

## **15. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ**

### **15.1. Основы проектирования промышленных зданий**

Основой индустриального промышленного строительства является заводское изготовление конструкций и их узлов, монтируемых на стройке с использованием современных средств механизации и автоматизации. Индустриализация невозможна без унификации и типизации зданий целиком, их частей (блоков), узлов (модулей) и отдельных конструкций. Использование крупноразмерных сборных конструкций и монтаж крупными узлами и блоками значительно повышают индустриальность строительства.

В промышленном строительстве широко применяются сборные железобетонные и стальные конструкции, а также монолитный железобетон, алюминий, дерево и пластмассы.

Основными направлениями повышения технического уровня и снижения стоимости промышленного строительства являются:

- объединение предприятий в промышленные узлы с использованием общих инженерных коммуникаций, вспомогательных, складских и обслуживающих зданий;
- блокирование производственных, вспомогательных и др. цехов (объединение нескольких цехов под одной крышей);
- строительство, в основном, одноэтажных промышленных зданий с пролетами одного направления, одинаковой высоты и ширины;
- использование универсальных типов промышленных зданий (павильонного типа, с межферменными этажами, с подпольными этажами и т.п.);
- замена мостовых кранов более эффективными видами внутрицехового транспорта: подвесными или напольными кранами, авто- и электрокарами и т.п.);
- снижение массы зданий за счет уменьшения расхода материалов;
- применение из стали и бетонов высоких марок, предварительно напряженных, тонкостенных и пространственных прогрессивных большепролетных конструкций;
- размещение технологического оборудования вне зданий или под навесами;
- удобное размещение бытовых помещений по отношению к рабочим местам с применением новейшего санитарно-технического оборудования.

### **15.2. Требования к промышленным зданиям**

К промышленным зданиям предъявляют функциональные, технические, архитектурно-художественные и экономические требования.

*Функциональные требования.* Здания должны обеспечивать нормальное функционирование размещаемого технологического оборудования и нормальный ход технологического процесса в целом. Т.е. здание должно отвечать определенным эксплуатационным требованиям и создавать в помещениях нормальные санитарно-гигиенические условия для деятельности человека. С учетом функциональных требований назначают: объемно-планировочные параметры здания исходя из необходимого состава, площадей, высот и взаимосвязи помещений; вид и материал несущих и ограждающих конструкций; тип и грузоподъемность внутрицехового транспорта и обеспечивают нормальные санитарно-гигиенические условия в помещениях (освещенность, воздухообмен и т.п.).

*Технические требования* заключаются в обеспечении прочности, устойчивости, долговечности зданий и в возможности их возведения индустриальными методами.

*Архитектурно-художественные требования* заключаются в придании зданию выразительного архитектурного облика на основе фактуры и цвета поверхности ограждающих конструкций здания, пропорций отдельных его объемов и т.п.

*Экономические требования* достигаются: рациональной организацией технологического процесса; оптимальным использованием площади и объема здания; назначением соответствующих шагов колонн и ширины пролетов, этажности, материалов и т.п.

### **15.3. Классификация промышленных зданий**

К промышленным зданиям относят здания, в которых осуществляются производственно-технологические процессы, связанные с выпуском определенного вида продукции.

*По назначению* промышленные здания подразделяют на следующие группы:

- *Производственные*, которые предназначены для основных процессов производства. К ним относятся прокатные, кузнечные, механосборочные и т.п. цеха.

- *Подсобно-производственные здания*, необходимые для вспомогательных процессов. К ним относятся ремонтные, тарные и т.п. здания.

- *Энергетические*, снабжающие предприятие электроэнергией, сжатым воздухом, паром, газом. К таким сооружениям относят ТЭЦ, компрессорные, паровые установки т.п.

- *Складские здания*, предназначенные для хранения сырья, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции и пр.

- *Транспортные*, к которым относятся гаражи, электровозные депо и т.п. здания.

- *Санитарно-технические здания*, предназначенные для обслуживания водопровода, канализации и т.п. Это насосные станции, очистные сооружения, водохранилища, водонапорные башни и др.

- *Вспомогательные и общезаводские здания*, к которым относятся административные помещения, заводоуправления, столовые, медицинские пункты, ПТУ, пожарные депо и т.п.

На территории промышленных предприятий, в зависимости от их назначения, строят специальные сооружения такие как: резервуары, газгольдеры, градирни, эстакады, дымовые трубы и т.п.

Для конкретного производства состав зданий и сооружений, расположенных на территории промышленного предприятия, зависит от назначения здания, его специализации и мощности.

***По архитектурно-конструктивным признакам*** промышленные здания делят на *одноэтажные, многоэтажные и смешанной этажности*.

*Одноэтажными* проектируют здания для производственных процессов, связанных с необходимостью применения тяжелого громоздкого оборудования для изготовления крупногабаритных изделий, а также где возможны динамические нагрузки больших значений (кузнечные, прокатные, термические, литейные и т.п. цеха).

*В многоэтажных зданиях* размещают производства с вертикально направленным технологическим процессом с использованием тяжести сырья и полуфабрикатов, например, мельницы, химические заводы, хлебозаводы и т.п. производства.

Промышленные предприятия, в которых размещаются производства, связанные с горизонтальным и вертикальным технологическими процессами проектируют *смешанной этажности*. Многие предприятия химической промышленности имеют смешанную этажность.

В основном промышленные производства размещают в одноэтажных зданиях. Одноэтажные здания составляют до 80% от общего объема промышленного строительства.

***В зависимости от количества пролетов*** одноэтажные здания делят на *одно- и многопролетные*.

***По ширине пролетов*** различают *мелкопролетные* ( $L < 12$  м) и *крупнопролетные* ( $L > 12$  м) здания.

В современном промышленном строительстве основными типами являются многопролетные здания с широкими пролетами, в которых большие производственные площади не стеснены промежуточными опорами.

Применение железобетонных и армоцементных оболочек, стальных и алюминиевых ферм, пространственных систем и других высокопрочных легких конструкций покрытий позволяет строить большепролетные промышленные здания с пролетами равными 36, 42, 60 м и более. В таких

зданиях, как правило, размещают цеха авиационных заводов, ангары, гаражи и т.п.

**По типу застройки территории** промышленные предприятия делят на здания *сплошной и навильонной застройки*. Здания *сплошной застройки* имеют значительные размеры в плане и являются многопролетными, а здания *навильонной застройки* имеют небольшую ширину и ограниченное количество пролетов.

**По расположению внутренних опор** различают *ячейковые, пролетные и зальные здания*.

*Ячейковые* здания имеют квадратную сетку колонн с малыми размерами пролетов и шагов.

В *пролетных* зданиях величина пролета значительно превышает величину шага опор.

В *зальных* зданиях расстояния между опорами достигают 100 м и более.

Многоэтажные промышленные здания, как правило, проектируют многопролетными в первых этажах которых располагают производства, имеющие тяжелое, крупногабаритное оборудование, а в верхних этажах – производства, опасные с точки зрения выбросов газа или других химических вредностей, а также пожароопасные производства.

*Одноэтажные здания* по сравнению с *многоэтажными* имеют следующие преимущества:

- облегчают установку технологического оборудования, упрощают пути грузовых потоков и позволяют использовать для перевозки грузов наиболее экономичный горизонтальный транспорт;

- имеют более простые объемно-планировочные и конструктивные решения;

- обеспечивают равномерную освещенность рабочих мест естественным светом за счет применения световых фонарей в покрытии здания;

- дают возможность организовать естественный воздухообмен в помещениях через светоаэрационные фонари;

- создают хорошую обозреваемость всех участков технологического процесса и удобную связь между производственными помещениями;

- легче и с большим эффектом поддаются унификации и типизации, а также блокированию.

К недостаткам *одноэтажных зданий* можно отнести:

- относительно большую площадь застройки, увеличивающую протяженность инженерных и транспортных сетей и повышающую расходы на благоустройство территории;

- большую площадь наружных ограждений, что повышает эксплуатационные расходы на содержание ограждений и поддержание заданных параметров внутренней среды.

*Многоэтажные здания* при нагрузках до  $10 \text{ кН/м}^2$  экономичнее одноэтажных. Они более гибки в отношении градостроительных требований (их можно размещать в городских кварталах, за исключением зданий с вредными производствами). В многоэтажных зданиях более удачно размещаются административно-бытовые помещения.

Недостатками *многоэтажных зданий* являются:

- потребность в вертикальных коммуникациях (лестниц, лифтов, подъемников);
- ограниченность ширины при условии естественной освещенности рабочих мест ( не более 24 м);
- высокий удельный вес подсобных помещений, проходов, проездов и т.п.

## 16. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Конфигурация и размеры плана, высота и профиль промышленного здания определяются параметрами, количеством и взаимным расположением пролетов. Эти факторы зависят от технологии производства, характера выпускаемой продукции, производительности предприятия, требований санитарных норм и пр.

**Ширина пролета** в промышленном здании ( $L$ ) – расстояние между продольными координационными осями – складывается из величины пролета мостового крана ( $L_K$ ) и удвоенного расстояния между осью рельса подкранового пути и модульной координационной осью ( $2K$ ):  $L = L_K + 2K$ .

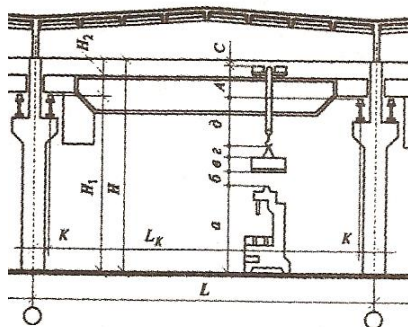


Рис. 16.1. Параметры пролета одноэтажного промышленного здания

Пролеты мостовых кранов увязаны с шириной пролетов и определяются ГОСТом. Величину  $K$  принимают: 750 мм при кранах грузоподъемностью  $Q \leq 500 \text{ кН}$ ; 1000 мм (и более кратно 250 мм) при  $Q > 500 \text{ кН}$ , а

также при устройстве в надкрановой части колонн прохода для обслуживания подкрановых путей.

Минимально допустимая ширина пролетов, определяемая условиями технологии производства (габариты и характер оборудования, система его расстановки, ширина проездов и др.) не всегда экономически целесообразна. Цеха равновеликие по площади и имеющие одинаковую длину могут быть как мелкопролетными, так и крупнопролетными, а в некоторых случаях и большепролетными. Например, здание шириной 72 м может быть сформировано шестью пролетами размером 12 м, четырьмя пролетами по 18 м, тремя пролетами по 24 м, двумя – по 36 м или одним пролетом шириной 72 м. При этом надо помнить, что большепролетные здания, имея укрупненную сетку осей, являются высоко универсальными в технологическом отношении.

**Шаг колонн** – расстояние между поперечными координационными осями – назначают с учетом габаритов и способа расстановки технологического оборудования, размеров выпускаемых изделий, вида внутрицехового транспорта. Так, при крупногабаритном оборудовании и больших изделиях шаг колонн назначают большим, что повышает эффективность использования производственных площадей, но усложняет конструкции покрытия и подкрановых путей. В основном принимают шаг колонн равным 6 или 12 м.

**Высота пролета** – расстояние от уровня чистого пола до низа несущих конструкций покрытия – зависит от технологических, санитарно-гигиенических и экономических требований, предъявляемых к промышленному зданию. Складывается она в пролетах с мостовыми кранами из расстояний от уровня чистого пола до верха кранового рельса  $H_1$  и расстояния от верха рельса до низа несущей конструкции покрытия  $H_2$ .

Одноэтажные здания, как правило, проектируют с параллельными пролетами одинаковой ширины и высоты. В случаях технологической необходимости здания проектируют с взаимно-перпендикулярными пролетами разной ширины и высоты. В последних случаях перепады высот рекомендуется совмещать с продольными температурными швами, а величину разницы в высотах назначать кратной 0,6 м и не менее 1,2 м.

## 17. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Конструктивные системы промышленных зданий выполняют по различным конструктивным схемам. В основном для промышленных зданий применяют каркасную схему, в которых прочность, жесткость и устойчивость обеспечивается пространственными рамными каркасами как с поперечным или продольным расположением ригелей, так и безригельными.

Выбор конструктивной схемы осуществляют с учетом конкретных нагрузок и воздействий на здание, а также в соответствии с функциональными, экономическими и эстетическими требованиями. Наиболее предпочтительной является каркасная система с поперечным расположением ригелей, при которой в поперечном направлении образуются рамы, которые совместно со связями обеспечивают пространственную жесткость и устойчивость здания и позволяют, изменяя шаг колонн, обеспечивать гибкость планировочного решения внутреннего пространства здания. Каркасные системы – основной тип промышленных зданий, так как в них действуют большие сосредоточенные нагрузки, удары, сотрясения от технологического оборудования и кранов.

В бескаркасных зданиях размещают небольшие цеха с пролетами шириной до 12 м, высотой до 6 м и кранами грузоподъемностью до 50 кН. В местах опирания стропильных конструкций стены с внутренних сторон усиливают пилястрами. Многоэтажные промышленные здания по бескаркасной системе строят очень редко.

Производственные здания с неполным каркасом проектируют под небольшие нагрузки: бескрановыми с  $Q < 50$  кН. В таких зданиях отсутствуют пристенные колонны, а наружные стены выполняют и несущую и ограждающую функции.

## **18. ВНУТРИЦЕХОВОЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Технологический процесс требует перемещения внутри здания сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и т.п. Применяемое при этом подъемно-транспортное оборудование необходимо не только с точки зрения технологии производства, но и для облегчения труда, а также для монтажа и демонтажа технологических агрегатов.

Внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование делят на 2 группы:

- периодического действия; - непрерывного действия.

К первой группе относят мостовые краны, подвесной и напольный транспорт. Вторая группа включает: конвейеры (ленточные, пластинчатые, скребковые, ковшовые, подвесные цепные), нории, роуланги и шнеки.

В основном в промышленных зданиях применяют мостовые и подвесные краны. Они обслуживают достаточно большую площадь цеха и перемещаются в трех направлениях.

*Подвесные краны* имеют грузоподъемность от 2,5 до 50 кН, редко до 200 кН и состоят из легкого моста или несущей балки, двух- или четырех-

катковых механизмов передвижения по подвесным путям и электротали, которая перемещается по нижней полке мостовой балки.

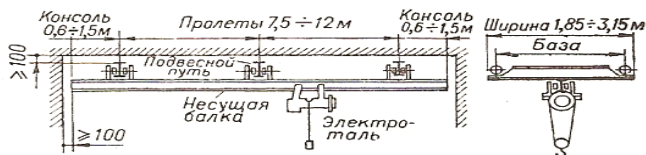


Рис. 18.1. Основные параметры подвесных однобалочных кранов

По ширине пролета устанавливают один или несколько кранов в зависимости от ширины пролета, шага несущих конструкций покрытия, грузоподъемности. По количеству путей подвесные краны могут одно-, двух- и многопролетными. Управление кранами осуществляют с пола цеха (ручные) или из кабины, подвешенной к мосту.

*Мостовые краны* имеют грузоподъемность от 30 до 5000 кН. В промышленных зданиях в основном применяются краны грузоподъемностью от 59 до 300 кН.

Мостовой кран состоит из несущего моста, перекрывающего рабочий пролет помещения, механизмов передвижения вдоль подкрановых путей и передвигающейся вдоль моста тележки с механизмом подъема.

Несущий мост выполняют в виде пространственных четырехплоскостных коробчатых балочных или ферменных конструкций. Краны перемещаются по рельсам, уложенным на подкрановым балкам, опирающимся на консоли колонн. Управляют мостовыми кранами из подвешенной к мосту кабины или с пола цеха (краны с ручным управлением).

Грузоподъемность, габариты и основные параметры мостовых кранов также как и подвесных определены ГОСТами.

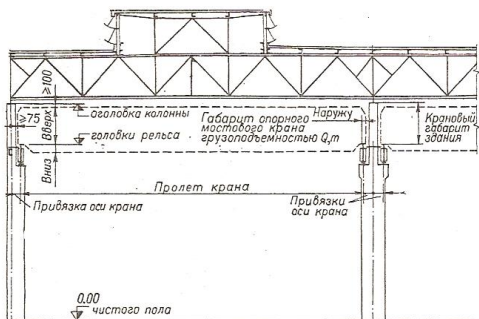


Рис. 18.2. Основные параметры пролетов с мостовыми кранами

В зависимости от продолжительности работы в единицу времени эксплуатации цеха мостовые краны подразделяют на краны тяжелого режима работы ( $K_{\text{использ.}} \geq 0,4$ ), среднего режима ( $K_{\text{использ.}} = 0,25 - 0,4$ ) и легкого режима ( $K_{\text{использ.}} = 0,15 - 0,25$ ).

В одном пролете можно устанавливать два или несколько кранов, располагаемых как в одном, так и в двух уровнях цеха.

Очень часто объемно-планировочное и конструктивное решения промышленных зданий определяются наличием и характеристиками кранового оборудования. Проектировщики стремятся уменьшить грузоподъемность кранов или вообще освободить каркас здания от крановых нагрузок. Так как это позволяет уменьшить сечения колонн и размеры фундаментов, избавиться от устройства подкрановых путей и получить возможность применения укрупненной сетки колонн.

Технологические процессы в зданиях без кранов обслуживают напольным транспортом. К ним относят вагонетки, рольганги, автомобильные краны и погрузчики.

В крупнопролетных зданиях для перемещения громоздких и тяжелых грузов целесообразно применять козловые и полукозловые краны, передвигающиеся по уложенным в уровне пола цеха рельсам. Одной опорой полукозлового крана является подкрановый путь. При замене мостовых кранов козловыми требуется увеличение пролета и высоты здания. Так, для пролетов 12 и 15 м такие увеличения пролета и высоты должны составлять, соответственно, 3 м и 1,6 м, а для пролета 18 м - соответственно 6 и 3 м. Однако, отказ от мостовых кранов в одноэтажных зданиях приводит к значительному экономическому эффекту, т.к. снятие крановых нагрузок с каркаса помимо экономии материалов открывает возможности создания легких большепролетных зданий с пространственными системами покрытий.

## **19. ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

Все деформационные швы, какие предусматривают в промышленных зданиях, классифицируют:

По назначению:

- температурно-деформационные (ТДШ);
- осадочные;
- антисейсмические.

По расположению:

- продольные;
- поперечные.

Для ограничения усилий, возникающих в конструкциях от перепада температур, здание разрезается *температурно-деформационными швами* на отсеки (температурные блоки), размеры которых (длина А и ширина Б, см. рис. 4) зависят от материала каркаса, теплового режима здания и климатических условий района строительства. Эти размеры определяются расчетом.

Для *железобетонного и смешанного каркаса* длина температурного блока  $A \leq 72$  м – если в здании по длине присутствуют неразрезные элементы (например, подкрановые балки). Для бескрановых зданий нормами разрешено увеличивать А до 144 м. Однако, если в здании есть подвесное оборудование (монорельс и т.п.) длина температурного блока не должна превышать 72 м. Допускается А увеличивать до 280 м, но при этом высота здания не должна превышать 8,4 м.

Ширина температурного блока Б не должна быть больше 90-96 м.

В особых климатических районах и для неотапливаемых зданий длину температурного блока А назначают по инструкциям, привязанным к местным климатическим условиям.

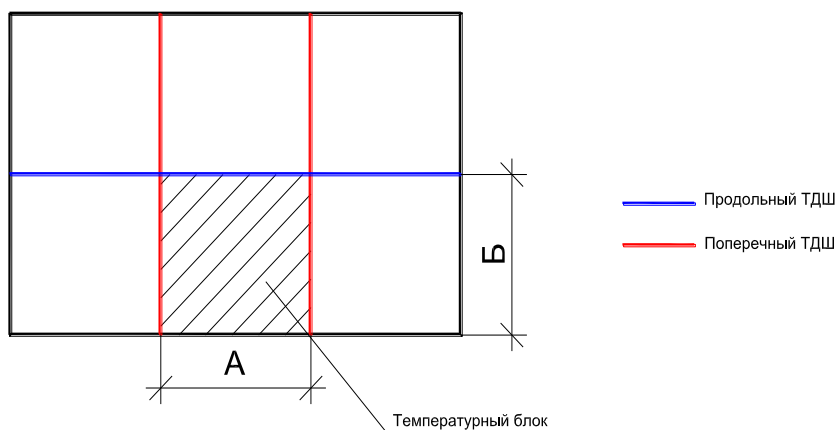


Рис. 19.1. Схема разрезки здания швами на температурные блоки

В *стальных каркасах* зданий с мостовыми кранами  $A \leq 120$  м, в бескрановых зданиях  $A \leq 240$  м, а  $B \leq 210$  м. В зданиях с кранами большой грузоподъемности ( $Q$  до 4500 кН) или при тяжелом или особо тяжелом режиме их работы А не должна превышать 96 м.

*Осадочные швы* устраивают:

- в местах сопряжения взаимно-перпендикулярных пролетов;
- между смежными параллельными пролетами при наличии в них различных статических и динамических нагрузок;

- в местах примыкания многоэтажного здания к одноэтажному;
- в зданиях с перепадом высот  $> 2,4$  м при ширине здания до 60 м и высот  $\geq 1,8$  м при ширине здания  $\geq 72$  м и при разных статических нагрузках;
- по расчету в зависимости от гидрогеологических условий площадки строительства.

## **20. ТИПИЗАЦИЯ И УНИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Типизация и унификация в нашей стране начали внедряться в промышленное строительство в годы первой пятилетки: тогда рекомендовалось в цехах металлургической и машиностроительной промышленности принимать пролеты кратными 3 м, а шаг – 6 м. В 1939 году на основе размеров кратных 3 м были разработаны типовые ячейки (секции) одноэтажных промышленных зданий и выпущены альбомы типовых деталей.

В 1955 году Госстрой СССР установил единую систему назначения основных строительных параметров зданий многих отраслей промышленности, и были разработаны габаритные схемы зданий. В этих схемах указывались размеры здания в плане, его поперечный и продольный профили, высота помещений, вид и грузоподъемность внутрицехового транспорта. В 1957 году был издан первый каталог унифицированных сборных железобетонных конструкций для промышленного строительства. В 1962 году началось проектирование зданий из унифицированных типовых секций (УТС) и пролетов (УТП).

УТС – самостоятельный объем здания (температурный блок) с установленными объемно-планировочными параметрами. Параметры УТС (размеры в плане, сетка колонн, высота, грузоподъемность кранов) приняты с учетом требований производства, на основе габаритных схем и номенклатуры унифицированных конструкций. Из этих секций komponуют здания с размерами, определяемыми технологическими требованиями и блокирования производств.

Применительно к УТС и УТП разработаны следующие типовые проектные материалы:

- чертежи типовых конструкций (ТК) и деталей (ТД) для заводов-изготовителей;
- чертежи типовых монтажных деталей (ТДМ) и их сопряжений для монтажников;
- чертежи типовых архитектурно-строительных деталей (ТДА) для проектировщиков и строителей.

Унифицируют и типизируют объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий на основе ЕМС, которая позволяет взаимоувязывать размеры зданий и их элементов.

Для промышленного строительства установлен единый модуль  $M=600$  мм как для вертикальных, так и для горизонтальных измерений. При проектировании используют укрупненные модули, кратные единому модулю (6М).

В одноэтажных зданиях для ширины пролетов и шага колонн принимают укрупненный модуль 10М, а для высоты (от чистого пола здания до низа несущих конструкций покрытия) – 1М.

В многоэтажных зданиях для ширины пролетов принимают укрупненный модуль 5М, для шага колонн – 10М и высоты этажа – 1М и 2М.

*Размеры параметров одноэтажных зданий:*

Пролеты ( $L$ ) для бескрановых зданий принимают от 12 до 36 м; для зданий с мостовыми кранами – от 18 до 36 м, кратно 6 м.

Шаг колонн ( $a$ ) принимают, как правило, 6 или 12 м.

Высота здания ( $H$ ) назначается от 3 до 6 м, кратно 0,6 м и от 7,2 до 18 м, кратно 1,2 м.

*Размеры параметров многоэтажных зданий:*

Пролеты ( $L$ ) могут быть 6, 9, 12 м и > (кратные 6 м).

Шаг колонн ( $a$ ) принимают 6 и 12 м.

Высоту этажа ( $h_e$ ) назначают равной:

при  $L=6$  м - 3,6; 4,2; 4,8 и 6м (для 1-го этажа - 7,2 м);

при  $L=9$  м - 3,6; 4,2; 4,8 и 6м;

при  $L=12$  м - 4,2; 4,8; 6 и 7,2м.

При назначении размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов используют номинальные размеры (расстояния между модульными координационными осями здания). Номинальные размеры всегда кратны модулю. Конструктивные размеры не являются модульными. Их увязывают с номинальными размерами за счет толщины швов, зазоров и стыков. Так, при  $a=6$  м длина стеновых панелей равна 5,98 м. Объемно-планировочные параметры конструктивных размеров не имеют.

## **21. ПРИВЯЗКА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ К МОДУЛЬНЫМ КООРДИНАЦИОННЫМ ОСЯМ**

Унификация и типизация невозможны без соблюдения единых правил привязки конструктивных элементов к модульным координационным осям здания.

Под привязкой понимают расстояние от модульной координационной оси до грани или геометрической оси сечения конструктивного элемента.

Конструкции покрытия и перекрытия всегда имеют нулевую привязку.

### **Привязка колонн крайних продольных рядов здания.**

Колонны крайние могут иметь привязки: «0» (нулевая привязка), «250» и «500».

**Нулевая привязка** – наружная грань колонны совпадает с координационной осью. Устраивают такую привязку в следующих случаях:

- в зданиях со сборным железобетонным или смешанным каркасом без мостовых кранов и подстропильных конструкций;

- в зданиях со сборным железобетонным или смешанным каркасом с мостовыми кранами при следующих параметрах:  $a = 6$  м;  $H \leq 14,4$  м;  $Q \leq 200$  кН;

- в бескрановых зданиях с металлическим каркасом высотой  $H \leq 8,4$  м.

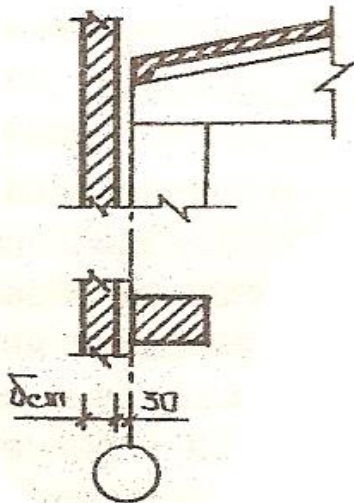


Рис.21.1. Нулевая привязка

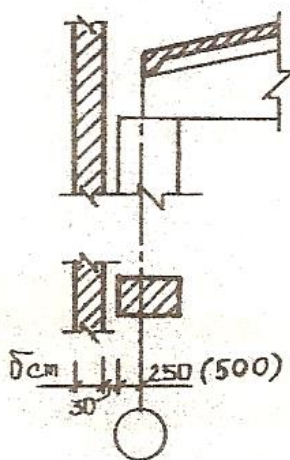


Рис.21.2. Привязки «250» и «500»

**Привязки «250» и «500»** - колонны выдвигаются относительно модульной координационной оси на 250 или 500 мм, соответственно, наружу здания.

Привязку «250» осуществляют:

- в зданиях, имеющих подстропильные конструкции;
- при нарушении условий нулевой привязки.

Привязку «500» устраивают:

- в зданиях с мостовыми кранами грузоподъемностью  $\geq 750$  кН;

- в зданиях с мостовыми кранами тяжелого и особо тяжелого режимов работы.

### ***Привязка колонн средних рядов здания.***

*Средние* колонны, за исключением колонн, расположенных в местах деформационных швов, имеют осевую привязку – их геометрические оси совмещают с модульными координационными осями здания.

### ***Привязка крайних колонн к поперечным (торцевым) модульным координационным осям.***

Привязка *торцевых* колонн выполняется смещением геометрической оси колонны по отношению к координационной оси на 500 мм внутрь здания. Такое смещение колонн в торце здания обеспечивает необходимый зазор между стеной и пристенной несущей конструкцией покрытия для размещения верхней части колонн торцевого фахверка.

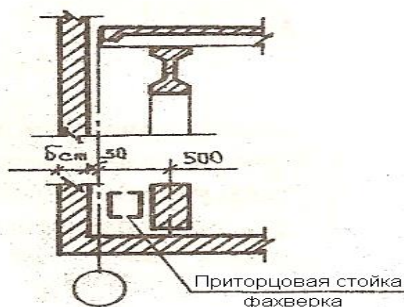


Рис. 21.3. Привязка колонн в торце здания

### ***Привязка колонн в местах устройства деформационных швов***

Швы, как правило, устраивают на двух колоннах (со вставкой и без нее). В металлическом каркасе допустимо выполнять шов на одной колонне между параллельными пролетами одной высоты при условии, что в здании нет мостовых кранов, а примыкающие пролеты имеют высоту  $H \leq 7,2$  м и ширину  $L \leq 18$  м. В этом случае колонна имеет осевую привязку, а в одном из пролетов устраивают подвижное опирание ферм покрытия.

Продольные швы между параллельными пролетами одной высоты и швы в местах перепада высот как параллельных, так и взаимно перпендикулярных пролетов выполняются на двух колоннах со вставкой между модульными координационными осями. Размеры вставок (с) определяют в зависимости от вида каркаса и, привязок его элементов к координационным осям, требуемых температурных зазоров, а в местах перепада высот еще учитывают и толщину стен.

### **Поперечный температурно-деформационный шов (ТДШ)**

Поперечный ТДШ устраивают:

- при длине температурного блока  $A < 144$  м - на двух колоннах, геометрические оси которых располагают на расстоянии 500 мм от модульной координационной оси;

- при длине температурного блока  $A \geq 144$  м - на двух колоннах со вставкой (на двух осях)  $c = 100$  мм, а геометрические оси колонн располагают на расстоянии 500 мм от каждой координационной оси внутри блока.

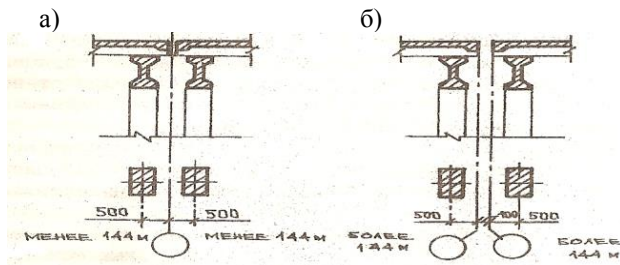


Рис.21. 4. Привязка колонн в поперечном ТДШ:  
а) при длине температурного блока менее 144 м;  
б) при длине температурного блока 144 м и более

### **Продольный температурно-деформационный шов (ТДШ) без перепада высот между смежными параллельными пролетами.**

Такие ТДШ устраивают на двух осях со вставкой (с), а колонны привязывают по правилам привязки крайних колонн.

### **ТДШ в перепадах высот параллельных и взаимно перпендикулярных пролетов.**

Эти швы выполняются на двух колоннах со вставкой между координационными осями.

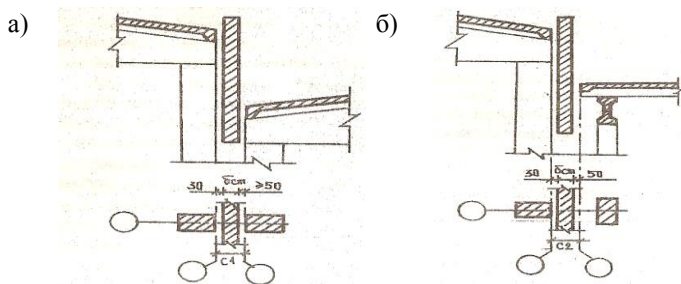


Рис. 21.5. Устройство ТДШ в местах перепада высот:  
а) параллельных пролетов; б) взаимно-перпендикулярных пролетов

**Колонны торцового фахверка** имеют нулевую привязку – координационная ось совпадает с наружной гранью колонны. Привязка колонн продольного фахверка назначается такой же как основных колонн данного ряда.

### **Привязки колонн многоэтажных зданий**

Промышленные многоэтажные здания проектируют в основном из унифицированных железобетонных конструкций серий ИИ 20/70 (под полезную нагрузку на перекрытие до  $25 \text{ кН/м}^2$ ) и 1.020-1, созданной на базе серии ИИ-04 (под полезную нагрузку на перекрытие до  $10 \text{ кН/м}^2$ ).

### **Привязка колонн серии ИИ 20/70**

**Колонны средних рядов имеют осевую привязку, а крайних продольных рядов – нулевую – их наружная грань совпадает с координационной осью.**

Для торцовых колонн здания допускают три решения:

- а) колонны располагают центрально на поперечной координационной оси, а стены - с привязкой 530 мм;
- б) колонны сдвинуты относительно своей геометрической оси на 500 мм от модульной координационной оси;
- в) колонны имеют осевую привязку.

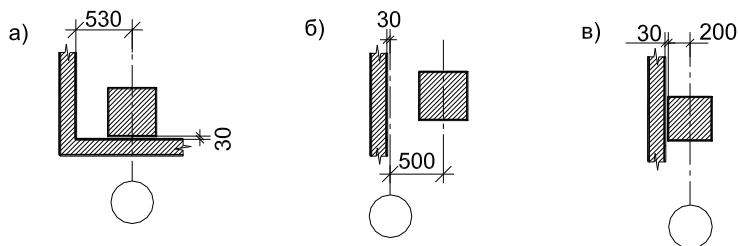


Рис.21. 6. Привязка торцовых колонн

**Температурно-деформационные швы** устраивают:

- со вставкой ( $c=1000 \text{ мм}$ ), а колонны имеют осевую привязку;
- без вставки, а геометрические оси колонн отстоят от координационной оси на 500 мм.

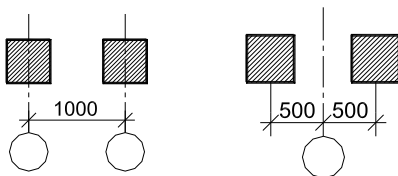


Рис.21. 7. Привязка колонн в местах устройства ТДШ

### ***Привязка колонн серии 1.020 -1***

Все колонны этой серии имеют осевую привязку: их геометрические оси совпадают с модульными координационными осями. Деформационные швы решены на парных колоннах со вставкой величина, которой определяется сечением колонн и толщиной стеновых панелей.

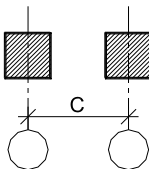


Рис.21. 8. Привязка колонн в местах устройства ТДШ

## **22. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЙ КАРКАС ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Железобетонный каркас одноэтажных зданий включает систему фундаментов, колонн, стропильных и подстропильных конструкций (если шаг колонн больше шага стропильных конструкций), подкрановых и обвязочных балок, а также связей жесткости. Поперечную раму каркаса образуют колонны, которые жестко связаны с фундаментом и шарнирно со стропильными конструкциями (балками или фермами) верхние пояса которых развязаны системой горизонтальных связей (в прогонных покрытиях) или сплошным плитным покрытием.

### **22.1. Фундаменты**

По способу возведения фундаменты делят на монолитные и сборные.

Под колонны каркасного здания устраивают, как правило, столбчатые фундаменты с подколонниками стаканного типа, а стены опирают на фундаментные балки. Ленточные и сплошные фундаменты предусматривают редко, как правило, на слабых, просадочных грунтах и при больших ударных нагрузках на грунт технологического оборудования.

Унифицированные монолитные железобетонные фундаменты имеют ступенчатую форму с подколонником стаканного типа для заделки колонн.

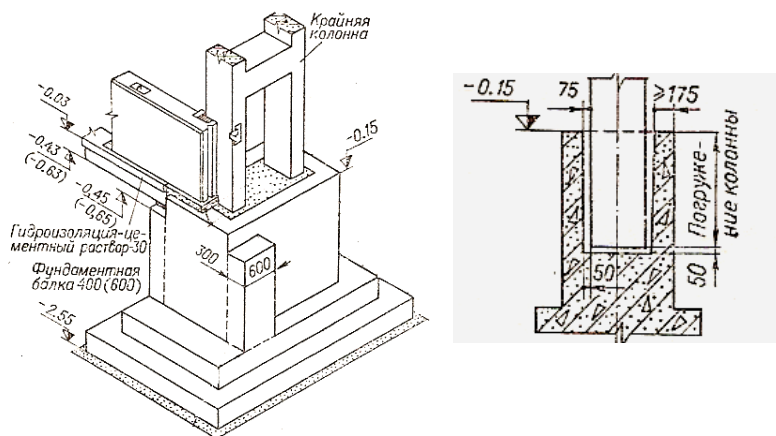


Рис.22.1. Общий вид монолитного фундамента ступенчатой формы с подколонником стаканного типа под крайнюю колонну

Сборные фундаменты экономичнее монолитных, но на них больше расходуется стали. Более легкими и экономичными по расходу стали, являются сборные фундаменты ребристой или пустотной конструкции.

При близком расположении уровня грунтовых вод (УГВ) и при слабых грунтах устраивают свайные фундаменты. Наиболее распространены железобетонные сваи круглого и квадратного сечений. По верху сваи связывают монолитным или сборным железобетонным ростверком, который служит одновременно подколонником.

Подколонник устанавливают на плиту по слою цементно-песчаного раствора. При действии на фундамент изгибающего момента соединение подколонника с плитой усиливают сваркой закладных элементов, а места сварки заделывают бетоном.

Ступени плиты всех фундаментов имеют единую унифицированную высоту 300 мм или 450 мм.

В верхней части подколонника устроен стакан для установки в него колонны. Дно стакана располагают на 50 мм ниже проектной отметки низа колонны для того, чтобы компенсировать подливкой раствора неточности в размерах и заложении фундаментов.

Колонны с фундаментом соединяют различными способами. В основном с помощью бетона. Для обеспечения жесткого закрепления колонны в стакане фундамента на боковых поверхностях железобетонной колонны устраивают горизонтальные бороздки. Зазор между гранями колонны и стенками стакана поверху составляет 75 мм, а по низу стакана 50 мм.

Обрез фундамента под железобетонные колонны располагают на отметке  $-0.15$  м, под стальные колонны – на отметках  $-0.7$  м или  $-1.0$  м.

Фундаменты под смежные колонны в температурных швах делаются общими, независимо от числа колонн в узле. Для каждой сборной железобетонной колонны в этом случае устраивают отдельный стакан.

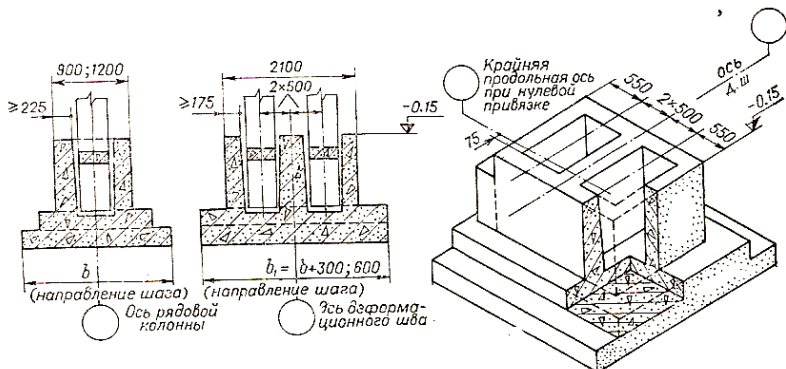


Рис. 22.2. Монолитные фундаменты железобетонных колонн в местах устройства деформационных швов

В фундаментах под стальные колонны подколонник делают сплошным (без стакана) с анкерными болтами.

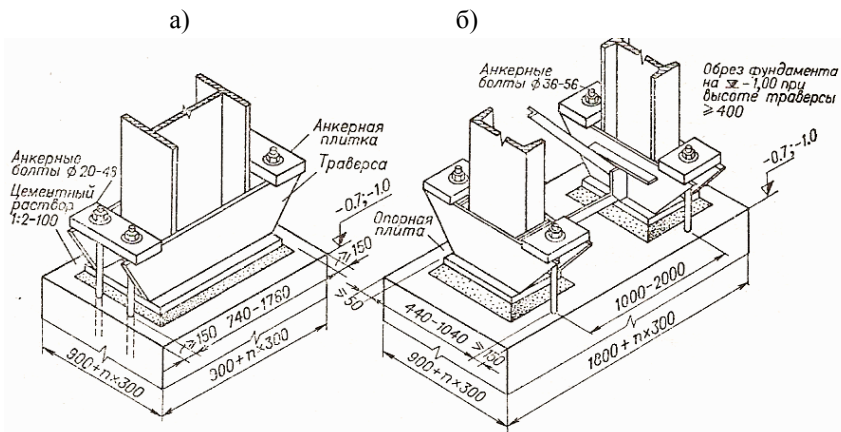


Рис.22.3. Монолитные фундаменты под стальные колонны:  
а) колонны постоянного сечения;  
б) колонны двухветвевые (сквозного сечения)

Стены каркасных зданий опирают на *фундаментные балки*, укладываемые между подколонниками фундаментов на бетонные столбики необходимой высоты, бетонированные на уступах фундаментов. Фундаментные балки имеют тавровое или трапециевидное поперечное сечение. Номинальная длина их составляет 6 и 12 м. Конструктивная длина фундаментных балок выбирается в зависимости от ширины подколонника и местоположения балок. Верхняя грань балок располагается на 30 мм ниже уровня чистого пола.

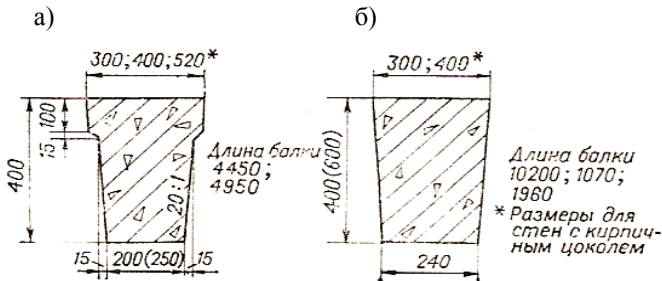


Рис.22.4. Сечения фундаментных балок:  
а) для шага колонн 6 м; б) для шага колонн 12 м

Фундаментные балки устанавливают на подливку из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм. Этим раствором заполняют зазоры между торцами балок и стенками подколонников. По балкам для гидроизоляции стен укладывают 1-2 слоя рулонного водонепроницаемого материала на мастике. Во избежание деформации балок вследствие пучения грунтов снизу и с боков балок предусматривают подсыпку из шлака, песка или кирпичного щебня.

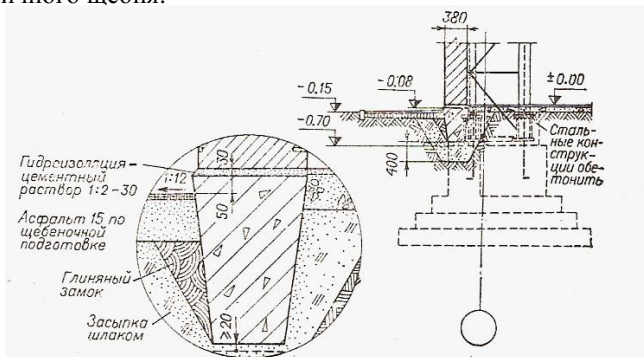


Рис. 22.5. Деталь цоколя одноэтажного промышленного здания

## 22.2. Железобетонные колонны

Колонны в системе каркаса воспринимают вертикальные и горизонтальные постоянные и временные нагрузки. Для массового индустриального строительства разработаны типовые конструкции сборных железобетонных колонн для зданий с опорными мостовыми кранами и для бескрановых зданий.

Железобетонные колонны для зданий с мостовыми кранами имеют консоли для опирания подкрановых балок. Для бескрановых зданий применяют колонны без консолей.

По расположению в системе здания колонны делят на крайние (расположенные у наружных продольных стен), средние и торцовые (расположенные у наружных поперечных (торцовых) стен).

Для бескрановых зданий высотой от 3 до 14.4 м разработаны колонны постоянного сечения. Размеры сечения колонн зависят от нагрузки и длины колонн, их шага и расположения (в крайних или средних рядах) и могут быть квадратными (300x300, 400x400 мм) или прямоугольными (от 500x400 до 800x400 мм). В фундаментах их заглубляют на 750 - 850 мм.

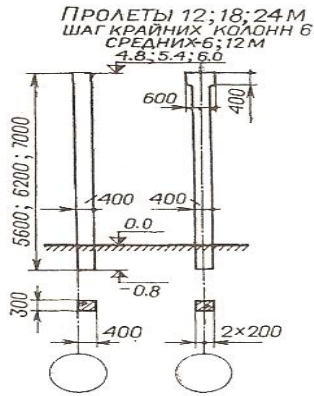


Рис. 22.6. Типы железобетонных колонн для бескрановых зданий

Для зданий с опорными мостовыми кранами легкого, среднего и тяжелого режимов работы и грузоподъемностью до 300кН разработаны колонны переменного сечения высотой от 8.4 до 14.4 м, а для зданий с кранами грузоподъемностью до 500кН – двухветвевые колонны высотой от 10.8 до 18 м.

Размеры колонн переменного сечения в подкрановой части составляют от 400x600 до 400x900 мм, в надкрановой – 400x280 и 400x600 мм. Ко-

лонны двухветвевые имеют размеры в подкрановой части 500x1400 и 500x1900, а отдельных ветвей – 500x200 и 500x300 мм.

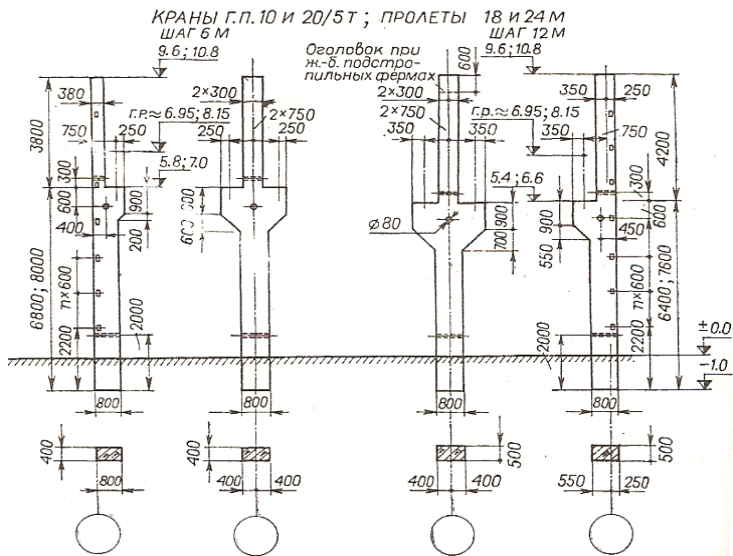


Рис. 22.7. Типы сплошных железобетонных колонн для зданий с мостовыми опорными кранами

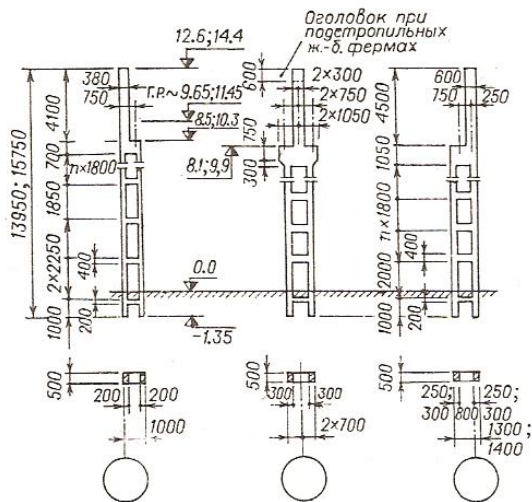


Рис.22.8. Типы двухветвевых железобетонных колонн для зданий с мостовыми опорными кранами



Фахверковые колонны шарнирно крепят к фундаменту сваркой закладных деталей колонны и опорного листа, установленного поверху фундамента строго по осям. Колонны фахверка крепят к конструкциям покрытия с помощью листового шарнира. Такое соединение обеспечивает передачу ветровых нагрузок на каркас здания и устраняет вертикальные воздействия покрытия на колонны фахверка.

Унифицированные железобетонные колонны для торцового фахверка двух типов (I и II) применяются в случаях, приведенных в таблице 22.1. В остальных случаях применяют стальные колонны фахверков.

Тип I

Тип II

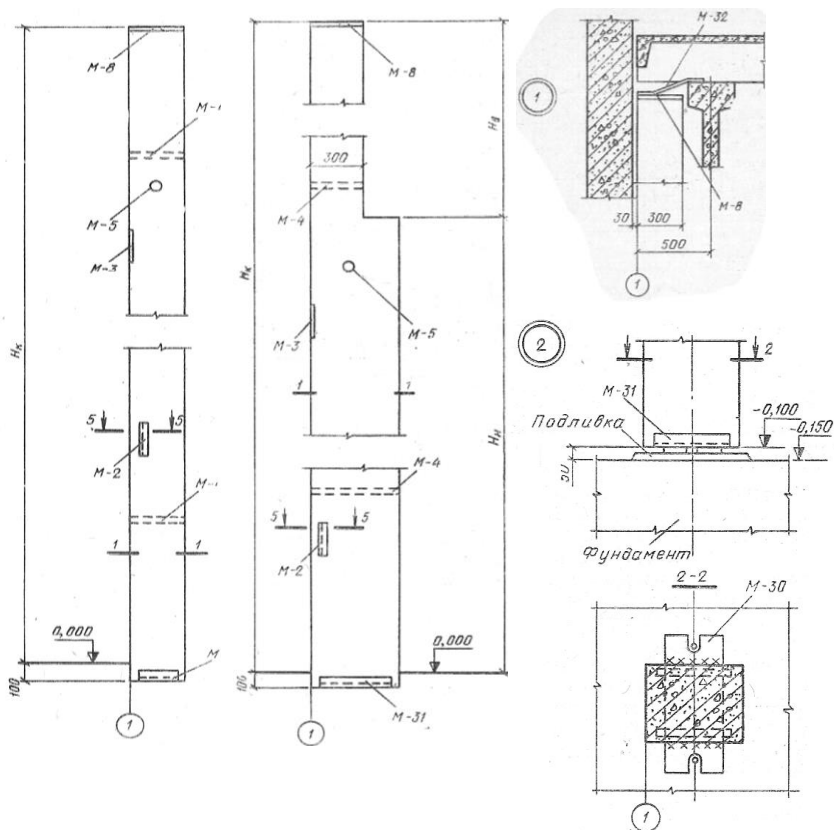


Рис. 22.10. Конструкции колонн фахверков

Т а б л и ц а 22.1. Унифицированные железобетонные колонны для торцового фахверка

Высота Н, м	Вид железобетонных несущих конструкций покрытия	
	балки	фермы
3 – 4,2	I	-
4,8 – 6		II
7,2 – 9,6	II	

Колонны типа I имеют постоянное поперечное сечение по высоте ( $h = 300$  мм), что позволяет размещать их верхнюю часть в зазоре между торцовой стеной и пристенной балкой покрытия и крепить их к верхнему поясу балки с помощью листового шарнира.

Колонны типа II имеют переменное сечение по высоте  $H_v$  и  $H_n$ . Верхняя часть колонны ( $H_v$ ) имеет такое же сечение, как и колонны типа I ( $h=300$ мм) и крепится к верхнему поясу стропильной балки аналогично колоннам типа I.

#### 22.4. Железобетонные подкрановые балки

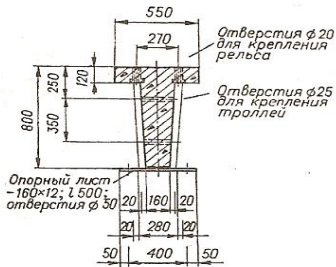
Подкрановые балки с уложенными по ним рельсами образуют пути движения мостовых кранов и, прочно соединенные с колоннами, придают каркасу здания дополнительную пространственную жесткость.

Железобетонные подкрановые балки имеют тавровое (при шаге колонн 6 м) и двутавровое (при шаге колонн 12 м) сечения с утолщением стенок на опорах. Развитая в ширину полка балок обеспечивает усиление сжатой зоны, воспринимает поперечные горизонтальные крановые нагрузки и упрощает крепление крановых рельсов. Размеры балок зависят от величины пролета и грузоподъемности крана.

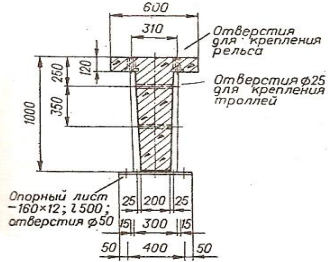
Железобетонные подкрановые балки применяются в зданиях с опорными мостовыми кранами грузоподъемностью до 300 кН, с шагом основных колонн 6 и 12 м. По месту расположения в здании балки делят на торцовые, рядовые и у температурных швов.

Крепление подкрановых балок к консолям колонн осуществляется на анкерных болтах, пропущенных через опорный лист, приваренный к закладной пластине консоли. Верхний пояс балки крепят к колонне с помощью вертикального листа, приваренного к закладным деталям. Рельсы с подкрановыми балками соединяют стальными лапками, расположенными через 750 мм. Для снижения шума от кранов и уменьшения динамических нагрузок на балки под рельсы укладывают упругие прокладки. Во избежание ударов мостовых кранов о колонны торцового фахверка на концах подкрановых путей устраивают стальные упоры, снабженные амортизаторами – буферами из деревянного бруса.

а



б



в

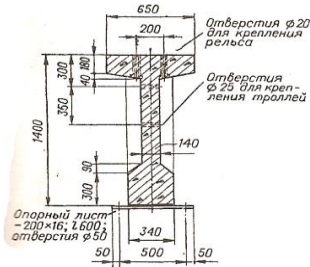


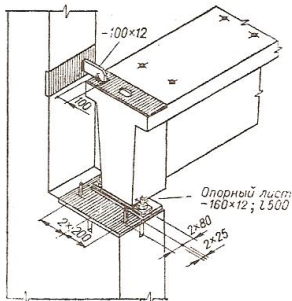
Рис. 22.11. Железобетонные подкрановые балки:

а –  $Q = 100 \text{ кН}$ ;  $L \leq 24 \text{ м}$ ;  $a = 6 \text{ м}$ ;  $H = 8,4 \text{ м}$ ;

б –  $Q \leq 300 \text{ кН}$ ;  $L \leq 30 \text{ м}$ ;  $a = 6 \text{ м}$ ;  $H = 9,6-18 \text{ м}$ ;

в –  $Q \leq 300 \text{ кН}$ ;  $L \leq 30 \text{ м}$ ;  $a = 12 \text{ м}$ ;  $H = 9,6-18 \text{ м}$ ;

а



б

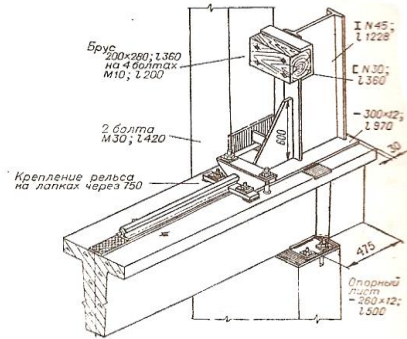


Рис. 22.12. Крепление подкрановых балок к колоннам:

а – рядовая балка; б – торцевая балка

## 23. СТАЛЬНОЙ КАРКАС ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Стальной каркас применяют для зданий с укрупненной сеткой колонн, с большими высотами, с кранами большой грузоподъемности или тяжелого режима работы.

Основным видом соединения стальных конструкций в каркасе является сварка. Соединения на заклепках применяются в случаях знакопеременных и динамических нагрузок, а также в подкрановых балках зданий с кранами тяжелого режима работы. Болтовые соединения применяются там, где сварка является трудоемким процессом. В соединениях на болтах используют высокопрочные, повышенной и нормальной точности болты.

### 23.1. Стальные колонны

Стальные колонны одноэтажных зданий имеют постоянное и переменное сечения по высоте. Кроме того, колонны делят на сплошного, сквозного и смешанного типов сечений. В смешанном типе колонн надкрановая часть имеет сплошное сечение (в виде одного профиля), а подкрановая – сквозное (в виде двух профилей, соединенных решеткой).

В зданиях бескрановых и с кранами грузоподъемностью до 200 кН высотой до 8.4 м применяют стальные унифицированные колонны постоянного сечения из сварных двутавров с высотой стенки 400 и 630 мм. В бескрановых зданиях высотой  $H = 9.6 - 18$  м используют колонны двухветвевые.

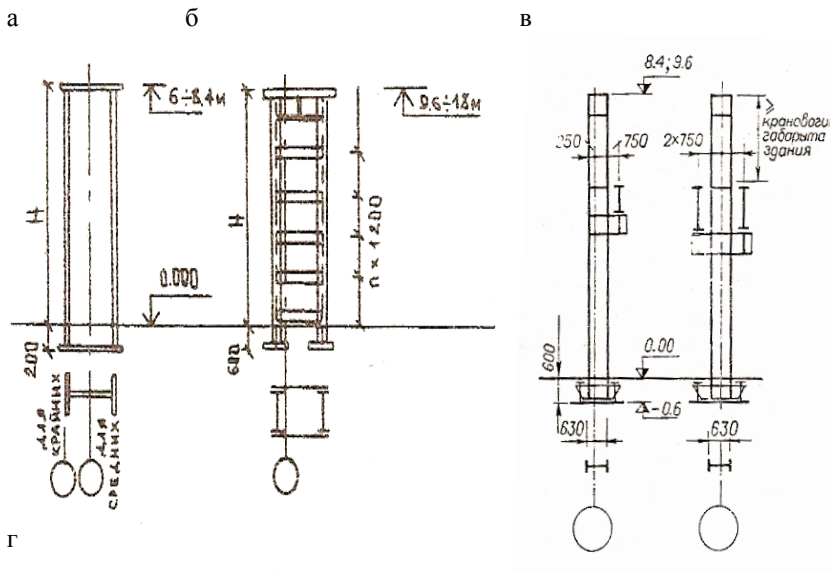
В зданиях высотой 10.8 – 18.0 м, оборудованных кранами грузоподъемностью до 500 кН используют унифицированные двухветвевые колонны ступенчатого очертания, состоящие из двух частей: подкрановой (решетчатой) и надкрановой (из сварного двутавра).

Для зданий, имеющих высоту более 18 м и оборудованных кранами грузоподъемностью 750 кН и более, стальные колонны проектируют индивидуально.

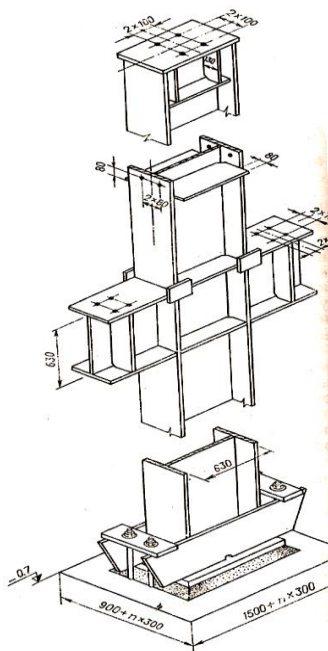
Двухветвевые колонны по типам сечения ветвей проектируют в трех вариантах:

1. При ширине сечения до 400 мм – наружная и подкрановая ветви из прокатных швеллера и двутавра, соответственно;
2. При ширине сечения 400 – 600 мм – наружная ветвь из гнутого швеллера, подкрановая – из прокатного двутавра;
3. При ширине сечения более 600 мм – наружная ветвь из гнутого швеллера, подкрановая – из сварного двутавра.

Надкрановая часть колонны проектируется из сварного двутавра с высотой стенки 400 мм в крайних и 710 мм – в средних колоннах.



Г



а – для бескрановых зданий высотой до 8.4 м;

б – для бескрановых зданий высотой 9.6 - 18 м;

в – для зданий с опорными мостовыми кранами грузоподъемностью до 200 кН;

г – средняя колонна постоянного сечения из сварных двутавров для зданий с мостовыми опорными кранами

Рис. 23.1. Стальные колонны постоянного сечения

Для соединения ветвей сквозных колонн применяют решетки различного очертания: треугольные, раскосные, крестовые и полукрестовые. Решетку устраивают двухплоскостной, из прокатных уголков. Для восприятия действующих в горизонтальной плоскости моментов решетка усиливается диафрагмами, расположенными через четыре раскоса по высоте.

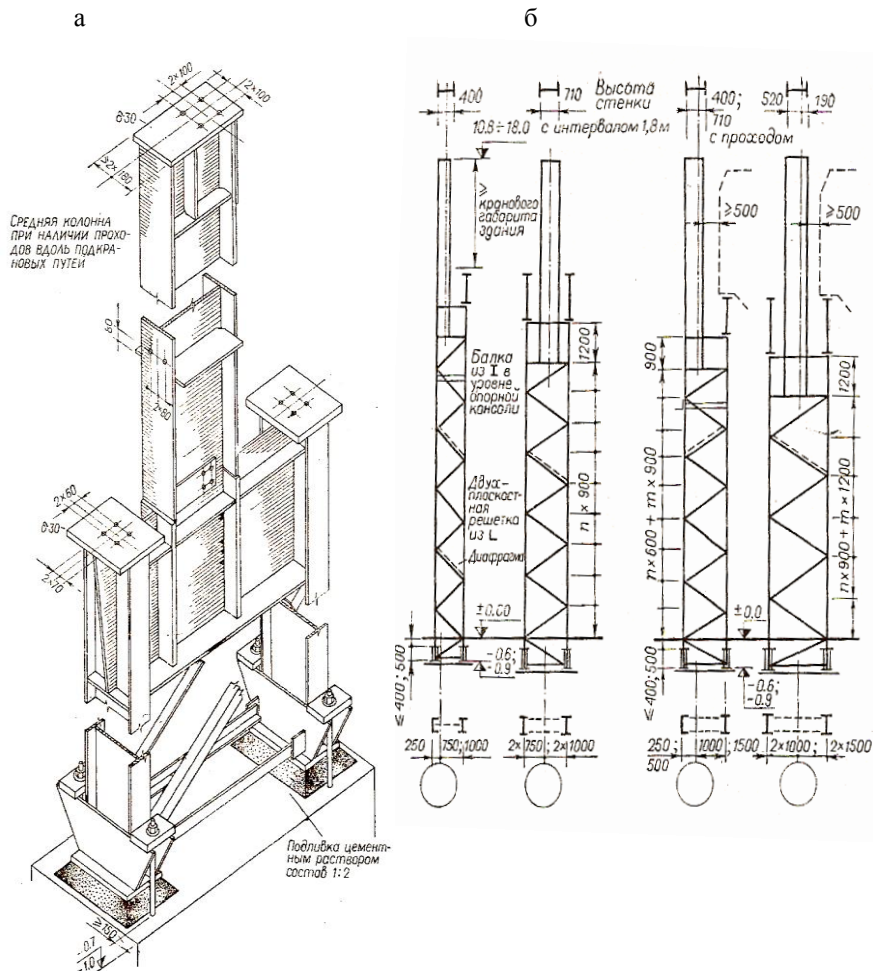


Рис. 23. 2. Стальные двухветвевые колонны:  
 а – средняя колонна с проходом вдоль подкранового пути;  
 б – типы колонн для зданий с мостовыми опорными кранами грузоподъемностью 100 – 500 кН

Решетчатая часть колонны завершается одноплоскостной траверсой, соединяющей ее ветви с надкрановой частью, которая выполняется из сварного двутавра.

Сплошные колонны применяют при центральной сжатии или при малых эксцентриситетах продольной силы. Чаще используют колонны сквозного сечения, требующие меньшего расхода металла, хотя они и более трудоемки в изготовлении.

В зданиях с кранами тяжелого режима работы и при их двухъярусном расположении, а также при пролетах, со стороны которых предусматривают расширение цеха целесообразно применять отдельные колонны, позволяющие усиливать подкрановую ветвь (например, при увеличении грузоподъемности крана), не нарушая конструкции покрытия.

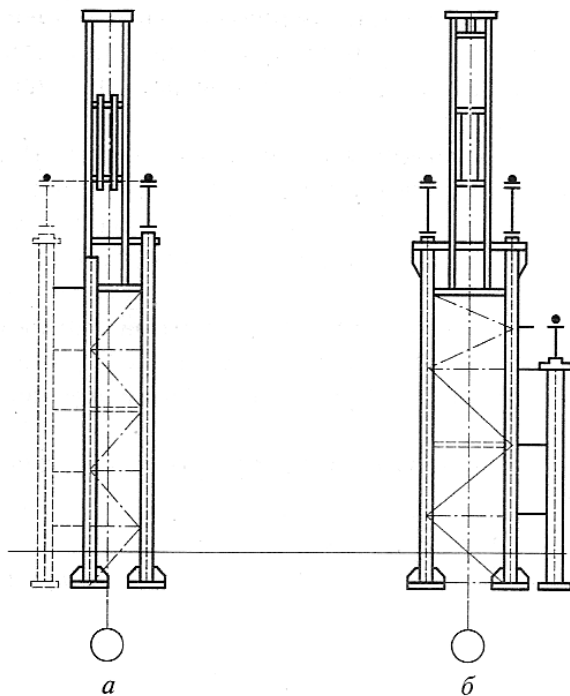


Рис. 23.3. Раздельные колонны:  
а – при расширении здания;  
б – при низко расположенных тяжелых кранах



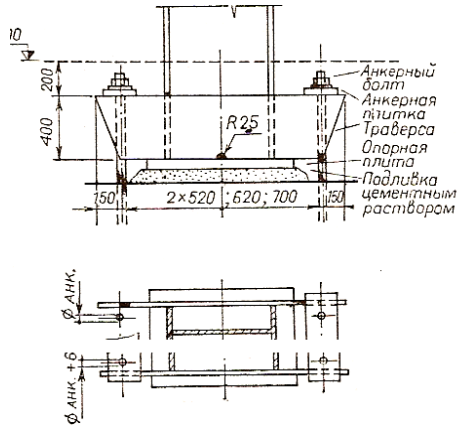


Рис. 24.2. База центрально сжатой колонны с траверсами сжатой колонны траверсами с траверсами

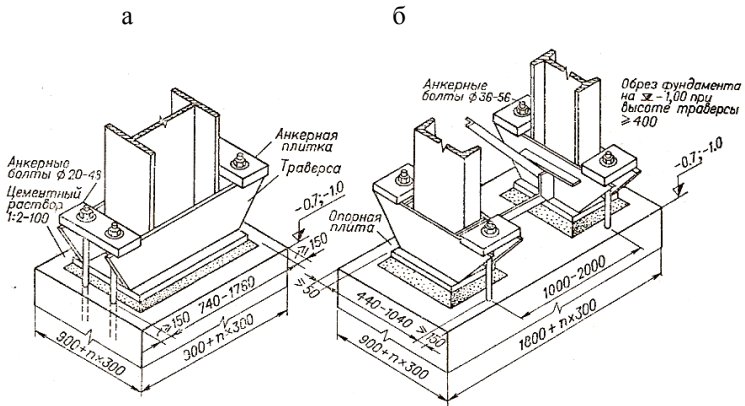


Рис. 24.3. Базы стальных колонн:

- а – под центрально сжатую колонну сплошного сечения;
- б – под внецентренно сжатую двухветвевую колонну

Стальные колонны опирают на железобетонные фундаменты через слой цементно-песчаной стяжки. Базы колонн крепят к фундаментам анкерными болтами, закладываемыми в фундаменты при их изготовлении.

Для защиты от коррозии подпольную часть колонн вместе с базой покрывают слоем бетона. Стены, как и в железобетонном каркасе, опирают на фундаментные балки, уложенные на уступы фундаментов.

## **25. СТАЛЬНЫЕ СТОЙКИ ФАХВЕРКА**

Фахверк располагают в плоскости продольных и торцовых стен для восприятия массы стен, ветровых нагрузок и передачи их на основной каркас здания. Устраивают фахверк при шаге колонн 12 м и длине панелей равной 6 м; при высоте пролетов свыше 30 м и в кирпичных зданиях с кранами тяжелого режима работы.

Фахверк состоит из стоек (колонн) и ригелей. Их количество и местоположение определяются шагом колонн, высотой здания, конструкцией стен, характером и величиной нагрузок. Изготавливают их из прокатных и составных профилей.

Унифицированные стальные стойки применяются в торцовых и продольных фахверках одноэтажных промышленных зданий высотой до 18 м как с мостовыми кранами, так и без них.

Стойки устанавливают с шагом 6 м. По конструктивному решению колонны фахверка делят на три типа: постоянного сечения по высоте, составные (основной ствол и шарнирно соединенный с ним оголовок) и ступенчатые (с изменением поперечного сечения в уровне низа конструкции покрытия). Поперечное сечение колонн может быть двутавровым или коробчатым, выполненным из прямоугольных труб или из горячекатаных или холодногнутых швеллеров.

К конструкциям каркаса бескрановых зданий стойки фахверка крепятся в уровне покрытия, а в зданиях с мостовыми кранами еще и к тормозным конструкциям подкрановых балок и переходным площадкам.

К покрытию и связям фахверковые колонны крепят с помощью листовых шарниров (изогнутых стальных пластин). Такое крепление обеспечивает передачу ветровых воздействий на основной каркас и исключает вертикальное воздействие покрытия на стойки фахверка.

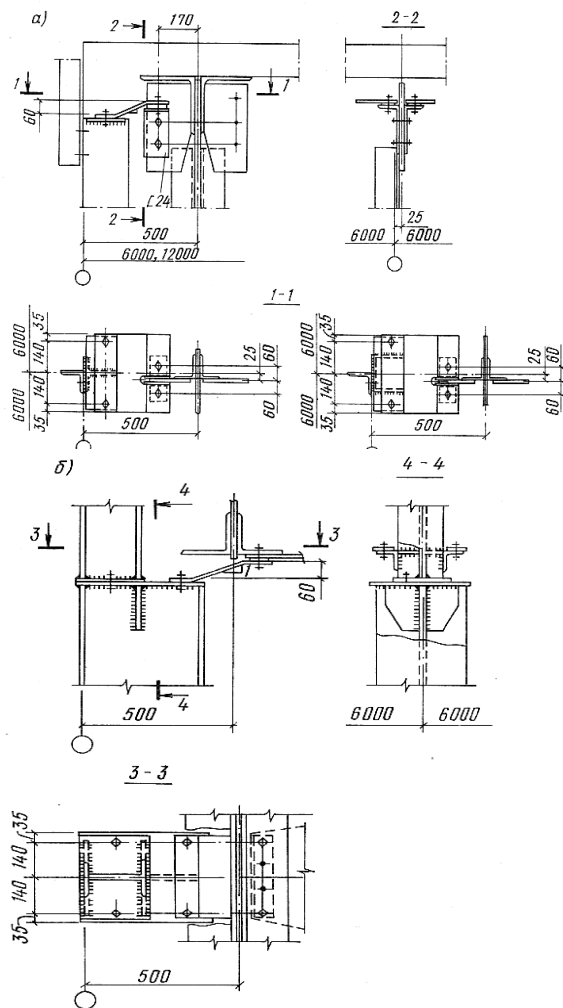


Рис. 25.1. Узлы крепления стоек фахверка к покрытию:  
 а – к верхнему поясу фермы;  
 б – к нижнему поясу фермы

В торцах зданий предусматривают приколонные стойки фахверка у колонн основного каркаса. Крепления стоек к основным колоннам по высоте осуществляют с шагом не более 4,8 м.

На фундамент стойки фахверка опираются шарнирно.

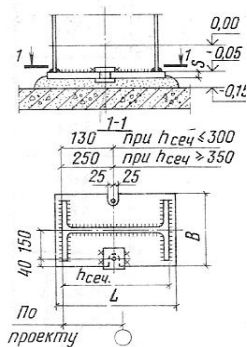


Рис. 25.2. Узел крепления стойки фахверка к фундаменту

## 26. СТАЛЬНЫЕ ПОДКРАНОВЫЕ БАЛКИ

Стальные подкрановые балки проектируют разрезными и неразрезными. Первые имеют постоянное сечение и стыкуются на опорах, а вторые стыкуются в четвертях пролета и могут иметь различные сечения.

Унифицированные типовые балки разрезного типа применяют для зданий с пролетами от 18 до 36 м с кранами обычного и тяжелого режимов работы и грузоподъемностью от 50 до 3200 кН при шаге колонн 6, 12, 18 и 24 м.

Балки пролетом 6 и 12 м применяют как в стальных, так и железобетонных каркасах, а пролетом 18 и 24 м – только в стальных.

По типу сечения могут быть сплошными и сквозными (решетчатыми). Сплошные балки применяют при шаге 6 м и небольшой грузоподъемности кранов. Сквозные подкрановые балки в виде шпренгельных систем применяют в зданиях с шагом 12 м и более, а также с кранами большой грузоподъемности ( $\geq 750$  кН).

Стальная подкрановая балка сплошного сечения представляет собой сварной или прокатный двутавр, имеющий пояса одинаковой ширины или более широкий верхний пояс. Двутавры с одинаковыми по ширине поясами в плоскости верхнего пояса, усиленные тормозными балками или фермами, применяют в основном в зданиях, имеющих мостовые краны грузоподъемностью 500 кН и более и шаг колонн 12 м. В зданиях с кранами грузоподъемностью до 500 кН и шаге колонн 6 м используют балки с развитым верхним поясом, способным воспринимать тормозные усилия от работы кранов.

Размеры сечений стальных подкрановых балок назначают на основе расчета. Унифицированные балки имеют высоту на опоре 0,8 м при шаге

колонн 6 м и грузоподъемности крана до 200кН и 1,3 м – при грузоподъемности крана 300 кН и более. Для шага колонн 12 м балки имеют высоту 1,6 м.

Для обеспечения устойчивости стенки балки усиливают поперечными двусторонними ребрами жесткости через 1,5 м, а в балках пролетом 18 и 24 м еще и горизонтальным продольным ребром.

Элементы сечения балок соединяют сваркой. При большой грузоподъемности кранов или при тяжелом режиме их работы балки выполняют клепаными.

На колонны подкрановые балки опирают через выступающие торцовые ребра и крепят с помощью анкерных болтов и планок. Между собой балки соединяют болтами через торцовые ребра.

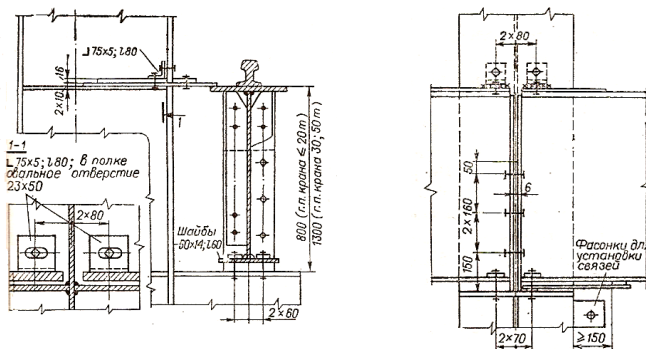


Рис. 26.1. Крепления стальных подкрановых балок

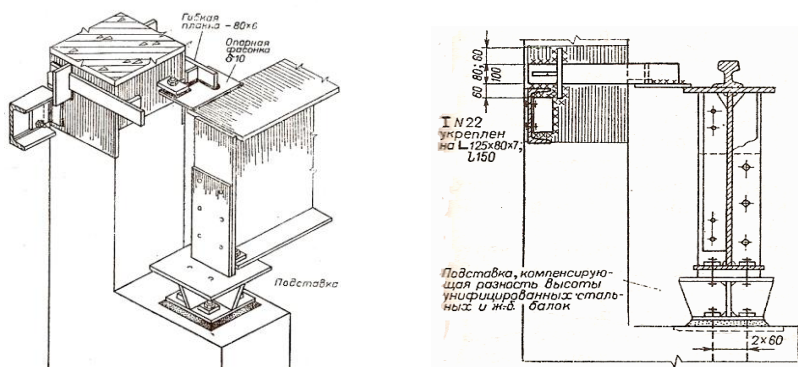


Рис. 26.2. Крепление стальных подкрановых балок к железобетонным колоннам

## 27. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Каркас одноэтажных зданий состоит из поперечных рам, шарнирно связанных поверху стропильными конструкциями. Поперечная жесткость здания обеспечивается колоннами, жестко заземленными в фундаменте и диском покрытия.

В зданиях с кровлей, устраиваемой по сплошному настилу из крупно-размерных железобетонных плит, условия работы отдельных рам облегчаются за счет частичной передачи нагрузок «жесткой» кровлей на смежные рамы.

Здания с кровлей из плит, укладываемых по прогонам, находятся в менее благоприятных условиях, т.к. независимость деформации отдельных рам при воздействии на них местных нагрузок может привести в ряде случаев к ухудшению эксплуатационных свойств здания.

Поэтому при проектировании зданий с мостовыми кранами значительной грузоподъемности, а также бескрановых, имеющих большую высоту, следует предусматривать продольные связи по верхним поясам стропильных конструкций, до некоторой степени объединяющих работу рам в поперечном направлении.

Обеспечение жесткости здания в продольном направлении только за счет колонн экономически оправдывается лишь для бескрановых зданий: с пролетами  $L \leq 24$  м и высотами  $H \leq 8,4$  м, а также для зданий с  $L = 30$  м и  $H \leq 7,2$  м. Для зданий большой высоты и зданий с мостовыми кранами необходимо предусматривать вертикальные связи жесткости в продольном направлении. Такие связи устраивают между колоннами и при необходимости в покрытии здания.

Передача ветровых нагрузок с торцовых стен на колонны и вертикальные связи через конструкции кровли целесообразна только для зданий определенных пролетов и высоты. В большепролетных зданиях более или менее значительной высоты такое использование кровли затрудняет крепление стропильных конструкций к колоннам, усложняет конструкции, обеспечивающие устойчивость покрытий, а в ряде случаев и вообще не может быть осуществлено без нарушения целостности кровли, прочности креплений ее к стропильным конструкциям.

Торцовые стены таких зданий должны проектироваться с применением горизонтальных ветровых ферм и с передачей на них подавляющей части ветровой нагрузки.

Кровли из относительно мелких изделий, укладываемых по прогонам, могут воспринимать ветровые нагрузки от торцовых стен и передавать их на колонны лишь при условии развязки их системой поперечных горизон-

тальных связей по верхним поясам стропильных конструкций. Условия применения таких, а также других второстепенных конструкций (вертикальные связи между фермами, распорки, растяжки) зависят от параметров здания.

Все одноэтажные промышленные здания делят на конструктивно однородные группы в зависимости от типа транспортного оборудования и габаритных характеристик (пролет и высота), которые приведены в таблице ниже.

К группе I относят здания с пролетами до 24 м, имеющих высоту до 8 м, а также здания с пролетами 30 м и высотой до 7 м.

К группе II относятся здания, имеющие поперечные температурные швы при:  $L = 18$  м и  $H = 9 - 15$  м;  $L = 24$  м и  $H = 9 - 12$  м;  $L \geq 30$  м и  $H = 9 - 10$  м;

К группе III относятся здания с поперечными температурными швами, но более высокие, чем здания группы II, а также здания без поперечных температурных швов с пролетами  $L = 18$  м, 24 м, 30 м, высотой более 12 м.

Все здания указанной номенклатуры, за исключением зданий группы А - б - I, требуют применения связей.

Т а б л и ц а 27.1. Конструктивно однородные группы одноэтажных промышленных зданий

Группа зданий по высоте	с беспрогонными кровлями		с кровлей по прогонам	
	с мостовыми кранами	без мостовых кранов	с мостовыми кранами	без мостовых кранов
Низкие	А - а - I	А - б - I	Б - а - I	Б - б - I
Средние	А - а - II	А - б - II	Б - а - II	Б - б - II
Высокие	А - а - III	А - б - III	Б - а - III	Б - б - III

Вертикальные связи жесткости между колоннами устанавливают в середине температурного блока каждого продольного ряда. В зданиях с мостовыми кранами вертикальные связи по колоннам устраиваются только на высоту до низа подкрановых балок, а в зданиях без мостовых кранов – на полную высоту колонн. Между стальными колоннами крановых зданий связи устанавливают еще и в надкрановых частях колонн, как в середине температурного блока, так и в крайних его шагах. При высоте подкрановой части стальной колонны превышающей 8,5 м связи сдваивают.

По схеме стальные связи между колоннами подразделяются на крестовые и порталные. Крестовые характерны 6-метровым шагам колонн, порталные – 12-метровым.

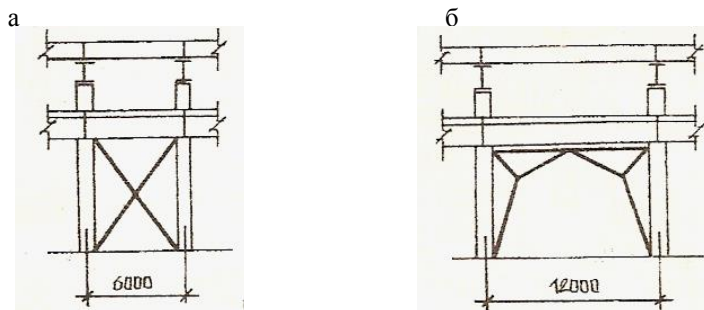


Рис. 27.1. Вертикальные связи по железобетонным колоннам:  
 а – крестовые связи при шаге колонн 6 м;  
 б – порталные связи при шаге колонн 12 м

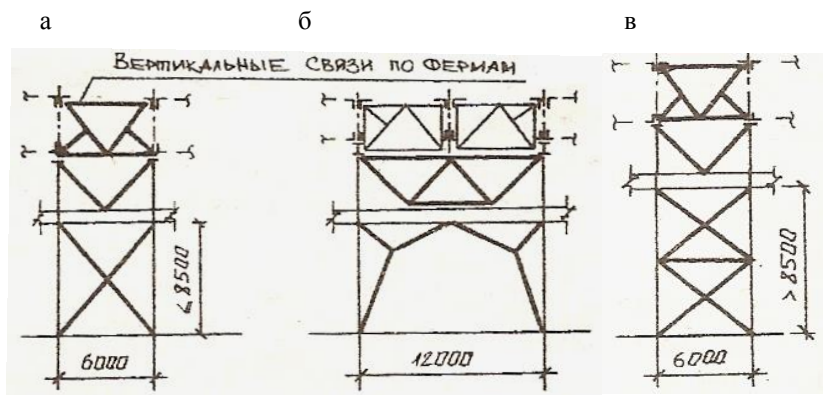


Рис. 27.2. Вертикальные связи по стальным колоннам:  
 а – крестовые связи; б – порталные связи; в – крестовые двойные связи

Капитальные стены, расположенные в распор между колоннами и прочно связанные с ними, могут быть использованы для обеспечения продольной жесткости здания вместо вертикальных связей лишь при гарантии, что эти стены не будут подлежать разборке при эксплуатации или реконструкции здания.

Во всех зданиях с кровлей по прогонам необходимо предусматривать горизонтальные поперечные связи жесткости, которые устанавливаются по верхним поясам стропильных конструкций в крайних панелях каждого температурного блока, независимо от наличия или отсутствия ветровых ферм.

В высоких зданиях требуется устройство горизонтальных ветровых ферм в торцах зданий. В зданиях с мостовыми кранами ветровые фермы устанавливаются на уровне верха подкрановых балок.

Для передачи давления ветровых ферм по линии подкрановых балок зазоры между торцами балок заполняют бетоном, а крепление подкрановых балок к колоннам связевой панели рассчитывается на восприятие всех горизонтальных сил (включая силы от продольного торможения кранов), действующих по линии подкрановых балок.

В зданиях без мостовых кранов ветровые фермы необходимо располагать в уровне верха вертикальных связей.

Во всех случаях применения ветровых ферм в зданиях без подстропильных конструкций между колоннами на уровне ветровых ферм должны быть поставлены распорки для передачи ветрового давления от ферм на вертикальные связи.

В зданиях с подстропильными конструкциями крепление их к колоннам рассчитывается на горизонтальные нагрузки от ветровых ферм. Зазоры между торцами подстропильных конструкций рекомендуется заполнять бетоном.

Все продольные нагрузки, воспринимаемые отдельными элементами здания, в конечном счете, должны быть переданы вертикальным связям в продольных рядах колонн или распределены между колоннами. Необходимость во второстепенных устройствах для обеспечения прочности узлов и устойчивости элементов покрытия, участвующих в такой передаче, в значительной мере определяется типом кровли.

В зданиях типов А – а – I, II, III и А – б – I с жесткими беспрогонными кровлями ветровые нагрузки распределяются покрытием между всеми колоннами в продольных рядах. Крепление каждой из стропильных конструкций к колоннам в этих случаях должно быть рассчитано на воспринимаемую ею часть общей ветровой нагрузки.

При невозможности обеспечить необходимую прочность крепления стропильных конструкций к колоннам (например, в покрытиях имеющих стропильные конструкции с большой высотой на опорах) устанавливают вертикальные связи между опорными стойками стропильных конструкций в крайних панелях температурного блока. При этом устанавливают и распорки между всеми колоннами ряда по их оголовкам для распределения, воспринимаемого вертикальной связью, ветрового давления между всеми колоннами ряда.

В зданиях типа А – б – II, в которых вертикальные связи между колоннами устраиваются на всю высоту колонн, ветровые усилия передаются покрытием на колонны лишь в узлах крепления стропильных конструкций к колоннам связевой панели. В этом случае необходимо устраивать дополнительные связи в покрытии. Так, при небольшой высоте стропиль-

ных конструкций на опоре между колоннами каждого продольного ряда устанавливают распорки, передающие ветровые нагрузки на вертикальные связи. Крепление каждой из стропильных конструкций к колоннам будет при этом работать лишь на приходящуюся на него часть общей ветровой нагрузки. А при значительной высоте стропильных конструкций на опоре (стальные и железобетонные фермы с параллельными поясами, железобетонные безраскосные фермы и т.п.) следует устанавливать вертикальные связи (С1) между опорными стойками ферм в крайних шагах температурного блока, соединяемые непрерывной цепью распорок. Стальные стропильные фермы дополнительно развязываются по нижним поясам раскосами (С2) и крепятся к остальным фермам с помощью расстяжек по нижнему поясу (С3) и распорок по верхнему поясу (С4).

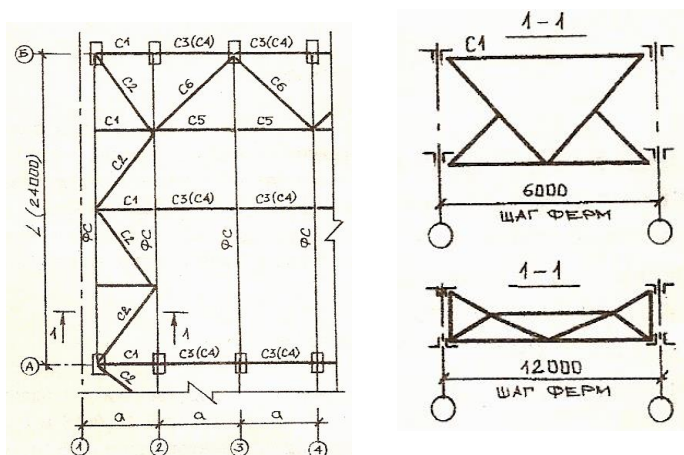


Рис. 27.3. Схема связей в покрытии по стальным фермам

В зданиях с мостовыми кранами тяжелого или особо тяжелого режимов работы по продольным краям каждого температурного блока в уровне нижнего пояса стропильных ферм устанавливают распорки (С5) и раскосы (С6).

В зданиях с фонарями в пределах фонаря устанавливаются распорки в середине пролета, соединяющие узлы верхних поясов стропильных конструкций, а также вертикальные и горизонтальные связи в крайних шагах температурного блока.

Связи проектируют из прокатных, гнутых, гнутосварных профилей или электросварных труб. Крепят их с помощью болтов нормальной точности или высокопрочных, а также на сварке.

## 28. ПОКРЫТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

### 28.1. Виды покрытий и требования к ним

Покрытие промышленного здания определяет долговечность, характер внутреннего пространства и внешний облик здания. На него приходится от 20 до 50% от общей стоимости одноэтажного здания.

*По теплотехническим качествам* покрытия делят на утепленные и неутепленные (холодные). Их выбирают с учетом требований условий микроклимата помещений, климатических особенностей района строительства и способа удаления снега с кровли здания.

Утепленные покрытия устраивают над отапливаемыми помещениями. Толщину утеплителя назначают с расчетом, чтобы исключить образование конденсата на внутренней поверхности покрытия. Ендовы часто делают менее утепленными, нежели основное покрытие, что способствует их большему прогреву и исключает скопление снега и образование наледей.

Неутепленные покрытия устраивают в неотапливаемых зданиях и с избыточными выделениями тепла.

*По конструктивным схемам* покрытия классифицируют на плоскостные и пространственные. В первых несущие и ограждающие конструкции работают в основном независимо друг от друга. Во вторых – функции несущих и ограждающих конструкций совмещаются. Пространственные покрытия, имея криволинейные поверхности рациональной геометрической формы, обладают высокой жесткостью, позволяют снизить расход материала и целесообразны в зданиях с пролетами, превышающими 30 м.

Покрытия должны иметь хорошую гидроизоляцию, теплозащиту, должны быть прочными, долговечными и надежными в эксплуатации, обладать необходимыми огнестойкостью и пожарной безопасностью, быть индустриальными, иметь простые и надежные узловые сопряжения конструктивных элементов.

### 28.2. Конструкции покрытий

Покрытия промышленных зданий, как правило, устраивают бесчердачными. Состоят они из несущих и ограждающих конструкций.

Несущими стропильными конструкциями являются фермы, балки, арки и рамы. Они поддерживают ограждающую часть, придавая ей, соответствующий материалу кровли, необходимый уклон.

Ограждение включает настил (железобетонные плиты, асбестоцементные или металлические листы и т.п.), пароизоляцию, утеплитель, выравнивающую стяжку и гидроизоляцию.

В неутепленных («холодных») покрытиях отсутствуют пароизоляция и утеплитель.

В одноэтажных промышленных зданиях наиболее распространены покрытия из крупноразмерных плит, укладываемых по верхним поясам стропильных конструкций. При использовании настилов из мелкогазобетонных элементов последние опирают на прогоны, укладываемые на стропильные конструкции.

### 28.3. Несущие конструкции покрытий

Несущие конструкции покрытий изготавливают из железобетона, металла, дерева и комбинированными (из перечисленных выше материалов, напр. металлодеревянные фермы и т.п.).

Металлические покрытия являются прочными и легкими конструкциями. Они просты в изготовлении и монтаже, являются высокосборными конструкциями. Покрытия, выполненные из железобетона, отличаются огнестойкостью и долговечностью.

### 28.4 Железобетонные стропильные балки и фермы.

*Железобетонные балки* применяются в односкатных, многоскатных и малоуклонных, а также плоских ( $i=1:20$ ) покрытиях одноэтажных промышленных зданий с пролетами ( $L$ ) от 6 до 18 м.

Балки односкатных, плоских и малоуклонных покрытий имеют прямой верхний пояс (рис. 1 а, б, в), а в двускатных балках верхний пояс имеет ломаное очертание с уклоном  $i = 1:12$ .

Конструкция балок допускает крепление к ним подвесных кранов грузоподъемностью до 50 кН.

Для пролетов 6 и 9 м балки имеют тавровое сечение с высотой на опоре 590 и 890 мм.

Балки пролетами 12 и 18 м изготавливают двутаврового или прямоугольного сечений с высотой на опоре 890, 1190 и 1490 мм. Балки двутаврового сечения с толщиной стенки 80 мм усилены на опорах массивными вертикальными ребрами. Для снижения массы в балках прямоугольного сечения устраивают отверстия. Такие балки опорных частях просты в изготовлении и облегчают разводку верхних коммуникаций, но имеют большой вес, нежели балки таврового или двутаврового сечений.

На верхнем поясе железобетонных балок предусматривают закладные элементы (М) для крепления прогонов или плит покрытия, на нижнем поясе и стенке – для крепления подвесных путей, а в – стальные листы с вырезами для крепления балок к колоннам.

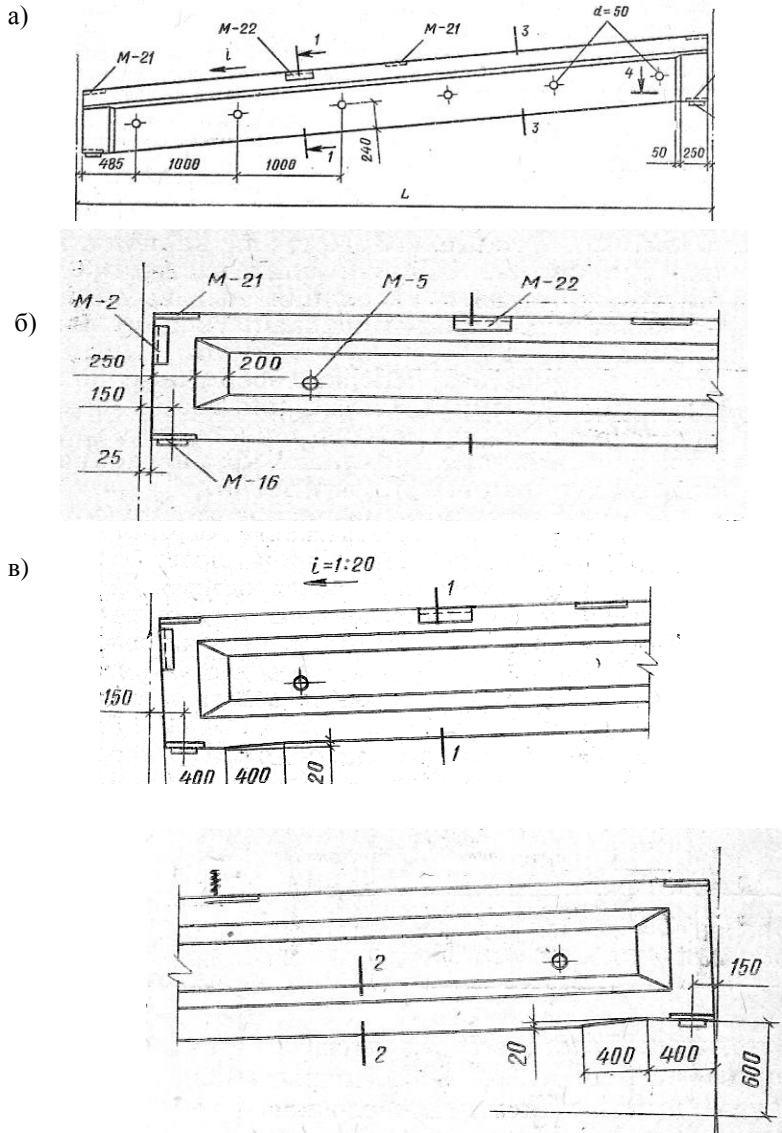
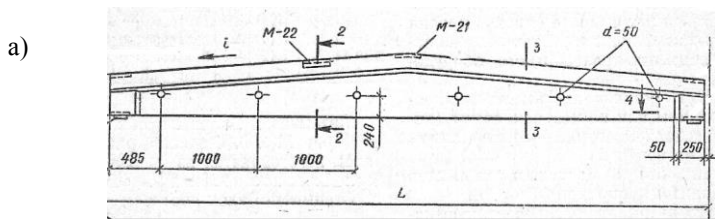


Рис. 28.1. Железобетонные балки пролетом 6, 9 и 12 м:  
 а) для односкатных покрытий ( $L = 6, 9$  м);  
 б) для плоских покрытий ( $L = 12$  м);  
 в) для малоуклонных покрытий ( $L = 12$  м)



2 - 2

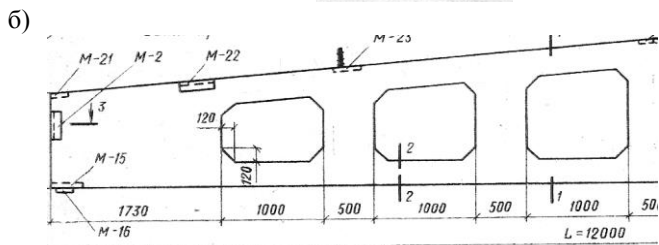
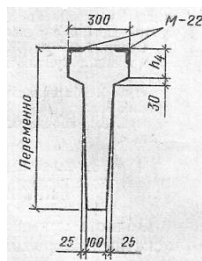


Рис. 28.2. Двускатные железобетонные балки:

а) сплошного сечения для  $L=6, 9$  м;

б) решетчатая для  $L=12$  и  $18$  м

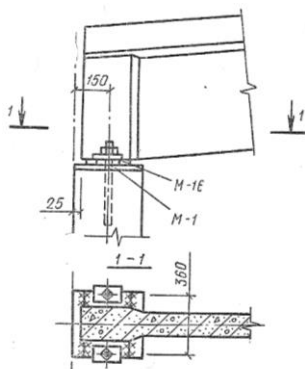


Рис. 28.3. Опираие железобетонной балки на колонну

**Железобетонные фермы** применяют для перекрытия пролетов 18, 24 и редко 30 м. По очертанию поясов они бывают сегментными, арочными безраскосными и раскосными, с параллельными поясами и полигональными.

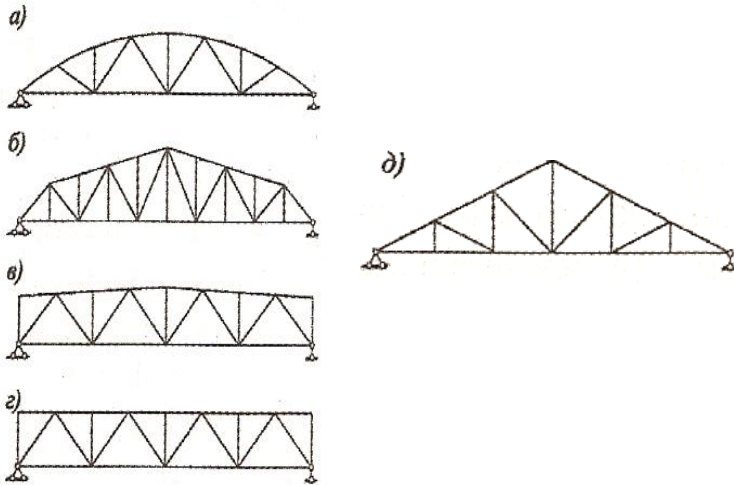


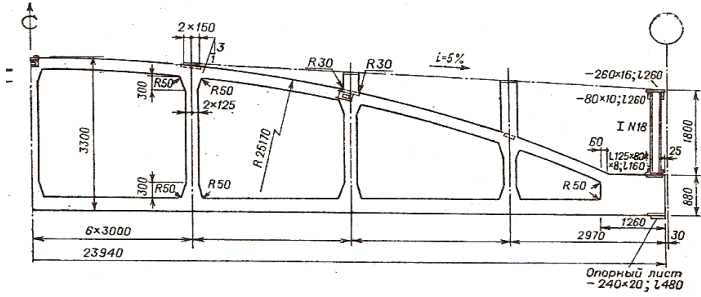
Рис. 28.4. Очертания поясов ферм: а – сегментное; б – полигональное; в – трапециевидальное; г – с параллельными поясами; д – треугольное

Треугольные фермы применяют, в основном, для кровель из асбестоцементных и металлических листов, а с параллельными поясами – для плоских покрытий под рулонную кровлю.

Для придания кровле небольших уклонов используют сегментные и арочные фермы со столбиками для опирания на них панелей покрытия. Такие «рожковые» фермы для малоуклонных покрытий приведены на рис. 5 а.

Наиболее рациональны по распределению материала сегментные и арочные фермы, имеющие ломаный или криволинейный верхний пояс. По сравнению с фермами других очертаний в элементах решетки этих ферм усилия меньше, что позволяет делать решетку более редкой. Фермы с параллельными поясами и полигональные имеют простую конфигурацию и хороши тем, что взаимозаменяемы со стальными фермами. Однако, к их недостаткам следует отнести сравнительно мощную решетку и большую высоту, что приводит к перерасходу материала на стены и увеличению малополезного объема здания, кроме того, они требуют дополнительных вертикальных и горизонтальных связей в покрытии.

а)



б)

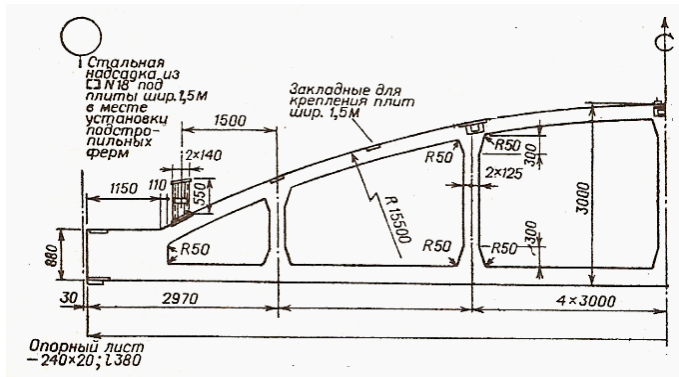


Рис. 28.5. Железобетонные безраскосные фермы:  
а – для малоскатной кровли;  
б – для скатной кровли

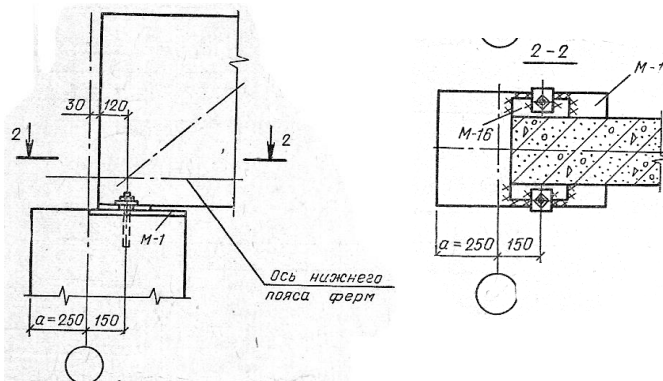


Рис. 28.6. Опирание железобетонной фермы на колонну

## 28.5. Железобетонные подстропильные балки и фермы

Подстропильные конструкции необходимы для опирания на них стропильных при шаге последних меньшем шага колонн. Подстропильные конструкции устанавливаются на колонны в продольном направлении и крепятся к ним на сварке закладных деталей. Стропильные конструкции с подстропильными соединяются сваркой и анкерными болтами аналогично креплению их к колоннам.

**Железобетонные подстропильные балки** имеют тавровое сечение с полкой понизу, усиленной в местах опирания на них стропильных балок. При этом со стороны опирания на подстропильную балку стропильная укорачивается на 100 мм.

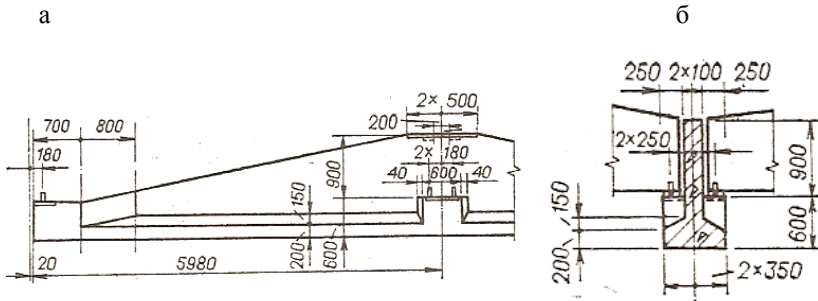


Рис. 28.7. Подстропильная железобетонная балка:  
а – конструкция балки;  
б – опирание стропильных балок на подстропильную

Унифицированные железобетонные подстропильные фермы предусмотрены для скатных и малоуклонных покрытий при шаге колонн 12 м и стропильных конструкциях в виде железобетонных раскосных и безраскосных ферм, установленных с шагом 6 м. Такие фермы рассчитаны на сосредоточенную нагрузку от стропильных ферм, приложенную в середине пролета от 800 до 1500 кН.

Подстропильные железобетонные фермы для скатных покрытий имеют горизонтальный нижний и ломаный верхний пояса. Опорные участки ферм усилены для опирания на них стропильных ферм. Стойки у опор предназначены для опирания плит покрытия.

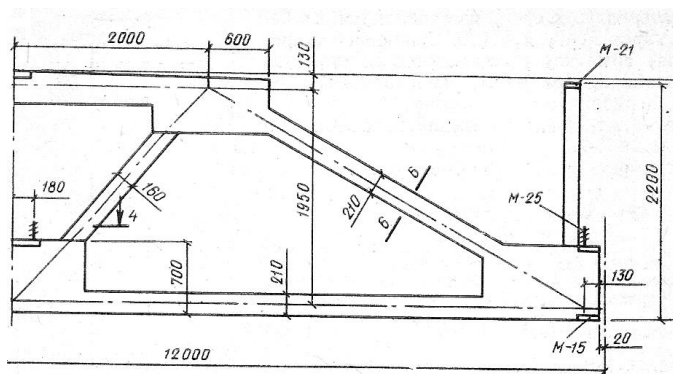


Рис. 28.8. Подстропильная железобетонная ферма для скатных покрытий

Унифицированная подстропильная железобетонная ферма для малоуклонных покрытий имеет горизонтальный нижний и ломаный верхний пояса, усилена площадками для опирания стропильных ферм и рассчитана на нагрузку от 580 до 1330 кН.

Подстропильные железобетонные фермы изготавливают с предварительным напряжением нижнего пояса и стоек, что повышает их трещиностойкость и обеспечивает возможность применения их в зданиях с агрессивными воздушными средами.

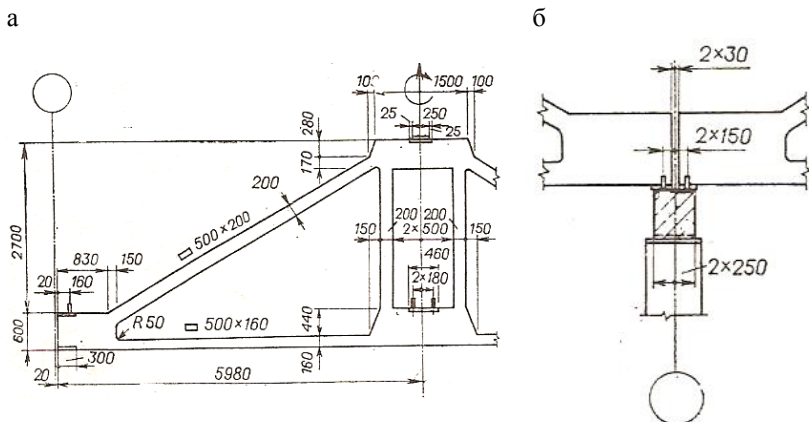


Рис. 28.9. Подстропильная железобетонная ферма для малоуклонных покрытий:  
а – конструкция;  
б – опирание стропильных ферм на подстропильную

## 28.6. Стальные стропильные и подстропильные фермы покрытий

Стальные стропильные фермы по очертанию проектируют с параллельными поясами, полигональными и треугольными. Стальные фермы применяют практически для любых пролетов.

В фермах различного очертания применяют определенные системы решеток. Выбор типа решетки зависит от схемы приложения нагрузок, очертания поясов и конструктивных требований. Для снижения трудоемкости изготовления ферма должна быть по возможности простой и с минимальным числом элементов.

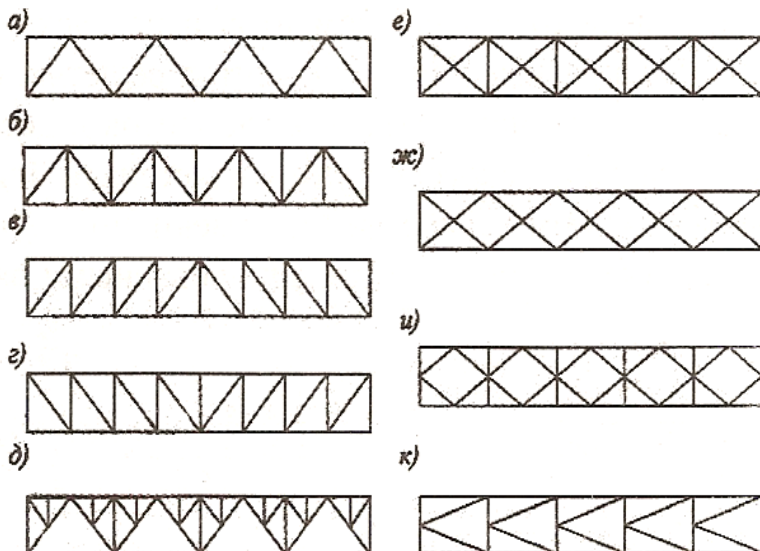


Рис. 28.10. Схемы решеток ферм: а) треугольная; б) треугольная со стойками; в, г) раскосная; д) шпренгельная; е) крестовая; ж) перекрестная; и) ромбическая; к) полураскосная

Стальные фермы проектируют из элементов, могущих иметь различные сечения: трубчатые, гнутосварные замкнутые, из прокатных уголков, двутавров, швеллеров и т.п.

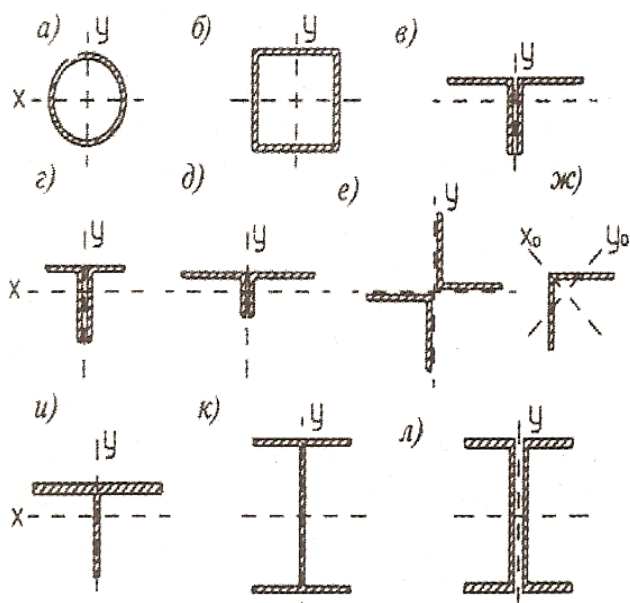


Рис. 28.11. Типы сечений стальных ферм: а) трубчатые; б) прямоугольное гнутозамкнутое; в, г, д, е) из парных уголков; ж) из одиночных уголков; и) из тавров - для поясов ферм; к, л) то же, из двутавра или двух швеллеров

Унифицированные фермы проектируют из прокатных парных уголков нормальной или пониженной высотой. Конструкции нормальной высоты предназначены для отапливаемых зданий с покрытием из железобетонных плит или из стального профилированного настила, уложенного по прогонам. Фермы с пониженной высотой используют только для покрытий из профилированного настила.

Типовые унифицированные фермы могут использоваться как в бескрановых зданиях, так и в зданиях с мостовыми опорными кранами.

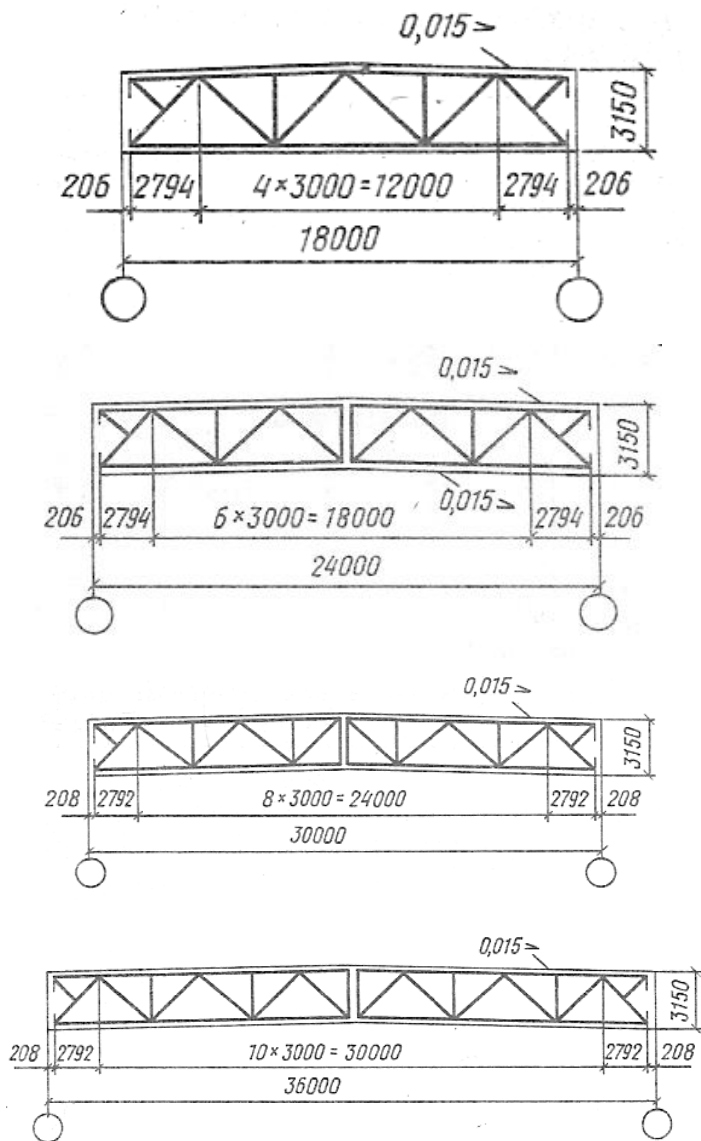


Рис.28.12. Схемы стропильных ферм нормальной высоты из прокатных уголков (с указанием отправочных элементов)

В состав стальных несущих конструкций покрытий входят прогоны, стропильные и при необходимости подстропильные фермы, опорные стойки, горизонтальные и вертикальные связи. Конструкции покрытий применяют в однопролетных и многопролетных зданиях при любых сочетаниях пролетов шириной 18, 24, 30 и 36 м при использовании ферм нормальной высоты и 18 и 24 м – при фермах пониженной высоты. Шаг стропильных ферм принимают 6 или 12 м.

Пояса и решетку унифицированных ферм конструируют из прокатных уголков и соединяют сваркой с помощью фасонки из листовой стали.

Сопряжение фермы с колонной (шарнирное) осуществляют с помощью надопорной стойки двуглавого сечения, которая крепится к колонне анкерными болтами, а пояса ферм к стойкам – болтами нормальной точности.

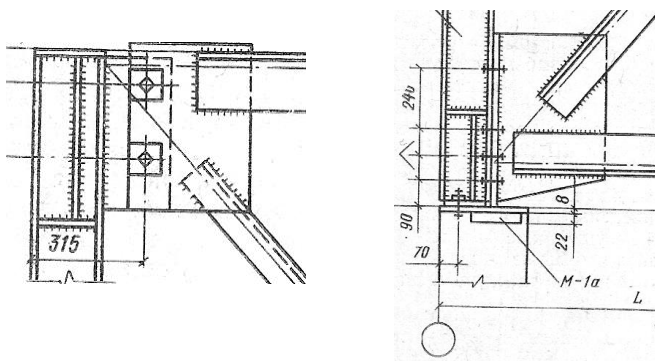


Рис.28.13. Опираие стальной фермы на железобетонную колонну

Стальные подстропильные фермы конструируют по типу стропильных ферм пролетом 12, 18 и 24 м.

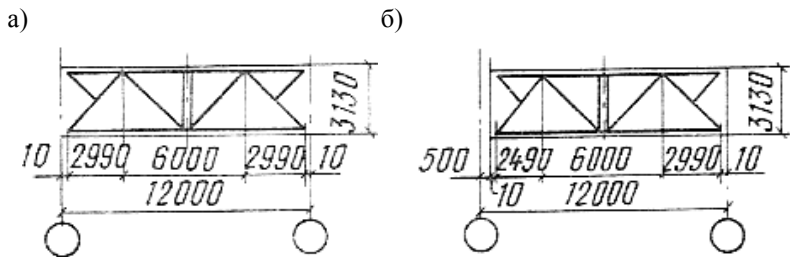


Рис.28.14. Подстропильные фермы нормальной высоты пролетом 12м:  
а – рядовые; б – у торца здания

## 28.7. Стальные прогоны

Прогоны применяют в малоуклонных покрытиях с рулонной кровлей и стальным профилированным настилом при шаге стропильных ферм 6 и 12 м. Устанавливают их по верхним поясам стропильных ферм с шагом 3 м.

При 6-метровом шаге стропильных ферм прогоны выполняют сплошнотенчатными из швеллеров. Типовые конструкции 6-метровых стальных прогонов разработаны для применения в отапливаемых зданиях с высотой до низа стропильных конструкций не превышающей 18,8 м. Крепление прогонов к стропильным фермам предусматривают на болтах. В зависимости от расчетной нагрузки прогоны, располагаемые в пролете ферм, могут быть из одного или двух швеллеров. Прогоны, устанавливаемые в ендовах, состоят из швеллера и приваренного к одной из его полок листа.

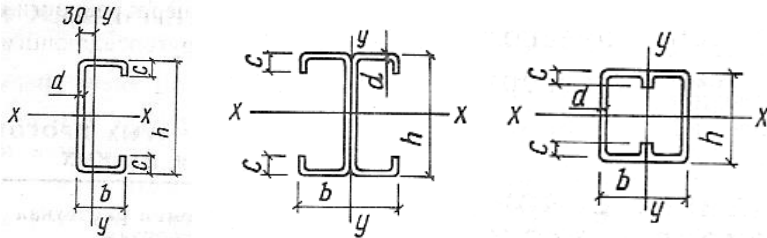


Рис. 28.15. Сечения стальных 6-метровых прогонов покрытия

При шаге стропильных ферм 12 м применяют стальные прогоны решетчатой конструкции. Решетчатые прогоны имеют треугольную форму с высотой в середине пролета 1,5 м. Верхний пояс прогона состоит из парных, а решетка из одиночных холоднугнутых швеллеров. Серия унифицированных 12-метровых прогонов предусматривает рядовые прогоны и прогоны, устанавливаемые в торцах и у температурных швов зданий.

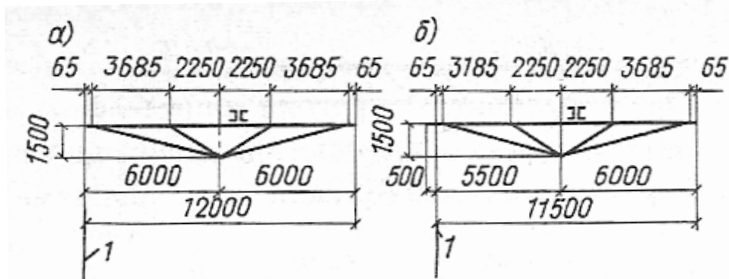


Рис. 28.16. Схемы решетчатых прогонов: а) рядовой; б) крайний (у торцов и ТДШ); 1 – ось стропильной фермы

Соединение элементов прогона выполняется электродуговой сваркой. Сопряжение элементов решетки прогона принято шарнирным.

При решетчатых прогонах, как и при сплошностенчатых, профилированный настил укладывают непосредственно по прогонам.

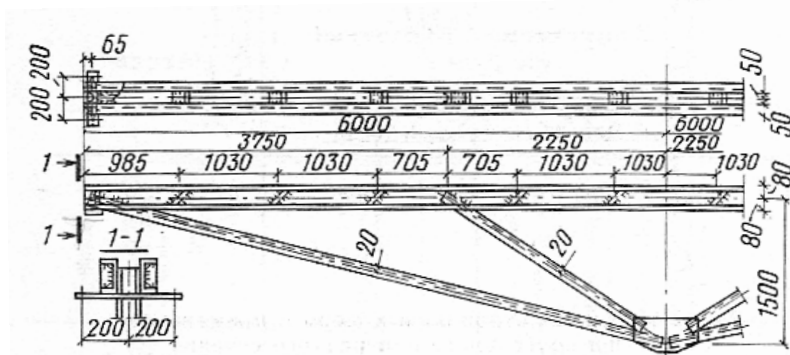


Рис.28.17. Конструкция решетчатого прогона

## 28.8. Ограждающая часть покрытия

На выбор и решение ограждающей части покрытия промышленного здания влияет комплекс изменяющихся внешних и внутренних климатических воздействий. Это требует выполнения ограждающих конструкций из отдельных различного назначения слоев и элементов, которые при эксплуатации должны обеспечить надежную работу покрытия.

Выбор решения ограждающей конструкции покрытия зависит от назначения здания, требуемого температурно-влажностного режима в перекрываемом помещении, количества тепла, выделяемого в помещение технологическими установками и способа удаления с кровли воды и снега.

Утепленные покрытия устраивают по настилу из железобетонных плит или стальных профилированных листов с рулонной или мастичной кровлей. Наиболее распространенным типом покрытия является конструкция совмещенного покрытия. Такие покрытия обладают достаточно большой массой. Легкого типа покрытия выполняют с применением стального профилированного настила и современных эффективных утеплителей послойной сборки или готовых трехслойных панелей типа «сэндвич».

Легкие ограждающие конструкции рекомендуются при устройстве покрытий по стальным несущим конструкциям. Они особенно целесообразны для строительства в северных районах нашей страны.

В последнее время получили распространение армированные панели сплошного сечения из легких и ячеистых бетонов. Они являются одновременно несущими элементами ограждающей части покрытия и теплоизоляцией. Использование таких панелей возможно только в покрытиях над помещениями с нормальной или пониженной влажностью воздуха. В этом случае по панелям делают только выравнивающий слой и рулонный гидроизоляционный ковер.

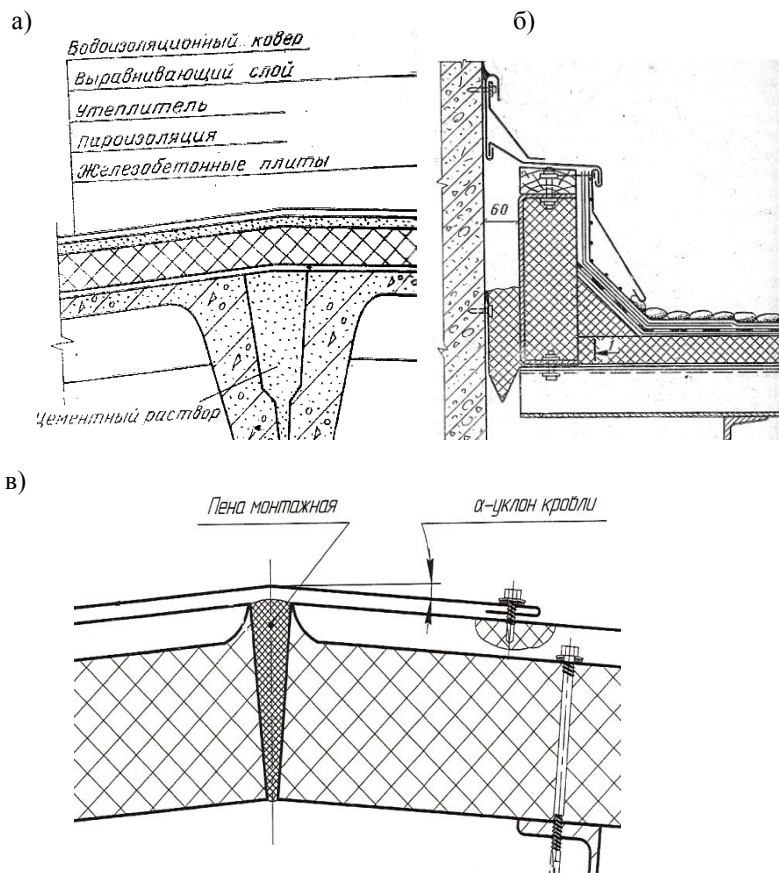


Рис.28.18. Утепленное покрытие:

- а) по железобетонным плитам (в коньке);
- б) по стальному профнастилу (примыкание в месте перепада высоты);
- в) коньковый узел в покрытии из панелей типа «сэндвич»

В неотапливаемых промышленных зданиях покрытия делают холодными, без утеплителя. В зданиях со значительными выделениями тепла покрытия при стальной кровле устраивают холодными, а при рулонной кровле, в целях снижения температуры стяжки и гидроизоляционного ковра, покрытия устраивают холодными с воздушной прослойкой или с теплоизоляционным слоем.

В отапливаемых зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом во избежание образования конденсата на внутренней поверхности покрытия, а при наружном водоотводе и в целях устранения возможности образования наледи на карнизах, ограждающие части покрытий делают утепленными.

Неутепленные покрытия проектируют для неотапливаемых зданий, как правило, с кровлями из стальных или асбестоцементных профилированных листов. Эти кровли устраивают по стальным прогонам и фермам без утеплителя. По сравнению с холодными кровлями по железобетонным плитам они более экономичны: легче в 5-6 раз и имеют в 1,5-2 раза меньшую стоимость.

В утепленных покрытиях толщина теплоизоляции зависит от физических показателей материала, условий его эксплуатации и необходимой величины сопротивления теплопередаче покрытия.

Для **теплоизоляции** покрытий применяют плиты из легких или ячеистых бетонов; минераловатные плиты; асбестоцементные изоляционные, древесноволокнистые, цементно-фибровитые, пенополистирольные, пенополиуретановые и т.п. плиты.

В отдельных случаях при отсутствии плитных материалов для теплоизоляции плоских и малоуклонных покрытий применяют засыпки из керамзита, перлита, пемзы, туфа, шлака и т.п. Но устройство покрытий с сыпучими теплоизоляционными материалами резко снижает их индустриальность, повышает трудозатраты. При этом надо помнить, что мягкие и рыхлые сжимаемые утеплители (трепел, минеральные войлок и вата) для утеплителя покрытий неприемлемы: со временем они дают неравномерную осадку, что ведет к повреждениям кровли.

Материал **пароизоляции**, располагаемой между несущей ограждающей частью покрытия и утеплителем, выбирается в зависимости от вида применяемого утеплителя, а также с учетом влажности или упругости водяного пара внутреннего воздуха помещения.

В качестве пароизоляции применяют грунтовку поверхности железобетонных плит горячей битумной или дегтевой мастикой, на которые укладывают утеплитель.

Пароизоляцию выполняют не только обмазочной, но и рулонной из водонепроницаемых материалов. Рулонная пароизоляция может быть

устроена из одного или двух слоев рубероида, пергамина, толя, толь-кожи, изола или бризола (для влажных помещений), поливинилхлоридной пленки, фольгоизола, пенополиэтилена или других синтетических пленок.

Обмазочную пароизоляцию кроме битума и дегтя выполняют также и из поливинилхлоридного лака и изольной мастики. В качестве пароизоляции в покрытиях с несущими панелями из легких или ячеистых бетонов следует использовать покрески внутренней поверхности панелей эмальями, масляными и другими влагоустойчивыми красками.

В местах примыкания покрытия к вертикальным поверхностям паро-изоляциянный слой необходимо поднимать на толщину утеплителя. Для предохранения пароизоляции от повреждения плитную теплоизоляцию следует укладывать на кровельных мастиках.

Основанием под рулонную кровлю служит **выравнивающий слой (стяжка)**, наносимый по утепляющему слою. Стяжку выполняют из цементно-песчаного раствора толщиной 20-30 мм, асфальтобетона толщиной 25 мм, шлакобетона или асфальта толщиной 10-20 мм.

При повышенных требованиях к непротекаемости кровли применяют стяжки, армированные сеткой из проволоки диаметром 4 мм с шагом 200 мм. Для предотвращения образования трещин в выравнивающих слоях следует предусматривать швы шириной 5-10 мм, разделяющие основание под кровлю на квадратные участки со стороной 6 м при цементно-песчаном слое и 4 м – при асфальтобетонном. По швам, заполняемым резинобитумной мастикой, укладывают полосы рубероида или пергамина шириной 100 мм.

По типу **гидроизоляции** кровли подразделяют на:

- рулонные;
- мастичные;
- металлические;
- асбестоцементные.

**Рулонные кровли** устраивают из рубероида, толи, гидроизола, стекло-рубероида, пергамина, синтетических пленок и др. водонепроницаемых материалов.

Для обеспечения водонепроницаемости кровли устраивают из нескольких слоев в зависимости от уклона:

$i \geq 15\%$  - 2-х- слойные без защитного слоя;

$i \geq 10\%$  - 3-х слойные без защитного слоя;

$2,5\% \leq i < 10\%$  - 3-х слойные с защитным слоем;

$0 \leq i \leq 2,5\%$  - 4-х слойные и более с защитным слоем.

Кровли с количеством слоев более 4-х применяют в эксплуатируемых покрытиях либо на тех участках, где установлено технологическое оборудование.

Наклеивают рулонные кровли с помощью битумных, дегтевых и др. мастик в зависимости от типа гидроизоляции.

Испытывая значительный нагрев и большие суточные (60-70<sup>0</sup>) и годовые (до 100<sup>0</sup>) колебания температуры, кровля подвергается существенным знакопеременным деформациям, что приводит к разрыву ковра и нарушает сцепление его с основанием. Для уменьшения вредного влияния атмосферных воздействий и предохранения от механических повреждений в кровлях с уклоном менее 10% устраивают **защитный** (бронирующий) слой. Его выполняют из гравия светлых тонов (зерна 5-15 мм) или слюдяной крошки. Защитный слой связывают с гидроизоляцией мастикой какую используют при наклейки рулонного ковра.

Уменьшить нагрев кровли можно окраской ее в светлые тона (например, известковой или алюминиевой краской). Однако окраска кровель недолговечна, особенно в районах с загрязненной атмосферой. Более долговечен и надежен в эксплуатации рубероид, покрытый с наружной стороны алюминиевой фольгой, хорошо отражающей большую часть солнечных лучей.

В местах примыкания рулонных кровель к выступающим элементам, а также на участках ендов и карнизов предусматривают дополнительные слои гидроизоляционного ковра (2 – 4 слоя). Ковер, смазанный мастикой, заводят на выступающие части и крепят к ним гвоздями, дюбелями, а стык промазывают мастикой или закрывают фартуком из оцинкованной кровельной стали.

**Мастичные кровли** имеют относительно простую конфигурацию. Они более долговечны и дешевле рулонных на 40%. Такие кровли целесообразны для крыш, подвергающихся механическим воздействиям и опасности возгорания от искр и горячих газов.

Мастичные кровли выполняют из горячих битумных или битумно-резиновых мастик, а также из холодных битумно-латексных эмульсий и асфальта.

Для повышения трещиностойкости мастики или эмульсии армируют стекломатериалами. В кровлях с применением горячих битумных и битумно-резиновых мастик используют стеклохолст, а в кровлях с применением битумно-латексных эмульсий – стеклосетку. На мастичную кровлю сверху наносят защитный слой из гравия или алюминиевой краски. Состав мастичной кровли выбирают в зависимости от уклона.

В коньковой части кровель основной мастичный водоизоляционный ковер усиливают по ширине 0.5 - 0.6 м дополнительным армированным мастичным слоем, а в ендовах по ширине 1,5 – 2 м – двумя такими слоями.

Мастичные кровли достаточно широко распространены за рубежом. Так, в США для устройства таких кровель применяют эластомеры. В

отличие от рулонных кровель, укладываемых на битумных или дегтевых мастиках, кровли из эластомеров имеют надежное сцепление с любым основанием, хорошо сопротивляются резким температурным колебаниям, не образуя при этом трещин, имеют низкие эксплуатационные расходы, но высокую первоначальную стоимость. Эта кровля устраивается следующим образом: на основание наносят тонкий слой неопрена, по которому распыляют слой стекловолокна толщиной 2 мм. Затем покрывают четырьмя слоями неопрена толщиной 3 мм каждый. Наружная поверхность неопрена защищают двумя слоями сульфохлорированного полиэтилена толщиной до 3 мм каждый. Общая толщина кровли составляет 20 мм. Защитный слой из сульфохлорированного полиэтилена в случае износа может быть обновлен.

В нашей стране в последнее время устраивают мастичные кровли из полимерных синтетических материалов:

- поливинилхлоридные;
- виниловые;
- неопреновые.

Их наносят напылением. Они обладают высокими водоизоляционными свойствами, атмосфероустойчивы, морозостойки и эластичны.

**Асбестоцементные кровли.** Неутепленные покрытия из асбестоцементных волнистых листов по стальным прогонам фермам экономически эффективны по сравнению с железобетонными покрытиями. Так, при пролете 24 м они в 5-6 раз легче и в 1.5-2 раза дешевле железобетонных.

В горячих цехах при значительном неравномерном нагреве кровли лучистым теплом или теплым воздухом помещения и увлажнении с наружной стороны атмосферными осадками, асбестоцементные листы коробятся и трескаются, что приводит к быстрому износу кровли и необходимости ее замены через 2-3 года эксплуатации, а потому применение их в таких случаях нецелесообразно.

Асбестоцементные листы укладывают обычно по стальным прогонам. Расстояние между прогонами под листы длиной 1750 мм должно быть 1,5 м, а для листов длиной 2800 мм – 1,25 м. Для армированных листов шаг прогонов принимают 3 м. Величина продольной нахлестки должна составлять 150-250 мм, а поперечной – на одну волну.

Для обеспечения водонепроницаемости кровли в коньке ставят фасонные асбестоцементные листы. Вдоль конька, фонарей и карнизов устраивают дощатые рабочие ходы, а вдоль свесов при наружном водоотводе – ограждение. В кровлях предусматривают температурные швы через 12 – 24 м.

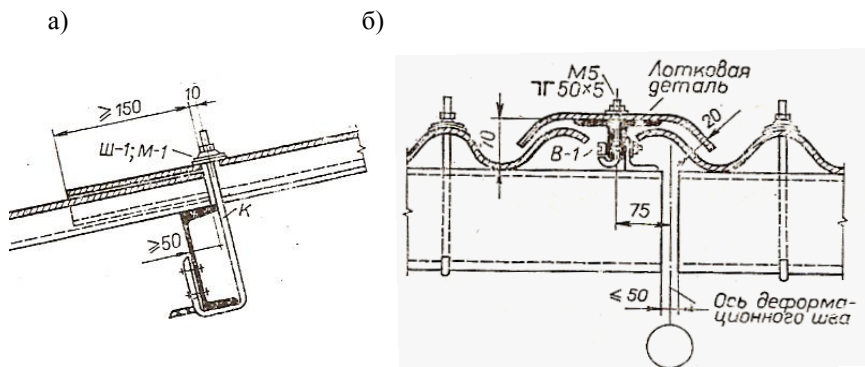


Рис. 28.19. Кровля из асбестоцементных листов:  
 а – крепление листов к прогонам;  
 б – деформационный шов

Долговечность асбестоцементных кровель можно повысить гидрофобизацией листов, а также применением податливых креплений листов к прогонам. Наряду с неокрашенными выпускают асбестоцементные листы с различными по цветовой гамме покрытиями. Листы покрывают тонким водонепроницаемым слоем битумной эмульсии или парафина, а также гидрофобизуют их кремнийорганическими составами, обеспечивающими полную водонепроницаемость асбестоцемента.

Крепят листы к прогонам шурупами или болтами, а головки их, выступающие над поверхностью листов, закрывают противокоррозионными колпачками.

**Металлические кровли.** Холодные кровли из стальных профилированных листов устраивают аналогично кровлям отапливаемых зданий, в которых отсутствует теплоизоляция. Оцинкованный профнастил укладывают на прогоны, устанавливаемые по узлам стропильных ферм, и крепят к ним самонарезающими болтами в каждой волне. В средней ендове и в коньке покрытия зазоры между настилами перекрывают специальными полосами из оцинкованной кровельной стали сечением 240x0.8 мм. По длине настилы соединяют комбинированными заклепками с шагом 500 мм. В местах устройства температурных швов в покрытии применяют стальные компенсаторы.

Наиболее перспективны кровли из алюминиевых листов, которые не подвергаются коррозии и благодаря большой отражательной способности хорошо противостоят температурным изменениям, имеют малый вес (в 3 раза легче асбестоцементных и почти в 20 раз – железобетонных покрытий). Алюминиевые листы выпускают профилированными (волнистыми) и плоскими.

Для предохранения от электрохимической коррозии мест соприкосновения алюминиевых листов со стальными прогонами последние покрывают специальной грунтовкой или оклеивают тканью, пропитанной защитным материалом.

В примыканиях к стенам, фонарям и конькам применяются специальные штампованные фасонные детали.

Стальные профилированные листы в целях повышения долговечности кровли покрывают цинком (гальваническим способом) или синтетическим лаком. Гальванизация стальных кровельных листов все же не исключает опасности появления коррозии в местах нарушения оцинковки, а потому такой настил нужно периодически окрашивать.

Металлическую кровлю также выполняют из рулонированного тонколистового материала (стали или алюминиевого сплава) толщиной 1 мм. Устраивают такую кровлю следующим образом: к прогонам, расположенным через 1,5 м на уровне верхних полок крепят поперечные элементы – распорки с шагом 2 м. На созданные ячейки каркаса размером 1,5x2 м опирают кровельные ленты, которые для придания кровле необходимой жесткости и получения гладкой поверхности натягивают и приваривают к прогонам и распоркам точечной сваркой. Алюминиевые ленты прикрепляют к каркасу специальными клямерами.

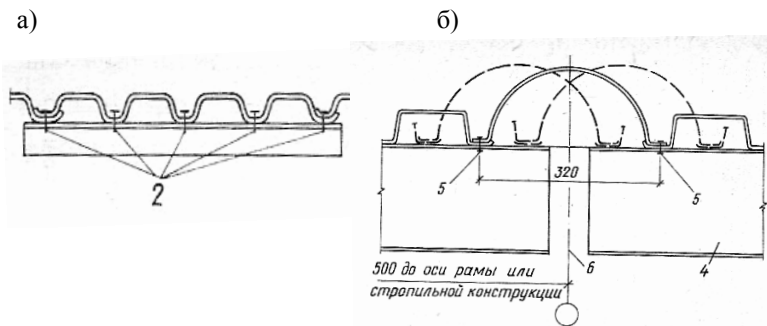


Рис.28.20. Кровля из профилированных листов:  
 а) крепление профилированных листов к прогонам;  
 2 - самонарезающие болты;  
 б) деформационный шов;  
 4 - прогоны; 5 - самонарезающие болты;  
 6 - ось поперечного температурного шва

## 28.9. Водоотвод с покрытий

Многопролетные производственные здания со скатными или плоскими покрытиями проектируют, как правило, с внутренним водоотводом, при этом в целях унификации конструктивных элементов покрытий не следует устраивать наружный водоотвод с крайних скатов кровли. Внутренние водостоки не следует устраивать в покрытиях над неотапливаемыми помещениями, при кровлях из асбестоцементных листов, в покрытиях по деревянным несущим конструкциям, а также в случае отсутствия на площадке строительства ливневой канализации.

Покрытия многопролетных неотапливаемых зданий с внутренним водоотводом допускается проектировать при наличии производственных тепловыделений, обеспечивающих положительную температуру внутри зданий или при устройстве специального обогрева водосточных воронок и труб.

Нельзя устраивать сток воды с утепленных покрытий над отапливаемыми помещениями на холодную кровлю неотапливаемых зданий.

Размещение водосточных воронок на кровле производят в зависимости от конструктивного решения здания, профиля кровли и допустимой площади водосбора на одну воронку.

На скатных кровлях водосточные воронки располагают в пониженных ее участках – ендовах. При плоских покрытиях в каждом ряду колонн устанавливают не менее одной воронки. Площадь водосбора, приходящаяся на одну воронку, определяют расчетом в зависимости от типа и уклона кровли, а также от конструкций водосточной системы. Максимальная площадь водосбора на одну водосточную воронку не должна превышать величин, приведенных в таблице 28.1.

Т а б л и ц а 28.1. Площадь водосбора на одну водосточную воронку

Тип кровли	Максимальная площадь водосбора, м <sup>2</sup>		
	Q <sub>20</sub> , л/с на 1га более 120	Q <sub>20</sub> , л/с на 1га 120 - 100	Q <sub>20</sub> , л/с на 1га менее 100
Скатные	600	800	1200
Плоские	900	1200	1800
Плоские, заполняемые водой	750	1000	1500

Q<sub>20</sub>, л/с на 1га – интенсивность дождя продолжительностью 20 минут

При проектировании системы внутренних водостоков и определении площади кровли на одну воронку интенсивность дождя продолжительностью 20 минут принимают в зависимости от района строительства.

Расстояния между воронками для скатных кровель должно быть не более 48 м. В плоских покрытиях максимальная длина пути воды не должна превышать 150 м.

Расположение воронок на кровле должно иметь единую стандартную привязку к модульным координационным осям здания: к продольным осям – 450 мм, к поперечным – 500 мм. При такой привязке обеспечивается единообразное расположение и устройство отверстий в унифицированных плитах покрытий для установки водоприемных воронок.

К одному стояку обычно предусматривают присоединение минимального числа воронок. В случае присоединения двух воронок их располагают симметрично по отношению к стояку. Для увеличения пропускной способности воронок подвесные трубопроводы с несколькими водосточными воронками (в случае их наличия) располагают от поверхности кровли на расстоянии, равном не менее 12 диаметров патрубка воронки.

Воронки и патрубки изготавливают из чугуна. В местах отверстий для установки водоприемных воронок основной гидроизоляционный ковер усиливают двумя слоями рубероида и одним слоем стеклоткани на мастике размером 0,5×0,5 м и прижимают специальным кольцом.

Над помещениями с избыточными выделениями тепла в кровлях по настилу из железобетонных плит и по стальному профилированному настилу уширенный патрубок устанавливают в стальной поддон. В месте отверстия стальной настил усиливают парными уголками. В утепленных кровлях по настилу из железобетонных плит патрубок устанавливают в специальный керамзитобетонный блок или кольцо из асбестоцементной трубы.

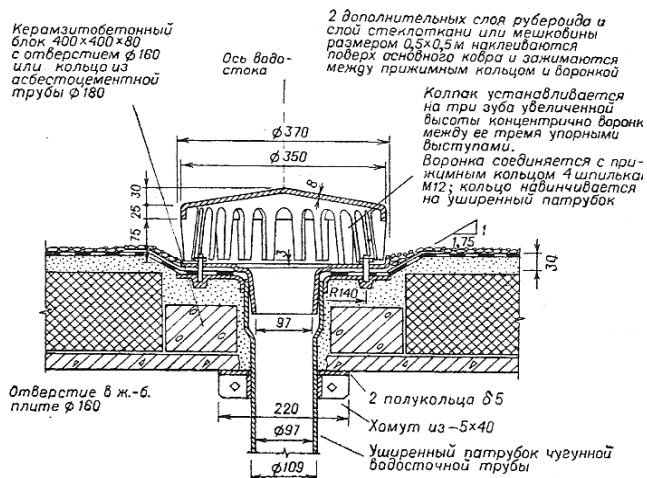


Рис. 28.21. Водоприемная воронка

## 29. СТЕНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Стены промышленных зданий должны удовлетворять следующим **требованиям**, обеспечивающим:

- температурно-влажностный режим, необходимый технологическому процессу и комфортному труду людей;
- прочность и устойчивость при действии статических и динамических нагрузок;
- огнестойкость и долговечность;
- индустриальность;
- эстетичность;
- экономичность.

Выбор материала стен зависит от температурно-влажностного режима помещения и климатических условий района строительства. Так, цеха с избыточным выделением тепла проектируют с «холодными» ограждениями не только в южных, но нередко и в средних климатических поясах.

Наружные стены зданий со взрывоопасными производствами (категории А и Б) устраивают легкобросываемыми от воздействия взрывной волны. К легкобросываемым относят «холодные» стены из асбестоцементных, алюминиевых и стальных листов, а также «теплые» стены из этих листов с легким утеплителем.

**Классифицируют** стены промышленных зданий, как и гражданских **по статической работе** на: несущие, самонесущие и навесные; **по материалу и технологии возведения** на: каменные (ручной кладки), бетонные (из монолитного бетона, крупных блоков или панелей), стены из небетонных материалов (фахверковые и каркасно-панельные); **по конструктивному решению** на: однослойные и многослойные.

Ненесущие (навесные) стены выполняют ограждающую функцию, а свой вес они полностью передают на колонны каркаса, за исключением нижнего подоконного яруса, опирающегося на фундаментные балки. Нагрузка от ненесущих стен передается на колонны через обвязочные балки в стенах из мелкогабаритных изделий, а в панельных стенах – через стальные опорные столики.

Ненесущие (подвесные) стены состоят из стального фахверка и заполнения. Эти стены подвешивают к концам консолей покрытия, разгружая тем самым несущие конструкции средних участков покрытия. Фахверк заполняют из легких листовых или панельных элементов.

Самонесущие стены из панелей применяют при большой массе и большой толщине панелей (не менее 300 мм), имеющих сплошное сечение. Высота таких стен ограничивается и зависит от прочности материала и толщины стены, шага колонн, величины ветровой нагрузки и т.п. Самонесущие стены на всю высоту здания наиболее эффективны для произ-

водств с влажными и мокрыми процессами, а также с химически агрессивной средой.

Несущие стены применяют в зданиях с неполным каркасом или бескаркасных. Выполняют их из кирпича или мелких блоков.

В многопролетных одноэтажных промышленных зданиях торцовые стены по конструктивным схемам и материалу не отличаются от продольных. Но из-за большого расстояния между продольными рядами колонн в торцах предусматривают дополнительные колонны (стойки фахверка) с шагом 6 или 12 м, которые обеспечивают необходимую устойчивость торцовых стен, а в панельных зданиях являются необходимыми элементами каркаса для крепления стеновых панелей.

**Стены из кирпича и мелких блоков** проектируют для 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, клямерами или хомутами, которые устанавливают с шагом 70-100 мм по всей высоте стены. Прочность их крепления определяют расчетом на ветровые нагрузки.

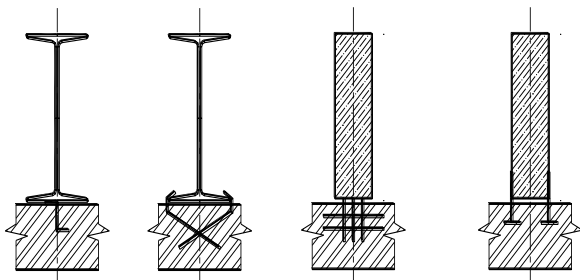


Рис. 29.1. Крепление кирпичных стен к колоннам

В высоких стенах и при наличии в них ленточных проемов в каркас вводят обвязочные балки, размещаемые над проемами и служащие сплошными перемычками. Обвязочные балки опирают на стальные столики-консоли и крепят к колоннам с помощью стальных планок, привариваемых к закладным деталям.

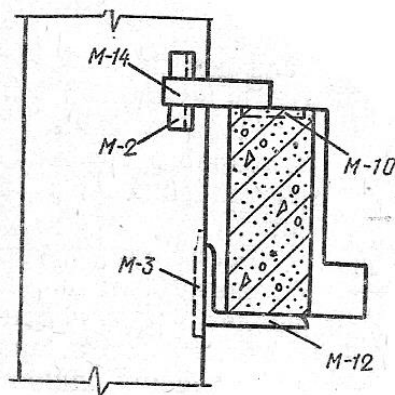


Рис. 29.2. Крепление обвязочной балки к колонне

**Стены из крупных блоков** по сравнению с кирпичными имеют лучшие технико-экономические показатели. Их изготавливают из легкого бетона. Блоки подразделяют на угловые, рядовые, перемычные. Крепят их к колоннам гибкими Т-образными анкерами из стержней диаметром 10 мм. Одни концы анкеров закладывают в горизонтальные пазы блоков, а другие приваривают к закладным элементам колонн.

**Стены из железобетонных и легковесных панелей** позволяют снизить массу зданий, улучшить качество и уменьшить трудоемкость их возведения на 30-40 %.

По расположению в стене панели подразделяют на рядовые; угловые удлиненные; перемычные, усиленные для восприятия ветровой нагрузки от оконных заполнений; подкарнизные и парапетные; парапетные.

По теплоизолирующим свойствам панели подразделяют на железобетонные однослойные - для неотапливаемых зданий и легковесные однослойные, а также железобетонные трехслойные - для отапливаемых зданий.

Номинальная длина всех панелей составляет 6 и 12 м. Панели имеют номинальную высоту 900, 1200, 1800 мм. Подкарнизные панели выпускают высотой 1500 мм. Приторцовые панели удлиняют приваренными к ним угловыми блоками. Длина доборных блоков определяется толщиной панели и размерами привязки основных колонн к координационным осям здания.

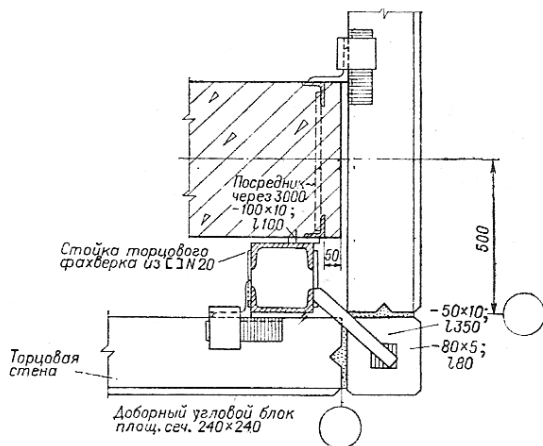


Рис.29.3. Угол здания при привязке «0»

Железобетонные однослойные панели применяют для неотапливаемых зданий. При шаге колонн 6 м железобетонные панели имеют сплошное сечение толщиной 70 мм, а при 12-метровом шаге колонн – панели проектируют ребристыми с высотой контурных ребер 300 мм.

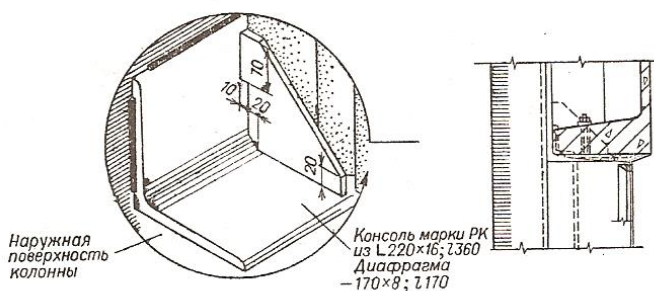


Рис.29.4. Навеска железобетонных панелей на колонну в местах устройства опорных консолей

Легкобетонные панели для отапливаемых зданий с шагом колонн 12 м проектируют плоскими однослойными. Перемычные панели (надоконные и подоконные) со стороны примыкания оконных заполнений усилены горизонтальными ребрами.

Из легкобетонных панелей устраивают как навесные, так и самонесущие стены. Для навесных панелей характерно ленточное остекление, а для самонесущих – раздельные оконные проемы.

Раскладку панелей по высоте следует делать так, чтобы один из горизонтальных швов располагался на 0,6 м ниже верха колонн. Этот шов делит стену по высоте на два яруса. Панели нижнего яруса крепятся к колоннам, а верхнего – к конструкциям покрытия. Высота первого яруса, в зависимости от собственной массы и несущей способности панелей составляет 12-24 м, а последующих ярусов 4,8-6 м.

В навесных стенах панели над оконными проемами и внизу ярусов на глухих участках опирают на стальные консоли, приваренные к колоннам. Для размещения полки уголка, образующего опорную консоль, между колонной и панелями сохраняют зазор 30 мм. Промежуточные панели ярусов крепят к колоннам на гибких связях, допускающих небольшие перемещения стен относительно каркаса, какие могут возникать от температурных или осадочных деформаций в здании.

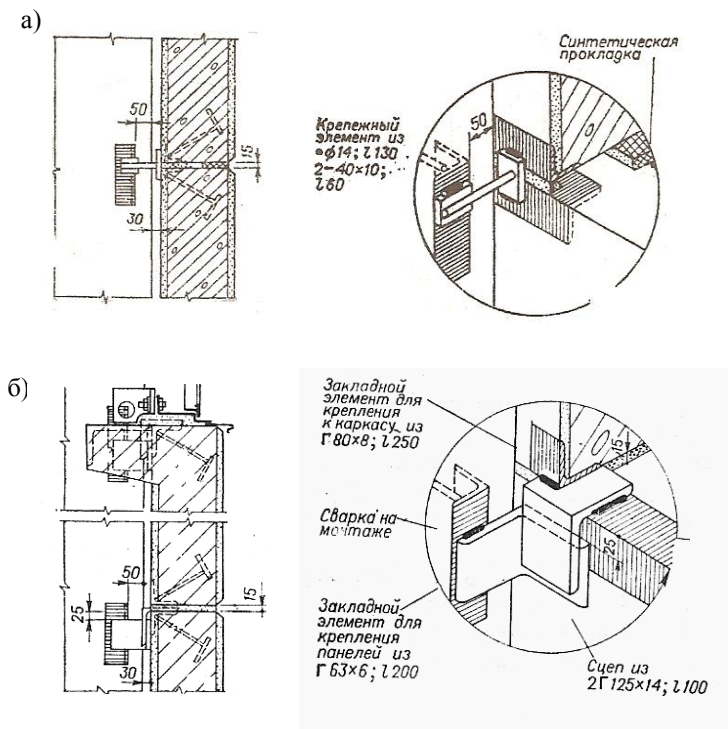


Рис.29.5. Навеска легкобетонных панелей на колонну:  
а) при шаге колонн 6 м; б) при шаге колонн 12 м

Панели торцовых стен крепят к стальным или железобетонным фахверковым колоннам и к приколонным стойкам фахверка, располагаемым между основными колоннами и наружной стеной.

Заполнение швов панельных стен осуществляют упругими синтетическими прокладками шириной 60-80 мм и герметизирующими мастиками.

Железобетонные трехслойные панели обладают повышенной прочностью и теплоустойчивостью по сравнению с однослойными легкобетонными. Их применяют, в основном, в самонесущих стенах.

Номинальная длина трехслойных панелей составляет 6 м, а высота – 1,8 и 1,2 м. Простеночные панели имеют длину 1,5 и 0,75 м. Углы зданий ограждают доборными блоками.

Конструкция трехслойной железобетонной панели состоит из железобетонных слоев, обжимающих внутренний слой из пенополистирола. Внутренний железобетонный слой толщиной 70 мм воспринимает собственную массу стены и ветровые нагрузки. Железобетонные слои связаны гибкими связями.

**Стальные трехслойные панели («сэндвич»)** применяют для отапливаемых зданий. Стены состоят из вертикально расположенных стеновых панелей и горизонтальных ригелей, к которым крепят панели (рис. 6). Ригели крепят болтами к опорным консолям. В продольных стенах их приваривают к основным колоннам и стойкам фахверка, а также к опорным стойкам стропильных ферм.

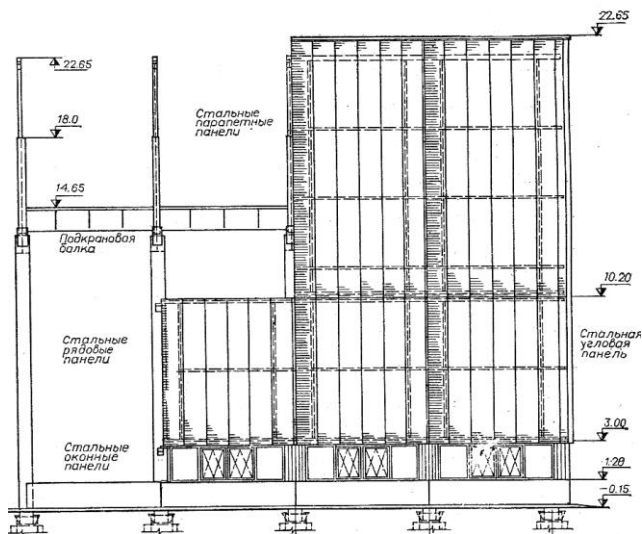


Рис.29.6. Стена из панелей «сэндвич» вертикальной разрезки

Стеновая трехслойная панель представляет собой конструкцию, в которой между двумя металлическими обшивками запрессован утеплитель. В качестве обшивки, в основном применяют стальные или алюминиевые профилированные листы, а для утеплителя используют пенополистирол или базальтовое волокно на синтетическом связующем. Конструктивные типы трехслойных панелей отличаются в основном формой продольных кромок, что приводит к различным конструктивным решениям вертикальных стыков панелей.

На рис. 29.7. изображен вертикальный стык унифицированных типовых панелей с утепляющим слоем из пенополиуретана. В таких панелях вертикальный стык осуществляется заведением гребня в паз, горизонтальный имеет прямоугольное сечение. В шов закладывается прокладка из пенополиуретана, покрытая снаружи герметизирующей мастикой.

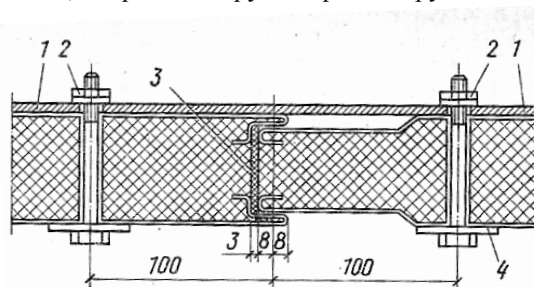


Рис.29.7. Вертикальный стык панелей «сэндвич»: 1 – ригель;  
2 – болт М8; 3 – прокладка из пенополиуретана;  
4 – шайба диаметром 40 мм

Различают угловые и рядовые панели. К ригелям панели крепят сквозными болтами (М8) с увеличенной шайбой с наружной стороны.

Расстояния между ригелями по высоте стены принимают равным 1,8; 2,4; 3 и 3,6 м. Выполняют ригели из холодногнутого швеллера.

Цоколь в стенах из панелей типа «сэндвич» выполняют из кирпича, бетона или легкобетонных панелей (толщиной определенной теплотехническим расчетом) высотой не менее 0,9 м.

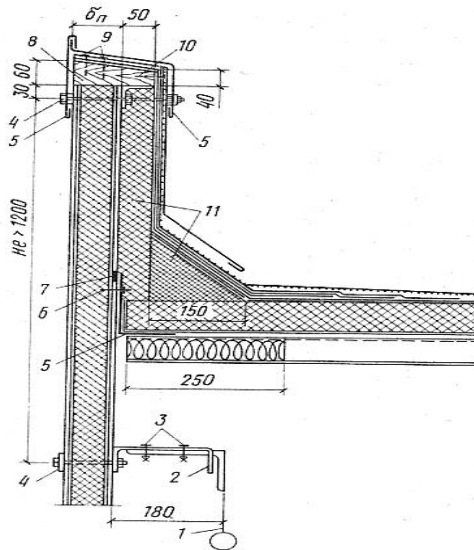


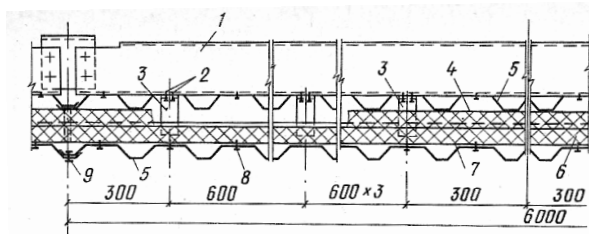
Рис. 8. Устройство парапета из панелей «сэндвич»:  
 1 – наружная грань колонны; 2 – ригель; 3 – самонарезающие болты;  
 4 – болты; 5 – погонажные изделия из тонколистовой стали; 6 –  
 комбинированные заклепки; 7 – герметик; 8 – антисептированный  
 брусок; 9 – толевые гвозди; 10 – шурупы; 11 – бортики из минера-  
 латоватных плит повышенной жесткости

**Металлические стены послойной сборки** устраивают как для отапливаемых, так и для неотапливаемых зданий. В отапливаемых зданиях стены проектируют многослойными с утеплителем, в неотапливаемых – однослойными без теплоизоляционного слоя. Многослойные металлические стены представляют собой конструкцию, состоящую из наружной и внутренней обшивок стальными листами, среднего, теплоизоляционного слоя из минераловатных плит, противовеетрового барьера и слоя пароизоляции. Эти стены приняты навесной конструкции – все нагрузки, приходящиеся на них, воспринимают ригели и передают их на колонны и приколонные стойки фахверков. Такие стены имеют привязку к координатной оси 180 мм. Относ внутренней грани стен от наружной грани колонн или фахверковых стоек на 180 мм позволяет размещать там ригели, к которым крепят панели.

Ригели крепят к опорным консолям, которые в продольных стенах приваривают к основным колоннам и к опорным стойкам стропильных ферм, а в торцевых стенах – к фахверковым и приколонным стойкам.

Расположение и конструкции приколонных стоек аналогичны принятым для стен из панелей «сэндвич».

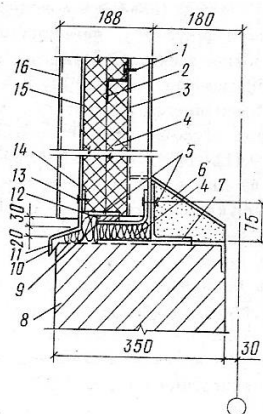
а)



1- рядовой ригель; 2-болт; 3- опорная консоль; 4- полиэтиленовая пленка; 5- ст. лист;  
6- минераловатные плиты; 7-бумага;8-самонарезающий винт; 9- заклепка

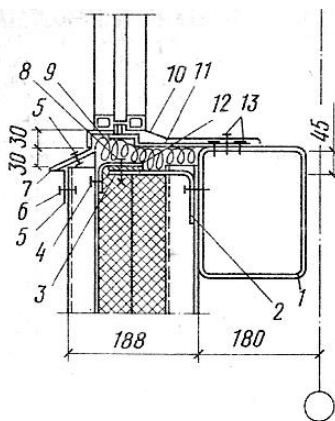
б)

1- комбинированная заклепка;  
2-Z-образный профиль;  
3- полиэтиленовая пленка;  
4- мин.ватные плиты; 5-болт;  
6-цем.-песч. раствор; 7- гнутый профиль;  
8-цоколь; 9-опорная консоль;  
10-слив из оцинкованной стали;  
11-костыль; 12-прокладка из фанеры;  
13- самонарезающий винт; 14-уголок;  
15- бумага мешочная; 16-листовая обшивка



в)

1- опорный ригель;  
2- опорная консоль;  
3- уголок обрешетки;  
4,7,10- слив из стали;  
5- комбинир. заклепка;  
6- самонарезающий винт;  
8- болт;  
9- минераловатная плита;  
11- опорные полосы;  
12 - прокладка из фанеры;  
13- самонарезающий винт



г)

- 1- деревянный брусок;
- 2- шуруп; 3- слив;
- 4- гнутый уголок;
- 5- мин. ватн. плита;
- 6- опорная консоль;
- 7- фанера; 8- болт;
- 9- опорный ригель;
- 10- шпилька;
- 12- самонарезающий винт;
- 13- полиэтиленовая пленка;
- 14- бумага мешочная;
- 15- комбинированная заклепка;
- 16- нащельник из стали;
- 17- лист обшивки

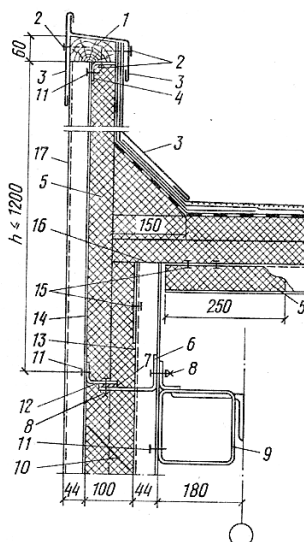


Рис.29.9. Металлические стены послойной сборки:  
а) конструкция стены; б) сопряжение стены с цоколем;  
в) сопряжение стены с окном; г) устройство парапета

**Стены из волнистых асбестоцементных листов** применяют в неотапливаемых зданиях и в цехах с избыточными выделениями тепла на высоте не менее 3 м. Нижняя часть стен, подвергающаяся увлажнению и механическому воздействию, выполняется из железобетонных панелей или кирпичной кладки.

Асбестоцементные листы имеют длину 2800 мм, ширину 1000 мм, толщину 8 мм, высоту волны 50 мм. Листы крепят к ригелям с вертикальной нахлесткой 100 мм. Ригели располагают с шагом 2,7 м по высоте. Приваривают ригели к столикам, размещаемым на наружной грани каркаса. Зазор между ригелем и колонной позволяет разместить крепежные элементы. К ригелям асбестоцементные листы крепят с помощью крючков, пропущенных сквозь гребни листов.

**Асбестоцементные каркасные панели** применяют в отапливаемых зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом ( $W \leq 70\%$ ) для стен с вертикальной разрезкой.

Номинальные размеры асбестоцементных панелей составляют: длина – 1,8; 2,4; 3 м; ширина – 1,5 м и 0,5; 0,43 м – для угловых и вставочных панелей.

Каркасные асбестоцементные панели применяются двух типов: с деревянным и асбестоцементным каркасом.

Панель с деревянным каркасом имеет две обшивки из плоских асбестоцементных листов, между которыми размещен утеплитель из жестких минераловатных плит, закрепленный деревянными прижимными рейками. Каркас панели состоит из деревянных брусков сечением 64×124 и 64×144 мм. К каркасу асбестоцементные листы крепятся оцинкованными шурупами. Для крепления панелей к стальным ригелям в деревянном каркасе закреплены стальные уголки с приваренными гайками.

Панель с асбестоцементным каркасом состоит из асбестоцементных швеллеров – гнутых или изготовленных экструзионным способом, высотой 170 мм, из двух асбестоцементных листовых обшивок и утеплителя из жестких минераловатных плит. Крепление обшивок к каркасу осуществляют на эпоксидном клее со швом на всю ширину полки швеллера. Торцы панелей закрывают деревянными досками толщиной 40 мм.

Асбестоцементные панели обоих типов имеют вентилируемую прослойку в связи, с чем в деревянных элементах предусмотрены вентиляционные прорези.

Стены из асбестоцементных панелей с деревянным и асбестоцементным каркасами относятся к категории трудногораемых конструкций.

Конструктивно навесные стены из асбестоцементных панелей решены навесными и имеют привязку к координационным осям, аналогичную привязке металлических стен (180 мм).

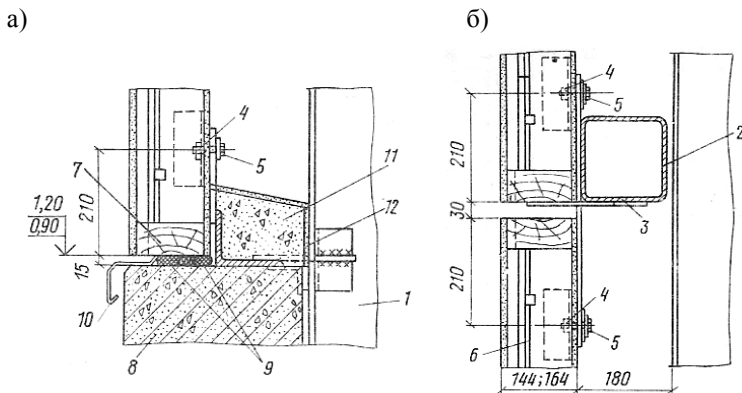


Рис. 29.10. Детали стен из асбестоцементных каркасных панелей:

а) сопряжение панели с цоколем;

б) крепление панелей к колонне

1 – колонна каркаса; 2 – стальной ригель; 3 – стальной опорный

столлик; 4 – стальной закладной уголок для крепления панели;

5 – болт; 6 – стеновая панель; 7 – продух; 8 – цоколь; 9 – рези-

новая пористая прокладка; 10 – слив из оцинкованной стали;

11 – набетонка из легкого бетона; 12 – цементный раствор

Каждый ряд панелей устанавливают на стальные столики, приваренные к стальным ригелям, воспринимающим вертикальную и ветровую нагрузки от панелей. К ригелям панели крепят с помощью болтов, ввинчиваемых одним концом в гайки, заделанные в панелях, а ; другим - закрепляемых к стальному ригелю фахверка. Нижние панели устанавливают на цокольную часть стены, которая выполняется из легкобетонных блоков, панелей или кирпича.

- 1 – колонна каркаса;
- 2 – стальной ригель;
- 3 – стальной опорный столик;
- 4 – стальной закладной уголок;
- 5 – болт; 6 – стеновая панель;
- 7 – продух;
- 8 – окно со стальными переплетами

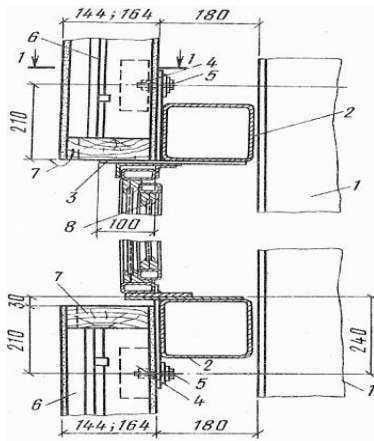
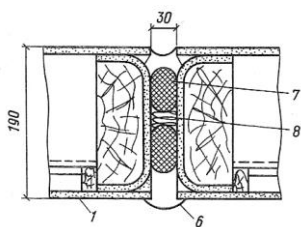


Рис. 29.11. Сопряжение асбестоцементных каркасных панелей с окном

а)



б)

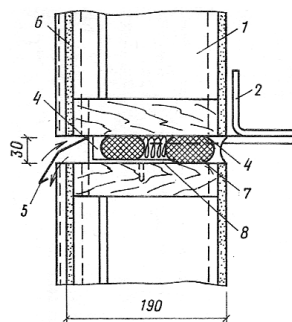
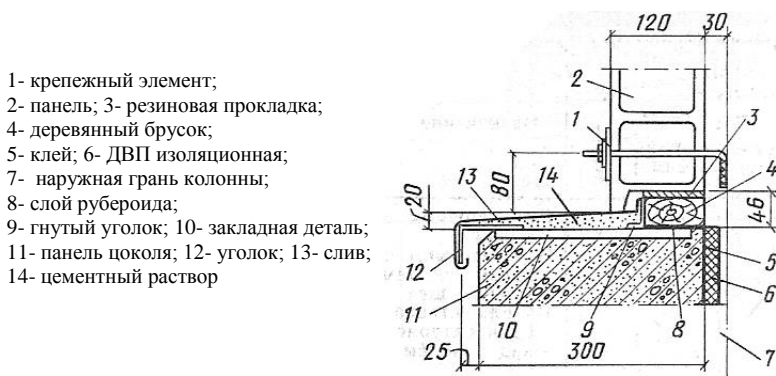


Рис. 29.12. Горизонтальный (а) и вертикальный (б) стыки асбестоцементных каркасных панелей  
 1- стеновая панель; 2- ригель; 4- мастика;  
 5- стальной слив; 6- нащельник; 7- прокладка;  
 8- утеплитель

**Стены из экструзионных асбестоцементных панелей** имеют горизонтальную разрезку и предназначены для отапливаемых зданий с нормальным температурно-влажностным режимом, с неагрессивной или слабоагрессивной газовой средой.

Стены эти решены навесными при шаге колонн и стоек фахверка 6 м. Нижние панели устанавливают на цоколь, выполненный из кирпича или легковесных панелей.

На глухих участках стен и над проемами панели опирают на столики, предусмотренные на колоннах и стойках фахверка. Номинальная длина панелей составляет 6 м, высота 0,6 м, толщина 120-180 мм. В качестве утеплителя применяются жесткие минераловатные плиты.



- 1- крепежный элемент;
- 2- панель; 3- резиновая прокладка;
- 4- деревянный брусок;
- 5- клей; 6- ДВП изоляционная;
- 7- наружная грань колонны;
- 8- слой рубероида;
- 9- гнутый уголок; 10- закладная деталь;
- 11- панель цоколя; 12- уголок; 13- слив;
- 14- цементный раствор

Рис. 29.13. Сопряжение экструзионной панели с цоколем

В стенах из экструзионных асбестоцементных панелей над оконными проемами предусматривают ветровые ригели, необходимые для крепления переплетов и воспринимающие ветровую нагрузку с соответствующей площади остекления. При наличии нескольких ярусов оконных проемов ветровые ригели устанавливают также и под проемами.

Для крепления стен выше уровня верха колонн к оголовкам колонн и опорам стропильных ферм приваривают стальные надставки из сварного тавра. Крепления панелей к колоннам, надставкам и стойкам фахверка осуществляют с помощью специальных соединительных деталей.

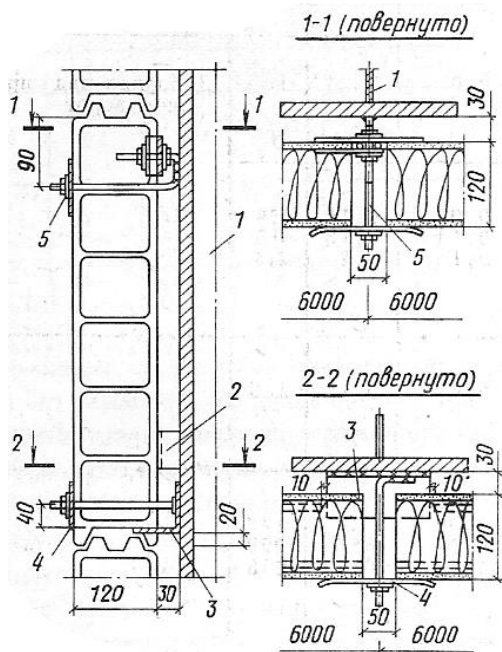


Рис.29.14. Крепление экструзионной панели к колонне  
 1 – колонна; 2 – гнутый швеллер; 3 – опорный столик из уголка;  
 4 – соединительный элемент; 5 – соединительный рядовой элемент

Стыки между панелями утепляют теплоизоляционными вкладышами, уплотняют пористыми резиновыми прокладками и промазывают нетвердеющими мастиками. Нащельники и фасонные элементы для устройства сливов, обрамления проемов и др. элементов выполняют из оцинкованной кровельной стали.

Для повышения долговечности и эстетичности стены из экструзионных панелей окрашивают атмосферостойкими перхлорвиниловыми или акриловыми красками или сополимерными эмалями.

- 1 – пористая резиновая прокладка;
- 2 – герметизирующая мастика;
- 3 – мастика КН-2 или КН-3.

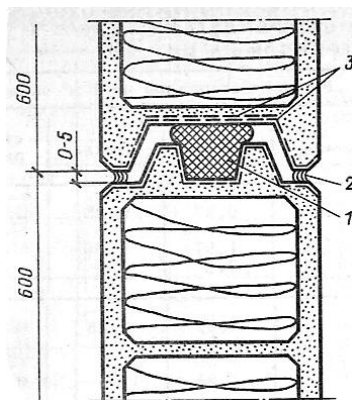


Рис.29.15. Горизонтальный стык стеновых экструзионных панелей

### 30. ОКНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Форму, размеры и места расположения оконных проемов в промышленных зданиях выбирают на основании светотехнического расчета в целях обеспечения нормативного освещения для работающих и технологического процесса.

При проектировании естественного освещения здания учитывают ряд факторов: назначение здания, особенности микроклимата помещений, климатические условия района строительства и др.

Световые проемы предусматривают в стенах (естественное боковое освещение) здания в виде отдельных окон или лент (одна или несколько лент по высоте) и при необходимости в покрытии (верхнее освещение через фонари).

Окна должны обеспечивать необходимую освещенность, воздухообмен, теплозащиту здания, быть долговечными, прочными и эстетичными.

В промышленных одноэтажных зданиях окна занимают значительную площадь в ограждающих стеновых конструкциях, поэтому при назначении их размеров должны учитываться и экономические факторы.

Сплошное остекление целесообразно для зданий с избыточным выделением тепла, а также для зданий с взрывоопасными производствами.

Конструкции окон испытывают как силовые, так и несиловые воздействия. К нагрузкам силового характера относят ветровые, снеговые, а также монтажные нагрузки. К несиловым воздействиям относятся: температурно-влажностные деформации, шум, солнечная радиация, пыль,

атмосферные осадки, агрессивные химические примеси воздушной среды и т.п.

Остекление в окнах может быть одинарным, двойным или тройным.

Номинальные размеры оконных проемов по ширине и высоте принимают кратными 600 мм. Расстояние от уровня чистого пола здания до низа проема назначают 1,2 м, 1,8 м и более. Заполнение светопроемов осуществляют отдельными переплетами или панелями полной заводской готовности.

По материалу окна делят на: деревянные, железобетонные и металлические.

**Металлические окна со стальными переплетами.** Каркас таких окон представляет собой вертикальные импосты, расположенные через 1,5 – 2 м, которые приваривают к закладным элементам перемычечных панелей. К импостам на болтах крепят глухие переплеты или рамы с открувающимися фрамугами: верхней, средней или нижней подвески.

Переплеты изготавливают из прокатных профилей на сварке. Жесткость окон обеспечивают импостами и рамами (уголками по периметру). При высоте проема более 8,4 м предусматривают ветровые ригели из швеллеров и уголков.

Окна с переплетами из спаренных труб и из гнутых профилей применяют для помещений с сухим и нормальным температурно-влажностным режимом при отсутствии агрессивных сред; окна с переплетами из одинарных труб – для помещений со среднеагрессивной средой.

Для заполнения окон применяют стекло толщиной 4 мм и клееные стеклопакеты толщиной 32 мм. Одинарное остекление и стеклопакеты крепят к переплетам с помощью резиновых профилей.

Стальные окна выполняют и из готовых стальных панелей. Оконные панели соединяют между собой стальными планками и болтами, а с колоннами – аналогично соединениям стеновых панелей. Панели нижнего яруса устанавливают на цоколь по слою из цементно-песчаного раствора. Вертикальные швы закрывают нащельником, а горизонтальные – заполняют мастикой и закрывают стальными сливами. Стекла к переплетам крепят резиновыми профилями или алюминиевыми штапиками

Хорошими технико-экономическими показателями обладают проемы из переплетов и оконных панелей, выполненных из спаренных тонкостенных труб. В таких проемах высотой более 3,6 м устраивают ветровые ригели, которые крепят к колоннам каркаса или простеночным панелям. Переплеты крепят к закладным элементам и ветровым ригелям через 1,5 м. Швы между оконными панелями заполняют резиновыми профилями, гермитовыми шнурами, тиоколовой мастикой и снаружи закрывают алюминиевым нащельником.

Стальные заполнения оконных проемов обладают достаточной прочностью, хорошей светопрозрачностью. К их недостаткам следует отнести коррозию.

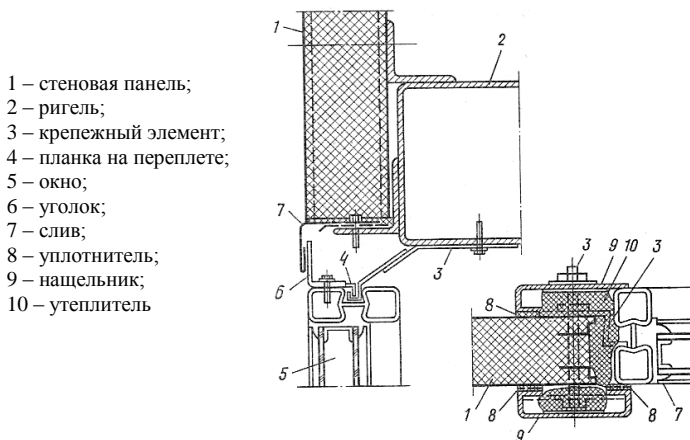


Рис.30.1. Сопряжение стальных переплетов со стенами

**Алюминиевые переплеты** имеют теплотехнические характеристики практически не отличающиеся от характеристик аналогичных окон со стальными переплетами. Алюминиевые окна предназначены для зданий с сухим и нормальным температурно-влажностным режимом при отсутствии агрессивных сред.

Унифицированные конструкции алюминиевых окон изготавливают с одинарным остеклением, с двойным остеклением стеклопакетами в одинарном переплете с термокладышем, двойным и тройным остеклением (стеклопакеты и стекло) в отдельных переплетах.

Максимальная высота оконных проемов с алюминиевыми переплетами не должна превышать 7,2 м. Окна крепят к ригелям. Вес окон и ветровая нагрузка воспринимается ригелями и цокольными панелями.

Окна состоят из алюминиевой коробки и створок, изготавливаемых из алюминиевых профилей. Стекла и стеклопакеты устанавливают в переплетах на опорные фиксирующие прокладки. Остекление закрепляют алюминиевыми профильными штапиками-защелками через резиновые профили.

- 1 – окно;
- 2 – утеплитель;
- 3 – планка;
- 4 – болт;
- 5 – нащельник;
- 6 – уплотнитель;
- 7 – стена;
- 8 – скоба;
- 9 – термовкладыш;
- 10 – ригель;
- 11 – слив;
- 12 – винт

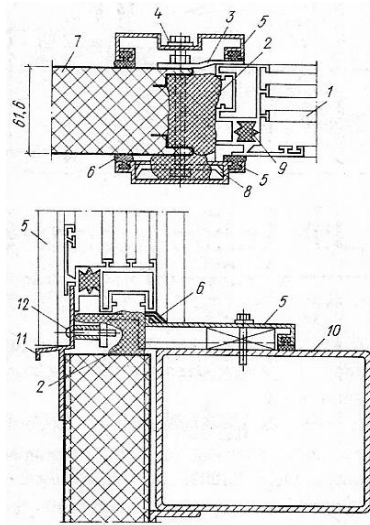


Рис.30.2. Сопряжение алюминиевых переплетов со стенами

**Железобетонные переплеты** используются в зданиях с повышенной влажностью воздуха и при нормальном температурно-влажностном режиме. Эти окна выполняют из отдельных переплетов и в виде готовых стекложелезобетонных панелей, имеющих длину 6 м.

Железобетонные переплеты стыкуют по высоте без оконных коробок, соединяя между собой цементно-песчаным раствором. Крепят их к откосам проемов за счет выпусков арматуры, а переплеты верхнего яруса с помощью ершей. Швы между переплетами и стеной заделывают раствором, а зазор между перемычкой и переплетом (10 мм) – эластичными синтетическими материалами.

Железобетонные переплеты не подвергаются загниванию и коррозии, но трудоемки в изготовлении и тяжелы в устройстве.

**Деревянные переплеты и панели** применяют во временных зданиях и в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом.

Отдельные переплеты-блоки состоят из коробок и створок (раздельных и спаренных). Блоки располагают в один или несколько ярусов. При высоте проема более 7,2 м между ярусами блоков укладывают деревянные ригели. Ригели и деревянные импосты, устанавливаемые через 3 м по ширине проема, воспринимают ветровые усилия. Крепят оконные блоки к

откосам, перемышкам, ригелям и импостам гвоздями и ершами. Стыки конопят паклей и закрывают нащельником.

В стенах из крупных панелей ленточные и сплошные световые проемы целесообразно заполнять деревянными панелями. Панели имеют размеры 1,3х6; 1.8х6 м. Они могут быть глухими и с открывающимися створками. Элементы панели соединяют между собой шипами и склеивают. К колоннам панели крепят коротышами из уголков, а между собой – гвоздями. Зазоры между панелями заполняют смоленой паклей или упругими синтетическими материалами и с обеих сторон закрывают нащельниками.

Деревянное заполнение проемов нетрудоемкое в изготовлении, имеет небольшой вес, но возгораемое, подвержено короблению и загниванию, менее прочное и светоактивное в сравнении с другими материалами, применяемыми для заполнения оконных проемов.

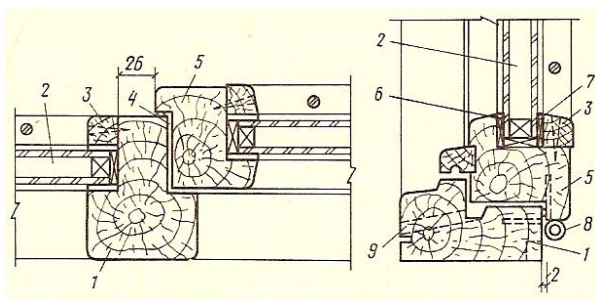


Рис.30.3. Узлы сопряжения створок деревянных окон с рамой переплета

1 – рама; 2 – стеклопакет; 3 – штапик; 4 – уплотнитель;

5 – створка; 6 – мастика; 7 – прокладка; 8 – петля;

9 – отверстие для стока воды

**Беспереплетное заполнение оконных проемов.** К беспереплетным заполнениям относят стеклоблоки, листы из стеклопластика и профильное стекло.

Заполнения из стеклоблоков обеспечивают герметичность ограждений, повышенное сопротивление теплопередаче, снижают тепловую радиацию. Они гигиеничны, легки в уборке.

Заполнения оконных проемов из стеклоблоков применяют в промышленных зданиях с кондиционированием воздуха и вакуумной гигиеной (приборостроение, радиоэлектроника и т.п.) и для производств с повышенными гигиеническими требованиями (предприятия пищевой и легкой промышленности, часовые заводы и т.п.).

К недостаткам ограждений из стеклоблоков следует отнести возможные их разрушения в связи с усадочными и температурными деформаци-

ями от неравномерного прогрева и разности коэффициентов линейного расширения стекла и материала швов (бетона, раствора).

В промышленных зданиях для заполнения оконных проемов применяют стекложелезобетонные панели, имеющие номинальную длину 6 м, где светопрозрачным элементом служат стеклоблоки. Панели устанавливаются на стальные столики и крепят к колоннам, как и стеновые панели. Швы между панелями заполняют жгутами из поропизола или гернита и промазывают мастикой. Стекложелезобетонные панели дешевле стальных на 40-60%.

В зданиях со стенами из волнистых асбестоцементных или алюминиевых листов целесообразны светопрозрачные ограждения из **волнистых стеклопластиков**. Стеклопластиковые листы по размерам и профилю соответствуют алюминиевым и асбестоцементным листам и имеют толщину 1,5 – 2,5 мм. Крепление их к ригелям аналогично креплениям асбестоцементных и алюминиевых листов.

Заполнение оконных проемов **профильным стеклом** осуществляют из отдельных элементов и из панелей. Стеклопрофилит (стекор) имеет сечение в виде швеллера, двойного швеллера и коробки (коробчатого сечения).

В неотапливаемых зданиях применяют стекор швеллерного сечения; в отапливаемых – коробчатого типа на высоту не менее 2,4 м от пола (выше возможно применение стекора швеллерного типа); в герметических зданиях – только коробчатого типа стекор.

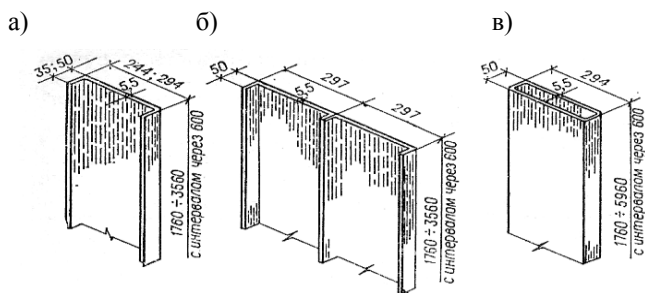


Рис.30.4. Типоразмеры профильного стекла (стекора):

- а) стекор швеллерного типа;
- б) стекор двойного швеллерного типа;
- в) стекор коробчатого типа

Стекор применяют для ленточного остекления высотой 1,8 – 3,6 м и остекления отдельных проемов высотой 2,4 – 6 м. При сплошном остеклении высотой до 15, 6 м в проемы устанавливают стальной фахверк из горизонтальных ригелей, которые располагают между ярусами остекле-

ния и вертикальных импостов-тяжей, связывающих ригели между колоннами. Стальные горизонтальные ригели опирают на опорные консоли колонн.

Стекор крепят к стеновым перемычным панелям и ригелям с помощью винтов, скрепляющих обоймы стекла с крепежными уголками. Обоймы образуют непрерывным обрамляющим гнутым уголком. Сопряжение уплотняют прокладками из морозостойкой резины и защищают от увлажнения гидроизоляционной мастикой.

На основе стеклопрофилита изготавливают панели. Панели с заполнением стеклом швеллерного типа имеют номинальные размеры 1,8х6; 2,4х6 м, коробчатого типа - 1,8х6; 2,4х6 и 3х6 м.

Панель представляет собой стальную раму из гнутых профилей на сварке, заполненную стеклом. Для обеспечения жесткости в вертикальных швах панели с шагом 1 м размещают тяжи. В местах соприкосновения стеклопрофилита с рамой устанавливают прокладки из губчатой резины.

Панели опирают на стальные столики и крепят к колоннам анкерами и болтами. Швы между панелями заделывают пороизолом и закрывают нащельником.

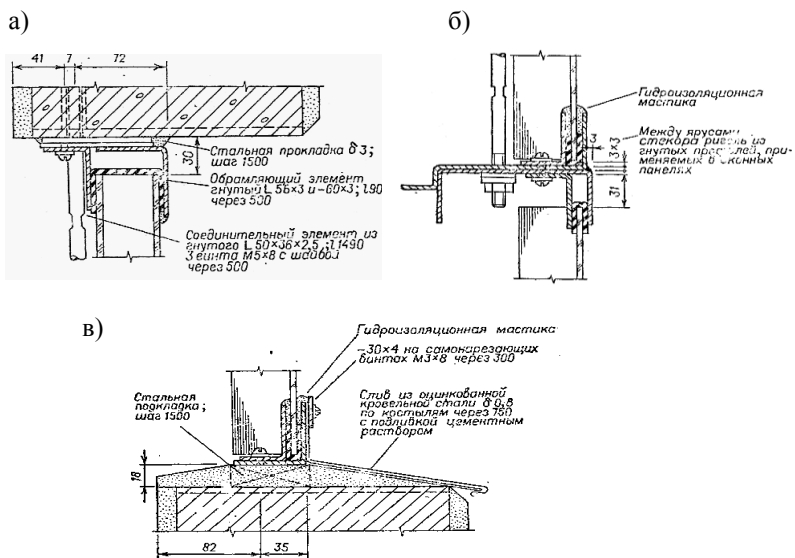


Рис. 5. Оконные заполнения из стеклопрофилита:

- а) крепление коробчатого стекла к перемычной панели;
- б) крепление стекла швеллерного типа к ригелю;
- в) крепление стекла швеллерного типа к цоколю

При заполнении оконных проемов стеклопрофилитом, стеклоблоками, стеклопластиком или матовым и рифленным стеклами в нижней части окон рекомендуется устраивать узкие ленты из обычного стекла – для психологической связи людей, находящихся внутри здания, с природным окружением.

## **31. ФОНАРИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

### **31.1. Назначение и типы фонарей**

В промышленных зданиях большой ширины и длины обеспечить нормативную освещенность через боковые светопроемы (в наружных стенах) не представляется возможным. Поэтому в таких зданиях предусматривают специальные проемы с остекленными надстройками в покрытии, которые называются фонарями. Если фонари служат не только для освещения, но и для проветривания помещения, то они называются светоаэрационными.

По очертанию фонари надстроечного типа подразделяют на прямоугольные, трапециевидные, треугольные, М-образные, шедовые.

Прямоугольные фонари просты в устройстве и надежны в эксплуатации. Они имеют вертикально расположенные остекленные поверхности в связи, с чем менее подвержены загрязнению, инсоляции и более водонепроницаемы. Они удобны в очистке. Недостатком их является малая светоактивность: при одной и той же освещенности их площадь должна быть в 1,5 раза больше, нежели площадь фонарей с наклонным остеклением.

В трапециевидных фонарях остекление расположено под углом  $70-80^{\circ}$  к горизонту. Эти фонари отличаются хорошей светоактивностью. Но повышенная инсоляция, загрязняемость, а также протекание при открытых переплетах и сложное конструктивное решение ограничивают их использование.

В треугольных фонарях плоскость остекления располагается под углом  $45^{\circ}$  к горизонту. Их проектируют только с глухими переплетами.

М-образные светоаэрационные фонари устраивают как с вертикальным, так и с наклонным остеклением. Применяют их в зданиях, где требуется интенсивный воздухообмен.

Шедовые фонари имеют вертикальное остекление и наклонное покрытие. Они хорошо изолируют помещение от прямых солнечных лучей, создают рассеянное, равномерное освещение, но сложны в устройстве и менее экономичны по сравнению с вышеприведенными фонарями.

Основным недостатком рассмотренных фонарей является накопление снега рядом с ними, т.е. образование, так называемых, «снеговых меш-

ков» на кровле здания. В этом смысле более совершенной является конструкция зенитного фонаря.

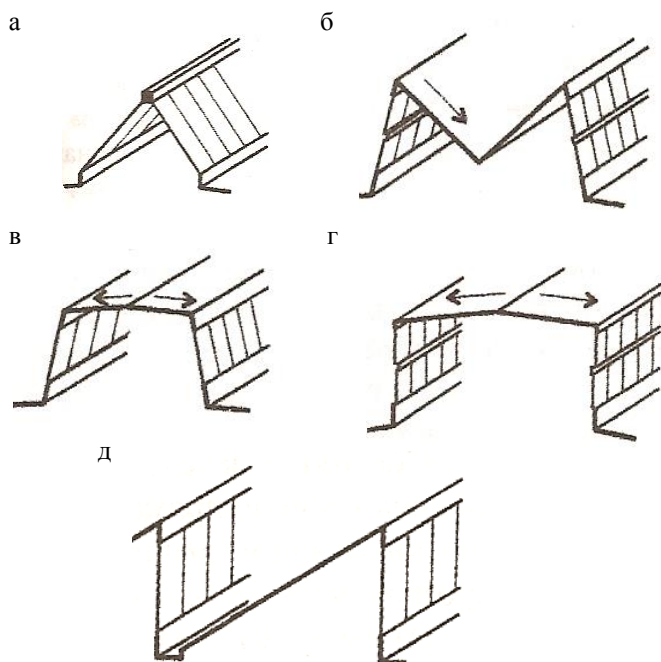


Рис.31.1. Фонари надстроечного типа: а – треугольный;  
б – прямоугольный; в – трапециевидный;  
г – М-образный; д – шедовый

В этом смысле более совершенной является конструкция зенитного фонаря. Зенитные фонари имеют светопрозрачные поверхности в плоскости покрытия. Светопрозрачные ограждения устраивают из стеклоблоков, стеклопластика и органического стекла. Зенитные фонари высокосветоактивны (по сравнению с прямоугольными надстроечного типа фонарями требуют в 2 раза меньшую площадь); обеспечивают равномерную освещенность; имеют небольшой вес и хорошие эксплуатационные качества. К их недостаткам относят повышенную загрязняемость и заносимость снегом.

Фонари надстроечного типа проектируют незадуваемыми. Длина их составляет 84 -120 м. Расстояние от торца фонаря до наружной стены, а также между торцами фонарей не должно быть менее 6 м.

Размеры и количество фонарей определяют на основе светотехнического расчета.

**Унифицированные светоаэрационные фонари** прямоугольного типа имеют ширину 6 м для пролетов 12 и 18 м и ширину 12 м – для пролетов 24, 30 и 36 м. Номинальная высота остекления в них принята:

- при ширине фонаря 6 м – 1×1500; 1×1750; 2×1250 мм;
- при ширине фонаря 12 м – 1×1750; 2×1250; 2×1500 мм.

Для обеспечения равномерного освещения расстояние между осями смежных фонарей должно быть:

- при прямоугольных фонарях –  $\leq 3,5 H_{\text{ф}}$ ;
- при других типах фонарей, в том числе и зенитных –  $\leq 3,5 H_{\text{ф}}$ , где  $H_{\text{ф}}$  – расстояние от рабочей плоскости до низа остекления фонаря.

Под остеклением фонарей следует предусматривать защитные металлические сетки.

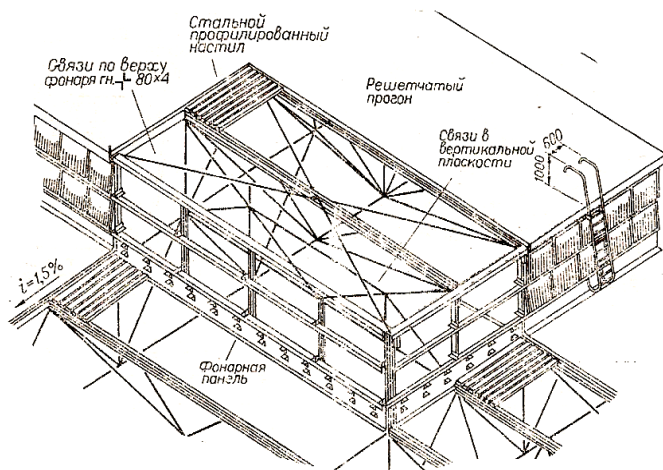


Рис.31.2. Общий вид фонаря с кровлей по стальному профилированному настилу

### 31.2. Конструкции фонарей

Несущие конструкции фонарей представляют собой рамы: в покрытии по железобетонным фермам и балкам они могут быть выполнены из железобетона или стали, в покрытиях стальных – стальными, в деревянных – деревянными. Унифицированные несущие конструкции прямоугольных фонарей выполнены стальными. Они включают: фонарные фермы, фонарные панели, торцовые панели фонарей и связи жесткости.

Стальные фонарные панели состоят из стоек, горизонтальных элементов и листовой обшивки, предусмотренной в пределах высоты борта фонаря. Располагают их вдоль здания в плоскости остекления фонаря и опирают на стропильные конструкции. Верхними горизонтальными опорами для них служат фонарные фермы и фонарные торцовые панели. Панель имеет номинальную длину 12 м.

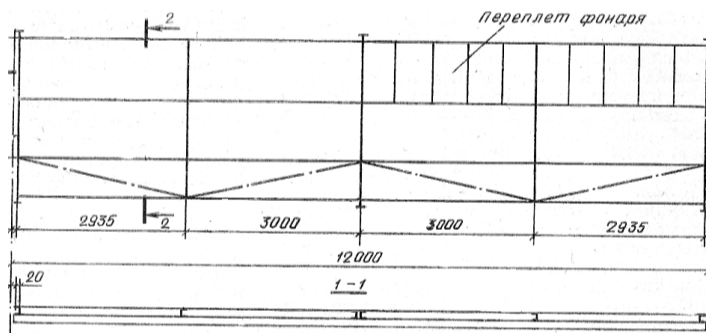
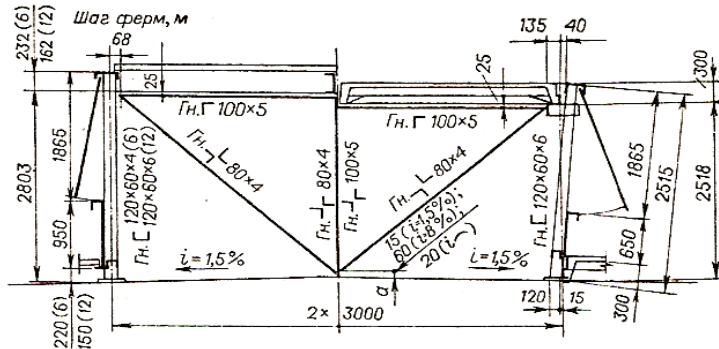


Рис. 31.3. Конструкция фонарной панели

Фонарные фермы и торцовые панели опирают на верхние пояса стропильных конструкций. Их ширина составляет 6 или 12 м. В конструктивном плане они представляют систему стоек, горизонтальных элементов и раскосов.

Несущие конструкции изготавливают из холодногнутых или горячекатаных швеллеров и уголков. Крепят их к стропильным балкам и фермам с помощью болтов и сварки.

а





б

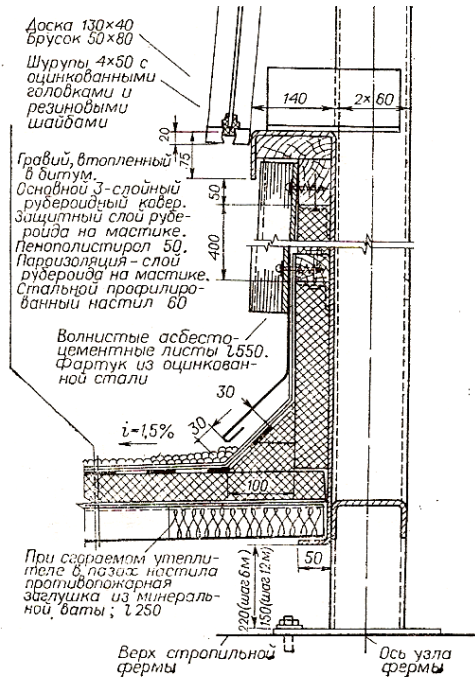


Рис.31.5. Конструкция светоаэрационного фонаря:  
а – карнизный узел фонаря; б – бортовой элемент фонарной панели

Для улучшения аэрации фонари могут быть снабжены ветрозащитными панелями. Панели представляют собой легкий стальной каркас, обшитый асбестоцементными волнистыми листами, который подвешивают к конструкциям фонаря.

**Пространственную жесткость** фонарей обеспечивают горизонтальные связи по верху фонарей, воспринимающие продольные усилия от ветровой нагрузки и вертикальные связи между фонарными фермами, передающие усилия с горизонтальных связей на диск покрытия по стропильным фермам. Связи устанавливают в средних и крайних шагах температурного блока. Их подразделяют на:

- 1) связи в плоскости верхнего пояса фонарных ферм в виде крестовой схемы;
- 2) связи в плоскости стоек фонарных ферм в виде ферм с параллельными поясами;

3) связи в плоскости верхнего пояса стропильных ферм, располагаемых с шагом 12 м, в виде раскосов, обеспечивающих развязку стропильных ферм в подфонарном пространстве.

**Аэрационные фонари** предназначены для проветривания неотапливаемых зданий с избыточными тепловыделениями путем вытяжки отработанного или притока наружного воздуха. Они предусмотрены для покрытий с шагом стропильных ферм 12 м перекрытых стальными щитами шириной 3 и 0,75 м.

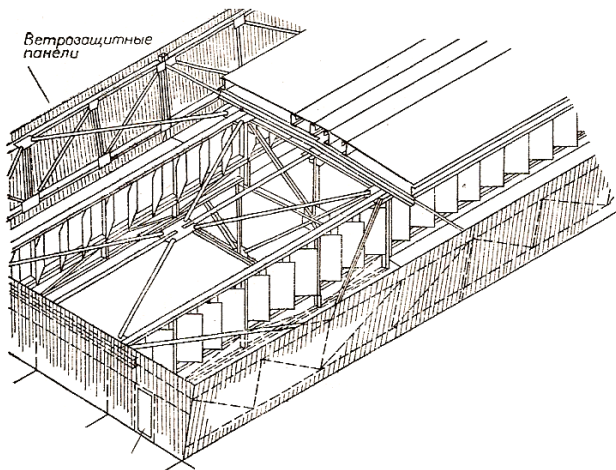


Рис.31.6. Общий вид аэрационного фонаря

Аэрационные фонари имеют прямоугольное очертание. Их располагают посередине пролетов вдоль конька, а в двухпролетных зданиях – вдоль среднего ряда колонн.

Для зданий с пролетами 18 и 24 м ширина фонаря составляет 6 м, а высота аэрационного проема 1,5 м, а с пролетами 30 и 36 м – соответственно 12 м и 2,5, 3,0 и 3,5 м. Приточные фонари проектируют незадуваемыми (заслоненными от ветра любого направления). Для этого используют ветрозащитные панели.

Конструкция аэрационных фонарей аналогична светоаэрационным и состоит из фонарных панелей, фонарных ферм, ветрозащитных панелей и связей.



Зенитный фонарь состоит из стального стакана трапецевидного сечения, установленного над отверстием в покрытии, деревянной опорной рамы, заведенной в верхнюю часть стакана и светопроницаемого ограждения в виде двухслойных куполов или сводов. Теплоизоляция покрытия сохраняется герметизированной воздушной прослойкой, расположенной между оболочками из органического стекла.

Стальной стакан устанавливают на герметизирующие прокладки и сваривают с закладными или пристрелянными к плитам покрытия элементами. Стаканы окрашивают эмалями, изнутри – белого цвета.

Деревянная опорная рама изготавливается из антисептированной древесины. Ею прижимают рубероидный ковер к оголовку стакана. Стык накрывают фартуком из оцинкованной стали.

Светопрозрачные элементы из органического стекла опирают на деревянную опорную раму через прокладки из профилированной резины. Они привинчиваются к раме шурупами. Стыки элементов сводов морозостойкой резиной и накрывают дугowymi накладками из оргстекла.

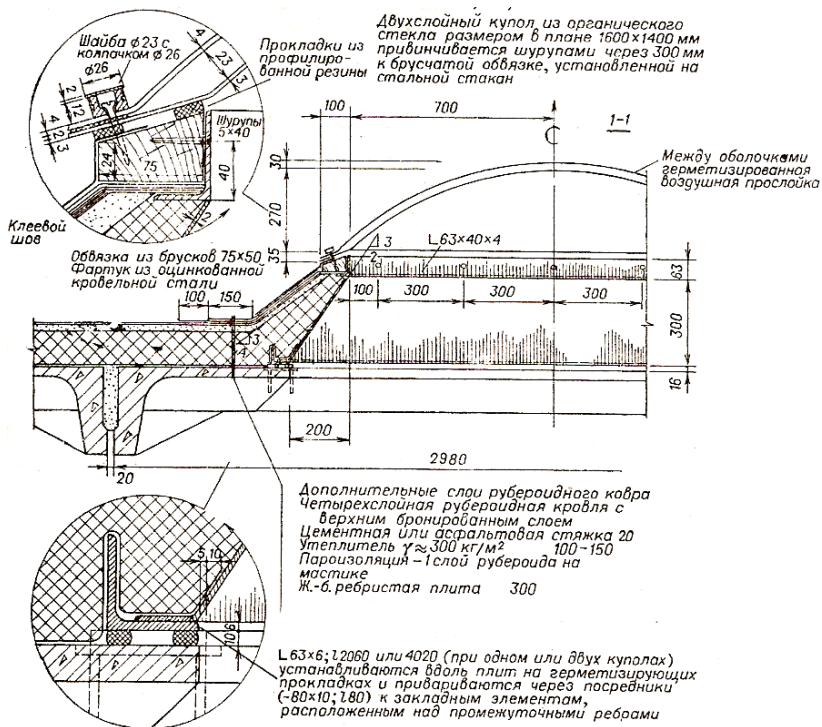


Рис.31.9. Конструкция светопроницаемого купола из органического стекла размером  $1,8 \times 1,5$  м

## 32. ПОЛЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Требования, предъявляемые к полам промышленных зданий:

- высокая механическая прочность;
- ровная и гладкая поверхность;
- не скользить;
- мало истираться;
- не пылить;
- иметь хорошую эластичность, чтобы не повреждать предметы, падающие на пол;
- бесшумность при ходьбе и езде;
- стойкость при возгорании;
- водонепроницаемость;
- стойкость к агрессивной среде (к щелочам, кислотам и т.п.);
- не вызывать искрения;
- быть индустриальными;
- легко ремонтироваться и очищаться;
- быть экономичными (стоимость полов составляет от 5 до 25% от общей стоимости одноэтажного производственного здания).

В максимальной степени пол промышленного здания должен удовлетворять тем требованиям, которые вытекают из специфики данного производства.

В одноэтажных промышленных зданиях полы устраивают по грунту.

Основными элементами пола являются:

- покрытие;
- подстилающий слой, распределяющий нагрузки на основание;
- прослойка (связующий слой между покрытием и подстилающим слоем);
- стяжка (устраивается для создания жесткой корки по нежестким и пористым материалам или для придания полу уклона);
- гидроизоляция;
- теплоизоляция.

**По типу покрытия** полы делят на сплошные и из штучных элементов. К сплошным полам относятся: бетонные, ксилолитовые, пластмассовые, цементные, асфальтовые, щебеночные, глинобитные и т.п. К полам из штучных элементов относят плиточные, рулонные, брусчатые, дощатые и др.

**Подстилающие слои** могут быть песчаными, шлаковыми, гравийными, щебеночными, глинобитными, булыжными, бетонными и др. Толщина подстилающего слоя назначается по расчету и должна быть не менее: песчаного – 60; шлакового, гравийного, щебеночного, глинобитного – 80; булыжного – 120; бетонного – 100 мм.



### 33. ЛЕСТНИЦЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Лестницы производственных зданий подразделяют на основные, служебные, пожарные и аварийные.

**Основные лестницы** проектируют для сообщения между этажами, а также для эвакуации людей в чрезвычайных ситуациях. Конструктивные решения основных лестниц промышленных зданий не отличаются от лестниц гражданских зданий.

**Служебные лестницы** предусматривают для прохода к рабочим местам, для осмотра и обслуживания оборудования и других целей. Выполняют их из экономичных гнутых металлических профилей (швеллеров и уголков). Крепят такие лестницы к полу, строительным конструкциям или оборудованию. Марши служебных лестниц шириной 600-1000 мм имеют уклон  $45^{\circ}$ . Ступени и площадки изготавливают из штампованных элементов или решетчатой конструкции. В маршах таких лестниц предусматривают ограждения с поручнями.

Для индивидуального пользования устраивают стремянки шириной 600 мм, которые устанавливают под углом  $90^{\circ}$ .

**Пожарные лестницы** предусматривают для зданий, имеющих высоту до верха парапета или карниза 10 м и более; перепады высоты и у торцов фонарей. Размещают их снаружи на глухих участках стен. При высоте здания не превышающей 30 м марши шириной 600 мм располагают вертикально. При высоте здания более 30 м лестницы проектируют с маршами шириной 700 мм с углом наклона не менее  $80^{\circ}$  и промежуточными площадками через 8 м по высоте. Расстояние между пожарными лестницами по периметру здания принимают не менее 200 м. Крепят лестницы к стенам или каркасу здания стальными анкерами из уголков или швеллеров, располагаемых по высоте через 2,4 – 3,6 м.

**Аварийные лестницы** в промышленных зданиях предусматривают для эвакуации в случаях пожара или аварийных ситуациях. Их размещают, как и пожарные лестницы, снаружи здания. Лестницы проектируют многомаршевыми и сообщающимися с помещениями через площадки или балконы на уровне эвакуационных выходов. Аварийные лестницы должны иметь уклон  $45^{\circ}$ , ширину марша 700 мм и ограждения высотой 800 мм. Изготавливают стальными или железобетонными в конструкциях аналогичных пожарным лестницам.

В промышленных зданиях высотой 10 м и более необходимо устраивать выходы на крышу из расчета один выход на каждые 40 000 м<sup>2</sup> кровли. В одноэтажных зданиях выходы на крышу проектируют наружными по стальной лестнице, в многоэтажных – через лестничную клетку.

## 34. ДВЕРИ И ВОРОТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

*Двери* производственных зданий имеют номинальные размеры: от 1 до 2 м по ширине и 1,8 – 2,4 м – по высоте. По конструкции они бывают: одно- и двупольные; распашные и откатные; по материалу – деревянные, металлические, стеклянные.

Эвакуационные двери проектируют только распашными и открывающимися наружу, по направлению движения. Глубина тамбура производственного здания назначается из расчета: ширина полотна двери плюс 0,4 – 0,5 м.

Дверные проемы обрамляют коробками. Деревянные коробки изготавливают из брусков и крепят гвоздями или ершами, забивая их в пробки, заложенные в стены. Деревянные полотна выполняют из клееных щитов или ДСП с облицовкой. Нижнюю часть полотна (60 см) обшивают оцинкованным железом.

В противопожарных деревянных дверях полотна выполняют из щитов, между которыми располагают асбестовый картон. Деревянные коробку и полотно пропитывают антипиренами.

Стальные двери имеют коробку и обвязку полотен из холоднугнутых оцинкованных и окрашенных профилей, а полотна – из полужестких минераловатных плит, обшитых с двух сторон стальными листами толщиной 2 мм. Горизонтальные и вертикальные элементы обвязок коробки и полотна соединяют между собой при помощи уголков и самонарезающих винтов.

Стеклянные двери имеют обвязку из стальных или алюминиевых профилей с наличниками из пластмассы. Полотна выполняют из закаленного стекла («сталинита») качающимися.

*Ворота* в промышленных зданиях для проезда транспорта устраивают с учетом габаритов транспортных средств в грузе. Так, высота ворот для безрельсового транспорта назначается не менее, чем на 200 мм больше высоты транспортного средства, а ширина – не менее, чем на 600 мм. Размеры проемов должны превышать размеры ворот не менее чем на 600 мм.

В цехах с большой интенсивностью людских потоков ворота используют и для прохода людей. Для этого в одном из полотен ворот предусматривают калитку.

Расстояние между воротами назначают из технологической целесообразности и условий эвакуации из помещений.

Железнодорожные раздвижные ворота для железной дороги нормальной колеи имеют размеры 4,9×5,4 м.

Типовые ворота имеют размеры: 2,4×2,4; 3,0×3,0; 3,6×3,0; 3,6×3,6; 3,6×4,2; 4,8×5,4 м.

Снаружи ворот устраивают въездные пандусы с уклоном до 10%.

Ворота производственных зданий по конструкции могут быть распашными, раздвижными, подъемными, подъемно-поворотными и откатными. Наиболее просты в устройстве и надежны в эксплуатации раздвижные и распашные ворота.

Раздвижные ворота состоят из створок, рамы, направляющих и необходимых механизмов для движения створок. Конструкция створок ворот представляет собой каркас из стальных труб, заполненный филенками, которые выполняются из органического стекла, пластика или могут быть трехслойными металлическими с утеплителем из цементного фибролита. Стойки рамы выполняют трубчатого сечения одиночными, а ригель – из двух труб с наружной обшивкой из стального листа и утеплителем. При установке ворот в панельных стенах пространство между стойками рамы и соседними панелями заполняют кирпичом. При этом рама ворот выступает за лицевую линию кладки на 25 мм.

В зависимости от ширины ворот раму опирают на уступы фундаментов колонн каркаса или на самостоятельные фундаменты. В пределах шага колонн, между которыми расположены ворота, фундаментную балку не укладывают.

В промышленных зданиях рекомендуется устраивать ворота качающегося типа. Качающиеся полотна выполняют из резины или прозрачного упругого пластика. Такие ворота до минимума сокращают тепловые потери из помещений.

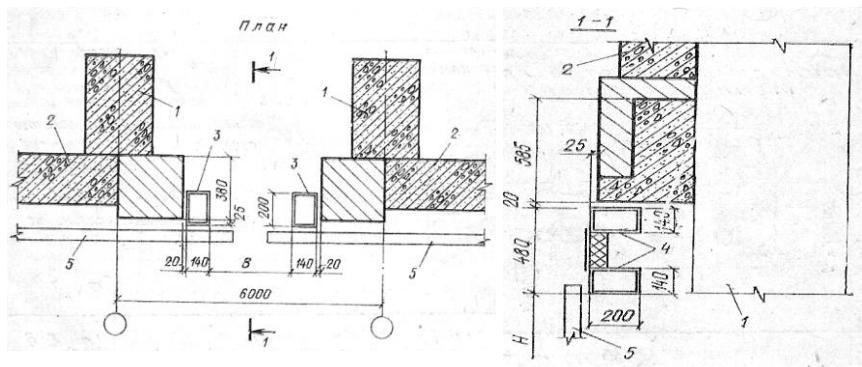


Рис. 34.1. Детали раздвижных ворот:

- 1 - колонна фахверка (для торцевой стены) или основная колонна (для продольной стены);
- 2 - стеновая панель;
- 3 - стойка рамы ворот;
- 4 - ригель рамы ворот;
- 5 - створка ворот

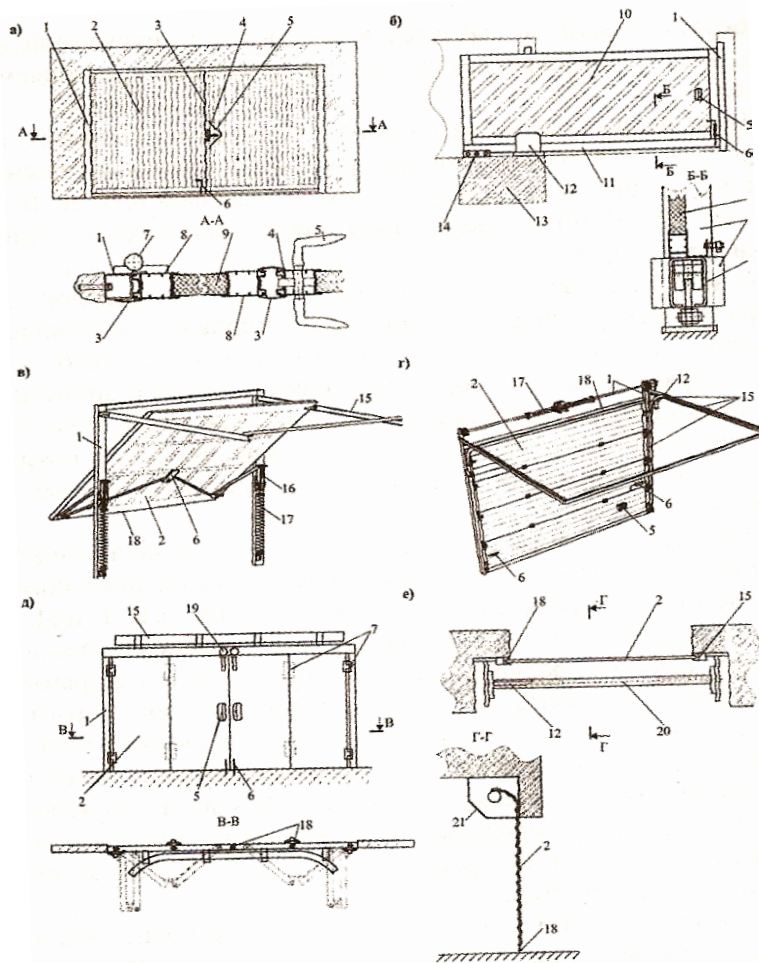


Рис. 34.2. Типы ворот промышленных зданий:

а – распашные с утепленным щитовым полотном; б – откатные с нижней опорной балкой; в – подъемно-поворотные; г – подъемно-секционные; д – подъемно-вертикальные; е – рулонные роллетные; 1 – несущие элементы обрамления проема; 2 – щитовое полотно; 3 – нащельник притвора с уплотнительной прокладкой; 4 – замок; 5 – ручка; 6 – задвижка; 7 – петля; 8 – металлический профиль рамки (каркаса) полотна; 9 – заполнение полотна (сэндвич-панель); 10 – щитовое полотно; 11 – нижняя опорная балка; 12 – привод; 13 – силовая (несущая) рама; 14 – роликовые опоры; 15 – направляющие профили; 16 – устройство безопасности ворот; 17 – поворотно-уравновешивающая система; 18 – уплотнитель; 19 – роликовое устройство перемещения; 20 – устройство намотки полотна; 21 – защитный короб