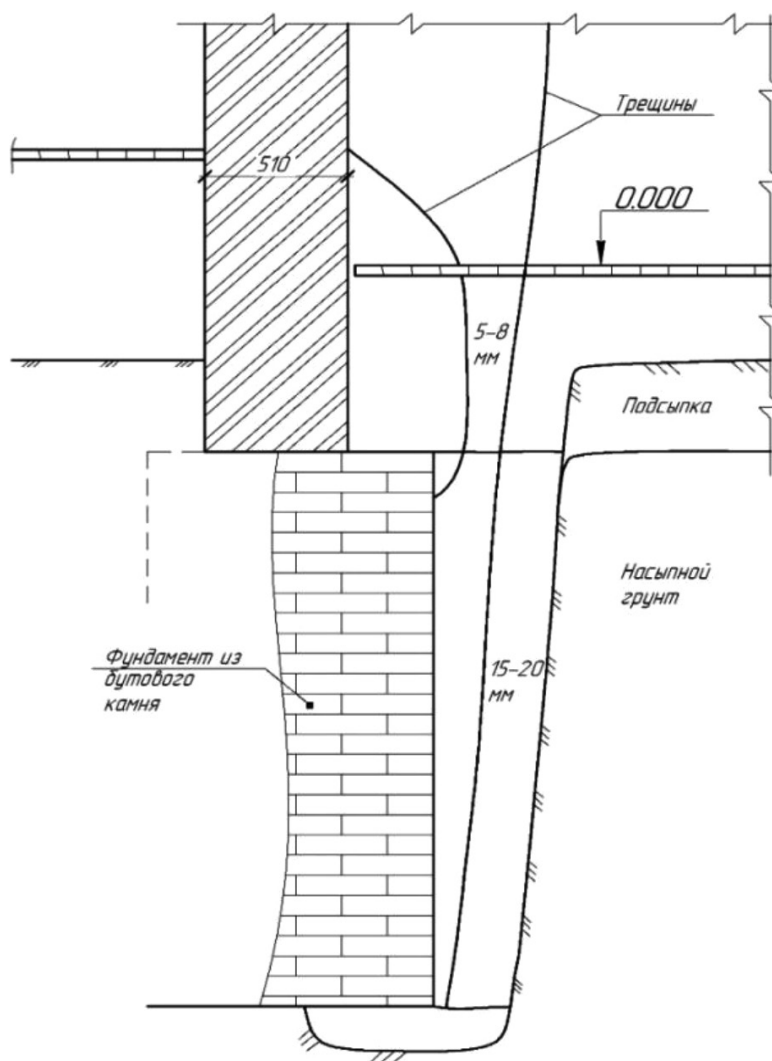


Рис. 2. Схема развития трещин в фундаменте торцевой стены по оси 1

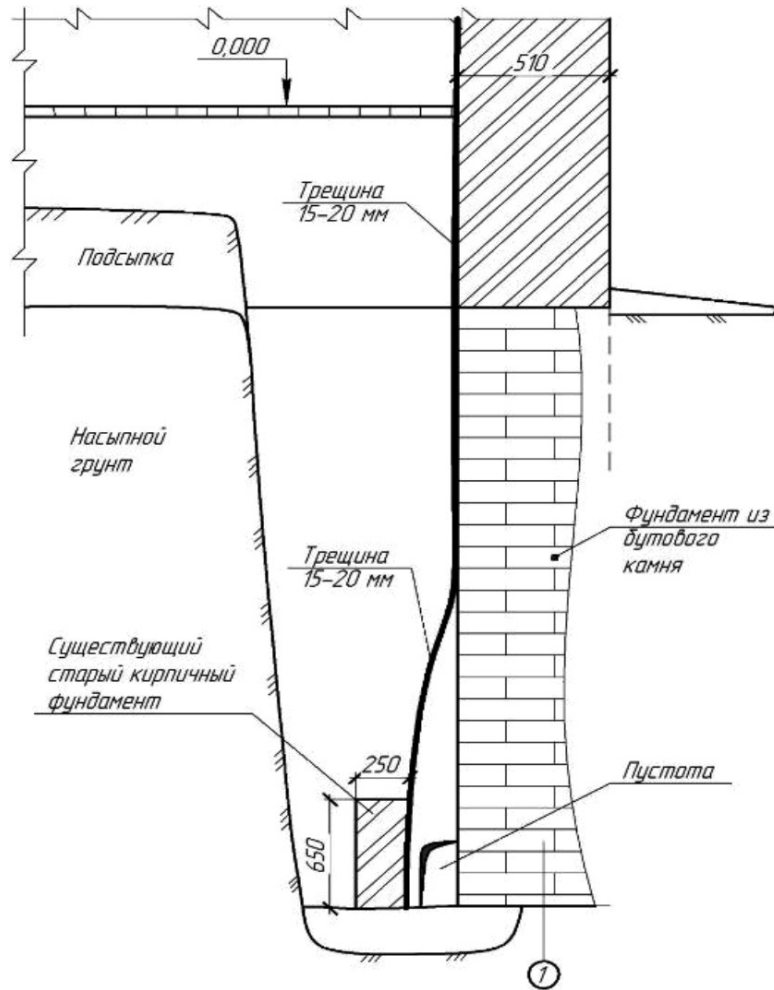


Рис. 3. Схема развития трещин в продольной несущей внутренней стене по оси В

Основные выводы и рекомендации

Предложенный методический подход определения технического состояния грунтов основания, фундаментов и надфундаментных конструкций позволил провести анализ причин образования деформаций фундаментов и надфундаментных конструкций здания детско-юношеского центра г. Сердобска, в результате которого следует выполнить следующие выводы и рекомендации:

1. Фундаменты и надфундаментные конструкции обследованного здания оказались деформированными в результате образования трещин в их несущих продольных стенах и самонесущей торцевой стене по оси 1. Дальнейшее наблюдение за развитием трещин показало, что их незначительное увеличение происходит и в настоящее время. Однако состояние несущих конструктивных элементов здания на мо-

мент обследования было оценено как удовлетворительное, при этом после проведения некоторых мероприятий по их усилению не препятствовало дальнейшей эксплуатации данных конструкций.

2. Причинами образования и раскрытия трещин в здании явились следующие факторы:

- постоянное периодическое замачивание грунтов основания поверхностными водами со стороны дворового фасада в осях 1–10;

- дополнительное увлажнение грунтов основания при засорении дворовой канализации с той же стороны здания;

- влияние отрывки котлована при строительстве спортивного комплекса возле здания детско-юношеского центра;

- разница в нагрузках на продольные несущие стены и торцевую самонесущую стену здания;

– наличие жестких включений и пустот в фундаментах от ранее существующих зданий;

– достаточно высокая сжимаемость насыпных грунтов в основании фундаментов.

3. Наличие трещин с шириной раскрытия до 20 мм в торцевой стене по оси I и отрыв ее от продольной несущей стены по оси В требуют усиления стен в этой части здания. После проведения усиления стен необходимо выполнить инъецирование цементно-песчаного раствора во все имеющиеся трещины.

4. Необходимо выполнить капитальный ремонт дощатого пола на всей площади в осях 1–5 и Б – Е здания. Для этого сделать подсыпку основания песком с его утрамбовкой до проектной отметки, выровнять до одной отметки кирпичные столбики и заменить сгнившие лаги и доски пола. Основание под кирпичные столбики необходимо уплотнить щебнем или гравием с фракцией зерен 40–50 мм и толщиной слоя не менее 250 мм.

5. Вокруг здания необходимо восстановить разрушенную отмостку шириной не менее 1,0 м с уклоном от здания не менее 3% с абсолютной отметкой выше поверхности земли.

6. Устранить возможность скопления поверхностных вод со стороны дворового фасада здания возле стен, обеспечив их постоянный отвод или полностью заасфаль-

тировав дворовую территорию с уклоном от здания.

7. Необходимо обеспечить постоянную работоспособность дворовой канализации, не допуская засорения и переполнения дворовых колодцев.

Список литературы

1. Беляев Н.В., Фурсов В.В. О разнообразии причин образования поврежденных несущих ограждающих конструкций // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2013. № 5 (33). С. 45–51.

2. Шеин А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Некоторые причины отказа строительных конструкций // Интернет-журнал Науковедение. 2016. Т. 8. № 6 (37). С. 88.

3. Гарькин И.Н., Ерохина С.И., Макяшева А.М. Опыт усиления кирпичной стены общественного здания. Теория. Практика. Инновации. 2017. № 2 (14). С. 85–89.

4. Кудашева М.И., Калошина С.В., Золотозубов Д.Г. Влияние процесса водонасыщения глинистого грунта основания на дополнительные осадки 5-этажного здания на ленточном фундаменте мелкого заложения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2018. Т. 9. № 1. С. 70–81.

5. Кошкина Н.В., Хрянина О.В., Астафьев М.В., Резник А.А. Проблемы формирования грунтовых вод на застраиваемых территориях // Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2014. С. 38–40.

6. Хрянина О.В., Кошкина Н.В., Мальков А.И. К вопросу о подтоплении территории // Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы VI Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во Пенз. госуд. ун-та арх-ры и строит-ва, 2015. С. 76–84.