

Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Ремонт кирпичного лицевого слоя в современных каркасно-монолитных домах

Р.Б. Орлович¹, С.С. Зимин², П.А. Начкина³, А.А. Трусова⁴

¹Западно-Померанский технологический университет Щецина, 70-310, Польша, Щецин, аллея Пяст, 17.

²⁻⁴ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье

УДК 693.22

Аналитический обзор

История

Подана в редакцию 23 мая 2014
Принята 13 августа 2014

Ключевые слова

каркасно-монолитные дома,
лицевой кирпичный слой,
слоистая кладка,
ремонт,
деформационный шов,
анкеровка,
поверхностное армирование,
доутепление лицевого слоя

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы ремонта наружного лицевого кирпичного слоя слоистых стен зданий с монолитным железобетонным каркасом. Проанализированы наиболее часто встречающиеся повреждения лицевого слоя и возможные способы ремонта, такие, как устройство горизонтальных и вертикальных деформационных швов, анкеровка к внутренним конструкциям, поверхностное армирование, доутепление лицевого слоя. Особое внимание уделено наиболее уязвимым участкам лицевого слоя: угловые зоны и участки, расположенные в зоне торцов плит перекрытий, а также вопросам опирания лицевого слоя на диски перекрытий.

Содержание

1.	Введение	129
2.	Воссоздание деформационных швов	129
3.	Анкеровка	130
4.	Поверхностное армирование	131
5.	Доутепление лицевого слоя	134
6.	Выводы	136
	<i>English version</i>	142

4

Контактный автор:

+7 (911) 271 7987, annette0087@mail.ru (Трусова Анна Александровна, студент)

1

+4 (866) 186 8850, orlowicz@mail.ru (Орлович Ромуальд Болеславович, д.т.н., профессор, Заведующий кафедрой общего строительства)

2

+7 (921) 347 7701, zimin_sergei@mail.ru (Зимин Сергей Сергеевич, старший преподаватель)

3

+7 (981) 160 6652, polinachkina@gmail.ru (Начкина Полина Александровна, студент)

1. Введение

С середины 1990-х годов, в связи с ужесточением требований к сопротивлению теплопередаче, в странах СНГ широкое применение получили слоистые стены с лицевым кирпичным слоем. 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 применяться на 20-30 лет ранее. Эксплуатация слоистых стен, особенно в каркасно-монолитном многоэтажном домостроении, уже в первые 3-5 лет выявило ряд серьезных недостатков, которые во многих случаях приводили к аварийному состоянию стенового ограждения и даже к обрушению лицевого слоя.

Основные причины, способствующие возникновению аварийных ситуаций, достаточно широко освещены в технической литературе [1-7, 17, 19-90] и сводятся к следующему:

- отсутствие горизонтальных и вертикальных деформационных швов в лицевом слое;
- неправильное опирание лицевого слоя на торцы междуэтажных перекрытий;
- отсутствие армирования горизонтальных рядов кладки в лицевом слое;
- некачественная анкеровка лицевого слоя к внутреннему;
- низкое качество применяемых материалов, а также неудовлетворительное качество строительных работ.

Следует отметить, что, несмотря на сложные условия работы лицевого слоя, его статический расчет при проектировании чаще всего не выполняется. Кроме температурно-влажностных воздействий и ветра лицевой слой испытывает также напряжения от осадки каркаса, прогибов дисков перекрытий, перекоса каркаса от ветровой нагрузки либо неравномерных осадков фундаментов. Устранение повреждений фасадов в эксплуатируемых домах является весьма сложной и дорогостоящей задачей. Тем не менее, необходимость ее неотложного решения вытекает из прогрессирующего снижения долговечности фасадов, ухудшения их эксплуатационных свойств, а самое главное – из безопасности эксплуатации [12]. К сожалению, несмотря на потребность практики, вопросам ремонта фасадов как проектными, так и строительными организациями уделяется недостаточное внимание. Попытка восполнить этот пробел является целью настоящей статьи.

2. Воссоздание деформационных швов

Совершенно очевидно, что наиболее эффективным способом ремонта лицевого слоя является устранение причин, вызывающих его дефекты и разрушение. В первую очередь, это касается горизонтальных и вертикальных деформационных швов, которые в подавляющем большинстве построенных домов отсутствуют. Это приводит к появлению вертикальных трещин в лицевом слое, особенно в углах домов, и выкрашиванию кирпича в зоне дисков перекрытий. Как показывает практика, перекладка кирпичной кладки в указанных зонах является неэффективной, поскольку причина разрушения остается. Более действенным является воссоздание деформационных швов. Реализация этого мероприятия возможна путем разрезки лицевого слоя с помощью дисковых либо специальных цепных пил. При этом вертикальные швы прежде всего следует устраивать в угловых зонах фасадов, где температурные деформации лицевого слоя достигают максимальных значений [1]. В плоской части фасадов вертикальные швы обычно совмещают с откосами оконных проемов. Расстояние между швами должно определяться статическими расчетами, в которых учитываются климатические условия, вид материала облицовки, ее цвет и ориентация относительно солнца. При этом следует брать во внимание и эстетический фактор. Например, согласно немецким нормам, DIN1053-1 в зависимости от географической широты расстояние между вертикальными деформационными швами для фасадов, расположенных с северной стороны, принимается в пределах 12-14 м, с южной – 8-9 м, с западной – 7-8 м, а с восточной – 10-12 м. Также стоит учитывать и конструктивные особенности устройства швов. Например, в немецкой практике [11] широко применяется разрезка кладки по штрабе (рисунок 1), что, с одной стороны, бросается в глаза, но с другой, подобный деформационный шов меньше нарушает целостность кладки, по сравнению с прямым, и уменьшает вероятность смещения одной части лицевого слоя относительно другого из плоскости.



Рисунок 1. Пример устройства деформационного шва по штрабе

Проблематичным является воссоздание горизонтальных деформационных швов между лицевым слоем и низом дисков перекрытий, особенно под балконами и лоджиями. Целесообразным здесь может оказаться полная разборка верхней версты кладки и ее заполнение более деформативным материалом.

До выполнения вертикальных и горизонтальных швов в их зоне кирпичная кладка лицевого слоя должна быть заанкерена к внутренним конструкциям. Воссозданные деформационные швы должны быть уплотнены податливым влаго- и морозостойким материалом. Следует подчеркнуть, что применяемые за рубежом уплотнительные материалы не пригодны для наших условий из-за более сурового климата.

3. Анкеровка

Эффективным способом стабилизации лицевого слоя является его надежная анкеровка к внутренним конструкциям. Анкерные связи должны назначаться из условий их работы на сжатие, растяжение и изгиб от действия ветра, температурно-влажностных деформаций, а также эксцентричного опирания лицевого слоя на торцевые участки перекрытий [18].

Как известно, наибольшие растягивающие усилия в анкерах возникают в угловых зонах фасадов [1]. Следует отметить, что разработанные за рубежом анкера, в частности, рекомендуемые европейскими нормами EN 845-1 [15], предназначены для строящихся зданий и технологически не могут быть приспособлены для ремонта лицевого слоя. Попытки использования с этой целью имеющихся на отечественном рынке анкеров (винтовых, распорных, химических) чаще всего являются неудачными. Авторам известны случаи, когда анкеровка лицевого слоя во время ремонта привела к его ускоренному разрушению. Причиной последнего, в частности, было использование анкеров с чрезмерной изгибной жесткостью. В результате защемления лицевого слоя температурные деформации в его плоскости привели к образованию трещин и выкрашиванию кирпича в зоне анкеровки. Известны также попытки использования в двухслойных стенах без воздушного зазора клея, закачиваемого под давлением в просверленные в лицевом слое отверстия (по принципу клеевых гвоздей). Надежность такой анкеровки остается весьма сомнительной.

Вообще, к анкеровке лицевого слоя как способу ремонта надо подходить взвешенно. Следует иметь в виду, что установка ремонтных анкеров наряду с существующими может привести к значительному

стеснению свободы температурных деформаций лицевого слоя и его еще большим повреждением. Такой эффект можно наблюдать в растрескивающемся фактурном слое трехслойных железобетонных стеновых панелей КПД. С другой стороны, определить местоположение и количество анкеров в существующих стенах чрезвычайно трудно, особенно если они выполнены из нержавеющей стали либо искусственных материалов, например, стекловолокон. Проблема также заключается в качестве внутреннего слоя, к которому анкеруется лицевой слой. Как известно, в случае возведения внутреннего слоя из пенобетонных либо газосиликатных блоков, последний, из-за накопления поровой влажности в зоне контакта с лицевым слоем, может деградировать на глубину до 10-15 см. Таким образом, возникает проблема надежности анкеровки. Все эти проблемы требуют глубокого научного анализа.

В связи с актуальностью проблемы в ряде организаций, в том числе и авторами, разрабатываются новые технологии по анкеровке ремонтируемого лицевого слоя. Нами, в частности, предложены запатентованные в России спиралевидные анкера крестообразного сечения, работающие на выдергивание по принципу штопора. Практический интерес могут также представлять многопроволочные анкера, которые крепятся в кладке по специальной технологии.

4. Поверхностное армирование

Следующим способом ремонта лицевого кирпичного слоя может быть его поверхностное армирование. Такой ремонт может быть оправдан при сильной деградации кладки (например, растрескивании), что чаще всего связано с плохим качеством строительных работ, применением пустотных кирпичей с большим объемом пустот и с пониженной прочностью и морозостойкостью [13] (Рис. 2).



Рисунок 2. Пример деградации лицевого слоя, выполненного из высокопустотных камней с пониженной морозостойкостью

Следует отметить, что в зарубежной практике лицевой слой, как правило, из полнотелого кирпича, поскольку он должен выполнять защитные функции на весь период эксплуатации. При этом, особое внимание обращается на качество расшивки вертикальных и горизонтальных растворных швов. При недостаточном качестве расшивки увеличение водонепроницаемости швов можно достичь путем их надежной гидрофобизации с помощью специальных растворов. Такой метод, например, широко применяется в США.

Дождевая вода, заполняя открытые пустоты, способствует дальнейшему разрушению кладки в результате ее размораживания. Предотвратить этот процесс позволяет армированный штукатурный слой. С этой целью за рубежом все шире используются специальные штукатурные растворы из неорганических

минеральных материалов с модифицированными полимерными добавками. Технология усиления при этом заключается в следующем. На очищенную от штукатурки и загрязнений поверхность каменной кладки после ее увлажнения наносится слой клеящего штукатурного раствора толщиной 3 мм, в который втапливается армирующая сетка из композиционных материалов. Затем наносится защитный штукатурный слой толщиной 8-10 мм, поверхность которого подвергается финишной обработке. При необходимости в защитный слой может втапливаться вторая сетка, обеспечивающая повышенную прочность усиления.

Данная система усиления известна за рубежом как FRCM (Fibre Reinforced Cementitious Matrix). В качестве арматуры могут использоваться сетки из стекло-, арамидных и углеволокон [14] (Рис. 3).



Рисунок 3. Укладка сетки из углеволокон на усиливаемый каменный свод

К достоинствам системы относятся:

- простота технологии;
- высокая сцепляемость армирующего штукатурного слоя к поверхности усиливаемой каменной кладки;
- высокая компатибельность армирующего слоя с кирпичной кладкой, т.е. сближенные деформационные характеристики, такие, как модули упругости, коэффициенты температурного расширения;
- высокие коррозионная, огне- и водостойкость, паропроницаемость, что позволяет производить усиление каменных конструкций как изнутри, так и снаружи зданий.

К несомненным преимуществам рассматриваемого способа усиления следует отнести его универсальность и возможность применения для любых форм и очертаний усиливаемых конструкций.

В зарубежной практике он нашел широкое применение для усиления каменных зданий и сооружений, подвергаемых динамическим воздействиям, например, от движения транспорта, технологического оборудования и сейсмики. В странах СНГ, в том числе и России, данный метод только начинает внедряться (рисунок 4).



Рисунок 4. Пример усиления каменных стен армированной штукатуркой

Совершенно очевидно, что при таком способе ремонта необходимо выполнение предварительных работ по избежанию дальнейшего влияния температурных деформаций и других воздействий на лицевой слой – его разрезка вертикальными и горизонтальными деформационными швами, дополнительная анкеровка к внутреннему слою.

Иногда достаточным для ремонта может оказаться армирование кладки в продольном направлении. Прежде всего, это касается угловых участков зданий, где температурные деформации лицевого слоя достигают наибольшей величины. Здесь образованию трещин способствует также и отрицательное ветровое давление, особенно ощутимое на верхних этажах, где аэродинамический коэффициент более чем в три раза превышает значение по остальным участкам стены. Чтобы предотвратить этот процесс, кроме устройства вертикальных деформационных швов, можно прибегнуть к показанному на рисунке 5 способу усиления армированием угловых участков слоистых стен с трещинами.

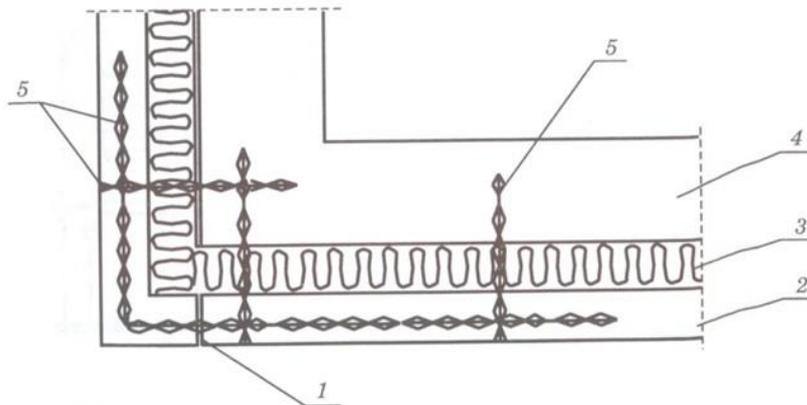


Рисунок 5. Усиление угловых участков стен:
1 - вертикальная трещина, 2 - лицевой кирпичный слой,
3 - утеплитель, 4 - внутренний каменный слой,
5 - анкера и арматура в виде спиральных стержней

В роли анкеров и арматуры в данном случае используются специальные спиралеобразные стержни из нержавеющей стали, которые обладают одновременно высокой прочностью и деформативностью при растяжении. Горизонтальная арматура утапливается в предварительно выфрезированные щели в растворных швах и зачеканивается специальным раствором. В то же время, иногда применяемое в практике усиление угловых зон лицевой кладки с помощью накладных металлических хомутов авторы считают недопустимым. Кроме ухудшения эстетики, такое усиление приводит к повышению жесткости кладки в углах, что в еще большей степени стесняет свободу температурных деформаций по сравнению с отсутствующими вертикальными деформационными швами. В результате трещины будут появляться вблизи зон усиления, что подтверждается опытом (рисунок 6).



Рисунок 6. Армирование лицевого слоя у углов здания

5. Доутепление лицевого слоя

В качестве альтернативы поверхностному армированию может быть использовано доутепление лицевого слоя, исключая влияние на его работу температурно-влажностных воздействий окружающей среды. Благодаря такому мероприятию устраняются также мостики холода в виде выступающих снаружи фасадов торцов железобетонных перекрытий. Это же относится к балконам и лоджиям, которые в зарубежной практике нередко доутепляются. Толщина утеплителя должна назначаться из условия работы лицевого слоя при положительных температурах. В противном случае из-за смещения точки росы наружу фасада накапливаемый в кладке лицевого слоя конденсат приведет к ее дальнейшему размораживанию. Это особенно будет проявляться при использовании в качестве утеплителя пенополистирола, обладающего низкой паропроницаемостью. В связи с этим в качестве утеплителя следует использовать жесткие минераловатные плиты, обладающие высокой паропроницаемостью. Кроме того, наносимый на такие плиты тонкий армированный штукатурный слой является более стабильным и долговечным. Следует отметить, что доутепление является весьма трудоемким и дорогостоящим мероприятием, требующим к тому же высокого качества исполнения. В противном случае, как показывает отечественная практика, уже после 2-4 лет эксплуатации доутепление требует ремонта [3]. Это, в первую очередь, относится к тонкому штукатурному слою, который подвержен трещинообразованию. Его ремонт в домах повышенной этажности является весьма проблематичным. Следует также иметь в виду, что согласно зарубежному опыту, даже при высоком качестве доутепления домов его фактическая долговечность (15-30 лет) значительно ниже долговечности защищаемых стен. Наиболее низкой долговечностью обладает доутепление с применением пенополистирольных плит низкой плотности.

Наиболее часто систематическому разрушению подвергаются участки лицевого слоя, расположенные в зоне торцов плит перекрытий [16], что связано с отсутствием горизонтальных деформационных швов, а также применением высокопустотных камней. В этом случае целесообразным может оказаться замена кирпичного заполнения торцов перекрытий более деформативным экструзионным пенополистиролом, защищенным снаружи водоотливами из коррозионностойкой жести либо атмосферостойких пластиковых профилей (Рис. 7). При этом одновременно частично решается проблема мостиков холода, которыми являются диски перекрытий.

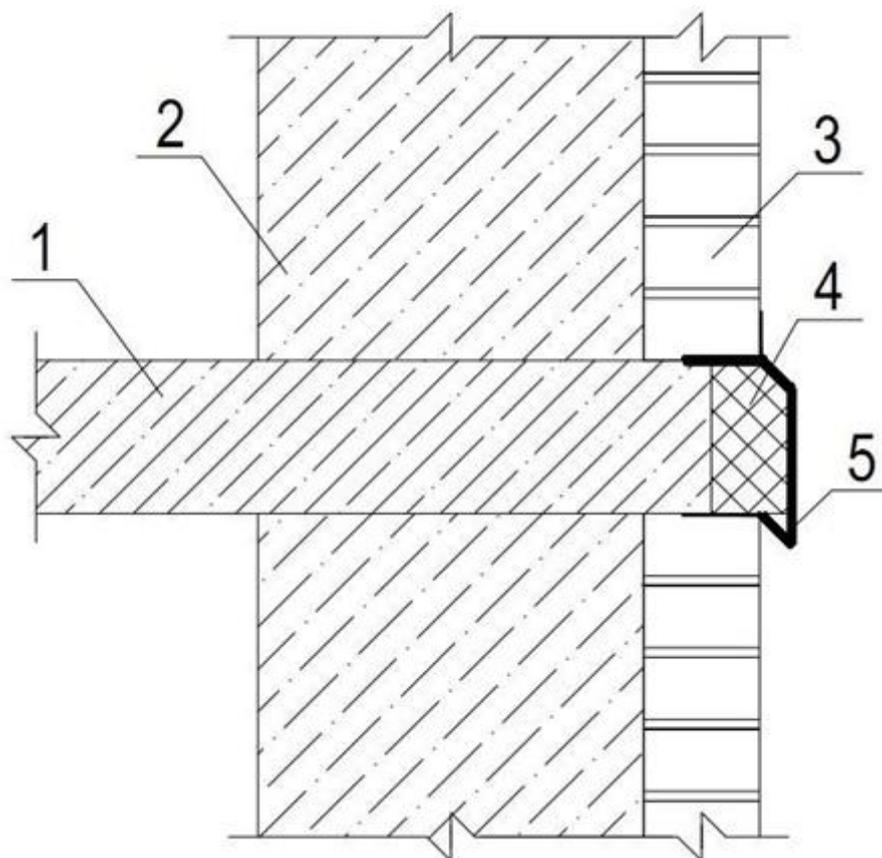


Рисунок 7. Доутепление лицевого слоя в зоне дисков перекрытий:
1 - железобетонное перекрытие, 2 - внутренний слой стены,
3 - лицевой кирпичный слой, 4 - вкладыш из экструзивного пенополистирола,
5 - водоотлив

Исключительным случаем ремонта фасадов может быть частичная либо полная разборка лицевого слоя и его замена новым более долговечным слоем либо навесным вентилируемым фасадом. Следует при этом считаться не только с большими капитальными затратами на ремонт, но и с необходимостью обеспечения нормального функционирования дома во время проведения ремонтных работ. При воссоздании нового кирпичного лицевого слоя следует исключить все причины, приведшие к его разрушению. В первую очередь, необходимо пересмотреть способ опирания лицевого слоя на диски перекрытий: вместо непосредственного опирания использовать давно проверенные в зарубежной практике кронштейны. Могут быть использованы другие решения, как, например, применяемые в Польше в соответствии с рисунком 8.

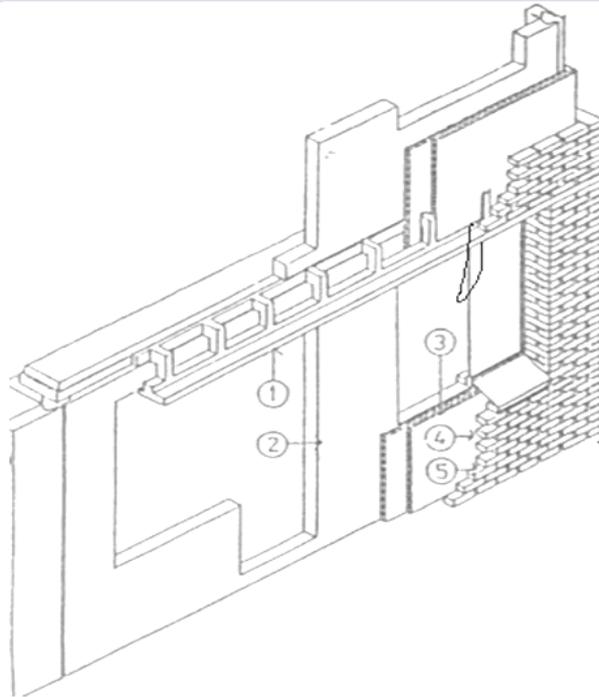


Рисунок 8. Опираение лицевого кирпичного слоя на железобетонные кронштейны:
1 - железобетонный кронштейн заводского изготовления, прикрепленный к диску перекрытия,
2 - внутренний слой стенового ограждения, 3 - термоизоляция,
4 - воздушный зазор, 5 - лицевой кирпичный слой

6. Выводы

Из анализа далеко не полностью перечисленных способов ремонта лицевого слоя можно сделать вывод, что на сегодняшний день не существует универсальных и апробированных многолетней эксплуатацией способов. Выбор конкретного способа ремонта, как и выбор метода лечения в медицинской практике, требует индивидуального подхода. Определяющими здесь могут быть форма здания, рельеф фасада, наличие балконов и лоджий, величина и частота расположения оконных и дверных проемов, примененные во время строительства материалы и технологии, а также ряд других факторов. По глубокому убеждению авторов, принимаемые способы ремонта должны быть научно обоснованными. Их выбору обязательно должны предшествовать диагностика и мониторинг фасадов, их вскрытие с целью выявления соответствия примененных материалов и технологий проектным решениям, которые в свою очередь должны быть подвергнуты всестороннему анализу. Прочностные расчеты ремонтируемой системы должны обязательно восполняться теплотехническим анализом. Проект ремонта фасадов должен учитывать реальные возможности строительного рынка: наличие соответствующих квалифицированных исполнителей, качественных материалов и опробованных технологий. Авторам известны случаи, когда ремонт не улучшил, а ухудшил эксплуатационные показатели и безопасность фасадов. Здесь необходимо считаться с психологическим дискомфортом жильцов, которые не согласны мириться с несоответствием действительности домов, часто рекламируемых как элитное жилье.

Литература

1. Ищук М. К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. М.: Изд-во РИФ «Стройматериалы», 2009. 360с.
2. Гроздов В. Т. О недостатках существующих проектных решений навесных наружных стен в многоэтажных монолитных железобетонных зданиях // Труды ВИТУ «Дефекты зданий и сооружений». СПб. 2003. С. 36-39.
3. Лобов О. И., Ананьев А. И. Долговечность облицовочных слоев наружных стен многоэтажных зданий с повышенным уровнем теплоизоляции // Строительные материалы. 2008. № 4. С. 56-59.
4. Лобов О. И., Ананьев А. И. Долговечность наружных стен современных многоэтажных зданий // Жилищное строительство. 2008. № 8. С. 48-52.
5. Александровский С. В. Долговечность наружных ограждающих конструкций // М.: РААСН. 2004. – 332с.
6. Орлович Р. Б., Найчук А. Я., Деркач В. В. Отечественные и зарубежные технические решения по наружному стеновому ограждению высотных зданий // АРДиС. С.-Петербург. 2009. № 4. С. 56-57.
7. Кузнецова Г. С. Слоистые кладки в каркасно-монолитном домостроении // Материалы и технологии строительства. 2009. №1 (63). С. 6-22.
8. Деркач В. Н., Орлович Р. Б. Вопросы качества и долговечности облицовки слоистых каменных стен // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 2 (20). С. 42-47.
9. Орлович Р. Б., Найчук А.Я. Анкеровка лицевого слоя в слоистых каменных стенах // Промышленное и гражданское строительство. 2010. №6. С. 73-76.
10. Деркач В. Н. Повреждения керамической облицовки наружных стен многоэтажных каменных зданий // Вестник Брестского государственного технического университета – Строительство и архитектура. 2010. №1. С.40-42.
11. Altaha N.: Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk // Stand der Technik. Mauerwerk 15 (2011), S. 214–222.
12. Деркач В. Н., Орлович Р. Б. Несущая способность каменного заполнения каркасных зданий // Строительство и реконструкция. ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК». 2011. №3 . С. 3-8.
13. 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.
14. Белов В. В., Деркач В. Н. Экспертиза и технология усиления каменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2010. №7 (17). С. 14-20.
15. EN 845-1:2008 «Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk – Teil 1: Maueranker, Zugbänder, Auflager und Konsolen Stürze». 47 p.
16. Орлович Р. Б., Деркач В. Н. Сопряжение лицевого слоя сплошных каменных стен с плитами перекрытий // Промышленное и гражданское строительство. 2011. №11. С. 60-63.
17. 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.
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. Кнатько М. В., Пестряков И. И., Горшков А. С., Рымкевич П. П. Опыт испытания стеновой конструкции в лабораторных и натурных условиях с целью прогнозирования ее эксплуатационного срока службы // II Всероссийская научно-техническая конференция «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий». Санкт-Петербург, 2009. С. 56-66.
20. Drobiec L. Przyczyny uszkodzen murów// XXII Ogólnopolska konferencja warsztat pracy projektanta konstrukcji.- Szczyrk. 2007. S. 105-146.
21. Schubert P. Vermeiden von schädlichen Rissen in Mauerwerkbauteilen // Mauerwerk-Kalender. Berlin. 1996. S. 621-651.
22. Павлова М. О., Захаров В. А. Оценка надежности проектных решений многослойных наружных стен зданий с кирпичной облицовкой // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 3. С. 38-40.
23. Обозов В. И., Давидюк А. А. Напряженно-деформированное состояние кирпичной облицовки фасадов здания // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2010. № 2. С. 34-37.

24. Обозов В. И., Давидюк А. А. Анализ повреждений кирпичной облицовки фасадов многоэтажных каркасных зданий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2010. № 3. С. 51-56.
25. Бондаренко И. Н., Малашкин Ю. Н., Качков Н. А., Бондаренко В. И. О работе кирпичной облицовки современных высотных зданий // Вестник МГСУ. 2010. Т. 5. № 4. С. 43-48.
26. Умнякова Н. П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 94-100.
27. Давидюк А. А. Анализ результатов обследования многослойных наружных стен многоэтажных каркасных зданий // Жилищное строительство. 2010. № 6. С. 21-26.
28. Лившиц Д. В., Пономарев О. И., Ломова Л. М. Повышение долговечности и совершенствование конструкций наружных кирпичных и каменных стен энергоэффективных зданий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2008. № 6. С. 42-44.
29. Пономарев О. И., Ломова Л. М. Прочность и деформативность кладки из современных эффективных стеновых материалов // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 3. С. 29-31.
30. Давидюк А. А. Несущая способность анкерного крепежа и гибких базальто-пластиковых связей в кладке из легковесных блоков на стекловидных заполнителях // Жилищное строительство. 2014. № 3. С. 39-43.
31. Деркач В. Н., Белов В. В. Прочность каменной кладки на растяжение под углом к горизонтальным растворным швам // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 2. С. 65-70.
32. Еноткина С. А. Эксплуатация многослойных ограждающих конструкций // Молодой ученый. 2011. № 6-1. С. 49-52.
33. Ананьев А. А., Дуденкова Г. Я., Козлов В. В. Долговечность керамического кирпича и камня в наружных стенах // Жилищное строительство. 2007. № 3. С. 13-15.
34. Шлегель И. Ф. Эффективен ли пустотелый кирпич? // Строительные материалы. 2006. № 7. С. 41-43.
35. Ищук М. К. Требования к многослойным стенам с гибкими связями // Жилищное строительство. 2008. № 5. С. 15-19.
36. Ананьев А. И., Ананьев А. А. Долговечность и энергоэффективность наружных стен из облегченной кирпичной кладки // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 352-356.
37. Лобов О. И., Ананьев А. И., Ананьев А. А. Эксплуатационные качества ограждающих конструкций // Градостроительство. 2010. № 4. С. 61-65.
38. Куприянов В. Н., Иванцов А. И. К вопросу о долговечности многослойных ограждающих конструкций // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 3. С. 63-76.
39. Ищук М. К., Зуева А. В. Исследование напряженно-деформированного состояния лицевого слоя из кирпичной кладки при температурно-влажностных воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 3. С. 40-42.
40. Ищук М. К. Причины дефектов наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Жилищное строительство. 2008. № 3. С. 28-31.
41. Мурый М. А. Температурные деформации влажной кирпичной кладки // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2008. № 1. С. 79-85.
42. Мизюряев С. А., Жигулина А. Ю., Мамонов А. Н. Термоустойчивость строительных конструкций // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2006. № 3. С. 52-56.
43. Ищук М. К. Анализ напряженно-деформированного состояния кладки лицевого слоя наружных стен // Жилищное строительство. 2008. № 4. С. 23-28.
44. Гагарин В. Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 297-305.
45. Пангаев В. В., Савченко А. Ю. О влиянии изгиба на разрушение кирпича сжатой кладки // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. № 7. С. 137-141.
46. Самченко Р. В., Щербина Л. В., Степура И. В., Шокарев А. С., Юхименко А. И., Шокарев Е. А. О проблемах реконструкции зданий и способах их решения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 9. С. 115-122.
47. Пименов А. Т., Попков А. Н. Опыт ремонта и реконструкции ограждений различных систем // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 4. С. 117-119.
48. Ищук М. К., Фролова И. Г., Ищук Е. М. Усиление каменных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 8. С. 28-30.

49. Кашеварова Г. Г., Труфанов Н. А. Численный анализ эффективных упругих свойств материала кирпичной кладки // Механика композиционных материалов и конструкций. 2005. Т. 11. № 1. С. 49-60.
50. Шапиро Г. И., Коровкин В. С. К вопросу о напряженно-деформированном состоянии жилых и общественных зданий при температурных воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 12. С. 5-8.
51. Заикин В. Г. Компьютерный расчет армирования плиты лоджии с кирпичным ограждением // Вестник МГСУ. 2012. № 8. С. 221-225.
52. Бабков В. В., Самофеев Н. С., Чуйкин А. Е. Силикатный кирпич в наружных стенах зданий: анализ состояния, прогноз долговечности и способы ее повышения [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL:http://dl.unilib.neva.ru/dl/5/ed-64_800047_0000928712pa.pdf (дата обращения 04.06.2014).
53. Грановский, А. В. Исследование прочности и деформативности стен из керамического кирпича в зоне заделки металлических анкеров // Промышленное и гражданское строительство (ПГС): Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. 2001. №10. С. 17-18.
54. Ананьев, А. И., Лобов О. И. Керамический кирпич и его место в строительстве современных зданий // Проектирование и строительство в Сибири. 2013. № 5. С. 28-31.
55. Бабков В. В. Деформативность штукатурных составов в современных теплоэффективных наружных стенах зданий // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 3. С. 59-64.
56. Грановский, А. В., Киселев Д. А. Экспериментальные исследования работы анкерного крепежа при динамических воздействиях // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2012. № 1. С. 43-45.
57. Грановский, А. В. Сейсмостойкость стен из крупноформатных керамических поризованных (шлифованных) многопустотных камней на клеевом растворе // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 6. С. 67-70.
58. Грановский, А. В., Берестенко Е. И. Оценка монолитности кладки стен из крупноформатных многопустотных керамических камней // Жилищное строительство. 2013. № 12. С. 31-33.
59. Грановский, А. В. О корректности принятого в СП 15.13330.2012 значения коэффициента Баушингера для кладки стен из крупноформатного керамического пустотелого камня // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 8. С. 66-68.
60. Киреева Э. И. Прочность горизонтальных стыков панелей и многопустотных плит перекрытий в крупнопанельных зданиях // Жилищное строительство. 2013. № 10. С. 2-6.
61. Sokolov B. S., Antakov A. B. The results of masonry and reinforced masonry research . Vestnik MGSU. 2014. No 3. Pp 99-106.
62. Derkach V. N. Normal cohesive strength of cement mortar in the masonry. Magazine of Civil Engineering. 2012. Vol 33. Pp 6-13.
63. Chourasia A. , Sriman K. B., Pradeep K. B., Navratan M. B. Influential aspects on seismic performance of confined masonry construction. Natural Science. 2013. Vol 05. Pp 56-62.
64. Papalou A. Strengthening of masonry structures using steel frames. International Journal of Engineering & Technology. 2012. Vol 2. pp 50-56.
65. Prakash T. M., Naresh kumar B. G. Behaviour of ACB masonry in-filled RC frame under cyclic in-plane lateral load. International Journal of Environmental Science and Development. 2014. Vol 5. Pp 12-14.
66. Manguera F., Luttgardes O., Azambuja M. Determination of the numerical parameters of a continuous damage model for the structural analysis of clay brick masonry. Materials Research. 2012. Vol 15. Pp 1013-1021.
67. Derkach V. N. Joint action of masonry filling and monolithic reinforced concrete frame. Magazine of Civil Engineering. 2013. Vol 40. pp 20-27.
68. Kulkarni P.B, Raut P., Agrawall N. Linear static analysis of masonry infilled R.C. frame with & without opening including open ground storey. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol 2. 2013. Pp 2215-2223.
69. Šejnoha M., Vorel J., Sýkora J. Evaluation of effective conductivities for masonry with interfaces. Bulletin of Applied Mechanics. 2008. Vol 4. Pp 18-23.
70. Gálvez Ruiz J. C., Casati Calzada M. J., Reyes Pozo E. Experimental scale model study of cracking in brick masonry under tensile and shear stress. Materiales de Construccion. 2008. Vol 58. Iss 291. pp 69-83.

71. Reyes E., Casati M. J., Gálvez J. C. Study of the brickwork masonry cracking with a cohesive fracture model. *Materiales de Construcción*. 2011. Vol 61. Pp 431-449.
72. Rolando, A. Characteristic compression strength of a brickwork masonry starting from the strength of its components. Experimental verification of analytical equations of European codes. *Materiales de Construcción*. 2006. Vol 56. Pp 91-98.
73. Ahmad, S., Elahi, A., Pervaiz, H., Rahman, A. G.A., Barbhuiya, S. Experimental study of masonry wall exposed to blast loading. *Materiales de Construcción*. 2014. Vol 64. Pp.e0007.
74. Серикхалиев С.Б., Зимин С.С., Орлович Р.Б. Дефекты защитно-декоративной кирпичной облицовки фасадов каркасных зданий // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2014. №5 (20). С. 28-38.
75. Гроздов В.Т. О недостатках существующих проектных решений наружных навесных стен в многоэтажных монолитных железобетонных зданиях // «Дефекты зданий и сооружений». СПб: ВИТУ. 2006. С. 15-21.
76. Jager W., Thime M. Bemessung von horizontal beanspruchten Mauerwerk nach EN 1996-1-1 mit Hilfe modifizierten Momentenverteilungszahlen // *Mauerwerk*, 2005. №1. S. 8-13.
77. Терехов В.А., Гагарин В.Г., Горбунов А.М., Павлова М.О. О нормах проектирования многослойных наружных стен из облегченной кладки в каркасных зданиях // *Жилищное строительство*. 2010. №9. С. 10-12.
78. Bramershuber W., Schubert P., Schmidt U., Hannawald J. Rissfreie Wandlänge von Porenbeton-Mauerwerk. *Mauerwerk* 4/2006. S. 132-139.
79. Райзер В.Д. Расчет и нормирование надежности строительных конструкций. М: Изд-во АСВ, 1995. 344 с.
80. Деркач В.Н., Жерносек Н.М. Методы оценки прочности каменной кладки, в отечественной и зарубежной практике обследования зданий и сооружений // *Вестник Белорусско-Российского университета*. 2010. №3. С. 135-143.
81. Серов А., Орлович Р. Б., Морозов И. Мониторинг трещин в каменных зданиях: современные методы // *Архитектура, дизайн и строительство*, Санкт-Петербург. 2009. №1(41). С. 62-63.
82. Орлович Р. Б., Мантегацца Д. А., Найчук А. Я., Деркач В. Н. Современные способы ремонта и усиление каменных конструкций // *Архитектура, дизайн и строительство*, Санкт-Петербург. 2010. №1(44). С. 86-87.
83. Павлова М., Моськина О., Пыхяла Я. Выполнено из кирпича // *Строительный эксперт*. 2009. №11(224). С. 10-11.
84. 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.
85. Орлович Р. Б., Деркач В. Н., Найчук А. Я. Об облицовочном слое слоистых каменных стен // *Архитектура и строительство*. 2010. №5. С. 78-85.
86. Боград А. Я. Рациональные технические решения теплоэффективных наружных стен жилых домов различных конструктивных систем // *Строительные материалы*. 1999. №2. С. 2-3.
87. Грановский А. В., Киселев Д. А. О методике испытаний анкеров на вырыв из различных стеновых материалов и возможных областях их применения // *Жилищное строительство*. 2010. №2. С. 7-8.
88. Ананьев А. А., Гохберг Ю. Ц. Пути повышения срока безремонтной службы наружных стен жилых зданий, облицованных кирпичом // *Промышленное и гражданское строительство*. 2011. №11. С. 60-63.
89. Muraier T. Edelstahl im zweischaligen Mauerwerk – Sicherheit im Hintergrund // *Mauerwerk*. 2006. №6. Pp. 230-234.
90. Simudic G., Page A. W. Australian developments in the use of walls of geometric section // 7th North American Masonry Conference, University of Notre Dame – South Bend, Indiana, USA. 1996. Vol. 2. Pp. 789-798.c.

Repairing of the brick surface layer is in modern solid-frame houses

R.B. Orlovich¹, S.S. Zimin², P.A. Nachkina³, A.A. Trusova⁴

¹West Pomeranian University of Technology Szczecin, al. Piastów 17, 70-310 Szczecin, Poland.

²⁻⁴Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

Analytical review

Article history

Received 23 May 2014
Accepted 13 August 2014

Keywords

frame-monolithic house,
face brick layer,
layered masonry repairs,
deformation joint,
anchoring,
surface reinforcement,
additional insulation of the surface layer

ABSTRACT

The problems of repairing the outer layer of facial brick layered walls of buildings with monolithic concrete frame are considered in this article. Analyzed the most common damage the surface layer and possible repairs, such as the device horizontal and vertical joints, anchoring of the internal structures, surface reinforcement, additional insulation the surface layer. Particular attention is given to the most vulnerable sections of the surface layer: the angular zones and areas located in the zone ends slabs, as well as issues bearing on the surface layer discs overlap.

4

Corresponding author:

+7 (911) 271 7987, annette0087@mail.ru (Anna Aleksandrovna Trusova, Student)

1

+4 (866) 186 8850, orlowicz@mail.ru (Romuald Boleslavovich Orlovich, D.Sc., Professor, Head of department "General Construction")

2

+7 (921) 347 7701, zimin_sergei@mail.ru (Sergey Sergeyeovich Zimin, Senior lecturer)

3

+7 (981) 160 6652, polinachkina@gmail.ru (Polina Aleksandrovna Nachkina, Student)

1. Introduction

Since the mid-1990s due to tightening requirements for heat transmission resistance layered walls with facial brick layer gained widespread appliance. Lack of experience in construction caused borrowing foreign practice primarily from European countries where layered walls had been already applied for 20-30 years. Exploration of layered walls, especially in construction of solid-frame multi-store buildings, detected a number of drawbacks, which often degrade walls to ultimate state and even to facial layer failure.

General reasons promoted emergencies have rather widely described in technical literature [1-7, 17, 19-90] are reduce to the following:

- lack of horizontal and vertical joints in the surface layer;
- incorrect bearing the surface layer on overlap ends;
- lack of reinforcement horizontal ranges of laying in the surface layer;
- low-quality anchoring of the surface layer of the internal structures;
- low-quality of applied materials and unsatisfactory quality of constructional work.

Despite of the presence of large loads on facial layer static analysis is rarely performed in building project. Except wind, temperature and humidity impact facial layer also sustain loads from frame settlement, floor slab deflection, frame obliquity caused by wind load or irregular foundation settlement. Removal of face faults in ready-built constructions is hard and expensive. Nevertheless, it is necessary to solve this problem because faces lasting quality decreases, and mostly for secure reasons [12]. Unfortunately, despite requirement of practice engineering and construction companies undersell faces repair problems. This article is an attempt to fill the gap.

2. Reconstruction of deformational joints

It stands to reason that the most efficient repair method of the surface layer is elimination of reasons which cause its defects and destruction. First of all, it is subject to horizontal and vertical expansion joints, which are absent in the vast majority of ready-built constructions. This leads to vertical cracking in facial layer, especially in angular zones, and to brick crumbling in slab areas. Experience has proven that transposition of the brickwork in these areas is ineffective, because the cause of the destruction remains. The re-creation of the expansion joints seems to be more effective. The realization of this opportunity is possible by cutting facial layer using disk either special chain saw. The vertical joint should first be placed in angular zones of building's face, where the temperature deformation of facial layer reaches the maximum values [1]. In the flat part of the facades vertical joints are usually unified with window jambs. Distance between the joints should be taken from static analysis that takes in account environmental conditions, facing material, its color and orientation relative to the Sun. Aesthetic value should be also taken into consideration. For example, according to German regulation DIN1053-1 distance between vertical deformation joints depends on latitude: distance for facades located on the north side is taken within 12-14 m, on the south 8-9 m, on the west 7-8 m, and on the east is 10-12 m. Feature of joints construction should be also noticed. For instance, tothing of brick wall is widely used in the German practice [11]: for one part that catches the eye (fig. 1), for the other part, this type of joint construction less violates the integrity of the masonry, compared to direct, and reduces the probability of displacement of one part of a facial layer relative to another out-of-plane.



Figure 1. Example of tothing joint construction

Reestablishment of horizontal deformation joints between facial layer and bottom of floor slabs is difficult, particularly under the balconies and loggias. It is rational to take down upper the and to grout a joint with more non-rigid work material.

Before starting the accomplishment of vertical and horizontal joints masonry of face layer should be anchored in interior structures. Reestablished joints must be made close by filler block from pliable moisture- and frost-resistant sealing material. It will be remarked that sealing materials applied abroad are not suitable for our environment because of the harsh climate.

3. Anchoring

Effective way to stabilize facial layer is to anchor it reliably to the interior structures. Grapping should be appointed from their conditions of work for compression, tension and bending from the action of wind, temperature and humidity strains, as well as the eccentric bearing an obverse layer on face slab sites [18].

It is well known that the largest stretching forces in anchors occur in angular facade areas [1]. It should be noted that the anchor developed abroad, in particular, that are featured by European norms EN 845-1 [15], are intended for buildings under construction and may not be suitable for the repair of a facial layer. Attempts to use existing in the domestic market anchors for this purpose are more likely to be unsuccessful. The authors know cases when anchoring of an obverse layer during the repair led to its accelerated destruction. The cause of destruction, in particular, was the use of anchors with excessive flexural rigidity. As a result of the crushing of an obverse layer thermal deformation in his plane led to the formation of cracks and bricks chipping in the anchor area. The authors also know about attempts pumping glue under pressure into the drilled holes of double-layer walls without air gap (a glue bonded anchor). The reliability of the anchor remains doubtful.

Generally, the anchoring of facial layer as the method of repair demand of considered approach. The installation of repair anchors together with existing anchors can lead to the significant constraint thermal deformations of the facial layer without and its larger damages. This effect can be observed in the splitting facing layer of three-layered ferroconcrete wall panels LPB. From other side, determination of anchors position and quantity in the existing walls is extremely difficult, especially if they are made from the stainless steel or of the man-made materials, for example, fiberglass. Problem also consists in quality of the inner layer, to which is

anchored facial layer. As is known, in the case of the erection of inner layer from the foam concrete or gas silicate blocks, facial layer can degrade at the depth to 10-15 cm because of the pore humidity accumulation in the contact zone with the facial layer. Thus the reliability of anchoring problem appears. All these problems require deep scientific analysis.

In connection with the relevance of the problem new technologies of anchoring facial layer are developed in a number of organizations and by authors. In particular, we have proposed the patented in Russia spiral anchor-cross section working on pulling like the corkscrew. Miltiwire anchor mounted in a laying on special technology also might be of practical interest.

4. Surface reinforcement

The next approach of facial brick repair is surface reinforcement. This approach might be justified if the strong degradation of masonry (e.g. cracking) exists, that is most often associated with poor quality of construction works, use of hollow bricks with a large volume of voids and with reduced strength and frost resistance (fig. 2).



Figure 2. Degradation of surface layer made from high voidage with low frost-resistance

It is generally viewed that in international practice front layer is usually built from solid brick, because it must perform a protective function for the whole operational cycle. Particular attention is paid to the quality of the cutting of vertical and horizontal mortar joints. In case of insufficient quality of joints cuttings their water resistance can be achieved through reliable waterproofing by means of special solutions. This method, for instance, is widely used in the United States.

Filling the open voids rain water contributes to further breakdown of lining as a result its thawing out. The reinforced plaster layer render possible prevention of this process. For this purpose special plaster solutions from the inorganic mineral materials with the modified polymeric additives are used abroad more widely. The strengthening technology consists of the following. To that purified of plastering and contaminations surface of masonry after its moistening the layer of the pasting plaster solution with a thickness of 3 mm is brought, into which the reinforcing grid from the composite materials is sunk. Then the shielding plaster layer with a thickness of 8-10 mm is applied, whose surface undergoes finish machining. If necessary the second grid can be sunk into the protective layer, which ensures the increased strength of strengthening.

This strengthening system is known abroad as FRCM (Fibre reinforced cementitious matrix). The grids from the glass-, the aramid and carbon fiber can be used as the steel framework [14] (fig. 3).



Figure 3. Carbon fiber net placement on reinforced masonry vault

The advantages of the system include:

- the simplicity of the technology;
- high adhesion capability of reinforcing plaster layer to the surface of reinforced masonry;
- high compatibility with masonry reinforcing layer, that means the system has approximately equal deformation characteristics such as elasticity modules, thermal expansion to masonry;
- high corrosion, fire-and water-resistant, moisture vapor transmission, allowing to reinforce structures both inside and outside buildings.

The undoubted advantages of this method are universality and applicability for all shapes and outlines of reinforced designs.

It is widely used in foreign practice for reinforcing stone buildings and structures subjected to dynamic stress, for example, from traffic, technological equipment and seismic. In the CIS countries, including Russia, this method is only beginning to be introduced (fig. 4).



Figure 4. Strengthening brick wall by reinforced plaster

This method of repair requires preliminary operations on avoiding of further influence of the thermal deformations and other actions on the facial layer - its cutting by vertical and horizontal deformation joints, additional anchoring to the inner layer.

Sometimes the reinforcement of laying lengthwise can prove to be sufficient for the repair. First of all, it concerns the angular sections of the buildings where the thermal deformations of the facial layer reach maximum value. Here the negative wind pressure contributes crack formation also, especially perceived on the upper levels, where the aerodynamic coefficient exceeds value on the remaining wall sections more than three times. In order to avoid this process, besides the device of vertical deformation joints, it is possible to resort to method of strengthening by the reinforcement of the angular sections of laminar walls with the cracks (fig. 5).

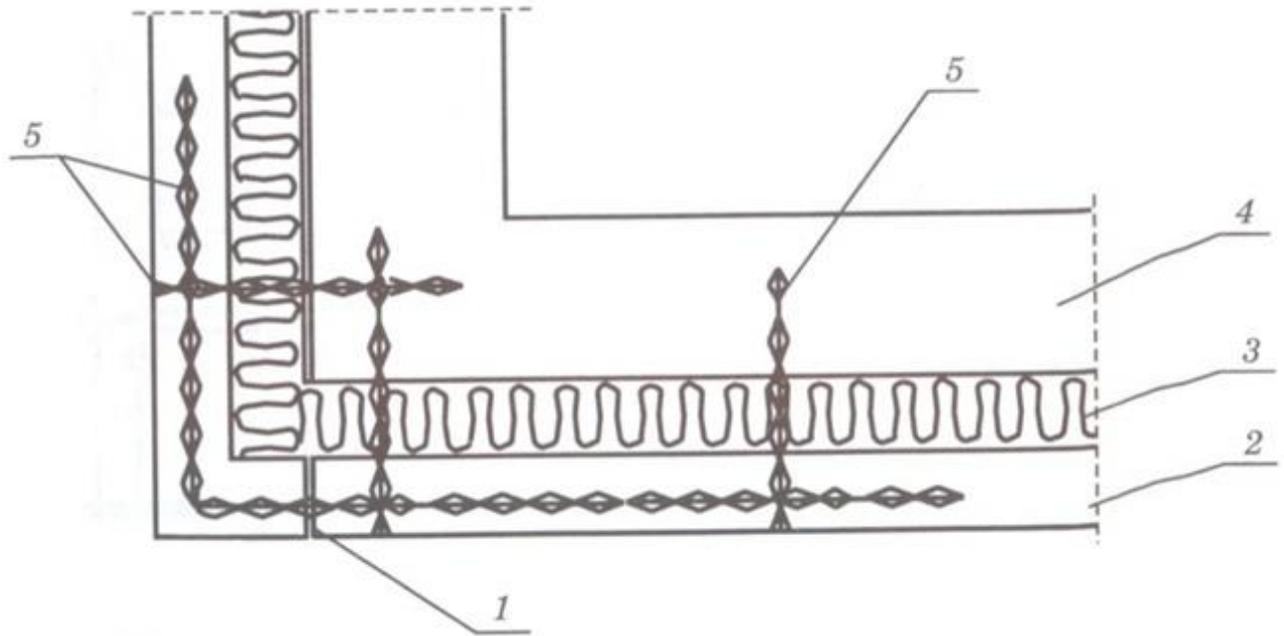


Figure 5. Strengthening of walls in angular zona:

1 – vertical crack, 2 – facial brick layer,
3 – insulation, 4 – internal brick layer,
5 – anchors and grid in the form of the spiral rods

Role of anchors and reinforcement in this case play special spiral ropes of stainless steel, which has both high strength and tensile deformation properties. Horizontal fittings are sunk into preliminary milled out drilling in mortar joints and calked with a special solution. At the same time, in some cases authors consider unacceptable reinforcing angular facade zones with overhead metal clamps. Apart from degradation of aesthetics, this reinforcement leads to increased stiffness of masonry in the corners, that reinforcement further restricts freedom of temperature deformations as compared with missing vertical deformation joints. As a result the cracks will appear near the reinforced zones, as evidenced by the experiences (fig. 6).



Figure 6. Reinforcement of facial layer in the angles

5. Additional insulation of the surface layer

As the alternative to surface reinforcement additional insulation can of facial layer be used, preventing influence on its work of temperature and humidity environmental effects. Due to this measure the bridges of cold of the ends of reinforced concrete floor in the form coming out outside the facades are removed also. The same relates to the balconies and loggias, which in the foreign practice frequently additionally insulated. The thickness of insulation must be assigned from the condition for work of facial layer at positive temperatures. Otherwise because of the displacement of the dew point outside of facade condensate accumulated in facial layer will lead to its further thawing out. It will be especially manifested with the use as the insulation of foam polystyrene, which possesses low steam permeability. In connection with this the rigid mineral wool plates possessing high permeability to steam should be used as the insulation.

Located in the zone of the ends of the plates of overlaps the sections of facial layer undergo systematic destruction most frequently [16]. It is connected with the absence of horizontal deformation joints and also the application of high-void stones. In this case the replacement of the brick filling of the ends of overlaps with the more deformation extrusion foam polystyrene protected outside by drainages from the corrosion-resistant tin metal or of weatherproof plastic profiles can prove to be expedient (fig. 7). At that simultaneously partially is solved the problem of the bridges of cold in overlaps.

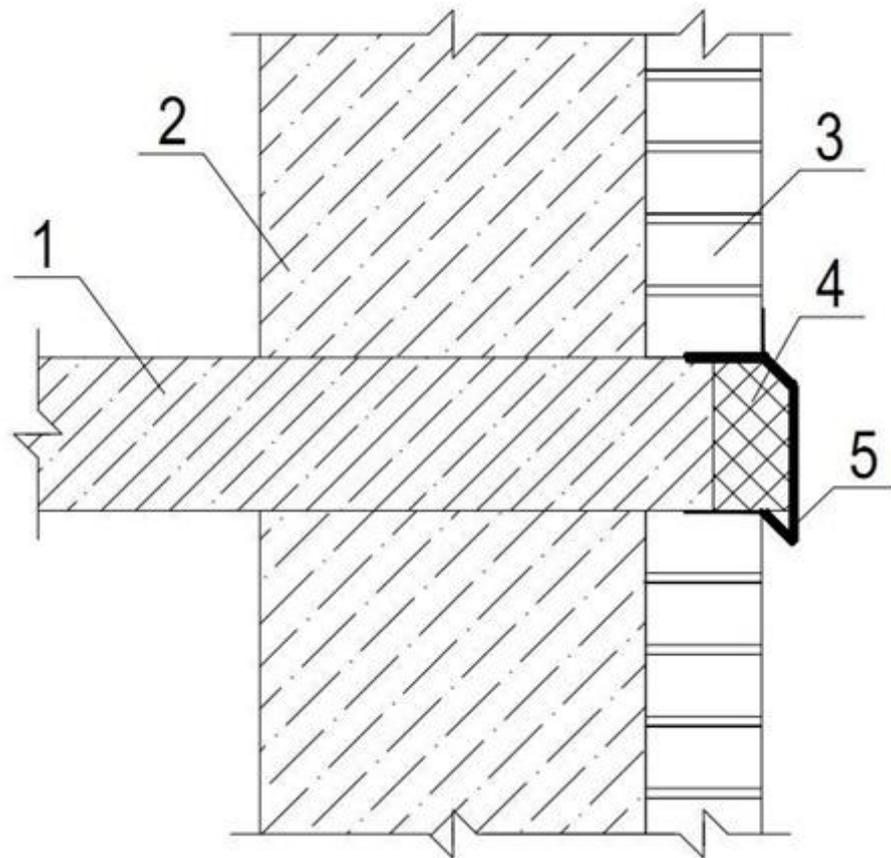


Figure 7. Additional insulation of the surface layer in overlaps zona:
1 – reinforced concrete overlap, 2 – internal layer of wall,
3 - facial brick layer, 4 – extrusive foam polystyrene packing block,
5 – dewatering.

Exceptional case of repair of facades may be partial or complete disassembly of an obverse layer and replacement the new more durable layer of either hinged vent facade. It should be considered not only from the large capital costs of repairs, but also with the need to ensure the proper functioning of the building during the repairs. Before reconstruction a facial brick layer all reasons led to its destruction should be eliminated. First of all, we need to reconsider the way of bearing facial layer on the slabs: using long proven in international practice console instead of directly supporting. Other solutions have their right to existence, such as applied in Poland in accordance with Fig. 8.

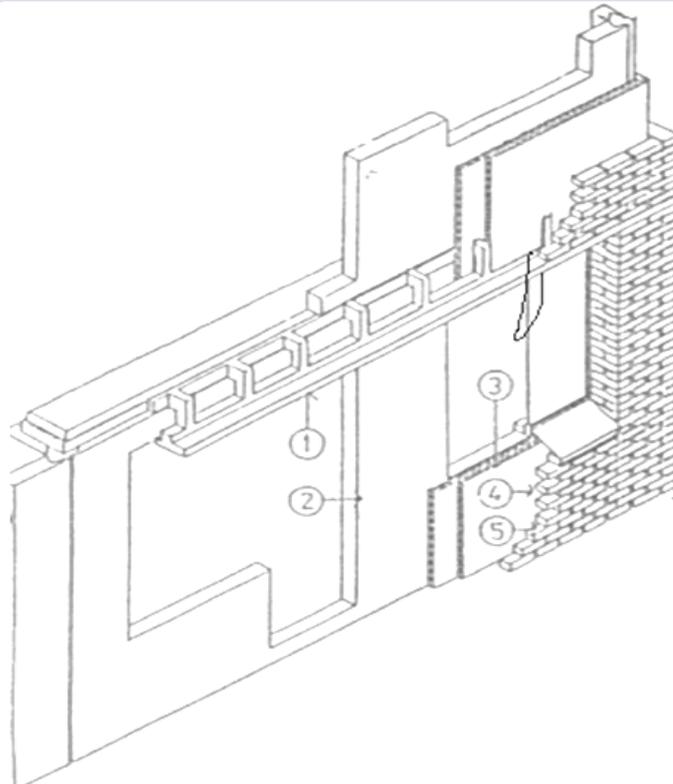


Figure 8. Support of facial brick layer to the ferroconcrete cantilever:

*1 – prefabricated ferroconcrete cantilever fastened to the overlap,
2 - internal layer of wall, 3 – thermal isolation,
4 – air gap, 5 - facial brick layer*

6. Conclusions

From the analysis of some enumerated methods of the facial layer repair it is possible to draw the conclusion that today the universal and approved by long-standing operation methods not exist. The selection of the concrete method of repair requires individual approach. Determining here can be the form of building, the relief of facade, the presence of balconies and loggias, value and frequency of the arrangement of window and door apertures used during the building materials and technology and also number of other factors. On the deep belief of the authors the methods of repair adopted must be scientifically substantiated.

The choice must necessarily be preceded by diagnostics, monitoring and disclosure of facial layer to determine the conformity of applied materials and technology design decisions, which in turn should be subjected to comprehensive analysis. Strength calculations of the reconstructed system must necessarily be filled the thermo-technical analysis. Facade renovation project should take into account the real possibilities of the construction market: availability of skilled performers, quality materials and proven technologies. Reviewers know the case when the repair did not improve, but worsened performance and security fronts. Here you must regard the psychological discomfort of tenants who do not agree with lack of reality houses, often advertised as luxury housing.

References

1. Ishchuk M. K. *Otechestvennyy opyt vozvedeniya zdaniy s naruzhnymi stenami iz oblegchenoy kladki*. M.: Izd-vo RIF «Stroymaterialy», 2009. 360 s.
2. Grozdov V. T. *O nedostatkakh sushchestvuyushchikh proyektnykh resheniy navesnykh naruzhnykh sten v mnogoetazhnykh monolitnykh zhelezobetonnykh zdaniyakh* // Trudy VITU «Defekty zdaniy i sooruzheniy». SPb. 2003. S. 36-39.
3. Lobov O. I., Ananyev A. I. *Dolgovechnost oblitsovochnykh sloyev naruzhnykh sten mnogoetazhnykh zdaniy s povyshennym urovnem teploizolyatsii* // Stroitelnyye materialy. 2008. № 4. S. 56-59.
4. Lobov O. I., Ananyev A. I. *Dolgovechnost naruzhnykh sten sovremennykh mnogoetazhnykh zdaniy* // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2008. № 8. S. 48-52.
5. Aleksandrovskiy S. V. *Dolgovechnost naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruktsiy* // M.: RAASN. 2004. – 332s.
6. Orlovich R. B., Naychuk A. Ya., Derkach V. V. *Otechestvennyye i zarubezhnyye tekhnicheskiye resheniya po naruzhnomu stenovomu ograzhdeniyu vysoznykh zdaniy* // ARDiS. S.-Peterburg. 2009. № 4. S. 56-57.
7. Kuznetsova G. S. *Sloistyye kladki v karkasno-monolitnom domostroyenii* // Materialy i tekhnologii stroitelstva. 2009. №1 (63). S. 6-22.
8. Derkach V. N., Orlovich R. B. *Voprosy kachestva i dolgovechnosti oblitsovki sloistykh kamennykh sten* // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2011. № 2 (20). S. 42-47.
9. Orlovich R. B., Naychuk A. Ya. *Ankerovka litseвого sloya v sloistykh kamennykh stenakh* // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2010. №6. S. 73-76.
10. Derkach V. N. *Povrezhdeniya keramicheskoy oblitsovki naruzhnykh sten mnogoetazhnykh kamennykh zdaniy* // Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Stroitelstvo i arkhitektura. 2010. №1. S.40-42.
11. Altaha N.: *Zweischaliges Ziegelverblendmauerwerk* // Stand der Technik. Mauerwerk 15 (2011), S. 214–222.
12. Derkach V. N., Orlovich R. B. *Nesushchaya sposobnost kamennogo zapolneniya karkasnykh zdaniy* // Stroitelstvo i rekonstruktsiya. FGOU VPO «Gosuniversitet-UNPK». 2011. №3. S. 3-8.
13. Orlovich R. B., Gorshkov A. S., Zimin S. S. *Primeneniye kamney s vysokoy pustotnostyu v oblitsovochnom sloye mnogosloynnykh sten* // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2013. № 8. S. 14-23.
14. Belov V. V., Derkach V. N. *Ekspertiza i tekhnologiya usileniya kamennykh konstruktsiy* // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2010. №7 (17). S. 14-20.
15. EN 845-1:2008 «Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk – Teil 1: Maueranker, Zugbänder, Auflager und Konsolen Stürze». 47 p.
16. Orlovich R. B., Derkach V. N. *Sopryazheniye litseвого sloya sploshnykh kamennykh sten s plitami perekrytiy* // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2011. №11. S. 60-63.
17. Ogorodnik V. M., Ogorodnik Yu. V. *Nekotoryye problemy obsledovaniya zdaniy s otdelkoy litsevym kirpichom v Sankt-Peterburge* // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2010. №7. S. 10-13.
18. Orlovich R. B., Rubtsov N. M., Zimin S. S. *O rabote ankerov v mnogosloynnykh ograzhdayushchikh konstruktsiyakh s naruzhnym kirpichnym sloyem* // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2013. №1 (36). S. 3-11.
19. Knatko M. V., Pestryakov I. I., Gorshkov A. S., Rymkevich P. P. *Opyt ispytaniya stenovoy konstruktsii v laboratornykh i naturnykh usloviyakh s tselyu prognozirovaniya yeye ekspluatatsionnogo sroka sluzhby* // II Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Stroitel'naya teplofizika i energoeffektivnoye proyektirovaniye ograzhdayushchikh konstruktsiy zdaniy». Sankt-Peterburg, 2009. S. 56-66.
20. Drobiec L. *Przyczyny uszkodzen murow*// XXII Ogolnopolska konferencja warsztat pracy projektanta konstrukcji.- Szczyrk. 2007. S. 105-146.
21. Schubert P. *Vermeiden von schädlichen Rissen in Mauerwerkbauteilen* // Mauerwerk-Kalender. Berlin. 1996. S. 621-651.
22. Pavlova M. O., Zakharov V. A. *Otsenka nadezhnosti proyektnykh resheniy mnogosloynnykh naruzhnykh sten zdaniy s kirpichnoy oblitsovkoj* // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2012. № 3. S. 38-40.
23. Obozov V. I., Davidyuk A. A. *Napryazhenno-deformirovannoye sostoyaniye kirpichnoy oblitsovki fasadov zdaniya* // Seysmostoykoye stroitelstvo. Bezopasnost sooruzheniy. 2010. № 2. S. 34-37.
24. Obozov V. I., Davidyuk A. A. *Analiz povrezhdeniy kirpichnoy oblitsovki fasadov mnogoetazhnykh karkasnykh zdaniy* // Seysmostoykoye stroitelstvo. Bezopasnost sooruzheniy. 2010. № 3. S. 51-56.

25. Bondarenko I. N., Malashkin Yu. N., Kachkov N. A., Bondarenko V. I. O rabote kirpichnoy oblitsovki sovremennykh vysotnykh zdaniy // Vestnik MGSU. 2010. T. 5. № 4. S. 43-48.
26. Umnyakova N. P. Dolgovechnost trekhsloynnykh sten s oblitsovkoj iz kirpicha s vysokim urovnem teplovoj zashchity // Vestnik MGSU. 2013. № 1. S. 94-100.
27. Davidyuk A. A. Analiz rezultatov obsledovaniya mnogoslownykh naruzhnykh sten mnogoetazhnykh karkasnykh zdaniy // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2010. № 6. S. 21-26.
28. Livshits D. V., Ponomarev O. I., Lomova L. M. Povysheniye dolgovechnosti i sovershenstvovaniye konstruksiy naruzhnykh kirpichnykh i kamennykh sten energoeffektivnykh zdaniy // Seysmostoykoye stroitelstvo. Bezopasnost sooruzheniy. 2008. № 6. S. 42-44.
29. Ponomarev O. I., Lomova L. M. Prochnost i deformativnost kladki iz sovremennykh effektivnykh stenovykh materialov // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2007. № 3. S. 29-31.
30. Davidyuk A. A. Nesushchaya sposobnost ankernogo krepzha i gibkikh bazalto-plastikovykh svyazeyv kladke iz legkobetnykh blokovna steklovidnykh zapolnitelyakh // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2014. № 3. S. 39-43.
31. Derkach V. N., Belov V. V. Prochnost kamennoy kladki na rastyazheniye pod uglom k gorizontalnym rastvornym shvam // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2012. № 2. S. 65-70.
32. Yenotkina S. A. Ekspluatatsiya mnogoslownykh ograzhdayushchikh konstruksiy // Molodoy uchenyy. 2011. № 6-1. S. 49-52.
33. Ananyev A. A., Dudenkova G. Ya., Kozlov V. V. Dolgovechnost keramicheskogo kirpicha i kamnya v naruzhnykh stenakh // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2007. № 3. S. 13-15.
34. Shlegel I. F. Effektivn li pustotelyy kirpich? // Stroitelnyye materialy. 2006. № 7. S. 41-43.
35. Ishchuk M. K. Trebovaniya k mnogoslownym stenam s gibkimi svyaziyami // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2008. № 5. S. 15-19.
36. Ananyev A. I., Ananyev A. A. Dolgovechnost i energoeffektivnost naruzhnykh sten iz oblegchennoy kirpichnoy kladki // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. 2010. № 3. S. 352-356.
37. Lobov O. I., Ananyev A. I., Ananyev A. A. Ekspluatatsionnyye kachestva ograzhdayushchikh konstruksiy // Gradostroitelstvo. 2010. № 4. S. 61-65.
38. Kupriyanov V. N., Ivantsov A. I. K voprosu o dolgovechnosti mnogoslownykh ograzhdayushchikh konstruksiy // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekurno-stroitel'nogo universiteta. 2011. № 3. S. 63-76.
39. Ishchuk M. K., Zuyeva A. V. Issledovaniye napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya litsevoogo sloya iz kirpichnoy kladki pri temperaturno-vlazhnostnykh vozdeystviyakh // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2007. № 3. S. 40-42.
40. Ishchuk M. K. Prichiny defektov naruzhnykh sten s litsevym sloyem iz kirpichnoy kladki // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2008. № 3. S. 28-31.
41. Muryy M. A. Temperaturnyye deformatsii vlazhnoy kirpichnoy kladki // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekurno-stroitel'nogo universiteta. 2008. № 1. S. 79-85.
42. Mizyuryayev S. A., Zhigulina A. Yu., Mamonov A. N. Termoustoychivost stroitelnykh konstruksiy // Seysmostoykoye stroitelstvo. Bezopasnost sooruzheniy. 2006. № 3. S. 52-56.
43. Ishchuk M. K. Analiz napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya kladki litsevoogo sloya naruzhnykh sten // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2008. № 4. S. 23-28.
44. Gagarin V. G. Teplofizicheskiye problemy sovremennykh stenovykh ograzhdayushchikh konstruksiy mnogoetazhnykh zdaniy // Academia. Arkhitektura i stroitelstvo. 2009. № 5. S. 297-305.
45. Pangayev V. V., Savchenko A. Yu. O vliyaniy izgiba na razrusheniye kirpicha szhatoy kladki // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo. 2008. № 7. S. 137-141.
46. Samchenko R. V., Shcherbina L. V., Stepura I. V., Shokarev A. S., Yukhimenko A. I., Shokarev Ye. A. O problemakh rekonstruksii zdaniy i sposobakh ikh resheniya // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo. 2013. № 9. S. 115-122.
47. Pimenov A. T., Popkov A. N. Opyt remonta i rekonstruksii ograzhdeniy razlichnykh sistem // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo. 2005. № 4. S. 117-119.
48. Ishchuk M. K., Frolova I. G., Ishchuk Ye. M. Usileniye kamennykh konstruksiy // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2006. № 8. S. 28-30.
49. Kashevarova G. G., Trufanov N. A. Chislennyy analiz effektivnykh uprugikh svoystv materiala kirpichnoy kladki // Mekhanika kompozitsionnykh materialov i konstruksiy. 2005. T. 11. № 1. S. 49-60.

50. Shapiro G. I., Korovkin V. S. *K voprosu o napryazhenno-deformirovannom sostoyanii zhilykh i obshchestvennykh zdaniy pri temperaturnykh vozdeystviyakh // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2008. № 12. S. 5-8.*
51. Zaikin V. G. *Kompyuternyy raschet armirovaniya plity lodzhii s kirpichnym ograzhdeniyem // Vestnik MGSU. 2012. № 8. S. 221-225.*
52. Babkov V. V., Samofeyev N. S., Chuykin A. Ye. *Silikatnyy kirpich v naruzhnykh stenakh zdaniy: analiz sostoyaniya, prognoz dolgovechnosti i sposoby yeye povysheniya [Elektronnyy resurs]. Sistem. trebovaniya: AdobeAcrobatReader. URL: http://dl.unilib.neva.ru/dl/5/ed-64_800047_0000928712pa.pdf (data obrashcheniya 04.06.2014).*
53. Granovskiy, A. V. *Issledovaniye prochnosti i deformativnosti sten iz keramicheskogo kirpicha v zone zadelki metallicheskih ankerov // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo (PGS): Yezhemesyachnyy nauchno-tekhnicheskyy i proizvodstvennyy zhurnal. 2001. №10. S. 17-18.*
54. Ananyev, A. I., Lobov O. I. *Keramicheskyy kirpich i yego mesto v stroitelstve sovremennykh zdaniy // Proyektirovaniye i stroitelstvo v Sibiri. 2013. № 5. S. 28-31.*
55. Babkov V. V. *Deformativnost shtukaturnykh sostavov v sovremennykh teploeffektivnykh naruzhnykh stenakh zdaniy // Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2013. № 3. S. 59-64.*
56. Granovskiy, A. V., Kiselev D. A. *Eksperimentalnyye issledovaniya raboty ankernogo krepzha pri dinamicheskikh vozdeystviyakh // Seysmostoykoye stroitelstvo. Bezopasnost sooruzheniy. 2012. № 1. S. 43-45.*
57. Granovskiy, A. V. *Seysmostoykost sten iz krupnoformatnykh keramicheskikh porizovannykh (shlifovannykh) mnogopustotnykh kamney na kleyevom rastvore // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2013. № 6. S. 67-70.*
58. Granovskiy, A. V., Berestenko Ye. I. *Otsenka monolitnosti kladki sten iz krupnoformatnykh mnogopustotnykh keramicheskikh kamney // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2013. № 12. S. 31-33.*
59. Granovskiy, A. V. *O korrektnosti prinyatogo v SP 15.13330.2012 znacheniya koeffitsiyenta Baushingera dlya kladki sten iz krupnoformatnogo keramicheskogo pustotelogo kamnya // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2013. № 8. S. 66-68.*
60. Kireyeva E. I. *Prochnost gorizontalnykh stykov paneley i mnogopustotnykh plit perekrytiy v krupnopanelnykh zdaniyakh // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2013. № 10. S. 2-6.*
61. Sokolov B. S., Antakov A. B. *The results of masonry and reinforced masonry research . Vestnik MGSU. 2014. No 3. Pp 99-106.*
62. Derkach V. N. *Normal cohesive strength of cement mortar in the masonry. Magazine of Civil Engineering. 2012. Vol 33. Pp 6-13.*
63. Chourasia A. , Sriman K. B., Pradeep K. B., Navratan M. B. *Influential aspects on seismic performance of confined masonry construction. Natural Science. 2013. Vol 05. Pp 56-62.*
64. Papalou A. *Strengthening of masonry structures using steel frames. International Journal of Engineering & Technology. 2012. Vol 2. pp 50-56.*
65. Prakash T. M., Naresh kumar B. G. *Behaviour of ACB masonry in-filled RC frame under cyclic in-plane lateral load. International Journal of Environmental Science and Development. 2014. Vol 5. Pp 12-14.*
66. Manguera F., Luttgardes O., Azambuja M. *Determination of the numerical parameters of a continuous damage model for the structural analysis of clay brick masonry. Materials Research. 2012. Vol 15. Pp 1013-1021.*
67. Derkach V. N. *Joint action of masonry filling and monolithic reinforced concrete frame. Magazine of Civil Engineering. 2013. Vol 40. pp 20-27.*
68. Kulkarni P.B, Raut P., Agrawall N. *Linear static analysis of masonry infilled R.C. frame with & without opening including open ground storey. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol 2. 2013. Pp 2215-2223.*
69. Šejnoha M., Vorel J., Sýkora J. *Evaluation of effective conductivities for masonry with interfaces. Bulletin of Applied Mechanics. 2008. Vol 4. Pp 18-23.*
70. Gálvez Ruiz J. C., Casati Calzada M. J., Reyes Pozo E. *Experimental scale model study of cracking in brick masonry under tensile and shear stress. Materiales de Construcción. 2008. Vol 58. Iss 291. pp 69-83.*
71. Reyes E., Casati M. J., Gálvez J. C. *Study of the brickwork masonry cracking with a cohesive fracture model. Materiales de Construcción. 2011. Vol 61. Pp 431-449.*
72. Rolando, A. *Characteristic compression strength of a brickwork masonry starting from the strength of its components. Experimental verification of analytical equations of european codes. Materiales de Construcción. 2006. Vol 56. Pp 91-98.*

73. Ahmad, S. , Elahi, A. , Pervaiz, H. , Rahman, A. G.A., Barbhuiya, S. *Experimental study of masonry wall exposed to blast loading. Materiales de Construcción. 2014. Vol 64. Pp.ye0007.*
74. Serikkhaliyev S.B., Zimin S.S., Orlovich R.B. *Defekty zashchitno-dekorativnoy kirpichnoy oblitsovki fasadov karkasnykh zdaniy // Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2014. №5 (20).S. 28-38.*
75. Grozdov V.T. *O nedostatkakh sushchestvuyushchikh proyektnykh resheniy naruzhnykh navesnykh sten v mnogoetazhnykh monolitnykh zhelezobetonnykh zdaniyakh // «Defekty zdaniy i sooruzheniy». SPb: VITU. 2006. S. 15-21.*
76. Jager W., Thime M. *Bemessung von horizontal beanspruchten Mauerwerk nach EN 1996-1-1 mit Hilte modifizierten Momentenverteilungszahlen // Mauerwerk, 2005. №1. S. 8-13.*
77. Terekhov V.A., Gagarin V.G., Gorbunov A.M., Pavlova M.O. *O normakh projektirovaniya mnogosloynnykh naruzhnykh sten iz oblegchennoy kladki v karkasnykh zdaniyakh // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2010. №9. S. 10-12.*
78. Bramershuber W., Schubert P., Schmidt U., Hannawald J. *Rissfreie Wandlänge von Porenbeton-Mauerwerk. Mauerwerk 4/2006. S. 132-139.*
79. Rayzer V.D. *Raschet i normirovaniye nadezhnosti stroitelnykh konstruksiy. M: Izd-vo ASV, 1995. 344 s.*
80. Derkach V.N., Zhernosek N.M. *Metody otsenki prochnosti kamennoy kladki, v otechestvennoy i zarubezhnoy praktike obsledovaniya zdaniy i sooruzheniy// Vestnik Belorussko-Rossiyskogo universiteta. 2010. №3. S. 135-143.*
81. Serov A., Orlovich R. B., Morozov I. *Monitoring treshchin v kamennykh zdaniyakh: sovremennyye metody // Arkhitektura, dizayn i stroitelstvo, Sankt-Peterburg. 2009. №1(41). S. 62-63.*
82. Orlovich R. B., Mantegatsta D. A., Naychuk A. Ya., Derkach V. N. *Sovremennyye sposoby remonta i usileniye kamennykh konstruksiy // Arkhitektura, dizayn i stroitelstvo, Sankt-Peterburg. 2010. №1(44). S. 86-87.*
83. Pavlova M., Moskina O., Pykhyala Ya. *Vypolneno iz kirpicha // Stroitelnyy ekspert. 2009. №11(224). S. 10-11.*
84. Gagarin V. G. *Teploizolyatsionnyye fasady s tonkim shtukaturnym sloyem. Temperaturno-vlazhnostnyye vozdeystviya i dolgovechnost sistem teploizolyatsionnykh fasadov s tonkim shtukaturnym sloyem // AVOK. №6. 2007. C 12-23.*
85. Orlovich R. B., Derkach V. N., Naychuk A. Ya. *Ob oblitsovochnom sloye sloistykh kamennykh sten // Arkhitektura i stroitelstvo. 2010. №5. S. 78-85.*
86. Bograd A. Ya. *Ratsionalnyye tekhnicheskiye resheniya teploeffektivnykh naruzhnykh sten zhilykh domov razlichnykh konstruktivnykh sistem // Stroitelnyye materialy. 1999. №2. S. 2-3.*
87. Granovskiy A. V., Kiselev D. A. *O metodike ispytaniy ankerov na vyryv iz razlichnykh stenovykh materialov i vozmozhnykh oblastiakh ikh primeneniya // Zhilishchnoye storitelstvo. 2010.№2. S. 7-8.*
88. Ananyev A. A., Gokhberg Yu. Ts. *Puti povysheniya sroka bezremontnoy sluzhby naruzhnykh sten zhilykh zdaniy, oblitsovannykh kirpichom // Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo. 2011. №11. S. 60-63.*
89. Muraier T. *Edelstahl im zweishaligen Mauerwerk – Sicherheit im Hinterdrund // Mauerwerk. 2006. №6. Pp. 230-234.*
90. Simudic G., Page A. W. *Australian developments in the use of walls of geometric section // 7th North American Masonry Conference, University of Notre Dame – South Bend, Indiana, USA. 1996. Vol. 2. Pp. 789-798.*