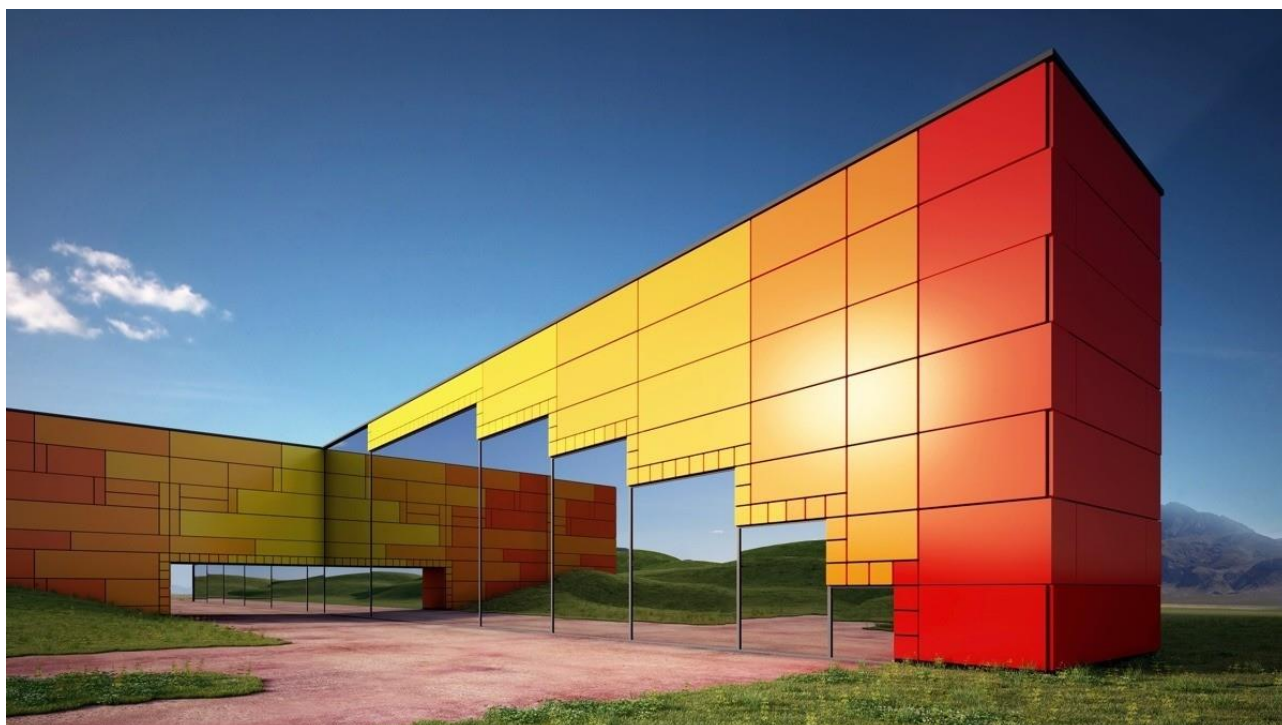


**ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА»
Архитектурно-строительный факультет
Кафедра «Строительные конструкции»**

Составитель Большакова Т.Ю., доцент, канд.пед.наук

СТЕНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ



Кострома

2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
I. Краткая история развития ограждающих конструкций большепролетных зданий.....	6
2. Особенности стен большепролетных зданий.....	6
3. Классификация наружных стен большепролетных зданий	1
4. Требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям большепролетных зданий	4
5. Особенности конструктивных решений наружных и внутренних стен.	1
5.1. Стены из кирпича и мелких блоков	7
5.2. Легкобетонные панели	10
5.3. Панели типа «сэндвич»	3
5.4. Асбестоцементные панели.....	6
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	21

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. *Большепролетным* называется здание или сооружение, конструктивное решение которого включает хотя бы одну большепролетную конструкцию [1]. В данном пособии рассматриваются конструктивные решения стен промышленных зданий.

Большепролетная конструкция – строительная конструкция с пролетом 18 и более метров - для гражданских, 30 и более метров - для промышленных зданий и сооружений или с консолью 9 и более метров.



Рис. 1. Дефекты кирпичной стены промышленного здания, вызванные переувлажнением

Наружные ограждающие конструкции большепролетных зданий – стены подвержены сложному комплексу внешних и внутренних воздействий. При этом рассматриваются воздействия, связанные с *природно-климатическими факторами* (показатели температуры, влажности, ветровой режим, атмосферные воздействия и др.) и *производственными условиями* (перемещение кранов, влажная и агрессивная среда помещений, тепловыделения и др.).

Анализ результатов обследования кирпичных стен большепролетных зданий 50-х-60-х гг. XX в. (сушильно-адсорбционный цех ПО «Титан», г. Красноперекоск, цех засола рыбы Рыбного завода в Санкт-

Петербурге, склад питательных солей Ктришского биохимзавода и др.), проведенного в настоящее время под руководством д.т.н., профессора СПб ГАСУ В.В. Инчика, показал, что эти конструкции имели большие потери прочности от 23 до 28 %. Главными причинами, вызвавшими разрушения кладки стен являются следующие:

- эксплуатация каменных конструкций в условиях повышенной агрессии;
- высокая влажность и содержание большого количества солей.

Еще бóльшая влажность (от 12 до 20%) зафиксирована в стенах современных зданий промышленного назначения. Обследования позволили выявить значительное увлажнение стен, дефекты в виде трещин, высолы (рис. 4), снижение теплозащитных характеристик конструкций и изоляционных материалов, что, по мнению исследователей, произошло в результате

конструктивных просчетов при проектировании конструкций стен и покрытий, из-за ошибок, допущенных строителями, и в процессе небрежной эксплуатации зданий [7].



Рис. 2. Дефекты стены промышленного здания с навесными железобетонными панелями

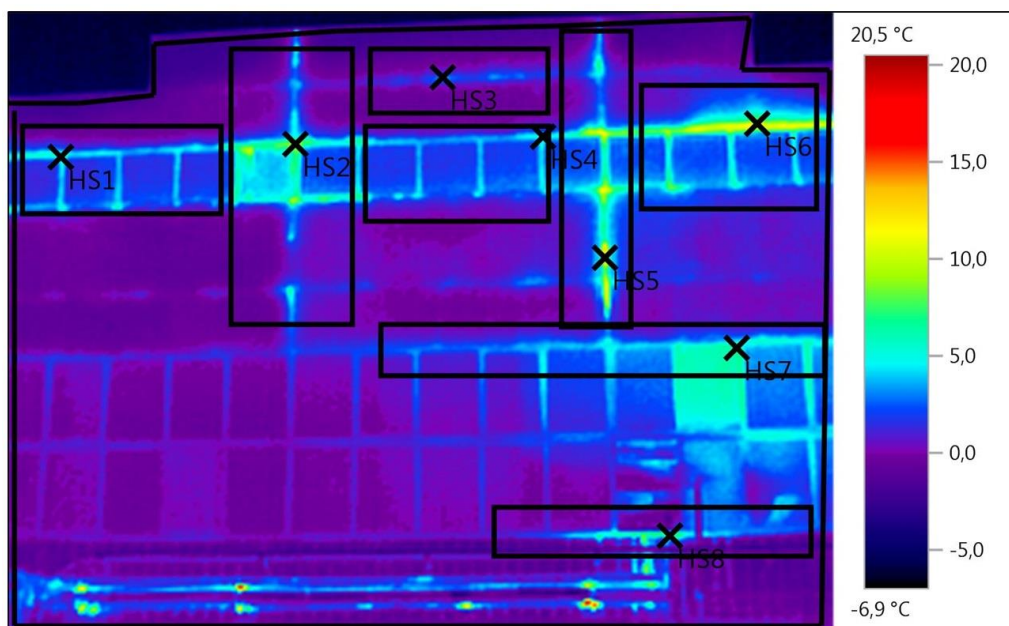


Рис. 3. Тепловизионное обследование стены, выявившее дефекты теплоизоляции.

Энергоэффективность —

эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов, т.е. использование меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве. Среди актуальных **проблем**, связанных с проектированием стен как ограждающих конструкций, исследователи выделяют следующие:



Рис. 4. Высолы на кирпичной стене

- создание энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием инновационных теплоизоляционных материалов (утеплителей) (А.В. Афанасьева; Б.Н. Волынский, А.Н. Дмитриев, Ю.В. Лернтьева, А.В. Мальцев и др.) [2; 9];
- вопросы долговечности (эксплуатационного срока службы) (Н.П. Запашикова);
- конструктивной сложности и высокой материалоемкости фахверковых стен большепролетных зданий и др.

Перед учеными стоит **задача** совершенствования процесса проектирования и, в частности, энергоэффективных материалов и конструкций, отвечающих ряду требований. Необходимо усилить контроль качества производства строительных работ. Для административного, инженерно-технического и эксплуатационного персонала гражданских большепролетных зданий и промышленных предприятий стоят следующие задачи:

- обеспечение сохранности и эксплуатационной надежности большепролетных зданий и сооружений;
- сокращение затрат на их эксплуатацию путем надлежащего ухода и надзора за ними;
- получение полной и объективной информации о техническом состоянии зданий и сооружений;
- назначение и своевременное проведение необходимых видов ремонтов, осуществляемых по заранее составленному плану;
- контроль за тепловым состоянием ограждающих конструкций здания, диагностика электрического и теплоэнергетического и механического оборудования.

Наша задача – составить классификацию стен большепролетных зданий, рассмотреть различные конструктивные решения стен и выявить их достоинства и недостатки в соответствии с заявленной проблематикой и

наметить пути решения; проанализировать и зарисовать наиболее характерные узлы.

1. Краткая история развития ограждающих конструкций большепролетных зданий

Исторический этап	Стены и элементы	Примеры
XVIII в.	Массовое появление промышленных зданий со стенами ручной кладки (кирпич или камень)	- фабрика Стратта и Нида в Белпере (Дербишир), Великобритания, 1771; - заводы Урала
Конец XIX в. - начало XX столетия	Использование чугуна, железобетона, сплошного остекления стен	прядильная фабрика в Туркуэне (департамент Нор) во Франции, 1895 г., инженер Ф. Геннебик
XX в.	1930 г. Изобретение первых сэндвич-панелей (Франк Ллойд Райт, американский архитектор) 1954 г. Железобетонные стеновые панели (постановления ЦК КПСС и Совета Министров от 19 августа 1954 «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства») 1974 г. Производство первых сэндвич-панелей с пенополиуретановым наполнителем в России (г. Сасара, завод «Электрощит»).	Многочисленные промышленные здания Волгодонский завод «Атоммаш» и Камский автомобильный завод.

Стены большепролетных зданий совмещают несколько функций и могут рассматриваться как:

1. Несущий элемент здания;
2. Ограждающий элемент здания;
3. Архитектурно-художественный элемент здания.

2. Особенности стен большепролетных зданий

1. Большая протяженность, значительная высота и сравнительно небольшая толщина;

2. Необходимость устройства **фахверка** (вспомогательный каркас, располагаемый между колоннами основного каркаса, воспринимающий массу стен и ветровую нагрузку и передающий их на элементы основного каркаса).

3. Классификация наружных стен большепролетных зданий

3.1. По характеру выполнения несущих функций стены большепролетных зданий подразделяют следующим образом:

- несущие (воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки (перекрытия и покрытия, крановое оборудование, ветровые нагрузки и др.) [10, с. 163-165];
- самонесущие (наружные ограждающие вертикальные конструкции, защищающие внутренние помещения здания от воздействия внешней среды, опирающиеся и передающие на фундамент нагрузку от собственного веса);
- навесные (воспринимающие нагрузку только от собственного веса и ветра в пределах одного этажа при высоте этажа не более 6 м; при большей высоте этажа эти стены относятся к самонесущим);

3.2. По конструктивному исполнению:

- из мелкогабаритных элементов (кирпич, легкобетонные камни);
- из крупногабаритных элементов:
 - а) панели из легких или ячеистых бетонов;
 - б) панели металлические трехслойные типа «сэндвич»;
 - в) панели асбестоцементные многослойные;
 - г) стены полистовой сборки.

4. Требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям большепролетных зданий

Наружные стены промышленных зданий должны обладать прочностью, огнестойкостью, долговечностью, свойствами, способствующими рациональному расходованию тепловой энергии на отопление ограждаемых помещений в течение отопительного периода, гидроизоляцией, противостоять воздействиям агрессивной среды. Вместе с тем, они должны быть индустриальными и экономически эффективными при возведении, обладать эстетическими качествами.

5. Особенности конструктивных решений наружных и внутренних стен.

5.1. Стены из кирпича и мелких блоков проектируют для каркасных большепролетных зданий небольших размеров; с влажной и агрессивной средой помещений; с большим числом ворот, дверей и технологических проемов. Такие стены возводят аналогично стенам гражданских зданий. Для обеспечения устойчивости их крепят к колоннам анкерами, кляммерами или хомутами, которые устанавливают с шагом 70-100 мм по всей высоте стены. Прочность их крепления определяют расчетом на ветровые нагрузки.

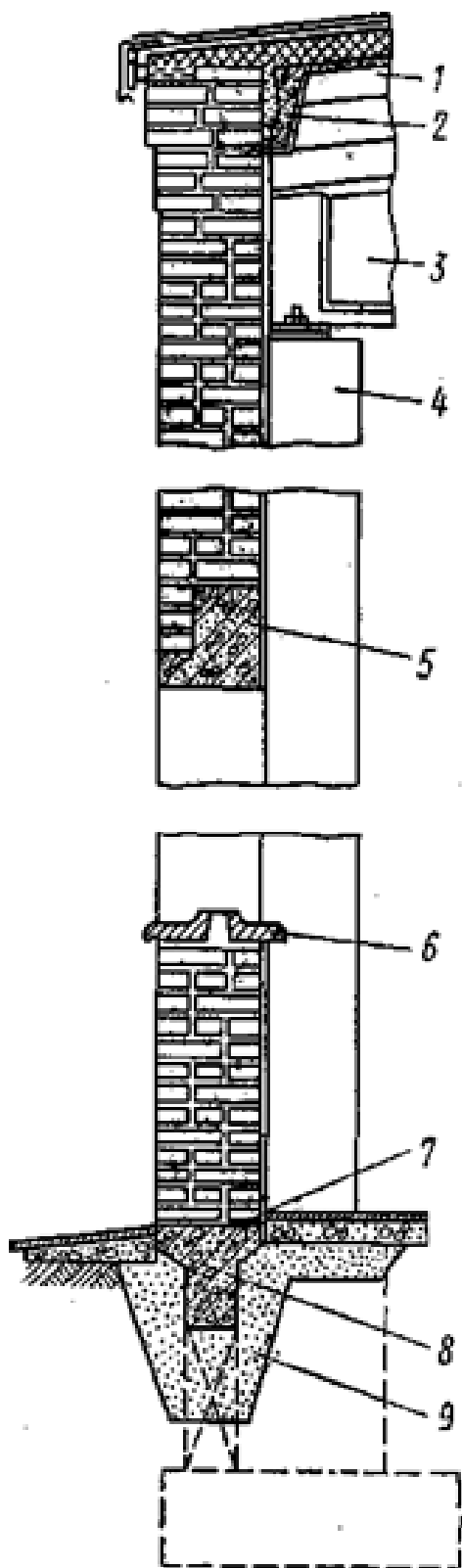


Рисунок 5. Разрез кирпичной стены каркасного большепролетного здания:

1 – поперечное ребро ребристой железобетонной плиты покрытия; 2 – продольное ребро ребристой железобетонной плиты покрытия; 3 – стропильная конструкция покрытия (железобетонная балка); 4 – железобетонная колонна каркаса; 5 – обвязочная железобетонная балка; 6 – подоконный элемент; 7 – гидроизоляция; 8 – фундаментная железобетонная балка; 9 – песчаная подушка

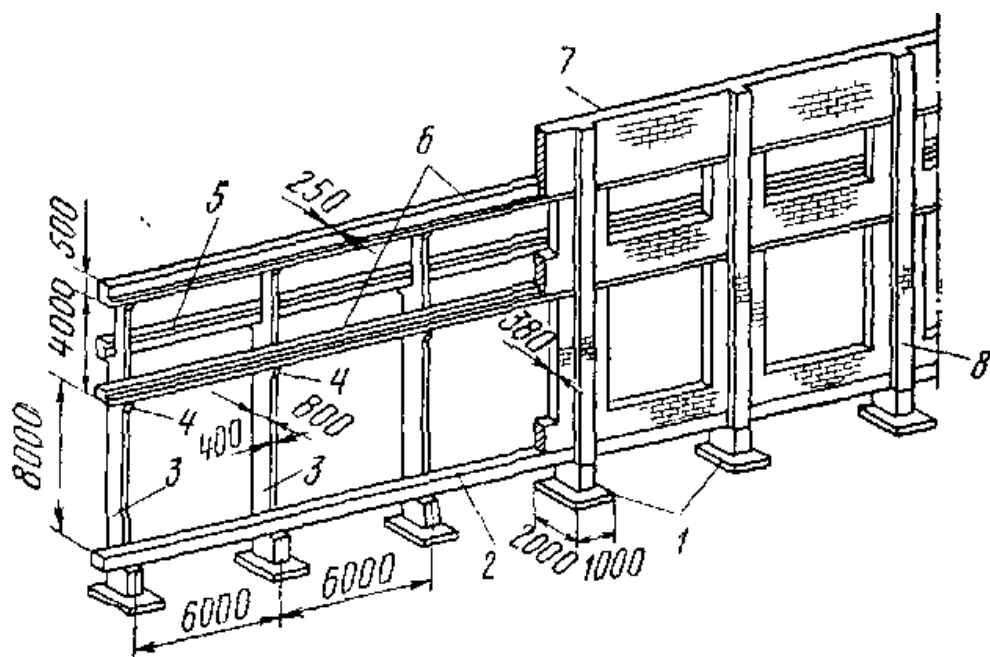


Рисунок 6. Самонесущая кирпичная стена большепролетного здания с железобетонным каркасом:

1 – столбчатые фундаменты стаканного типа; 2 – фундаментная балка; 3 – колонна каркаса; 4 – консоль колонны; 5 – подкрановая балка; 6 – обвязочная балка; 7 – несущая кирпичная стена; 8 – пилястра

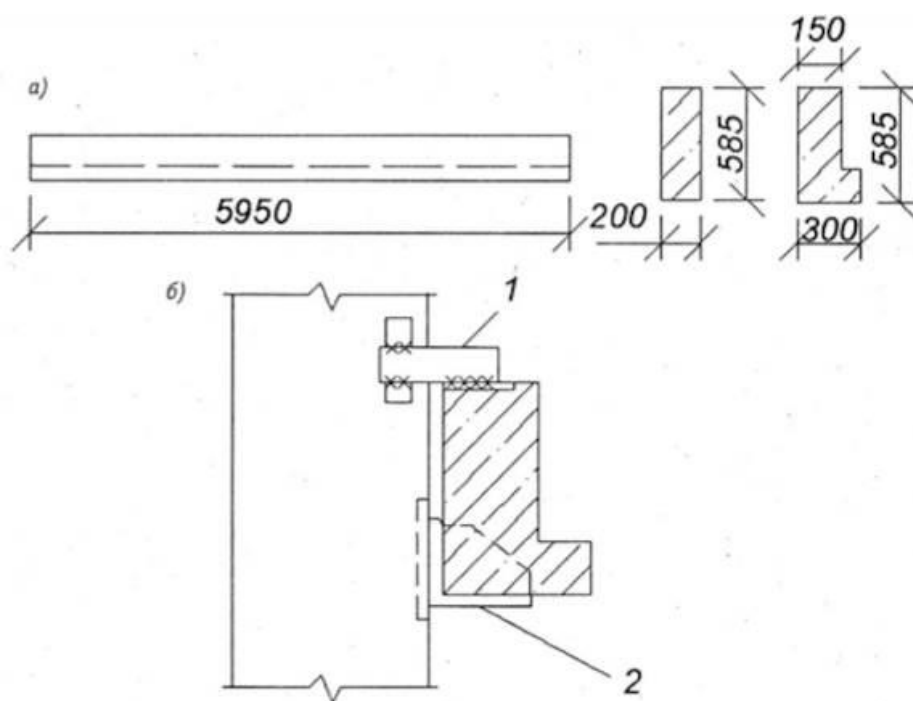


Рис. 7. Обвязочная балка, ее опирание на колонну:

а – общий вид; б – узел крепления к колонне; 1 – закладные детали и монтажная накладка; 2 – сварная металлическая консоль

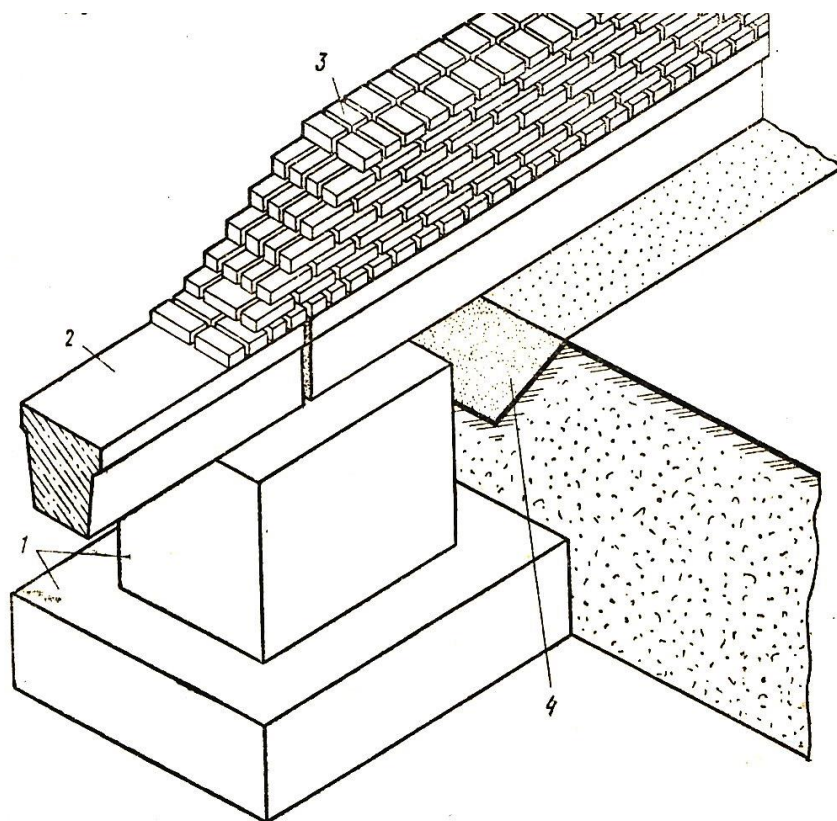


Рисунок 8. Кирпичная несущая стена:

1 – столбчатый фундамент под колонну (условно не показана); 2 – фундаментная балка; 3 – кирпичная стена в 2 кирпича; 4 – песчаная подушка под балкой.

5.2. Панели из легких бетонов на пористых заполнителях (ГОСТ 13578-2019). Стены отапливаемых зданий возводят из железобетонных однослойных и двухслойных панелей (несущих, самонесущих), изготовляемых из легких бетонов по ГОСТ 25820, с напрягаемой и ненапрягаемой арматурой для каркасных производственных и вспомогательных зданий с сухим, нормальным и влажным режимами эксплуатации при неагрессивной и агрессивной среде, при относительной влажности воздуха в помещениях до 75 %.

Стеновая панель – крупноразмерный железобетонный плоский элемент стены заводского изготовления. По статической работе панели подразделяются на несущие и самонесущие.

Панели для наружных стен производственных зданий из легких бетонов **классифицируют** по следующим основным признакам, определяющим их типы:

- по расположению в здании;
- статической схеме работы;
- числу слоев;

- разрезке стен на элементы.

а) По расположению в здании выделяют:

- панели стен надземных этажей;
- панели стен цокольного этажа или технического подполья;
- панели стен чердака или парапетные.

б) По статической схеме работы выделяют панели:

- несущие;
- самонесущие.

в) По числу слоев выделяют панели:

- однослойные с отделкой с наружной и с внутренней стороны;
- двухслойные, с внутренним изолирующим слоем.

г) По разрезке стен на элементы выделяют панели:

- однорядные рядовые;
- угловые горизонтальной полосовой разрезки.

Марка панели состоит из буквенно-цифровых групп, разделенных дефисами. Первая группа содержит обозначение типа панели и габаритных размеров. Обозначения типов панелей дополняют, при необходимости, буквенными индексами, указывающими на предусматриваемое использование их в стенах зданий или другие особенности конкретных типов. Длину и высоту панели указывают в дециметрах (округляя до целого числа), а толщину – в сантиметрах. Во второй группе указывают, при необходимости, вид бетона и обозначения конструктивных особенностей панели. Для двухслойных панелей со слоями из бетона разного класса по прочности на сжатие следует указывать класс и вид бетона несущего слоя. **Пример** условного обозначения панели стеновой двухслойной длиной 60 дм, высотой 12 дм, толщиной 30 см с изолирующим слоем из тяжелого бетона:

ПСВ60.12.30-Т ГОСТ 13578—2019

Рассмотрим особенности однослойных панелей. Панель представляет собой плоскую однослойную конструкцию, выполненную из легкого бетона, армированную пространственными каркасами.

В легкобетонных панелях применен бетон плотного строения на пористых заполнителях (керамзитобетон, перлитобетон, аглопоритобетон, шлакопемзобетон). Для всех видов легкого бетона возможно применение песка из легкого гранулированного шлака. Легкие бетоны приняты со средней плотностью в сухом состоянии в пределах $D = 900...1200 \text{ кг/м}^3$ и шлакопемзобетон $D = 1300 ...1600 \text{ кг/м}^3$. Класс легкого бетона В 3,5. Панели из легкого бетона на пористых заполнителях должны изготавливаться с наружным и внутренним фактурными слоями толщиной 20 мм из цементно-песчаного раствора марки 100. Фактурный слой выполняет функции изолирующего слоя.

Панели армируются пространственными каркасами, состоящими из продольных плоских каркасов и отдельных, расположенных симметрично о двух сторон, стержней соединенных между собой с помощью контактной сварки во всех местах пересечения. Каркасы изготавливаются из арматурной стали класса А-III.

Модульные размеры панелей $L = 0,6 \div 6,7$ м; $H = 0,9 \div 1,8$ м; $B = 400$ мм. (См. серию 1.030.1-1/88)

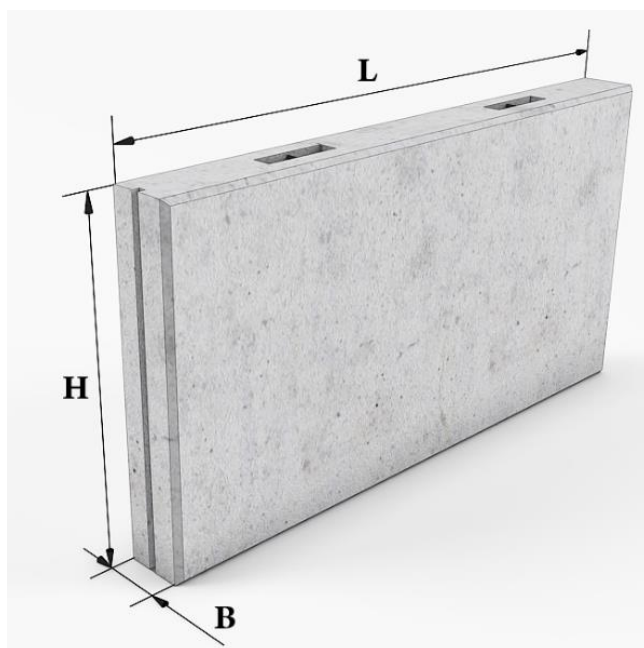


Рис. 9. Панель однослойная легковесная сплошная из легкого бетона

Двухслойная панель имеет основной слой из легкого бетона и изолирующий внутренний слой. Координационные и конструктивные размеры панелей назначают в соответствии с правилами модульной координации размеров по ГОСТ 28984. Размеры панелей по толщине рекомендуется принимать кратными 10, 20 или 50 мм. Конструктивные размеры и показатели материалоемкости панелей (расход бетона и стали) принимаю по рабочим чертежам. Номинальную толщину внутреннего изолирующего слоя со стороны воздействия агрессивной среды двухслойных панелей принимают не менее 50 мм.

Наружные поверхности панелей иногда отделывают мраморной или гранитной крошкой, слюдой и т. п. Однако создаваемая при этом шероховатая поверхность стен загрязняется пылью и трудно очищается. Целесообразнее облицовывать стеновые панели коврово-мозаичной стеклянной или керамической плиткой. Кроме красивого внешнего вида такие панели имеют высокие эксплуатационные качества и долговечны.

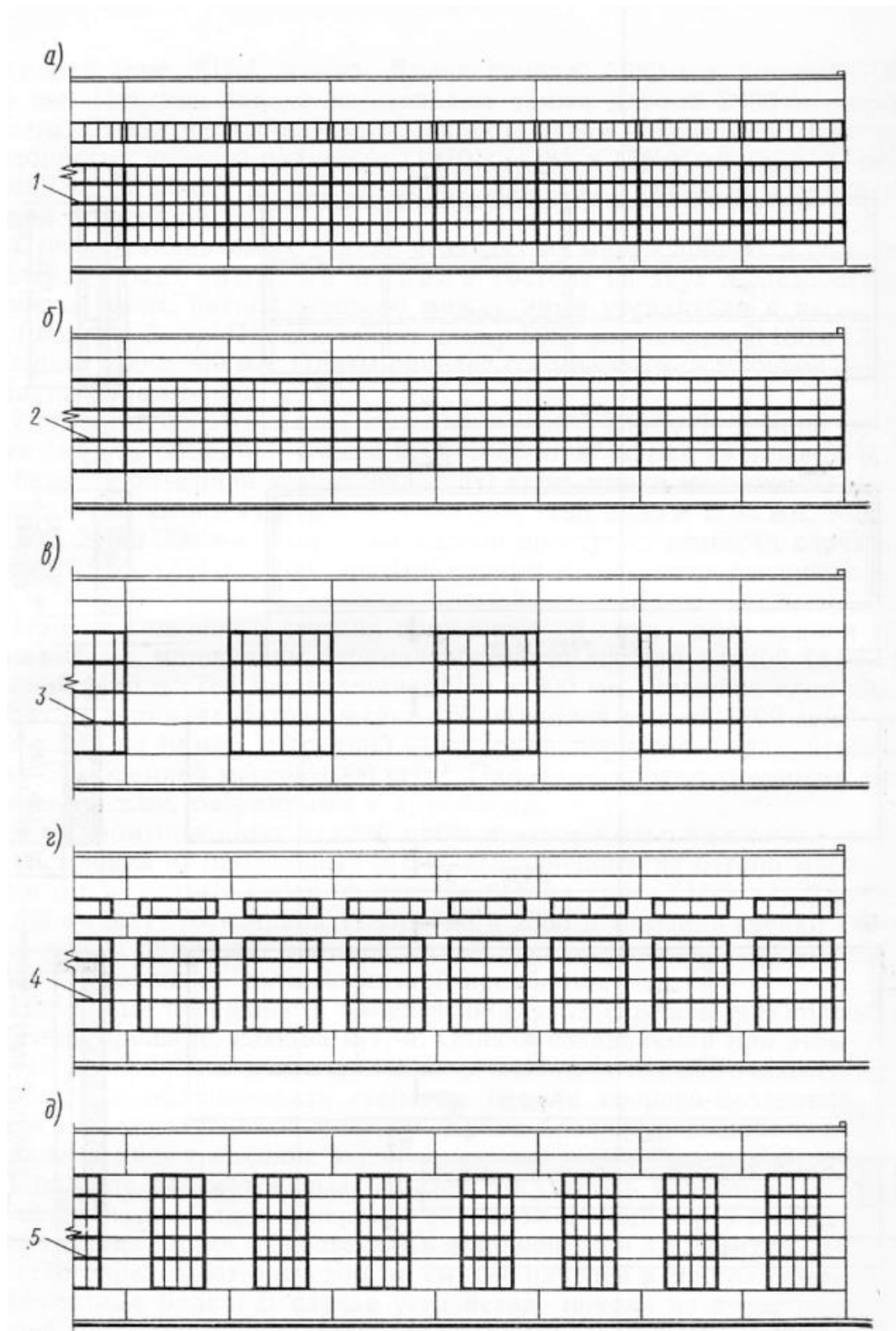


Рис. 10. Варианты разрезки стен одноэтажных зданий:

а – при ленточном остеклении; б – то же, сплошном; в-д – при отдельных проемах; 1 – деревянные оконные панели размером 1,2×6 м; 2 – оконные панели из труб 1,8×6 м; 3 – то же, из гнутых профилей; 4 – деревянные переплеты-блоки 1,2(1,8)×4,5 м; 5 – деревянные оконные панели 1,2(1,8)×3 м

Стены из рассмотренных панелей могут быть навесными с ленточным остеклением или с проемами, расположенными через шаг колонн, а также самонесущими с простенками шириной 1,5 и 3 м. Высоту самонесущих стен определяют расчетом на смятие панелей в местах опирания на фундаментные балки. В случае устройства цоколя из ячеистобетонных панелей последние защищают влаго- и морозостойкими материалами.

Углы зданий со стенами из железобетонных панелей монтируют из специальных угловых элементов, а со стенами из панелей сплошного сечения – с помощью панелей, удлиненных на толщину стены и располагаемых со стороны продольных стен.

Варианты разбивки продольных стен (см. рис. 10) на панели предопределяются характером остекления, которое может быть ленточным или в виде отдельных проемов. Чаще всего предусматривают двухъярусное остекление, размещая между ярусами один или два ряда панелей, являющихся перемычками. При двухъярусных проемах обеспечивается более эффективная аэрация помещений.

Наибольшая высота проема зависит от прочности оконных панелей. С целью ограничения ветровых нагрузок на импосты и панели-перемычки при шаге колонн 6 м она не должна превышать 12 м для первого яруса остекления и 5,4 м для последующих ярусов.

Толщину горизонтальных швов между панелями принимают равной 15 мм, вертикальных – 20 мм при длине панелей 6 м и 30 мм – при панелях длиной 12 м.

Особое внимание при устройстве панельных стен необходимо обращать на качество заделки швов. Надежная герметизация швов является залогом длительной сохранности как панелей, так и деталей их крепления к колоннам.

В результате температурных и усадочных деформаций панелей толщина швов периодически изменяется, а поэтому материал шва должен быть упругим и эластичным, а также плотным, водонепроницаемым, атмосферостойким и с требуемыми теплотехническими качествами. В противном случае возможно продувание, увлажнение и промерзание швов, что может вызвать разрушение кромок панелей, материала заполнения швов и коррозию деталей крепления панелей к колоннам.

Всем этим требованиям в наибольшей мере удовлетворяют упругие синтетические профильные прокладки из поропласта, пенополиуретана, гернита, а также герметизирующие мастики УМ-40, УМС-50 и др. Цементно-песчаный раствор в качестве материала швов применять не рекомендуется.

Навесные панели стен, размещаемые над оконными проемами, устанавливают на стальные столики, привариваемые к колоннам. Такие

столики предусматривают и на глухих участках стен. В последнем случае расстояние между столиками по вертикали принимают из условия неразрушения панелей от вышележащего участка стены. В самонесущих стенах надоконные панели опирают на простенки. Некоторые детали креплений панельных стен приведены на рис. 11 и 12.

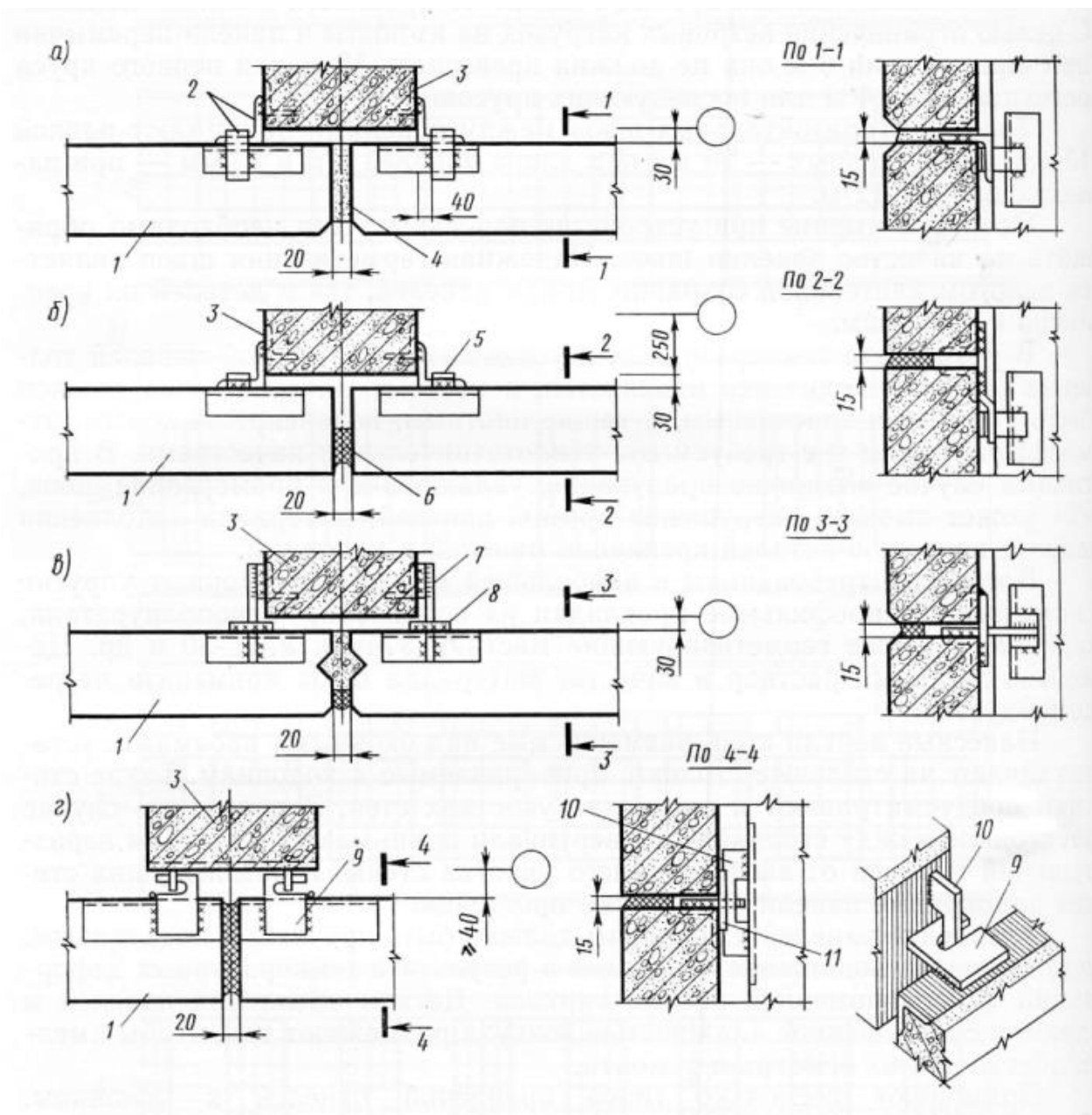


Рис. 11. Детали крепления стеновых панелей к колоннам:

а – посредством двух уголков; б – при помощи уголка и скобы; в – посредством анкеров; г – скрытое посредством скобы и крюка; 1 – стеновая панель; 2 – уголки 125×14 мм; 3 – колонна; 4 – цементный раствор М 50; 5 – скоба из полосы 60×16 мм; б – упругий материал; 7 – стержень диаметром 14 мм; 8 – пластинка 100×50 X 6 мм; 9 – пластинка 80×55×14 мм; ГО – пластинка 120×34×12 мм; 11 – стержень диаметром 14 мм

Крепление панелей к колоннам должно быть прочным и податливым, учитывающим подвижность панелей в результате температурных деформаций и неравномерной осадки каркаса. Детали крепления панелей в зданиях с повышенной влажностью воздуха размещают так, чтобы имелся доступ для их осмотра и ремонта.

Применяют несколько типов креплений панелей к колоннам. На рис. 11 показано крепление из уголков, расположенных в разных плоскостях; один уголок приваривают к колонне, другой – к панели. При заполнении швов упругими материалами уголок, привариваемый к панели, заменяют скобой, фиксирующей толщину шва.

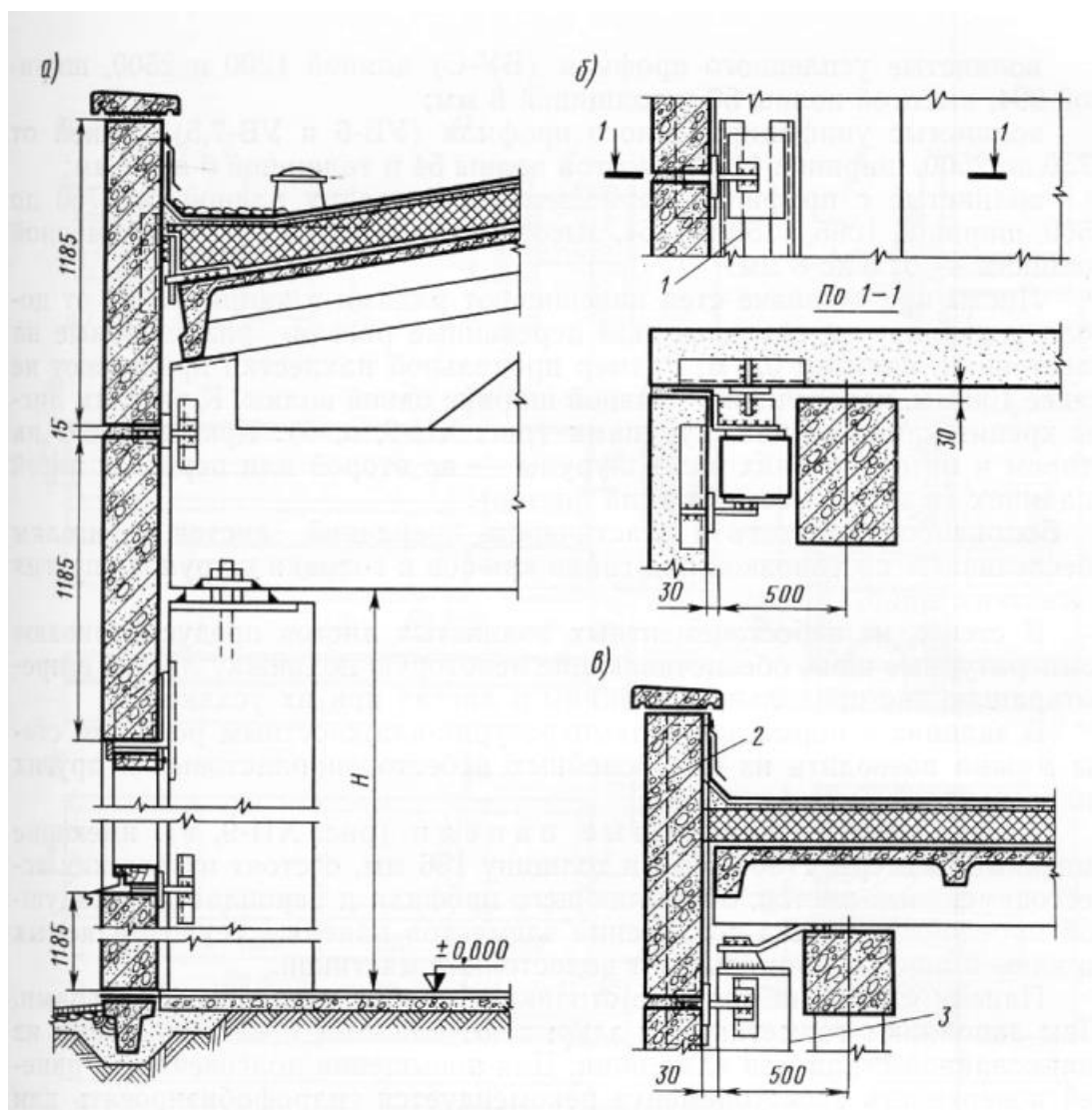


Рис. 12. Некоторые конструктивные детали панельных стен:

а – разрез продольной стены; б – крепление угловых панелей к фахверковой стойке; в – крепление рядовых парапетных панелей к стальной насадке; 1 – фахверковая колонна; 2 – стальная насадка; 3 – стальная надставка

Менее металлоемким является крепление посредством анкера и пластины. В зданиях с повышенными требованиями к интерьеру применяют крепление скрытого типа (к наружной грани колонн). Оно состоит из двух пластин с вырезами в виде скобы и крюка. Скобу крепят к колонне, а крюк – к панели. Между собой панели соединяют арматурными стержнями.



Рис. 13. Легкобетонные панели стен

5.3. Панели металлические трехслойные (ГОСТ 32603-2012). Стеновая трехслойная панель представляет собой конструкцию, состоящую из двух металлических обшивок из стальных или алюминиевых профилированных листов и запрессованного между ними утеплителя из пенополистирола или базальтового волокна на синтетическом связующем. Конструктивные типы трехслойных панелей отличаются в основном формой продольных кромок, что приводит к различным конструктивным решениям вертикальных стыков панелей. К несущим конструкциям панели крепят сквозными самосверлящими винтами со стальной и уплотняющей шайбами под головкой. Снаружи шов закрывают металлическим нащельником. При горизонтальной разрезке панели примыкают к колоннам и, при необходимости, к стойкам фахверка через герметизирующие прокладки.

5.3.1. Классификация, основные параметры и размеры

Панели классифицируют по функциональному назначению; конструктивным параметрам и размерам.

По функциональному назначению панели подразделяют на:

- стеновые, в том числе угловые (С);
- кровельные (К).

По конструктивным параметрам и размерам панели подразделяют по виду профилирования поверхности: наружной и внутренней облицовок (рис. 14). При том внутренняя облицовка стеновой и кровельной панелей может быть: гладкой (Г), волнистой (В), трапециевидной (Т), с накаткой (Н). Наружная облицовка стеновой панели может быть: гладкой (Г), волнистой (В), трапециевидной (Т), с накаткой (Н). Возможны и другие виды профилирования облицовок. В зависимости от типа замка при сопряжении панелей с разными продольными кромками – одна в виде паза, другая в виде гребня.

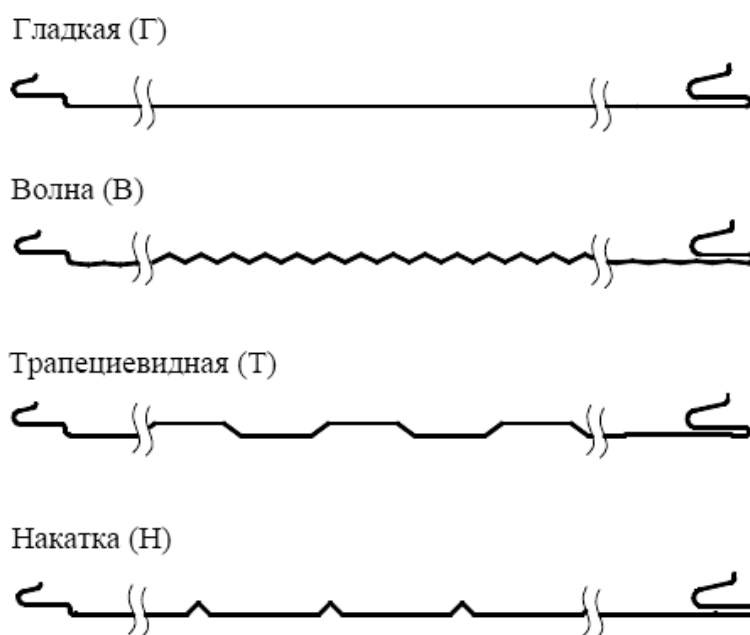


Рис. 14. Виды профилирования поверхности металлических облицовок

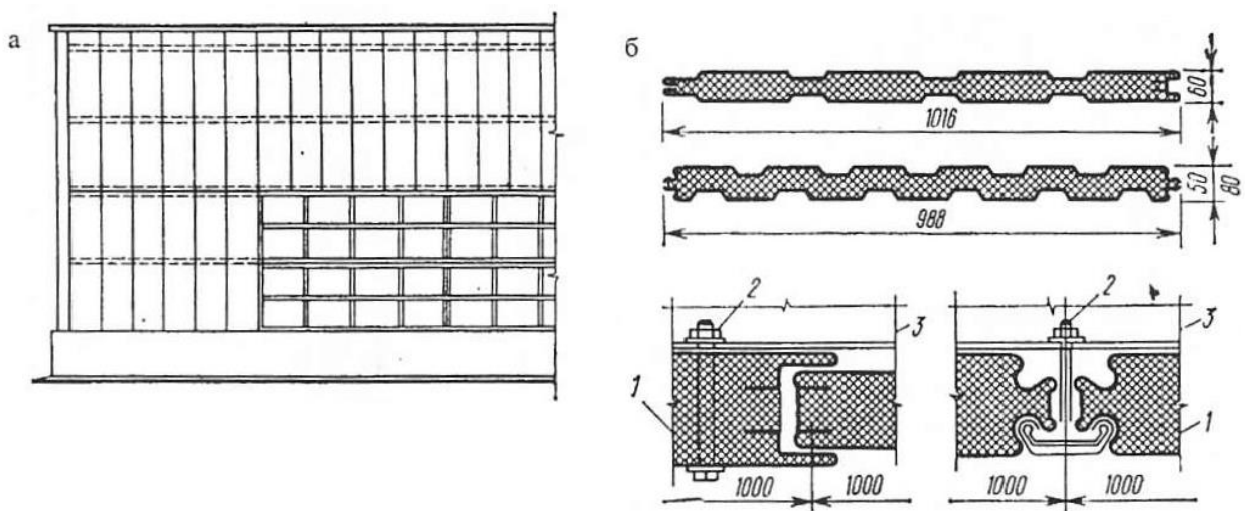


Рисунок 15. Конструкция стены на основе сэндвич-панелей:

а – фрагмент фасада, б – конструкции панелей; 1 – стеновая панель; 2 – деталь крепления; 3 – ригель

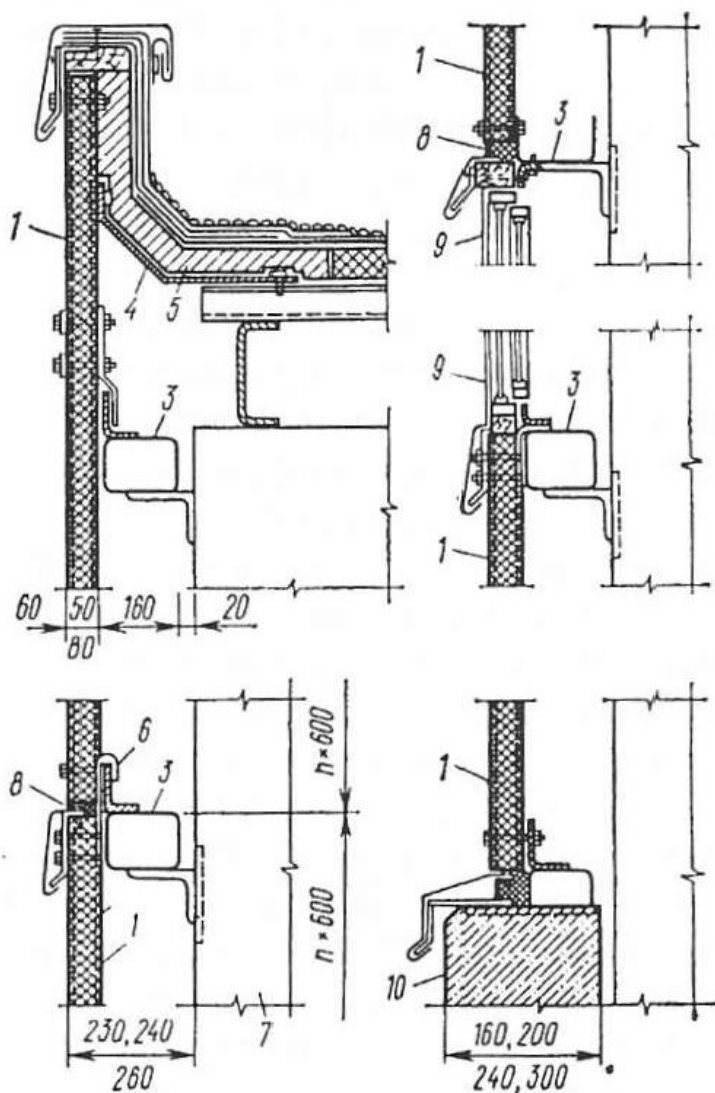
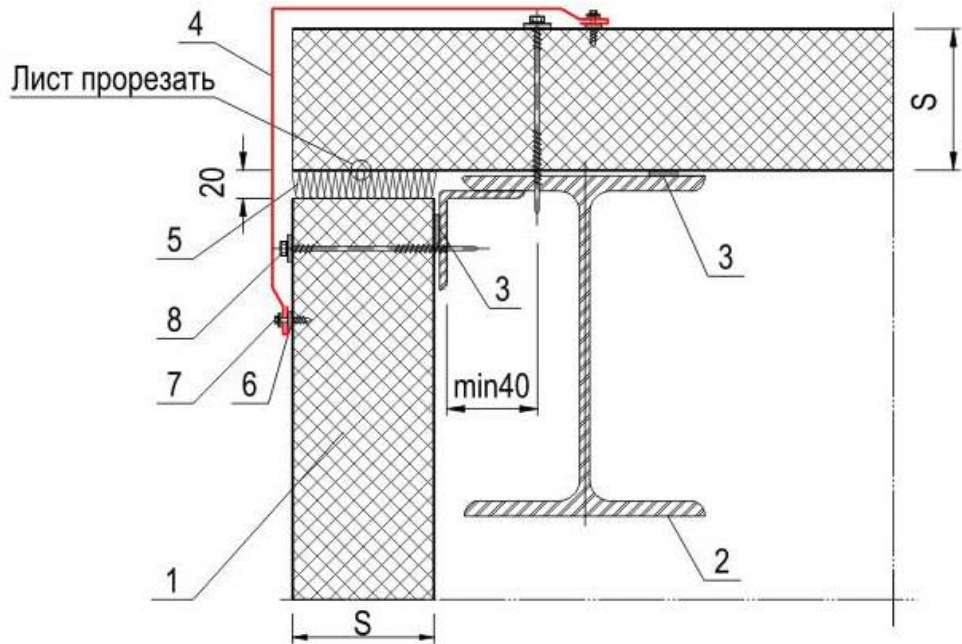


Рисунок 16. Конструкция стены на основе сэндвич-панелей: деталь разреза по продольной стене:

1 – стеновая панель; 2 – деталь крепления; 3 – ригель; 4 – листовая сталь; 5 – утеплитель; 6 – стальная накладка для навески панелей; 7 – колонна; 8 – заделка и утепление стыка над оконным проемом (мастика, герниковый шнур, эластичный пенопласт); 9 – спаренные стальные переплеты; 10 – цокольная панель

СОЕДИНЕНИЕ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ ПО НАРУЖНОМУ УГЛУ

Вариант А (при толщине стеновых сэндвич-панелей $S=40-150$ мм)



Вариант Б (при толщине стеновых сэндвич-панелей $S=150-300$ мм)

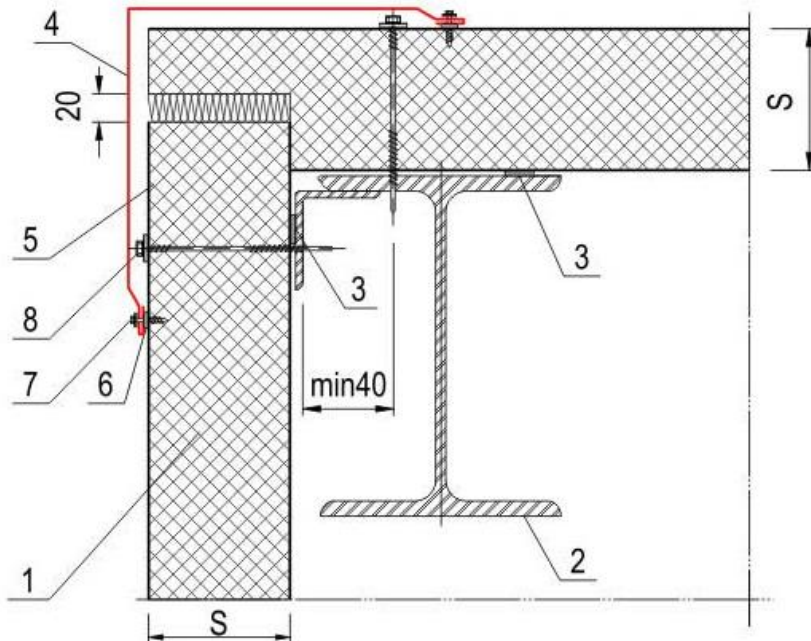


Рисунок 17. Соединение сэндвич-панелей по наружному углу:

1 – стеновая сэндвич-панель; 2 – Колонна (показана условно); 3 – уплотнительная лента; 4 – фасонный элемент ФЭ-У1; 5 – утеплитель; 6 – герметик силиконовый; 7 – самосверлящий шуруп; 8 – самосверлящий шуруп; 9 – уплотняющая масса (мастика)

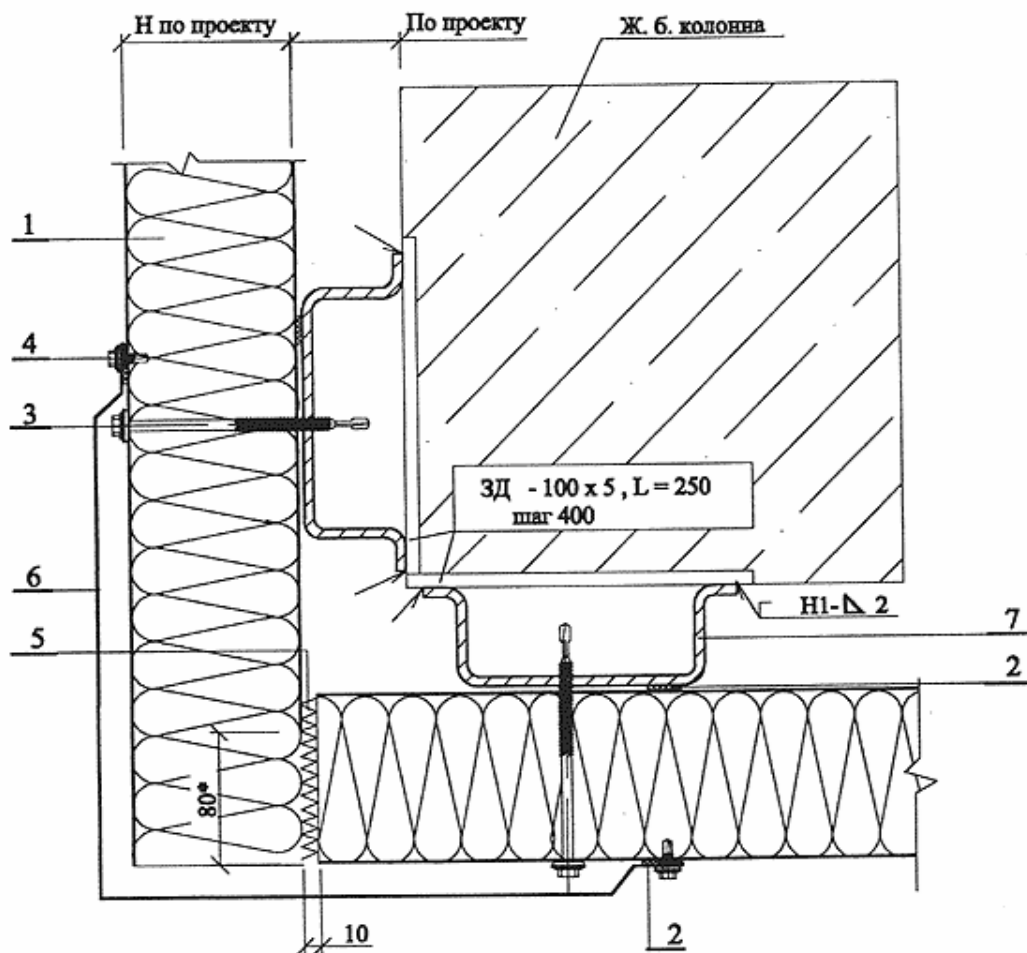


Рисунок 18. Крепление сэндвич-панелей к железобетонной колонне каркаса: 1 – панель; 2 – уплотняющая лента или герметик; 3 – самосверлящий винт, шаг 400; самосверлящий винт, шаг 300; теплоизоляция из минваты; 6 – гнутый оцинкованный профиль 0,6 мм; 7 – шляпный профиль оц. 2 мм

5.4. Асбестоцементные каркасные панели решены навесными и имеют привязку к координационным осям, аналогичную привязке металлических стен (180 мм). Материалы: жесткие минераловатные плиты, асбестоцементные листовые облицовки, каркас из деревянных элементов сечением 64x124 и 64x144 мм или асбестоцементных швеллеров. Являются трудногораемыми конструкциями. Их применяют в отапливаемых зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом ($W \leq 70\%$) для стен с вертикальной разрезкой. Номинальные размеры: длина – 1,8; 2,4; 3 м; ширина – 1,5 м и 0,5; 0,43 м – для угловых и вставочных панелей.

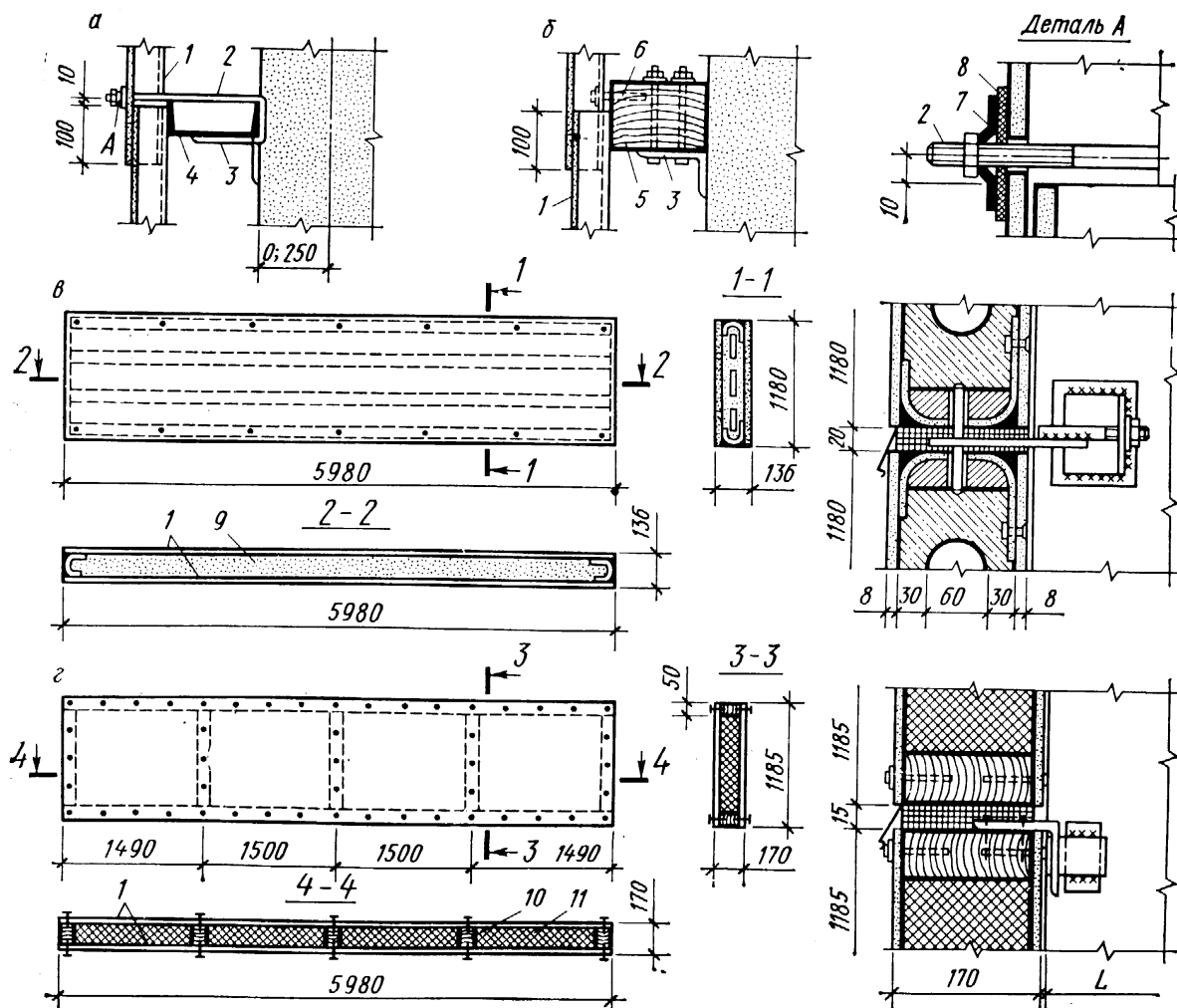


Рисунок 19. Панели с асбестоцементными обшивками:

1 – асбестоцементные листы; 2 - крюк; 3 - столик; 4 - стальной ригель; 5 - деревянный ригель; 6 - шуруп; 7, 8 - шайбы; 9 - пенопласт; 10 - деревянный каркас; 11 - минераловатные полужесткие плиты

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конструирование ограждающих конструкций (стен) – сложный и многогранный процесс, включающий анализ архитектурного решения и разработку конструкций, отвечающих техническим, экономическим и эстетическим требованиям, выполнение которых обеспечит необходимое качество работ и нормальное функционирование здания в процессе эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 304.1325800.2017 Конструкции большепролетных зданий и сооружений. Правила эксплуатации.
2. Афанасьева, А.В. Проектирование наружных стен зданий с учетом энергосбережения: канд. техн. наук Автореф... - Москва, 2002 г. – 22 с.
3. Беленя Е.И. Металлические конструкции, издание 6-е переработанное и дополненное. М.: Стройиздат, 1986. 594с. Эксплуатация металлических конструкций [Электронный ресурс]
4. Благовещенский Ф.А. Архитектурные конструкции. М.: Архитектура-С, 2005. – 344 с.
5. Дятков С.В. Архитектура промышленных зданий [Текст] : учебник для вузов / С. В. Дятков, А. П. Михеев. - 4-е изд., репр. - М : БАСТЕТ, 2006. - 480 с.
6. Ильяшев, А.С. Пособие по проектированию промышленных зданий: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство» / А.С. Ильяшев, Ю.С. Тимянский, Ю.Н. Хромец / под общей редакцией Ю. Н. Хромца. - М.: Высш. шк., 1990. 304 с.
7. Инчик, В.В. Опыт обследования состояния кирпичных стен зданий, сооружений и памятников архитектуры, подвергшихся солевой коррозии [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gidrozaschita.ru/article1.html>
8. Кутухтин, Е.Г. Коробков, В.А. Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений: Учеб. пособие для техникумов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Архитектура – С, 2007. – 272 с.
9. Мальцев, А.В. Энергосберегающие ограждающие конструкции с использованием местных материалов при варьируемых параметрах теплопереноса: Автореф... дис.кан. техн. наук. – Пенза, 2014. – 22 с.
10. Пономарев, В.А. Архитектурное конструирование/ В.А. Пономарев. – М.: «Архитектура – С», 2008, – 736 с.
11. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий. – Самара: Прогресс, 2004. – 135 с.
12. Шубин, Л.Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том V. Промышленные здания. – 3 издание, дополненное. – М.: Стройиздат, 1986г. – 335 с., ил.
13. URL: <http://domremstroy.ru/da/zdanie27.html> (дата обращения 20.02.2011) Анализ состояния и причин обрушений строительных конструкций в промышленных зданиях [Текст] / Нежданов К.К., Жуков А.Н.// Региональная архитектура и строительство. — 2011. — №1.
14. М 25.50/01.и1 Панели трехслойные стеновые с металлическими обшивками и утеплителем из минераловатной плиты с поперечно-ориентированными волокнами ООО "Талдом профиль". Рекомендации по применению. - М. – 2003 [электронный ресурс] режим доступа:<http://www.gosthelp.ru/text/m255001i1panelitrexslonny.html>

