



УДК 69.059.2

Ю. С. ГРИГОРЬЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры;
В. В. ФАТЕЕВ, инженер, ст. преподаватель кафедры архитектуры

ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ НАРУЖНЫХ СТЕН И ОБРУШЕНИЯ ЧАСТИ ДВУХЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: yus-gri@rambler.ru, valeriy-fateev@rambler.ru

Ключевые слова: жилой дом, строительные конструкции, деформации, обрушение.

Приводятся результаты анализа причин деформации и обрушения части двухэтажного жилого дома, произошедшего во время производства работ по реконструкции фундаментов.

В настоящей работе представлены результаты обследований жилого дома, расположенного в городе Бор Нижегородской области. Обследования были выполнены авторами с целью определения причины обрушения части здания, произошедшего в процессе производства работ по усилению фундаментов.

Жилой дом был построен в 1952 году по проекту 1-201-9 типовой серии малоэтажных жилых домов, разработанной в архитектурно-проектной мастерской им. академика В. А. Веснина архитекторами Маслихом С. А. и Никифоровой Н. В. Дом 2-этажный, 8-квартирный, 2-подъездный, без подвала, бескаркасный, с кирпичными стенами, деревянными перекрытиями, деревянными лестницами и деревянной вальмовой стропильной крышей (рис. 1–6 и 1–3 цв. вклейки). Размеры здания в плане 10,7×26,2 м, высота надземной части (стен дома) – 6,4 м.

До начала производства работы по усилению фундаментов несколькими подрядными организациями были выполнены в несколько этапов: 1) обследования дома; 2) инженерно-геологические изыскания; 3) разработка рекомендаций и проекта усиления строительных конструкций. Рассмотрим результаты этих работ по порядку.

Этап 1. Работы первого этапа были выполнены подрядной организацией в весьма ограниченном объеме, а именно: 1) визуальные обследования надземной части здания; 2) разработка рекомендаций по усилению наружной стены главного фасада.

Визуальными обследованиями было установлено, что наружные как продольные, так и торцовые стены деформируются и разрушаются с образованием трещин, пересекающих стены по всей высоте здания (рис. 1–6 и 1–3 цв. вклейки). Результатом обследований стали разработанные подрядчиком рекомендации по локальным усилениям стены главного фасада, ориентированной по оси «А», только в пределах 2-го этажа (рис. 2, 5, 6), что, вероятно, по замыслу разработчиков должно было исключить обрушение стены. Остальные деформирующиеся стены, по мнению специалистов подрядной организации, в усилении не нуждались. Однако следует заметить, что разработчики рекомендаций не обратили внимания на: 1) весьма необычный, редко встречающийся характер расположения и развития трещин; 2) одинаковое по величине раскрытие трещин по всей их длине; 3) отсутствие в стенах наклонных трещин; 4) отсутствие отклонения стен из вер-

тикальной плоскости.

К счастью, рекомендации подрядчика не были выполнены. Дело в том, что в качестве основы для своей работы подрядчик принял информацию и чертежи планов этажей из технического паспорта БТИ, в котором: 1) не было сведений о конструкциях как наружных, так и внутренних стен дома; 2) на планах внутренние поперечные несущие стены были показаны как деревянные перегородки, тогда как было установлено впоследствии, что это не соответствовало действительности (рис. 5, 6).

Разработчики рекомендаций по усилению стены фасада предложили располагать тяжи из гладких арматурных стержней вдоль перегородок, расположенных по осям «3», «6» и «9» (рис. 5, 6), которые при преднапряжении тяжей обязательно деформировались бы и даже разрушились, и вместе с перегородками стали бы разрушаться и наружные стены, выполненные из облегченной колодезной кладки, что было установлено после обрушения.

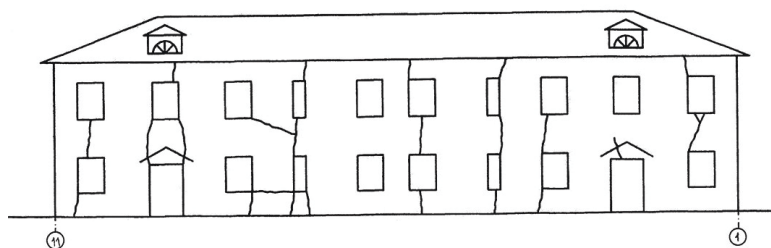


Рис. 1. Стена, ориентированная по оси «В» (рис. 5). Схема расположения трещин (составлена подрядчиком)

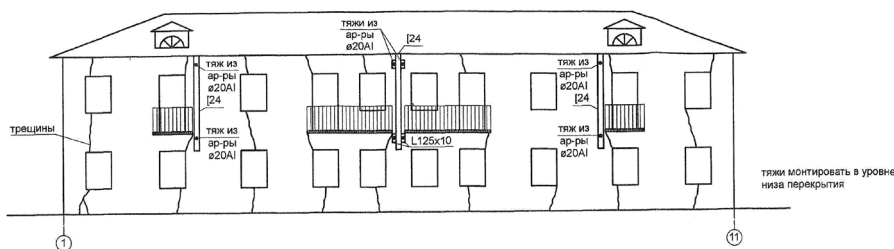


Рис. 2. Стена главного фасада, ориентированная по оси «А». Схема расположения трещин и элементов усиления стены (составлена подрядчиком)

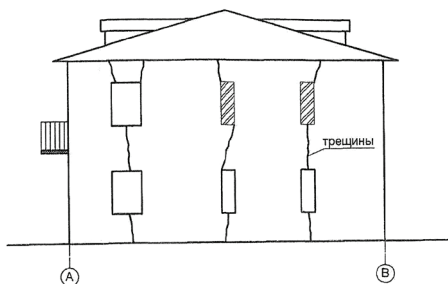


Рис. 3. Торцовая стена, ориентированная по оси «1». Схема расположения трещин (составлена подрядчиком).

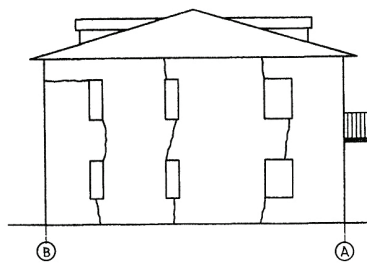


Рис. 4. Торцовая стена, ориентированная по оси «11». Схема расположения трещин (составлена подрядчиком)

**К СТАТЬЕ Ю. С. ГРИГОРЬЕВА, В. В. ФАТЕЕВА
«ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИИ НАРУЖНЫХ СТЕН И ОБРУШЕНИЯ
ЧАСТИ ДВУХЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА»**



Рис. 1. Дом № 10 на ул. Махалова, стена дворового фасада. Трещины рассекают стену по всей высоте в вертикальных створах, проходящих через пары оконных проемов 1-го и 2-го этажей, расположенных друг над другом (рис. 2, 3 цв. вклейки)



Рис. 2. Трещины в вертикальных створах оконных и дверного проемов, рассекающие продольную стену по всей высоте на участке в осях «В/9-7». Раскрытие всех трещин одинаковое по всей длине



Рис. 3. Трещины рассекают продольную стену по всей высоте на участке в осях «В/6-3». Характер траекторий развития трещин указывает на отсутствие перемычек над проемами



Рис. 4. Наружная продольная стена, ориентированная по оси «А». Трещины рассекают стену по всей высоте в вертикальных створах, проходящих через пары оконных проемов 1-го и 2-го этажей, расположенных друг над другом. Раскрытие трещин одинаковое. Характер образования и расположения трещин в наружных стенах указывает на то, что они не являются результатом неравномерной осадки грунтового основания и опирающегося на него здания



Рис. 5. Обрушение фрагмента торцевой стены, ориентированной по оси «11», и перекрытий. Несущие балки деревянных междуэтажного и чердачного перекрытий опираются на внутреннюю поперечную несущую стену толщиной в 250 мм и на внутреннюю несущую стенку-версту торцевой стены толщиной в 120 мм, ориентированной по оси «11» (то же на рис.7, 8 цв. вклейки)



Рис. 6. Кладка наружных стен облегченная, колодцевая с засыпкой шлаком и забутовкой из половинок силикатного кирпича и по этой причине с наружной и внутренними верстами, не перевязанными между собой (то же на рис. 7, 8 цв. вклейки)



Рис. 7. Наружная и внутренняя версты колодцевой кладки продольной стены, ориентированной по оси «А», не перевязаны между собой ни горизонтальными кирпичными диафрагмами, ни арматурными сетками (то же см. на рис. 6, 8 цв. вклейки). Надоконные перемычки в наружных стенах отсутствуют



Рис. 8. Длинные доски несущих балок перекрытия потеряли опору при обрушении стены и упали вниз вместе с дощатой подшивкой. Короткие доски балок удержались от обрушения за счет совместной работы с «раскосым» дощато-гвоздевым настилом, образующим жесткий горизонтальный диск перекрытия



Рис. 9. Расчетная модель 2.1. Изополя горизонтальных перемещений (по оси X) ряда из 6 свай и околосвайного грунта при действии горизонтальной нагрузки H , вызывающей горизонтальное перемещение свай в уровне поверхности грунтового массива $\Delta = 10$ мм



Рис. 10. Бутовый фундамент торцевой стены на участке в осях «1/В-Б». Глубина заложения от уровня планировки участка не превышает 0,6 м (см. рис. 11 цв. вклейки)



Рис. 11. Бутовая кладка вскрытого фрагмента фундамента без цементного раствора с частичным заполнением пустот между камнями грунтом. Камни легко извлекаются из кладки фундамента



Рис. 12. Пустота под фундаментом обрушившегося фрагмента торцевой стены, на участке в осях «11/А-В», не обнаруженная подрядчиком при обследовании фундаментов. Отрывка траншеи у стены на проектную глубину 1,2 м, для устройства одностороннего уширения фундамента, привело к обрушению торцевой стены



Рис. 13. Деформация железобетонной конструкции одностороннего уширения фундамента на участке в осях «11/А-В» до набора бетоном проектной прочности



Рис. 14. Арматурные работы по устройству вертикальной стенки уширения ленточного фундамента «В/3-2»



Рис. 15. Конструкция уширения фундамента в опалубке на участке длиной 5 м, расположенном в осях «В/6-3»

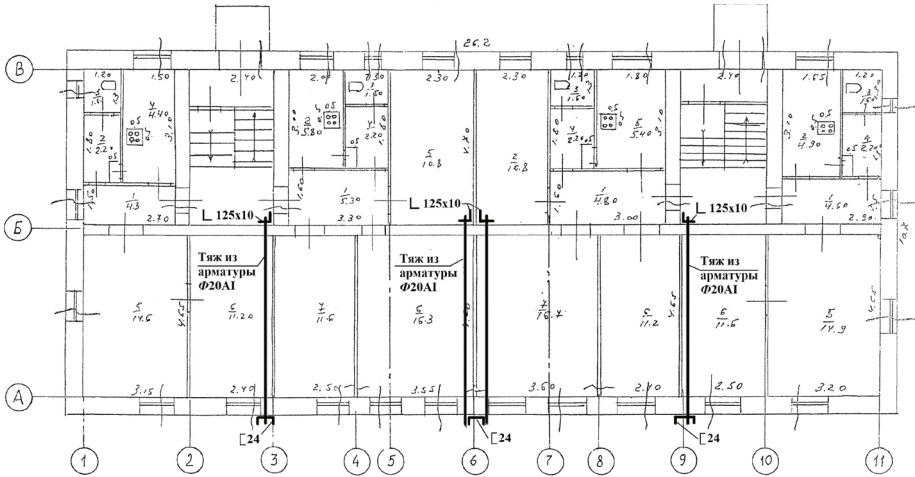


Рис. 5. План 1-го этажа. Схема расположения трещин в стенах здания (составлена подрядчиком)

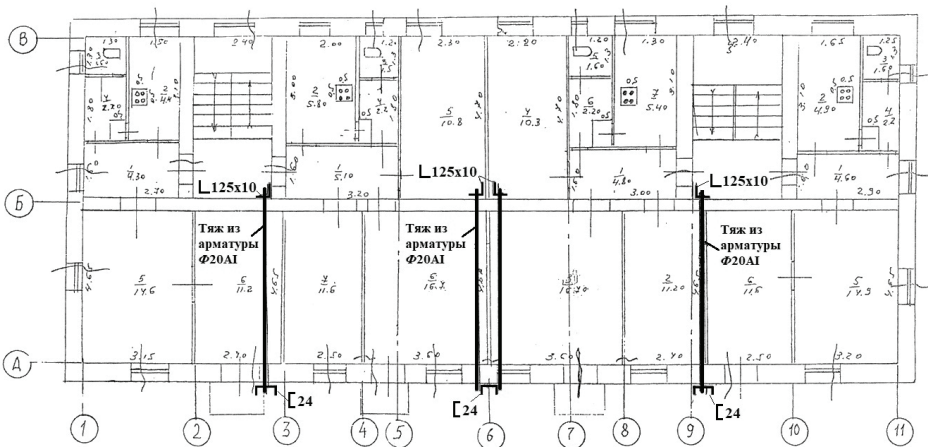


Рис. 6. План 2-го этажа. Схема расположения трещин в стенах здания (составлена подрядчиком)

Усиление предложенного подрядчиком типа используется, как правило, для удержания от развития крена или даже от обрушения при потере устойчивости стен сплошной кирпичной кладки, рассеченных наклонными трещинами, отклоняющихся из вертикальной плоскости наружу зданий, испытывающих неравномерные деформации. В рассматриваемом случае в таком типе усиления стен не было никакой необходимости [1, 2].

Этап 2. Перед началом разработки проекта «капитального ремонта фундаментов» на участке расположения дома были выполнены инженерно-геологические изыскания, однако отчет подрядной организации, выполнявшей инженерно-геологические исследования, представлял собой весьма странный документ, содержащий крайне противоречивые сведения о выполненных работах, а именно: 1) программой изысканий, составленной подрядчиком, было предусмотрено бурение 2 скважин, но в тексте отчета была описана одна скважина, а в сводной



ведомости характеристик физико-механических свойств грунтов приведены сведения о 6 скважинах; 2) выполненная авторами отчета классификация грунта, служащего основанием для фундаментов жилого дома, не соответствовала характеристикам его физических свойств, приведенным в том же отчете; 3) в отчете изыскателей сообщалось, что характеристики грунтов основания определены по результатам статического зондирования, однако, ни результатов зондирования, ни каких-либо сведений об установке, использованной для зондирования, в отчете не было приведено; 4) образцы грунтов из-под подошвы предназначенных для «капитального ремонта фундаментов» изыскателями не отбирались; 5) формируя свое представление «о геологическом строении данного участка», авторы отчета сослались на изучение «архивных и фондовых материалов», имея в виду единственный, имевшийся в их распоряжении, технический отчет об изысканиях, выполненных на участке, расположенном в Нижнем Новгороде в 25 километрах от участка, расположенного в городе Бор. Эти материалы, по утверждению изыскателей, «позволили получить представление о геологическом строении данного участка!» 6) изыскатели обратили внимание на то, что «наиболее высокое положение зеркала грунтовых вод» на участке «наблюдается в паводковый период – с октября-ноября по апрель-май – и может подняться выше средних значений», т. е. по весьма странному представлению изыскателей о паводках на реке Волге, паводки в районе города Бор наблюдаются зимой, а не в периоды таяния льда в реке и снега на прибрежных территориях в апреле и мае! Вместе с тем авторами отчета утверждалось, что «гидрогеологические условия исследуемой площадки строительства характеризуются отсутствием грунтовых вод на период изысканий», выполненных в апреле 2017 года, но в выводах, приведенных в отчете, указывалось на наличие на участке «опасного геологического процесса – высокого положения уровня грунтовых вод»! Следует отметить, что, например, в 2018 году, по данным Гидрометцентра Верхне-Волжского управления по гидрометеорологии и мониторингу среды на 24.04.2018 г., пик половодья в Нижнем Новгороде ожидался к концу апреля – первым числам мая, после чего прогнозировался спад уровня воды в реках Оке и Волге.

Перечисленных выше претензий к работе изыскателей вполне достаточно для того, чтобы сомневаться в том, что изыскания на участке, занимаемом домом, вообще когда-либо выполнялись. Но независимо от ответа на этот вопрос, использование для проектирования фундаментов весьма сомнительных сведений, приведенных в отчете подрядной изыскательской организации, было просто недопустимо.

Этап 3. До начала строительно-монтажных работ по усилению фундаментов, по утверждению нового подрядчика, было выполнено обследование фундаментов, но при этом надземной части здания, определению ее конструктивной системы, выяснению особенностей конструктивных решений стен, перегородок, перекрытий, крыши и т. д. не было уделено никакого внимания.

На основании имеющихся в распоряжении подрядчика результатов визуальных обследований, выполненных на первом этапе (рис. 1–6), разработчиками проекта «капитального ремонта фундаментов» был сделан однозначный вывод о том, что причиной образования трещин в стенах жилого дома являются его неравномерные осадки, а раз так, то фундаменты следует подвергнуть «капитальному ремонту» (рис. 8).

В результате анализа результатов обследований фундаментов и проектных решений, предложенных новым подрядчиком, нами было установлено следующее:

1. На схеме расположения элементов фундаментов не показаны фундаменты под внутренними поперечными несущими стенами. Это означает, что подрядчик не обследовал надземную часть здания и, доверившись планам этажей БТИ, а также результатам визуальных обследований предшественников, не выявил действительную конструктивную систему здания, в соответствии с которой в здании несущими являются не продольные, а поперечные стены (рис. 7, 8).

2. Расположение шурфов на составленной подрядчиком схеме (рис. 7) предназначенных для вскрытия и обследования фундаментных конструкций, а также для исследования свойств грунтового основания нельзя признать рациональным. Шурфы, отрытые непосредственно у углов здания, позволили бы каждому из угловых шурфов вскрыть фундаменты сразу двух смежных стен.

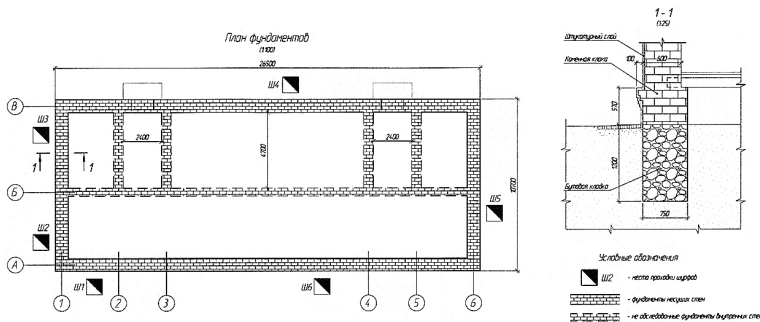


Рис. 7. Схема расположения шурфов у стен дома. Поперечное сечение фундамента (составлена подрядчиком)

3. Вскрытия фундаментов под стенами на пересечении координационных осей «А/Б» не предусматривалось, но именно на этом участке произошло разрушение фундамента и обрушение стен (рис. 7).

4. Бутовый фундамент на обмерном чертеже (рис. 7, сечение 1-1) представляет собой конструкцию идеальной прямоугольной формы, которую можно получить только при изготовлении фундамента в опалубке, но это не соответствует фактическому состоянию фундаментных конструкций, что было установлено обследованиями, выполненными после обрушения.

5. В техническом отчете подрядчика не было представлено ни обмерных чертежей, ни фотофиксации конструкций фундаментов в 5 из 6 заявленных на схеме шурфов. Это могло означать лишь то, что подрядчиком был отрыт лишь один шурф (рис. 7) и таким образом: 1) не были обследованы в достаточной мере и, соответственно, не были определены: тип, глубина заложения, геометрические параметры фундаментов; 2) не была выполнена оценка технического состояния фундаментов; 3) не были исследованы свойства материалов фундаментов; 4) не были выполнены исследования грунтового основания здания.

6. Подрядчиком не были выполнены поверочные расчеты существующих фундаментов и грунтового основания, являющиеся необходимой ставной частью программы по обследованию фундаментов любого деформирующегося здания. Таким образом, не были подтверждены выводы о том, что причиной деформации и разрушения стен здания являются неравномерные осадки грунтового основания и, следовательно, не была обоснована необходимость «капитального ремонта фун-

даментов» [3–5].

Разработанный специалистами подрядной организации проект «капитально-го ремонта фундаментов» имел ряд существенных недостатков, которые в лучшем случае не могли привести ни к положительному, ни к отрицательному результату. К таким недостаткам относятся:

1. В проекте предусмотрен «капитальный ремонт фундаментов» только наружных стен, две из которых (продольные) не являются несущими. Вместе с тем усиление фундаментов под внутренними, в том числе и под несущими стенами, проектом не предусматривалось (рис. 8).

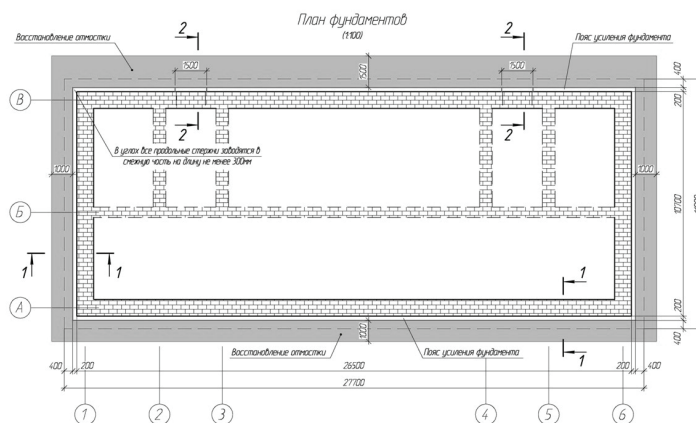


Рис. 8. Схема расположения элементов усиления фундаментов под наружными стенами здания. Поперечные внутренние несущие стены специалистами подрядчика не были обнаружены

2. В соответствии с проектом «капитальный ремонт» фундаментов сводился лишь к одностороннему уширению на 1 метр подошвы ленточных бутовых фундаментов под наружными стенами (рис. 8, 9). Однако связь железобетонной конструкции уширения с рыхлой бутовой кладкой фундаментов небольшим количеством горизонтальных арматурных стержней небольшого диаметра не могло сделать конструкцию уширения эффективной. Однако при надежном соединении конструкции одностороннего уширения с существующими бутовыми фундаментами «капитально отремонтированный» фундамент с общей шириной подошвы, в 2,5-3 раза большей по сравнению с шириной существующих фундаментов, воспринимал бы нагрузку от надземной части здания с очень большим эксцентриситетом. В этом случае жесткое сопряжение железобетонных конструкций уширения с существующими фундаментами может стать причиной крайне неоднородного напряженного состояния грунтового основания и строительных конструкций надземной части здания, что неизбежно повлекло бы за собой дополнительные деформации здания с образованием и развитием трещин в стенах по другим траекториям.

В результате обследований надземной части здания, выполненных нами после обрушения части дома, было установлено:

1. Наружные стены толщиной 510 мм колодцевой кладки из силикатного кирпича с засыпкой из шлака (рис. 5–8 цв. вклейки) рассечены вертикальными трещинами по всей высоте стен здания (рис. 1–6, 10, 11).

2. Трещины в наружных стенах образовались в вертикальных створах окон



1-го и 2-го этажей, расположенных друг над другом; трещины расположены весьма равномерно по всему периметру здания как в продольных, так и в торцовых стенах; раскрытие трещин одинаковое по всей их длине (рис. 1–6, 10, 11 и рис. 1–4 цв. вклейки).

3. Траектории развития трещин в наружных стенах указывают: 1) на отсутствие над оконными и дверными проемами перемычек: железобетонных, металлических или деревянных; 2) на действующие в лицевом слое кладки растягивающих напряжений с растяжением в вертикальных плоскостях и образованием вертикальных трещин зубчатой формы (рис. 1–4 цв. вклейки).

4. При наличии большого количества трещин в наружных стенах здания не было обнаружено: 1) наклонных трещин; 2) искривления горизонтальных линий стен; 3) отклонения стен из вертикальной плоскости; 4) перекосов оконных и дверных проемов, являющихся основными признаками совместных неравномерных деформаций (осадки или пучения) грунтового основания и опирающегося на него здания.

5. Несущими стенами, воспринимающими нагрузки от деревянных перекрытий, являются торцовые наружные и внутренние поперечные стены. При этом внутренние поперечные и продольная стены толщиной 250 мм сплошной кладки выполнены из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе.

6. Обрушение наружных стен и перекрытий части здания на участке в осях «А-Б/10-11» (рис. 10, 11, рис. 5–9 цв. вклейки) произошло при производстве земляных работ по вскрытию фундаментов на участке в осях «11/А-В» (рис. 12, 13 цв. вклейки). При обрушении стены распались на отдельные блоки и кирпичи (рис. 9 цв. вклейки).

Известно, что облегченная колодцевая кладка стен зданий обладает целым рядом особенностей [1, 2]:

1. Колодцевая кладка обладает существенно меньшей прочностью и, соответственно, меньшей надежностью по сравнению со сплошной кладкой той же толщины.

2. Наружный слой стены (кирпичная облицовка), отделенный от внутренней стенки утеплителем (шлаковой засыпкой), интенсивно увлажняется как за счет паропереноса и выпадения конденсата на внутренней поверхности облицовки, так и за счет внешних атмосферных воздействий.

3. Поскольку внутренним теплом здания наружная облицовка не прогревается, кирпич подвергается в течение года как минимум 15-20 циклам замораживания-оттаивания. Кроме того, в холодное время года в утеплителе колодцевой кладки образуется «точка росы», что приводит к отсыреванию утеплителя и, следовательно, к постепенному снижению его теплотехнических свойств, при этом независимо от времени года утеплитель не высыхает, поскольку даже летом наружная верста кирпичной кладки представляет собой своего рода барьер, препятствующий испарению влаги.

4. Наличие в колодцевой кладке вертикальных и горизонтальных кирпичных диафрагм, многочисленных массивов сплошной кладки, выполненной в несколько рядов над проемами и в углах здания, представляющих собой многочисленные «мостики холода», делает кладку чрезвычайно неоднородной не только по прочности, но и по теплотехническим свойствам, что приводит к возникновению концентрации разрушающих силовых и температурных напряжений в кирпичных элементах кладки.

5. Следует отметить, что весьма важными особенностями колодцевой кладки

из-за ее сложности являются: 1) низкая ремонтпригодность; 2) высокая вероятность строительного брака; 3) наличие скрытых дефектов.

Обследованиями вскрытых при производстве земляных работ фрагментов фундаментов и грунтового основания, выполненных авторами, было установлено:

1. Ленточные фундаменты под стенами здания переменной глубины заложения от 0,5 до 1,2 м выполнены из рваной неправильной формы бутового камня-известняка на цементно-песчаном растворе.

2. Бутовая кладка фундаментов крайне низкого качества выполнена без опалубки враспор в заранее выполненных в песчаном грунте траншеях. Камни уложены без перевязки швов, без подбора и прикола камней. Кладка с многочисленными пустотами, не заполненными раствором, часть пустот заполнена песком, отдельные камни легко извлекаются и даже выпадают из кладки. В целом кладка фундаментов не относится ни к одному из известных типов бутовой кладки – кладки «под скобу», «под лопатку» или «под залив» [3, 4].

3. Грунтовое основание представлено песком мелким средней плотности, уплотнившимся под фундаментами почти за 70-летний срок эксплуатации здания, в результате чего совместные осадки основания и опирающегося на него здания ко времени производства работ давно закончились. Поэтому, несмотря на низкую прочность бутовых фундаментов дома, их усиление в рассматриваемом случае не требовалось, за исключением небольших участков под стенами, ориентированными по осям «А» и «11» в месте их сопряжения. Но из-за недостаточного объема работ по обследованию фундаментов необходимость локального усиления фундаментов не была выявлена.

Обследованием окружающей застройки, выполненной нами, было установлено, что дом, расположенный на той же улице рядом, в 12 метрах от аварийного дома, построенный в тот же год и по той же типовой серии, является близнецом аварийного дома не только по объемно-планировочному и конструктивным решениям, но и по количеству, расположению, характеру развития и по величине раскрытия трещин в наружных стенах. Результаты этого обследования подтвердили вывод о том, что причинами образования трещин в наружных стенах как в аварийном, так и в рядом расположенном доме являются температурно-влажностные воздействия на колодцевую кладку стен.

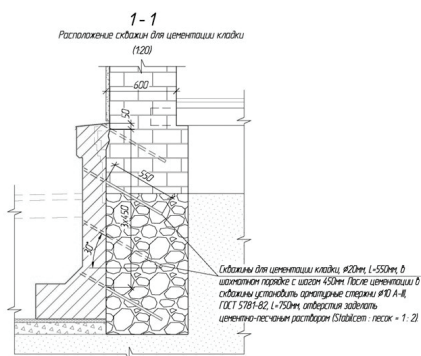


Рис. 9. Узел сопряжения железобетонной конструкции уширения бутовых ленточных фундаментов (разработана подрядчиком)

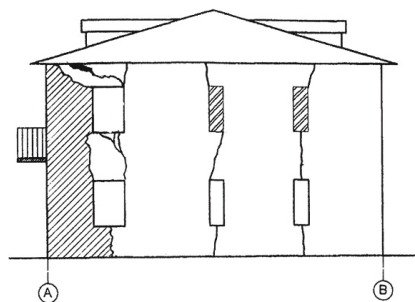


Рис. 10. Схема расположения зоны обрушения торцевой стены дома, ориентированной по оси «1» (рис. 5, 6)

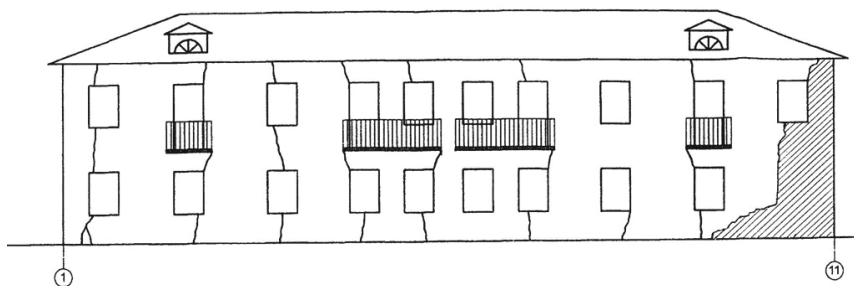


Рис. 11. Схема расположения зоны обрушения продольной стены дома, ориентированной по оси «А» (рис. 5, 6)

Выполненный нами ретроспективный анализ процессов обследований, изысканий, проектирования и производства работ по «капитальному ремонту фундаментов» аварийного дома позволил сделать выводы о том, что причинами локального разрушения стен с обрушением перекрытий в здании жилого дома в городе Бор Нижегородской области являются:

1. Недостаточный объем выполненных исследований.
2. Грубые ошибки, допущенные: 1) в обследованиях строительных конструкций; 2) в определении причины образования трещин в стенах здания; 3) недостоверные сведения в отчете об инженерно-геологических изысканиях; 4) ошибки в инженерных расчетах и в проектных решениях; 5) ошибки, допущенные при производстве работ по «капитальному ремонту» фундаментов.

По мнению авторов настоящей работы, разрушающиеся жилые дома рассматриваемого типа, строительные конструкции которых не подлежат усилению, следует включать в программы обновления жилищного фонда путем комплексного сноса и новой застройки кварталов города с увеличением вводимой жилой площади и повышением комфортности городской среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каменные и армокаменные конструкции : справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений / под редакцией С. А. Семенцова, В. А. Камейко. – Москва : Стройиздат, – 1968. – 174 с. – Текст : непосредственный.
2. Иванов, И. Т. Усиление оснований, фундаментов и стен жилых зданий / И. Т. Титов – Москва : Изд-во мин-ва коммунальн. хоз-ва РСФСР, 1955. – 73 с. – Текст : непосредственный.
3. Основания и фундаменты : справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений / под редакцией М. И. Горбунова-Посадова. – Москва ; Ленинград : Стройиздат, 1964. – 208 с. – Текст : непосредственный.
4. Швец, В. Б. Усиление и реконструкция фундаментов / В. Б. Швец, В. И. Феклин, Л. К. Гинзбург. – Москва : Стройиздат, 1985. – 204 с. – Текст : непосредственный.
5. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений : актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* : утверждены Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16.12.2016 : ввод в д. 17.06.2017. – Москва. 2021. – 225 с. – Текст : непосредственный.



GRIGOREV Yury Semyonovich, candidate of technical sciences, professor of the chair of architecture; FATEEV Valery Valerevich, engineer, senior teacher of the chair of architecture

REASONS OF DEFORMATION OF EXTERNAL WALLS AND COLLAPSE OF A PART OF A TWO-STOREY RESIDENTIAL BUILDING

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Ijinskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russia. Tel.: +7 (831) 430-19-57;
e-mail: yus-gri@rambler.ru

Key words: residential house, building structures, deformations, collapse.

The article presents the results of the analysis of the causes of deformation and collapse of a part of a two-storey residential building that occurred during the work on the reconstruction of foundations.

REFERENCES

1. Kamennye i armokamennye konstruksii [Stone and reinforced stone structures]: Spravochnik proektirovshika promyshlennykh, zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i sooruzheniy / pod red. S. A. Sementsova i V. A. Kameyko. – Moscow : Stroyizdat. – 1968. – 174 p.
2. Ivanov I. T. Usilenie osnovaniy, fundamentov i sten zhilykh zdaniy [Reinforcement of foundations, basis and walls of residential buildings] / I. T. Titov. – Moscow : Izd-vo ministerstva kommunalnogo khozyaystva RSFSR. – 1955. – 73 p.
3. Osnovaniya i fundamente [Basis and foundations] : Spravochnik proektirovshika promyshlennykh, zhilykh i obshchestvennykh zdaniy i sooruzheniy / pod red. M. I. Gorbunova-Posadova. – Moscow – Saint-Petersburg : Stroyizdat – 1964. – 208 p.
4. Shvets V. B., Feklin V. I., Ginzburg L. K. Usilenie i rekonstruktsiya fundamentov [Strengthening and reconstruction of foundations]. – Moscow : Stroyizdat. – 1985. – 204 p.
5. SP 22.13330.2016. Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy [Soil bases of buildings and structures] : aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.01-83* : utv. Prikazom M-va stroitelstva i zhilishchno-kommunalnogo khozyaystva Ros. Federatsii ot 16.12.2016 : vvod v d. 17.06.2017. – Moscow. 2021. – 225 p.

© Ю. С. Григорьев, В. В. Фатеев, 2022

Получено: 01.10.2022 г.

УДК 624.131.22:624.131.3

Ю. С. ГРИГОРЬЕВ, канд. техн. наук, проф. кафедры архитектуры

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЛЗУЧЕСТИ И ФИЛЬТРАЦИИ В ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-19-57;
эл. почта: yus-gri@rambler.ru

Ключевые слова: лабораторная установка, глинистый грунт, фильтрация, ползучесть.