

Предисловие

В настоящей монографии обобщен отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. Первые стены из многослойной кладки появились в России еще в начале XIX века и почти на 50 лет раньше, чем в других странах. Так, первое упоминание о многослойных стенах, возводимых в Англии, относится лишь к середине XIX века. Впоследствии конструкции таких стен постоянно совершенствовались, однако, возведение их в России в общем объеме строительства было невелико.

С конца 1990-х годов началось массовое строительство зданий с наружными облегченными стенами с лицевым слоем из кирпичной кладки. Это было связано с введением повышенных требований по обеспечению стен сопротивлению теплопередаче.

Вследствие отсутствия достаточного опыта проектирования и возведения облегченных стен при строительстве многих зданий были допущены и, к сожалению, продолжают допускаться серьезные ошибки. Среди них следует отметить некачественную укладку утеплителя и отсутствие либо некачественное исполнение горизонтальных и вертикальных деформационных швов. Часть ошибок удавалось исправить еще в процессе строительства. Но значительная часть дефектов стала проявляться спустя несколько лет после окончания возведения зданий. На нескольких зданиях произошло обрушение облицовки. Только в Москве насчитывается несколько десятков строений с выявленными дефектами лицевого слоя из кирпичной кладки. Если не предпринять меры по устранению дефектов, в дальнейшем число аварий может многократно увеличиться. Это может произойти как на уже возведенных зданиях, так и по мере строительства новых.

В работе приведены результаты экспериментальных и расчетно-теоретических исследований наружных облегченных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. На основе анализа причин возникновения дефектов стен и проведенных исследований были разработаны инженерные методы расчета различных видов воздействий на наружные многослойные стены с учетом поэтапности и длительности возведения, включая температурно-влажностные.

Кроме того, приведены конструктивные требования по назначению расстояний между вертикальными и горизонтальными деформационными швами, конструкции гибких связей, армированию кладки.

Если в Москве и в ряде других центральных регионов переходный период возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки уже практически пройден, то в целом по России многие проблемы еще не решены. В этой связи в настоящей работе приводятся технические решения стен, которые ориентированы на регионы с самым различным уровнем развития строительной базы.

Монография рассчитана на работников проектных, строительных и контролирующих качество строительства организаций. Главы, посвященные истории возведения наружных стен из облегченной кладки и истории выпуска пустотелых керамических камней и кирпича в России, могут представить интерес и для более широкого круга читателей.

Автор выражает признательность коллективу ЦНИИСК им. Кучеренко, где он работает последние тридцать лет, за помощь в проведении исследований и подготовке монографии к печати. Особую благодарность автор выражает своему учителю В.А. Камейко. Автор благодарит рецензента вице-президента Российской академии архитектуры и строительных наук, академика РААСН, д-ра техн. наук, проф. В.И. Травуша за сделанные им замечания и предложения.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ С НАРУЖНЫМИ СТЕНАМИ ИЗ ОБЛЕГЧЕННОЙ КЛАДКИ

1.1. История строительства и проектирования зданий с наружными стенами из облегченной кладки

Основным назначением наружных стен зданий является защита внутренних помещений от неблагоприятных внешних воздействий — атмосферных осадков, низкой или, наоборот, высокой температуры воздуха, прямых солнечных лучей, шума, пыли и т.п.

В отечественной практике наружные стены из каменной кладки в большинстве своем совмещали функции ограждающей и несущей конструкции. Это приводило к тому, что они выполнялись массивными, преимущественно из однослойной кладки. В последнее время наружные стены, особенно в многоэтажных зданиях, являются самонесущими. Это позволяет выполнять их из легких материалов, обладающих высоким сопротивлением теплопередаче. Чаще всего такие стены многослойные.

В отечественной технической литературе отсутствует единая терминология, определяющая многослойные стены, выполненные из каменной кладки в сочетании с утеплителем. Так, в широко распространенном альбоме 1.1 такие стены называются слоистыми. В англоязычной технической литературе 1.2–1.4 стены с пустотами между слоями называются cavity wall — пустотные стены. Близкими к ним по конструкции оказываются стены с облицовкой, выполненной из штучных материалов и крепящейся с помощью гибких связей к несущим конструкциям. За облицовкой может располагаться слой утеплителя, отделенный от нее воздушной прослойкой. Такие стены называются veneer — облицовка. В СНиП П–22–81 «Каменные конструкции» и Пособии к нему 1.5, 1.6 многослойные стены, в которых применен эффективный утеплитель или имеется воздушная прослойка, называются стенами облегченной кладки. Стены, в которых наружный слой выполнен из штучных стеновых материалов (кирпича, камней, блоков и т. п.), отличающихся по свойствам от материала основного слоя, называются стенами с облицовкой. В настоящей работе этот вид стен не рассматривается, хотя многие расчетные положения, изложенные ниже, могут быть применены и для них. Принятое в 1.5, 1.6 название стен будет сохранено и в настоящей работе.

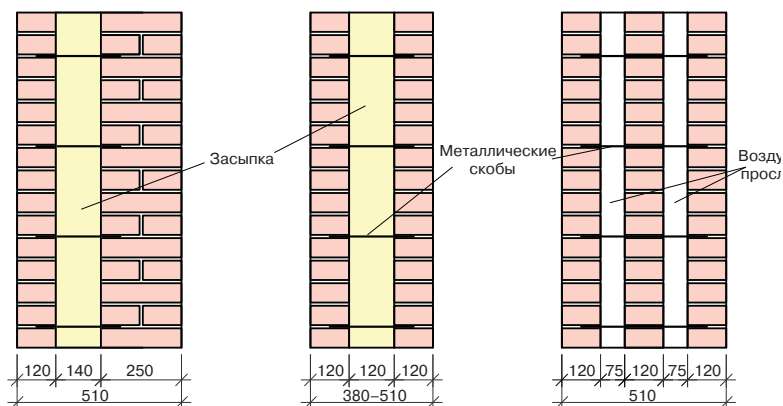


Рис. 1.1.1 а. Стены системы А.И. Герарда (1829 г.)

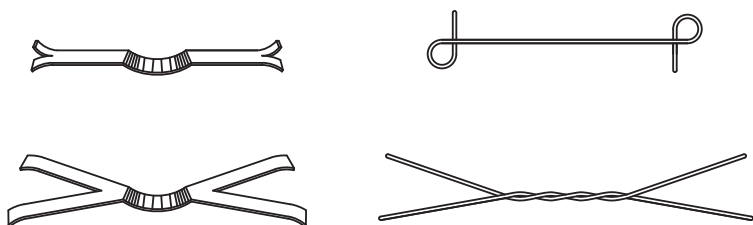


Рис. 1.1.1 б. Гибкие связи, применявшиеся в стенах А.И. Герарда (1829 г.)

Иная картина складывалась в развитых странах Запада. Там появление наружных стен с зазором между слоями кладки (cavity wall) относится к 1850-м гг. Впервые они начали возводиться в Англии. Благодаря ее относительно теплым зимам наружные стены можно было бы возводить там достаточно тонкими. Однако стены небольшой толщины не препятствуют проникновению сквозь них дождевых вод, особенно если дожди сопровождаются сильным ветром. Воздушная прослойка препятствовала проникновению влаги во внутренний слой стены и способствовала более быстрому высыханию кладки обоих слоев. Опыт Англии впоследствии широко использовался всеми развитыми странами.

В СССР в 30-е годы прошлого столетия возникла необходимость внедрения в практику строительства экономичных стен из-за нехватки строительных материалов при больших масштабах строительства. К этому времени появилось уже довольно много технических решений облегченных стен высотой до пяти

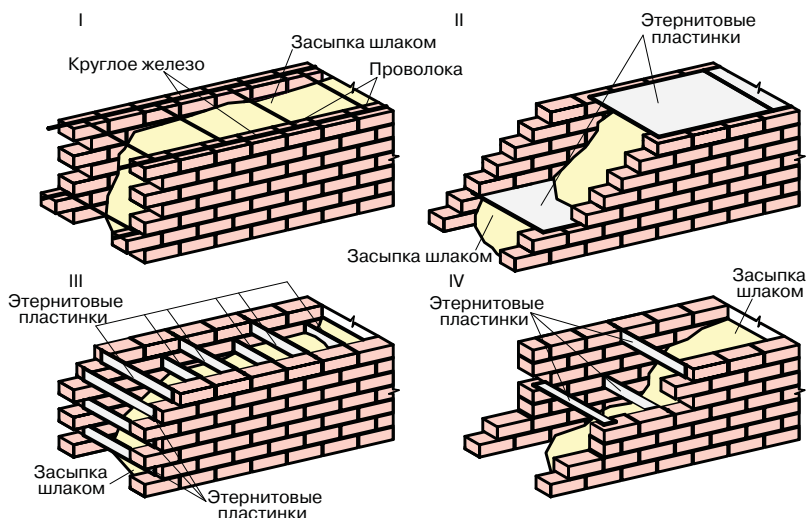


Рис. 1.1.1 в Скрепление слоев стены по системе Герарда: I - проволокой; II- этернитовыми пластинками по системе Гвве; III и IV - этернитом по системе Ганау

этажей. Связь между наружным и внутренним слоями кладки выполнялась в основном гибкими стальными связями либо путем перевязки кирпичом. Но были и предложения выполнять связи из пластин этернита (асбестоцемента), материала, обладающего в отличие от обычной стали, стойкостью к коррозии. Примеры таких стен приведены на рис.1.1.1 в.

В 1939 году лабораторией каменных конструкций ЦНИПС (ныне ЦНИИСК им. Кучеренко) под руководством Л.И.Онищика на основе проведенных исследований была разработана инструкция по кладке стен системы Н.С. Попова [1.8]. Система кладки инж. Н.С. Попова рекомендовалась для возведения зданий высотой до 15 м (четырёхэтажных зданий или в четырех верхних этажах многоэтажных зданий, но не выше семи этажей). Стены состояли из наружного и внутреннего слоев толщиной в полкирпича, пространство между которыми заполнялось шлакобетоном или готовыми шлакобетонными вкладышами. Связь наружного и внутреннего слоев осуществлялась с помощью тычковых рядов кирпича, входящих в бетон через три—пять ложковых рядов кладки. Тычковые ряды располагались в одном сквозном ряду или в шахматном порядке. Предельная толщина от 38 до 65 см (рис. 1.1.2 в, г, д).

В той же инструкции были приведены кладки стен системы Попова-Орлянкина. В них в качестве утеплителя предлагались

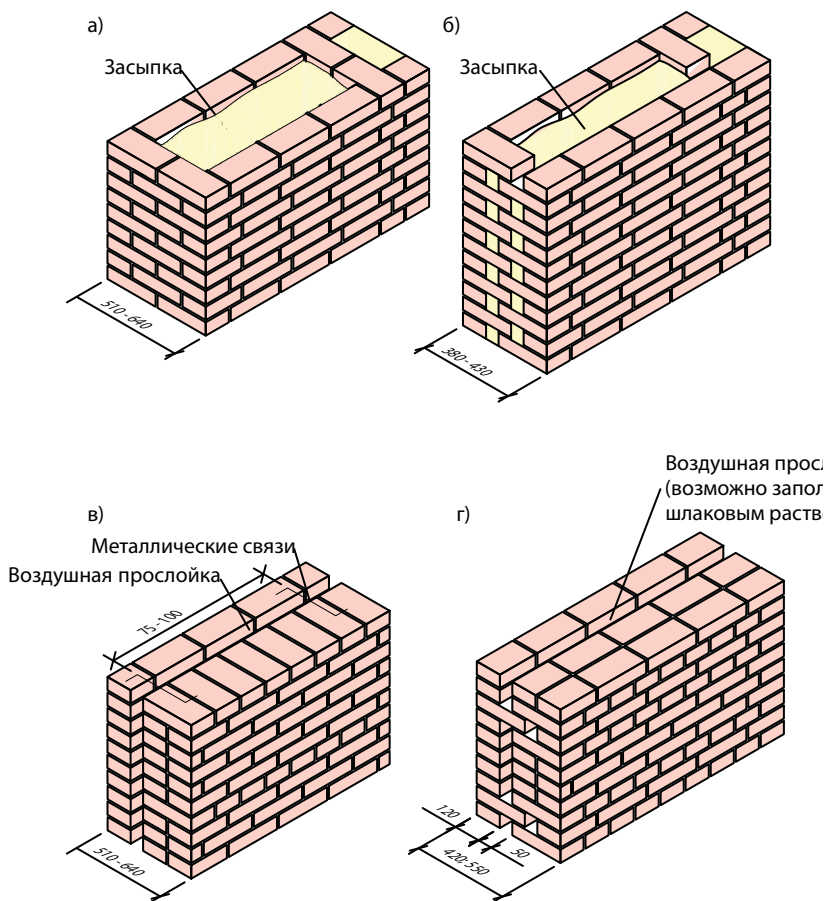


Рис. 1.1.3 Кладка из кирпича и камней (блоков) на ребро [2], 1942 г.

засыпки из шлака и т.п. Наружная и внутренняя стенки толщиной в полкирпича каждая связывались между собой горизонтальными кирпичными диафрагмами. Высота стен системы Попова-Орлянкина рекомендовалась не более 12 м.

В 1942 г. в ЦНИПС была разработана инструкция по кладке нескольких типов облегченных стен (системы Попова; Попова и Орлянкина; Попова и Поповой) [1.8]. В этой инструкции были представлены типы стен из прежней инструкции [1.9] и новые. Наибольший интерес среди них представляет кладка с армированными растворными диафрагмами (рис. 1.1.2 а). Промежуток между двумя кирпичными стенками заполнялся шлаком или дру-

гими минеральными засыпками. Диафрагмы, армированные круглым железом диаметром 5–6 мм, располагались по высоте стены не реже чем через пять рядов кладки с шагом по горизонтали 50–70 см. Диафрагмы осуществляли связь между кирпичными стенками и одновременно уменьшали просадку утеплителя.

В инструкции были также предложены кирпичные ребристые кладки, в которых наружные стенки выполнялись из кирпича на ребро, блоков, специальных плиток (рис. 1.1.3). С целью экономии материалов в военное время рекомендовалось также широкое использование «половняка» и армирование горизонтальных диафрагм деревянной дранкой. Высота стен для всех типов кладок не превышала двух–трех этажей для большинства видов кладок и пяти этажей — для кирпично-бетонных кладок и кладок со вкладышами.

Следующий этап развития конструкций облегченных стен в нашей стране отражен в «Инструкции по применению пустотных стен», подготовленной С.А.Семенцовым [1.10].

Помимо уже описанных выше кладок в ней были представлены стены системы Попова, выполняемые по типу стен А.И. Герарда. Аналогичные конструкции стен были предложены Всероссийским обществом гражданских инженеров еще в 1925 году.

Эти стены состояли из двух слоев в полкирпича, связанных между собой вертикальными диафрагмами из тычковых кирпичей. В случае применения засыпки для исключения ее просадки через пять–шесть рядов по высоте выполнялись горизонтальные растворные диафрагмы. Высота таких стен ограничивалась тремя этажами.

В 1951 году под руководством С.А. Семенцова была разработана новая, значительно расширенная «Инструкция по проектированию и возведению облегченных стен из кирпича и бетонных камней» [1.11]. Среди новых конструкций в нее были внесены стены из колодцевой кладки толщиной 51–56 см с вертикальными кирпичными диафрагмами толщиной 12 (рис. 1.1.4 а, б) и 25 см (рис. 1.1.2 е); стены из кладки с внутренней воздушной прослойкой, в которых внутренний слой кладки толщиной 12 или 25 см соединялся с наружным слоем толщиной 12 см металлическими гибкими связями или горизонтальными кирпичными диафрагмами (см. рис. 1.1.2 б; 1.1.4 в, г). Кроме кирпичных кладок были широко представлены стены из бетонных камней как с кирпичной облицовкой, так и без нее (рис. 1.1.5–1.1.9).

При участии ЦНИИСК был разработан ряд новых нормативных документов по проектированию и возведению стен из облегченной кладки, в которых в основном применялись описанные

двух-пяти этажей в зависимости от типа кладки и применяемых материалов.

В дальнейшем на базе разработанных в ЦНИИСК материалов рядом организаций были разработаны альбомы технических решений стен из облегченной кладки. Наиболее распространенными из них в середине и конце 90-х годов являлся альбом, разработанный НТК «ЦЕНТР», распространяемый с сопроводительным письмом Госстроя РФ. Разработчики альбома взяли за основу материалы ЦНИИСК до 70-х годов с ограничением высоты зданий до четырех-пяти этажей. Наибольшее распространение в настоящее время получил альбом ЦНИИЭПжилища [1.19], разработанный в развитие [1.1][1.17]. Авторы этих документов наряду с разработками ЦНИИСК им. Кучеренко использовали применявшиеся в зарубежной практике решения многослойных несущих наружных стен с поэтажной разрезкой, устанавливаемых на монолитное железобетонное перекрытие. Представляет интерес их предложение по опиранию наружного слоя стены на керамзитобетонную консольную балку, защемленную во внутреннем слое кладки (см. подробнее главу 10).

На протяжении многих лет у нас велась разработка новых и совершенствование существовавших ранее конструкций наружных стен из облегченной кладки [1.1; 1.15–1.17 и др.]. Вместе с тем, несмотря на наличие технических решений стен из облегченной кладки и нормативной литературы по их применению, строительство зданий с такими стенами в Советском Союзе по многим причинам сдерживалось. В середине 30-х годов некоторое распространение получили стены системы Попова с заполнением легким бетоном и легкобетонными камнями марки 10 (рис. 1.1.2 в, г). Так как связь между кирпичными стенками обеспечивалась только тычковыми кирпичами, введенными в бетон, и существовала вероятность его размораживания, то применение таких стен вызывало некоторое опасение. Во время обследования стен здания театра им. Станиславского и Немировича-Данченко, пострадавшего во время пожара в 2005 году, автору довелось наблюдать, что шлакобетонные камни в верхней части стен, возведенных в 1930-е годы, практически полностью разморозились, вследствие чего связь между кирпичными стенками отсутствовала (рис. 1.1.10).

В начале 30-х годов относительно широко строились дома со стенами с уширенным вертикальным швом, заполненным шлаковым раствором, на котором велась и основная кладка (рис. 1.1.3 г). Вследствие недостаточного сопротивления тепло-

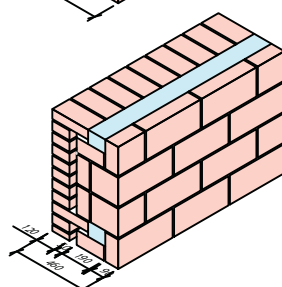
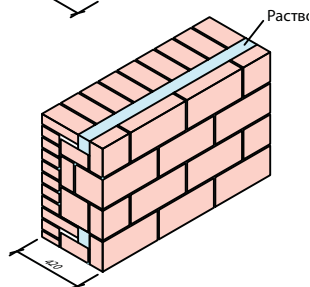
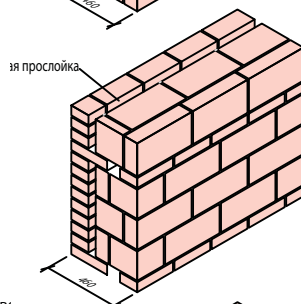
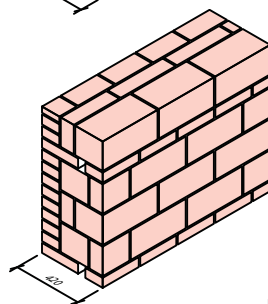
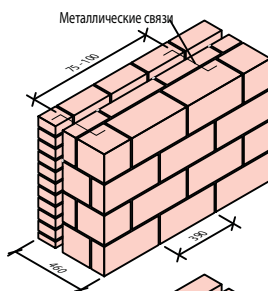
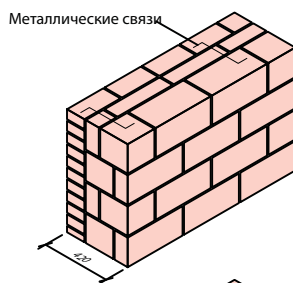


Рис. 1.1.5 Кладка из бетонных камней (блоков) с лицевым слоем из кирпича [4], 1951 г.

Рис. 1.1.6 Кладка из бетонных камней (блоков) с лицевым слоем из кирпича с воздушной прослойкой [4], 1951 г.

передаче такие стены толщиной в полтора кирпича вскоре были запрещены.

Известно множество случаев возведения зданий с наружными стенами из облегченной многослойной кладки различных типов на территории России и бывшего СССР, но в общем объеме строительство их было невелико и в отдельные годы доходило до единичных случаев. На территории СССР наибольшее количество зданий с наружными стенами из облегченной кладки было построено в республиках Прибалтики. Чаще это были стены с кладкой с уширенным швом или из колодцевой кладки. В качестве

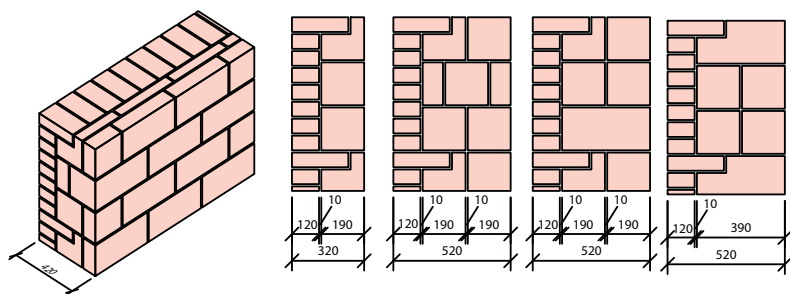


Рис. 1.1.7 Кладка из бетонных камней (блоков) с четвертью с облицовкой кирпичом [4], 1951 г.

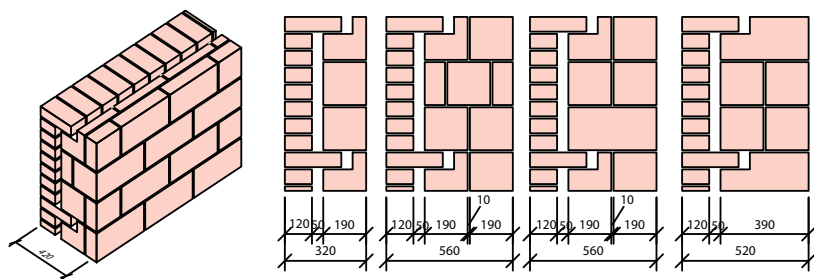


Рис. 1.1.8 Кладка из бетонных камней (блоков) с облицовкой кирпичом с воздушной прослойкой [4], 1951 г.

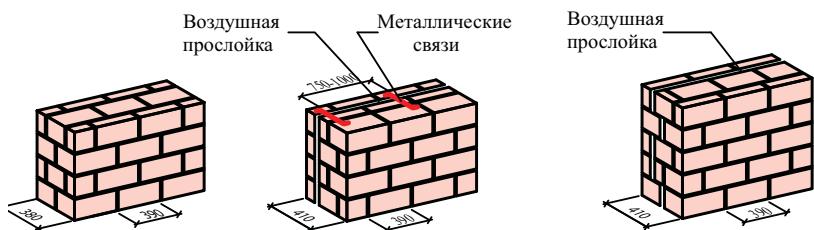


Рис. 1.1.9 Кладка из бетонных камней (блоков) [4], 1951 г.

утеплителя обычно применялись минераловатные плиты. Наружный слой утеплителя защищался пергамином или строительным картоном, а внутренний соответственно толем или пергамином, что обеспечивало необходимое сопротивление паропроницанию стены (рис. 1.1.11).

Много сил на внедрение стен из многослойной облегченной кладки затратил сотрудник ЦНИИСК им. Кучеренко А.И. Рабинович. Основным типом кладки им была выбрана колодцевая. В 70-80-е годы в ряде городов Московской области (Электростали, Волоколамске, Сходне и др.) при участии ЦНИИСК, Мосгипро-

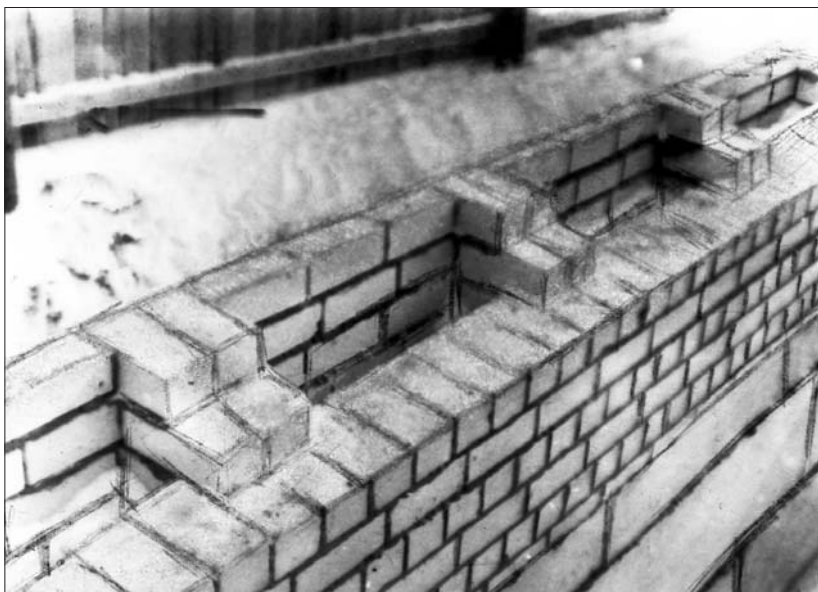


Рис. 1.1.11 Наружная стена из колодцевой кладки семиэтажного жилого дома в Таллинне (1986 г.). Фото автора



Рис. 1.1.12 Общий вид пятиэтажного жилого дома с наружными стенами из кладки, Электросталь (1973 г.). [9]



Рис. 1.1.13 Облегченная кладка наружной стены пятиэтажного жилого дома серии 85. (Волоколамское СМУ треста Мособлстрой-18) 1978 г. [9]



Рис. 1.1.14 Наружная стена, утепленная минераловатной плитой на пятом этаже дома в Электростали (1973 г.). [9]



Рис. 1.1.15 Строительство пятиэтажного жилого дома серии 85 в Волоколамске. Облегченная кладка кирпичных стен, утепленных керамзитовым гравием (Волоколамское СМУ треста Мособлстрой-18) 1978 г. [9]

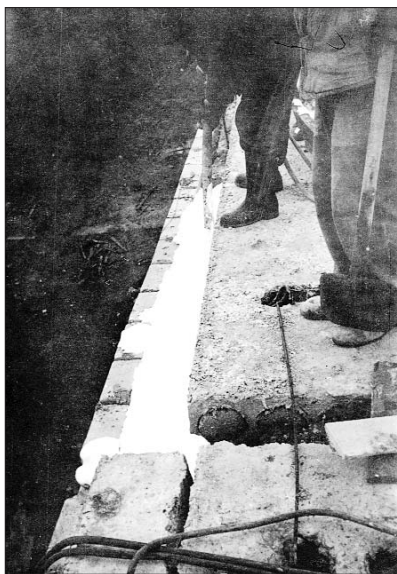


Рис. 1.1.16 Заливка утеплителем МФП-2 облегченной кирпичной наружной стены пятиэтажного жилого дома в Электростали 1973 г. [9]

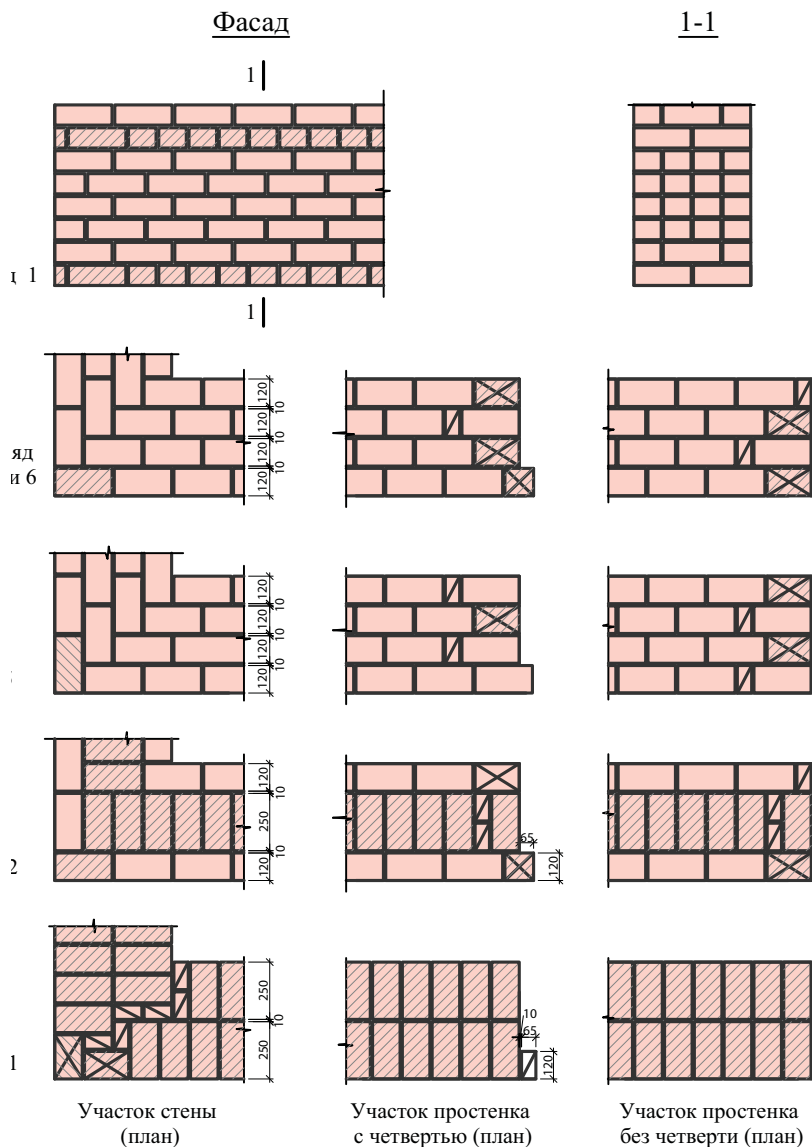
сельстроем, Мосгражданпроектом и др. были запроектированы экспериментальные пятиэтажные жилые дома с наружными стенами из облегченной кладки (рис. 1.1.12–1.1.16). Наружные стены в этих домах выполнялись из колодезной кладки, состоящей из двух кирпичных слоев толщиной в полкирпича каждый. Наружные и внутренние кирпичные слои связывались между собой вертикальными поперечными диафрагмами, расстояние между которыми не превышало 1,2 м. Пространство между слоями заполнялось утеплителем в зависимости от его вида на всю толщину или частично.

В качестве утеплителей применялись минераловатные плиты, керамзитовый гравий, заливочный утеплитель, мочевино-формальдегидный пенопласт МФП-2. Плитный утеплитель (полужеткие минеральные плиты) располагался внутри стен между поперечными кирпичными диафрагмами с образованием воздушной прослойки между ним и наружной кирпичной стенкой, что улучшало условия эксплуатации стены. Для уменьшения влияния «мостиков холода» в поперечных стенках устраивались воздушные прослойки шириной 3 см. Фиксация плит утеплителя, вплотную примыкающего к внутренней стенке, в первых проектах производилась с помощью скоб из арматуры, устанавливаемых в горизонтальные швы кладки наружного кирпичного слоя.

Защита скоб от коррозии осуществлялась путем погружения их в расплавленный битум на две-три минуты. Для опирания плит утеплителя в каждом этаже в уровне перекрытий выполнялись горизонтальные диафрагмы, образованные тычковыми рядами кирпича.

Наружные стены выполнялись как самонесущими, так и несущими. При этом в пятиэтажном доме с несущими стенами в нижних двух этажах толщина внутренней кирпичной стенки увеличена до одного кирпича. Кладка облегченных наружных стен во всех этажах производилась на растворе М50.

При применении заливочного утеплителя МФП-2 и керамзитового гравия конструкция стен сохранялась такой же, как и при плитных утеплителях. При этом утеплители МФП-2 или керамзитовый гравий заполняли весь промежуток между наружным и внутренним слоями кладки шириной 16 см. Приготовление МФП-2 производилось на строительной площадке путем смешивания компонентов в специальной установке, оборудованной насосами. Через несколько часов после заливки МФП-2 теряет подвижность и дает при этом небольшую усадку. Заливка МФП-2 производилась при помощи шланга на высоту всего этажа. Состав и технология производства работ были предложены ВНИИСС



Перевязочный кирпич с вертикальными пустотами обозначен штриховкой

Рис. 1.1.17 Стена толщиной 51 см из кирпича с горизонтальными пустотами (пустотность 42%) и перевязочными рядами из кирпича с вертикальными пустотами. Система перевязки многорядная. Предложение автора, 1979 г.

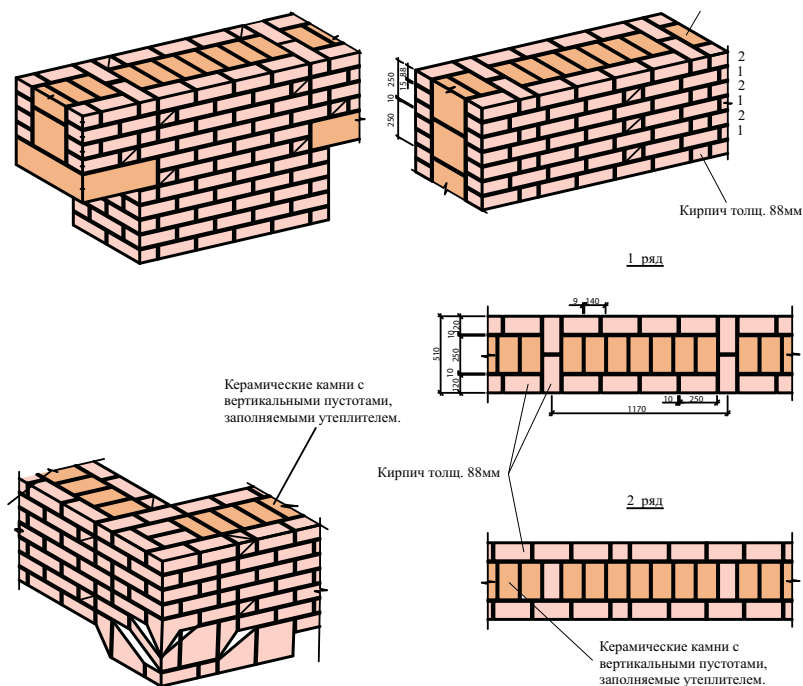
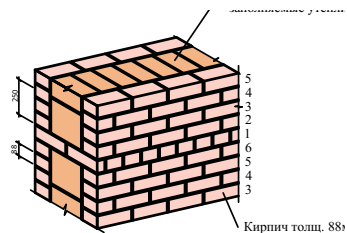
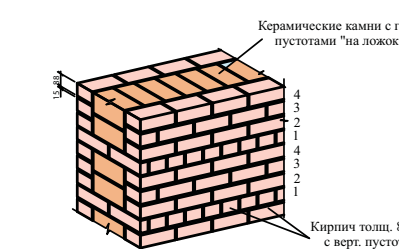


Рис. 1.1.18 а Примеры технических решений стен комбинированной кладки с внутренним слоем из 11-пустотных керамических камней с вертикальным расположением пустот (пустотность 45%) и внешними слоями из кирпича с вертикальными пустотами. Предложение автора, 1986 г.

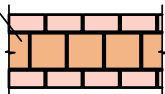
(Всесоюзным научно-исследовательским институтом синтетических смол, г. Владимир), Мособлоргтехстроем, ЦНИИСК.

В середине 80-х годов по заданию Госстроя СССР в ЦНИИСК при участии автора были разработаны технические решения наружных многослойных стен из высокопустотных керамических камней и кирпича с вертикальным и горизонтальным расположением пустот. Для этого были использованы материалы проведенных в институте экспериментальных исследований (см. главу 3).

Основная проблема применения кладки из высокопустотной керамики состояла в сложности ее возведения, попадании в пустоты большого количества раствора. Последнее не только увеличивало расход материалов, но и существенно снижало теплотехнические характеристики стены. Поэтому акцент в разработке стен был сделан на многослойные кладки из кирпича и камня с горизонтальным расположением пустот. Ниже приведены не-



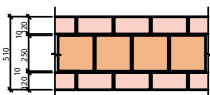
Керамические камни с вертикальными пустотами "на ложок"



III ряд

II ряд

I ряд



5 ряд

2, 4 ряд

3 ряд

1 ряд

Кирпич толщ. 88мм с верт. пустотами

I ряд

I ряд

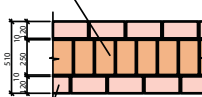
Примечания:

1. Римскими цифрами, обозначены ряды из керамических камней
2. Арабскими цифрами обозначены ряды из кирпича

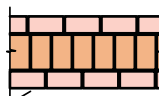
Рис. 1.1.18 б Кладка с соединением слоев горизонтальными диафрагмами

Керамические камни с вертикальными пустотами, заполняемые утеплителем.

3, 5 ряды



2, 4, 6 ряды



I ряд

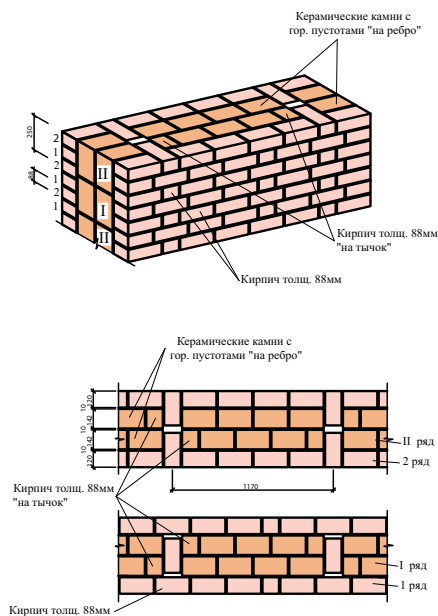
Кирпич толщ. 88мм

I ряд

Рис. 1.1.18 в Кладка с соединением слоев горизонтальными диафрагмами

которые из предлагавшихся в то время технических решений стен, разработанных автором (рис. 1.1.17–1.1.19).

В те же годы также остро встал вопрос о необходимости разработки технических решений наружных стен из многослойной облегченной кладки для зданий высотой более пяти этажей. Разработанные ранее технические решения для зданий высотой не более двух-пяти этажей нельзя было напрямую применять в более высоких зданиях. Одной из причин этого является возможность среза или вырыва связей, соединяющих слои кладки. В колодезных кладках и кладках с уширенным швом возможен срез кирпичных диафрагм вследствие разности вертикальных перемещений слоев от силовых и температурно-влажностных деформаций. Для многоэтажных зданий, являющихся, как правило, более капитальными по сравнению с малоэтажными, требования к долговечности материалов также ужесточались.



Примечания:

1. Римскими цифрами, обозначены ряды из керамических камней с размерами 142x250x250мм с горизонтальными пустотами кирпича, устанавливаемого "на тычок".
2. Арабскими цифрами обозначены ряды из кирпича толщиной 88мм.

Рис. 1.1.18 г Кладка с соединением слоев вертикальными диафрагмами с перевязкой вертикальных швов внутреннего слоя

Под руководством автора в ЦНИИСК были проведены экспериментальные и расчетно-теоретические исследования работы вертикальных кирпичных диафрагм на сдвиг и разработана методика их расчета. С целью проверки этой методики в г. Воскресенске Московской области в 1993 году был построен первый в России экспериментальный девятиэтажный дом с наружными трехслойными самонесущими стенами толщиной 40 см с вертикальными диафрагмами и утеплителем из керамзитового гравия (рис. 1.1.20). В начале 2000-х годов эта работа была продолжена при исследовании стен с диафрагмами из ячеистобетонных камней (подробнее см. раздел 5.2).

В 1990 году впервые в России в г. Апатиты Мурманской области был построен двенадцатиэтажный жилой дом с несущими наружными стенами из кладки с уширенным швом, заполненным плитами из пенополистирола (рис. 1.1.21). Проект здания был выполнен в соответствии с техническими решениями автора.

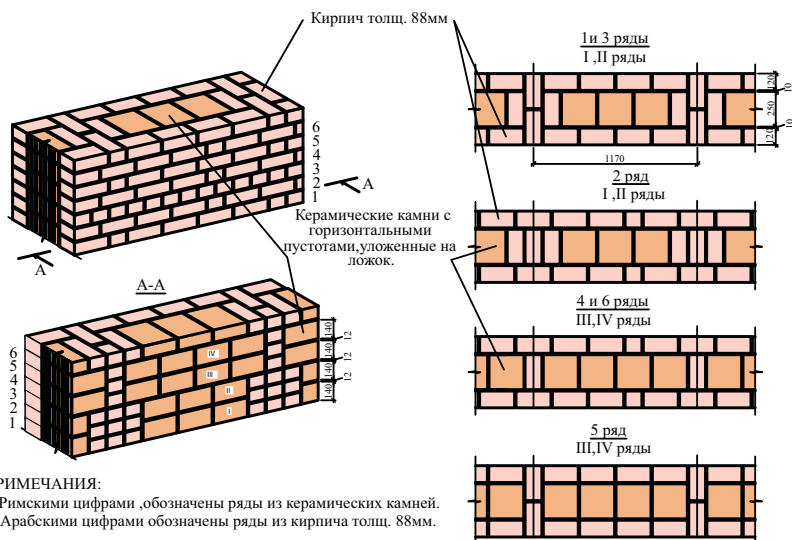


Рис. 1.1.19 Примеры технических решений стен из комбинированной кладки с внутренним слоем из 11-пустотных керамических камней с горизонтальным расположением пустот и внешними слоями из кирпича с вертикальными пустотами. Предложение автора (1986 г.)

До начала 90-х годов на территории России были известны лишь отдельные случаи возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки, однако, массового применения эти конструкции не нашли. Причин тому было много. Это и отсутствие в достаточном количестве эффективных утеплителей, связей из нержавеющей стали или хотя бы покрытых антикоррозийными составами. Но главная причина — это нежелание строительных организаций возводить такие стены, требующие более высокой культуры производства и качества работ. При этом не помогали административные запреты на строительство зданий со стенами из сплошной кладки, если это не требовалось по расчету на прочность (такая запись существовала на протяжении многих лет в СНиП по каменным конструкциям [1.5]). Ситуация резко изменилась лишь в конце 1995 года, когда были повышены требования по термическому сопротивлению ограждающих конструкций. На первом этапе, закончившемся в 2000 году, термическое сопротивление должно было возрасти примерно в два, а впоследствии и в три раза. В результате толщина стены из сплошной кладки должна была бы достичь 1,5-2 и более метров в зависимости от региона строительства. Это в большинстве случаев заставило отказаться от возведения зданий с наружными-



Рис. 1.1.20 Строительство экспериментального девятиэтажного жилого дома с наружными самонесущими стенами из облегченной кладки с вертикальными диафрагмами, г. Воскресенск Московской области. По техническим решениям автора, 1991 г.



Рис. 1.1.21 Возведение первого в России жилого дома высотой 12 этажей с наружными несущими стенами с кладкой с уширенным швом, заполненным эффективным (плиты из пенополистерола) утеплителем, г. Апатиты. Техническое решение автора, 1990 г.

ми стенами из сплошной кладки. Поэтому в настоящее время в России, как и во всем мире, ведется бурное проектирование и строительство зданий с наружными стенами из облегченной кладки.

Однако этот процесс в России находится в стадии переходного периода и часто значительно отличается от принятого в других, даже не являющихся передовыми в смысле научно-технического прогресса, странах где конструкции наружных кирпичных и каменных стен выполняются, как правило, ненесущими, устанавливаемыми на монолитные перекрытия или элементы каркаса, либо самонесущими. В качестве примера на фото (рис. 1.1.22 а, б) показаны здания, возводимые в Турции из монолитного железобетона с наружными стенами из керамических камней с горизонтальными пустотами и из ячеистых камней. На рис. 1.1.22 в, г, д показаны типичные для многих стран конструкции наружных стен из многослойной кладки. Наружный слой чаще выполняется из кирпича, внутренний — из бетонных камней, между которыми находится эффективный утеплитель. Связь между слоями, как правило, — на гибких связях из нержавеющей или оцинкованной стали. Более подробно конструкции таких стен приведены в главах 9 и 10.

В 90-е годы в России новые конструкции также находили все большее применение, но в силу ограниченности базы строительной индустрии и недостаточного опыта проектирования их применение, за исключением, пожалуй, Москвы и некоторых регионов, было относительно невелико (рис. 1.1.23-1.1.28).

Кроме того, применяемые технические решения и материалы, их номенклатура также во многом отличались от зарубежных аналогов, причем часто не в лучшую сторону.

В конце прошлого десятилетия довольно широко стали применяться ненесущие стены из ячеистобетонных камней, облицованных кирпичом (рис.1.1.23 а, б). Толщина 40 см внутреннего слоя из ячеистого бетона была тогда достаточной для обеспечения требуемого сопротивления теплопередаче для Москвы. Соединение слоев из ячеистого бетона и лицевого кирпича часто осуществлялось арматурными сетками. Крепление внутреннего слоя к поперечным стенам или колоннам из монолитного железобетона производилось с помощью горизонтальных арматурных стержней, устанавливаемых в просверленные в бетоне отверстия и швы кладки (рис. 1.1.23 в). Для предотвращения промерзания в плитах перекрытий в местах опирания на них наружной стены предусматриваются отверстия, заполняемые эффективным утеп-

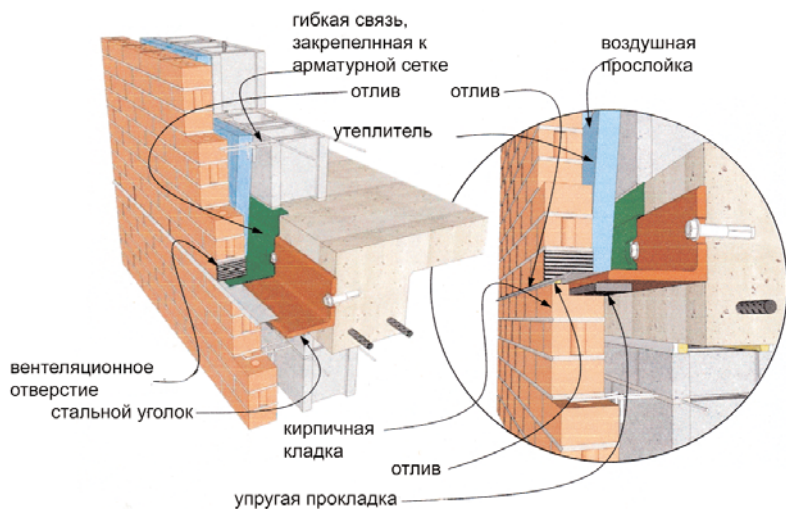


Рис. 1.1.22 в Типичная конструкция трехслойной стены с поэтажной разрезкой [1.23]

лителем — минераловатными плитами или пенополистиролом (рис. 1.1.23 е). В местах сопряжения лицевой кладки с конструкциями каркаса между ними также помещался эффективный утеплитель (рис. 1.1.23 д).

С целью уменьшения толщины наружных стен между слоями из ячеистобетонных камней толщиной 20 см и лицевого кирпича толщиной 12 см помещался эффективный утеплитель из минераловатных плит или пенополистирола. В качестве примера на рис. 1.1.24а показан жилой шестиэтажный дом, построенный в 1999 году в Москве на ул. Молодогвардейская. Соединение слоев кладки осуществлялось арматурными сетками. Для обеспечения совпадения горизонтальных швов кладки из ячеистого бетона и лицевого кирпича в кладку из камней в отдельных местах добавлялись ряды из глиняного кирпича (рис. 1.1.24 б). К недостаткам принятого решения следует отнести применение в качестве гибких связей сеток из обычной арматурной проволоки, не защищенной от коррозии. Кроме того, теплотехнические характеристики стены явно не соответствуют требуемым значениям в силу наличия «мостиков холода» из глиняного кирпича и арматурных сеток. Скорее всего, в теплотехническом расчете их наличие просто не учитывалось.

Часто при строительстве зданий из монолитного железобетона наружные стены выполняются двух типов: первый — из трехслойной облегченной кладки, второй — с внутренним слоем из монолитного железобетона, облицованного кирпичом. Между этими

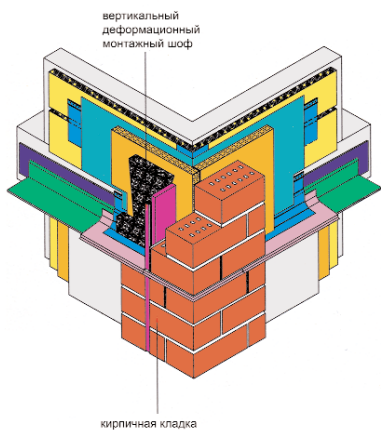


Рис. 1.1.22 г Техническое решение конструкции трехслойной стены на внешнем углу [1.24]

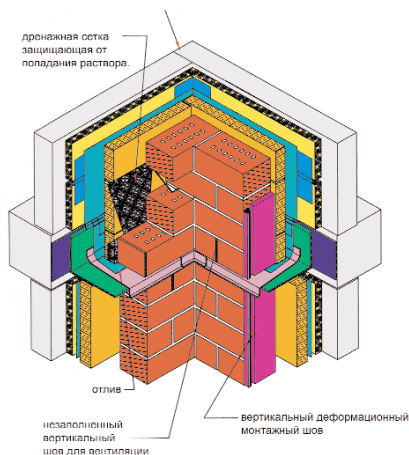


Рис. 1.1.22 д Техническое решение конструкции трехслойной стены на внутреннем углу [1.24]

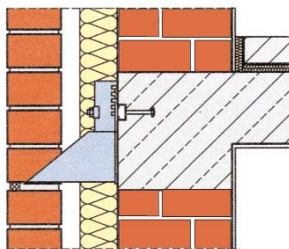
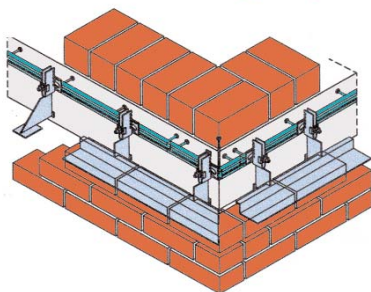
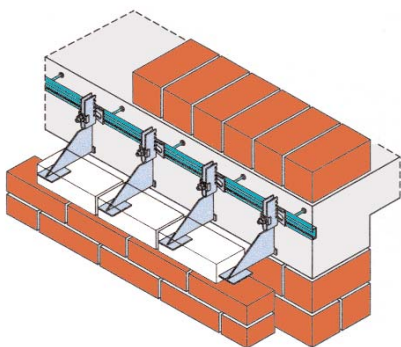


Рис. 1.1.22 е Вариант конструкции наружной стены с опиранием лицевого слоя на стальные кронштейны [1.22]

слоями размещается утеплитель. Лицевой слой кладки устанавливается либо на балконные плиты, либо на консоли, являющиеся продолжением плит перекрытий. В качестве примера такой конструкции на рис.1.1.24 показан 22-этажный жилой дом, построенный в 1999 г. в Москве на Рублевском шоссе.

В конце 90-х годов XX века продолжали возводиться здания с наружными стенами из колодезной кладки, где наружный и

внутренний слой выполнялись из кирпича. Соединение слоев осуществлялось вертикальными кирпичными диафрагмами. Пространство между слоями заполнялось плитами из минеральной ваты или пенополистирола. В многоэтажных зданиях в уровне перекрытий каждого этажа предполагалось, как правило, устройство горизонтальных швов. Для этого наружный слой кладки устанавливался либо на перекрытие, либо на опору из стального уголка, швеллера и т.п. Примером такого здания могут служить 22-этажные здания, построенные в Москве на Молодоговардейской ул. вблизи Рублевского шоссе (рис. 1.1.26).

Достаточно широкое распространение в конце 90-х годов получили и здания с наружными стенами с утолщенным швом (толщина шва около 5 см), заполняемым в отличие от прошлых лет эффективным утеплителем аналогично описанному выше экспериментальному дому, запроектированному по рекомендациям автора для г. Аппатиты в 1990 году.

Довольно активно в конце 90-х годов велось строительство зданий с наружными самонесущими стенами с гибкими связями. Особенно широкое применение они получили в строительстве коттеджей, а также общественных зданий небольшой высоты. На рис. 1.1.28 показано строящееся здание англо-американской школы в Москве (1999 год). Там наружный и внутренний слои кладки соединялись стальными гибкими связями. Утеплитель из минераловатных плит устанавливался с воздушным зазором, который получался благодаря фиксации плит утеплителя горизонтальными деревянными брусками. В цокольной части наружный слой выполнялся из бетонных камней.

В регионах, где недостаточно развито монолитное домостроение, применение нашли разработанные ЦНИИЭП жилища стены, когда наружный слой кладки толщиной в полкирпича устанавливался на железобетонную балку, защемленную во внутреннем несущем или самонесущем слое стены (см. гл. 10). Много таких зданий возводилось и в Москве. В последнее время произошло вытеснение подобных технических решений другими: в первую очередь стенами с лицевым слоем из кирпича на гибких связях.

В конце 90-х годов заказчиками иногда выдвигались требования по сохранению для них относительно традиционных методов производства работ, исключаящих широкое применение монолитного железобетона и т.п. При разработке многих таких проектов принимал участие автор в сотрудничестве с М.В. Котиним (ЦНИИСК), по программе которого в пространственной поста-

новке выполнялись теплотехнические расчеты. Некоторые из этих решений представлены ниже (см. раздел 1.3).

Все более широкое применение находят у нас здания, в которых утеплитель располагается с наружной стороны стены. Достаточно широко конструкция стен с подобным расположением утеплителя применяется при реконструкции старых зданий. Конструкции таких стен можно разделить на два основных типа: с устройством вентилируемой прослойки между лицевым слоем и без нее. Первые принято называть стенами с вентилируемыми фасадами.

Отметим, что вентилируемыми могут быть и почти все описанные выше виды наружных стен при выполнении между слоем утеплителя и лицевым слоем кладки вентилируемой воздушной прослойки.

Вместе с тем, основным предметом настоящей работы являются стены из многослойной кладки, поэтому далее стены с расположением утеплителя с наружной стороны стены не рассматриваются.

Подробнее о имеющихся дефектах наружных облегченных стен и методах их устранения изложено в разделе 1.2.

1.2. Примеры решения наружных стен из многослойной кладки в 1990-е годы

1.2.1. Пример комбинированного применения кладки с вертикальными диафрагмами для простенков и с гибкими связями в междуоконных поясах в пятиэтажном жилом доме в г. Бронницы Московской области

Проект здания выполнен ВТК «МОСОБЛСТРОЙ–5». Технические решения стен разработаны автором. План стен первого этажа приведен на рис. 1.2.1 а.

Для простенков предложена кладка с вертикальными диафрагмами толщиной 64 см с толщиной наружного и внутреннего слоев кладки 25 см и шириной колодца 14 см. Соединение слоев кладки осуществляется вертикальными кирпичными диафрагмами толщиной 12 см. В местах пересечений стен в ряде узлов принята спаренная диафрагма толщиной 25 см.

Чтобы выйти на значение требуемого сопротивления теплопередаче ($1,79 \text{ м}^2 / ^\circ\text{С} \cdot \text{Вт}$), в местах междуоконных поясов выполняется более эффективная с точки зрения теплотехники кладка с гибкими связями. Связи выполнялись из арматурных сеток, устанавливаемых в слое цементно-песчаного раствора.

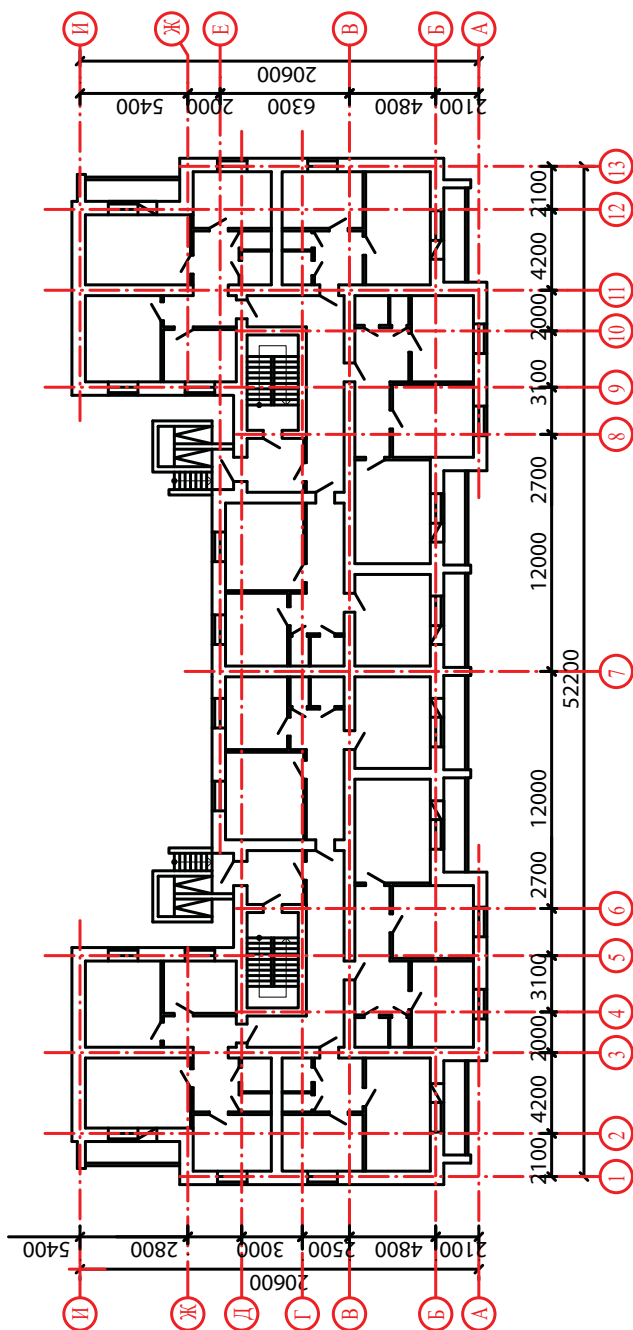


Рис. 1.2.1 а План стен 1-го этажа пятиэтажного жилого дома в г. Бронницы

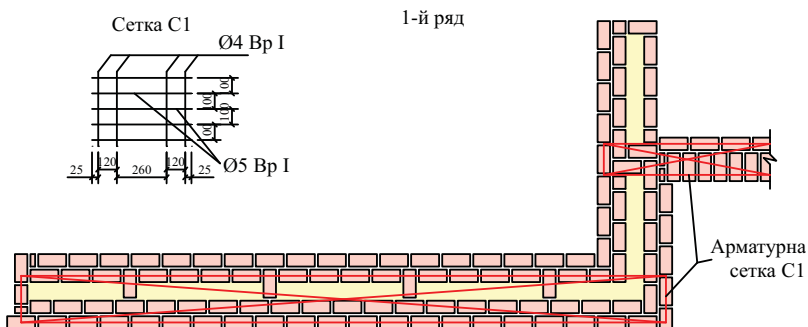


Рис. 1.2.1 б Фрагмент 1. Армирование сетками

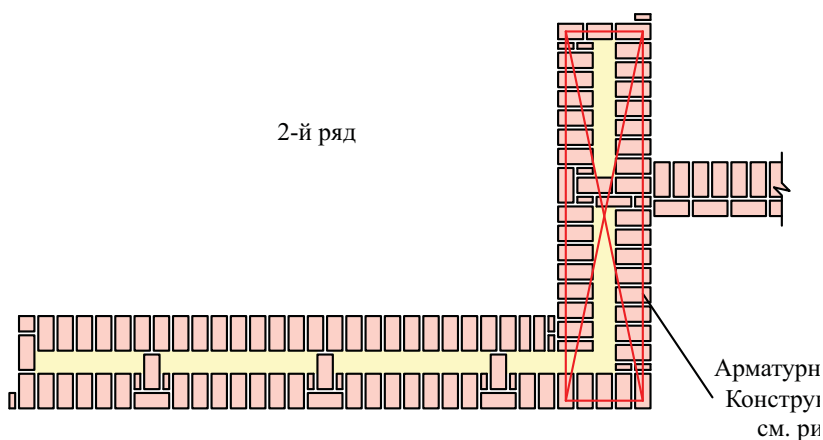


Рис. 1.2.1 в Фрагмент 1. Армирование сетками

В качестве утеплителя принят плитный пенополистирол, устанавливаемый с внутренней стороны пространства между слоями кладки. В местах сопряжения плит утеплителя с кирпичными диафрагмами устанавливаются вертикальные полосы из пенополистирола шириной 10 см и толщиной 4 см с целью фиксации плит утеплителя к кладке.

В междуюконном поясе полости между наружным и внутренним слоями кладки в теплое время года заполняются монолитным ячеистым бетоном.

Фрагменты стены и узлы приведены на рис.1.2.1 б – 1.2.1 е.

Теплотехнические расчеты стен выполнены М.В. Котиним.

Рассматривались варианты с различной толщиной утеплителя. Было установлено, что с увеличением толщины утеплителя поток

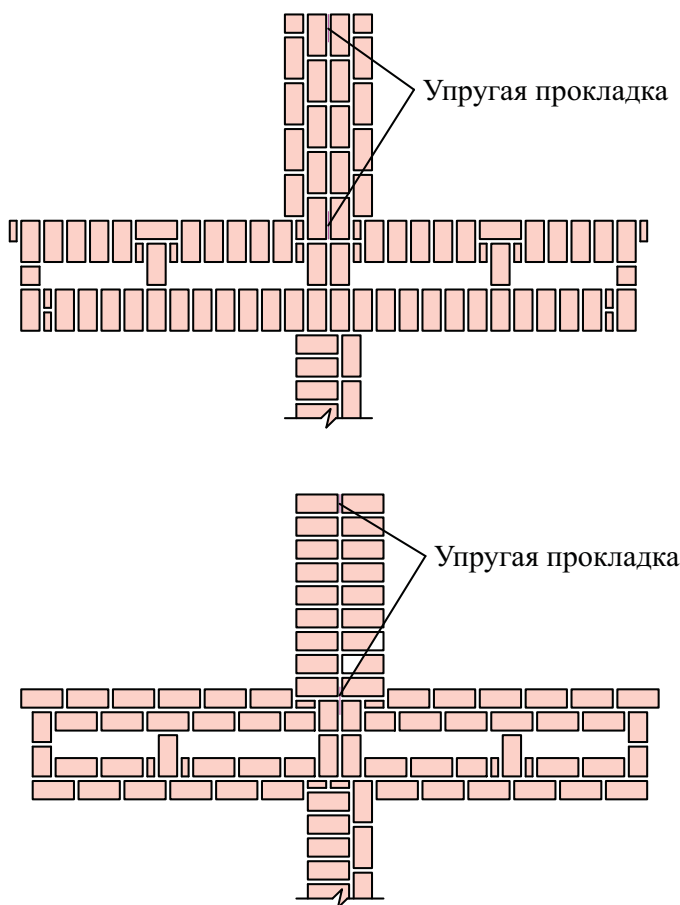


Рис. 1.2.1 в Фрагмент 8. Деформационный шов

тепла через диафрагму увеличивается, что приводит к некоторому снижению температуры на ее внутренней поверхности. При этом температура на внутренней поверхности стены в стороне от диафрагмы, естественно, возрастает.

Начиная с некоторой толщины утеплителя, индивидуальной для каждого случая, изменение расстояния между диафрагмами оказывает большее влияние на сопротивление теплопередаче, чем увеличение эффективности слоя утеплителя.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен составило $2,16 \text{ м}^2 / ^\circ\text{С} \cdot \text{Вт}$, что выше требуемого в то время значения $R_{тр}$

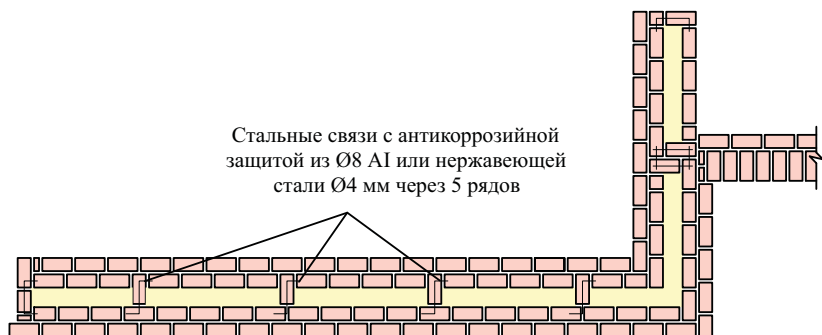


Рис. 1.2.1 г Фрагмент 1. Армирование диафрагм

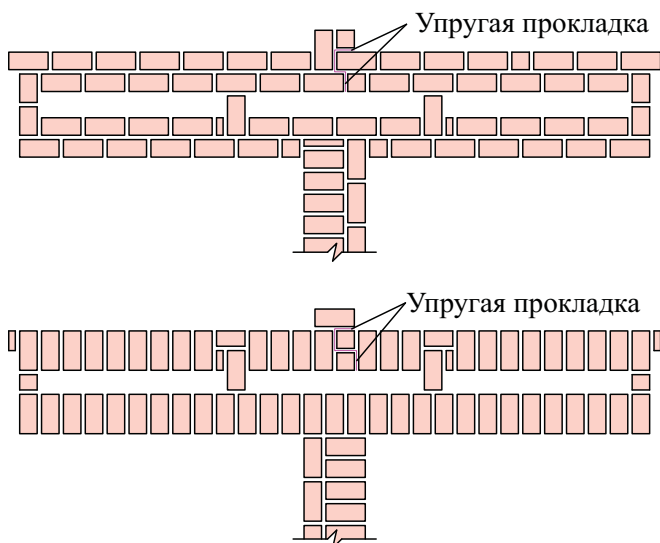


Рис. 1.2.1 д Фрагмент 2. Деформационный шов

$= 1,79 \text{ м}^2 / ^\circ\text{С} \cdot \text{Вт}$. Температуры на поверхности стены оказались всюду выше 140°С .

1.2.2. Пример комбинированного применения кладки с уширенным швом для несущих и кладки с вертикальными диафрагмами для самонесущих стен в десятиэтажном жилом доме в г. Кашира Московской области

Работа выполнялась по заданию института Серпуховгражданпроект в 1997 году. Заказчиком были представлены поэтажные

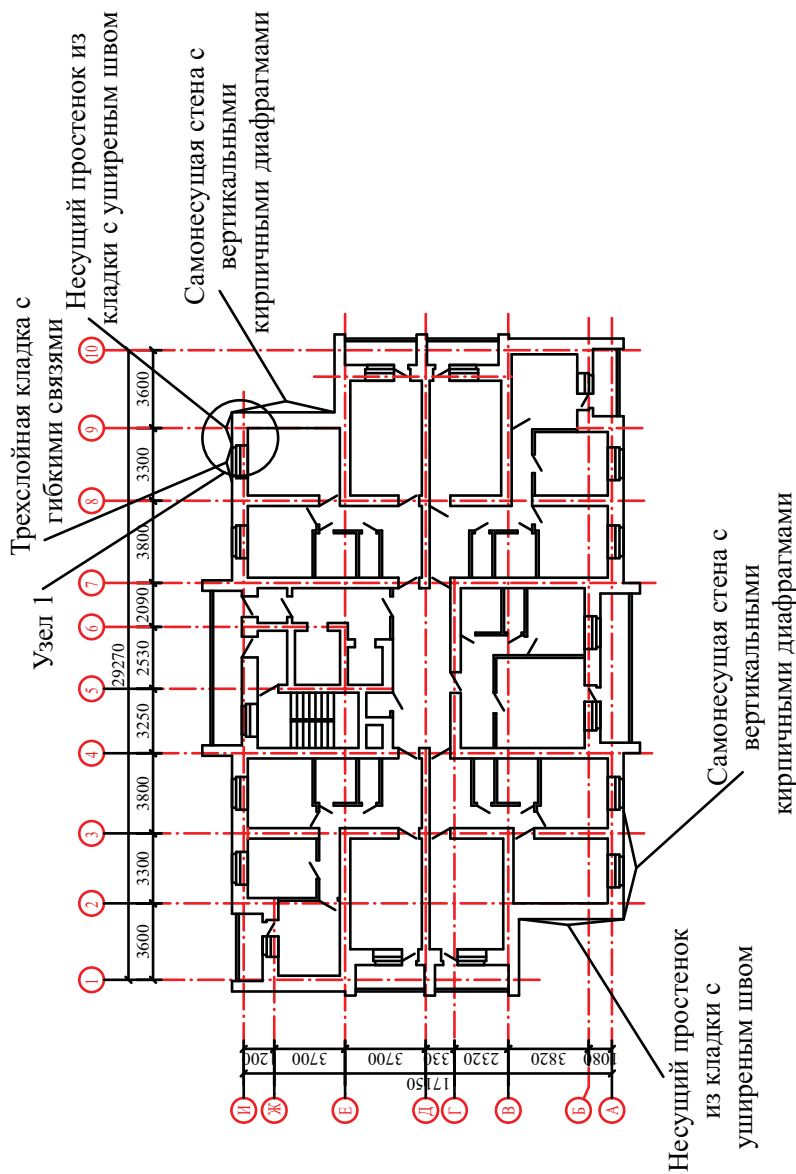


Рис. 1.2.2 а План типового этажа 10-этажного жилого дома, Кашира, 1997 г.

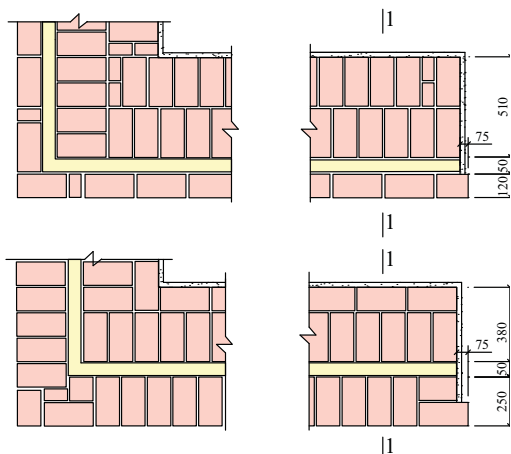


Рис. 1.2.2 б Фрагменты сотен из кладки с уширенным швом

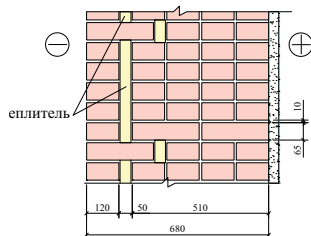


Рис. 1.2.2 в Разрез стены из кладки с уширенным швом

планы, планы перекрытий и разрезы здания.

Проектируемое здание имеет высоту десять этажей. Конструктивная схема здания с наружными и внутренними несущими стенами. План типового этажа показан на рис. 1.2.2 а.

Для несущих наружных стен была принята кладка с уширенным швом (рис. 1.2.2 б, в), заполняемым утеплителем. Положительный опыт возведения такой кладки в многоэтажных зданиях к этому времени уже имелся (см. раздел 1.1, рис. 1.1.21). Толщина внутреннего слоя кладки была принята 51 см, наружного – 12 см и слоя утеплителя – 6 см. Увеличение толщины утеплителя было невозможно по конструктивным соображениям. Слои кладки соединяются горизонтальными армированными кирпичными диафрагмами, располагаемыми с шагом через пять рядов кладки. В качестве утеплителя был предложен пенополиуретан с коэффициентом теплопроводности $= 0,03 \text{ Вт/м}^2 \text{ С}$, технология приготовления которого имеется в ЦНИИСК. Заливка утеплителя осуществляется в построечных условиях в теплое время года через оставляемые во внутреннем слое кладки патрубки из плотной бумаги.

Самонесущие стены было предложено выполнять из более эффективной с точки зрения теплотехники кладки с вертикальными диафрагмами. Толщина внутреннего слоя кладки принята 25 см, наружного – 12 см, расстояние между слоями – 14 см. Слои кладки соединяются между собой вертикальными кирпичными диафрагмами толщиной 12 см, располагаемыми с шагом 51 см (в свету). Армирование диафрагм осуществляется горизонтальными Z- и [-образными стержнями из арматуры 8A1, распо-

[illegible]

Рис. 1.2.2 г Узел 1. Температуры в сечении под оконным проемом (теплотехнический расчет выполнен к.т.н. Котиним М.В.)

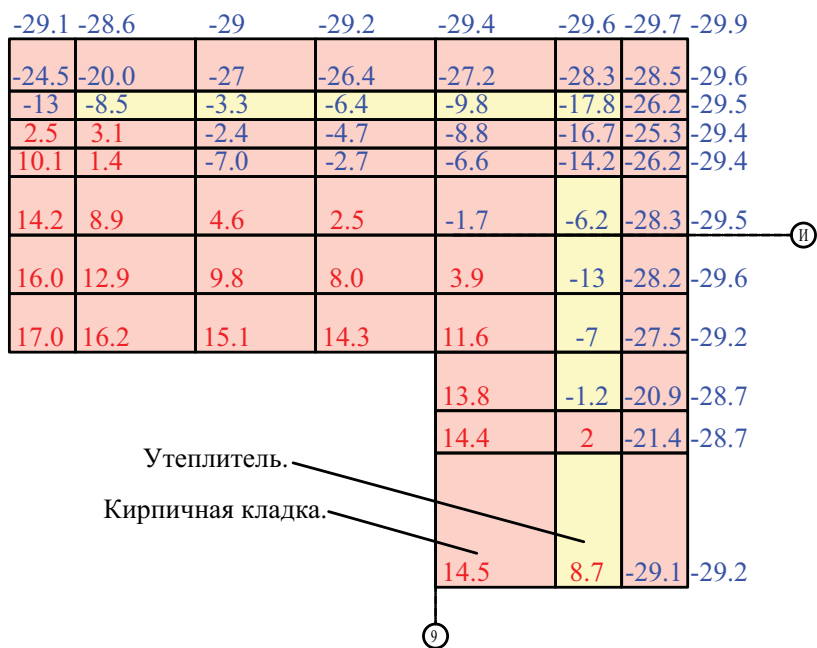


Рис. 1.2.2 д Узел 1. Температуры в сечении в уровне середины оконного проема (теплотехнический расчет выполнен к.т.н. Котиным М.В.)

лагаемыми с шагом через шесть рядов кладки по высоте. В уровне верха и низа оконных проемов на всю длину стен устраиваются горизонтальные растворные диафрагмы толщиной 3 см, армированные сетками из 5Вр1 с ячейкой 15×15 см.

Междооконные пояса выполнялись из трехслойной кладки. Наружный слой имеет толщину 12 см, внутренний слой выше плиты перекрытия выполняется толщиной 12 см и утоплен на 13 см, образуя подоконную нишу, а под плитой перекрытия толщина внутреннего слоя составляет 25 см. В верхней части кладки междооконного пояса на один ряд ниже его верха, а также над перемычками устраиваются растворные диафрагмы толщиной 3 см, армированные сетками и являющиеся продолжением сеток простенков.

С целью улучшения теплотехнических характеристик стен две средние подоконные железобетонные перемычки не устанавливаются. При этом в пределах пространства над оконным блоком утеплитель заливается непосредственно на оконный блок, а за его пределами устраивается железобетонная перемычка толщи-

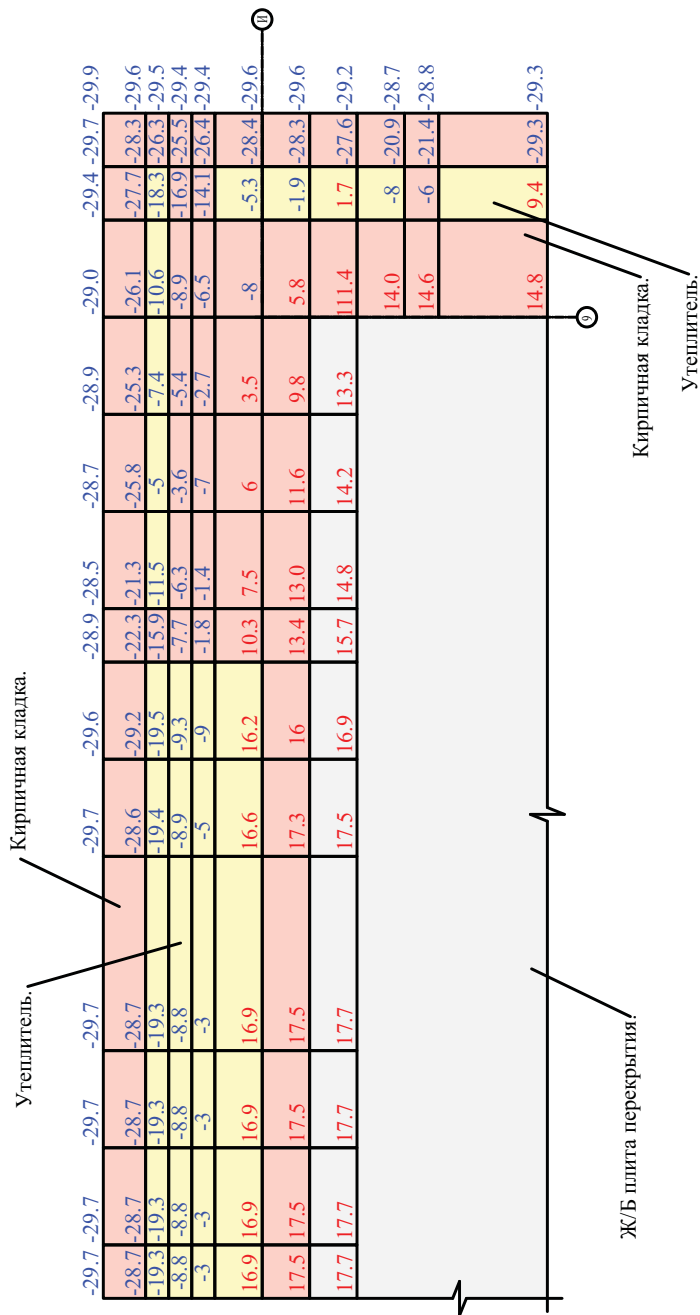


Рис. 1.2.2 е Узел 1. Температуры в сечении в уровне опирания плит перекрытия (технологический расчет выполнен к.т.н. Котиным М.В.)

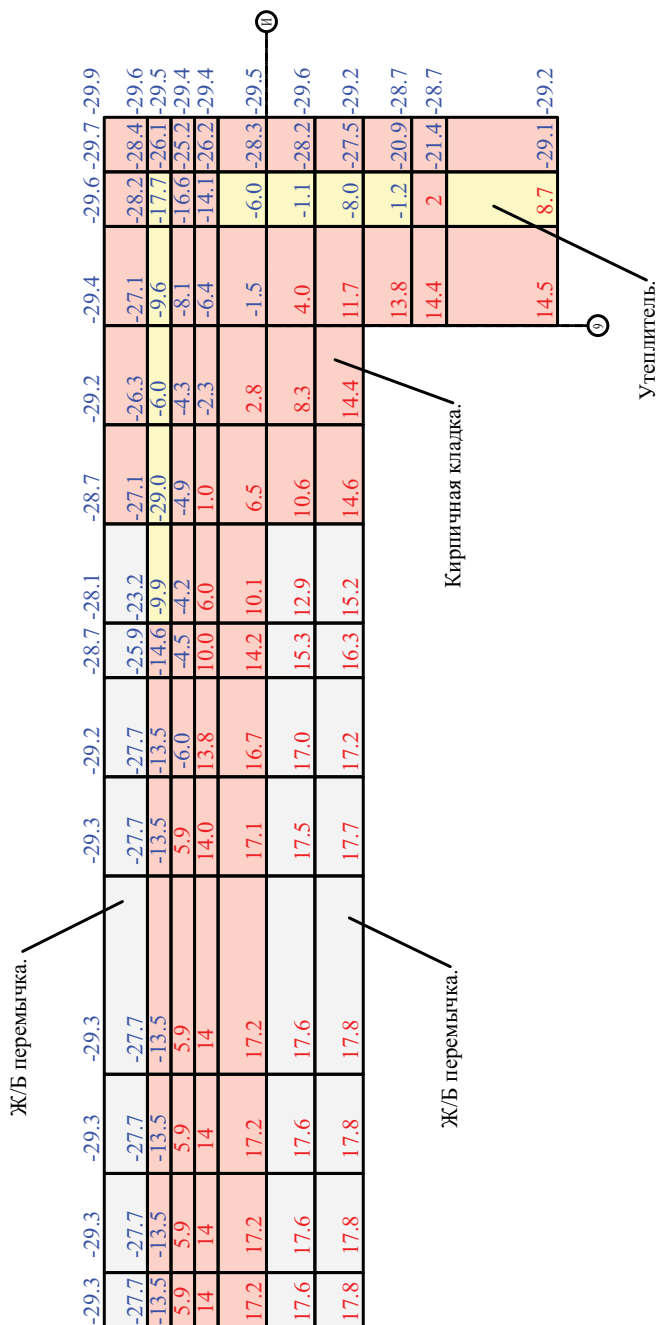


Рис. 1.2.2 ж Температуры в сечении в уровне растворной диафрагмы и надоконной перемычки (теплотехнический расчет выполнен к т.н. Котиным М.В.)

ной 4 см. В местах пересечений наружных и внутренних стен выполняются арматурные связевые сетки в уровне низа перекрытий и низа оконных проемов.

Теплотехнические расчеты зданий выполнялись М.В. Котиным. Значения приведенных сопротивлений теплопередаче даны в табл. ??????. Температуры в горизонтальных сечениях фрагмента стены показаны на рис. 1.2.2.1г–1.2.2.1ж.

1.2.3. Пример решения узлов сопряжения внутренних и наружных несущих стен из трехслойной кладки с вертикальными диафрагмами для жилого дома в г. Раменское Московской области

Совместно с институтом Гражданпроект (г. Жуковский) были разработаны технические решения наружных несущих и самонесущих стен из облегченной кладки с вертикальными диафрагмами, включая узлы сопряжений с внутренними стенами. Толщина внутреннего слоя кладки была принята 38 см, а наружного — 12 см. В качестве утеплителя применялись плиты из пенополиуретана.



Рис. 1.1.10 Кладка наружных стен с внутренним слоем из шлакобетонных камней. Театр им. Станиславского и Немировича-Данченко, 1930-е годы. Фото автора, 2005 г.



Рис. 1.1.22 а, б Здания из монолитного железобетона с наружными стенами из облегченной кладки, устанавливаемыми на перекрытия, Турция, 1997? г.: а - из керамических камней с горизонтальными пустотами; б - из ячеистобетонных камней



Рис. 1.1.23 г Выпуски арматуры из наружного слоя кладки для заделки во внутренний слой из ячеистобетонных камней



Рис. 1.1.23 а, б Строительство 15-этажного жилого дома с наружными ненесущими стенами из облегченной кладки с устанавливаемыми на перекрытие, г. Одинцово Московской области, 1998 г:
а - общий вид здания;
б - конструкция наружной стены из ячеистобетонных камней с облицовкой кирпичом



Рис. 1.1.23 д Установка эффективного утеплителя между лицевым слоем и железобетонной колонной



Рис. 1.1.23 в Крепление внутреннего слоя кладки из ячеистобетонных камней к внутренней стене из монолитного железобетона, г. Одинцово Московской обл.



Рис. 1.1.23 е Шпонка из утеплителя между плитами перекрытия и балкона, г. Одинцово Московской области



Рис. 1.1.24 а Жилой шестизэтажный дом с наружными стенами из трехслойной облегченной кладки, устанавливаемыми на перекрытия, ул. Молодоговардейская, Москва, 1999 г.
Рис. 1.1.24 б Фрагменты наружной стены

Рис. 1.1.25 а, б, в Возведение жилого дома с наружными несущими стенами из облегченной кладки, устанавливаемые на перекрытие, Рублевское шоссе, Москва, 1999 г:
а - общий вид;
б - балконная плита с отверстиями под утеплитель;
в - железобетонные консоли с отверстиями под утеплитель для установки наружного слоя кладки



Рис. 1.1.26 Строительство 22-этажного жилого дома с наружными стенами из колодцевой кладки. Опираение внутреннего слоя стены производится на перекрытие, наружного слоя - на стальной уголок, ул. Молодоговардейская, Москва, 1999 г.



Рис. 1.1.27 а, б, в Строительство 10-этажного жилого дома с наружными стенами из многослойной кладки в г. Красноармейск Московской области, 1999 г:
а - общий вид здания;
б - устройство горизонтальной армированной растворной диафрагмы в наружной стене;
в - устройство шпонок из утеплителя между плитами перекрытия балкона

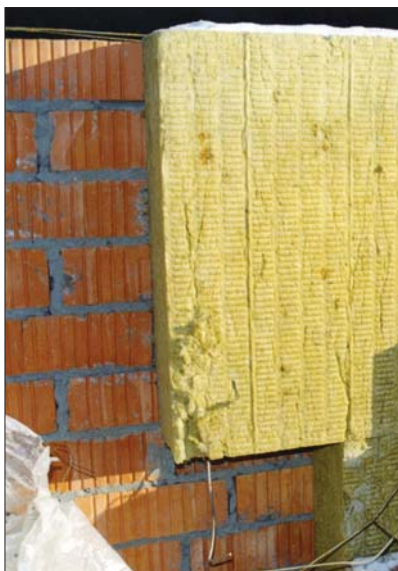


Рис. 1.1.28 а, б, в Строительство здания англо-американской школы с наружными стенами из кладки с гибкими связями, Москва, 1999 г:

а - общий вид здания;
б, в - конструкция наружных стен из трехслойной кладки с гибкими связями

Рис. 1.1.28 г Конструкция наружной стены с гибкими связями с облицовкой бетонными камнями в уровне цоколя, Москва, 1999 г.