

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Дефекты защитно-декоративной кирпичной облицовки фасадов каркасных зданий

С.Б. Серикхалиев¹, С.С. Зимин², Р.Б. Орлович³

^{1,2}ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

³Западно-Померанский технологический университет Щецина, 70-310, Польша, Щецин, аллея Пяст, 17.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 693.22	Подана в редакцию 12 мая 2014	кирпич; кладка; дефект; слоистые стены; анкер; деформационный шов; пустотность; раствор.
Научная статья	Оформлена 24 мая 2014	
	Согласована 26 мая 2014	

АННОТАЦИЯ

Использование слоистых стен при возведении каркасных зданий обусловлено необходимостью повышения энергоэффективности ограждающих конструкций. При этом дефекты на существующих объектах являются, по большей части, следствием недостаточного опыта проектирования и строительства подобных объектов. Целью данной статьи является описание причин возникновения наиболее часто встречающихся дефектов облицовочного слоя стен. Отдельно отмечена рациональность использования кирпича с высокой степенью пустотности. В работе приведены результаты проведенного эксперимента и выводы авторов по теме статьи.

Содержание

1.	Введение	29
2.	Обзор литературы	29
3.	Постановка задачи, описание исследования и результаты	33
4.	Заключение	34

¹ Контактный автор:
+7 (931) 319 6774, baurzhanovich@gmail.com (Серикхалиев Саламат Бауыржанович, магистрант)
² +7 (921) 347 7701, zimin_sergei@mail.ru (Зимин Сергей Сергеевич, старший преподаватель)
³ +4 (866) 186 8850, orlowicz@mail.ru (Орлович Ромуальд Болеславович, д.т.н., профессор, Заведующий кафедрой общего строительства)

1. Введение

Сегодня при проектировании жилых и общественных зданий часто используется технология устройства слоистых стен. Слоистые стены с лицевым кирпичным слоем в странах СНГ получили широкое применение, начиная с середины 90-х годов прошлого столетия в связи с ужесточением нормативных требований к сопротивлению теплопередаче. Применение в основном обусловлено необходимостью обеспечения комфортных санитарных условий внутри помещений при сохранении небольших габаритов стены. Не обладая соответствующей нормативной базой и опытом строительства, многие решения были заимствованы за рубежом и в первую очередь из европейских стран, где слоистые стены начали широко внедряться на 20-30 лет ранее. Эксплуатация слоистых стен, особенно в многоэтажном каркасно-монолитном домостроении, уже в первые 3-5 лет выявила ряд серьезных недостатков, которые во многих случаях приводили к аварийному состоянию стенового ограждения (Рис.1) [1-9].

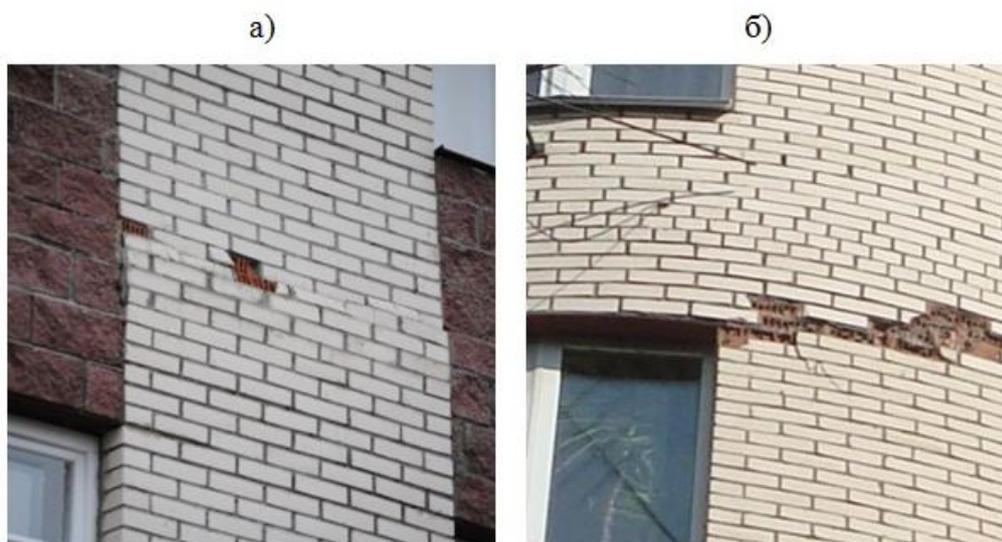


Рисунок 1. Характерные разрушения лицевого слоя из перфорированных камней: а) в местах сопряжений с перекрытием, б) в углах оконных проемов

Основные причины, способствующие возникновению указанных повреждений, заключаются в следующем [10, 11]:

- применение в качестве анкеров сеток из проволоки Вр-I с перегибами между несовпадающими растворными швами внутреннего и облицовочного слоев кладки;
- отсутствие горизонтальных и вертикальных температурных деформационных швов в лицевом слое;
- опирание лицевого слоя на диски перекрытий, а не специальные кронштейны;
- использование для кладки облицовочного слоя кирпичей с повышенной пустотностью.

Указанные причины дефектов лицевого слоя широко известны и, тем не менее, повторяются во вновь возводимых домах. При том, что в настоящее время в России масштабно развивается государственная программа по повышению энергоэффективности существующих и проектируемых зданий. По этой причине развитие принципов расчета слоистых стен, а также мероприятий по недопущению появления дефектов все еще представляет большой интерес для строителей.

2. Обзор литературы

Наиболее консервативное отношение проектировщиков и строителей имеет место к выбору материала для лицевого слоя. По своему определению каменная облицовка, кроме эстетических свойств, должна в течение всего периода эксплуатации здания надежно выполнять функции защиты внутренних конструкций от негативного влияния окружающей среды: знакопеременных температурных воздействий, периодического увлажнения и высыхания, агрессивных воздействий окружающей среды, солнечной радиации, силовых воздействий (например, ветровой нагрузки) и т.д.

Очевидно, что обеспечение этих функций достигается не только качеством производства работ, но и подбором соответствующих материалов. В первую очередь это касается камней, которые должны обладать соответствующей морозостойкостью, водопоглощением, пористостью и прочностью в зависимости от климатических условий. В странах с мягким климатом для лицевого слоя обычно

используются пустотелые керамические камни, с пустотностью более 50%. Причем, во избежание попадания воды при косых дождях в пустоты камней, пустоты выполняются в виде горизонтальных щелей. В северных странах с отрицательными зимними температурами для облицовочного слоя используются полнотелые, либо дырчатые с пустотностью до 15% керамические камни. Более того, во избежание проникновения дождевой воды внутрь облицовочного слоя кладки, облицовка выполняется на тонких растворных швах толщиной не более 3 мм и на гидрофобизированных растворах. Особое внимание при этом уделяется качеству разделки горизонтальных и вертикальных растворных швов.

Почти повсеместное использование керамических камней с высокой пустотностью для кладок облицовочного слоя на территории стран СНГ явилось причиной преждевременного истощения их защитно-декоративных свойств [2, 3, 12, 13]. Это касается не только слоистых стен с металлическими анкерными связями между слоями, но и стен с тычковой кирпичной перевязкой слоев. В последнем случае из-за низкого сопротивления сдвигу камней, наблюдается срез тычковой перевязки вследствие температурных деформаций лицевого слоя [14].

Главными аргументами проектировщиков при использовании для лицевого слоя камней с высокой пустотностью является повышенные теплофизические свойства лицевого слоя и облегченный вес кладки. Следует отметить, что применение пустотелого кирпича (по сравнению с полнотелым) практически не оказывает влияния на повышение теплофизических свойств стенового ограждения [15]. Более того, нерациональное расположение пустот создает в облицовочном слое стены участки с пониженными теплофизическими свойствами и повышенной паропроницаемостью. Это способствует концентрации влаги на внутренней поверхности лицевого слоя, что приводит к его переувлажнению и преждевременному разрушению от размораживания. В дальнейшем в открывшиеся пустоты попадает дождевая вода, и процесс размораживания ускоряется. При возведении кладки из пустотных камней раствор, попадая в пустоты, иногда на половину заполняет их (Рис.2а). При этом имеет место перерасход растворных материалов. Применение в качестве анкерных связей арматурных сеток также способствует скапливанию во время производства кладки вытекающего из швов раствора (Рис.2б). В результате между лицевым и внутренним слоями образуются мостики холода, ухудшающие теплофизические параметры слоистых кирпичных стен.

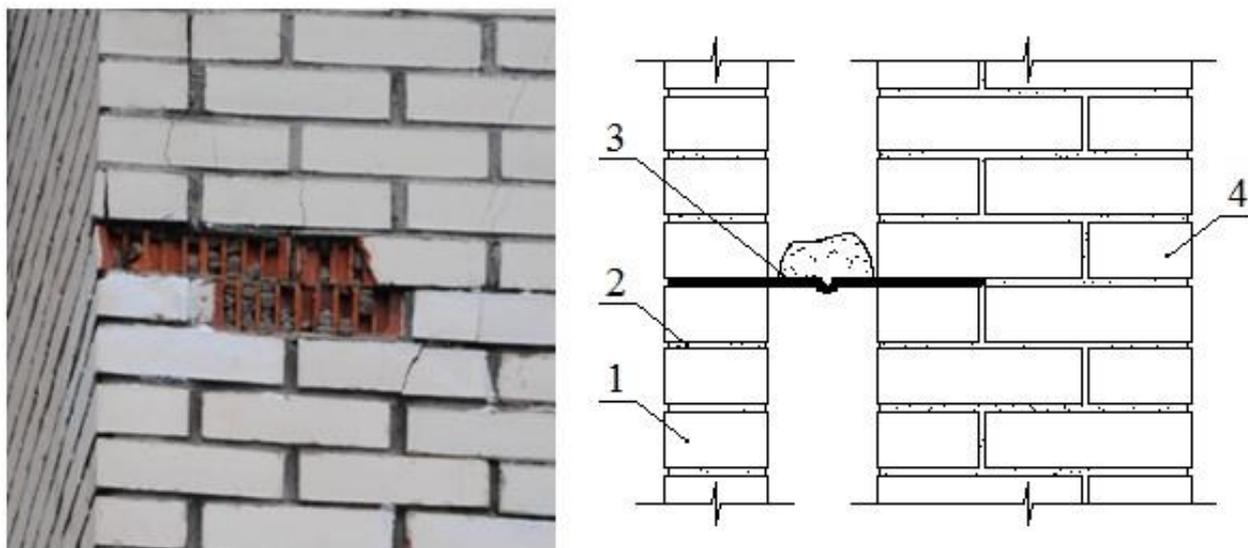


Рисунок 2. Образование мостиков холода в многослойных стенах: а) вследствие заполнения пустот лицевого слоя раствором, б) в результате скопления раствора на анкерных связях. 1 – лицевой слой, 2 – анкерные связи, 3 – раствор, 4 – внутренний слой, 5 – воздушная прослойка

К числу наиболее существенных недостатков отечественных решений слоистых стен можно отнести отсутствие вентилируемого воздушного зазора между лицевым и внутренним слоями кладки [16]. Устройство такого зазора в зарубежном строительстве, даже в случае отсутствия промежуточного теплоизоляционного слоя, является обязательным. Особенно важным это является для регионов с повышенной атмосферной влажностью и низкими отрицательными температурами. В современных двухслойных стенах внутренний слой обычно выполняется из газосиликатных или пенобетонных блоков, либо щелевых керамических камней, которыми заполняется пространство между монолитными плитами перекрытий и колоннами или поперечными железобетонными стенами. Скапливающийся внутри конденсат увлажняет внутренний слой, что резко снижает теплоизоляционные свойства наружных стен. Известно, что увеличение влажности такой кладки на 10-15% приводит к потере до 50% ее теплоизоляционной способности. Из-за отсутствия вентилируемого воздушного зазора на внутренней и

наружной поверхностях лицевого слоя возникает разность температур. В этом случае, при положительных температурах, происходит коробление лицевого слоя с выпучиванием наружу, чему препятствуют анкерные связи. В последних возникают значительные растягивающие усилия, а в лицевом слое – изгибные напряжения из вертикальной плоскости. При отрицательных температурах ситуация меняется: лицевой слой коробится внутрь, чему препятствует внутренний слой каменной кладки, являющийся заполнением каркаса. В результате, в лицевом слое в горизонтальных швах появляются значительные сдвигающие напряжения, перпендикулярные плоскости стены, которые совместно с нормальными напряжениями от изгибающих моментов приводят к раскрытию горизонтальных растворных швов (Рис.3).

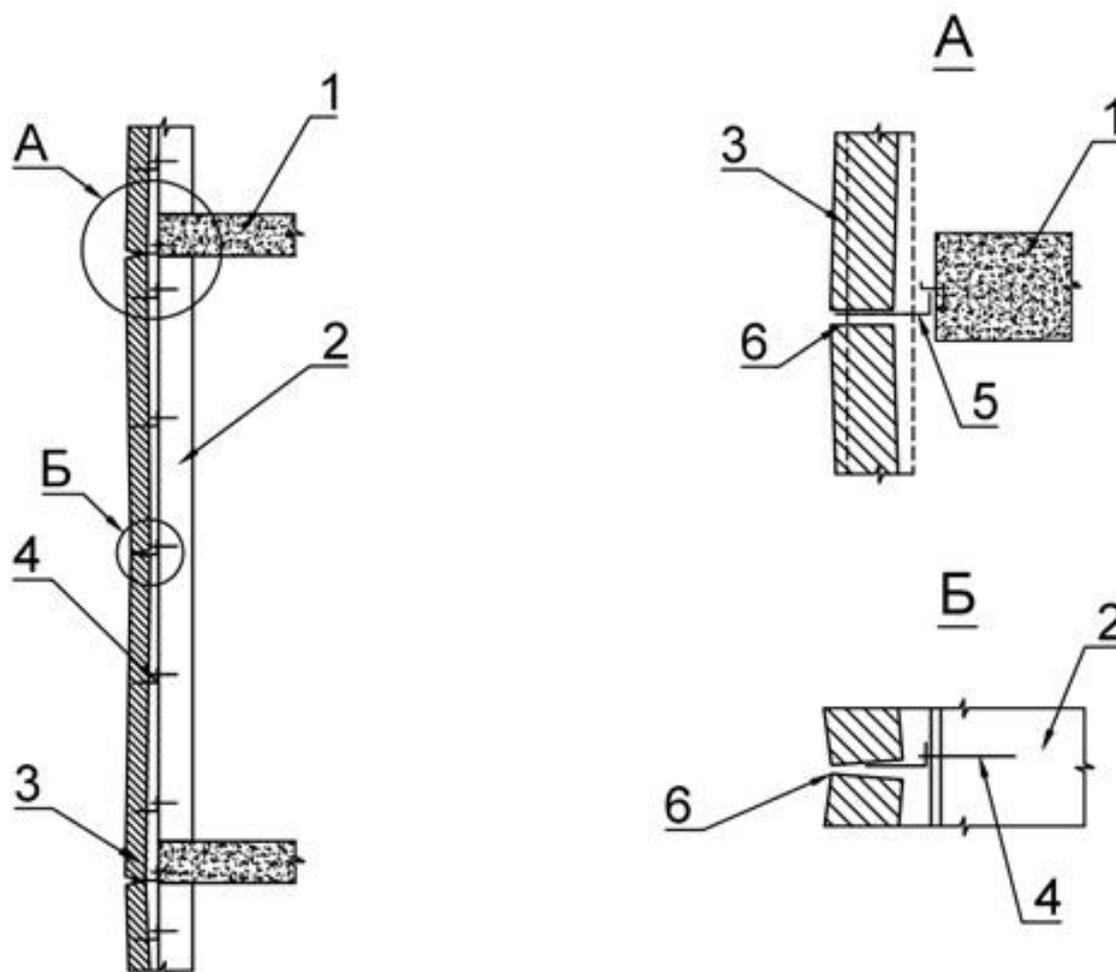


Рисунок 3. Схема деформирования лицевого слоя, опирающегося на металлические уголки: 1 – плита перекрытия, 2 – внутренний слой, 3 – лицевой кирпичный слой, 4 – горизонтальные анкера, 5 – опорный уголок, 6 – трещина

Следует отметить, что в ряде зарубежных норм, например в Еврокодах 6 [17], кроме расчета облицовочного слоя по первому предельному состоянию требуется его проверка на прогиб от действия горизонтальных нагрузок и температурных воздействий. Горизонтальные трещины в плоскости растворных швов могут появляться при относительных прогибах величиной $1/2000$ высоты h облицовочного слоя между опорами; при $h/360 - h/600$ ширина раскрытия трещин обычно не превышает 1,0 мм. Однако, даже при такой ширине раскрытия трещин дождевая вода, стекающая по стене, особенно при косых дождях, будет попадать в пустоты камней, вызывая отрицательные последствия.

В образованные горизонтальные трещины в пустоты камней попадает дождевая вода, что при отрицательных температурах приводит к их разрушению. Кроме того, влага может проникать глубже, достигая внутреннего слоя, что способствует деградации внутреннего слоя стен. В работе [11] приведены лабораторные и натурные исследования двухслойных стен с облицовочным слоем из силикатного кирпича и внутренним слоем из газобетона. Установлено, что при отсутствии воздушного вентиляционного зазора между слоями деградация внутреннего слоя достигает $1/3$ его толщины.

Наиболее уязвимым участком лицевого слоя с точки зрения увлажнения является верх кладки под плитами перекрытий (рис. 4).

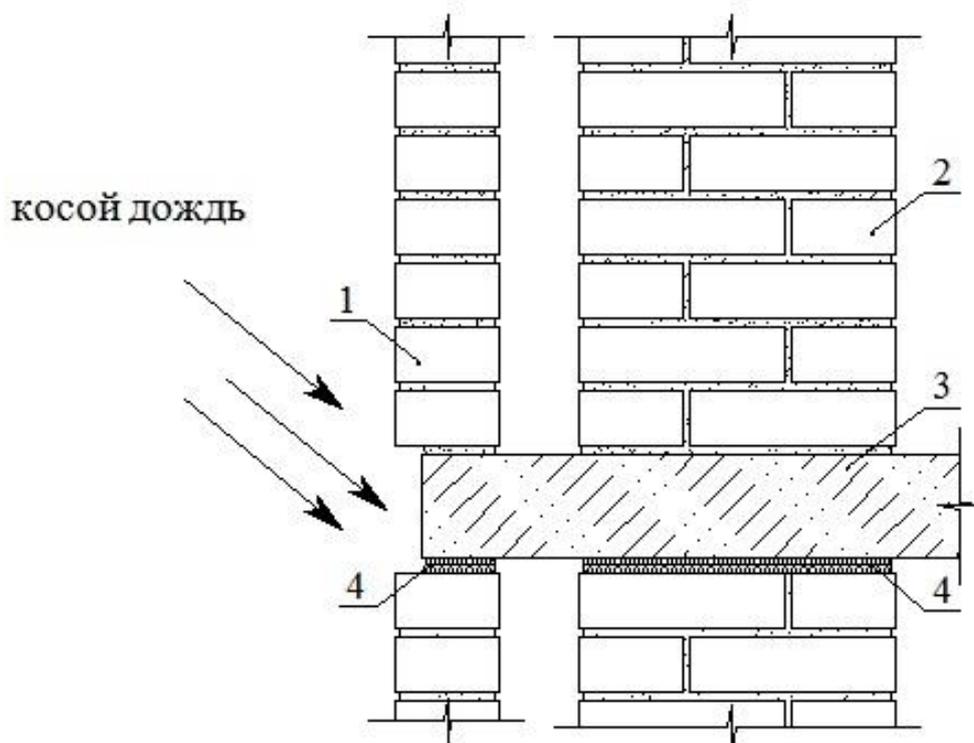


Рисунок 4. Сопряжение внутреннего и лицевого слоев с перекрытием
1 – лицевой кирпичный слой, 2 – внутренний слой, 3 – железобетонная плита перекрытия, 4 – горизонтальный деформационный шов

Дождевая вода, стекающая по стене, особенно при косых дождях, проникает в открытые пустоты камней, что ускоряет их размораживание при нулевых температурах. При наличии горизонтальных деформационных швов, заполненных пористыми материалами, последние впитывают атмосферную влагу как губка, транспортируя ее вглубь лицевого слоя. Попаданию дождевой воды в пустоты камней лицевого слоя кладки способствует также отсутствие в балконных плитах и плитах лоджий слезников (капельников). Наибольшее количество дождевой воды, при этом, попадает в пустоты верхних рядов кладки на углах примыкания к указанным плитам. Вследствие указанных причин, интенсивному размораживанию подвергается не только каменная кладка, но и защитный слой бетона торцов дисков перекрытий. В результате эффективная ширина опирания лицевого слоя на диски перекрытий будет уменьшаться.

Одним из недостатков применения камней с повышенной степенью пустотности является низкая надежность анкеровки анкерных связей [18]. Последние воспринимают не только горизонтальные, но и вертикальные сдвиговые усилия, вызванные температурными деформациями лицевого слоя. Сдвиговые усилия вызывают концентрацию местных напряжений на контакте анкеров с лицевыми частями каменной кладки. В пустотных камнях это вызывает выкрашивание материала под анкерами и уменьшение эффективной длины анкеровки. Во внутреннем слое стены наблюдается аналогичное явление, которое усугубляется деградацией поверхностных участков, примыкающих к наружному облицовочному слою [11]. Наиболее чувствительными к таким деформациям являются верхние ряды каменной кладки (примыкающие к горизонтальным деформационным швам между дисками перекрытий и кладкой), где сжимающее усилие от собственного веса кладки являются минимальными. В результате уменьшения эффективной длины анкеровки связи последние исключаются из работы, что неблагоприятно влияет на напряженно-деформированное состояние лицевого слоя (рис. 3).

В крайне неблагоприятных условиях лицевой слой находится в случае отсутствия горизонтальных деформационных швов. Такое решение, к сожалению, имеет широкое распространение в строительной практике. Отсутствие горизонтального деформационного зазора приводит к защемлению лицевого слоя между дисками перекрытий смежных этажей. В результате стесненных температурных деформаций, а также прогибов дисков перекрытий, лицевой слой испытывает сжимающие напряжения, наибольшая концентрация которых имеет место на контакте с дисками перекрытий (рис. 4) [19]. Сжимающее усилие в лицевом слое вызывает также ветровая нагрузка [20]. Из-за отсутствия свободы вертикальных перемещений, защемленный между дисками перекрытий лицевой слой работает не как свободно опертая балка на изгиб, а как арочная конструкция (рис. 5). Следует подчеркнуть, что такой подход к расчету наружных каменных стен на действие ветровой нагрузки принят в Еврокодах 6 [17]. При этом,

возникающий от арочного усилия N распор принято передавать на торцевые участки каменной кладки шириной равной $0,1$ толщины кладки t . Таким образом, при отсутствии горизонтальных деформационных швов на контакте лицевого слоя с дисками перекрытий возникает концентрация сжимающих напряжений от действия температуры, ветра, прогибов перекрытий, а также касательных напряжений от действия стесненных трением со сжатием температурных деформаций.

3. Постановка задачи, описание исследования и результаты

Следует отметить, что в зарубежной практике в целях снижения температурных касательных напряжений на контакте лицевого слоя с плитами перекрытий используются скользящие прокладки [21]. В результате указанные напряжения, совместно с размораживанием кладки от попадания воды в пустоты кирпичей, вызывают выкрашивание и раздробление верхних и нижних рядов кладки лицевых слоев, что предопределяет их аварийное состояние. Для предотвращения такого разрушения в работе [1] предлагается кладку 3-5 нижних рядов кладки лицевого слоя выполнять из полнотелого кирпича. Обобщая, кладка из полнотелого кирпича должна была бы выполняться и над перемычками оконных и дверных балконных проемов. По мнению авторов настоящей статьи, такое решение, хотя и эффективно, однако трудно реализуемо с точки зрения контроля на стройплощадке.

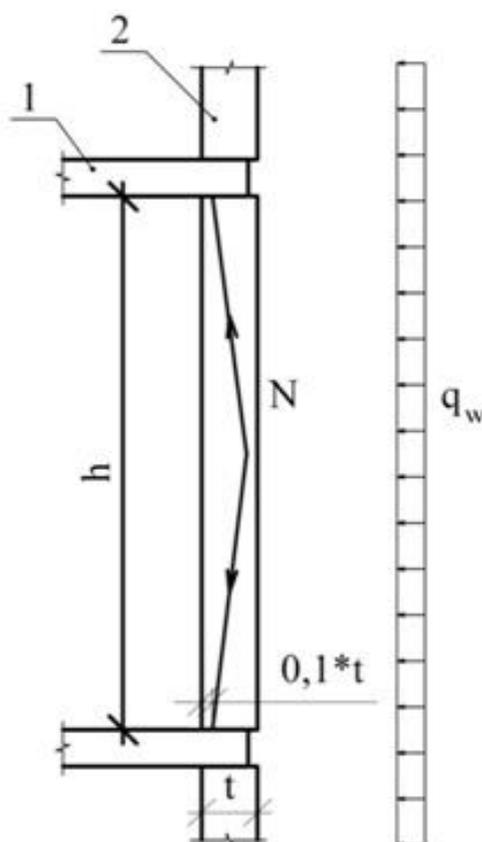


Рисунок 5. Арочный эффект в защемленном лицевом слое от действия ветровой нагрузки: 1 – плита перекрытия, 2 – лицевой слой.

Ниже приведены отдельные результаты выполненных авторами экспериментальных исследований прочности каменной кладки на местное сжатие в местах опирания на диски перекрытий.

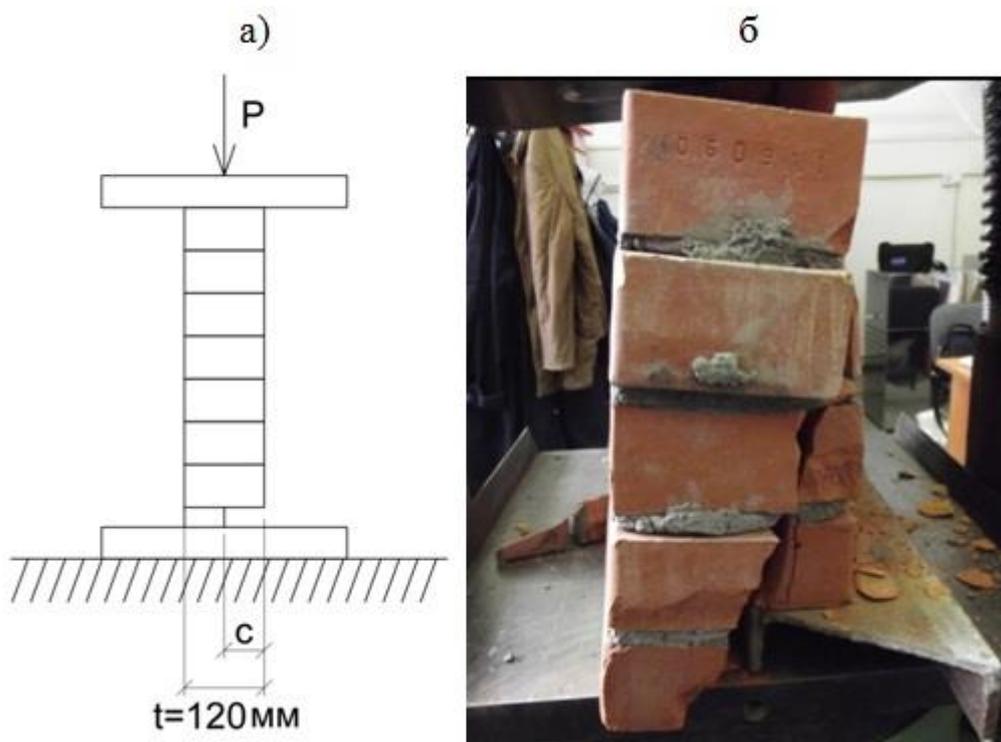


Рисунок 6. Испытание каменной кладки на местное сжатие

а) – расчетная схема испытания, б) – разрушенный образец кирпичной кладки

Образцы кладок изготавливались из щелевых (пустотностью 40%) и полнотелых керамических камней марки М100 на цементно-песчаном растворе марки М75. Варьируемым параметром являлась ширина опирания c , которая принималась равной $c=t$, $c=0,75t$ и $c=0,5t$ (Рис.6а). Разрушение образцов при $c=t$ происходило в результате раздробления кладки, а при $c<t$ – в результате скалывания в вертикальной плоскости, совпадающей с границей опорной площадки (Рис.6б).

Установлено, что для кладки из полнотелого кирпича сопротивление сжатию $R_{сж}$, при $c=0,5t$ уменьшилось на 30% по сравнению с прочностью кладки при $c=t$. Для кладки из пустотелых керамических камней снижение прочности оказалось еще большим.

4. Заключение

Технология возведения слоистых стен в современных условиях строительства может применяться в качестве эффективного инструмента для достижения высоких стандартов по энергоэффективности и энергосбережению.

Обнаруженные на данный момент дефекты в слоистых стенах являются следствием недостаточного опыта специалистов при проектировании, а также ошибок при возведении зданий. К числу подобных недочетов можно отнести применение кирпича с высокой степенью пустотности. При всей, на первый взгляд, выгоде применения подобных кладочных элементов исследования последних лет свидетельствуют о явной нерациональности их использования. При этом зарубежная практика возведения зданий с многослойными стенами показывает их безаварийную работу при кладке лицевого слоя из полнотелого или дырчатого, с пустотностью не более 15%, керамического кирпича.

К вопросу о выборе материалов следует также отнести подбор анкеров, подбор утеплителя, подбор составляющих раствора и других не менее важных составляющих комплексной конструкции в виде наружной слоистой стены. Обращая внимание на вышеупомянутые причины дефектов, следует отметить недостаточность нормативной литературы в данной области. Данное обстоятельство можно отнести к числу убедительных аргументов в пользу необходимости проведения дополнительных исследований (натурных, лабораторных и расчетных) работы наружных многослойных стен, для обеспечения их безаварийной работы в течение всего срока эксплуатации здания.

Литература

1. Ищук М.К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. М.: РИФ «Стройматериалы», 2009, 360 с.
2. Лобов О.И., Ананьев А.И. Долговечность наружных стен современных многоэтажных зданий // Жилищное строительство. 2008. № 8. С. 48–54.
3. Гроздов В. Т. О недостатках существующих проектных решений навесных наружных стен в многоэтажных монолитных железобетонных зданиях // Труды ВИТУ «Дефекты зданий и сооружений». СПб.: ВИТУ, 2003. С. 36-39.
4. Деркач В.Н., Орлович Р.Б. Вопросы качества и долговечности облицовки слоистых каменных стен // Инженерно-строительный журнал. 2011. №2(20). С. 42-47.
5. Ищук М.К. Требования к многослойным стенам с гибкими связями // Жилищное строительство. 2008. №5. С. 15-19.
6. Ищук М.К. Причины дефектов наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Жилищное строительство. 2008. № 3. С. 28-31.
7. Орлович Р.Б., Деркач В.Н., Найчук А.Я. Об облицовочном слое слоистых каменных стен // Строительство и архитектура. 2010. № 5. С. 78-85.
8. Орлович Р.Б., Деркач В.Н., Найчук А.Я. Зарубежный опыт возведения наружных стен высотных каркасных зданий // Архитектура и строительство. 2010. № 1. С. 80-82.
9. Найчук А.Я., Деркач В.Н. Об энергоэффективности наружного стенового ограждения каркасных зданий // Архитектура и строительство. 2011. № 1 (219). С. 24-27.
10. Региональная концепция обеспечения энергетической эффективности жилых и общественных зданий / Аверьянов В.К., Байкова С.А., Горшков А.С., Гришкевич А.В., Кочнев А.П., Леонтьев Д.Н., Мележик А.А., Михайлов А.Г., Рымкевич П.П., Тютюнников А.И. // Жилищное строительство. 2012. № 3. С. 2-4.
11. Кнатько М.В., Ефименко М.Н., Горшков А.С. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий // Инженерно-строительный журнал. 2008. № 2. С. 50-53..
12. Гагарин В.Г. Теплофизические свойства современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // Труды II Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий». СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009. С. 33-44.
13. Ананьев А.И., Абарыков В.П. Обоснование теплотехнических требований в межгосударственном стандарте ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия» // Труды II Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий». СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009. С. 7-18.
14. Деркач В.Н. Повреждения керамической облицовки наружных стен многоэтажных каменных зданий // Вестник Брестского государственного технического университета. Строительство и архитектура. 2010. № 1. С. 40-42.
15. Орлович Р.Б., Горшков А.С., Зимин С.С. Применение камней с высокой пустотностью в облицовочном слое многослойных стен // Инженерно-строительный журнал. 2013. №8(43). С. 14–23.
16. Орлович Р.Б., Деркач В.Н. О вентилируемой воздушной прослойке слоистых каменных стен // Строительство и архитектура. 2010. № 6. С. 72-74.
17. EN 1996-1-1. Eurocode 6. Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Teil 1-1/ Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
18. Орлович Р.Б., Рубцов Н.М., Зимин С.С. О работе анкеров в многослойных ограждающих конструкциях с наружным кирпичным слоем // Инженерно-строительный журнал. 2013. №1(36). С. 3-11.
19. Beasley K.J. Masonry facade stress failures. The construction specifier. 1998. Vol.51. №2. Pp. 25-28.
20. Орлович Р.Б., Найчук А.Я., Деркач В.Н. Анкерка в слоистых каменных стенах // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 6. С. 36-39.
21. Орлович Р.Б., Деркач В.Н. Сопряжение лицевого слоя сплошных каменных стен с плитами перекрытий // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 11. С. 60-63.

The defects of protective facing masonry of frame buildings

S.B. Serikkhalyev¹, S.S. Zimin², R.B. Orlovich³

^{1,2} Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St. Petersburg, 195251, Russia

³ West Pomeranian University of Technology Szczecin, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin, Poland.

ARTICLE INFO

Original research article

Article history

Received 12 May 2014
Received in revised form 24 May 2014
Accepted 26 May 2014

Keywords

brick;
masonry;
defect;
sandwich walls;
masonry anchor;
movement joint;
cellular bricks;
mason's mortar.

ABSTRACT

Widespread use of the sandwich walls in frame buildings in Russia is the result of high requirements to energy efficiency of the coating constructions. The defects of facing masonry were caused by insufficient level of experience at the processes of design and construction of such kind of buildings. The purpose of the article is to describe the main causes of the defects of facing layer of sandwich walls. Conclusions about the rationality of the cellular bricks with the results of experimental work are also shown in the paper.

¹ Corresponding author:
² +7 (931) 319 6774, baurzhanovich@gmail.com (Salamat Baurzhanovich Serikkhaliyev, Graduate student)
³ +7 (921) 347 7701, zimin_sergei@mail.ru (Sergey Sergeevich Zimin, Senior lecturer)
+4 (866) 186 8850, orlowicz@mail.ru (Romuald Boleslavovich Orlovich, D.Sc., Professor, Head of department "General Construction")

References

1. Ishchuk M.K. *Otechestvennyy opyt vozvedeniya zdaniy s naruzhnymi stenami iz oblegchennoy kladki*. [Native experience of construction of buildings with outer light masonry walls] M.: RIF «Stroymaterialy», 2009, 360p. (rus)
2. Lobov O.I., Ananyev A.I. *Dolgovechnost naruzhnykh sten sovremennykh mnogoetazhnykh zdaniy* [The durability of the outer walls of modern multistorey buildings] // *Zhilishchnoye stroitelstvo*. 2008. № 8. Pp. 48–54. (rus)
3. Grozdov V. T. *O nedostatkakh sushchestvuyushchikh proyektnykh resheniy navesnykh naruzhnykh sten v mnogoetazhnykh monolitnykh zhelezobetonnykh zdaniyakh* [About lacks of current decisions in design of curtain walls of multistorey reinforced concrete buildings] // *Trudy VITU «Defekty zdaniy i sooruzheniy»*. SPb.: VITU, 2003. Pp. 36-39. (rus)
4. Derkach V.N., Orlovich R.B. *Voprosy kachestva i dolgovechnosti oblitsovki sloistykh kamennykh sten* [Issues of Quality and Durability of the Lining of Layered Stone Walls] // *Magazine of Civil Engineering*. 2011. №2 (20). Pp. 42-47. (rus)
5. Ishchuk M.K. *Trebovaniya k mnogoslownym stenam s gibkimi svyazyami* [Requirements for the layered walls with flexible connections] // *Zhilishchnoye stroitelstvo*. 2008. № 5. Pp. 15-19. (rus)
6. Ishchuk M.K. *Prichiny defektov naruzhnykh sten s litsevim sloym iz kirpichnoy kladki* [Causes of the defects of outer walls with brick masonry facing layer] // *Zhilishchnoye stroitelstvo*. 2008. № 3. Pp. 28-31. (rus)
7. Orlovich R.B., Derkach V.N., Naychuk A.Ya. *Ob oblitsovochnom sloye sloistykh kamennykh sten* [About facing layer of masonry sandwich walls] // *Stroitelstvo i arkhitektura*. 2010. № 5. Pp. 78-85 (rus)
8. Orlovich R.B., Derkach V.N., Naychuk A.Ya. *Zarubezhnyy opyt vozvedeniya naruzhnykh sten vysotnykh karkasnykh zdaniy* [Foreign experience in construction of exterior walls of high-rise frame buildings] // *Arkhitktura i stroitelstvo*. 2010. № 1. Pp. 80-82. (rus)
9. Naychuk A.Ya., Derkach V.N. *Ob energoeffektivnosti naruzhnogo stenovogo ograzhdeniya karkasnykh zdaniy* [Energy efficiency of outer coating constructions in frame buildings] // *Arkhitktura i stroitelstvo*. 2011. № 1 (219). Pp. 24-27. (rus)
10. *Regional'naya kontseptsia obespecheniya energeticheskoy effektivnosti zhilykh i obshchestvennykh zdaniy* [Regional concept of providing energy efficiency of residential and public buildings] / Aver'ianov V.K., Baikova S.A., Gorshkov A.S., Grishkevich A.V., Kochnev A.P., Leont'ev D.N., Melezhik A.A., Mikhailov A.G., Rymkevich P.P., Tiutiunnikov A.I. // *Zhilishchnoe stroitel'stvo*. 2012. № 3. Pp. 2-4. (rus)
11. Knat'ko M.V., Efimenko M.N., Gorshkov A.S. *K voprosu o dolgovechnosti i energoeffektivnosti sovremennykh ograzhdaiushchikh stenovykh konstruksii zhilykh, administrativnykh i proizvodstvennykh zdaniy* [On the question of durability and energy efficiency of modern fencing wall construction of residential, office and industrial buildings] // *Magazine of Civil Engineering*. 2008. № 2. Pp. 50-53. (rus)
12. Gagarin V.G. *Teplofizicheskiye svoystva sovremennykh stenovykh ograzhdayushchikh konstruksiy mnogoetazhnykh zdaniy* [Thermophysical properties of the modern coating wall constructions of multistorey buildings] // *Trudy II Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Stroitel'naya teplofizika i energoeffektivnoye proyektirovaniye ograzhdayushchikh konstruksiy zdaniy»*. SPb.: SPbSPU, 2009. Pp. 33-44. (rus)
13. Ananyev A.I., Abarykov V.P. *Obosnovaniye teplotekhnicheskikh trebovaniy v mezhdgosudarstvennom standarte GOST 530-2007 «Kirpich i kamni keramicheskkiye. Obshchiye tekhnicheskkiye usloviya»* [Justification of thermal requirements described in the international standard GOST 530-2007 «Kirpich i kamni keramicheskkiye. Obshchiye tekhnicheskkiye usloviya»] // *Trudy II Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Stroitel'naya teplofizika i energoeffektivnoye proyektirovaniye ograzhdayushchikh konstrukt.*
14. Derkach V.N. *Povrezhdeniya keramicheskoy oblitsovki naruzhnykh sten mnogoetazhnykh kamennykh zdaniy* [Damages of the ceramic facing of outer walls in multistorey buildings] // *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura*. 2010. № 1. Pp. 40-42. (rus)
15. Orlovich R.B., Gorshkov A.S., Zimin S.S. *Primeneniye kamney s vysokoy pustotnostyu v oblitsovochnom sloye mnogoslownykh sten* [Application of high porosity rocks into facing layer of composite walls] // *magazine of Civil Engineering*. 2013. №8 (43). Pp. 14–23.(rus)
16. Orlovich R.B., Derkach V.N. *O ventiliruyemoy vozduшной прослойке слоистых камennykh sten* [About ventilated air layer of composite masonry walls] // *Stroitelstvo i arkhitektura*. 2010. № 6. Pp. 72-74. (rus)
17. EN 1996-1-1. Eurocode 6. Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Teil 1-1/ Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk.

18. Orlovich R.B., Rubtsov N.M., Zimin S.S. *O rabote ankerov v mnogosloynnykh ograzhdayushchikh konstruktsiyakh s naruzhnym kirpichnym sloyem* [About performance of the anchors in composite coating constructions with external brick layer] // Magazine of Civil Engineering. 2013. №1 (36). Pp. 3-11. (rus)
19. Beasley K.J. Masonry facade stress failures. The construction specifier. 1998. Vol.51. №2. Pp. 25-28.
20. Orlovich R.B., Naychuk A.Ya., Derkach V.N. *Ankerovka sloya v sloistykh kamennykh stenakh* [Layer anchoring in composite masonry walls] // *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo*. 2010. № 6. Pp. 36-39 (rus)
21. Orlovich R.B., Derkach V.N. *Sopryazheniye litsevogo sloya sploshnykh kamennykh sten s plitami perekrytiy* [Connection of face layer of solid masonry walls with the floor slabs] // *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo*. 2011. № 11. Pp. 60-63. (rus)