

Вопросы качества и долговечности облицовки слоистых каменных стен

*К.т.н., заместитель директора В.Н. Деркач**

филиал РУП «Институт БелНИИС»;

*Д.т.н., профессор Р.Б. Орлович***

Западно-Померанский технологический университет

Ключевые слова: каркасные здания; стеновое ограждение; слоистая кладка; долговечность.

Наружное стеновое ограждение каркасных зданий обычно выполняется в виде слоистой кладки, с защитно-декоративной облицовкой из кирпича и внутренним слоем из газосиликатных или пенобетонных блоков, либо щелевых керамических камней, которыми заполняется пространство между монолитными плитами перекрытий и колоннами или поперечными железобетонными стенами. Лицевой слой наружных стен выполняется из высококачественного кирпича, а иногда из оштукатуренного минераловатного утеплителя (рис. 1).

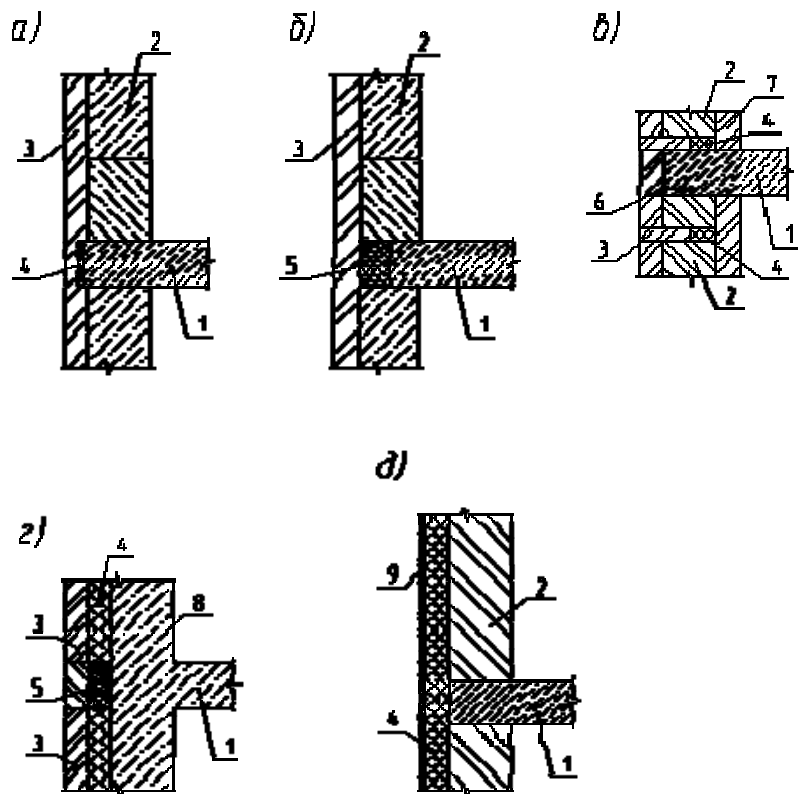


Рисунок 1. Вертикальные разрезы слоистых наружных стен, применяемых в кирпично-монолитном домостроении:

- 1 – железобетонная плита перекрытия, 2 – внутренний кирпичный слой, 3 – наружный кирпичный слой, 4 – утеплитель, 5 – вкладыши из пенополистерола в перфорации плит перекрытия, 6 – металлический уголок, 7 – внутренняя облицовка из кирпича, 8 – торцевая железобетонная стена, 9 – тонкая армированная штукатурка

Особенностью кирпичного облицовочного слоя является то, что он только частью сечения опирается на край плиты перекрытия и воспринимает опрокидывающий момент от собственного веса, отрицательного ветрового давления, а также температурных воздействий. В соответствии с [1, 2] его крепление к внутреннему слою должно осуществляться с помощью гибких анкеров из нержавеющей стали. Совершенно очевидно, что долговечность таких стен должна быть не менее долговечности несущих конструкций каркаса здания.

Широкое применение слоистые стены с лицевым кирпичным слоем в странах СНГ получили начиная с середины 90-х годов прошлого столетия в связи с ужесточением нормативных требований к сопротивлению теплопередаче. При этом, 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. 2) [3].

Рисунок 2.
Характерные повреждения слоистых стен:
а – трещины в облицовочном слое,
б – обрушение облицовочного слоя,
в, г – трещины в штукатурном слое



Основные причины, способствующие возникновению данных аварийных ситуаций, заключаются в следующем [3, 4]:

- 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 консоли перекрытий, а не на специальные кронштейны;
- опирание лицевого слоя на закрепленные к торцам плит металлические уголки (рис. 1в).

К недостаткам следует также отнести наличие мостиков холода со стороны слабо термозащищенных торцов плит перекрытий. Устройство перфорации на их консольных участках с вкладышами из пенополистирола, как это делается в балконах, не решает полностью данной проблемы. Термовкладыши из пенополистирола в действительности оказываются неэффективными, а при их неправильной установке создают предпосылки для ускоренной коррозии рабочей арматуры и снижения несущей способности железобетонного сечения консольных плит [5]. Полное исключение мостиков холода возможно путем выполнения лицевого слоя из непрерывной оштукатуренной теплоизоляции (рис. 1д) [6, 7, 8]. Такое решение, однако, в зарубежной практике встречается крайне редко, поскольку долговечность рассматриваемого слоя ограничивается 15-20 годами, а это влечет за собой значительные затраты на ремонт стенового ограждения [8]. Опыт эксплуатации большинства зданий со скрепленной системой теплоизоляции, возведенных в России с 1997 г., показал, что они через 2-4 года требуют проведения ремонтно-восстановительных работ.

Одним из наиболее существенных недостатков отечественных решений слоистых стен является отсутствие вентилируемого воздушного зазора между лицевым и внутренним слоями кладки. Устройство такого зазора в зарубежном строительстве, даже в случае отсутствия промежуточного теплоизоляционного слоя, является обязательным (рис. 3).

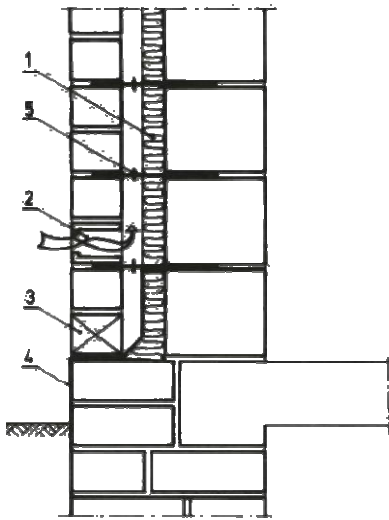


Рисунок 3. Вертикальный разрез трехслойной стены каркасного здания:
 1 – утеплитель, 2 – вентиляционное отверстие, 3 – отверстие для удаления конденсационной влаги, 4 – цоколь здания, 5 – анкера между лицевым и внутренним слоями

Особенно важным это является для регионов с повышенной атмосферной влажностью и низкими отрицательными температурами. Скапливающийся внутри конденсат увлажняет утеплитель и внутренний слой из газосиликатных блоков, что резко снижает термоизоляционные свойства наружных стен. Известно, что увеличение влажности конструкционного материала всего на 10-15% приводит к потере до 50% его теплоизоляционной способности.

На рис. 4 представлены некоторые результаты численных исследований напряженно-деформированного состояния лицевого слоя под влиянием температурных воздействий, вызванных солнечной радиацией, которые были выполнены авторами настоящей статьи.

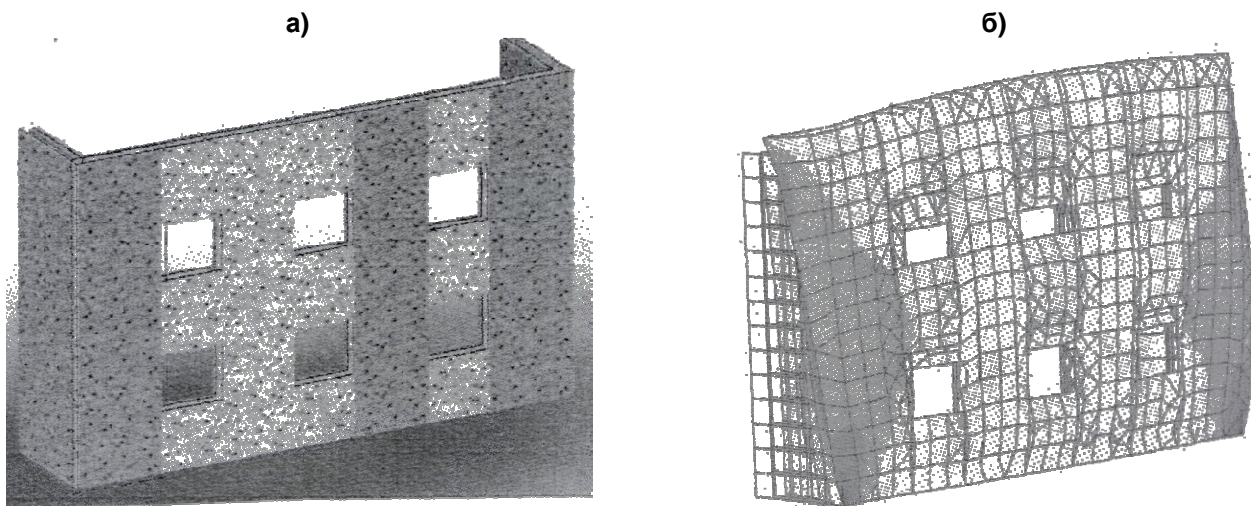


Рисунок 4. Расчетная модель (а) и температурные деформации (б) кирпичного облицовочного слоя в двухэтажном здании

Из-за отсутствия вентилируемого воздушного зазора на внутренней и наружной поверхности лицевого слоя возникает разность температур. В этом случае 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. При выполнении лицевого слоя из пустотелых керамических

материалов через образованные горизонтальные трещины в пустоты кирпичей попадает дождевая вода, что при отрицательных температурах приводит к их разрушению.

Отмеченные особенности и требования, предъявляемые к лицевому слою, достаточно широко освещены в технической литературе [9, 10, 11]. Тем не менее, в практике по-прежнему наблюдается некачественное проектирование и возведение зданий со слоистыми наружными кирпичными стенами.

На рис. 5 показаны дефекты, выявленные авторами при обследовании каркасно-монолитных зданий, стеновое ограждение которых выполняется с защитно-декоративной облицовкой из пустотелого керамического кирпича.

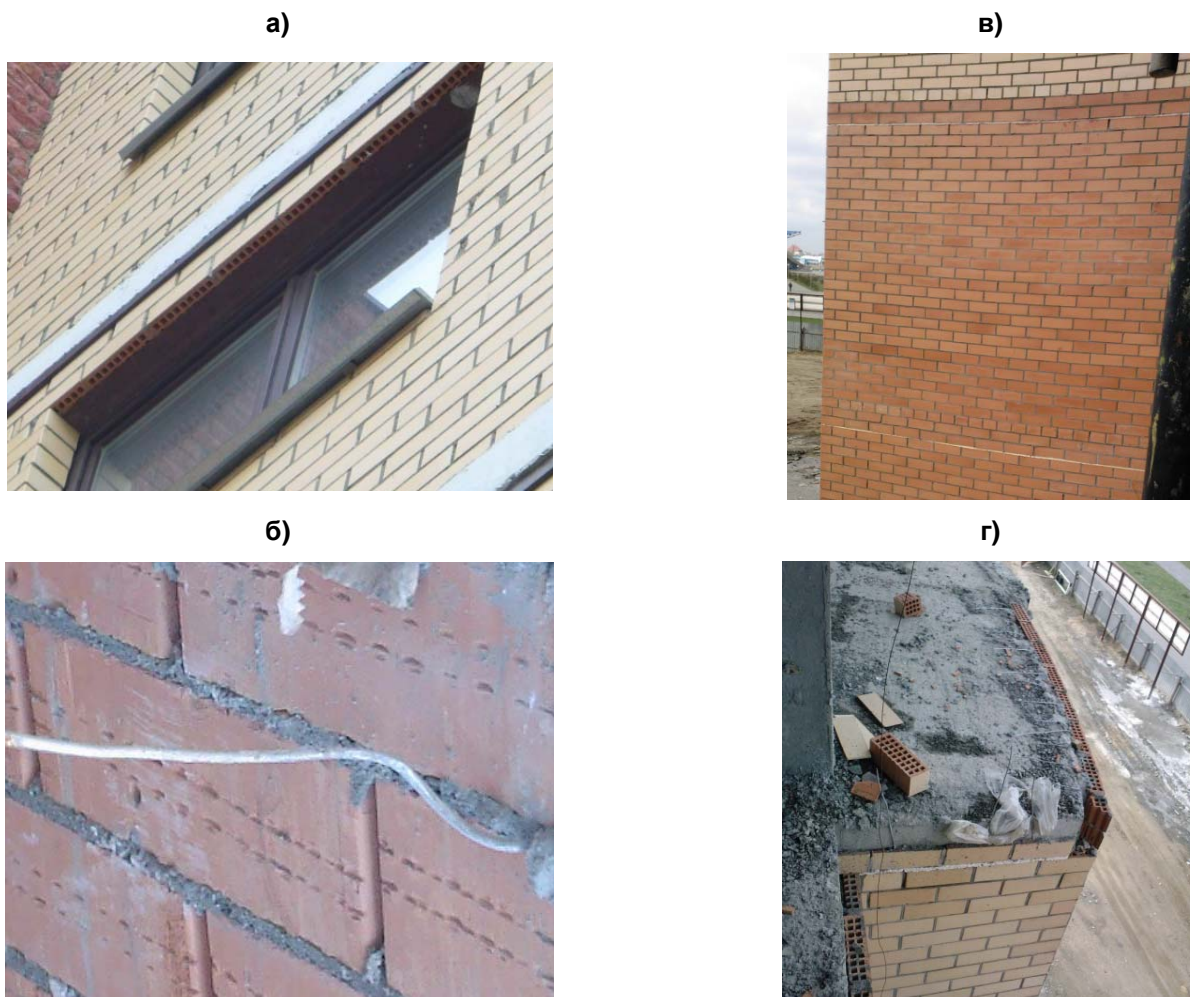


Рисунок 5. Дефекты лицевого слоя:

а – свес пустотелого лицевого кирпича в оконных проемах; б – коррозия и излишняя податливость анкеров; в – опирание лицевого слоя на тычковый ряд кирпича, недостаточная ширина горизонтальных деформационных швов; г – отсутствие утепления плит перекрытия

Применение пустотелого кирпича (по сравнению с полнотелым) практически не оказывает влияния на повышение теплозащитных свойств стенового ограждения. Более того, нерациональное расположение пустот создает в облицовочном слое стены участки с пониженными теплозащитными свойствами и повышенной паропроницаемостью. Это способствует концентрации влаги на внутренней поверхности лицевого слоя, что приводит к его переувлажнению и преждевременному разрушению [3, 5]. Анкерные связи, выполненные из оцинкованной проволоки, установлены некачественно, и уже в процессе монтажа наблюдаются очаги коррозии (рис. 5б). Впоследствии это приведет к аварийному состоянию лицевого слоя. Существенным недостатком в рассматриваемом примере является отсутствие вертикальных деформационных швов в лицевом слое и низкое качество междуэтажных горизонтальных деформационных швов. Толщина последних принята равной толщине горизонтальных растворяющих швов, в то время как с учетом прогибов железобетонных конструкций она должна быть в 3-4 раза большей.

Кроме того, горизонтальные деформационные швы не совпадают со стыком кирпичей с различной цветовой гаммой (рис. 5в). Более темные участки из-за их большего нагревания солнцем будут испытывать большие температурные деформации в горизонтальном направлении по сравнению со светлыми участками лицевого слоя. В результате на их контакте возникают дополнительные сдвиговые напряжения. Таким образом, перечисленные недостатки являются «миной замедленного действия», которая через определенное время может привести к аварийному состоянию лицевого слоя и необходимости проведения дорогостоящих ремонтно-восстановительных работ.

Особое внимание следует обращать на правильность устройства вертикальных деформационных швов, значение которых в практике строительства повсеместно недооценивается. Их роль заключается в уменьшении напряжений в лицевом слое, вызванных его горизонтальными температурными деформациями. Особенно опасны эти напряжения в угловых зонах зданий и на границах простенков с большими оконными и дверными проемами. Размещение вертикальных деформационных швов должно быть согласовано с ориентацией зданий относительно сторон света (рис. 6а).

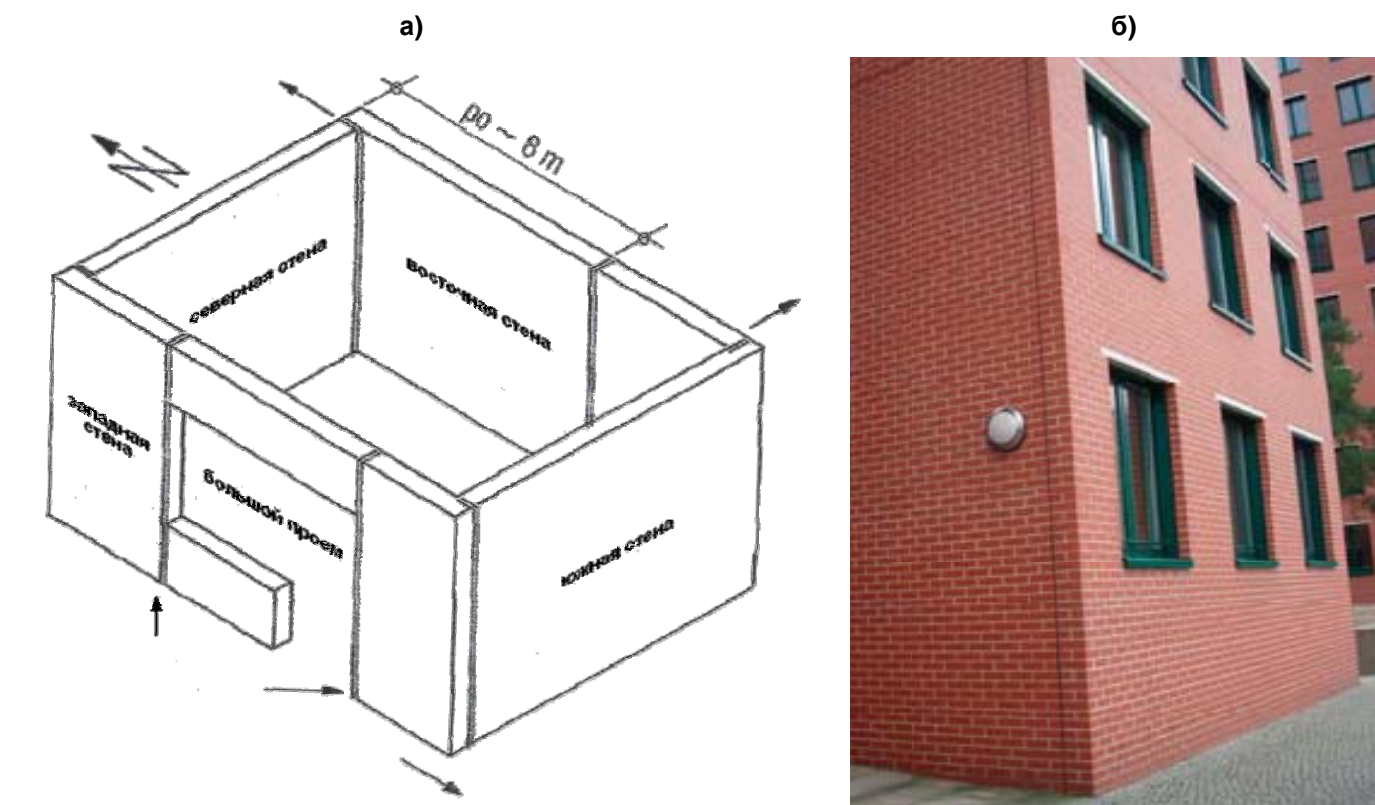
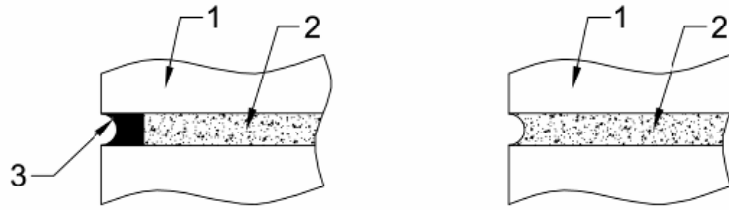


Рисунок 6. Примеры правильного расположения вертикальных деформационных швов в лицевом слое

Во время восхода солнца восточная стена здания, нагреваясь, должна иметь свободу горизонтальных перемещений относительно северной стены. Этому способствует устройство вертикального деформационного шва на их пересечении. Южная стена при высоком стоянии солнца и высокой температуре воздуха должна иметь свободу горизонтальных перемещений относительно восточной стены. И, наконец, западная стена, испытывающая как сильное нагревание солнцем, так и быстрое охлаждение, должна иметь свободу горизонтальных перемещений относительно южной и северной стен. При несоблюдении этих закономерностей в угловых зонах здания в лицевом слое образуются вертикальные либо косые трещины.

Долговечность лицевого слоя в большой степени зависит также от качества расшивки растворных швов. При неправильной расшивке атмосферная вода, особенно в период косых дождей, стекая по фасаду здания, проникает в растворные швы, вызывая не только их деструкцию, но и коррозию металлических анкеров. На основе многолетнего опыта эксплуатации кирпичных фасадов зданий [12] выявлено, что наиболее надежным является менисковый тип расшивки (рис. 7). Его долговечность может быть увеличена за счет выполнения фуги специальным водостойким раствором с модифицирующими добавками.



**Рисунок 7. Рекомендуемый способ расшивки швов лицевого слоя каменной кладки:
1 – лицевой кирпич, 2 – горизонтальный растворный шов, 3 – фуга**

В заключение необходимо отметить, что только правильное выполнение облицовочного слоя в слоистых каменных стенах позволит обеспечить их безаварийную эксплуатацию. Апробированные в странах Европы технические решения слоистых стен следует осторожно внедрять в практику строительства каркасных зданий, адаптируя их к местным климатическим условиям, качеству применяемых кладочных материалов и существующей технологии строительного производства.

Литература:

1. EN 1996-2:2006 Eurocode 6: Design of masonry structures – Part 2: Design considerations, selection of materials and execution of masonry. 25 p.
2. EN 845-1:2008 «Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk – Teil 1: Maueranker, Zugbänder, Auflager und Konsolen Stürze». 47 p.
3. Ищук М. К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. М. : РИФ «Стройматериалы», 2009. 360 с.
4. Орлович Р. Б., Найчук А. Я., Деркач В. Н. Отечественные и зарубежные технические решения по наружному стеновому ограждению высотных зданий // Архитектура, дизайн и строительство. 2009. №3-4[43]. С. 56-57.
5. Лобов О. И., Ананьев А. И. Долговечность наружных стен современных многоэтажных зданий // Жилищное строительство. 2008. №8. С. 48-52.
6. Боград А. Я. Рациональные технические решения теплоэффективных наружных стен жилых домов различных конструктивных систем // Строительные материалы. 1999. №2. С. 2-3.
7. Гагарин В. Г. Теплофизические свойства современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // Сборник трудов II Всероссийской конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций». СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2009. С. 33-44.
8. Гагарин В. Г. Теплоизоляционные фасады с тонким штукатурным слоем. Температурно-влажностные воздействия и долговечность систем теплоизоляционных фасадов с тонким штукатурным слоем // АВОК. №6. 2007. С. 12-23.
9. Гроздов В. Т. О недостатках существующих проектных решений наружных навесных стен в многоэтажных монолитных железобетонных зданиях // Сборник трудов конференции «Дефекты зданий и сооружений» / ВИТУ. СПб. , 2006. С. 15-21.
10. Орлович Р. Б., Деркач В. Н., Найчук А. Я. Об облицовочном слое слоистых каменных стен // Архитектура и строительство. 2010. №5. С. 78-85.
11. Огородник В. М., Огородник Ю. В. Некоторые проблемы обследования зданий с отделкой лицевым кирпичом в Санкт-Петербурге // Инженерно-строительный журнал. 2010. №7. С. 10-13.
12. Drobiec L. Przyczyny uszkodzen murow // XXII Ogolnopolska konferencja warsztat pracy projektanta konstrukcji. Szczyrk. 2007. S. 105-146.

* Валерий Николаевич Деркач, Минск, Республика Беларусь
Тел. раб.: +3(75-296)41-19-61, эл. почта: v-derkatch@yandex.ru

** Роман Болеславович Орлович, г. Щецин, Республика Польша
Тел. раб.: +4(86-618)68-85-00, эл. почта: orlowicz@mail.ru