Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 11 (50). 2016. 22-36

Construction of Unique Buildings and Structures

journal homepage: www.unistroy.spb.ru

Кирпич и камни с высокой пустотностью в облицовочной кладке наружных стен

Гринфельд Г.И.[1], Вишневский А.А.[2]

[1]*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.*

[2]*Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина, 620002, Россия, Екатеринбург, ул. Мира д. 19*

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ИСТОРИЯ	КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
УДК 693.2 **doi: 10.18720/CUBS.50.2**	Подана в редакцию: 18.08.2016	пустотелый кирпич; процент пустотности; облицовочная кладка; каменная облицовка; эксплуатационная надежность; конструкции; здания; энергоэффективность; гражданское строительство; кладочные материалы;

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены дефекты каменных кладок в наружных слоях стен зданий с несущим каркасом. Рассмотрение ведется в форме оппонирования тезисам статьи, предлагающей запретить использование пустотелых кирпича и камней в кладке фасадов зданий. Показано, что процент пустотности изделий для кладки не является фактором, напрямую влияющим на эксплуатационную надежность облицовочных кладок. Приведены примеры массового успешного применения кирпича и камней с высокой пустотностью в жилищном строительстве Санкт-Петербурга в период 1970-2010 гг. Обоснована несостоятельность попыток запрета на использование пустотелых изделий в облицовке слоистых стен.

Содержание

1. Введение 23
2. Анализ сравнительного описания полнотелых и пустотелых материалов 23
3. Анализ выводов, сделанных в работе [5] 26
4. О методах нормирования. Основания для введения технических требований 27
5. Применение изделий с высокой пустотностью в незащищенной кладке в климате Санкт-Петербурга 29
6. Вывод 32
7. Заключение 32

Контактный автор:

1 * +7(921)3489972, greenfeld@mail.ru (Гринфельд Глеб Иосифович, аспирант)

2 +7(904)3896725, vishnevskiya@yandex.ru (Вишневский Андрей Анатольевич, к.т.н., доцент)

1. Введение

Облицовочная каменная кладка широко применяется в современном гражданском строительстве. Массовый переход от массивных однослойных каменных стен к слоистым произошел в европейской части России за сравнительно короткий период — на протяжении десятилетия 1996–2006 гг. В это же время активно осваивалось монолитное домостроение, при котором наружные стены возводились с поэтажным опиранием на элементы несущего каркаса. Сочетание двух мало апробированных технологий привело к широкому распространению однотипных дефектов облицовочной кладки.

Наиболее подробный анализ причин дефектов каменных облицовок слоистых стен сделан М.К. Ищуком на примере московских строительных объектов [1, 2]. Основными причинами разрушения лицевого слоя им названы: нарушение условий опирания кладки лицевого слоя на элементы несущего каркаса зданий; отсутствие или некачественное исполнение горизонтальных деформационных швов, ведущее к защемлению облицовочной кладки; отсутствие вертикальных деформационных швов, ведущее к чрезмерным напряжениям вследствие температурно-влажностных деформаций; применение несоответствующих задачам гибких связей между слоями стен. Также одной из причин указана высокая пустотность современных изделий для лицевой кладки со сквозными вертикальными пустотами, обуславливающая статистически пониженный ресурс морозостойкости и меньшую прочность изделий на изгиб и растяжение.

Глубокий анализ, проведенный в работе [2], позволил при актуализации СНиП II-22–81* «Каменные и армокаменные конструкции» [3] изложить требования к армированию каменных облицовок многослойных стен в Приложении Д СП 15.13330.2012 [4], к конструктивным решениям и материалам в пп. 9.32–9.33, к гибким связям — в п. 9.34, к назначению деформационных швов — в пп. 9.83–9.84 стандарта [4]. Таким образом, анализ причин повреждения каменных облицовок был воплощен в нормативных требованиях к проектированию каменного лицевого слоя слоистых стен.

В настоящее время отсутствуют свидетельства того, что каменные облицовочные слои, запроектированные в соответствии с [4] и возведенные в соответствии с указаниями проекта, имеют тенденцию к разрушению.

В работе [5], выполненной коллективом авторов в 2013 г., через год после введения в действие [4], предложено в деле повышения долговечности и бездефектности каменных фасадов пойти дальше и запретить применение в облицовочных слоях многослойных стен пустотелых изделий для каменной кладки: «Сделаны выводы о необходимости отказа от повсеместного применения в России камней с высокой пустотностью для облицовки каменных стен и о возможности применения камней с пустотностью не более 15%».

Позже, в 2015 г. в рамках работы над нормативным документом «Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации фасадных систем для нового строительства, реконструкции и ремонта жилых и общественных зданий в Санкт-Петербурге», выполняемой по заказу Администрации Санкт-Петербурга, авторы работы [5] предложили нормативно ограничить пустотность изделий для облицовочной кладки величиной 13%.

Попытка введения запрета, основанного на том, что одно из технических решений имеет некоторые преимущества перед другим, требует разбора. Разбору подлежат:

- сравнительное описание преимуществ и недостатков, используемых для облицовочной кладки материалов;
- выводы, сделанные по результатам описания преимуществ и недостатков;
- методический подход к предъявлению технических требований к материалам для каменной кладки облицовочных слоев;
- опыт эксплуатации незащищенных кладок из изделий с высокой пустотностью в зданиях Санкт-Петербурга.

2. Анализ сравнительного описания полнотелых и пустотелых материалов

Ссылка на прецедент

Вводный полемический аргумент, используемый в [5] перед собственно сравнением, отсылает российского читателя к европейским нормам: «В северных европейских странах с отрицательными зимними температурами для облицовочного слоя используются полнотелые либо дырчатые керамические камни с пустотностью не более 15%..., что регламентировано европейским нормами [7]». Под номером 7 в

списке литературы упомянут EN 1996-1-1 Eurocode 6 [6]. Ссылка ошибочная. Еврокод 6 [6] не содержит требований к пустотности до 15% ни в первой части, на которую дается ссылка, ни во второй [7], которая, собственно, и описывает процедуры выбора материалов в зависимости от условий эксплуатации конструкций.

EN 1996-1-1 [6] в табл. 3.1 содержит геометрические требования к классификации камней и блоков. Градации «пустотность ≤15%» там нет. Камни и блоки относятся к Группе 1 при общей пустотности ≤25%. К таким камням не предъявляются требования по толщине стенок. Следующая Группа 2 — пустотность от 25 до 55–60% и толщины наружных стенок от 8 до 18 мм в зависимости от вида материала.

Во второй части Еврокода 6 [7] в Приложении А приводится классификация условий эксплуатации законченной кладки, где облицовочная кладка многослойных стен, эксплуатирующаяся в климате российских городов, попадает в категорию MX3.2. К камням и блокам, работающим в таких условиях, в Приложении В того же документа [7] предъявляются требования по долговечности. Для керамики это морозостойкость (F2) и стойкость к действию солей (S2), для силикатных и бетонных изделий — морозостойкость. Требования к пустотности при определении долговечности и применимости в зависимости от агрессивности среды отсутствуют. Для керамики признаки F и S формализованы в EN 771-1 «Требования к элементам каменной кладки. Часть 1. Кирпич и камни керамические» [8]. Пустотность кирпича и камней, предназначенных для работы в незащищенной кладке, не лимитируется. К работе во внешних слоях наружных стен (в «незащищенной кладке») допускаются изделия, изготовленные из материала, обладающего требуемой для таких условий стойкостью к эксплуатационным воздействиям (морозостойкостью, стойкостью к действию солей).

Таким образом, первый аргумент, используемый в [5] с целью обоснования возможности запрета на применение пустотелых изделий в облицовочной кладке, важный аргумент — поскольку отсылает к прецеденту — оказывается ошибочным. Акцентируем внимание на этом моменте: запретов на применение изделий с высокой пустотностью в облицовочной кладке в странах Евросоюза нет.

Энергоэффективность

Авторы работы [5] справедливо отмечают, что роль облицовочной кладки в общем сопротивлении теплопередаче слоистых стен мала, а при обеспечении вентилируемости воздушной прослойки между облицовкой и остальными слоями стены равна нулю. Тезис верен — теплотехнические преимущества пустотелых изделий в облицовке трехслойных стен не существенны.

Вопросы повышения энергоэффективности зданий лежат скорее в области минимизации линейных и точечных теплотехнических неоднородностей [9], улучшения влажностного режима материалов ограждающих конструкций [10], оптимизации инженерных систем зданий [11] и не сводятся к простому выполнению табличных требований к условным сопротивлениям теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций [12].

Нагрузка от собственного веса

В работе [5] делается утверждение: «В действительности применение полнотелых кирпичей взамен пустотных в лицевом слое с оконными и дверными проемами приводит к увеличению общей нагрузки на диски перекрытий (с учетом их собственного веса, веса внутренних перегородок и полезной нагрузки) менее чем на 2%».

Этот аргумент не вполне корректен. Прогиб краевой зоны перекрытий не в равной мере зависит от равномерно распределенной нагрузки от полов, перегородок и пр., и от локально опертых на консоль конструкций наружной стены. Особенно важен собственный вес кирпича и камней при устройстве навесных фасадных систем с облицовочным слоем из каменной кладки (т.е. при опирании каменной облицовки на стальные консоли, закрепленные к торцам железобетонных перекрытий). Вертикальная нагрузка на кронштейны и крепящие их анкеры обусловлена только весом кладки.

Тем не менее, мы готовы согласиться, что и это преимущество пустотелых изделий не существенно. Хотя отметим, что это все-таки преимущество.

Анкеровка лицевого слоя

В этом разделе работы [5] дается отсылка к работе [13], из которой следует, что вырывное усилие для исследованных в [13] анкеров зависит от полнотелости/пустотелости кирпича в среднем в пределах 20–30%. В некоторых образцах прочность заделки в образцах из пустотелого кирпича была выше, чем в полнотелых. Это не позволяет сделать вывод, что наличие пустот является существенным недостатком для анкеровки. Тем более, что в работе [13] показано, что есть анкера, надежность заделки которых практически не зависит от пустотности изделий. В каталогах продукции производителей анкеров для

слоистой каменной кладки есть решения, специально предназначенные для использования с камнями высокой пустотности [14].

Таким образом, возможность анкеровки облицовочной кладки из пустотелых материалов к основному слою стены не может оспариваться как таковая, а лишь требует учета пустотности при подборе анкеров.

Деформационные швы в облицовочной кладке

В статье [5] приводится верная аргументация в пользу необходимости устройства горизонтальных и вертикальных деформационных швов. Следует отметить, что к моменту выхода статьи, необходимость устройства деформационных швов и указания по их назначению уже были включены в норматив [4]. Дополнительно в [5] дается рекомендация «в целях снижения касательных напряжений на контакте лицевого слоя с плитами перекрытий [использовать] скользящие прокладки». Выражаем солидарность с авторами [5]: обеспечение возможности независимых деформаций кладки и опорной конструкции – это важная рекомендация, которая пока не отражена в российских нормах проектирования.

Температурные деформации лицевого слоя

Этот блок аргументации в работе [5] единственный, который показывает объективные преимущества полнотелых изделий перед пустотелыми – утверждается, что у кладки из полнотелых камней более высокая прочность на растяжение по перевязанному сечению. В случаях, когда температурные деформации облицовочной кладки стеснены отсутствием скользящей прокладки между опорой (плитой перекрытия) и кладкой, в нижних рядах кладки возникают значительные растягивающие напряжения, параллельные горизонтальным растворным швам. Ссылкой на работу [15] показывается, что прочность кладки из керамических камней (описан только процент пустотности, другие характеристики не приведены) при срезе по неперевязанному сечению снижается в 2 раза при увеличении пустотности от 0 до 50%, а при растяжении по перевязанному сечению снижается в 3 раза при увеличении пустотности от 0 до 50%. Абсолютные значения прочности при растяжении по перевязанному сечению Rt кладки из «камней с вертикальными щелевыми пустотами [пустотностью 50%]» по данным работы [15] составляют около 0,08 МПа. Отметим, лицевой керамический кирпич с такой пустотностью в странах ЕврАзЭС и Евросоюза серийно не производится.

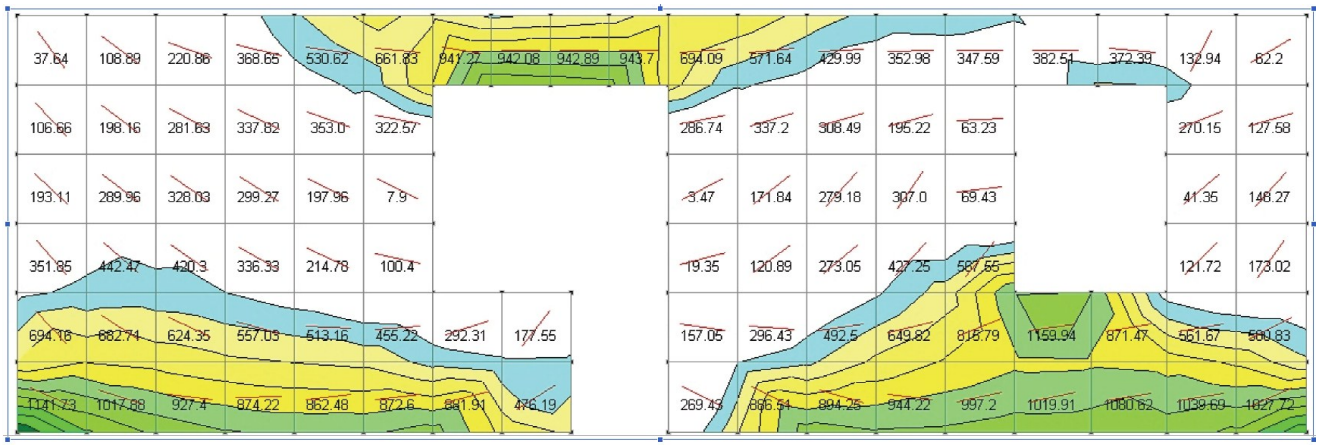

Рис. 1. Результаты расчета напряженно-деформированного состояния фрагмента облицовочного слоя с дверными и оконными проемами на температурные воздействия (изополя и траектория главных растягивающих напряжений, кПа) (воспроизводится по [5]).

Такая информация, однако, не может быть основанием для запрета пустотелых изделий. На рисунке 1 воспроизведен рис. 6 [5], который показывает, что абсолютные значения растягивающих напряжений в нижних рядах кладки превышают 1,1 МПа. Это значительно больше сопротивления растяжению любой неармированной каменной кладки. Следовательно, основное внимание по результатам рассмотрения раздела «температурные деформации» должно быть обращено не на процент пустотности, а на снижение стесненности деформаций и армирование нижних рядов кладки.

Формализуем основной тезис раздела о температурных деформациях. Проблема: высокие растягивающие напряжения. Решение: устранение причины напряжений (устройство скользящего слоя под нижним рядом кладки, скользящей прокладки под перемычкой и деформационного шва над ней) и повышение прочности кладки на растяжение по перевязанному сечению (армирование в горизонтальных швах). Следовательно, из раздела о температурных деформациях не выводится обоснование запрета на применение пустотных камней.

Ремонтопригодность лицевого слоя

Рассуждения о ремонтопригодности, приведенные в работе [5], основаны на анализе того, что случится, если придется ремонтировать стены, возведенные с нарушением требований [4] к облицовочным кладкам. Т.е. анализируется ремонтопригодность конструкций, выполненных с нарушением требований обязательных нормативов. Но даже если не учитывать эту тенденциозность при выборе конструкций для анализа, рассуждения все равно нельзя признать объективными. Замена дефектных камней одинаково трудоемка для всех облицовочных кладок, однако отработана и осуществима. Причем результативность и скорость ремонтных работ не зависят от процента пустотности, при условии, что выполняются с учетом особенностей материала ремонтируемых стен. Это же касается и установки дополнительных связей между слоями.

Это единственный раздел в работе [5] (не считая выводов), утверждения которого мы оспариваем явным образом. Ремонтопригодность каменных облицовок низка и сопряжена со значительными трудозатратами вне зависимости от материала каменного слоя и процента его пустотности, утверждения о пониженной ремонтопригодности кладки из пустотелых изделий ошибочны.

Анализ напряженно-деформированного состояния лицевого слоя

Этот раздел работы [5] показывает пути развития методов расчета напряжений в облицовочной кладке слоистых стен и не сравнивает различные материалы для каменной кладки.

3. Анализ выводов, сделанных в работе [5]

«Приведенный выше далеко не исчерпывающий анализ является, по мнению авторов, убедительным аргументом в пользу отказа от повсеместного применения в России камней с высокой пустотностью в облицовочном слое многослойных каменных стен».

Считаем, что вывод ошибочен. Убедительного аргумента не представлено не только в пользу отказа от пустотных камней. Статья [5] не содержит даже четкого описания преимуществ замены пустотных изделий полнотелыми. Проанализируем выводы по пунктам.

«- применение пустотелых камней взамен полнотелых практически не сказывается на теплозащитных свойствах всего стенового ограждения; общий вес стены при этом уменьшается не более чем на 2%;

- раствор, заполняющий пустоты при устройстве кладки, создает мостики холода и тем самым уменьшает теплозащитные характеристики лицевого слоя, которые в отдельных случаях могут оказаться даже ниже, чем при применении в лицевом слое полнотелого кирпича»;

Пп. 1 и 2 описывают преимущества пустотных камней (относительно низкие теплопроводность и плотность кладки). Эти преимущества не существенны. Однако это именно преимущества. Они не могут служить обоснованием запрета.

«- пустоты в камнях уменьшают эффективную длину анкеровки связей, соединяющих лицевой слой с внутренним, что резко снижает надежность анкеровки и отрицательно сказывается на напряженно-деформированном состоянии лицевого слоя»;

Вывод п. 3 в статье не обоснован. Анкеровка должна быть не абстрактно высоконадежной, а достаточной. Возможность анкеровки должна учитываться на стадии проектирования и подбора соответствующих связей. Тот факт, что для пустотелых изделий следует применять подходящие связи, не повод для запрета пустотелых изделий.

«- пустотные камни более восприимчивы к эффектам от защемления лицевого слоя между перекрытиями, чем полнотелые; возникающие в стенах между щелями растягивающие напряжения, а также касательные напряжения на контакте кладки с плитами перекрытия приводят к образованию трещин и прогрессирующему разрушению камней»;

Вывод п. 4 предостерегает от защемления облицовочной кладки между перекрытиями. Верное предостережение. При защемлении разрушаться будет кладка из любых камней. Из пустотелых несколько быстрее. Это единственный аргумент в пользу полнотелых изделий. Но это не повод запрещать пустотелые камни, это повод обращать внимание на недопустимость защемления.

«- попадание воды в пустоты при одновременном действии отрицательных температур приводит к деструкции пустотных камней»;

Этот тезис не вводится в основном тексте статьи, а присутствует только в выводах. Тезис верный — наличие воды в пустотах при замерзании приводит к разрушению материала не через исчерпание ресурса морозостойкости, а сразу, за счет расклинивающего действия ледяных линз. Однако задача предотвращения заполнения пустот водой может быть решена не только запретом пустот как таковых, но и предъявлением требований к качеству кладочных работ и подбору кладочных растворов. Мы еще перейдем к подходам к предъявлению технических требований, здесь лишь отметим, что **следует различать причины дефектов и факторы риска**. Причины следует устранять, а факторы риска учитывать. Пустотность является фактором риска при работе в условиях влажного климата с чередованием дождей и морозов.

«- лицевой слой, выполненный с применением пустотных камней, имеет крайне низкую ремонтопригодность».

Здесь, в п.6, мы оспариваем акцент на пустотности. Вывод должен звучать так: «лицевой слой, выполненный кладкой из штучных материалов, имеет низкую ремонтопригодность». Это верный тезис, который следует учитывать при выборе вида отделки.

Резюмируя разбор выводов из работы [5] проведем подсчет:

- сниженные теплопроводность и собственный вес пустотных изделий — это их преимущество, пусть незначительное;

- необходимость учета пустотности при выборе анкеров и контроле тщательности заполнения растворных швов — это особенность, которая должна быть учтена при проектировании и составлении сметы;

- опасность защемления или стесненности температурных деформаций облицовочной кладки — общий для всех облицовок из штучных материалов вопрос, требующий учета на стадии проектирования;

- низкая ремонтопригодность — общее свойство облицовок из штучных материалов.

Итак, подведем итог.

Достоинства: низкий вес.

Недостатки: требовательность к подбору анкеров, требовательность к качеству кладочных работ.

Таким образом, статья [5] не содержит аргументов, позволяющих прийти к выводу о необходимости запрета пустотелых изделий в облицовочной кладке. Причины, по которым Россию следует сделать первой страной, где такой запрет будет введен в явном виде, не раскрыты. Авторами [5] выполнен ряд хороших экспериментальных работ по каменной кладке [9, 13, 15–17], что, однако не привело их к корректному вычленению существенных признаков для последующего нормирования. Примерно с той же обоснованностью как общий процент пустотности, можно предложить нормативно ограничить цвет кладочных изделий, поскольку применяемые при окрашивании пигменты оказывают влияние на стойкость керамики и бетона к действию солей и морозостойкость.

Напоминаем, что полемический аргумент, предваряющий основную часть работы [5], гласит, что в EN 1996-1-1 [6] присутствует запрет на использование в облицовках камней с пустотностью больше 15%. Аргумент не верный. Явного ограничения пустотности изделий для лицевой кладки в нормативах Евросоюза нет.

И сделаем здесь еще одно замечание, касающееся обоснованности обобщений, сделанных в разбираемой работе неявным образом. Везде, где делаются утверждения о сравнительных достоинствах полнотелости, сравнение ведется на примерах керамических изделий для каменной кладки. А вывод о целесообразности ограничения пустотности величиной 15% предлагается экстраполировать на все лицевые кирпичи, камни и блоки вне зависимости от материала, из которого они изготовлены, вне зависимости от формы пустот, вне зависимости от других характеристик кладочных изделий. На основании частных наблюдений предлагается ввести общий запрет по формальному признаку, не являющемуся значимым.

4. О методах нормирования. Основания для введения технических требований

В последние десятилетия в мире все более явно происходит переход от предписывающего к параметрическому методу технического нормирования [18, 19]. Когда предметом регулирования становятся параметры цели, а не предписанные способы ее достижения. Такой подход делегирует

ответственность всем участникам процесса и, одновременно, позволяет использовать значительно больший диапазон ресурсов.

Широкая номенклатура материалов и изделий, применяемых в строительстве, уже не может быть описана закрытым перечнем. Если в начале XX века полный товарный перечень строительных материалов вместе с инструкцией по их применению и нормами выработки умещался в одном томе «Урочного положения» [20], то к концу 1950-х гг. это был уже двухтомник Строительных Норм и Правил и библиотека ГОСТов на материалы. Товарная номенклатура разрасталась, и началу XXI века нормирование материалов и методов их применения через исчерпывающие списки стало просто невозможным. Номенклатура стала действительно неохватной. Эволюция нормативов хорошо видна на примере развития ГОСТ 530 [21] (табл. 1). Количество типоразмеров кирпича с 1940-х гг. выросло с 1 до 28 (с возможностью изготавливать изделия других размеров), а перечень марок по прочности вырос с 5 до 16.

Таблица 1. Требования ГОСТ 530 к глиняному (керамическому) кирпичу в зависимости от года введения

Характеристик	Значение в зависимости от года введения						
	1941	1954	1971	1980	1995	2007	2012
Название ГОСТа	Кирпич глиняный обыкновенный			Кирпич и камни керамические		Кирпич и камень керамические	
Марки по прочности	150 125 100 75 50	200 150 125 100 75	300 250 200 150 125 100 75	300; 250; 200 150; 125; 100 75; 50; 35; 25		300; 250 200; 150 125; 100 75; 50 35	1000; 800 600; 500; 400; 300; 250; 200; 175; 150; 125; 100; 75; 50; 35; 25
Количество типоразмеров	1 (1НФ)	2 (1НФ и модульный)		8	16	19 (допус-каются и другие размеры)	28 (допускаются и другие размеры)

Количество типоразмеров 1 (1НФ) 2 (1НФ и модульный) 8 16 19 (допус-каются и другие размеры) 28 (допус-каются и другие размеры)

За тот же период в ГОСТ 379 [22] количество перечисленных типоразмеров увеличилось с 1 до 83.

В такой ситуации нормирование путем создания закрытых перечней становится невозможным. Поэтому табличные требования в нормативах заменяются сначала параметрическими рядами, а затем единственным действительно значимым требованием: достоверно указывать фактически достигнутые значения контролируемых параметров. Техническое нормирование от перечисления, формируемого по принципу «от достигнутого», превращается в список контролируемых параметров, сопровождаемых методиками испытания.

Для определения применимости тех или иных материалов в зависимости от условий эксплуатации вычленяются значимые факторы. Если для конструкции нормируется сквозное прохождение звука — к материалу предъявляются требования по минимальной плотности; если от конструкции требуется сопротивление передаче тепла — у материала контролируется верхняя граница плотности либо теплопроводность напрямую. Конструкция будет работать в морозном климате под действием осадков — материал проверяется на стойкость к замораживанию/оттаиванию. Если выясняется, что есть еще какие-то факторы, существенно влияющие на долговечность, их тоже можно формализовать и контролировать. Для разных видов материалов это может быть стойкость к действию определенных солей, стойкость к увлажнению/высушиванию, стойкость к действию УФ-излучения.

При нормировании в современных условиях два момента являются принципиальными: технические нормы не должны создавать необоснованных преимуществ одним товарам перед другими, технические требования не могут быть косвенными без консенсуса всех заинтересованных сторон. По сути, это один и тот же тезис: необоснованные преимущества создаются как правило путем предъявления косвенных требований.

Раскроем этот тезис. Необоснованные преимущества возникают в ситуации, когда в нормах прописывается не целевой показатель, а некие характеристики, полученные «от опыта». Например, вместо требования обеспечить нераспространение огня, указывается необходимость использовать минеральный материал. Или вместо требования обеспечить надежность крепления, ограничивается плотность основания. Вместо расхода энергии на отопление — толщина утеплителя. Вместо несущей способности — толщина стены или этажность здания Таких примеров можно привести много. Их возникновение понятно — это обычная косность мышления, основанная на эмпирическом методе познания через опыт. Однако для того, чтобы опыт стал основанием для предъявления технических требований, он должен быть предварительно подвергнут анализу, значимые для цели нормирования факторы должны быть очищены от случайных сопутствующих признаков.

На примере технического нормирования в Евросоюзе мы можем видеть, как последовательно из нормативов устраняются предписывающие элементы, а им на замену приходят целевые требования – тот самый параметрический метод, в котором отсутствуют косвенные ограничения.

В версии EN 771-1:2011 [8] керамический кирпич разделен на две группы: LD (низкой плотности) для применения в защищенной кладке и HD (высокой плотности, с фактической плотностью не менее 1000 кг/м³) с возможностью применения в незащищенной кладке. Для применения в незащищенной кладке дополнительно требовалось подтвердить стойкость к эксплуатационным воздействиям (морозостойкость F и стойкость к действию солей S). В версии EN 771-1:2015 условное разделение на группы уже исключено. Для применения в незащищенной каменной кладке допускается любой кирпич вне зависимости от плотности, удовлетворяющий требованиям к долговечности (F и S). Таким образом мы имеем возможность в динамике наблюдать последовательное устранение из документов требований, являющихся косвенными. В этом ключе особенно неуместным кажется предложение ограничить пустотность изделий для облицовочной каменной кладки в российском нормативе.

5. Применение изделий с высокой пустотностью в незащищенной кладке в климате Санкт-Петербурга

В Санкт-Петербурге в подавляющем большинстве случаев для облицовочной кладки используются три вида изделий: кирпич керамический, кирпич силикатный и вибропрессованные бетонные камни.

Керамический лицевой кирпич в основном представлен кирпичом формата 1НФ с вертикальными сквозными пустотами с общей пустотностью 38% (рис. 2 а). Силикатный кирпич также в основном формата 250х120х65 мм с одиннадцатью несквозными пустотами общей пустотностью 22% (рис. 2 б). Бетонные камни размером 390х120х140 мм со сквозными вертикальными пустотами общей пустотностью 46% (рис. 2 в).

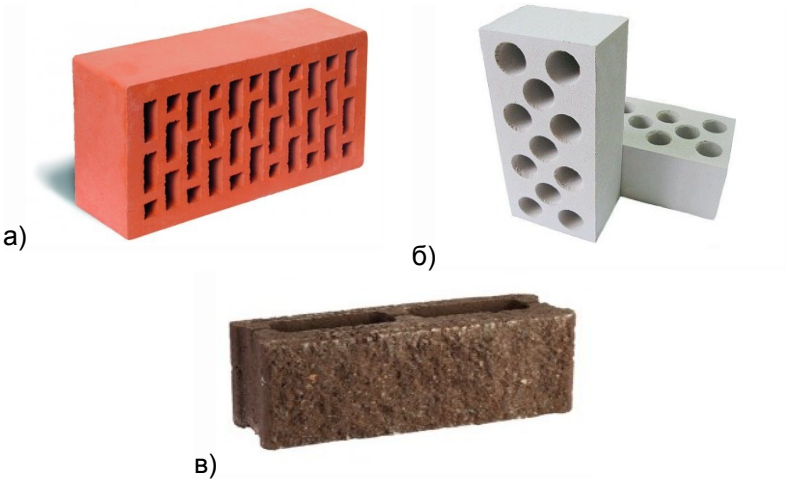

Рис. 2. Изделия для облицовочной каменной кладки, производимые и применяемые в Санкт-Петербурге. а — кирпич керамический лицевой; б — кирпич лицевой силикатный; в — камень облицовочный бетонный вибропрессованный

Опыт применения по всем видам изделий насчитывает не менее 20 лет, керамический и силикатный кирпич в современных модификациях выпускаются с конца 1970-х гг.

Самым главным подтверждением их применимости являются ограждения балконов и лоджий. Ограждения лоджий из керамического кирпича с пустотностью более 30% устраивались в некоторых сериях кирпичных домов в г. Ленинграде (рис. 3). Верхний обрез кладки для предотвращения попадания воды в пустоты кирпича закрывался кладочным раствором с «железнением» поверхности. Какой-либо дополнительной защиты от осадков не предусматривалось. Лоджии вводились в эксплуатацию не остекленными, поэтому ограждение лоджии формировало снеговой мешок. Случаи разрушения таких ограждений нам не известны.

Аналогично выполнены ограждения балконов и лоджий многих современных зданий. Здания, построенные в 2000-е гг. по проектам петербургских проектировщиков (рис. 4, 5) имеют кирпичные или из бетонных камней ограждения переходных лоджий, ведущих к незадымляемым лестничным клеткам, кирпичные ограждения балконов. Кирпич в таких ограждениях создает снеговые мешки, но признаков разрушения за последние 10–17 лет не демонстрирует.

Рис. 3. Типовой дом серии 1–528кп–84 с кирпичными ограждениями лоджий. На ограждениях использован керамический кирпич со сквозными вертикальными пустотами.

Рис. 4. Санкт-Петербург, Богатырский пр., д. 2. 2002 г.п. Ограждения балконов и лоджий из керамического кирпича с вертикальными сквозными пустотами.

Рис. 5. Санкт-Петербург, ул. Есенина, д. 9. 2003 г.п. Ограждения балконов и лоджий из силикатного кирпича.

Рис. 6. Санкт-Петербург, пр. Энгельса, д. 50. 1998 г.п. Парапеты приямков цокольного этажа и облицовка вдоль отмостки из пустотелых вибропрессованных бетонных камней.

Все проблемные каменные фасады в современных зданиях Санкт-Петербурга объединены не материалом, из которого они построены — большого разнообразия материалов попросту нет, практически все фасады построены из камней, перечисленных в начале раздела [23–26]. Объединяющим признаком для дефектных фасадов является нарушение конструктивных требований к облицовочной каменной кладке: защемление между перекрытиями, отсутствие деформационных швов, недостаточное армирование, нарушение условий опирания на несущие элементы. Хороший пример — здание на Богатырском пр., д. 2 (рис. 4). Многие фрагменты облицовочной кладки находятся там в аварийном состоянии, поскольку выполнены без учета тех конструктивных требований к облицовкам, которые попали в норматив [4] только к 2011 г. Выполненные из того же самого материала ограждения балконов и лоджий находятся в хорошем техническом состоянии, что свидетельствует: корень проблемы эксплуатационной надежности фасадов не в петербургских материалах, а в конструктивных решениях, которые принимались с конца 1990-х гг. до 2012 г.

6. Вывод

Более чем сорокалетний опыт безаварийной эксплуатации ограждений балконов и лоджий из изделий с высокой пустотностью (в основном из керамического кирпича со сквозными вертикальными пустотами, но также и из силикатного кирпича и бетонных вибропрессованных камней), позволяет отклонить предложение ввести в Санкт-Петербурге нормативные ограничения на процент пустотности кирпича и камней для облицовочной кладки. Работу по повышению эксплуатационной надежности при этом следует направить не на дискриминацию каменных материалов по каким-либо признакам, кроме морозостойкости, а на совершенствование конструктивных решений зданий с облицовочными каменными кладками.

7. Заключение

На основании проведенного анализа и в соответствии с полученными выводами дадим рекомендации по дальнейшему совершенствованию нормативной базы, регулирующей проектирование и устройство каменных облицовочных слоев.

- назначение армирования облицовочных кладок поставить в зависимость не только от температурно-усадочных деформаций, но и от величины расчетного прогиба основания под кладку;
- формализовать до уровня конструктивных требований рекомендации по устройству слоев скольжения между кладкой и основанием под кладку;
- требования к подбору анкерных креплений («гибких связей») поставить в зависимость от характеристик изделий для кладки;
- требования к характеристикам кладочного раствора и растворного шва поставить в зависимость от материала и геометрических характеристик изделий для кладки, а также в зависимость от расчетных деформаций кладки.

Считаем, что доработка конструктивных решений облицовочных кладок, учитывающая широту и расчетные температуры региона строительства, возможную деформативность оснований под кладку, ветровой напор, расчетные деформативность и прочность кладок на различных растворах из различных кладочных материалов позволит обеспечить эксплуатационную надежность и бездефектность облицовочных кладок во всем многообразии климатических регионов.

Литература

[1] Ищук М.К. Требования к многослойным стенам с гибкими связями // Жилищное строительство. 2008. №3. С. 28–31.

[2] Ищук М.К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. М.: РИФ «Стройматериалы», 2009. 360 с.

[3] СНиП II-22–81* «Каменные и армокаменные конструкции».

[4] СП 15.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП II-22–81* Каменные и армокаменные конструкции».

[5] Орлович Р.Б., Горшков А.С., Зимин С.С. Применение камней с высокой пустотностью в облицовочном слое многослойных стен // Инженерно-строительный журнал. 2013. №8. С. 14–23.

[6] EN 1996-1-1: 2005. Eurocode 6. Design of masonry structures. Part 1-1: General rules for reinforced and un-reinforced masonry structures (Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 1-1. Основные правила для армированных и неармированных каменных конструкций).

[7] EN 1996-2: 2006 Eurocode 6 - Design of masonry structures - Part 2: Design considerations, selection of materials and execution of masonry (Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 2. Проектные решения, выбор материалов, выполнение каменной кладки).

[8] EN 771-1: 2011 Specification for masonry units. Clay masonry units (Требования к элементам каменной кладки. Кирпич и камни керамические).

[9] GrinfeldI G., Gorshkov A., Vatin N. Test results strength and thermophysical properties of aerated concrete block wall samples with the use of polyurethane adhesive. Advanced Materials Research. 2014. Т. 941-944. pp. 786-799.

[10] Корниенко С.В, Ватин Н.И, Горшков А.С. Оценка влажностного режима стен с фасадными теплоизоляционными композиционными системами // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №6. С.34-54.

[11] Курочкина К.Ю., Горшков А.С. Влияние авторегулирования на параметры энергопотребления жилых зданий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4 (31). С. 220-231.

[12] Гринфельд Г.И. Диалектика нормативных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 2012. № 1. С. 22-24

[13] 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. С. 3–11.

[14] Электронный ресурс: http://www.slav-dom.ru/ankery-i-gibkie-svyazi/ Каталог анкеров и гибких связей для каменной кладки. Дата обращения 2016.02.08.

[15] Орлович Р.Б., Найчук А.Я., Деркач В.Н. Анизотропия прочности каменной кладки из кладочных элементов с щелевыми вертикальными пустотами // Строительная механика и расчет сооружений. 2010. №3. С. 35–38.

[16] Орлович Р.Б., Найчук А.Я., Деркач В.Н. Анкеровка слоя в слоистых каменных стенах // Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 6. С. 36-39.

[17] Орлович Р.Б., Деркач В.Н. Сопряжение лицевого слоя сплошных каменных стен с плитами перекрытий // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 11. С.60-63.

[18] Электронный ресурс: http://archvestnik.ru/node/7246 А. Серых Система нормирования в мире — от предписывающего к параметрическому методу // Архитектурный вестник. 2013. №1. Дата обращения 2016.02.08.

[19] IX международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век» // Инженерно-строительный журнал. 2015. №8(60). С. 3–6.

[20] Рошефор Н.И. Иллюстрированное урочное положение. Пособие при составлении и проверке смет, проектировании и исполнении работ. Изд. 6-е исправленное. – Петроград: Склад издания у К.Л. Риккера, 1916. – 694 с.

[21] ГОСТ 530–2012 Кирпич и камень керамические.

[22] ГОСТ 379–2015 Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные.

[23] Сомов Н.В. Проблемы развития российской силикатной промышленности//Строительные материалы. 2013. №3. С. 76-78.

[24] Вишневский А.А., Гринфельд Г.И, Смирнова А.С.. Итоги работы предприятий по производству автоклавного ячеистого бетона в 2013 году // Технологии бетонов. 2014. № 4. С. 44-47.

[25] Гаврилов А.В., Гринфельд Г.И. Краткий обзор истории, состояния и перспектив рынка клинкерного кирпича в России // Строительные материалы. 2013. №4. С.20-22.

[26] Жиронкин П.В., Геращенко В.Н., Гринфельд Г.И. История и перспективы промышленности керамических строительных материалов в России // Строительные материалы. 2012. №5. С.13-18.

Masonry units with high percentage of holes in a facing laying of external walls

G.I. Grinfeld[1], A.A. Vishnevskiy[2]

[1]*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia*

[2]*Ural Federal University named after first president of Russia B.N. Yeltsin,620002, Mira Str. 19, Ekaterinburg, Russia*

Article info	Article history	Keywords
doi: 10.18720/CUBS.50.2	Received 18.08.2016	masonry units with holes; facing masonry; masonry of external walls; operational reliability; masonry walls; masonry units; hollow bricks; energy efficiency; enclosing structures; civil engineering;;

ABSTRACT

The defects of masonry in outer layers of walls of buildings with the bearing framework are considered. Consideration is conducted in the form of opposition to abstracts of article suggesting to forbid use of a hollow brick and stones in a laying of facades of buildings. It is shown that the percent of holes in masonry units is not the factor directly influencing operational reliability of facing layings. Examples of mass successful application of a brick and stones with high hollowness in housing construction of St. Petersburg are given. Insolvency of attempts of a prohibition on use of hollow products is proved in facing of external walls.

Coresponding author:
1 * +7(921)3489972, greenfeld@mail.ru (Gleb Iosivovich Grinfeld, Assistant)
2 +7(904)3896725, vishnevskiya@yandex.ru (Andrey Anatolievich Vishnevskiy, PhD., Associate Professor)

References

[1] Ishchuk M.K. Trebovaniya k mnogosloynym stenam s gibkimi svyazyami (Requirements to multilayered walls with flexible ancors) Zhilishchnoye stroitelstvo. 2008. No 3. pp. 28–31.

[2] Ishchuk M.K. Otechestvennyy opyt vozvedeniya zdaniy s naruzhnymi stenami iz oblegchennoy kladki (Domestic experience of construction of buildings with external walls from the facilitated laying). Moscow. RIF Stroymaterialy. 2009. 360 p.

[3] SNiP (Construction Norms and Regulations) II-22–81* Kamennyye i armokamennyye konstruktsii (Masonry and reinforsment masonry structures).

[4] SP (Codex of Regulations) 15.13330.2012 «Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP II-22–81* Kamennyye i armokamennyye konstruktsii» (Actualized edition of SNiP (Construction Norms and Regulations) II-22-81* Masonry and reinforsment masonry structures).

[5] Orlovich R.B., Gorshkov A.S., Zimin S.S. Primeneniye kamney s vysokoy pustotnostyu v oblitsovochnom sloye mnogosloynykh sten (Application of stones with high hollowness in a facing layer of multilayered walls) Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2013. №8. S. 14–23.

[6] EN 1996-1-1: 2005. Eurocode 6. Design of masonry structures. Part 1-1: General rules for reinforced and un-reinforced masonry structures.

[7] EN 1996-2: 2006 Eurocode 6 - Design of masonry structures - Part 2: Design considerations, selection of materials and execution of masonry.

[8] EN 771-1: 2011 Specification for masonry units. Clay masonry units.

[9] Grinfeldl G., Gorshkov A., Vatin N. Test results strength and thermophysical properties of aerated concrete block wall samples with the use of polyurethane adhesive. Advanced Materials Research. 2014. T. 941-944. pp. 786-799.

[10] Korniyenko S.V, Vatin N.I, Gorshkov A.S. Otsenka vlazhnostnogo rezhima sten s fasadnymi teploizolyatsionnymi kompozitsionnymi sistemami (Assessment of moisture conditions of walls with facade's thermoinsulation composite systems with external mortar layers) Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2016. No 6. pp.34-54.

[11] Kurochkina K.Yu., Gorshkov A.S. Vliyaniye avtoregulirovaniya na parametry energopotrebleniya zhilykh zdaniy (The effect of autoregulatory on the parametrs of the energy consumption of residential buildings) Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2015. No 4 (31). pp. 220-231.

[12] Grinfeld G.I. Dialektika normativnykh trebovaniy k soprotivleniyu teploperedache ograzhdayushchikh konstruktsiy (The dialectic of the regulatory requirements for resistance to heat transfer of enclosing structures) Zhilishchnoye stroitelstvo. 2012. No 1. pp. 22-24.

[13] Orlovich R.B., Rubtsov N.M., Zimin S.S. O rabote ankerov v mnogosloynykh ograzhdayushchikh konstruktsiyakh s naruzhnym kirpichnym sloyem (About work of anchors in the multilayered protecting designs with an external brick layer) Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2013. No 1. pp. 3–11.

[14] http://www.slav-dom.ru/ankery-i-gibkie-svyazi/ Katalog ankerov i gibkikh svyazey dlya kamennoy kladki. Date of view 2016.02.08.

[15] Orlovich R.B., Naychuk A.Ya., Derkach V.N. Anizotropiya prochnosti kamennoy kladki iz kladochnykh elementov s shchelevymi vertikalnymi pustotami (Anisotropy of durability of a stone laying from masonry elements with slot-hole vertical emptiness) Stroitelnaya mekhanika i raschet sooruzheniy. 2010. No 3. pp. 35–38.

[16] 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. No 6. pp. 36-39.

[17] 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. No 11. pp.60-63.

[18] http://archvestnik.ru/node/7246 A. Serykh Sistema normirovaniya v mire — ot predpisyvayushchego k parametricheskomu metodu Arkhitekturnyy vestnik. 2013. No 1. date of view 2016.02.08.

[19] IX mezhdunarodnyy kongress «Energoeffektivnost. XXI vek» (ix international congress Energyefficience. xxi century) Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2015. No 8(60). pp. 3–6.

[20] Roshefor N.I. Illyustrirovannoye urochnoye polozheniye. Posobiye pri sostavlenii i proverke smet, proyektirovanii i ispolnenii rabot (The illustrated fixed provision. Benefit in case of creation and verification of estimates, designing and execution of works). 6s edition. Petrograd. Sklad izdaniya u K.L. Rikkera. 1916. – 694 p.

[21] GOST (Russian National Standard) 530–2012. Kirpich i kamen keramicheskiye (Ceramic bricks and stones).

[22] GOST (Russian National Standard) 379–2015. Kirpich, kamni, bloki i plity peregorodochnyye silikatnyye (Silicate bricks, stones, blocks and plates).

[23] Somov N.V. Problemy razvitiya rossiyskoy silikatnoy promyshlennosti (Problems of development of the Russian silicate industry) Stroitelnyye materialy. 2013. No 3. pp. 76-78.

[24] Vishnevskiy A.A., Grinfeld G.I, Smirnova A.S.. Itogi raboty predpriyatiy po proizvodstvu avtoklavnogo yacheistogo betona v 2013 godu (Results of work of the autoclave cellular concrete producers in 2013) Tekhnologii betonov. 2014. No 4. pp. 44-47.

[25] Gavrilov A.V., Grinfeld G.I. Kratkiy obzor istorii, sostoyaniya i perspektiv rynka klinkernogo kirpicha v Rossii (The brief summary of history, condition and market prospects of a clincer brick in Russia) Stroitelnyye materialy. 2013. No 4. pp. 20-22.

[26] Zhironkin P.V., Gerashchenko V.N., Grinfeld G.I. Istoriya i perspektivy promyshlennosti keramicheskikh stroitelnykh materialov v Rossii (History and prospects of the industry of ceramic construction materials in Russia) Stroitelnyye materialy. 2012. No 5. pp.13-18.

Гринфельд Г.И. , Вишневский А.А., Кирпич и камни с высокой пустотностью в облицовочной кладке наружных стен, Строительство уникальных зданий и сооружений, 2016, №11 (50). С. 22-36.

Grinfeld G.I., Vishnevskiy A.A., Masonry units with high percentage of holes in a facing laying of external walls. Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. 11(50). Pp. 22-36. (rus)