

ПРИЧИНЫ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДОК ОСНОВАНИЯ И УСИЛЕНИЕ СТЕН КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ



ДМИТРИЙ ЛАЗОВСКИЙ, НИКОЛАЙ МАСЕЕНОК, ЕКАТЕРИНА МАЦКЕВИЧ

В результате неравномерных осадок основания фундаментов вновь построенных и длительное время эксплуатируемых каменных зданий происходит нарушение пространственной жесткости коробки здания в целом или отдельных ее частей (продольных, поперечных стен и их сопряжений). Это проявляется в образовании магистральных трещин, разделяющих коробку здания на отдельные блоки, работающих самостоятельно при силовых и осадочных воздействиях. При этом изменяется расчетная схема здания и нагрузки на отдельные участки фундамента, что, в свою очередь, способствует увеличению неравномерности осадок их основания.

Причинами неравномерных осадок основания фундаментов вновь построенных каменных зданий могут быть:

- неучет на стадии проектирования различной жесткости стен и разной нагруженности участков фундаментов;
- неучет неоднородности грунтов основания при проектировании или изменение их физико-механических характеристик при длительном перерыве в строительстве без консервации (в результате замачивания, промерзания и т. д.);
- низкое качество материалов фундаментов и стен, а также выполненных работ (отсутствие перевязки в местах сопряжения продольных и поперечных стен, нарушение толщины швов, отклонение от вертикали и т. п.).

Для вновь построенных зданий названные ошибки проектирования и строительства проявляются, как правило, в период строительства или первые год-два эксплуатации.

Основной причиной неравномерных осадок основания каменных зданий, которые эксплуатировались длительное время, является нарушение проектных (нормальных) условий эксплуатации (изменение жесткости стен и нагрузок на участки фундаментов при устройстве проемов, разборке-надстройке частей здания; увеличение нагрузок на участки перекрытия по сравнению с проектными; установка оборудования с динамическими нагрузками; изменение физико-механических характеристик грунтов основания при замачивании из-за неудовлетворительной эксплуатации дренажа, систем водоснабжения и водоотведения; разрушения отмостки; произрастания вблизи фундаментов деревьев; изменения планировки прилегающей территории с уклоном к зданию; изменения температурного режима в здании – отсутствие отопления в осенне-зимний период в отапливаемом здании; изменение условий работы грунтов основания при строительстве вблизи новых сооружений). Причиной дополнительных неравномерных

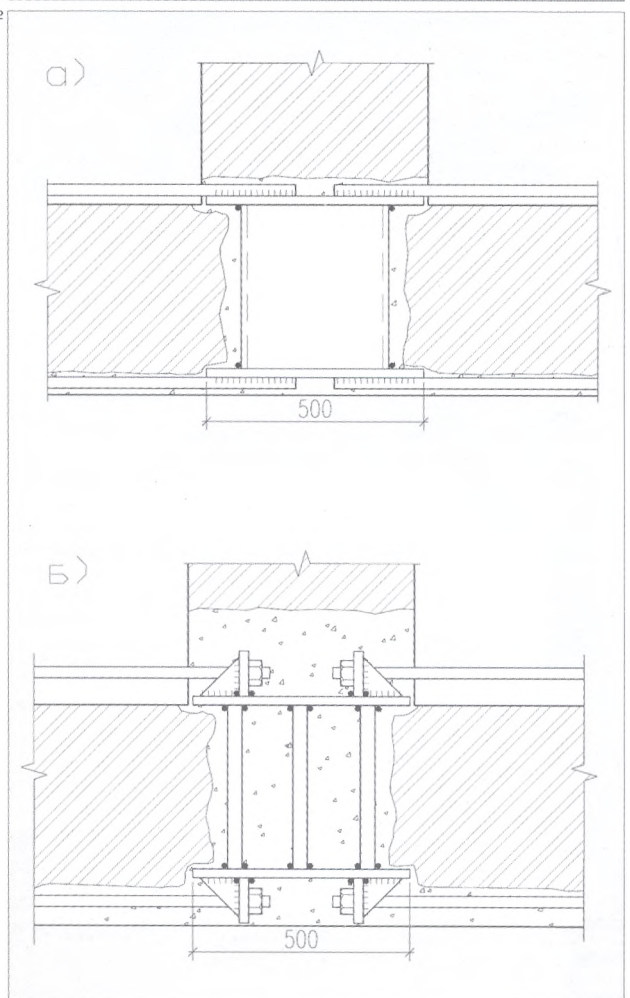
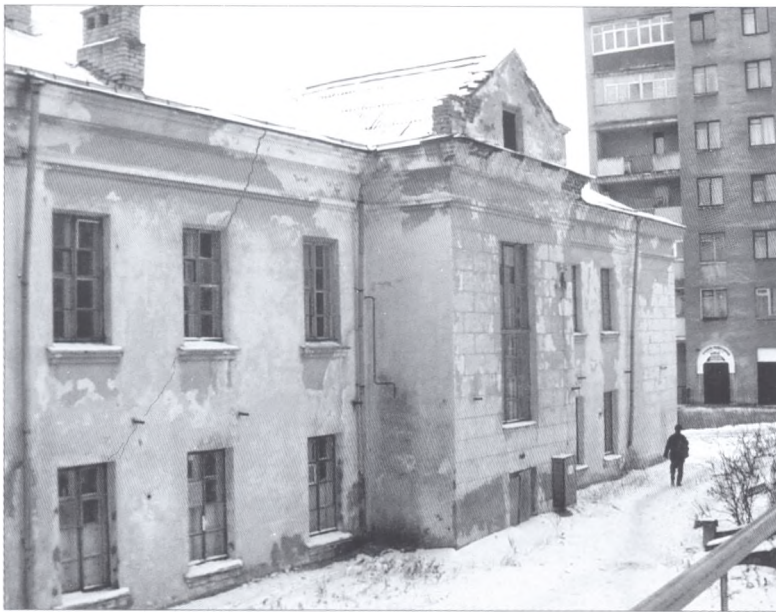


РИС. 1. ПРОВИСАНИЕ ТЯЖА ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО ПОЯСА ЗА ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОСЛЕ УСИЛЕНИЯ ЗДАНИЯ СПОРТИВНОГО ЗАЛА СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ В Г. П. ВИДЫ ВРАСЛАВСКОГО Р-НА

РИС. 2. КОНСТРУКЦИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ЖЕСТКОГО АНКЕРА ПРИ УСИЛЕНИИ КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ПОЯСАМИ
А - С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОКАТНЫХ ПРОФИЛЕЙ;
Б - С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ



3А



3Б

Рис. 3 ОБЩИЙ ВИД ДВОРОВОГО ФАСАДА ЗДАНИЯ ПО УЛ. ЛЕНИНА В ПОЛОШКЕ
 А - до усиления (на фасаде видна магистральная наклонная трещина, свидетельствующая о неравномерной осадке основания);
 Б - после усиления предварительно напряженными тяжами с промежуточными жесткими анкерами и реконструкции (после трех лет эксплуатации)

Рис. 4 СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ И РАСКРЫТИЕ ТРЕЩИН В ПРОДОЛЬНОЙ СТЕНЕ ЖИЛОГО ДОМА ПО ПР. ЧЕРНЯХОВСКОГО В ВИТЕБСКЕ

осадок основания эксплуатируемых зданий может стать и неравномерное повышение физико-механических характеристик грунтов основания на отдельных участках при их усилении, например, инъецированием связующих растворов.

При наличии в каменных зданиях магистральных трещин осадочного происхождения, развивающихся во времени, для усиления стен применяют стальные предварительно напряженные пояса, устанавливаемые в уровне междуэтажных перекрытий. Стальные предварительно напряженные пояса представляют собой систему горизонтальных тяжей из гладкой арматуры диаметром 20–40 мм, создающих один или несколько замкнутых контуров по стенам. Пояса устанавливаются на поверхности стен, ухудшая внешний вид здания, или в предварительно пробитые штрабы. Анкеровка тяжей производится их закреплением по концам с помощью прокатных уголков, устанавливаемых по углам здания. Натяжение пояса до напряжения 100–120 МПа осуществляют с помощью стальных муфт с правой и левой резьбой, размещаемых в средней части тяжей. Производится объемное (для здания в целом) или линейное (для отдельных стен) обжатие, повышающее жесткость коробки здания или отдельных ее частей и перераспределяющее в системе «здание – основание» нагрузки на основание.

Как показывает практика, с течением времени предварительное напряжение уменьшается из-за процессов ползучести каменной кладки, температурного перепада. Тяжи провисают – эффект обжатия теряется (рис. 1). Продолжающиеся процессы неравномерной осадки основания выражаются в дальнейшем раскрытии магистральных трещин в стенах. Раскрытие трещин способствует увеличению усилия обжатия. Так, приращение раскрытия трещин на уровне тяжа $\Delta a_{\text{ср}}$ вызывает соответственно приращение напряжений в нем $\Delta \sigma = (\Delta a_{\text{ср}} E_s) / L$, где E_s – модуль упругости стали тяжей, L – длина здания. Чем длиннее здание или его стена, тем меньше

4



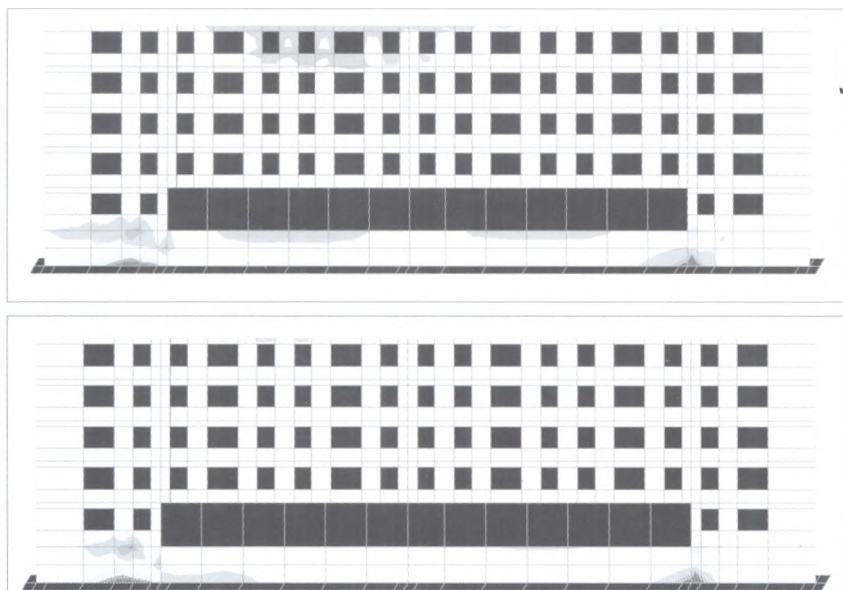


РИС. 5 РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТЕН ЖИЛОГО ДОМА С МАГИСТРАЛЬНЫМИ ТРЕЩИНАМИ ПРИ УСИЛЕНИИ В УРОВНЕ ПЕРЕКРЫТИЙ:
 А - ТРАДИЦИОННЫМИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ПОЯСАМИ;
 Б - ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ПОЯСАМИ С ЖЕСТКИМИ ПРОМЕЖУТОЧНЫМИ АНКЕРАМИ

15А

15Б

эффект обжатия. Например, дополнительное раскрытие трещин 10 мм для здания длиной 40 м вызывает приращение напряжения в тяже только примерно 50 МПа.

С целью повышения эффективности усиления каменных зданий и отдельных частей в Полоцком государственном университете разработано их усиление с помощью предварительно напряженных поясов с промежуточными жесткими анкерами по длине пояса (рис. 2). Тяжи пояса закрепляются концами на анкерах посредством сварки или болтового соединения. Промежуточные жесткие анкера включают в работу на растяжение каменную кладку в местах их устройства, позволяя уменьшать площадь поперечного сечения тяжей по мере удаления от магистральной трещины. При этом сокращается свободная длина тяжа и повышается эффективность реагирования на дополнительное раскрытие трещин (дополнительное раскрытие трещин 10 мм для здания длиной 40 м с тремя промежуточными жесткими анкерами вызывает приращение напряжения в тяже примерно 200 МПа, с четырьмя – 250 МПа и т. д. Как видно из примера, предлагаемое усиление позволяет использовать в качестве тяжей арматуру более высокого класса. Уменьшение длины тяжей облегчает процесс их предварительного напряжения, позволяет более эффективно использовать термомеханический и термический способы натяжения.

Предлагаемое техническое решение было использовано при реконструкции исторического здания по ул. Ленина под филиал

«Белбизнесбанка» в Полоцке в 1998 г. Стены реконструируемого здания имели развивающиеся во времени магистральные трещины раскрытием до 70 мм осадочного происхождения (рис. 3, а). Трехлетний опыт эксплуатации здания после реконструкции и усиления стен с промежуточными жесткими анкерами показал эффективность и надежность предлагаемого варианта усиления (рис. 3, б).

Аналогичное решение предложено использовать для усиления стен здания жилого дома по проспекту Черняховского в Витебске, имеющего развивающиеся во времени магистральные трещины раскрытием до 60 мм в продольных стенах (рис. 4). Причиной образования трещин является неравномерная осадка основания из-за водонасыщения грунтов в результате аварии на участке ливневой канализации вблизи здания жилого дома. Предлагаемое решение по усилению стен здания путем повышения их пространственной жесткости с помощью предварительно напряженных поясов с промежуточными анкерами моделировалось в программе «SCAD» и сравнивалось с традиционным решением. Результаты расчетов свидетельствуют об эффективности предлагаемого варианта – относительные деформации и напряжения в стенах в предлагаемом варианте (при одинаковом с традиционным решением сечении тяжей в месте магистральных трещин) сжимающие, в то время как в традиционном варианте усиления имеются участки стен, испытывающие растяжение (рис. 5). Расход металла для усиления здания жилого дома, по сравнению с поясами постоянного поперечного сечения, сократился в 1,4 раза.