

Тинюков Александр Станиславович

Студент (магистратуры) промышленное и гражданское строительство:

технологии и организация строительства

Чувашский Государственный университет им. И.Н. Ульянова

(Россия, г. Чебоксары)

МНОГОСЛОЙНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация: Анализ текущей ситуации на строительном рынке показывает, что за последние 10-15 лет произошли кардинальные изменения в ассортименте материалов, применяемых для возведения наружных стен. Эти изменения были инициированы, в первую очередь, обновлением нормативных документов: введением поправок к СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» и последующей заменой его на СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». В результате внедрения новых нормативов, требования к теплоизоляционным свойствам ограждающих конструкций возросли в 2,5–3 раза. Это привело к тому, что многие традиционные и проверенные временем материалы и изделия, такие как керамический и силикатный кирпич, керамзитобетон, полистиролбетон, деревянный брус и бревно, вермикулит и другие, а также конструкции на их основе, перестали соответствовать современным стандартам тепловой защиты.

Ключевые слова: архитектурные ограждающие конструкции, многослойные фасадные системы, современная архитектура.

Annotation: An analysis of the current situation in the construction market shows that over the past 10-15 years, there have been significant changes in the range of materials used for the construction of exterior walls. These changes were primarily initiated by the update of regulatory documents, including the introduction of amendments to SNiP II-3-79* "Building Thermal Engineering" and its subsequent replacement with SNiP 23-02-2003 "Thermal Protection of Buildings." As a result of these changes, the requirements for the thermal insulation properties of building

envelopes have increased by 2.5 to 3 times. As a result, many traditional and time-tested materials and products, such as ceramic and silicate bricks, expanded clay concrete, polystyrene concrete, wooden beams and logs, vermiculite, and others, as well as structures based on these materials, no longer meet modern standards for thermal protection.

Keywords: *architectural fencing structures, multi-layer facade systems, and modern architecture.*

Стремление к повышению энергоэффективности зданий привело к отказу от монолитных стеновых конструкций (каменных, кирпичных, блочных) в пользу инновационных многослойных решений. В частности, активно внедрялись системы вентилируемых фасадов, предлагающие широкий выбор облицовочных материалов, и фасадные теплоизоляционные системы с тонким штукатурным слоем (WDVS). Развитие рынка, обусловленное приходом иностранных компаний и открытием отечественных производств (URSA, «Пеноплекс», Dow Corning, Rockwall), способствовало массовому распространению новых утеплителей, таких как минеральная вата и пенополистирол, ставших основой современных комбинированных стен. Однако, несмотря на явные преимущества этих материалов и технологий, их внедрение в России часто носило характер некритичного заимствования зарубежных решений. Это привело к игнорированию значительных климатических различий (температурных и влажностных) между европейскими странами и Россией, что, в свою очередь, выявило недостаток опыта эксплуатации и риски, связанные с упрощенным подходом к проектированию и монтажу.

Планирование и опережение водопонижения:

При проведении земляных и других строительных работ, требующих осушения, системы водопонижения должны быть готовы к запуску заранее. Это означает, что оборудование для откачки воды (насосы, иглофильтры и т.д.) должно начать работать раньше, чем начнутся основные строительные работы, чтобы обеспечить необходимый уровень осушения.

Подготовка площадки для водопонижения:

Одновременно с началом земляных работ необходимо подготовить специальные участки. В первую очередь это касается создания берм и площадок для установки иглофильтров, бурения скважин и размещения насосных станций. Также важно обустроить водосборные приемки (зумпфы). После запуска насосов для открытого водоотлива следует прорыть передовые траншеи и водоотводные канавы. Эти канавы обычно создаются экскаваторами-драглайнами или канавокопателями, начиная от зумпфов и двигаясь к водораздельным точкам. В больших и долгосрочных котлованах эти системы должны быть интегрированы с ливневой канализацией и водосборниками для поверхностных вод.

Размещение оборудования и коммуникаций:

Все элементы системы водопонижения, включая водостоки, зумпфы и водосборники, должны быть расположены таким образом, чтобы не мешать работе строительной техники, транспорту, а также не препятствовать строительству и эксплуатации соседних объектов или добыче полезных ископаемых. При этом при планировании съездов в котлованы, транспортных путей и размещения строительного оборудования необходимо учитывать оптимальное расположение водопонижительных устройств.

Эффективность и непрерывность работ:

Чтобы избежать ненужных затрат, все строительные работы, где применяется водопонижение, должны выполняться без перерывов и в максимально сжатые сроки.

Особенности подводной разработки и поддержания уровня воды:

При разработке грунта под водой вместе с ним удаляется некоторое количество воды, что приводит к притоку подземных вод в котлован и частичному снижению их уровня. В глубоких котлованах для возможности проведения работ уровень воды приходится специально понижать с помощью открытого водоотлива. Это также необходимо для осушения котлована перед началом дальнейших работ. Откачка воды должна быть равномерной и соответствовать скорости осушения окружающего грунта. Если требуется

ускорить осушение котлована (понижение уровня воды), для предотвращения обрушения откосов и дна следует дополнительно использовать иглофильтры, вакуумные или открытые водопонижительные скважины.

Взаимосвязь работ на соседних объектах:

Важно координировать работы на соседних строительных площадках, поскольку водопонижение может значительно снизить уровень подземных вод далеко за пределами основного объекта. Эту особенность можно использовать при строительстве соседних подземных сооружений. Однако в некоторых случаях это может и ухудшить условия строительства смежных объектов, например, если осушатся грунты, которые планировалось разрабатывать гидромеханизированным способом.

Принятие постановления Минстроя РФ от 10.08.95 №18-81 об увеличении сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий потребовало принятия новых конструктивных решений. Для Москвы сопротивление теплопередаче наружных стен возросло до $R_{тр}=3,16 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, то есть почти в три раза. Теплотехнические расчеты показали, что новым требованиям, при приемлемой толщине стены, удовлетворяют только многослойные системы с эффективным утеплителем.

Для реализации новых требований экстренно были разработаны «Технические решения наружных стен для монолитного домостроения с новым сопротивлением теплопередаче» ЦНИИЭП жилища совместно с ЦНИИПИ «Монолит» и МНИИТЭП в 1996 году. Начиная с 2005 года, проектирование стеновых конструкций стало осуществляться по альбому «Здания с монолитными железобетонными несущими конструкциями. Наружные стены из легкогобетонных блоков с облицовкой кирпичом. Технические решения», разработанному ЦНИИЭП жилища на основе действующих норм.

Под влиянием экономических соображений Заказчиков и в угоду другим интересам основным типом ограждающей стены стала кладка из ячеистобетонных блоков, облицованная кирпичом (в полкирпича, то есть толщиной 120 мм) с эффективным утеплителем между слоями.

Такое решение предпочиталось Застройщиками в силу следующих обстоятельств:

большого выхода площади (из-за минимальной толщины стены).

дешевизна пенополистирольного утеплителя (наиболее часто использовался наряду с минеральной ватой).

наличие трудно контролируемых скрытых работ, что существенно снижало затраты при монтаже за счет не квалифицированной рабочей силы и сокращения сроков СМР.

«психологическая» иллюзия кирпичной стены, что привлекало покупателей.

отсутствие длительной ответственности за строительство (гарантийный срок 1 год) подталкивало к снижению качества в погоне за деньгами. Многие объекты строились для перепродажи. Появилось множество не профессиональных Заказчиков и строителей, впрочем, как и проектных «шараг».

Провоцирующим фактором явилось отсутствие нормативной базы, которая практически не изменилась, несмотря на изменившиеся требования. Основным документом, регламентирующим возведение кладки, в том числе и лицевой тонкостенной, является СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования». И хотя в 2003 году в него были внесены некоторые изменения, он практически ничем не отличается от версии 81 года.

Необходимо отметить экономический период в стране, в который происходила значительная смена кадров во всех структурных подразделениях строительного комплекса, в том числе в научных и проектных институтах. Никто из участников строительного процесса не оказался к этому готов – ни наука, ни проектировщики, ни подрядные строительные организации.

Последствием эпохи индустриализации явилось отсутствие опыта проектирования из монолитного железобетона, отсутствие опыта применения и проектирования энерго-эффективного стенового ограждения, да и стенового ограждения для монолитных зданий вообще.

При разработке решений стенового ограждения в первую очередь был перенят зарубежный опыт, который каждым интерпретировался в меру собственного понимания. Климатические условия стран-доноров сильно отличались, а опыт мотивации конструктивных решений отсутствовал.

Альбомы конструкций стенового ограждения были разработаны на стадии «Технических решений». Сильные традиции типовых серий с масштабным привлечением ведущих институтов и науки, испытаний, натурных испытаний, экспериментального строительства и проектирования стали невозможны.

Проектировщики оказались один на один с необходимостью принимать конструктивные решения. Традиционно сложившаяся система проектирования внесла свою лепту: стеновое ограждение традиционно разрабатывается в разделах АР архитекторами, не имеющими инженерной подготовки и часто не понимающими технические особенности, связанные с надежностью и прочностью. В инженерных и архитектурных институтах этому не учили. В процессе проектирования зачастую стали принимать участие архитектурные мастерские. Детальность разработки выпущенных альбомов не удовлетворяла потребностей проектировщиков, которые стали вынуждены изобретать или перекладывать решения на строителей.

В последние годы на объектах, возведенных с использованием технологии слоистых кладок, стали происходить участвовавшие случаи обрушения различных по площади фрагментов кирпичной облицовки. Согласно статистическим данным за минувшие пять лет по Москве и Подмосковию было зафиксировано более 420 отказов фасадных систем подобного рода. Причинами возникновения аварийных ситуаций являлись признанные ошибки, допущенные на стадии проектирования, а также причинами развития деструктивных процессов в наружной части кладки явились грубые нарушения технологии монтажа. Следует понимать, что на современном уровне понимания физических процессов зачастую сложно дифференцировать вину. Как и не выполнение проектных требований строителями по причине невыполнимости (трудновыполнимости) проектных решений. На сегодняшний день анализ

причин отказов и осознание ошибок основывается в основном на обобщении и анализе имеющихся аварий. Многие необходимые лабораторные исследования так и не были проведены. Имеющиеся на сегодняшний день «рекомендации» во многом не однозначны, спорны, и самое главное, во многом «умозрительны», без четких количественных данных и в первую очередь имеют ограничительную тенденцию, не всегда «в запас». Даже после массовости обрушений прослеживается влияние конкретных производителей материалов.

Статус предлагаемых «технических решений» опять практически снимает ответственность с авторов перекладывая ее на разработчиков «ДР», вынужденных придумывать и додумывать.

Чтобы предотвратить возможные негативные последствия, обусловленные использованием подобных конструктивных решений при проектировании наружных стен, Минмосoblстрой издал распоряжение от 23.05.2008 № 18 «О применении трехслойных стеновых ограждающих конструкций с внутренним слоем из плитного эффективного утеплителя и лицевым слоем из кирпичной кладки при строительстве гражданских зданий на территории Московской области», запрещающее муниципальным образованиям области, застройщикам, проектным и подрядным организациям применять упомянутые технологии при проектировании зданий и сооружений.

Москва до недавнего времени воздерживалась от столь радикальных мер. В настоящее время по Москве принято аналогичное решение.

Однако опыт проектирования, строительства и эксплуатации многослойных стеновых конструкций с керамическим пустотелым кирпичом выявил ряд недостатков данной технологии. Причем сегодня проблемными являются не только трехслойные, но и более простые двухслойные решения.

Трехслойные стены кроме энергоэффективных достоинств обладают и рядом недостатков. К ним следует отнести

довольно высокую трудоемкость возведения, что неизбежно сказывается на качестве монтажа, а стало быть, на долговечности и безопасности конструкций;

пониженный коэффициент теплотехнической однородности, обусловленный наличием теплопроводных включений в виде строительных элементов из бетона и других материалов. Это, прежде всего, железобетонные плиты перекрытий и оконные (дверные) перемычки. Теоретические исследования показывают, что теплопроводные включения в зонах, где диски перекрытий выходят на контакт с наружным воздухом, обеспечивают теплотери от стены не менее 20%. В некоторых системах теплотери через диски перекрытий могут достигать 53%;

сниженная долговечность, по сравнению с более однородными стенами.

Если не рассматривать дефекты и сложность СМР, а говорить только о теории, то на долговечность влияет в основном фактор долговечности материалов в условиях их эксплуатации определяемых конструкцией стены. Структура такой стены неоднородна, образующие ее материалы имеют различные теплотехнические и пароизоляционные свойства. Если при проектировании и возведении трехслойных ограждающих конструкций это обстоятельство не учитывается, то в их толще может накапливаться конденсационная влага, в связи, с чем снижаются теплотехнические характеристики стены, долговечность и прочность. В многослойных конструкциях, с эффективным утеплителем, температура лицевого слоя значительно ниже, что существенно влияет на количество циклов оттаивания-замораживания и соответственно на долговечность. Количество циклов оттаивания-замораживания зависит не только от климата, но и от конструкции стены. Чем не однороднее стена и эффективнее внутренний утеплитель, тем ниже температура лицевого слоя и больше циклов перехода через ноль. Это обстоятельство существенно влияет на требования к кирпичу. Морозостойкость лицевого слоя должна быть М75-100, в зависимости от конструкции стены.

В многослойных стеновых конструкциях, подверженных периодическому увлажнению, существует еще один опасный момент – это контакт металлических связей и арматуры с насыщенным влагой утеплителем. Коррозия металла возникает только при контакте с минеральной ватой на основе базальтовых

волокон, поскольку скапливающийся в ней конденсат обладает кислотными и щелочными свойствами. К общим недостаткам проектных решений слоистых кирпичных кладок с наружным слоем из лицевого кирпича, применявшихся в российской строительной практике в течение последних лет, специалисты относят:

отсутствие вертикальных температурно-деформационных швов в наружном облицовочном слое кладки;

недостаточное армирование облицовочного слоя кладки с учетом температурно-влажностных воздействий;

отсутствие конструктивных мероприятий по защите стен от атмосферного увлажнения;

неполное опирание наружного облицовочного слоя на несущие конструкции перекрытия;

недостаточное количество крепежных соединений на углах здания и участках стен с проемами;

отсутствие или недостаточность горизонтального деформационного шва под перекрытием;

многослойные кладки практически неремонтопригодны. Невозможно произвести локальный ремонт или замену утеплителя, гибких связей, опорных элементов, поскольку для выполнения даже небольшого объема ремонтно-восстановительных работ потребуется полный демонтаж системы;

отсутствие нормативных требований к материалам стенового ограждения приводит к тому, что производитель, заинтересованный в сбыте, проводя не всегда корректно циклы испытаний или проводя их формально, не в полном объеме, получая положительные заключения по каким-то отдельным элементам, но не по фасадной системе целиком, начинает рекламировать свои решения или изделия. С подачи производителей, иногда, такие решения попадают в территориальные каталоги. Конечно, требования к материалам должны зависеть от конструкции стены. Скорее всего, следует говорить о требованиях к материалам для конкретной конструкции.

Сегодня мы имеем очень скудные требования к материалам:

Марка конструкционного внутреннего блока должна быть не ниже В 1,5. А с учетом реальных навесных нагрузок я рекомендовал бы не ниже В2. Если формально отталкиваться от действующих нормативов то в ГОСТ 21520-89 «Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия» указано, какие блоки являются конструкционными.

в СНиП написано, что связи должны быть из коррозионостойких материалов. Следует применять нержавейку класса А2, и А4, т.к. минераловатный утеплитель может создавать как щелочную, так и кислотную среду и при выпадении конденсата. В этом случае, на наш взгляд следует применять сталь А4.

Мы видели достаточно большое количество зданий с повреждениями, пытаюсь установить причины повреждений:

1) На первое место ставим отсутствие, прежде всего вертикальных температурных швов и горизонтальных деформационных швов.

2) Очень сложно решаются вопросы опирания наружного слоя лицевой кладки на перекрытие. Когда монолитные перекрытия выполняются с отклонениями края от проектной границы, кирпичная кладка часто оказывается зависшей в воздухе. Это одна из частых причин повреждения стен.

3) Применение материала, использование которого в этих конструкциях, на мой взгляд, должно быть категорически запрещено – это пенополистирол с небольшой объемной массой. Во-первых, он дает достаточно большую усадку в процессе эксплуатации. Во-вторых, это материал весьма непрочный. Он крошится и при его укладке остаются достаточно большие щели и зазоры между листами, что провоцирует выпадение конденсата на внутренних поверхностях стены. Обеспечить его плотное прилегание к перекрытиям, в угловых зонах или в местах примыкания других конструктивных элементов практически невозможно. Кроме того, его очень сложно закрепить, не сломав.

4) Это конструктивное решение и качество выполнения горизонтального шва под перекрытием. В этой зоне очень часто присутствуют два очень больших

дефекта представляющих опасность. Первый дефект – это недостаточная величина зазора для учета реального прогиба перекрытий. Сегодня сплошь и рядом применяются безбалочные перекрытия. СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» допускает для таких перекрытий прогиб величиной около $1/200$ от пролета. При пролетах 6 м допустимый прогиб будет составлять порядка 3 см. Каким образом рассчитываются такие перекрытия, мы с Вами все сегодня тоже знаем. Они рассчитываются в основном по тому или иному автоматизированному расчетному комплексу, который считает по упругой стадии и не учитывает снижение жесткости и соответствующего увеличения прогибов, возникающих в перекрытиях с учетом трещин, ползучести бетона и многих других факторов. Неточность расчета прогиба перекрытий в упругой стадии может составлять более чем в 2 раза. Поэтому реальные прогибы в таких перекрытиях больше, чем, получается, по расчету. Как следствие – передача нагрузки от перекрытий на кладку. При этом нагрузка может «собраться» от нескольких этажей на одном из перекрытий и вызвать повреждение несущих конструкций. На точность расчетов перекрытий внимание практически не обращается. Если допускать нормируемые прогибы то получается, что проектный зазор между перекрытием и верхом стены должен быть (3см + 3см) около 6см. Как его заделать? Поэтому, наверное, следует более жестко ограничить прогибы перекрытий под стенами, либо вообще при определенных пролетах обязывать делать окаймляющие балки, которые бы ограничивали деформативность этих участков. Должны быть предусмотрены какие-то устройства, металлические или пластиковые, которые могли бы закрывать торцы перекрытий и обеспечивать отвод дождевых вод из этой зоны.

Понятно, что строители вряд ли придут в восторг от такого решения. Балки делать достаточно сложно – надо и с опалубкой возиться, и арматурные каркасы ставить, то есть возникает масса проблем. Часто проектировщикам приходится закладывать в проекты безбалочные перекрытия не по собственной воле, а по настоянию строителей-заказчиков идя у них «на поводу» обеспечивая свою выживаемость получением заказа.

Второй распространенный дефект обусловлен попаданием воды в этот шов от атмосферных осадков в виде дождя. На фасадах зданий, особенно при большой этажности образуются большие дождевые потоки. Ливни у нас бывают сильные, и при отсутствии водоразбрызгивающих устройств, каких-либо бортиков вода затекает в щель между низом перекрытия и кладкой, распространяясь по кирпичу, утеплителю, пеноблоку снижая теплоэффективность конструкции, приводя к размораживанию и т.п. т.е. мастики, которыми эти швы замазываются, как правило, бывают, неэффективны и не долговечны. Стены в процессе возведения авторским надзором или проектировщиком практически не контролируются. Кладка иногда выполняется с наружной стороны, на большой высоте и без нормальных лесов. Произвести ее осмотр физически невозможно, то есть, все отдается на откуп строителям.

Имеет смысл формировать монолитное перекрытие таким образом, чтобы торец получался не вертикальным, а под наклоном или делать какой-то капельник, который отводил бы воду от расположенного под перекрытием шва.

5) Что касается самих перекрытий. Проблема мостиков холода в зоне их сопряжения со стеной не менее сложная. Термовкладыши, которые применяются в этих зданиях с целью снижения теплопотерь, тоже несут в себе опасность. При не качественной установке – это мина замедленного действия. Повреждения и разрушения с этим связанные мы увидим еще в дальнейшем. Дело в том, что в качестве термовкладышей зачастую используется тот же самый пенополистирол. Он крошится, ломается, надежно не фиксируется и вплотную прилегает к рабочей арматуре, как поперечной, так и горизонтальной, которая, собственно говоря, и держит край перекрытия с опирающейся на него кирпичной кладкой. Рабочая продольная и поперечная арматура не имеет защитных слоев. На термовкладыши попадает конденсат, скапливающийся в утеплителе, может попасть и дождевая вода, что вызывает активную коррозию рабочей арматуры железобетонной плиты в этой зоне. Железобетонное сечение консолей с рабочей арматурой без защитного слоя также не может отвечать прочности. Пока явных обрушений не отмечалось, поскольку скорость коррозии не столь велика, но это

может произойти в дальнейшем. Сегодня бетон в этой зоне работает на поперечную силу без видимых повреждений, но при появлении трещин, которые могут быть спровоцированы, в том числе и многократными циклами замораживания-оттаивания, разрушительные процессы будут проходить по цепной реакции, лавинообразно.

На практике получается так, что термовкладыши выполняются или из пенопласта, или из минваты. Совершенно бесформенные они также вплотную примыкают к арматурным каркасам. В результате получается сечение не железобетонное, а бетонное. Кроме того, в этой зоне конденсатная влага не только способствует возникновению коррозии арматуры, но и просачивается в кладку и теплоизоляционный слой нижерасположенного этажа. Встречаются рекомендации, что термовкладыши следует выполнять из минваты, обернутой в полиэтилен. Такое решение вообще несколько непонятно.

б) При эксплуатации трехслойных стен конденсация влаги внутри конструкции может приводить к различным по своей природе разрушениям. Физика процесса проста- Водяной пар, в результате диффузии попадающий в толщу конструкции, может привести к увлажнению утеплителя и потере им теплоизолирующей способности. При этом утеплитель не высыхает даже в теплое время года, так как наружный слой не является паропроницаемым. Следствием увлажнения могут быть:

образование льда, особенно в низу(в уровне перекрытия) и выдавливание лицевой кладки;

размораживание кирпича и внутренних блоков;

оседание влажного утеплителя;

резкое снижение теплоэффективности.

7) Имеет смысл устраивать гидроизоляцию в пределах всей площади опирания стены, то есть заводить ее под кладку полностью.

Такая гидроизоляция может выполнять функции прокладки - упругой скользящей опоры. Все мы сегодня понимаем, что при нагреве кладки происходит ее расширение, возникают напряжения, которые выламывают углы.

Поэтому кладку в пределах этажа и, прежде всего, в угловых зонах здания надо разрезать вертикальными деформационными швами, причем достаточно часто – через 8-10 м. Монолит перекрытий тоже подвержен тепловым расширениям. За счет разницы тепловых расширений железобетона и кирпича в зоне контакта перекрытия и кирпичной кладки возникают достаточно серьезные напряжения. И гидроизоляция, которая должна находиться между перекрытием и кладкой, за счет своей упругости немного демпфировала бы эти напряжения. То есть позволяла бы кладке как-то расширяться.

8) Не менее опасным представляется вариант с закрыванием торца перекрытия фасадными Г-образными элементами. В данном случае вопрос даже не столько в прочности элементов, сколько в том, что происходит опирание кладки уже не на плиту перекрытия, а на эти элементы. В варианте, когда торец ничем не закрыт, существует возможность контроля опирания кирпичной облицовки на край перекрытия. Если же мы ставим уголкового накрывной элемент, мы загораживаем торец перекрытия, и может получиться так, что сам элемент будет выставлен идеально правильно, но кладка при этом повиснет в воздухе. И даже каменщики не смогут это проконтролировать. К тому же всегда будет существовать вероятность того, что в один прекрасный день уголкового элемент срежется по какой-то причине. Это касается не только 3-х слойных решений, но и стенового ограждения вообще.

9) Наиболее часто встречаются образцы строительного брака:

некачественная укладка утеплителя или его отсутствие;

дефекты связей в виде их отсутствия, повышенной податливости, применения не коррозионно-стойких сталей и т.п. Через три года от таких связей остается черный след в кладке, коррозия «съедает» все, несмотря на цинковый слой и дополнительное лакокрасочное покрытие;

применение базальтовых или пластиковых связей с недостаточной коррозионной стойкостью к химической среде;

недостаточная анкеровка связей;

применение блоков с низкой прочностью;

многочисленные дефекты кладки, обусловленные низким уровнем квалификации каменщиков и сложностью контроля процессов;

заполнение горизонтального шва под перекрытием раствором, недостаточная величина шва;

не надежная облицовка торцов плит перекрытий (наклеивание плитки, пиленый кирпич и т.п.);

отсутствие поэтажной разрезки в кирпичной кладке.

Очень важно, чтобы при решении проблем, связанных с трехслойным стеновым ограждением, не ограничивались рассмотрением кирпичных кладок. Сегодня достаточно широко начинают использоваться фасадные трехслойные системы и не 3-х слойные с применением пустотных бетонных блоков. Однако те фасадные системы, которые мы видели, имеют, на мой взгляд, целый ряд существенных конструктивных недостатков, связанных с конструктивными решениями и с устройством связей в этих конструкциях, и с горизонтальными термическими деформациями, и с устройством швов. Ведь у бетонных блоков гораздо большее тепловое расширение, нежели кирпич. Морозостойкость ниже и пористость выше. Опасность применения этих конструкций еще больше, чем кирпичной кладки, в силу специфичности материала, отсутствии требований которые должны к нему предъявляться, еще более недостаточной научной изученности работы конструкций в стенах, по сравнению с кирпичными.

Следует отметить, что проблемными у нас являются не только трехслойные, но и более простые двухслойные конструктивные решения, то есть кладки, выполненные из пенобетонных блоков с последующей облицовкой кирпичом. Мы имели целый ряд обрушений и дефектов в стенах двухслойной кладки с перевязкой. Почему? Потому что упругие характеристики кирпичной кладки и применяемых блоков весьма различны. И мы сегодня не знаем, какие должны быть блоки и на какую высоту можно делать стены с перевязкой, чтобы не получить срез кирпича тычкового ряда. Конечно, можно пытаться строить модели и пытаться посчитать, но это теория без эксперимента и учета реальной работы.

Список литературы:

1. Сабади П.Р. Солнечный дом. Москва: Стройиздат,1981. 113 с.
2. Рябов А.В. Архитектурное формообразование зданий с использованием средств альтернативной энергетики: автореф. дис. ... канд. арх.: 05.23.21 / Рябов Алексей Владиславович. Москва, 2012. 27 с.

3. Киричков И.В. Складчатое формообразование в новейшей архитектуре рубежа XX -XXI веков: автореф. дис. ... канд. арх.: 2.1.11 / Киричков Игорь Владимирович. Нижний Новгород, 2024. 28 с.

4. Дектерев С.А. Инновационное технологическое оборудование в формообразовании современных зданий / С.А. Дектерев, М.В. Винницкий // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2019. №2. С. 32-37. DOI: 10.25628/UNIP.2019.41.2.006

5. Мальцева Е.В. 3D строительная печать как инструмент формирования методики проектирования актуального современного объекта архитектуры и строительства // Жилищное строительство. 2024. № 8. С. 20-28. URL: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2024-8-20-28> (дата обращения: 03.07.2025).

6. Соловьева А.В. Применение технологии 3D-печати в архитектуре и тенденции развития данного направления в России / А.В. Соловьева, Я.П. Антонова, Т.С. Шумахер // Экономика строительства. 2024. № 6. С. 306-310. URL: <https://repository.rudn.ru/ru/records/article/record/164285/> (дата обращения: 03.07.2025).

7. Явейн О.И. Проблема пространственных границ в архитектуре: автореф. дис. ... канд. арх.: 18.00.01 / Явейн Олег Игоревич. Москва, 1982. 20 с.

АНКЕТА АВТОРОВ

Анкета авторов	Автор
Фамилия, имя, отчество автора (полностью)	Тинюков Александр Станиславович

Город	Чебоксары
Место работы или учебы (полностью)	ФГБОУ ВО «Чувашский Государственный университет им. И.Н. Ульянова», строительный факультет
Должность или курс с указанием кафедры или подразделения	ЗСМ-01-24 Кафедра промышленное и гражданское строительство: технологии и организация строительства
Ученая степень, ученое звание (при наличии)	Магистрант
Нужен ли сертификат о публикации	да
E-mail	Sf14011996@mail.ru
Контактный телефон	нет