



**О ПРИЧИНАХ ПОВРЕЖДЕНИЯ НЕСУЩИХ
КИРПИЧНЫХ СТЕН ЗДАНИЯ ЦЕНТРА
ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В Г. МЫТИЩИ**

**ABOUT THE REASONS OF THE DAMAGE TO
BEARING BRICK WALLS BUILDING OF
HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY CENTER OF
MOSCOW REGION IN MYTISCHI**

В.Ф. Сапрыкин, А.С. Балакшин, А.Е. Лапшинов

V.F. Saprykin, A.S. Balakshin, A.E. Lapshinov

МГСУ

В статье приведены результаты инженерного обследования кирпичного здания с целью определения причин образования трещин. Учтено влияние сваебойных работ при возведении многоэтажного жилого дома расположенного в непосредственной близости.

The article contains results engineering investigation of the brick building to determine the reasons of crack formation. The influence of piling works at erection of a multi-storey residential building located in close proximity are considered.

В 2008г. было проведено инженерное обследование здания центра гигиены и эпидемиологии, основной целью которого было выявление причин образования и раскрытия трещин, оценка технического состояния несущих конструкций здания и разработка рекомендаций по обеспечению дальнейшей безопасной эксплуатации здания.

Здание – 5-этажное с цокольным этажом было построено в 1964 г. как научно-исследовательское учреждение. С тем же назначением оно используется и по настоящее время. Размеры здания в плане 16,35 м × 62,25 м, общая высота здания до уровня карниза 18,35 м. Чердачное помещение образовано скатной кровлей по наклонной стропильной системе.

По конструктивной схеме обследуемое кирпичное здание относится к зданию с жесткой конструктивной схемой.

Пространственная жесткость здания при действии горизонтальных нагрузок обеспечивается системой пересекающихся кирпичных стен продольного и поперечно-го направления, объединенных дисками перекрытий.

Фундаменты под несущими кирпичными наружными стенами – ленточные из бетонных блоков типа ФБС по фундаментным плитам с шириной подошвы 1,2 м. Глубина заложения фундаментов от планировочной отметки до подошвы – 1,7 м.

Цокольная часть наружных стен выполнена до уровня пола 1-го этажа из сплошной кирпичной кладки с применением глиняного полнотелого кирпича и цементно-песчаного раствора. Выше цокольного этажа наружные стены выполнены сплошными однослойными из полнотелого одинарного силикатного кирпича толщиной 640 мм на всю высоту здания. Внутренние продольные стены толщиной 640 мм и поперечные стены выполнены из сплошной каменной кладки с применением глиняного кирпича на цементном растворе.

Кладка наружных стен с внешней стороны выполнена под расшивку, перевязка швов кладки - многорядная.

Надпроемные перемычки наружных и внутренних стен – сборные железобетонные брускового типа.

Ширина оконных проемов по фасадным стенам достаточно большая – 198 см, перемычки заходят за грань проемов на 25-35 см с расстоянием между торцами перемычек соседних проемов 75-100 см при ширине простенка - 150см.

Здание, при длине по продольному фасаду более 62 метров, температурных швов не имеет.

Перекрытия над всеми этажами здания решены из сборных железобетонных многопустотных плит с опиранием их на продольные наружные и внутренние стены.

Грунтами основания под подошвой ленточных фундаментов являются пески - мелкие, средней плотности, маловлажные.

Марка силикатного кирпича, используемого для кладки наружных стен, по результатам испытаний соответствует марке М75, марка раствора-М25.

При визуальном обследовании наружных и внутренних стен выявлены многочисленные трещины с раскрытием отдельных из них до 12-15мм.

При инструментальном обследовании глубины распространения трещин в толще кладки с помощью ультразвукового прибора «Пульсар-1» установлено, что в кладке наружных стен они имеют глубину 28,5-30 см, т.е. трещины не являются сквозными.



Рис.1. Фасад в осях «1-6» со схемой расположения дефектов наружных стен

Чтобы выявить причину образования трещин были выполнены поверочные расчеты: прочностной расчет простенков наружных стен и расчет грунтового основания фундаментов.

Поверочный расчет кирпичных простенков наружных стен показал, что несущая способность простенка, не имеющего повреждений кладки, обеспечена, а несущая способность простенков с повреждениями в виде трещин недостаточна и требуется их усиление.

Поверочный расчет основания фундаментов показал, что давление под подошвой фундамента составляет величину, равную 253 кПа при расчетном сопротивлении грунта, определенном с учетом фактических параметров фундамента – 596 кПа.

Следовательно, причиной образования трещин в кладке стен является не силовое воздействие и не перегрузка грунтового основания под фундаментами стен от вертикальных нагрузок, а какие-то другие факторы.

Проанализируем другие возможные причины образования трещин в кладке наружных стен. Как было отмечено ранее, наружные стены в обследуемом здании на всю их толщину в 64 см выполнены из силикатного кирпича, хотя такое решение применяется весьма ограничено.

Однако, хорошо известны недостатки каменных конструкций, выполненных из силикатного кирпича: более низкая водостойкость, повышенная теплопроводность, меньшая огнестойкость, химическая стойкость, морозостойкость, большая плотность, снижение прочности при условии по состоянию увлажнения по сравнению с керамическим кирпичом.

Необходимо также учитывать нестабильность структуры силикатного кирпича. В процессе тепловлажностной обработки при производстве силикатного кирпича в условиях избыточного давления и повышенной температуры формируются гидросиликаты кальция различной основности. После пропарки в автоклаве силикатный кирпич оказывается в условиях, при которых полученная им в процессе твердения неустойчивая структура стремится к переходу в более стабильное состояние, сопровождающееся процессами перекристаллизации структуры с образованием новых соединений более устойчивых, но не всегда более прочных. Состояние системы усугубляется дополнительно образованием напряжений вследствие перекристаллизации, к ним добавляются напряжения, формирующиеся вследствие карбонизации гидроксида и гидросиликатов кальция. Поскольку карбонизационная усадка силикатного кирпича происходит неравномерно по всему объему (больше снаружи, меньше внутри), то в нем возникают внутренние напряжения, вызывающие образование трещин на поверхности силикатного кирпича.

Таким образом, силикатный кирпич в процессе эксплуатации приобретает сложное напряженное состояние, которое сопровождается интенсивным трещинообразованием. Следовательно, это обстоятельство можно считать одной из причин образования начальных трещин в кладке стен из силикатного кирпича.

Проверим также возможность образования трещин в кладке наружных стен вследствие проявления температурных воздействий. Наружные стены здания выполнены без устройства температурно-усадочных швов при его длине более 62 м. Согласно [1] максимальные расстояния между температурно-усадочными швами для неармированных наружных стен или кладке из силикатного кирпича при средней температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки от -30 до -40°C и применяемом растворе марки М25-М50 составляет примерно 45м. В нашем случае это требование нарушено, и возможность образования трещин должна проверяться расчетом.

Примем температуру замыкания при кладке стен равной $+10^{\circ}\text{C}$. При максимальном значении температуры в период эксплуатации -30°C температурный перепад будет равен $\Delta t = 40^{\circ}\text{C}$. Свободной температурой деформации кладки наружных стен

препятствуют стены подвала и поперечные внутренние стены, находящиеся в стабильном температурном состоянии. Тогда напряжение в кладке может быть приближенно определено по выражению $\sigma_{кл} = \varepsilon \cdot E$.

$$\text{Относительная деформация кладки стен } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}.$$

$$\text{Абсолютная деформация } \Delta l = \Delta t \cdot \alpha_t \cdot l = 40 \cdot 0,00001 \cdot 62,25 = 0,025 \text{ м.}$$

α_t – коэффициент линейного расширения кладки. Для кладки из силикатного кирпича $\alpha_t = 0,00001 \text{ град}^{-1}$, $l=62,25 \text{ м}$.

$$\varepsilon = \frac{\Delta t \cdot \alpha_t \cdot l}{l} = \frac{40 \cdot 0,00001 \cdot 62,25}{62,25} = 0,0004.$$

Модуль деформации E при определении деформации от продольных сил вычисляется по выражению:

$$E = 0,8E_0, \text{ где}$$

E_0 – начальный модуль упругости неармированной кладки из силикатного кирпича $E_0 = \alpha \cdot R_n$,

$\alpha=750$; $R_n = k \cdot R$; $k=2$; R – расчетное сопротивление кладки при марке кирпича М75 и растворе марки М25 с понижающим коэффициентом 0,85 для кладки на цементном растворе составляет (согласно табл. 2 СНиП II-22-81*) $R = 1,1 \cdot 0,85 = 0,935 \text{ Мпа}$.

$$E_0 = 750 \cdot 2 \cdot 0,935 = 1402,5 \text{ Мпа.}$$

$$E = 0,8 \cdot 1402,5 = 1122 \text{ Мпа.}$$

$$\text{Напряжения в кладке } \sigma_{кл} = \varepsilon \cdot E = 0,0004 \cdot 1122 = 0,449 \text{ Мпа.}$$

Сопоставим это растягивающее напряжение в кладке, вызванное температурными деформациями с нормативным сопротивлением кладки из силикатного кирпича М75 на растворе М25 на растяжение по перевязанному сечению $R_{нт} = 0,14 \cdot 2 = 0,28 \text{ Мпа}$. $\sigma_{кл} = 0,449 \text{ Мпа} > R_{нт} = 0,28 \text{ Мпа}$.

Таким образом, начальные трещины в кладке наружной стены, могли образовываться от температурных деформаций наружных слоев кладки продольных фасадных стениз-за отсутствия температурного шва по длине здания.

Образованию трещин в наружных стенах здания выполненных из силикатного кирпича при отсутствии температурно-усадочных швов также способствовало наличие достаточно широких оконных проемов ($\approx 2,0 \text{ м}$) с включениями в кладку длинных (более 2,5 м) железобетонных перемычек при ширине простенков между окнами менее 1 м.

Следует также иметь в виду, что дополнительно к температурным воздействиям для стен из силикатного кирпича следует учитывать еще и деформацию усадки кладки с величиной относительной деформации усадки $\varepsilon_{yc} = 0,0003$. В этом случае вероятность появления температурно-усадочных трещин еще более увеличивается.

Таким образом, начальное образование трещин в кладке наружных стен здания вызвано ошибкой проектировщиков, не предусмотревших необходимость устройства температурно-усадочных швов.

Дополнительным фактором увеличения ширины раскрытия имеющихся трещин и появления новых в стенах обследуемого здания за год до проведения обследования является влияние проводимых на примыкающей территории работ по устройству свайного основания под фундамент многоэтажного жилого дома.

Обследуемое здание расположено на расстоянии около 30 м от края котлована 17-ти этажного строящегося дома. Наименьшее расстояние от забиваемой сваи до стены существующего здания - 29,2 м. Глубина котлована, со дна которого производилась

копровая забивка свай, составляет 3,0м. Использовались железобетонные призматические сваи сечением 30×30 см, длиной 10,0 м.

Сваи по своей длине при полной забивке располагаются в пределах четырех инженерно-геологических элементов, которые представлены песками: в верхней зоне – водонасыщенными мелкими, ниже-песками средней плотности.

Устройство свайных фундаментов в условиях городской застройки регламентируется [5].

Согласно [5] забивка свай допускается без дополнительного расчета влияния на окружающую застройку, если расстояние от них до обследуемых зданий и сооружений составляет не менее 30 м (для многоэтажных бескаркасных зданий с несущими стенами).

В нашем случае это требуемое расстояние практически совпадает с фактическим и, казалось бы, забивка свай не должна была вызвать какие-либо повреждения.

Однако, как показывают многочисленные исследования по материалам натуральных наблюдений, выполненных в основном институтами «Фундаментпроект» и ВНИИГС при ударном погружении свай вероятность появления повреждений в окружающих постройках зависит от большого числа факторов: характеристик возводимого и вблизи расположенного существующего здания, состояния здания до забивки свай, типов фундамента, величины осадок здания, расстояния от погружаемых свай до здания, свойств грунтов, наличие котлована при забивке свай, осадок здания, колебаний грунта при забивке свай.

Колебание грунта может быть представлено в виде амплитуд смещений, скоростей колебаний или ускорений колебаний грунта у здания.

Дополнительные осадки зданий от забивки свай, как правило не равномерны, быстро уменьшаются с удалением от погружаемой сваи. Из-за большой неравномерности осадок, вызываемых забивкой свай, в некоторых зданиях могут возникнуть трещины даже при небольших значениях осадок. Зависимость ширины раскрытия трещин от величины осадок может быть представлена в виде графика или аналитическим выражением.

$a_{crc,max} = 0,4S$, где $a_{crc,max}$ – максимальная ширина раскрытия трещин, S – величина осадки.

Из данной зависимости получается, что трещина шириной раскрытия до 1,5 мм может возникнуть уже при незначительных дополнительных осадках порядка 3,5 мм.

По данным Заказчика сваебойные работы по забивке свай в начале работ велись с использованием сваебойного оборудования – дизель-молота С-330 с массой ударной части 2,5т. Оценка параметров колебаний грунта у обследуемого здания не производилась, мониторинг за состоянием конструктивных элементов здания также не проводился.

После вмешательства Заказчика НИИОСП им. Герсеванова было составлено техническое заключение регламентирующее производство по устройству свайного основания путем установки свай в лидирующие скважины на глубину 8,5-9,0 м с последующим погружением до проектных отметок с помощью вибропогружателей. Это позволяет иметь возможность вести работы по устройству свайного основания без повреждения соседних зданий.

К сожалению, ударно-вибрационные воздействия на грунт, при забивке свай дизель-молотом в начальный период работ успело привести к развитию уже имеющихся незначительных повреждений кладки стен.

Выводы о причинах образования трещин в кладке наружных стен:

- начальные трещины в кладке стен произошли в первые годы эксплуатации здания вследствие проявления температурно-усадочных воздействий и в виду малого их раскрытия они не оказывали заметного влияния на работу конструкций и не были зафиксированы службой эксплуатации.

- первоначальные трещины получили дополнительное развитие вследствие колебаний грунтов основания при забивке свай с использованием дизель-молота.

При надлежащем уровне проведения ремонта и усиления поврежденных участков наружных стен их несущая способность будет восстановлена, а утепление фасадных стен путем устройства вентилируемого фасада позволит избежать в дальнейшем температурные воздействия на кладку стен и снизить их теплопотери (повысить энергоэффективность здания).

Литература

1. СНИП II-22-81*. Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой России М.; ФГУП ЦПП. 2004-57 с.

2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений / Госстрой России. М.: 2004-27 с.

3. Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф. «Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений» - М.: Изд-во АСВ 1995 г. – 192 с.

4. Яковлев Г.И., Бурьянов А.Ф. «Проблемы долговечности силикатных и керамических стеновых материалов» / строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2006 №11 с.22-23.

5. ВСН 490-87 «Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки».

6. Каложнюк М.М., Рудь В.К. «Сваебойные работы при реконструкции». М.: Стройиздат 1989 г.

References

1. SNiP II-22-81*. Stone and ferrostone designs / Gosstroy of Russia M; FGUP TSPP. 2004-57 p.

2. The joint venture 13-102-2003. Rules of inspection of bearing building designs of buildings and constructions / Gosstroy of Russia. M: 2004-27 p.

3. Bedov A.I., Saprykin V.F. «Inspection and reconstruction of reinforced concrete and stone designs of maintained buildings and constructions» - M: Publishing house ASV of 1995 – 192 p.

4. Jakovlev G.I., Buryanov A.F. «Problems of durability silicate and ceramic wall materials» / building materials, the equipment, technologies of the XXI-st century. 2006 №11 p.22-23.

5. VSN 490-87 «Designing and the device of the pile bases and groove protections in the conditions of reconstruction of the industrial enterprises and city building».

6. Kaljuzhnyuk M.M., Rud V. K., « Pile beat of work at reconstruction». M; Stroyizdat ,1989.

Ключевые слова: трещина, силикатный кирпич, наружные кирпичные стены, сваебойные работы, температурно-усадочные швы.

Keywords: crack, silicate brick, external brickwalls, pilingworks, contraction joints.

129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, тел./факс (495) 926-07-07, (495) 583-73-27,
e-mail:stk-mgsu@mail.ru

Рецензент: Андреев В.В., к.т.н., доц., главный конструктор ТПО «Резерв»