

## Промышленные здания

### Тема 1. Общие сведения о промышленных зданиях и сооружениях.

#### Рассматриваемые вопросы:

Классификация промышленных зданий. Требования, предъявляемые к промышленным зданиям.

**Промышленные здания**, производственные здания промышленных предприятий, здания, предназначенные для размещения промышленных производств и обеспечивающие необходимые условия для труда людей и эксплуатации технологического оборудования.

Универсальность промышленных зданий достигается применением укрупнённых сеток (пролётов и шагов) колонн и единой высоты помещений в пределах каждого здания.

#### *Классификация промышленных зданий.*

Промышленные здания представляют собой большое разнообразие объемно-планировочных и конструктивных решений. Особенностью промышленных зданий является их зависимость от технологических требований.

Промышленные предприятия классифицируют по отраслям производства.

Отрасль производства – составная часть отрасли народного хозяйства, к которой относятся промышленность, сельское хозяйство, транспорт, строительство и др.

Промышленные здания и сооружения **по назначению** подразделяют на следующие основные группы:

*производственные*, в которых размещают основные технологические процессы предприятия (мартеновские, прокатные, сборочные, ткацкие, кондитерские цехи и др.);

*подсобно-производственные*, предназначенные для размещения вспомогательных процессов производства (ремонтные, инструментальные, тарные цехи и т.п.);

*энергетические*, в которых размещают установки, снабжающие предприятие электроэнергией, сжатым воздухом, паром и газом (ТЭЦ, компрессорные, газогенераторные и воздухоподогревательные станции и др.);

*транспортные*, предназначенные для размещения и обслуживания средств транспорта, находящегося в распоряжении предприятия (гаражи, электровозное депо и др.)

*складские*, необходимые для хранения сырья, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции, горючесмазочных материалов и пр.;

*санитарно-технические*, предназначенные для обслуживания сетей водоснабжения и канализации, для защиты окружающей среды от загрязнения (насосные и очистные станции, водонапорные башни и т.п.);

*административные и бытовые здания.*

К **специальным сооружениям** промышленных предприятий относят резервуары, газгольдеры, градирни, силосы, дымовые трубы, эстакады, опоры, мачты и пр.

Промышленные здания **по капитальности** подразделяют на четыре класса.

К I классу относят здания, к которым предъявляют наиболее высокие требования, а к IV - здания с минимально необходимыми прочностью и долговечностью. Для каждого класса установлены требуемые эксплуатационные качества, а также долговечность и огнестойкость основных конструкций здания.

**По огнестойкости** здания и сооружения подразделяют на 4 степени. Степень огнестойкости зданий определяется пределами огнестойкости строительных конструкций. Предел огнестойкости строительных конструкций (*REI*) устанавливается по времени (мин) наступления одного или последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции, признаков предельных состояний: потери несущей способности

( $R$ ), потери целостности ( $E$ ) и потери теплоизолирующей способности ( $I$ ).

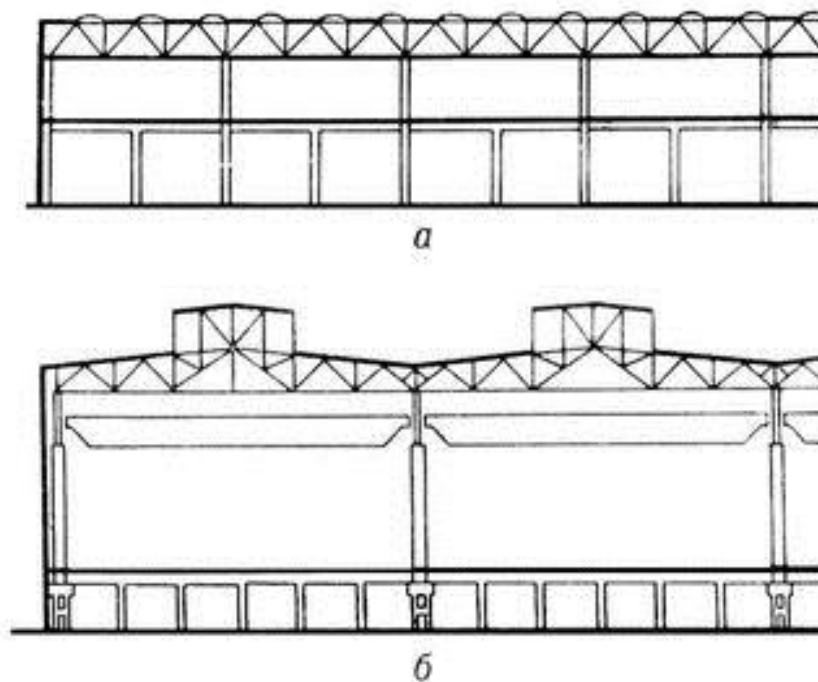
Требуемая степень огнестойкости зданий устанавливается на стадии проектирования по пределам огнестойкости основных конструктивных элементов здания: несущих (колонны, внутренние стены и др.), наружных стен, междуэтажных перекрытий, покрытий и лестничных клеток. Эти требования изложены в **ТКП 45-2.02-142-2011 – Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации. САМОСТОЯТЕЛЬНО**

Долговечность конструкций - это срок их службы без потери требуемых качеств при заданном режиме эксплуатации и в данных климатических условиях.

**Промышленные здания** различают по следующим основным признакам:

– *по этажности* (главный классификационный признак) – на одноэтажные, двухэтажные, многоэтажные; В современном строительстве преобладают одноэтажные здания (примерно 80% общего объема строительства), так как они имеют определенные преимущества. В них лучше условия для размещения оборудования, организации производственных потоков, применения различных транспортных и грузоподъемных устройств.

Применение многоэтажных промышленных зданий (рисунок 1.1) ограничивается производствами с относительно легким технологическим оборудованием, размещаемым на междуэтажных перекрытиях (легкая промышленность, приборостроение, полиграфическая промышленность и пр.).



а – многопролетное здание со световыми фонарями и укрупнённой сеткой колонн в верхнем этаже; б – здание с нижним техническим этажом

Рисунок 1.1 – Двухэтажные промышленные здания

Многоэтажные здания также целесообразны в случаях, когда технологический процесс организован по вертикальной схеме и материалы могут перемещаться за счет собственного веса (например, склады сыпучих материалов). Многоэтажные промышленные здания проектируют, кроме того, при ограниченных размерах территории.

– *по подъёмно-транспортному оборудованию* – на крановые, снабженные мостовыми (электрическими) и подвесными (электрическими или ручными) кранами, и бескрановые;

Все промышленные здания (одноэтажные и многоэтажные), как правило, снабжают подъемно-транспортным оборудованием для перемещения готовой продукции, изделий в процессе их изготовления, сырья или технологического оборудования при его монтаже или демонтаже, которое оказывает большое влияние на объемно-планировочные и конструктивные решения зданий.

– по виду освещения – на здания с естественным освещением (боковым и верхним), с постоянным рабочим искусственным освещением (безоконные и бесфонарные) и здания с комбинированным освещением (сочетающим естественное освещение с искусственным); Естественное освещение осуществляют через светопроемы в стенах (окна) и в покрытии (фонари). Искусственное освещение – основное в зданиях без естественного освещения или в зданиях без фонарей.

– по системам воздухообмена – на здания с общей естественной вентиляцией (аэрацией), с механической вентиляцией и с кондиционированием воздуха;

– по температурному режиму производственных помещений — на отапливаемые и неотапливаемые. К неотапливаемым относят здания, в которых производство сопровождается избыточными тепловыделениями (так называемые горячие цехи: литейные, прокатные и др.), а также здания, не требующие отопления (холодные цехи: склады, хранилища и пр.). К отапливаемым относят все остальные промышленные здания, где по санитарно-гигиеническим или технологическим условиям требуется положительная температура воздуха в холодное время года.

– по конструктивным схемам покрытий – каркасные плоскостные (с покрытиями по балкам, фермам, рамам, аркам), каркасные пространственные (с покрытиями – облочками одинарной и двойкой кривизны, складками), висячие различных типов, перекрестные, пневматические, в том числе воздухоопорные и воздухонесущие.

– по материалу основных несущих конструкций – с железобетонным каркасом (сборным, монолитным, сборно-монолитным), стальным каркасом, кирпичными несущими стенами и покрытием по железобетонным, металлическим или деревянным конструкциям.

– по профилю покрытия – с фонарными надстройками или без них. Здания с фонарными надстройками устраивают в целях аэрации или естественного освещения или для того и другого. Фонарные надстройки усложняют конструктивное решение здания и их эксплуатацию (происходит накопление снега на крыше в межфонарных пространствах).

– по числу пролетов – однопролетные и многопролетные одноэтажные промышленные здания. Однопролетные здания (рисунок 1.2) целесообразны для небольших производственных, энергетических или складских зданий.

Они применяются также для размещения производств, требующих значительной величины пролетов (от 36 м и более - большепролетные здания) и значительной высоты (более 18 м).

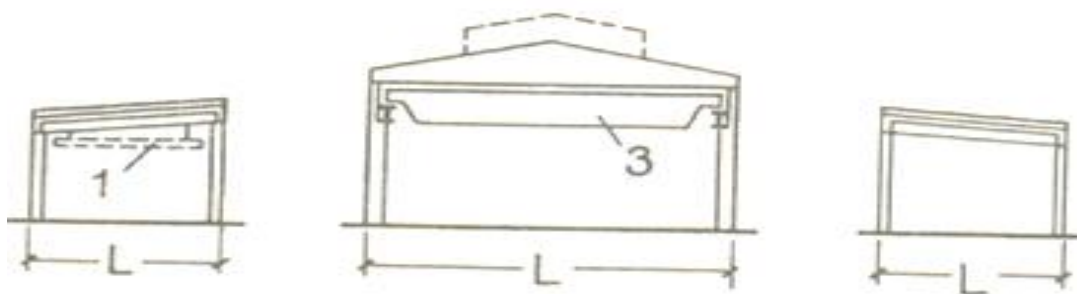
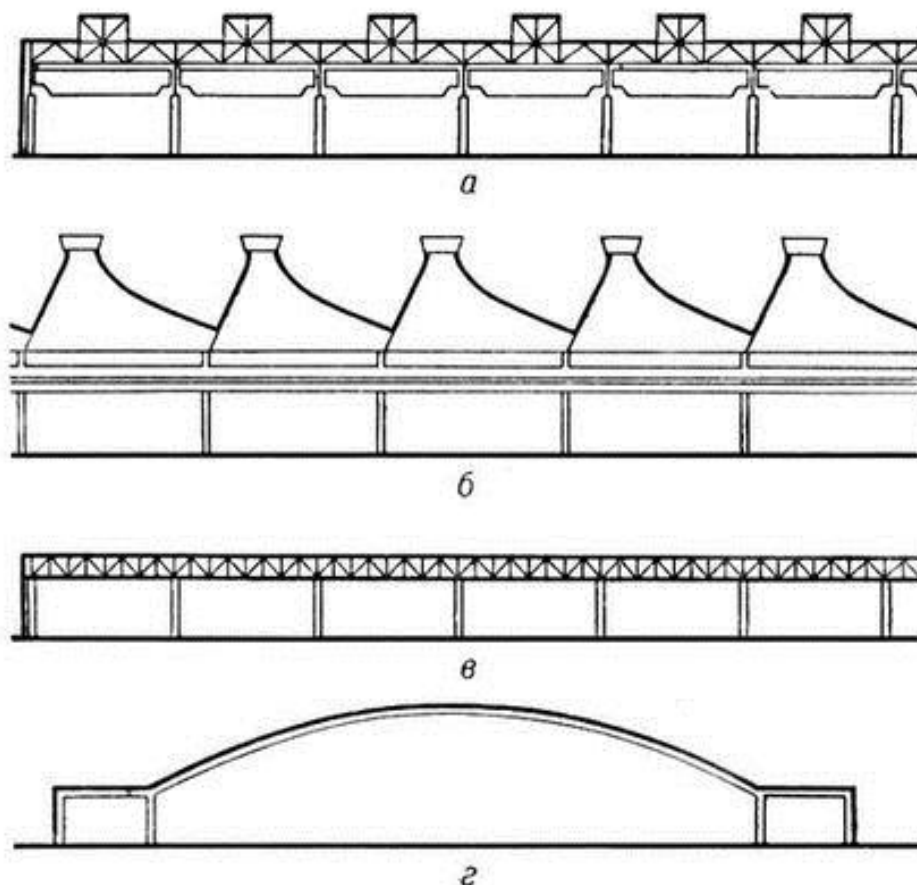


Рисунок 1.2 – Виды одноэтажных однопролетных промышленных зданий

Многопролетные (рисунок 1.3) – наиболее распространенный тип одноэтажных промышленных зданий, широко используемый в различных отраслях промышленности.

Многопролетные здания с одинаковыми или близкими параметрами пролетов (шириной и высотой) без внутренних открытых дворов называются зданиями сплошной застройки и могут достигать в плане значительных размеров (несколько сотен метров по ширине и длине).



а – многопролетное крановое здание со световыми фонарями; б – многопролетное здание с аэрационными вытяжными шахтами ; в – многопролетное бескрановое бесфонарное здание; г – здание зального типа.

Рисунок 1.3 – Виды одноэтажных многопролетных промышленных зданий

Промышленные здания часто подразделяют и по *размерам* пролетов на:

- *мелкопролетные* (6, 9, 12 м);
- *среднепролетные* (18, 24, 30, 36 м);
- *крупнопролетные* (свыше 36 м - 60, 90, 120 м и более).

В состав промышленного предприятия кроме промышленных зданий обычно входят *промышленные сооружения*.

**Сооружения** не содержат помещения для пребывания людей. К ним относятся:

- *сооружения для промышленного транспорта* (эстакады для мостовых кранов, наклонные галереи и др.),
- *сооружения для коммуникаций* (тоннели, каналы, отдельные опоры и эстакады и пр.),
- *устройства для установки оборудования* (фундаменты под машины),
- *этажерки* (в зданиях и открытые) для размещения оборудования, которые могут располагаться снаружи промышленных зданий (рисунок 1.4) или внутри них (например, в производств, зданиях павильонного типа).



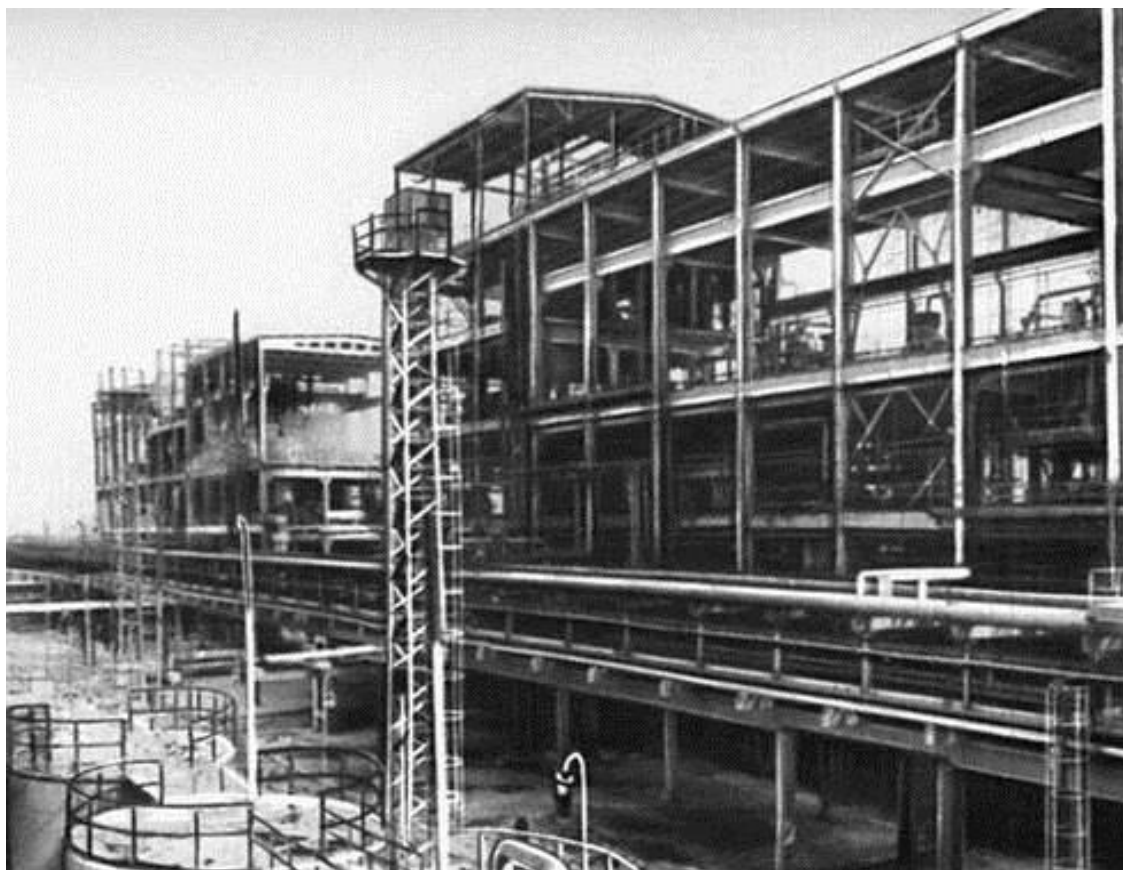


Рисунок 1.4 – Этажерка (франц. *étagere*, от *étage* - ярус, ступень)

*специальные сооружения* (емкости для хранения жидкостей, бункера для хранения сыпучих материалов, дымовые трубы, водонапорные башни и пр.).



Рисунок 1.5 – Емкость для хранения жидкостей

***Требования к промышленным зданиям***

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

*Технологические требования* обуславливают полное соответствие здания своему назначению, т. е. здание должно обеспечивать нормальное функционирование размещаемого в нем технологического оборудования и нормальный ход технологического процесса в целом. С этой целью при проектировании здания составляют технологическую часть проекта и решают все вопросы, связанные с выбором способа производства, типов оборудования, его производительности и т. д.

Технологическая часть проекта, разработанная инженерами-технологами данной отрасли производства, содержит:

- план расстановки технологического оборудования (с указанием проездов, проходов, участков складирования и др.);
- габаритную высоту стационарного оборудования; сведения о внутрицеховом транспорте (вид, грузоподъемность, габариты и т.д.);
- параметры внутреннего микроклимата (температура и влажность воздуха, степень его чистоты и др.);
- категорию производства по степени пожарной опасности; количество работающих в цехе.

Технологический процесс является основным фактором, определяющим архитектурно-строительное решение здания, его санитарно-техническое и инженерное оснащение.

С учетом технологических требований выбирают вид и материал несущих и ограждающих конструкций, тип и грузоподъемность внутрицехового подъемно-транспортного оборудования, обеспечивают необходимые санитарно-гигиенические условия работающим в цехе, качество и характер отделки.

К *техническим требованиям* относят обеспечение необходимых прочности, устойчивости и долговечности зданий, противопожарных мероприятий, а также возведение зданий промышленными методами. Перечисленные качества, обеспечиваемые при проектировании и строительстве здания, характеризуют его надежность. Под надежностью здания или его отдельных конструктивных элементов обычно понимают их безотказную работу в заданных условиях и всего расчетного периода эксплуатации.

К *техническим требованиям* относят также требования по пожарной, взрывопожарной и взрывной опасности. Следует иметь в виду все повышающееся значение этого фактора в связи с усложняющейся технологией производства, применением дорогостоящего оборудования.

*Архитектурно-художественные* требования предусматривают необходимость придания промышленному зданию красивого внешнего и внутреннего облика, удовлетворяющего эстетическим запросам людей с учетом значимости здания. При этом особое внимание уделяют комплексности застройки, созданию цельного архитектурного промышленного ансамбля.

*Экономические требования* выдвигают задачу оптимального, научно обоснованного расхода средств на строительство и эксплуатацию проектируемого здания. Для этого обычно принимают несколько вариантов объемно-планировочных и конструктивных решений и сравнивают их по основным технико-экономическим показателям.

## Тема 2 . Подъемно-транспортное оборудование промышленных зданий.

### Рассматриваемые вопросы:

#### Классификация производственного технологического транспорта

Подъемно-транспортное оборудование предназначено для перемещения внутри здания сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, обрабатываемых материалов и изделий, а также для монтажа и демонтажа производственного оборудования и технологических установок.

Внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование подразделяют на две группы: периодического и непрерывного действия. К первой группе относят подвесной транспорт (тали, кошки, тележки, подвесные краны), мостовые краны и напольный транспорт; ко второй - конвейеры (ленточные, пластинчатые, скребковые, ковшовые), нории, рольганги, шнеки.

**Тали.** Тали выполняют с ручным приводом или электроприводом, стационарными и передвижными, с открытыми и закрытыми кабинами и без них.

Тали ручные шестеренные предназначены для подъема, удержания в поднятом положении и опускания грузов массой от 0,5 т до 5 т.

**Передвижные тали.** Передвижные тали (рисунок 2.1) предназначены для подъема, удержания в поднятом положении и опускания груза по подвесному пути двутаврового профиля при различных работах



Рисунок 2.1 – Таль ручная шестеренная передвижная (ТРШП)

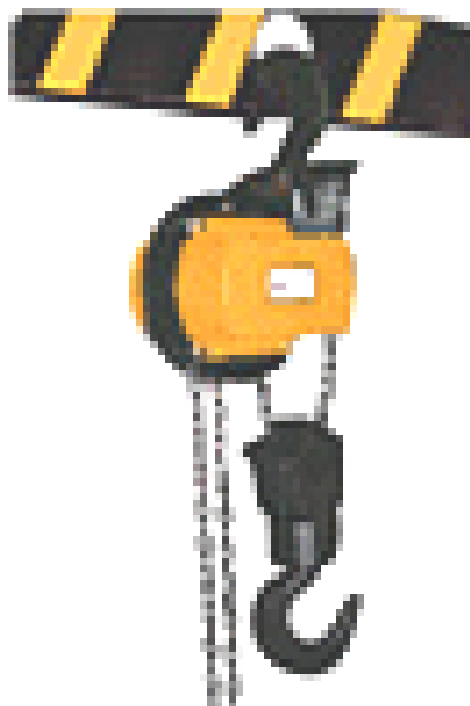


Рисунок 2.2 – Таль ручная шестеренная стационарная (ТРШС)

**Стационарные тали.** Стационарные тали (рисунок 2.2) применяются для подъема грузов, когда оператор находится около груза. Стационарная таль отличается от передвижной тем, что в верхней ее части расположен крюк, тогда как у передвижной – встроенная кошка. При комплектации стационарной тали кошкой, она, как и передвижная, может применяться для перемещения грузов по подвесному пути двутаврового профиля

Тельфер – термин, применяющийся для обозначения электрических талей. Тельферы оборудованы электродвигателями и аппаратурой защищенного или открытого ис-

полнения (рисунок 2.3).

Тали электрические, или тельферы, выполняют грузоподъемностью 0,125 – 10 т с высотой подъема груза до 18 м. Они отличаются от кошек тем, что подъем груза и передвижение тали с грузом вдоль монорельса осуществляют посредством электрического механизма. Управление производится дистанционно или из кабины.



Рисунок 2.3 – Электротали

**Кошка** представляет собой таль, закрепленную на тележке, которая может передвигаться по нижней полке двутавровой балки (монорельсу) при помощи ручной цепной передачи (рисунок 2.4).

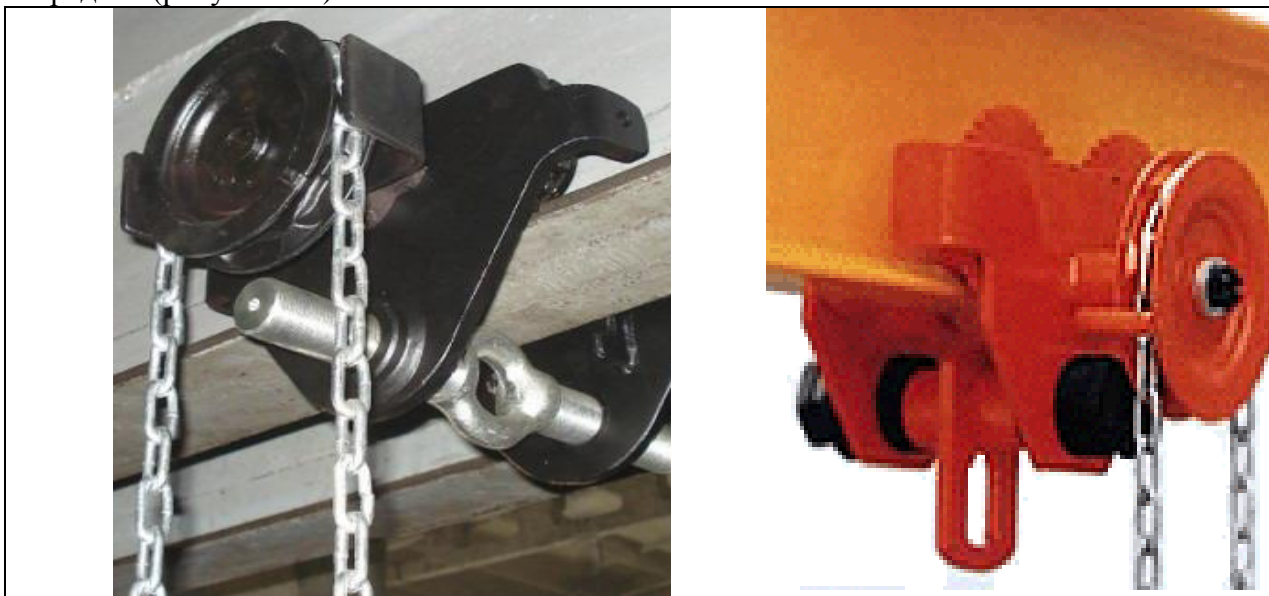


Рисунок 2.4 – Кошки с приводом механизма передвижения

Кошки (каретки передвижные) ручные предназначены для перемещения тали ручной с грузом в цехах, на складах и монтажных площадках при небольших потоках с ма-



лыми скоростями перемещения грузов.

Механизм перемещения (кошка), служит для подвешивания за балку (нижняя полка двутавра) различных механизмов (талей ручных), для перемещения вдоль балки. Механизм имеет регулировку по ширине, что позволяет разместить его практически на любом двутавре.

Кошки и тали обслуживают лишь узкую полосу рабочего пространства вдоль мостового рельса, в этом их недостаток.

В промышленном строительстве наиболее распространены здания с подвесными и мостовыми кранами, перемещающими грузы в трех направлениях и обслуживающими практически любую точку площади цеха.

**Подвесные краны** (кран-балки) имеют грузоподъемность от 0,25 до 5 т (иногда до 20 т). Кран состоит из легкой моста или несущей балки, двух- или четырехкатковых механизмов передвижения (по подвесным путям, подвешенных к стропильным конструкциям) и электротали, перемещающейся по нижней полке мостовой балки (рисунок 2.5, 2.6).

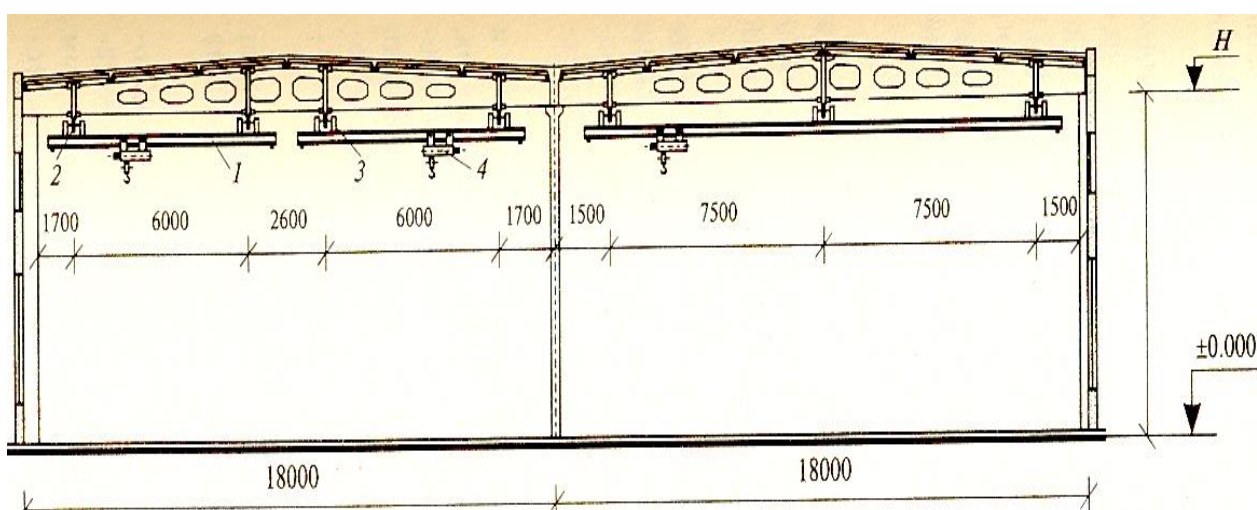


Рисунок 2.5 – Здания с подвесными кранами

1 – несущая балка (двутавровая стальная балка); 2 – механизм передвижения; 3 – подвесной путь; 4 – электроталь;

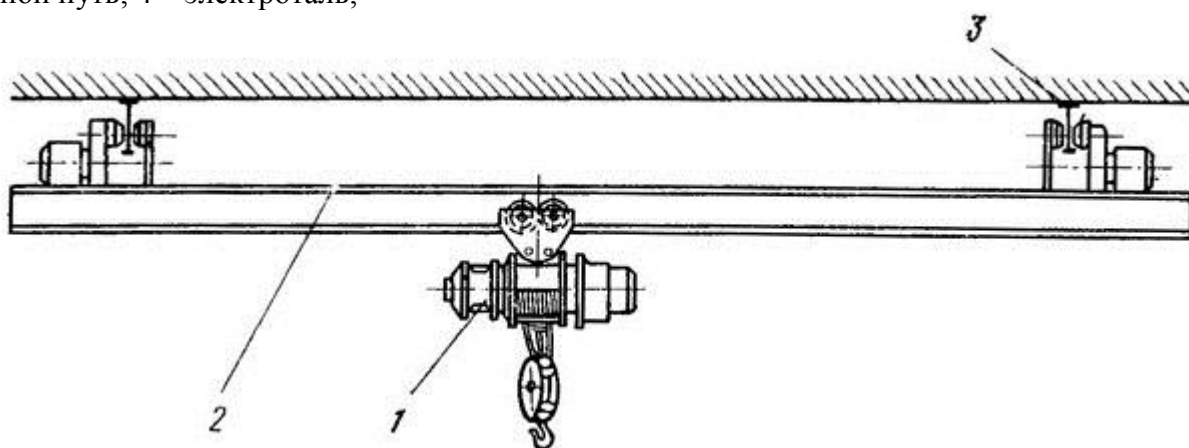


Рисунок 2.6 – Подвесной мостовой кран:

1 — тельфер, 2 — двутавровая балка, 3 — подкрановый путь

В зависимости от ширины пролета, шага несущих конструкций покрытия, грузоподъемности и требуемого числа транспортных операций по ширине пролета (или на одних и тех же путях) устанавливают один или несколько кранов. По количеству путей подвесные краны могут быть одно-, двух- и многопролетными.

Краны могут быть однопролетные при длине несущих балок от 3,6 до 18 м, двухпролетные - при длине 16,2-27 м и трехпролетные - при длине 28,2-34,8 м. Размеры пролетов кранов (расстояние между точками подвеса) приняты кратными 1,5 м и составляют 3-15 м. Управляют подвесными кранами с пола цеха.

Наибольшее влияние на строительные конструкции здания оказывает мостовой кран.

При необходимости обслуживания транспортом лишь части пролета применяют *монорельс* (рисунок 2.7) – двутавровую направляющую балку, по нижнему поясу которой передвигается электроталь (тельфер). Грузоподъемность монорельса до 5 т.

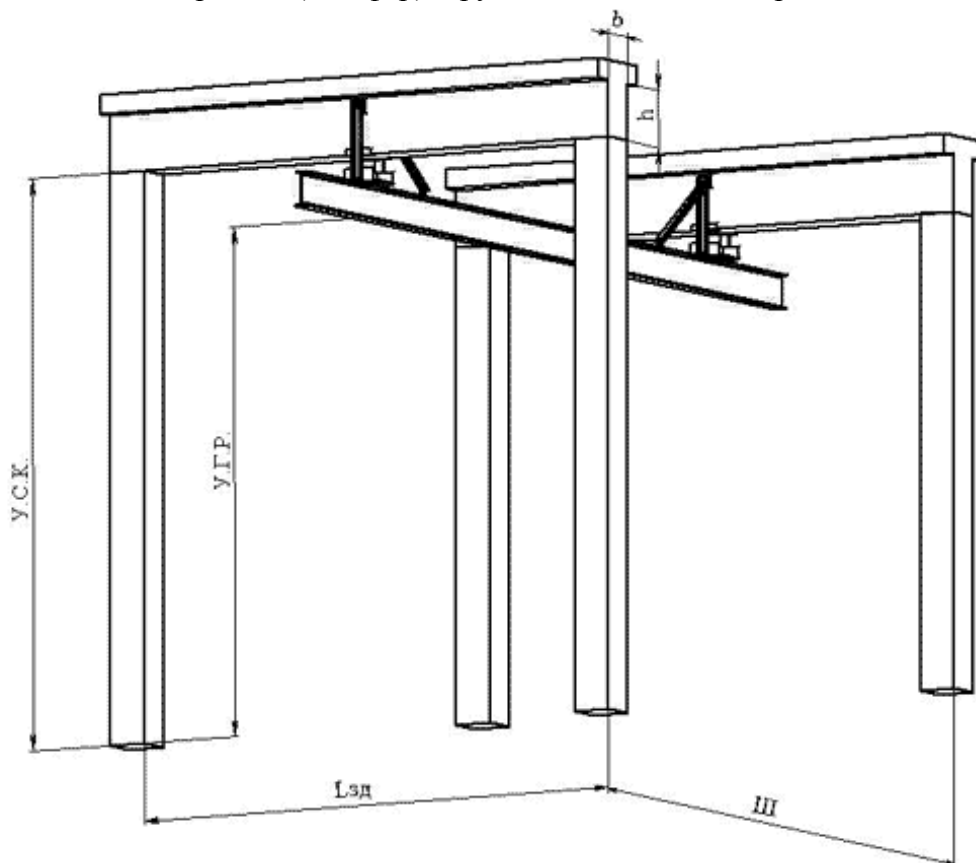
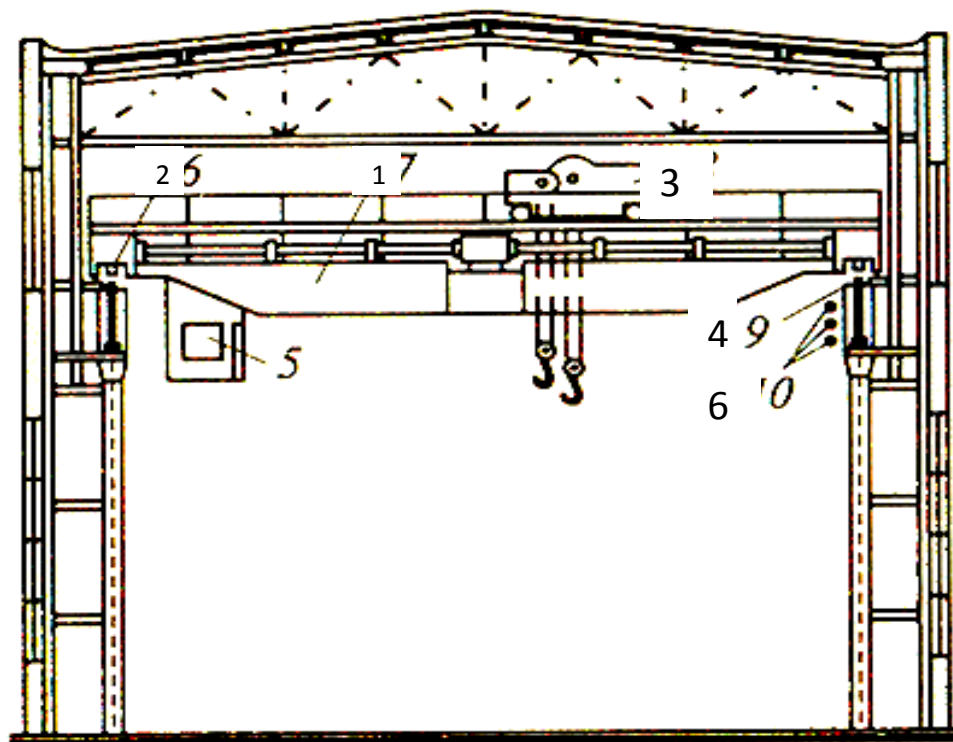


Рисунок 2.7 – Крепление монорельса

**Мостовые краны** имеют грузоподъемность от 1 до 500 т и более. Чаще используют краны грузоподъемностью 5-32 т. В тех цехах, где требуется перемещать грузы разной массы и с разной скоростью, предусматривают краны с двумя механизмами подъема. Грузоподъемность кранов обозначают дробными числами, например 50/10 т. Числитель показывает грузоподъемность механизма главного подъема, знаменатель вспомогательного.

Мостовой кран состоит из несущего моста (1), перекрывающего пролет помещения, механизмов передвижения (2), и передвигающейся вдоль моста тележки с механизмом подъема (3) (рисунок 2.8).



1 – несущий мост; 2– механизм передвижения вдоль кранового пути; 3– тележка с грузоподъемным механизмом; 4– подкрановый путь; 5 – кабина крановщика; 6 – токопровод

Рисунок 2.8 – Здания с мостовым краном

Благодаря тележкам кран передвигается вдоль пролета здания. Колеса тележек направляются рельсами, которые уложены по подкрановым балкам, укрепленным на колоннах здания. Вдоль моста крана передвигается тележка с электролебедкой и крюком для подъема и опускания груза. Управление краном ведется из кабины крановщика, укрепленной на мосту крана.

Все механизмы крана приводятся в действие электромоторами с питанием по троллейным проводам, которые крепят сбоку одной из подкрановых балок или подвешивают к нижнему поясу несущих конструкций покрытия. Грузоподъемность, габариты и основные параметры мостовых и подвесных кранов даются в ГОСТах.

В зависимости от продолжительности работы в единицу времени эксплуатации различают краны весьма тяжелого и тяжелого (коэффициент использования 0,4-0,8), среднего (0,25-0,40) и легкого (0,15-0,25) режимов работы. Передвигаются краны со скоростью 80 м/мин и более.

При использовании кранов весьма тяжелого режима работы (или тяжелого и среднего при двух и более кранах в пролете) вдоль подкрановых путей устраивают проходы (галереи) для обслуживающего их персонала. Ширину прохода принимают не менее 400, высоту 1800 мм.

Для подъема в кабину крана предусматривают металлические лестницы с посадочными площадками. В торцах пролета устраивают ремонтные площадки на уровне подкрановых балок, куда подгоняют кран на время его ремонта. В пролете может быть установлено два яруса подкрановых путей с движением кранов в двух уровнях.

**Консольно-поворотные краны** (рисунок 2.9) применяют для обслуживания небольших зон и для передачи грузов из одного пролета в другой. Они прикрепляются к колоннам каркаса и вызывают в них изгибающий момент. На балки и фермы покрытия передают нагрузки подвесные конвейеры, трубопроводы (для перемещения жидкостей и газов) и другие транспортные подвесные устройства.

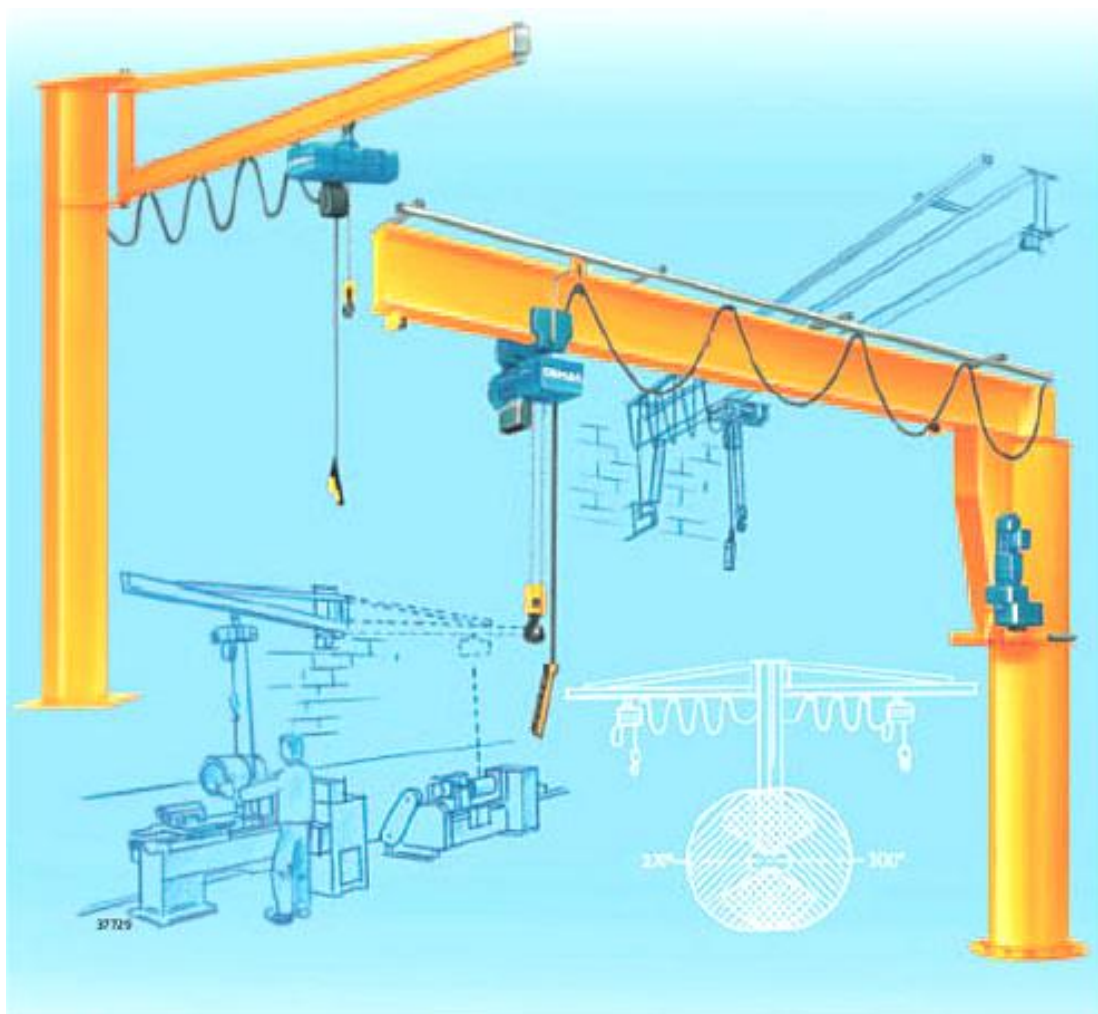


Рисунок 2.9 – Консольно–поворотные краны

Мостовые и подвесные краны, передающие нагрузки на каркас, очень сильно влияют на объемно-планировочное и конструктивное решение здания. При проектировании стремятся по возможности уменьшить грузоподъемность этих кранов или вообще освободить каркас здания от крановых нагрузок.

Отказ от мостовых и подвесных кранов приводит к значительному экономическому эффекту (уменьшается расход материалов на элементы каркаса), позволяет создавать здания с укрупненной сеткой колонн, а также легкие большепролетные здания с пространственными и висячими системами покрытий.

Технологический процесс в зданиях без мостовых и подвесных кранов обслуживается **напольным транспортом**.

К ним относятся вагонетки, электрокары, конвейеры, автомобильные краны, различного рода погрузчики и т.п. рольганги (используются для перемещения штучных грузов в заданном направлении) – рисунок 2.10. Несущим органом являются ролики или желобчатые роликовые опоры.).

В крупно- и большепролетных зданиях для перемещения грузов целесообразно предусматривать козловые краны, передвигающиеся по рельсам, уложенным в уровне пола цеха.

Напольный транспорт непосредственно не передает нагрузок на несущий остов здания и не влияет на выбор тех или иных конструкций.



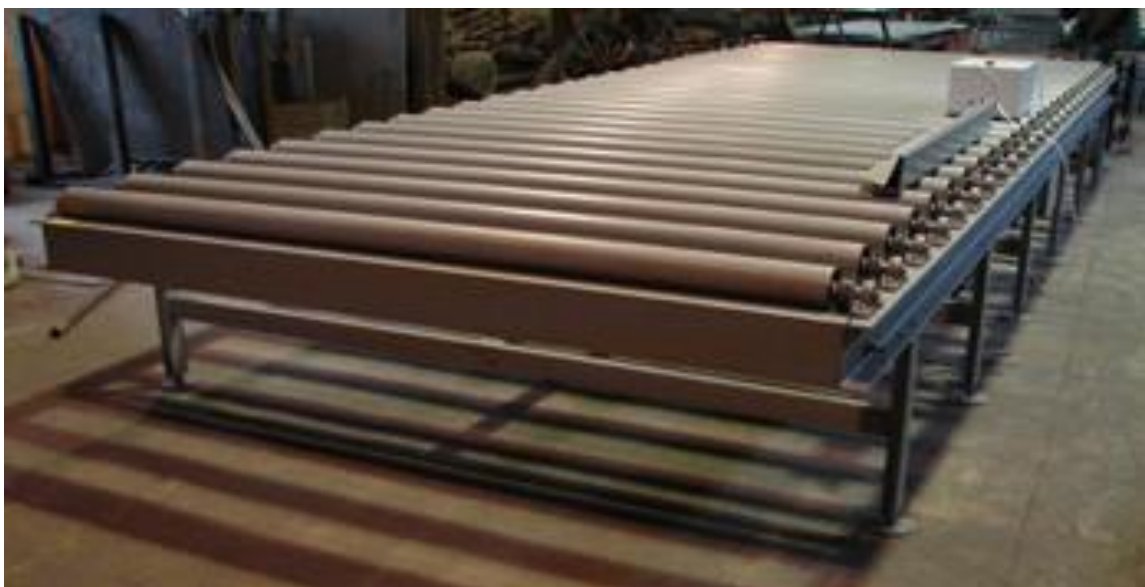


Рисунок 2.10 – Рольганг

Вместе с тем, все виды напольного транспорта, находящиеся в уровне движения людей, создают опасность травматизма, вызывают ощущение дискомфорта и повышенного нервного напряжения

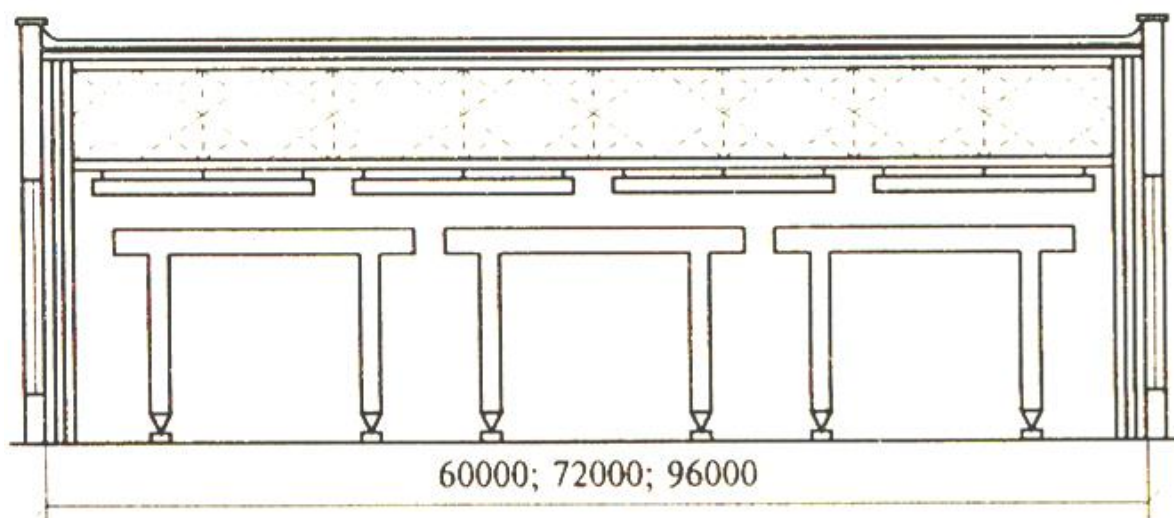


Рис. 2.11 – Здания для производств тяжелой промышленности с напольными кранами

В многоэтажных зданиях применяют **вертикальный транспорт** – грузовые подъемники, эскалаторы, винтовые поверхности и др.

### Тема 3.1 Унификация и типизация в промышленном строительстве.



### Рассматриваемые вопросы:

Унификация и типизация основных параметров зданий.

Унифицированные типовые секции (УТС), унифицированные типовые пролеты (УТП). Особенности унификации в современных условиях.

Система привязок конструкций к разбивочным осям.

Индустриализация строительства может осуществляться двумя путями:

1. Перенесение максимального объема производственных операций в заводские условия: изготовление укрупненных сборных элементов в высоком уровне заводской готовности на механизированных или автоматизированных технологических линиях с нетрудоемким механизированным монтажом этих элементов на строительной площадке.

2. Сохранение всех или большинства производственных операций на строительной площадке со снижением их трудоемкости за счет применения механизированного оборудования, машин и инструментов (скользящая, объемная или плоскостная инвентарная переставная опалубка, бетононасосы, бетоноукладчики и т.п.).

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.

Унификация объемно–планировочных и конструктивных решений стала возможной на базе единого подхода к правилам назначения основных параметров зданий, расположения разбивочных (координационных) осей и строгого соблюдения правил привязки к ним несущих и ограждающих конструкций.

Назначение основных параметров зданий (пролет и высота) производят в соответствии с действующей единой модульной координацией размеров в строительстве (ЕСМК) и ГОСТами.

В настоящее время, исходя из функциональных, экономических и архитектурных требований, размеры модульных пролетов  $L_0$ , модульных шагов  $B_0$  и модульных высот

этажей  $H_0$  объемно–планировочных элементов зданий назначают кратными укрупненным модулям (с соблюдением обязательной кратности их, как и прежде, единому модулю –  $M = 100$  мм) в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1 Размеры объемно-планировочных элементов зданий и укрупненные модули

Предельные величины, мм	Укрупненный модуль	
	принимаемый	допускаемый
Модульные пролет $L_0$ и шаг $B_0$ : до 18 000 свыше 18 000	30 М 60 М	15 М 30 М
Модульная высота этажа $H_0$ : до 3 600 свыше 3 600	3 М 6 М	- 3М

Примечание. Указанные укрупненные модули не обязательны для зданий, предназначенных для строительства на подрабатываемых территориях, в районах с вечномерзлыми и просадочными от замачивания грунтами и в районах с сейсмичностью более 6 баллов.

Укрупненные модули лежат в основе назначения номинальных размеров конструктивных элементов зданий (стеновые блоки и панели, плиты покрытий и перекрытий и др.) Оптимальные габариты сборных конструкций выбирают с учетом грузоподъемности механизмов и транспортных средств, технологии монтажа и других факторов.

Применение для здания типовых конструкций требует строго определенного их расположения. Это значит в первую очередь, что все колонны на плане здания должны быть расположены строго определенно по отношению к разбивочным осям.

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.

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.

*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.

**Привязка конструктивных элементов зданий к разбивочным осям.** Использование унифицированных объемно–планировочных и конструктивных решений промышленных зданий требует соблюдения единых правил привязки конструктивных элементов

к разбивочным осям. Под размером привязки понимают расстояние от разбивочной оси до грани или геометрической оси сечения конструктивного элемента.

Единые правила привязки конструкций к разбивочным осям и единство систем сопряжений их между собой обеспечивают взаимозаменяемость конструкций и позволяют исключить или свести к минимуму число доборных элементов.

В одноэтажных каркасных зданиях при привязке колонн крайних и средних рядов, наружных продольных и торцевых стен, колонн в местах устройства температурных швов, а также в местах перепада высот между пролетами и примыкания взаимно перпендикулярных направлений пролетов используют привязки "нулевая", "250" и "500" ("600") мм.

**Нулевая** привязка – наружная грань колонны совпадает с координационной осью. "Нулевая" привязка должна быть преимущественной, так как при ней исключается применение доборных ограждающих и несущих элементов в местах устройства температурных швов, высотных перепадов и примыкания пролетов различного направления.

Таблица 3.2 – Унифицированные размеры привязки а колонн крайнего ряда к продольной разбивочной оси в одноэтажных зданиях

Колонна	Крановое оборудование в зданиях	Шаг крайнего ряда колонн, м	Высота здания $H_0$ , м	Грузоподъемность кранов, т	Проходы для обслуживания кранов	Привязка $a$ , мм
Стальная	Без мостовых кранов	6; 12	6; 7,2; 8,4	–	–	Нулевая
	С мостовыми кранами	6; 12	8,4; 9,6	$\leq 20$	Без проходов	250
			10,8–18	$\leq 50$	Без проходов и с проходами	250
		12	10,8–21,6	$\leq 100$		500
Железобетонная	Без мостовых кранов	6	3–4,2	–	–	Нулевая
		6; 12	4,8–12			
	С мостовыми кранами	6	8,4–14,4	$\leq 30$	Без проходов	Нулевая
	12	9,6–18	$\leq 50$	250		

При "нулевой" привязке внешние грани колонн крайних продольных рядов (рисунок 3.1, а, б) совмещают с разбивочными (координационными) осями.

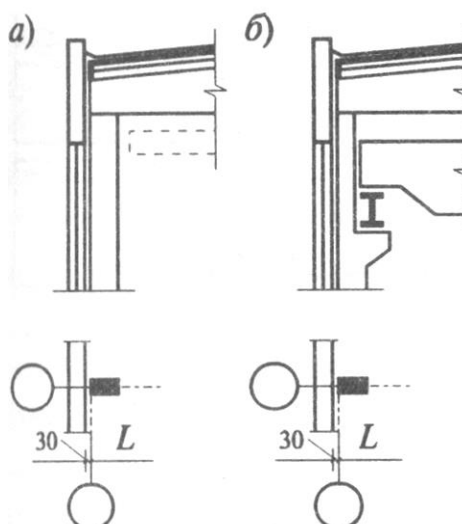


Рисунок 3.1 – Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям: а, б - нулевая привязка колонн и наружных стен к продольным разбивочным осям; в - то же, привязка "250";

При этом внутренняя поверхность продольных наружных стен и положение разбивочной оси совпадают за исключением случаев применения крупногабаритных навесных (самонесущих) конструкций стен. В этих случаях для удобства монтажа и располо-

жения приборов крепления предусматривают зазоры 30 мм между внешними гранями колонн и внутренней поверхностью стен.

**Привязки «250» и «500»** – колонны выдвигаются относительно модульной координатной оси на 250 или 500 мм, соответственно, наружу здания (рисунок 3.2).

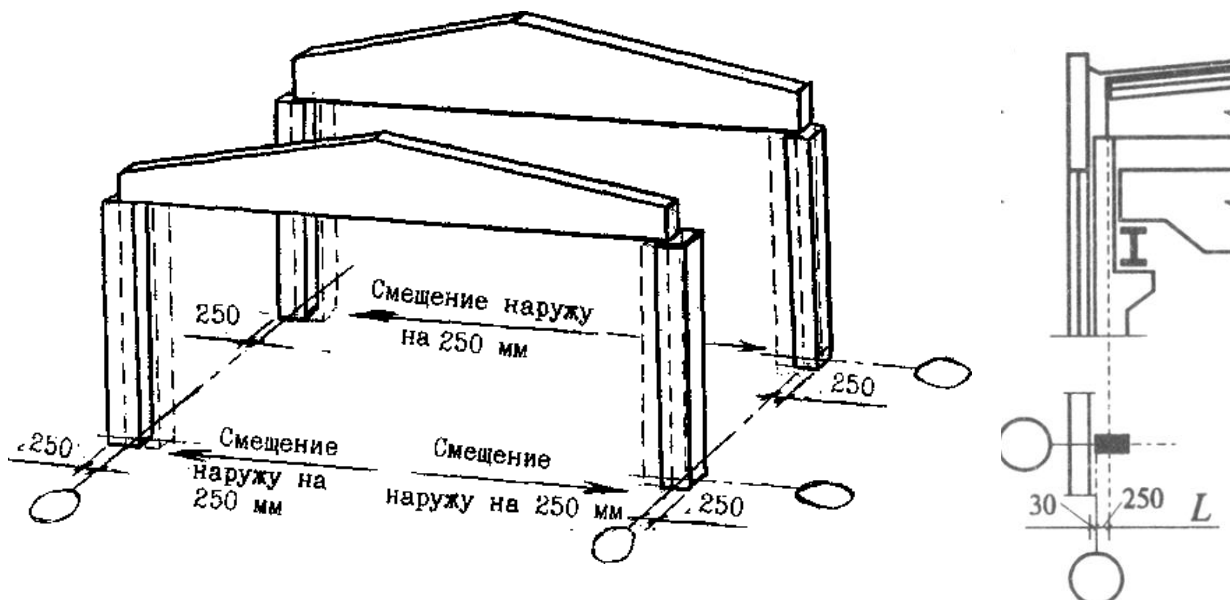


Рисунок 3.2 - Схема перемещения колонн каркаса при использовании привязок «250»

В таких зданиях использование привязки "250" и более вызвано увеличением размеров сечения колонн и подколонников, а в ряде случаев необходимостью устройства проходов для ремонта и обслуживания подкрановых путей мостовых кранов.

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 координатными осями здания.

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

Привязка *торцевых* колонн выполняется смещением геометрической оси колонны по отношению к координатной оси на 500 мм внутрь здания (рисунок 3.3). Такое смещение колонн в торце здания обеспечивает необходимый зазор между стеной и пристенной несущей конструкцией покрытия для размещения верхней части колонн торцевого фахверка.

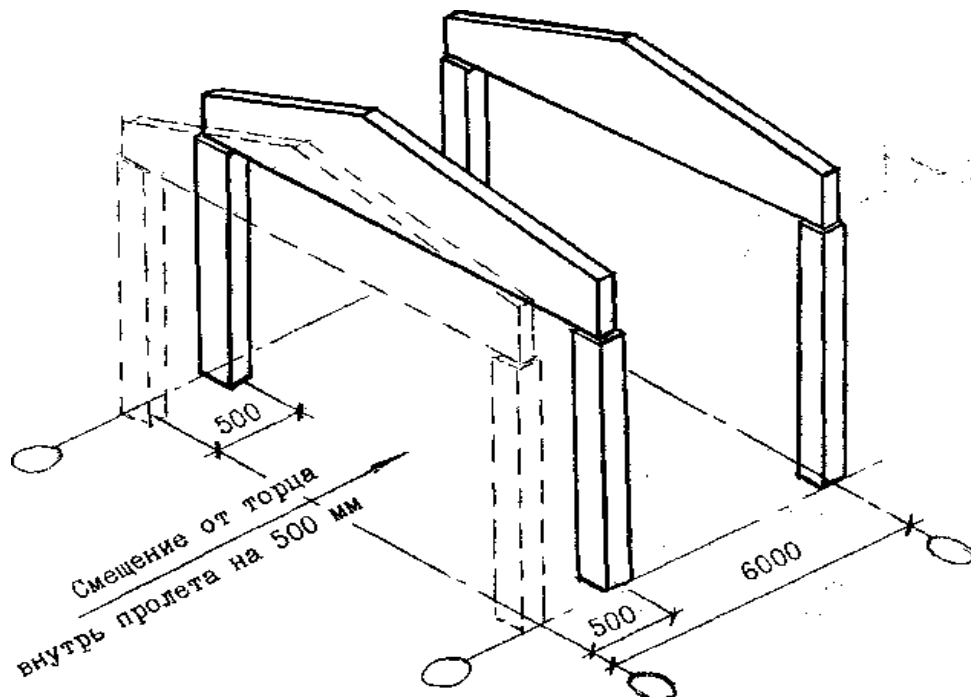


Рисунок 3.3 – Схема перемещения колонн каркаса при использовании привязок «500»

В случае необходимости между поверхностью стены и разбивочной осью оставляется зазор 30 мм (рисунок 3.4, *а*).

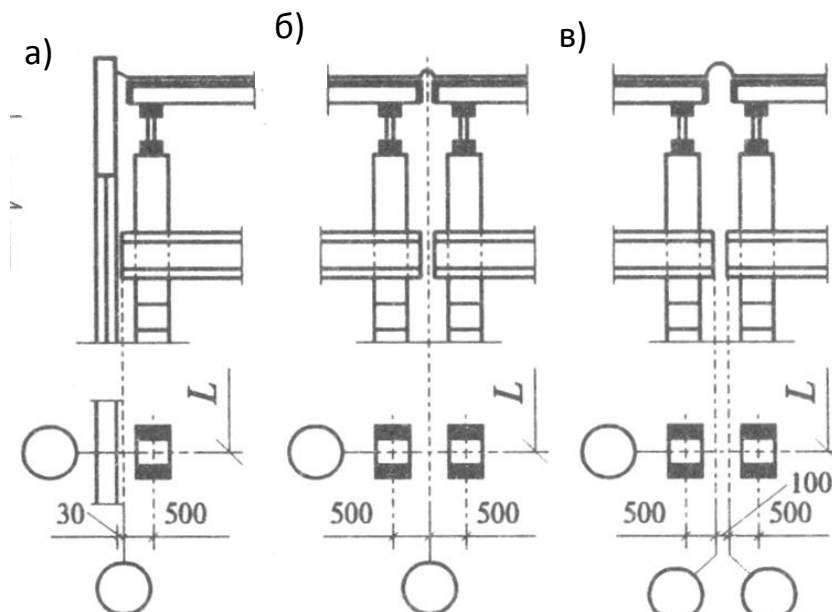


Рисунок 3.4 – Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям: *а* – привязка к поперечным разбивочным осям в торцах зданий; *б, в* – то же, в местах поперечных температурных швов

Такое правило привязки позволяет производить конструктивно оправданное размещение фахверковых колонн у торцевых стен и подстропильных и стропильных конструкций покрытия без доборных элементов.

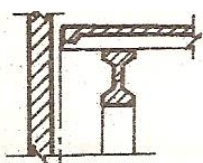




Рисунок 3.5 – Устройство приторцоввой стойки фахверка

Поперечный температурный шов между парными колоннами в зданиях с пролетами равной высоты устраивают с использованием привязки колонн к одной или двум разбивочным осям (рисунок 3.4, б, в). Привязки к двум разбивочным осям применяют в зданиях со сборным железобетонным каркасом и при расстоянии между поперечными температурными швами более 144 м. В обоих случаях привязка предусматривает смещение геометрических осей сечения колонн на 500 мм в обе стороны от разбивочных осей.

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.

Привязку колонн разновысоких пролетов осуществляют к двум продольным разбивочным осям со вставкой между ними (рисунок 3.6, а-в).

Привязка колонн к этим осям должна соответствовать правилам привязок "0" или "250". Размер вставки  $C$  (мм) должен быть кратным 50 мм (но не менее 300 мм) и равняться сумме следующих размеров:

$$C = "0"("250") \times 1(2) + d + e + 50, \quad (1)$$

где  $d$  - толщина стены, мм;  $e$  - зазор между наружной гранью колонн повышенного пролета и внутренней плоскостью стены, мм, обычно  $e = 30$  мм; 50 мм - зазор между наружной плоскостью стены и гранью колонн пониженного пролета.

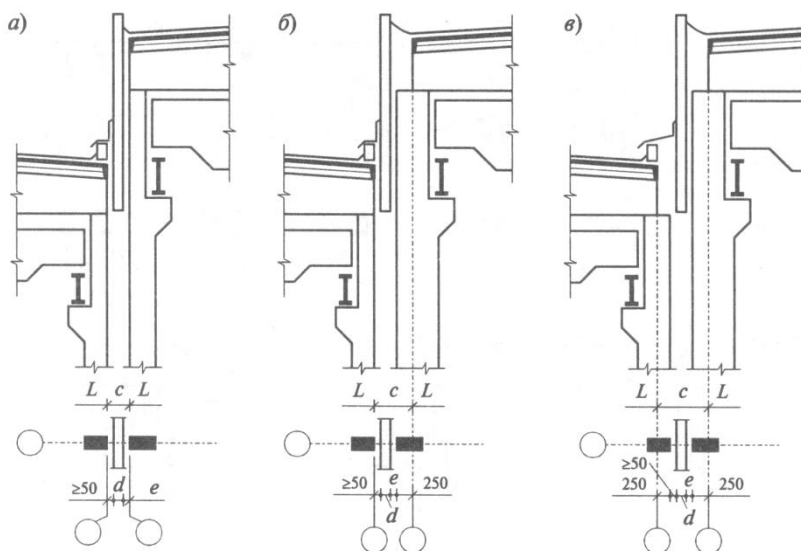


Рисунок 3.6 – Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям: а-в – привязка колонн и вставки между разбивочными осями в местах перепада высот параллельных пролетов

В местах примыкания взаимно перпендикулярных пролетов привязку колонн осуществляют также к двум разбивочным осям со вставкой между ними (рисунок 3.6, з, д).

Размер вставки  $C$  (мм) зависит от способа привязки в поперечном (более высоком) пролете ("0" или "250") и может быть определен из выражения

$$C = 0(250) + e + d + 50. \quad (2)$$

Этот размер округляют до кратности 50 мм, и он не должен быть менее 300 мм.

При наличии продольного температурного шва между пролетами, примыкающими к перпендикулярному пролету, этот шов продлевают до пролета, где он будет поперечным швом. При этом вставка между разбивочными осями в продольном и поперечном швах должна иметь одинаковую величину (500, 750 или 1000 мм), а каждую из парных колонн по линии поперечного шва смещают с ближайшей парной оси на 500 мм.

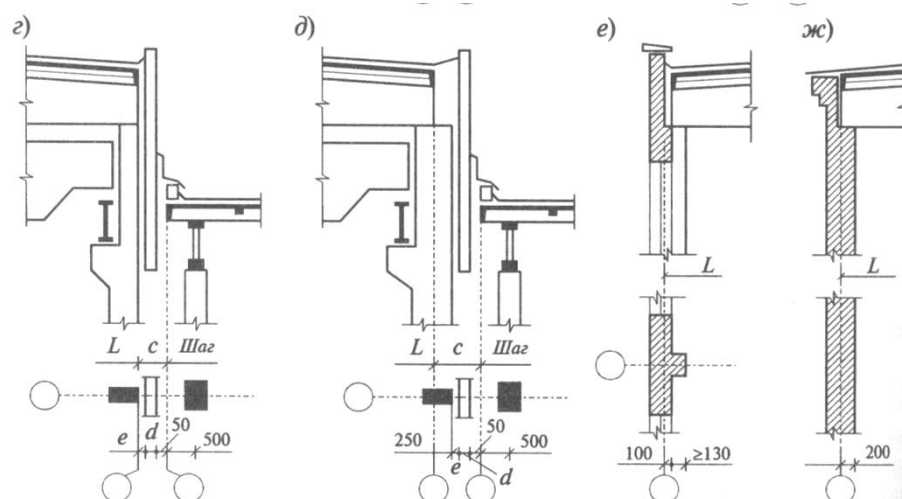


Рисунок 3.6 – Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям

з, д - то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов; е, ж - привязка несущих наружных стен

Продольный температурный шов между парными колоннами в зданиях с пролетами равной высоты осуществляют, предусматривая две разбивочные оси **со вставкой** между ними (рисунок 3.7, а-в). Размер вставки зависит от способов привязок в примыкающих пролетах и может составлять 400, 500, 750 и 1000 мм.

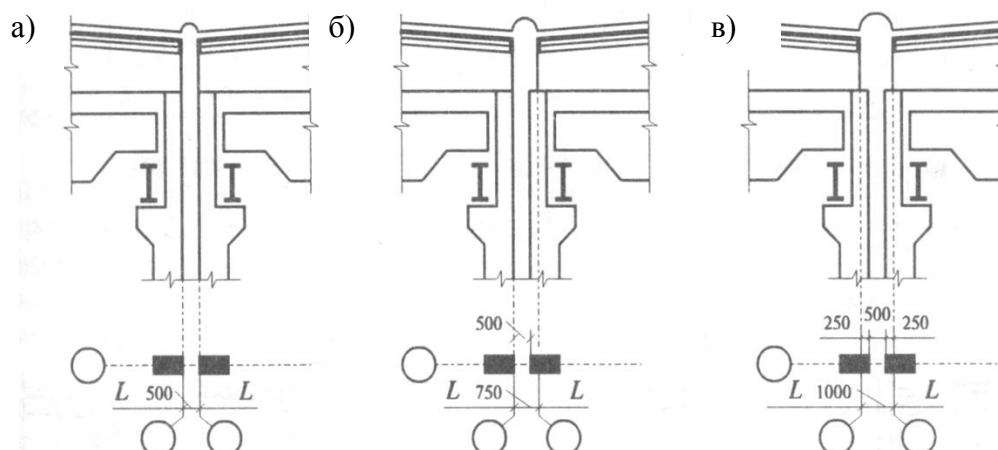


Рисунок 3.7 – Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям: а-в – привязка колонн и вставки между продольными осями в местах продольных температурных швов в зданиях с пролетами одинаковой высоты

Несущие наружные стены привязывают к продольным разбивочным осям следующим образом. При опирании стропильных ферм (балок) или прогонов на кирпичные стены толщиной 380 мм или мелкоблочные стены 400 мм внутренние плоскости стен

смещают внутрь с разбивочных осей на 100 мм. Для опирания несущих конструкций предусматривают пилястры, выступающие внутрь здания из плоскости стены не менее чем на 130 мм (рисунок 3.6, *е*). При большей толщине стен их привязки принимают равной 200 мм, а надобность в пилястрах определяют из условия обеспечения устойчивости стен (рисунок 3.6, *ж*).

При опирании плит покрытия непосредственно на наружные стены внутренние плоскости их смещают с разбивочных осей внутрь здания на 130 или 150 мм при соответственно кирпичных или мелкоблочных стенах. Так же производят привязку к поперечным разбивочным осям несущих торцовых стен при опирании на них плит покрытия.

Геометрические оси внутренних стен совмещают разбивочными.

**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.

**Тема 3.2 Объемно-планировочные и конструктивные решения одноэтажных промышленных зданий.**

**Рассматриваемые вопросы:**

Технологический процесс как основа формирования промздания. Виды планировок, выбор этажности, объёмно-планировочных параметров.

Объёмно-планировочное решение любого промышленного здания зависит от характера технологического процесса, располагаемого внутри здания.

Технологический процесс в свою очередь предопределяется производственно-технологической схемой, в которой установлена определенная последовательность операций по выработке продукции или полуфабриката, намечены технологическое оборудование и характер его расстановки, вид и грузоподъемность внутрицехового транспорта, номенклатура, размеры и последовательность расположения помещений, внутренний температурно-влажностный режим и т.п. Технологическая схема предусматривает также места поступления сырья и вспомогательных материалов, выхода готовой продукции или полуфабриката, удаления отходов производства, места ввода инженерных сетей.

При автоматизированном конвейерном производстве технологическая схема предусматривает размещение автоматических линий с указанием пунктов различных операций по обработке и сборке изделий. Кроме того, технологическая схема, определяя характер и массу рабочего оборудования и продукции, является решающим фактором при выборе этажности и здания.

Для обеспечения рациональной планировки цехов необходимо знать габариты технологического оборудования и готовых изделий, характер расположения рабочих мест, ширину проходов и проездов, а также схему расстановки производственного оборудования.

В комплекс вопросов планировки здания входит обеспечение хороших его эксплуатационных качеств, что в значительной степени зависит от размещения отдельных производственных участков. Так, отделения с мокрыми процессами необходимо размещать в средней части здания (во избежание образования на стенах конденсата). Там же следует помещать отделения со строго заданным температурно-влажностным режимом. Участки с горячими процессами располагают около наружных стен для улучшения вентиляции.

**Виды планировок.** Классификация отраслей промышленности включает около 150 наименований, а разновидностей предприятий и производств - несколько тысяч.

Все виды планировок можно разделить на два основных типа: *раздельные* и *сплошные*.

*Раздельные* планировки присущи предприятиям незначительной мощности, когда его составляющие производства размещают в небольших отдельно стоящих зданиях с пролетами ограниченных размеров.

Предприятия с раздельным размещением производств имеют следующие недостатки: большую площадь застройки, что увеличивает протяженность инженерных и транспортных сетей и объем работ по благоустройству территории; отсутствие возможности организации поточного производства и необходимость в межцеховом транспорте.

Для значительного числа производств в здании под одной крышей можно расположить все основные, подсобные, вспомогательные и складские помещения. Сблокированные здания представляют собой многопролетные корпуса большой площади, имеющие *сплошную* планировку.

Зонирование может осуществляться по горизонтали (в пределах этажа) и по вертикали (в многоэтажных зданиях). Однако даже в одноэтажных зданиях может быть использовано горизонтальное и вертикальное зонирование, так как все чаще инженерные коммуникации размещают выше или ниже рабочей зоны в пределах межферменного пространства или в подпольных каналах.

Промышленные здания должны иметь простую конфигурацию в плане; следует избегать периметральных пристроек к корпусу, усложняющих расширение и реконструкцию производств.

**Выбор этажности** зданий. Область целесообразного применения одно и много-

этажных зданий была рассмотрена ранее. Здесь указаны преимущества и недостатки тех и других, подлежащие учету при выборе этажности.

**Одноэтажные промышленные здания** – наиболее распространённый тип зданий промышленных предприятий. Их доля в общем объёме современного промышленного строительства составляет 75–80%.

Одноэтажные промышленные здания обычно используют для размещения производств с тяжёлым технологическим и подъёмно-транспортным оборудованием либо связанных с изготовлением крупногабаритных громоздких изделий, а также производств, работа которых сопровождается выделением избыточного тепла, дыма, пыли, газов и др.

Одноэтажные промышленные здания создают благоприятные условия для рациональной организации технологического процесса и модернизации оборудования, они позволяют располагать непосредственно на грунте фундаменты тяжёлых машин и агрегатов с большими динамическими нагрузками, обеспечивают возможность равномерного освещения и естественной вентиляции помещений через световые и аэрационные устройства в покрытии. Однако строительство одноэтажных промышленных зданий требует большей (по сравнению с многоэтажными промышленными зданиями) территории и соответственно больших затрат на инженерную подготовку строительной площадки.

В массовом строительстве преобладают одноэтажные крановые многопролётные промышленные здания прямоугольной (в плане) формы с верхним естественным освещением через фонари и проветриванием с помощью аэрационных устройств или систем механической вентиляции (*рисунок 3.8*).

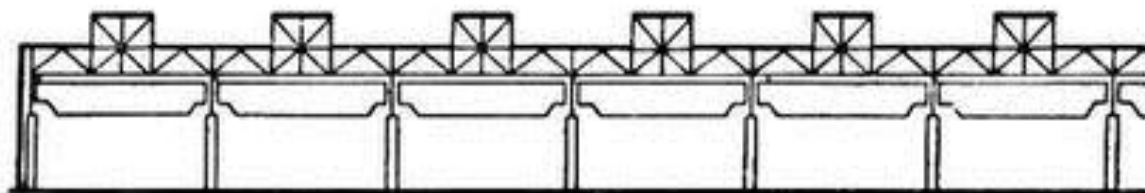


Рисунок 3.8 – Одноэтажное многопролётное крановое здание со световыми фонарями

Такие П. з. характерны для предприятий черной металлургии, машиностроения, металлообработки строительных материалов и ряда др. отраслей промышленности. Для производств со значительным выделением тепла или вредных газов применяют П. з., профиль покрытия которых определяется аэродинамическим расчётом; последний производится с целью создания наилучших условий для удаления нагретого или загрязнённого воздуха под действием теплового и ветрового напора через аэрационные фонари и шахты в покрытии (*рисунок 3.9*).

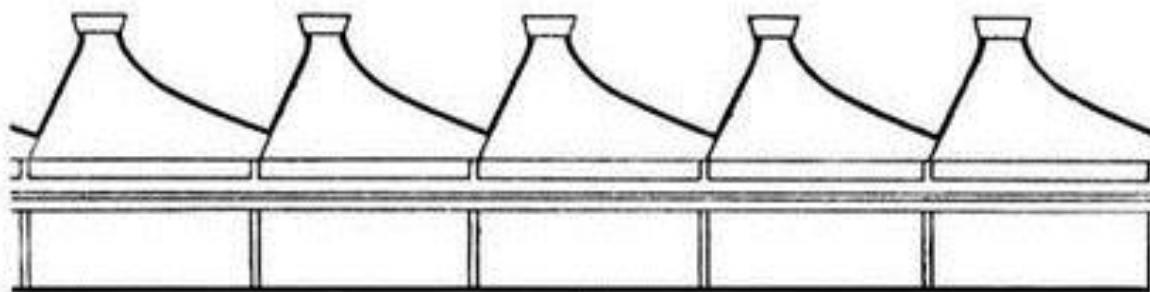


Рисунок 3.9. – Многопролётное здание с аэрационными вытяжными шахтами

Для производств с особыми условиями стабильности температурно-влажностного режима и чистоты воздушной среды часто применяют многопролётные одноэтажные П. з. с подвесными *потолками*, отделяющими расположенный в межферменном пространстве технический этаж (где размещаются инженерное оборудование и коммуникации) от основного объёма здания, который в этом случае может быть надёжно изолирован от



воздействия внешней среды (*рисунок 3.10*).

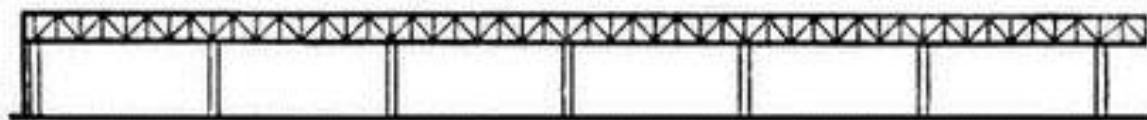


Рисунок 3.10 – Многопролетное бескрановое бесфонарное здание

Такие здания (обычно называют бесфонарными) имеют искусственное освещение, механическую вентиляцию и кондиционирование воздуха; их используют главным образом для размещения производств радиотехнической и электронной промышленности, приборостроения, прецизионного станкостроения, химической (производство искусственного волокна), текстильной и др. отраслей промышленности. Для одноэтажных П. з. массового строительства характерны следующие объёмно-планировочные параметры: пролёт 12—36 м, шаг колонн 6—12 м, высота помещений 5—12 м в бескрановых и 10—20 м в крановых зданиях. В отдельных случаях применяют укрупнённые сетки колонн, если это обеспечивает более рациональное использование производственной площади и лучшие условия эксплуатации оборудования. Когда по условиям производства необходимы значительные размеры пролётов и большая высота помещений (например, для предприятий судостроения, самолётостроения, транспортного машиностроения и т.п.), могут применяться одноэтажные П. з. с пролётами до 100 м (*рисунок 3.11*).

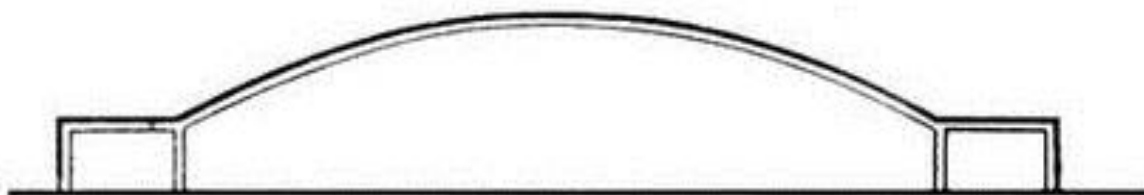


Рисунок 3.11 – Здание зального типа

В ряде отраслей промышленности (химическая, сахарная и др.) целесообразны одноэтажные промышленные здания с размещением технологического оборудования на этажерках, получившие название производственных зданий павильонного типа.

*Недостатками* одноэтажных зданий являются следующие: относительно большая площадь застройки, а также протяженность инженерных и транспортных сетей, повышающие расходы на благоустройство территории; большая площадь наружных ограждений (особенно покрытия), что повышает эксплуатационные расходы на содержание их и поддержание заданных параметров внутренней среды.

Во всех случаях в здании должны быть обеспечены требуемые нормами санитарно-гигиенические и бытовые условия для работающих, также выполнены требования пожарной безопасности.

#### **Выбор объёмно-планировочных параметров.**

Одноэтажные промышленные здания бывают одно- и многопролетными, крановыми и бескрановыми, фонарными и бесфонарными.

Многопролетные здания могут быть равно- или разнопролетными. Предпочтительнее здания с пролётами одной ширины и высоты.

В связи с тем, что многопролетные здания бывают очень широкими и протяжёнными, для освещения производственных площадей недостаточно оконных проемов в стенах, поэтому предусматривают верхний свет в виде фонарей. Иногда при соответствующем технико-экономическом обосновании (необходимость кондиционирования воздуха, район строительства с низкой расчетной температурой и т. д.) многопролетные здания делают бесфонарными, заменяя естественное освещение на искусственное.

Жесткость одноэтажных зданий обеспечивается поперечными рамами (совместная работа колонн с балками или фермами покрытия). Для жесткости в продольном направлении используют жесткий диск покрытия, подкрановые балки и вертикальные металлические связи жесткости крестообразного или порталного очертания.

Пролеты одноэтажных зданий с железобетонным каркасом принимаются равными 6, 9, 12, 18 и 24 м. Шаг колонн - 6, 12 и 18 м. Высота зданий (до низа несущих конструкций покрытия) - от 3 до 6 м с модулем 600 мм и от 6 до 14,4 м с модулем 1200 мм. Мостовые краны применяются в зданиях высотой 8,4 м и выше.

Несущий остов одноэтажного здания состоит из фундаментов, фундаментных балок, колонн, подкрановых балок, балок или ферм покрытия, плит покрытия, связей жесткости.

Объемно-планировочные параметры пролетов **складываются из таких компоненты как ширина, высота и шаг колонн**. Совокупность расстояний между колоннами в продольном и поперечном направлениях называют **сеткой колонн**.

Конфигурация и размеры плана, высота и профиль промышленных зданий определяются технологическими параметрами, числом и взаимным расположением пролетов. Эти факторы, как отмечалось, зависят от технологии производства, характера выпускаемой продукции, производительности предприятия, требований санитарных норм и пр.

Ниже рассмотрены те компоненты, из которых складываются объемно-планировочные параметры пролетов - ширина, высота и шаг колонн.

**Ширину пролета  $L$**  – расстояние между продольными разбивочными осями – увязывают с пролетом мостового крана  $L_K$  и расстоянием  $K$  между осью рельса подкранового пути и разбивочной осью, которые определены ГОСТом (рисунок 3.12). Размер  $K$  принимают: 750 мм – при кранах  $Q \leq 50$  т; 1000 мм (и более, кратно 250 мм) - при кранах  $Q > 50$  т, а также при устройстве в надкрановой части колонн прохода для обслуживания подкрановых путей. При железобетонных колоннах проходы вдоль подкрановых путей чаще располагают рядом с колоннами.

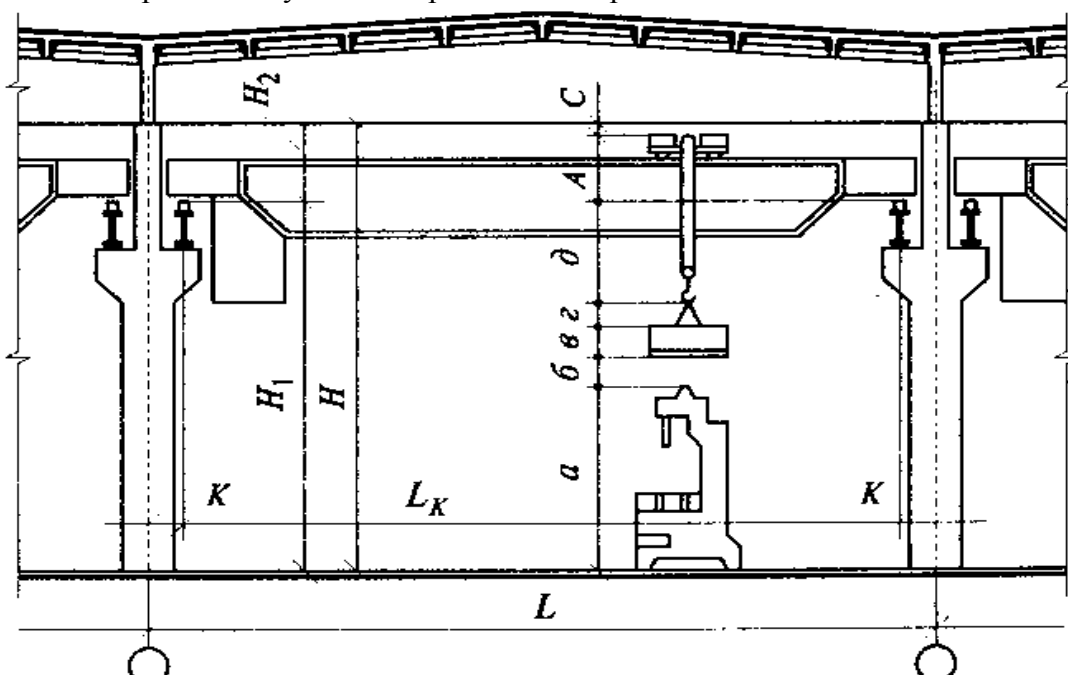


Рисунок 3.12 – Схема разреза одноэтажного здания к определению параметров пролета

В размер привязки подкранового пути входит зазор (не менее 60 мм) между торцевой плоскостью крана и колоннами, а также расстояние между центром катков крана и его торцевой плоскостью, принимаемое от 125 до 500 мм в зависимости от грузоподъемности кранов. Ширину пролетов, не имеющих мостовых кранов, принимают равной расстоянию между разбивочными осями.

**Шаг колонн** (расстояние между поперечными разбивочными осями) выби-

рают с учетом габаритов и способа расстановки технологического оборудования, размеров выпускаемых изделий, вида внутрицеховых подъемно–транспортных средств и др. факторов. Так, при крупногабаритном оборудовании и больших изделиях шаг колонн назначают возможно большим, обеспечивая помещениям технологическую гибкость.

Увеличение шага колонн в большинстве случаев повышает эффективность использования производственных площадей, но усложняет конструкции покрытия и подкрановых путей здания. Поэтому размер шага колонн всегда обосновывают технико-экономическим расчетом. Наиболее распространены шаги колонн 6 и 12 м.

**Высота пролетов** (расстояние от уровня пола до низа несущих конструкций покрытия) в основном зависит от технологических и санитарно-гигиенических требований. Складывается она в пролетах с мостовыми кранами из расстояния от уровня пола до верха кранового рельса  $H_1$  и расстояния от рельса до низа несущих конструкций покрытия  $H_2$ .

Высоту пролета предварительно определяют суммированием следующих параметров: высоты наибольшего технологического оборудования (при небольших его размерах принимают  $a \geq 2,3$  м); просвета между верхом наибольшего оборудования и низом перемещаемого груза, поднятого в верхнее положение ( $b \geq 0,5$  м); высоты перемещаемых грузов в транспортном положении ( $в$ ); расстояния от верха транспортируемого изделия до центра крюка ( $e \geq 1$  м); расстояния от центра крюка до головки рельса (зависящего от  $Q$  крана и принимаемого  $d = 0,05...4,8$  м); высоты крана ( $A = 0,5...5,9$  м); просвета между верхом крана и низом несущих конструкций покрытия ( $c \geq 0,2$  м).

Определение высоты бескрановых пролетов или с подвесным транспортом не вызывает затруднений.

**Длину пролетов** определяют графическим способом – путем расстановки макетов технологического оборудования с соблюдением ширины проездов и проходов или аналитическим способом - делением общей площади цеха, подсчитанной с учетом мощности предприятия, на принятую ширину (как сумму ширины всех пролетов). Намечив основные размеры пролетов, их подчиняют требованиям унификации.

При разной высоте параллельных пролетов перепады высот рекомендуется совмещать с продольными температурными швами, а величину понижения принимать 1,2 м и более.

### **Принципы конструктивных решений промышленных зданий.**

Конструктивное решение здания определяется на начальном этапе проектирования и сводится к выбору конструктивной и строительной систем и конструктивной схемы.

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.

Схема с *поперечными* ригелями является наиболее приемлемой для большинства одно- и многоэтажных промышленных зданий. При такой схеме система стоек и ригелей образует поперечные рамы, которые, в свою очередь, вместе с другими элементами (фундаментные, подкрановые, обвязочные балки, подстропильные конструкции, плиты покрытия и др.) и специальными связями позволяют получить пространственный жесткий каркас необходимого объема.

Конструктивная схема с *продольными* ригелями из сборных элементов в меньшей степени обеспечивает жесткость здания. Ее используют в зданиях со сложной планировкой и при ограниченных нагрузках.

*Безбалочные* (безригельные) схемы рациональны для производственно-технологических процессов, требующих особых условий санитарии и микроклимата (мясоперерабатывающие производства, холодильники и др.).

Другие виды конструктивных систем (бескаркасная, с неполным каркасом,

ствольная, оболочковая) применяют реже.

В каркасной системе прочность, жесткость и устойчивость здания обеспечивают пространственные рамные каркасы. Варианты состава и размещения несущих элементов в пространственном рамном каркасе определяют конструктивную схему здания.

**Жесткость одноэтажных зданий обеспечивается поперечными рамами (совместная работа колонн с балками или фермами покрытия).**

**Для жесткости в продольном направлении используют жесткий диск покрытия, подкрановые балки и вертикальные металлические связи жесткости крестообразного или порталного очертания.**

При каркасной конструктивной системе, преобладающей в промышленном строительстве, очень важную роль отводят ограждающим конструкциям. При назначении ограждающих конструкций руководствуются в первую очередь обеспечением необходимых теплозащитных требований.

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.

Таким образом, при окончательном выборе конструктивной схемы здания решается комплекс технических, функциональных, эстетических и экономических задач.

#### **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.

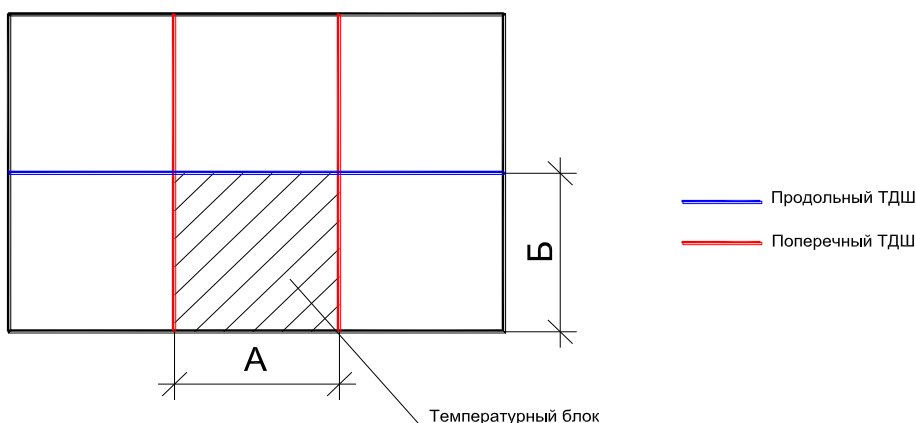


Рисунок 3.13 – Схема разрезки здания швами на температурные блоки

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. рисунок 3.13) 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.

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.

#### **Тема 4. Каркасы одноэтажных производственных зданий.**

##### **Рассматриваемые вопросы:**

4.1. Общие сведения. Железобетонные и металлические каркасы одноэтажных зданий. Фундаменты и фундаментные балки прозданий. Конструктивные элементы фундаментов.

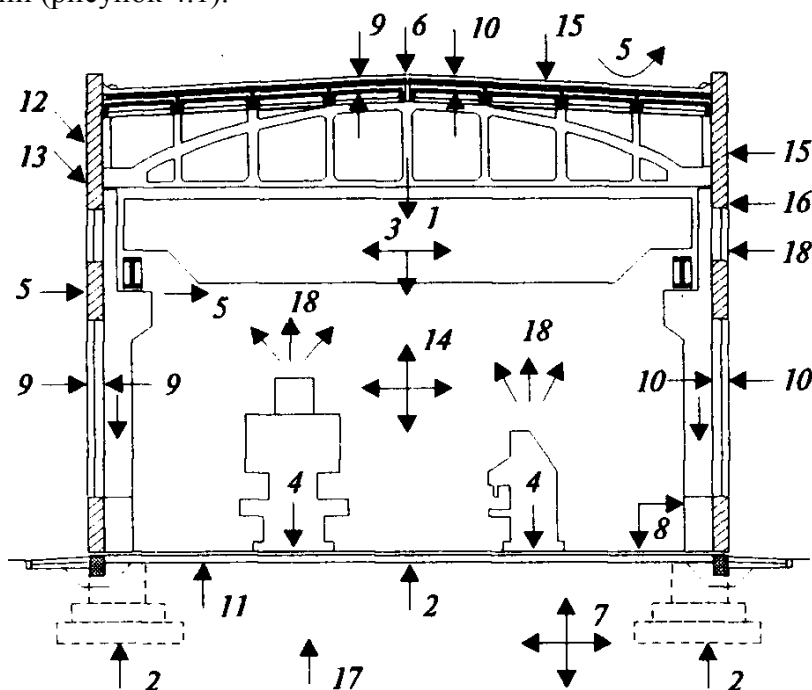
4.2. Колонны, подкрановые и обвязочные балки.

4.3. Стены и окна. Классификация. Требования, предъявляемые к стенам. Полы. Лестницы, перегородки ворота и двери промышленных зданий.

#### 4.1 Общие сведения

Каркас одноэтажного промышленного здания обычно состоит из поперечных рам, образованных колоннами и несущими конструкциями покрытия (балки, фермы, арки и др.), и продольных элементов: фундаментных, подкрановых, обвязочных балок, подстропильных конструкций, плит покрытия и связей. Когда несущие конструкции покрытий выполняют в виде пространственных систем — сводов, куполов, оболочек, складок и др., они одновременно являются продольными и поперечными элементами каркаса.

Элементы каркаса подвергаются сложному комплексу силовых и несиловых воздействий (рисунок 4.1).



1 — масса частей здания; 2 — давление грунта; 3 — нагрузки от кранового оборудования и перемещаемого грунта; 4 — масса технологического оборудования и обрабатываемых изделий; 5 — давление и отсос от ветра; 6 — масса снега и пыли; 7 — особые нагрузки; 8 — вибрации от технологического процесса; 9 — температура (внутренняя и наружная) и ее колебания; 10 — влага наружного и внутреннего воздуха; 11 — грунтовая влага; 12 — осадки (дождь, град, снег); 13 — солнечная радиация; 14 — химические (агрессивные) реагенты среды производства; 15 — то же, наружного воздуха; 16 — биологические разрушители; 17 — блуждающие токи; 18 — шум

Рисунок 4.1 – Нагрузки и воздействия на здание

Силовые — возникают от действия постоянных — 1 (масса конструкций) и временных — 2 (люди, ветер, снег, грузоподъемные устройства и др.) нагрузок, носящих статический или динамический характер, поэтому к элементам каркаса в первую очередь предъявляются требования прочности, устойчивости и малой деформативности.

Элементы каркаса воспринимают многочисленные несиловые воздействия внешней и внутренней среды в виде положительных и отрицательных температур — 9, тепловых ударов, жидкой и парообразной влаги — 5, воздуха и содержащихся в воздухе химических веществ — 14; в некоторых случаях на элементы каркаса могут воздействовать минеральные масла и эмульсии, органические растворители, кислоты, щелочи, аэрозоли, животные жиры, микроорганизмы, блуждающие токи — 17 и др.

Поэтому элементы каркаса должны отвечать требованиям долговечности, т. е. обладать термостойкостью, влагостойкостью, коррозиестойкостью, биостойкостью.

Материалом для устройства каркаса служат преимущественно железобетон и реже сталь. При выборе материала каркаса руководствуются характером силовых и несиловых воздействий, воспринимаемых каркасом, а также учитывают размеры пролетов, шага колонн, высоту здания, место строительства, требования огнестойкости и технико-экономические соображения.



В настоящее время для одноэтажных промышленных зданий с унифицированными нагрузками применяют в основном сборный железобетонный каркас. В отдельных случаях можно применять каркас смешанного типа, в котором вертикальные элементы выполняют из железобетона или камня, а несущие конструкции покрытия – из стали или дерева.

#### 4.1.1 Железобетонные каркасы одноэтажных зданий

В современном индустриальном строительстве применяют в основном сборные железобетонные каркасы, конструктивные элементы которых типизированы.

Пространственную систему, состоящую из колонн, подкрановых балок и несущих конструкций покрытия, называют **каркасом** одноэтажного промышленного здания.

*Фундаменты промзданий. Конструктивные элементы фундаментов.*

Фундаменты воспринимают нагрузки, возникающие в надземных частях, и передают давление от этих нагрузок на основание.

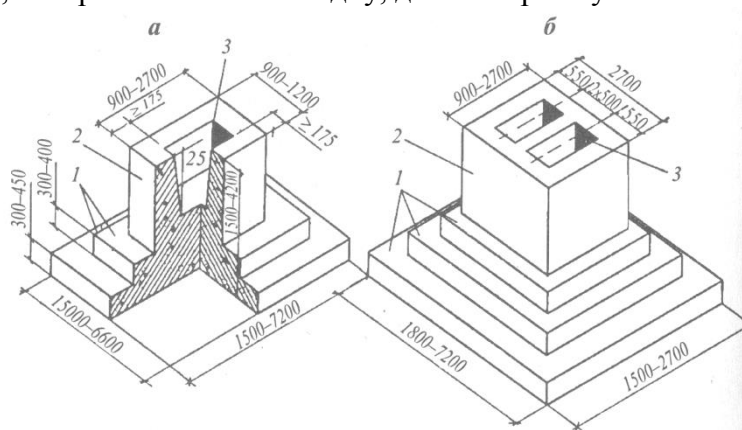
Работа фундаментов протекает в постоянно изменяющихся условиях и под воздействием больших нагрузок, поэтому к их качеству предъявляют повышенные требования. Материалы, из которых выполняют фундаменты, должны обладать механической прочностью, высокой морозостойкостью, долговечностью и не разрушаться под агрессивным воздействием грунтовых вод.

По характеру конструктивного решения и особенностям выполнения различают следующие типы фундаментов промышленных зданий: ленточные, столбчатые, свайные.

По технологии возведения фундаменты разделяются на монолитные и сборные, по величине заглубления – на фундаменты мелкого заложения и глубокого.

Промышленные здания каркасного типа имеют **столбчатые фундаменты**. Проектируют их, как правило, ступенчатой формы

*Монолитный столбчатый фундамент под железобетонную колонну* (рисунок 4.2) условно делится на две части: подколонник с отверстием (стаканом) для заделки колонн и плиту, которая может иметь одну, две или три ступени.



а – под одну колонну;

б – под спаренные колонны

1 – плитная часть (одно-, двух- или трехступенчатая); 2 – подколонник; 3 – стакан

Рисунок 4.2 – Монолитные железобетонные фундаменты стаканного типа

Соединение колонн каркаса с фундаментами, как правило, выполняют в виде жесткого сопряжения. При таком соединении колонны устанавливают в специально устроенные в верхней части подколонника стаканы. Стакан поверху на 150 мм, понизу на 100 мм больше размеров колонны. Это обеспечивает удобство монтажа и лучшую центровку колонны. Глубину стакана принимают на 50—150 мм больше заводимой в стакан части колонны. Проектное положение низа колонны фиксируют слоем песка или бетона, зазоры между стенками стакана и поверхностью колонны заполняют бетоном на мелком гравии или цементно-песчаным раствором.

Монолитные фундаменты более предпочтительны, так как располагают лучшими возможностями получения нужных форм и размеров, диктуемых нагрузками и местными

условиями строительства. В большинстве своем они экономичнее сборных вследствие меньшего расхода стали и затрат на транспортирование и монтаж.

В целях ограничения типоразмеров опалубочных элементов, а также для более четкой градации арматурных изделий, все опалубочные размеры фундаментов унифицированы.

Высота унифицированных фундаментов составляет 1,5 и от 1,8 до 4,2 м с градацией через 0,6 м, размеры их подошв в плане от 1,5x1,5 до 6,6x7,2 м с модулем 0,3 м, а размеры подколонников в плане - от 0,9x0,9 до 1,2x2,7 м (через 0,3 м). Высоту ступеней принимают 0,3 и 0,45 м с совмещением уступов, обеспечивающих уклон 2:1.

Под фундаментами предусмотрено устройство подготовки в виде слоя бетона толщиной 100 мм.

В целях унификации и сокращения числа типоразмеров колонн отметка верхнего обреза фундамента независимо от грунтовых условий должна быть на 150 мм ниже отметки чистого пола. Это позволяет монтировать колонны при засыпанных котлованах, после устройства подготовки под полы и прокладки подземных коммуникаций.

Плиты фундаментов армируют по низу подошвы сварными сетками. Подколонник армируют двумя вертикальными сетками, расположенными по коротким сторонам его сечения, а в пределах высоты стакана также горизонтально расположенными сварными сетками.

*Сборные железобетонные фундаменты* изготавливают одноблочными или составными. Верхний элемент фундамента – подколонник опирают на один, два или три ряда фундаментных блоков. Нижний ряд блоков укладывают на песчаную подготовку, располагая их на расстоянии 600 мм один от другого. После установки подколонника пазы между подколонником и плитами зачеканивают.

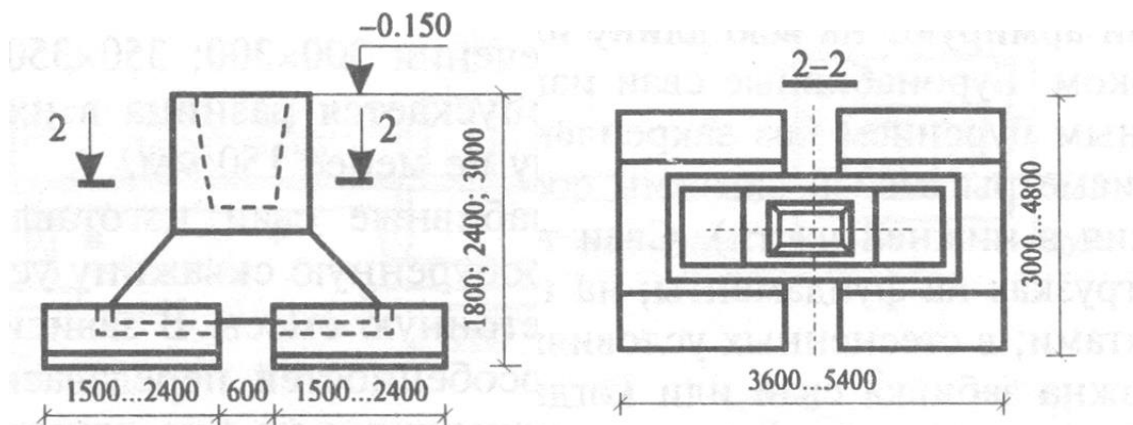
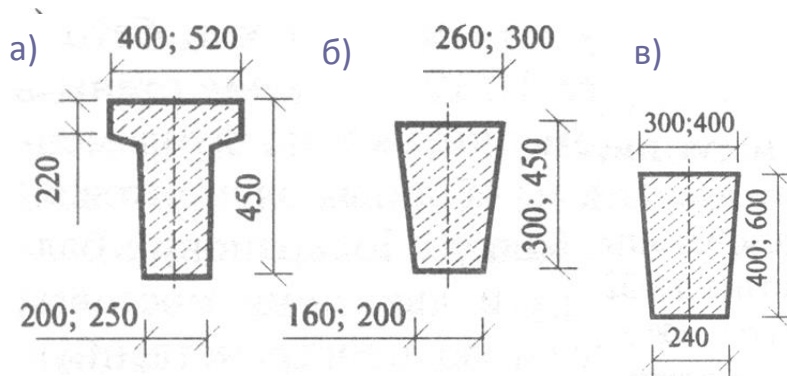


Рисунок 4.3 – Сборные железобетонные фундаменты стаканного типа:

#### 4.1.2 Фундаментные балки

*Фундаментные балки* из сборного железобетона разработаны под кирпичные, блочные, панельные самонесущие и панельные навесные варианты исполнения наружных стен.

В зависимости от веса наружных стен и шага колонн фундаментные балки имеют тавровое и трапециевидное сечение. Балки таврового сечения (рисунок 4.4, а) применяют при кирпичных стенах толщиной 380 и 510 мм, также при блочных толщиной до 500 мм и панельных самонесущих стенах толщиной до 300 мм при шаге колонн 6 м.



а – таврового сечения при шаге колонн 6 м; б – трапецевидного сечения при шаге колонн 6 м; в – то же, при шаге 12 м

Рисунок 4.4 – Фундаментные балки

Балки трапецевидного сечения (рисунок 4.4 б, в), применяют при шаге колонн 6 и 12 м. Их выполняют при кирпичных стенах толщиной 250 мм, панельных самонесущих стенах - 200 и 240 мм и панельных навесных - 160, 200, 240 и 300 мм. Фундаментные балки для наружных стен выносят за грани колонн, а для внутренних стен располагают между колоннами по линии их осей.

Фундаментные балки опирают на бетонные столбики (приливы), устраиваемые сечением 300x600 мм (рисунок 4.4) в пределах подколонников.

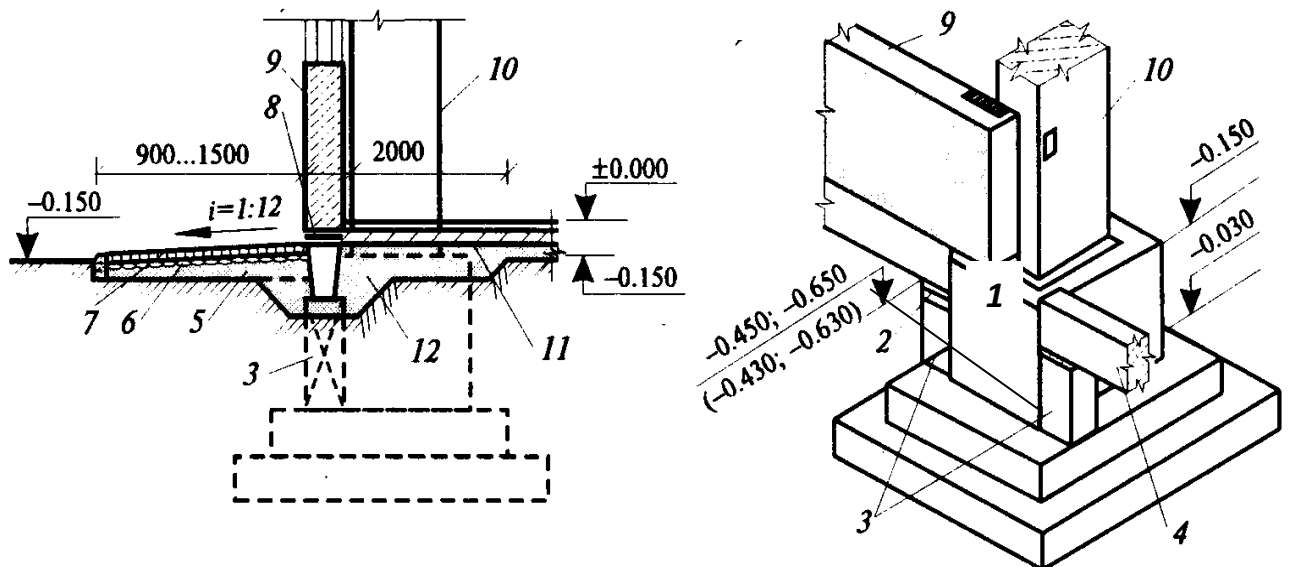


Рисунок 4.5 – Фундаментные балки

1 – набетонка толщиной 12 см; 2 – слой раствора толщиной 20 мм; 3 – опорный столбик; 4 – фундаментная балка; 5 – песок; 6 – щебеночная подготовка (13–15 см); 7 – асфальт (1,5 – 2 см); 8 – гидроизоляция; 9 – стеновая панель; 10 – колонна; 11 – подстилающий слой; 12 – шлак

Отметка верха столбиков зависит от высоты фундаментных балок и может составлять  $-0,350$ ;  $-0,450$  и  $-0,650$  мм. Длина фундаментных балок согласуется с шагом колонн, размерами подколонника и местом укладки. Так, при шаге колонн 6 м длина балок может быть 5950, 5050, 4750, 4400 и 4300 мм, а при шаге 12 м - 11950, 10750, 10400 и 10300 мм.

Верх фундаментных балок располагают на 30 мм ниже уровня чистого пола (отметка  $-0,030$ ). На этом уровне по верхней поверхности балок устраивают гидроизоляцию

из одного-двух слоев рулонного материала на мастике. Допускается выполнять гидроизоляцию из цементно-песчаного раствора (1:2) толщиной 30 мм. Для предохранения балок от деформации при пучении грунтов снизу или с их боков делают подсыпку из шлака, крупнозернистого песка или кирпичного щебня (рисунок 4.5).

В отапливаемых зданиях в целях утепления пристенной рабочей зоны ширина подсыпки из утеплителя может составлять – 1...2 м.

Пучинистые грунты из-под балок убирают и делают песчаную или шлаковую подсыпку.

По периметру здания устраивают отсыпку из асфальта или бетона шириной 0,9-1,5 м с уклоном от стены не менее 1 : 12.

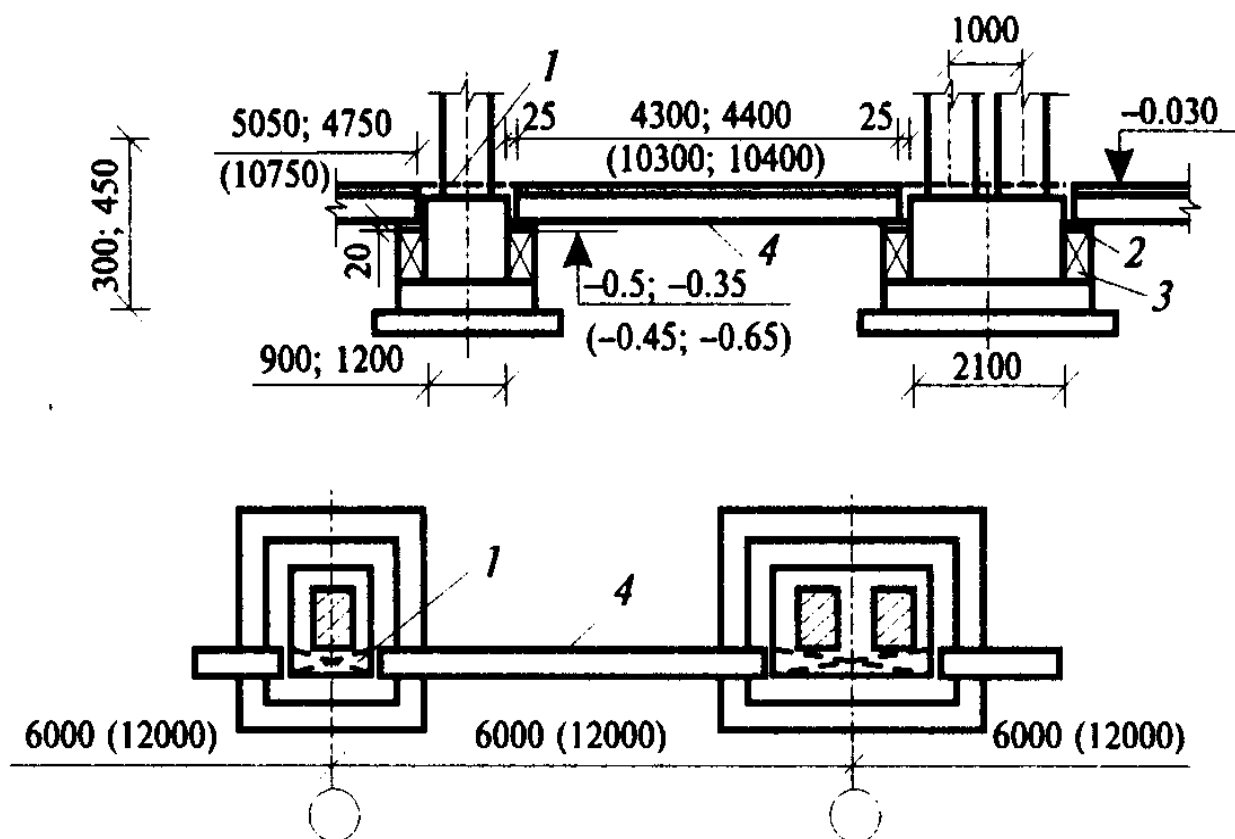


Рисунок 4.6 – Опираие балок

1 – набетонка толщиной 12 см; 2 – слой раствора толщиной 20 мм; 3 – опорный столбик; 4 – фундаментная балка;

В местах устройства ворот для въезда в цех автомобильного или железнодорожного транспорта фундаментные балки не укладывают. Железобетонная рама ворот и участки стен в пределах этого шага колонн опираются на монолитную подбетонку.

#### 4.1.2 Стальные каркасы

В одноэтажных производственных зданиях допускается применять стальные несущие конструкции:

- а) для стропильных и подстропильных конструкций:
  - в отапливаемых зданиях с пролетами 30 м и более;
  - в неотапливаемых зданиях и навесах различного назначения с асбестоцементной кровлей с пролетами до 12 м включительно при грузоподъемности подвешного подъемно-

транспортного оборудования более 2 т, с пролетом 18 м при грузоподъемности подвесного подъемно-транспортного оборудования более 3,2 т;

- в зданиях и навесах пролетом 24 м и более;
- в неотапливаемых однопролетных зданиях с рулонной кровлей с пролетами 30 м и более, а в многопролетных зданиях – с пролетами 18 м и более;
- в зданиях с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью более 5 т либо другими подвесными устройствами, создающими нагрузки, превышающие предусмотренные для типовых железобетонных конструкций;
- в зданиях на участках с развитой сетью подвесного конвейерного транспорта;
- в зданиях с расчетной сейсмичностью 8 баллов с пролетами 24 м и более; в зданиях с расчетной сейсмичностью 9 баллов с пролетами 18 м и более, а также в случаях возведения зданий в труднодоступных районах строительства;
- в зданиях с большими динамическими нагрузками (копровые цехи, взрывные отделения и др.);
- над горячими участками цехов с интенсивным теплоизлучением при температуре нагрева поверхности конструкций более 100° С (холодильники прокатных цехов, отделения нагревательных колодцев, печные и разливочные пролеты и т. п.) и др.;

б) колонны: в зданиях при высоте их от пола до низа стропильных конструкций более 18 м;

– при наличии мостовых кранов общего назначения грузоподъемностью 50 т и более независимо от высоты колонн, а также при меньшей грузоподъемности кранов тяжелого режима работы;

– при шаге колонн более 12 м; при двухъярусном расположении мостовых кранов;

в) для подкрановых балок, свето-аэрационных фонарей, ригелей и стоек фахверка;

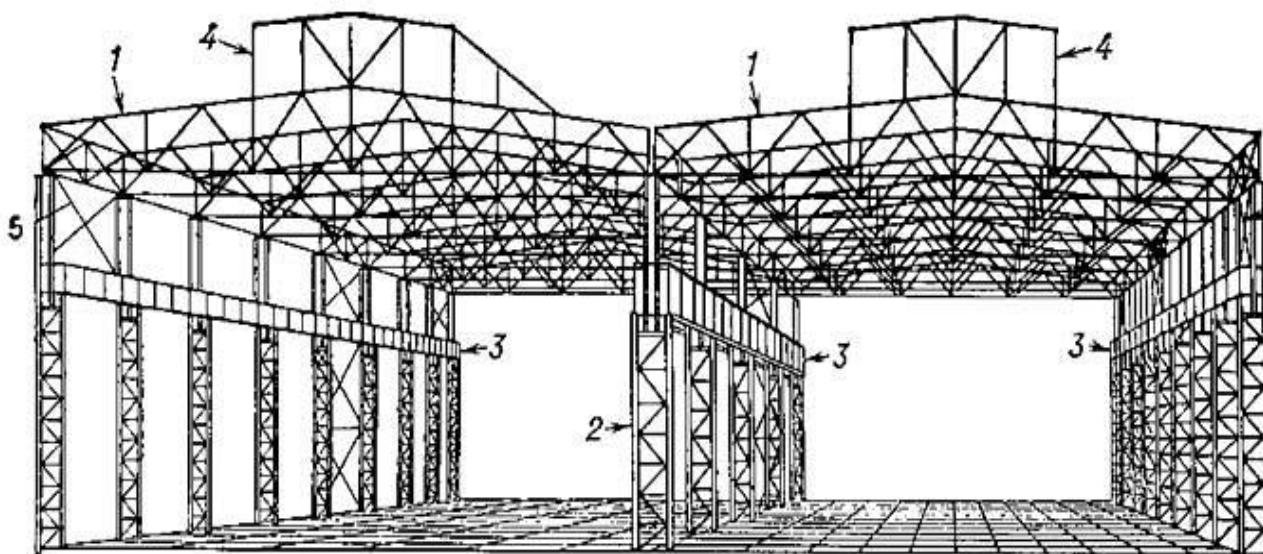
г) для типовых легких несущих и ограждающих конструкций комплексной поставки (в этом случае могут применяться стальные и железобетонные колонны).

Стальной каркас одноэтажного промышленного здания представляет собой пространственную геометрически неизменяемую систему. В зависимости от характера производственного процесса, наличия и грузоподъемности кранов промышленные здания имеют разнообразные по величине пролеты и высоты.

Кроме того, каркас здания включает в себя подстропильные фермы, подкрановые балки, прогоны, элементы фахверка.

Исходным материалом для стальных конструкций зданий является прокатный металл, выпускаемый по единому стандарту (сортаменту): лист, уголок, швеллер, двутавр, труба и т.п. Все конструкции объединены одним технологическим процессом их изготовления, в основе которого лежат холодная обработка металла (резка, гибка, образование отверстий) и соединение деталей в конструктивные элементы и комплексы (сборочно-сварочные операции).

Стальные каркасы решают по рамной, рамно-связевой и связевой схемам. Наиболее экономичны и просты в изготовлении и монтаже связевые каркасы, но нередко по технологическим соображениям их применение затруднительно. Наибольшее распространение получила рамно-связевая схема с рамами в поперечном направлении здания и вертикальными связями в продольном направлении. Такая схема удовлетворяет эксплуатационным требованиям и позволяет использовать экономичные сечения колонн и простоту их соединения с ригелями.



1 – стропильная ферма 2 – колонна 3 – подкрановая балка 4 – светоаэрационный фонарь 5 – связь

Рисунок 4.7 – Основные элементы стального каркаса

Пространственную систему металлических конструкций, образованную колоннами, подкрановыми балками, фермами, прогонами и связями, называют **стальным каркасом**. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается укладкой подкрановых балок, прогонов, связей между поперечными рамами.

Элементы каркаса изготавливают из малоуглеродистых и высокопрочных сталей. Сопряжение элементов стального каркаса осуществляют на болтах, сварке и заклепках (при значительных динамических нагрузках).

Стальные каркасы допускаются: при высоте одноэтажного здания более 14,4 м; при грузоподъемности кранов 50 т и более; при пролетах здания 30 м и более, а в не



отапливаемых зданиях – 18 м и более; при двухъярусном расположении кранов; при высоких динамических нагрузках; при строительстве в труднодоступных районах.

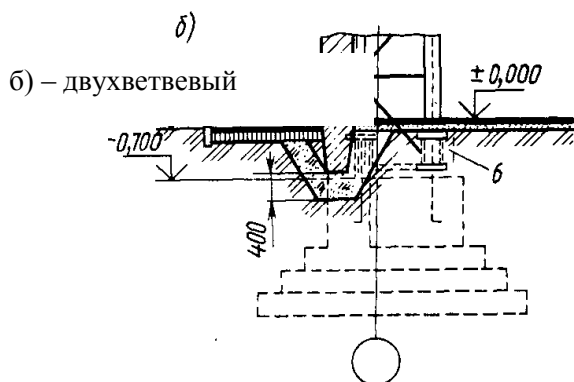
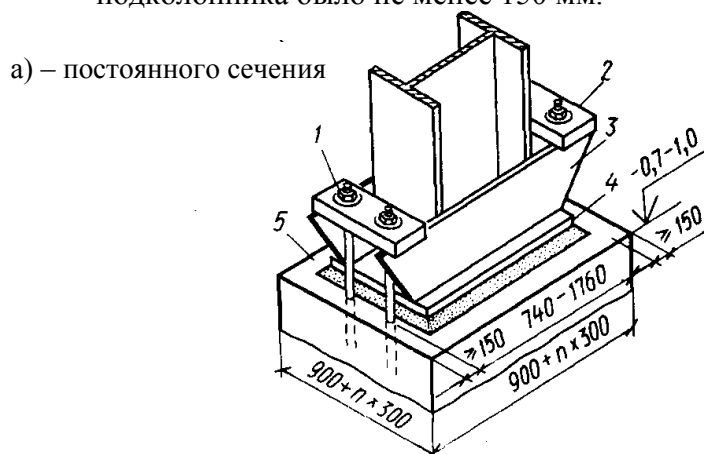
Устройство стального каркаса наиболее оправдано для многих цехов металлургической промышленности (мартеновские, прокатные и др.) и в цехах тяжелого машиностроения.

*Фундамент под металлические колонны.*

Фундамент под металлические колонны (рисунок 4.8) устраивают монолитными столбчатого типа без отверстия (стакана). Их размеры принимают такими же как и для сборных железобетонных колонн. Верхний обрез фундаментов располагают на отметке – 0,7 или –1,0 м, что позволяет заглубить базы стальных колонн (с траверсами) ниже уровня пола с последующей заделкой их слоем бетона. Для стальных колонн, у которых траверсы отсутствуют, отметку верха подколонника принимают на 300 мм ниже уровня пола.

Подколонник снабжается анкерными болтами, которые на нижних концах имеют крюки или анкерные плиты, а на верхних выступающих концах – винтовую нарезку для закрепления с помощью гаек стальной колонны на фундаменте. У колонны устраивают опорную базу – башмак. Под торец колонны укладывают стальной лист, обеспечивающий равномерную передачу нагрузки на большую площадь бетона фундамента. Базу, включая опорный лист и анкерные болты, заглубляют ниже отметки чистого пола и обетонируют.

Базы к фундаментам крепят анкерными болтами, заделываемыми в фундаменты при их изготовлении. Болты пропускают через опорную плиту и другие элементы базы. Высота подколонника принимается не менее 700 мм и не менее 35–40 диаметров болта. Площадь верхней грани подколонника принимают такой, чтобы от оси анкерных болтов до грани подколонника было не менее 150 мм.



1 – анкерные болты; 2 – то же, плитка; 3 – траверса; 4 – опорная плита; 5 – цементный раствор; 6 – обетонированная часть стальной колонны

Рисунок 4.8 – Монолитный железобетонный фундамент и башмак стальной колонны

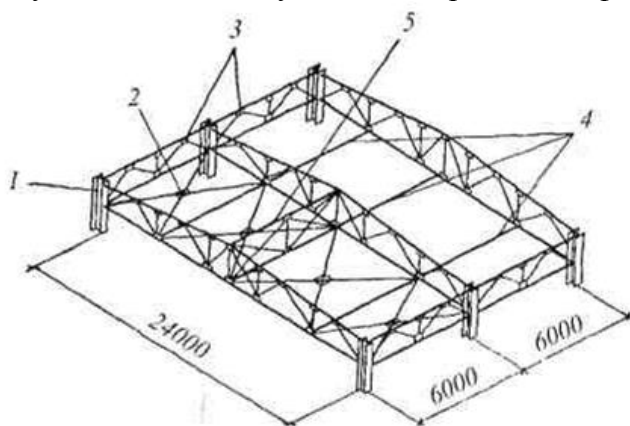
### Связи в стальном каркасе

Конструктивные элементы (связи), установленные между стропильными фермами и колоннами, обеспечивают пространственную жесткость каркаса (рисунки 4.9, 4.10).

*Вертикальные связи:*

между стальными колоннами разделяют на основные и верхние. Основные располагают по высоте подкрановой части колонны в середине температурного блока в каждом ряду колонн. Верхние вертикальные связи (в надкрановой части колонн) располагают по границе температурного блока и в местах расположения вертикальных связей между фермами покрытия; между стропильными фермами закрепляют вертикальные крестовые связи или фермочки с параллельными поясами. Их располагают между опорами ферм по краям и в середине пролета.

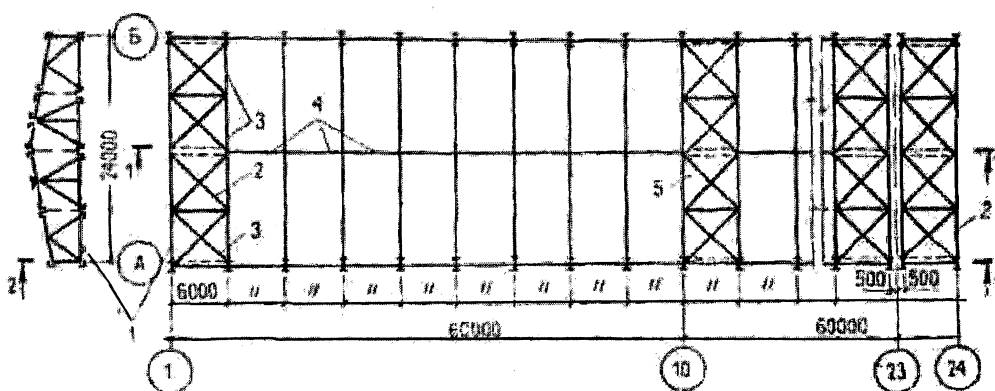
*Горизонтальные связи:* горизонтальные связи по нижним поясам ферм располагают поперек и вдоль пролетов, поперечные – у торцов и температурных швов. Если температурный блок 120–150 м и краны большой грузоподъемности, то промежуточные связевые фермы устраивают через 60 м. Продольные горизонтальные связи устраивают по крайним панелям нижних поясов стропильных ферм. В однопролетных – вдоль обоих рядов колонн, в многопролетных – вдоль крайних и через ряд вдоль средних. Если примыкают два пролета, разных по высоте, продольные связи располагают с обеих сторон колонн; горизонтальные связи по верхнему поясу ферм устанавливают в торцах и у температурного шва. Если длина блоков больше 96 м, то через 42–60 м ставят промежуточные связевые фермы. Распорки устанавливают на участках покрытия под фонарями в коньковых узлах ферм.



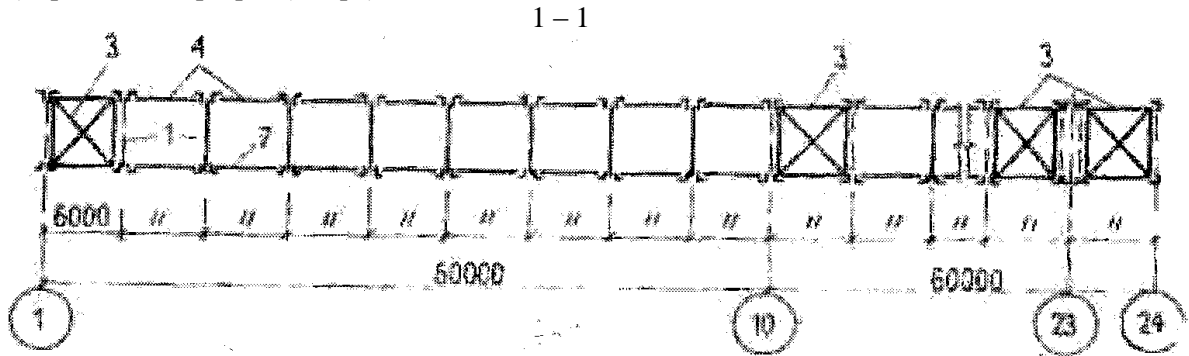
1 – колонны; 2 – связи по нижнему поясу ферм; 3 – связи по верхнему поясу ферм; 4 – распорки; 5 – вертикальные связи в плоскости конька

Рисунок 4.9 – Связи в шатре стального каркаса:

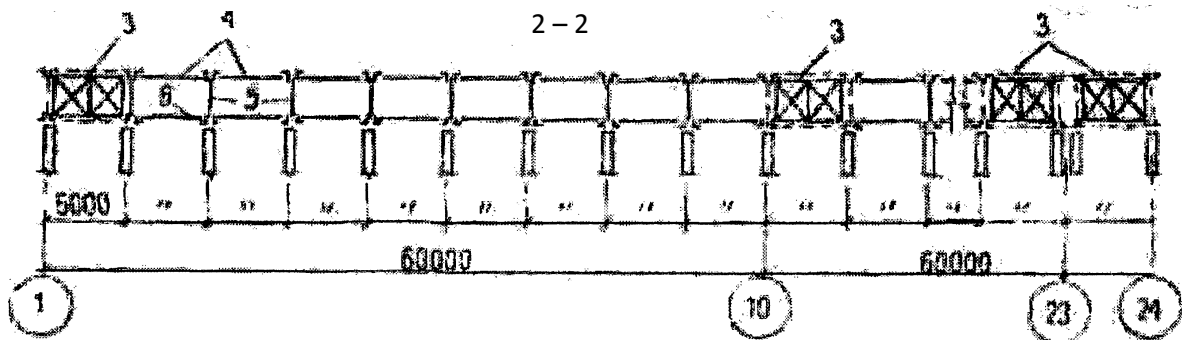
а) в уровне верхнего пояса стропильных ферм



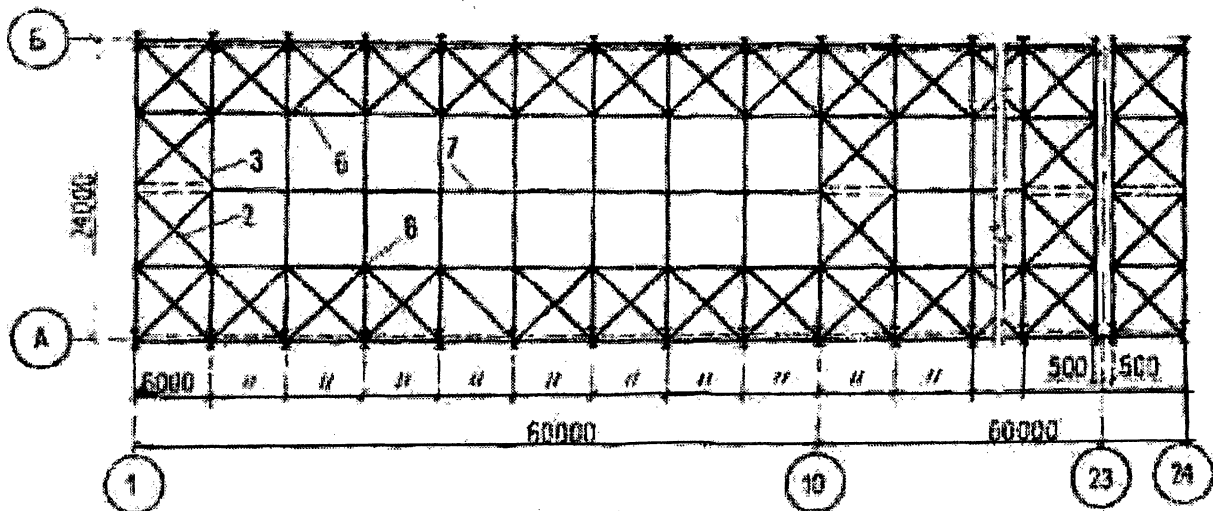
б) продольный разрез (шатра) в коньке



в) продольный разрез (шатра) по опорам стропильных ферм



г) в уровне нижнего пояса стропильных ферм



1 – фермы; 2 – горизонтальные связи; 3 – вертикальные связи в виде фермы с параллельными поясами; 4 – распорки (в коньковых узлах фермы); 5 – поперечная связевая ферма (в середине температурного блока); 6 – продольная связевая ферма; 7 – растяжки (в уровне нижнего пояса фермы)

Рисунок 4.10 – Установка связей в покрытии (шатре) стального каркаса

## 4.2. Колонны, подкрановые и обвязочные балки.

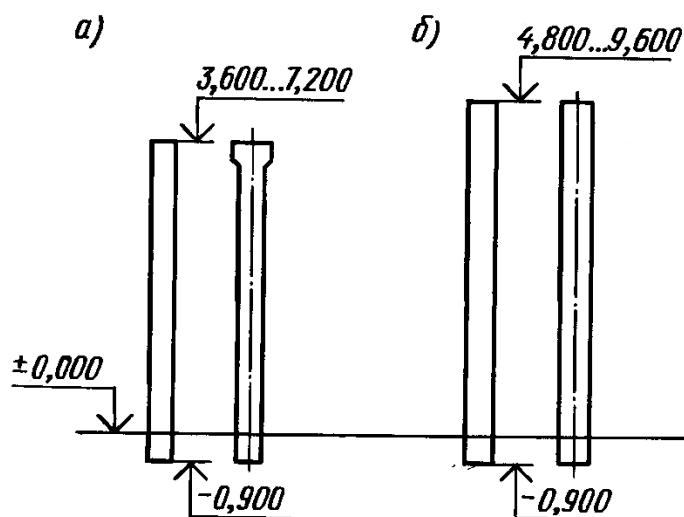
### 4.2.1 Железобетонный каркас – Колонны.

Для восприятия вертикальных и горизонтальных нагрузок в промышленных зданиях предусматривают отдельные опоры – **колонны**. По расположению в здании колонны подразделяют на крайние и средние.

Размеры сборных железобетонных колонны унифицированы по сечению, форме и длине и соответствуют установленным унифицированным высотам производственных зданий.

Конструкция сборных железобетонных колонн зависит от объемно-планировочного решения промышленного здания и наличия в нем того или иного вида подъемно-транспортного оборудования определенной грузоподъемности. По конструктивному решению колонны разделяют на одноветвевые и двухветвевые, по местоположению в здании – на крайние, средние и располагаемые у торцевых стен.

*Колонны постоянного сечения (бесконсольные)* (рисунок 4.11) предназначены для зданий высотой от 3 до 14,4 м без мостовых кранов, в бескрановых цехах и в цехах, оснащенных подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до 5 т.



а – прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов при шаге 6 м; б – то же, при шаге 12 м

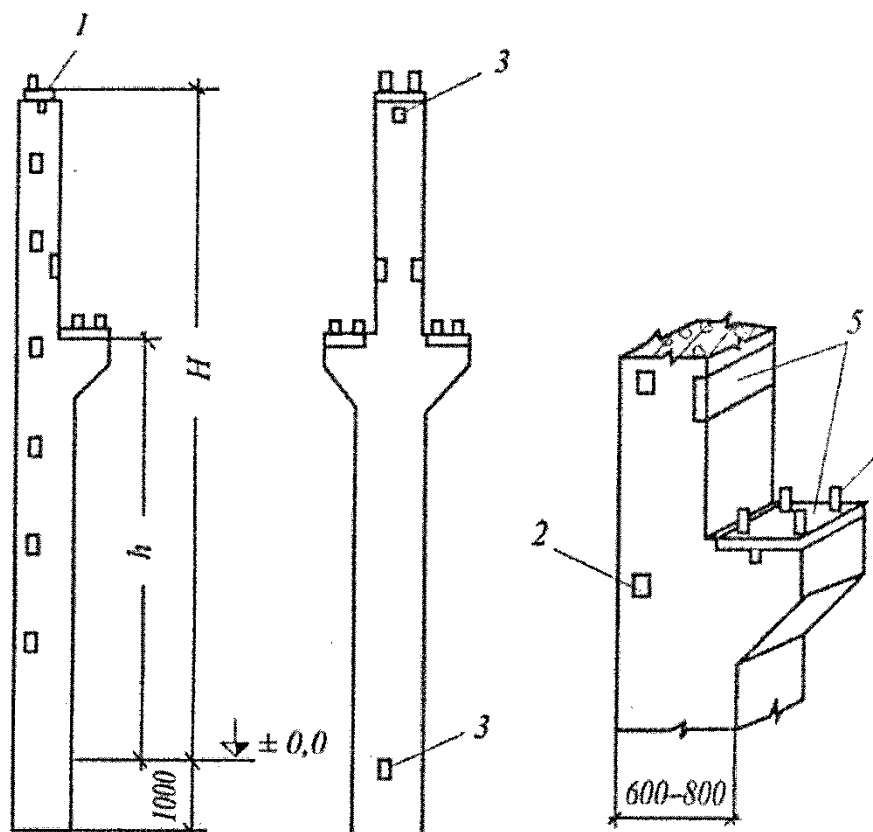
Рисунок 4.11 – Сборные железобетонные колонны для бескрановых пролетов одноэтажных зданий:

Колонны крайних рядов – прямоугольного постоянного по высоте сечения. Средние колонны, имеющие в плоскости поперечной рамы размер сечения менее 600 мм, снабжены сверху двусторонними консолями с таким выступом, чтобы длина площадки для опирания конструкции покрытия была равна 600 мм. При размере сечения 600 мм и более колонны не имеют консолей.

В колоннах, примыкающих к торцевым стенам, должны быть предусмотрены со стороны стен закладные детали для крепления приколонных стоек фахверка, у которых нулевая привязка к продольным осям.

*Колонны прямоугольного сечения для здания с мостовыми кранами, имеющие консоли* (рисунок 4.12, а, б), применяют в зданиях пролетом 18 и 24 м, высотой до 10,8 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью 10–20 т.

а – крайние колонны      б – средние колонны



1 – закладные детали для крепления балок или ферм покрытия; 2 – то же для приварки анкеров, скрепляющих стену с колоннами; 3 – риски; 4 – анкерные болты; 5 – закладные детали для крепления подкрановых балок

Рисунок 4.12 – Сборные железобетонные одноветвевые колонны для крановых пролетов

Крайние колонны одноконсольные, средние – двухконсольные. Колонны имеют прямоугольное поперечное сечение как в верхней (надкрановой), так и в нижней (подкрановой) части.

Колонны внутренних и наружных рядов, устанавливаемые в местах расположения вертикальных связей, должны иметь закладные детали для крепления связей.

Колонны постоянного сечения заделывают в железобетонные фундаменты на глубину 750, 850 мм.

*Двухветвевые колонны* (рисунок 4.13, в, г) применяются в зданиях пролетом 18, 24, 30 м, высотой от 10,8 до 18 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т.

Для крайних колонн при шаге 6 м, высоте не более 14,4 м и грузоподъемности крана меньше или равной 30 т принята нулевая привязка, а в остальных случаях – 250 мм.

Колонны запроектированы в нижней части с двумя ветвями и соединительными распорками. Ветви, распорки и верхняя часть всех колонн имеют сплошное прямоугольное сечение.

Нижние части железобетонных колонн, заводимые в стакан, в номинальную высоту колонны не включаются. Колонны предназначены для использования в условиях, когда верх фундаментов имеет отметку -0,150. Длину колонн подбирают в зависимости от высоты цеха и глубины заделки в стакан фундамента.

Соединение двухветвевых колонн с фундаментом можно осуществлять в одном общем стакане или в двух стаканах под каждую ветвь.

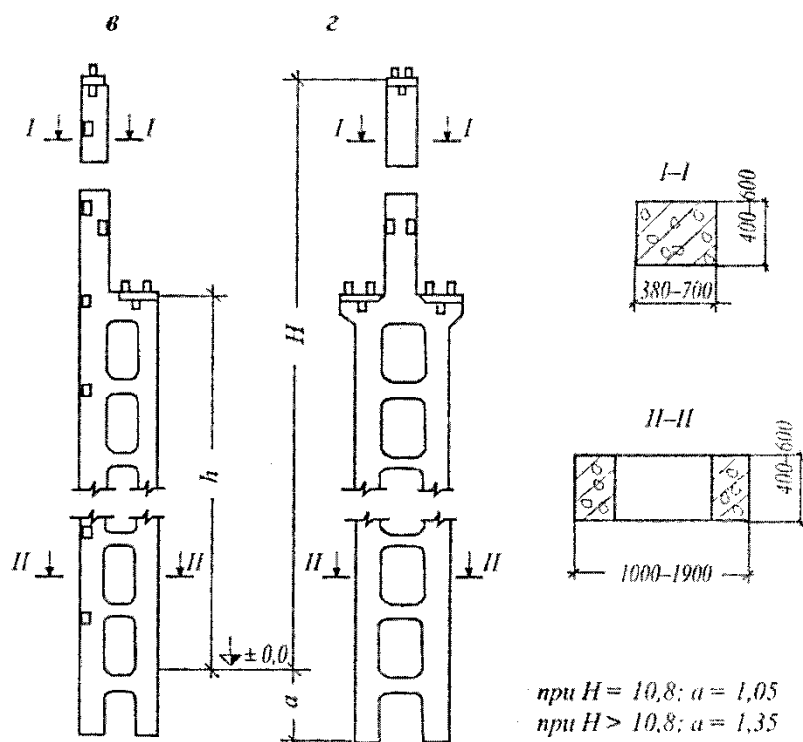
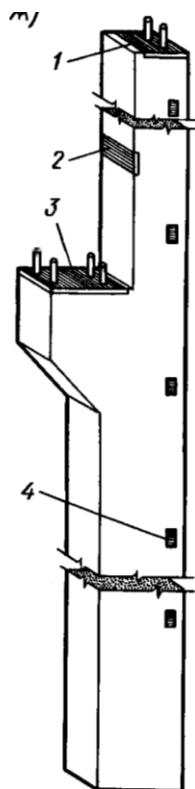


Рисунок 4.13 – Сборные железобетонные двухветвевые колонны для крановых пролетов

В зданиях с подстропильными конструкциями длина средних колонн уменьшается на 700 мм.

Для распалубки, погрузки и разгрузки в колоннах предусматривают подъемные монтажные петли из стали гладкого профиля.



Для соединения с колонной других конструктивных элементов (стропильных и подстропильных конструкций, подкрановых балок, элементов стен и др.) в ней предусматривают закладные металлические детали, представляющие собой металлические пластины с приваренными к ним анкерными стержнями (рисунок 4.14). Количество закладных деталей для опирания и крепления наружных стен и их расположение определяются конструкцией стен. В колоннах, располагаемых в местах установки вертикальных связей, предусматривают закладные детали для крепления связей, а у колонн, располагаемых у торцевых стен, – дополнительные закладные детали для крепления приколонных стоек фахверка

В верхней части колонны имеют оголовки:

- при опирании на них железобетонных конструкций с соединением на монтажной сварке – горизонтальные пластины (заподлицо или с выступами на 10 мм);
- при стальных несущих конструкциях – анкерные болты.

1 – закладная деталь для крепления стропильной фермы (анкеры); 2, 3 – то же для крепления подкрановой балки; 4 – то же, стеновых панелей;

Рисунок 4.14 – Основные закладные элементы колонн



Все типовые колонны предназначены для применения в том случае, когда верх фундаментов под них имеет отметку  $-0,150$ .

В нижней части колонны могут иметь горизонтальные канавки для улучшения их соединения с фундаментами (рисунок 4.15).

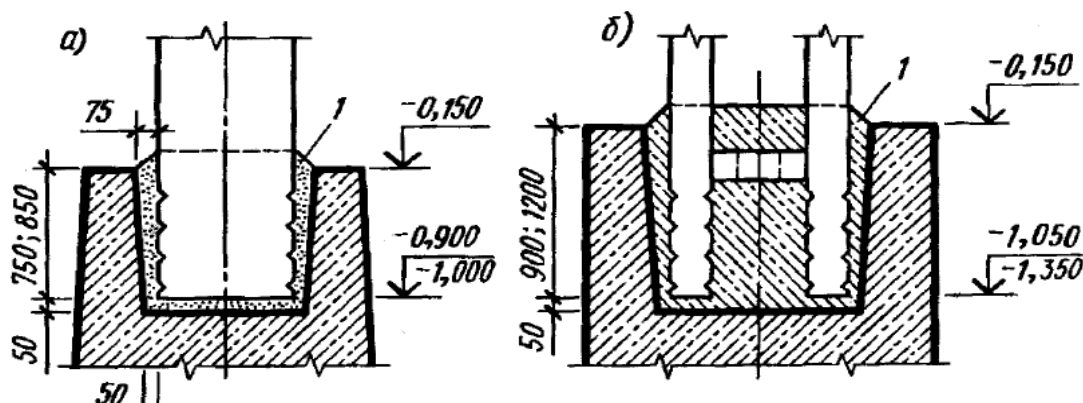


Рисунок 4.15 – Стыки железобетонных колонн с фундаментами

В местах сопряжения двух смежных температурных блоков или пролетов разного направления устраивают температурные швы, поэтому под каждую из близ расположенных колонн требуется свой стакан. При отсутствии в номенклатуре нужного двухстаканного подколонника фундамент устраивают монолитный.

Если же шов осадочный, то под каждую колонну устраивается свой фундамент.

*Железобетонный каркас – Подкрановые и обвязочные балки.*

*Железобетонные подкрановые балки* применяют в зданиях при шаге колонн 6 и 12 м, при грузоподъемности кранов до 32 т.

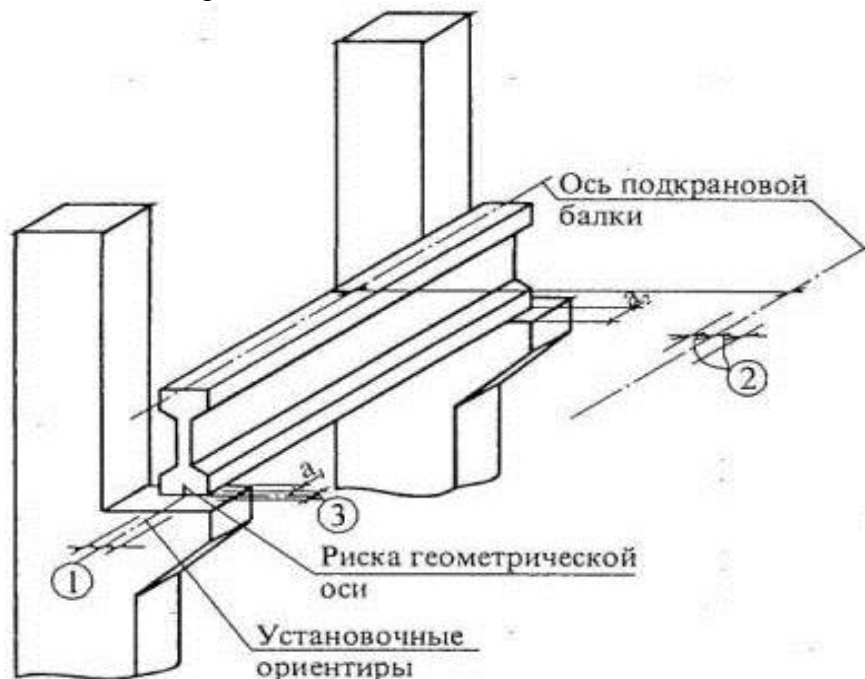


Рисунок 4.16 – Опираие подкрановых балок на колонны

Они предназначены для опирания рельсовых путей (рисунок 4.16), по которым передвигаются мостовые краны. Балки имеют тавровое (рисунок 4.17, а) и двутавровое (рисунок 4.17, б) сечение с утолщением стенок на опорах. Первые предусматривают при шаге колонн 6 м, вторые – при шаге 12 м.

Унифицированные размеры балок принимают в зависимости от шага колонн и грузоподъемности кранов: при шаге колонн 6 м балки имеют длину 5950 мм, высоту сечения 800, 1000, 1200 мм; при шаге колонн 12 м длина балок 11 950 мм, высота 1400, 1600, 2000 мм.

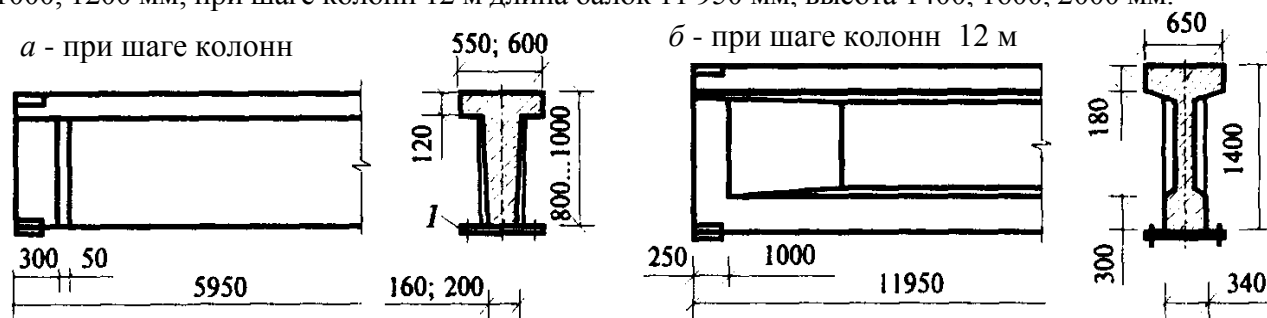


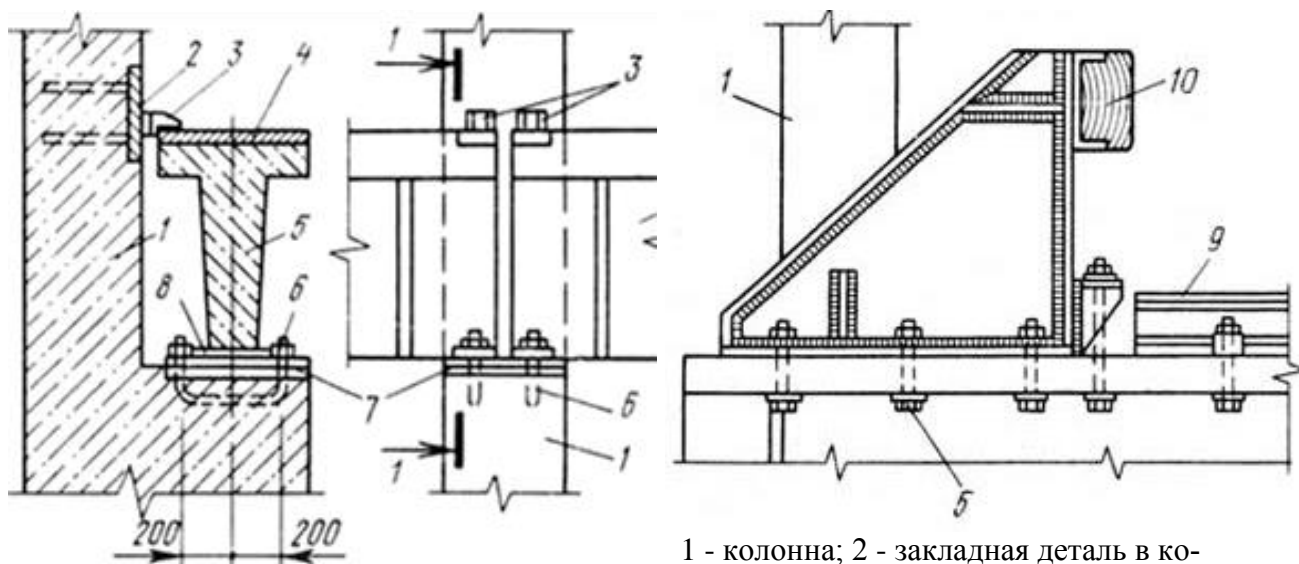
Рисунок 4.17 – Сборные железобетонные подкрановые балки

По местоположению в здании различают подкрановые балки рядовые и торцовые. Они отличаются местоположением закладных пластин.

Развитая по ширине полка балки служит для усиления сжатой зоны; она воспринимает поперечные горизонтальные крановые нагрузки, а также упрощает крепление крановых рельсов.

В балках предусмотрены закладные детали для крепления их к колоннам, а также крепления к ним рельсов и токопроводящих шин.

Крепят подкрановые балки к колоннам сваркой закладных элементов и анкерных болтов (рисунок 4.18).



1 - колонна; 2 - закладная деталь в колонне; 3 - крепежная деталь; 4 - закладная деталь балки; 5 - подкрановая балка; 6 - болты; 7 - опорный стальной лист консоли колонны; 8 - закладная деталь балки; 9 - подкрановый рельс; 10 - деревянный брус

Рисунок 4.18 – Крепление балки к колонне

Рисунок 4.19 – Упор мостового крана

Болтовые соединения после окончательной выверки заваривают. Рельсы к подкрановым балкам крепят стальными парными лапками, расположенными через 750 мм. Под рельсы и лапки укладывают упругие прокладки из прорезиненной ткани толщиной 8–10 мм. Во избежание ударов мостовых кранов о торцовые стены здания на концах подкра-

новых путей устраивают стальные упоры, снабженные деревянным брусом (рисунок 4.19).

*Обвязочные железобетонные балки.* Обвязочные балки служат для опирания кирпичных и мелкоблочных стен в местах перепада высот смежных пролетов, а также для повышения прочности и устойчивости высоких самонесущих стен. В последнем случае расстояние между балками по высоте определяют расчетом в зависимости от высоты, толщины и материала стены, наличия в стене проемов и их размеров. Стены второго и последующего ярусов - навесные (нагрузки от них передаются на колонны, тогда как первый ярус стены, опирающийся на фундаментную балку, является самонесущим). Обвязочные балки обычно располагают над оконными проемами, и они выполняют функции перемычек. Такие балки имеют прямоугольное сечение со стороной 585 мм, ширина их 200, 250 и 380 мм, длина 5950 мм. Изготавливают обвязочные балки из бетона В15 (С12/15) и армируют сварными каркасами с рабочей арматурой из стали класса А-III (S400).

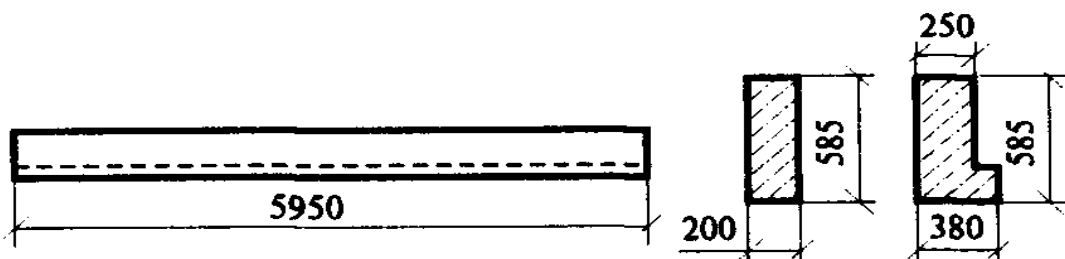
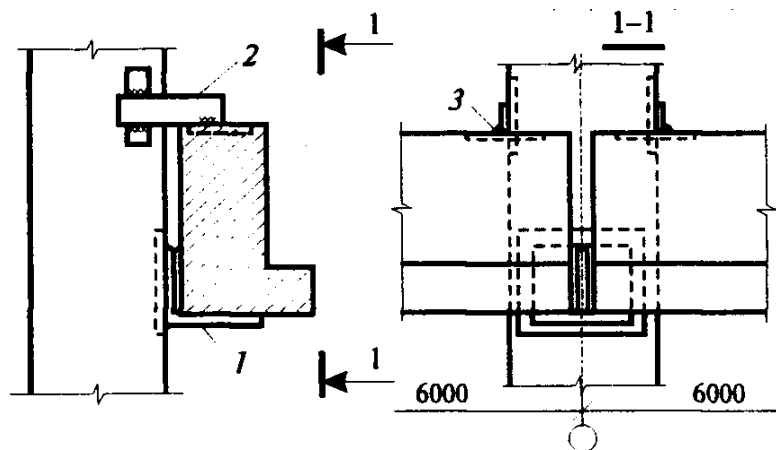


Рисунок 4.20 – Виды обвязочных балок

Балки укладывают на стальные опорные столики-консоли со скрытым ребром жесткости и крепят к колоннам стальными планками (рисунок 4.21).



1 – стальной опорный столик; 2 – стальная планка; 3 – сварка

Рисунок 4.21 – Обвязочные балки и крепление их к колоннам

#### 4.2.2 Стальной каркас

*Металлические (стальные) колонны* различают по следующим признакам:

- по местоположению: для крайних и средних рядов;
- по конструкции ствола: постоянного сечения, переменного (ступенчатого) сечения;
- по сечению ствола: сплошные, сквозные (из отдельных ветвей, соединенных раскосами или планками), смешанного типа (надкрановая часть сплошная, подкрановая сквозная).

В колоннах различают следующие части:

- оголовок, воспринимающий нагрузку от вышележащих конструкций;
- стержень (ствол), имеющий надкрановую и подкрановую части;
- башмак (база), передающий нагрузку на фундамент.

Колонны постоянного сечения (сплошные колонны) представляют собой прокатные сварные двутавры с консолями для опирания подкрановых балок. Их устанавливают в бескрановых или крановых зданиях высотой 8,4...9,6 м (при грузоподъемности кранов до 20 т). Привязка крайних колонн: при  $H = 6...8,4$  м – нулевая; при  $H = 8,4...9,6$  м – 250 мм.

Расстояние от уровня пола до верха подколонника 600 мм (для колонн  $H = 8,4...9,6$  м), 200 мм (для колонн  $H = 6...8,4$  м).

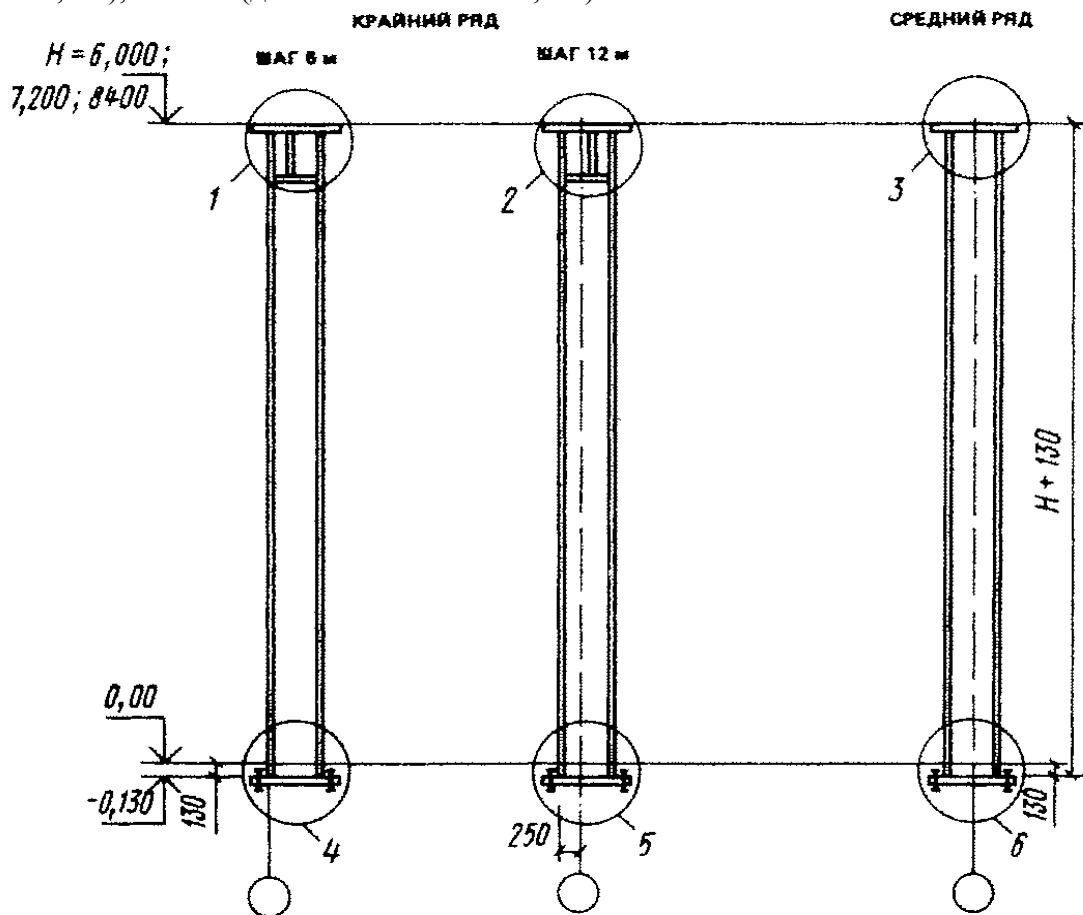


Рисунок 4.22 – Колонны постоянного сечения (сплошные колонны)

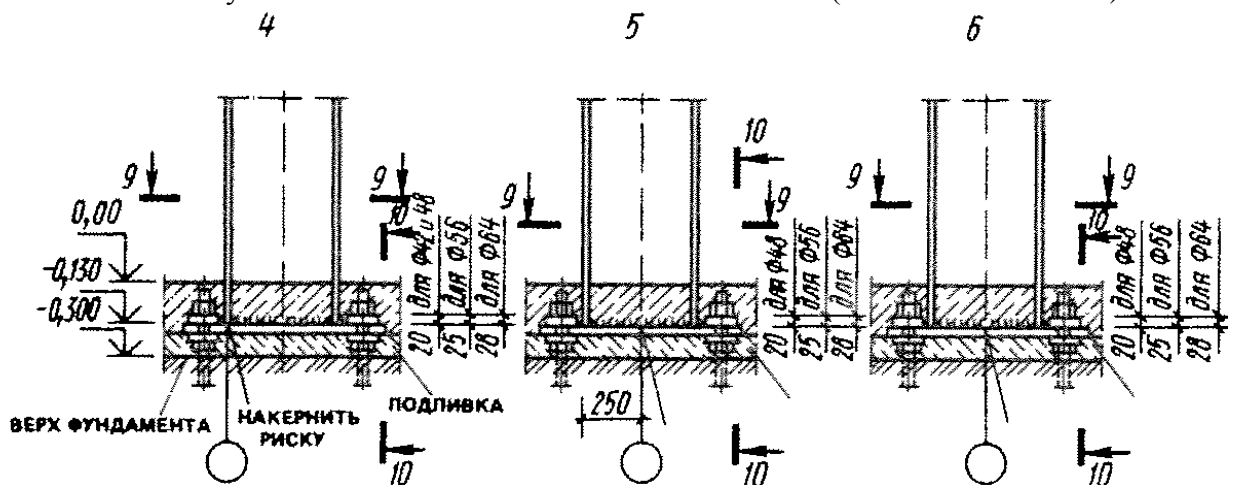


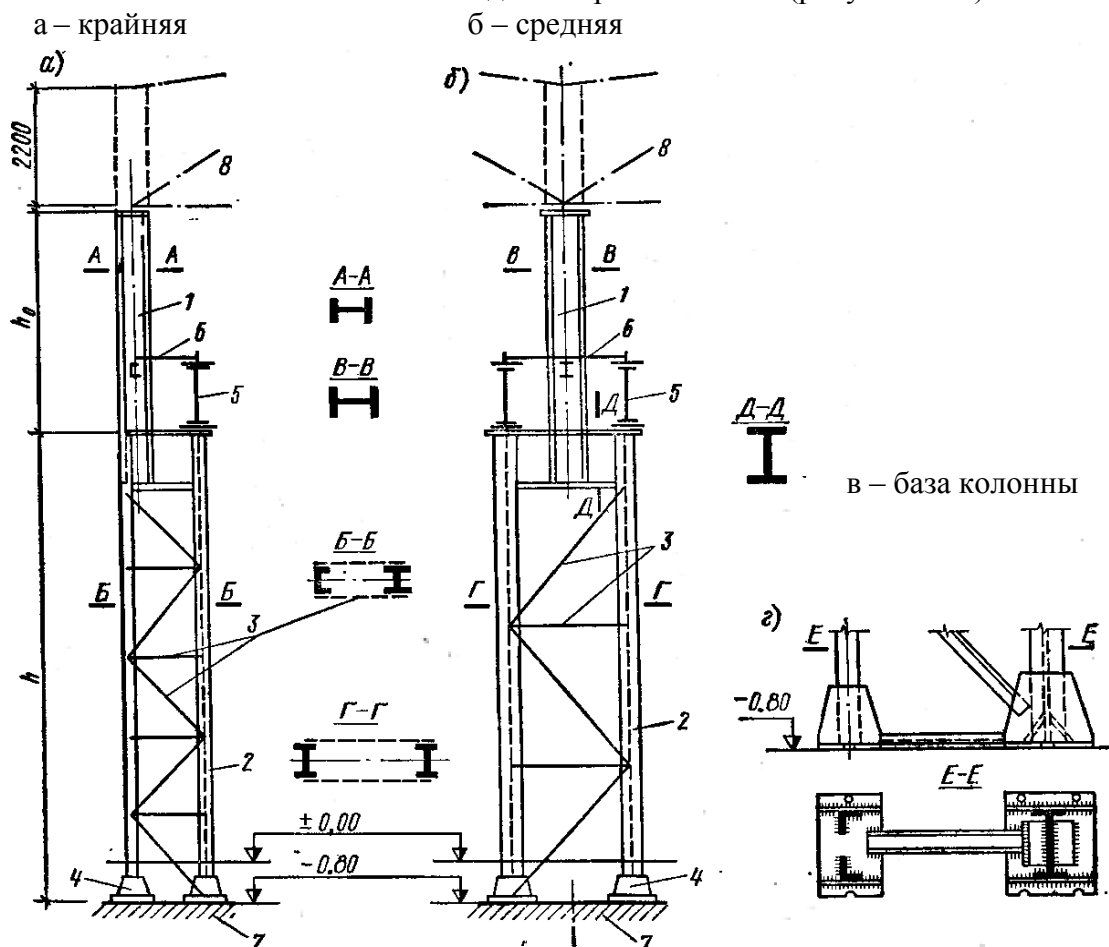
Рисунок 4.23 – Опирание колонн на фундамент

Ступенчатые (двухветвевые) колонны предназначены для зданий с высотой этажа 9,6...18 м, оборудованных кранами грузоподъемностью до 125 т.

Надкрановая часть колонны (шейка) выполняется из сварного двутавра, подкрановая состоит из двух ветвей, соединенных решеткой.

Подкрановую часть двухветвевых колонн выполняют из прокатных швеллеров и двутавров (при высоте сечения до 400 мм), из гнутых швеллеров и двутавров сварных или прокатных (при высоте сечения 400–650 мм).

Металлические колонны обычно делают решетчатыми (рисунок 4.24).



1 – шатровая ветвь; 2 – крановая ветвь; 3 – решетка; 4 – база (башмак); 5 – стальная подкрановая балка; 6 – тормозное устройство; 7 – фундамент; 8 – стропильная ферма.

Рисунок 4.24 – Стальные решетчатые (сквозные) колонны

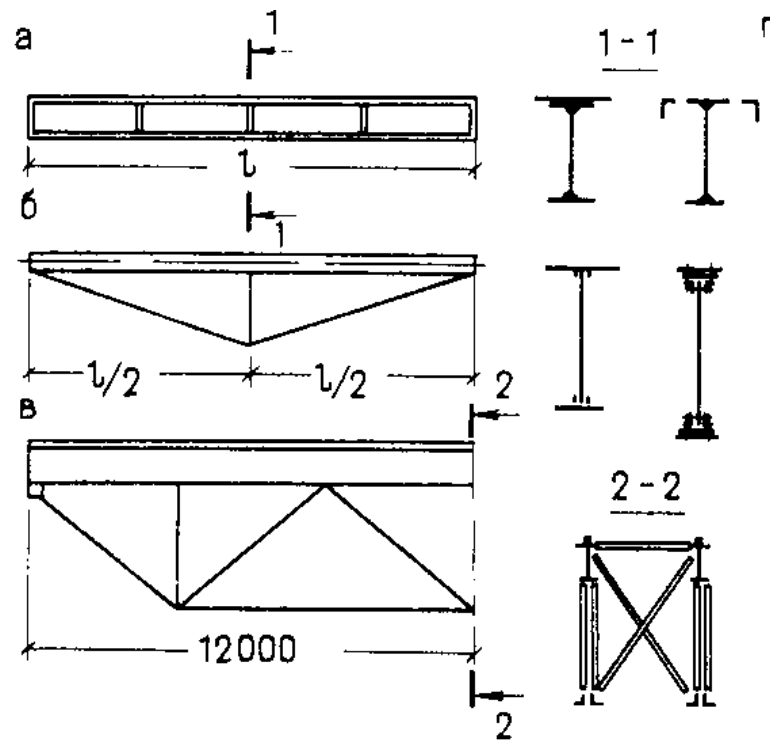
В зависимости от высоты траверсы нижний торец колонны располагают на отметке 0,6–0,9 м. Заглубленную часть колонны для защиты от коррозии бетонируют.

Повышение коррозионной стойкости стального каркаса достигается нанесением соответствующих защитных покрытий — масляных красок, битумных лаков. С этой же целью для работы в агрессивной среде следует применять круглые, гнутые, сплошно стенчатые конструктивные формы элементов, в которых отсутствуют места скопления влаги и пыли, являющиеся источником развития коррозии.

Стены, как и в зданиях с железобетонным каркасом, опирают на фундаментные балки, укладываемые на уступы фундаментов или бетонные приливы

Стальные подкрановые балки по статической схеме подразделяют на разрезные и неразрезные. Преимущественно распространены разрезные балки, так как они просты по конструкции, менее чувствительны к осадкам опор, несложны в монтаже, но по сравнению с неразрезными имеют большую высоту и более металлоемки. Неразрезные балки сложнее монтировать и перевозить.

По сечению подкрановые балки подразделяют на сплошные и решетчатые (рисунок 4.25).



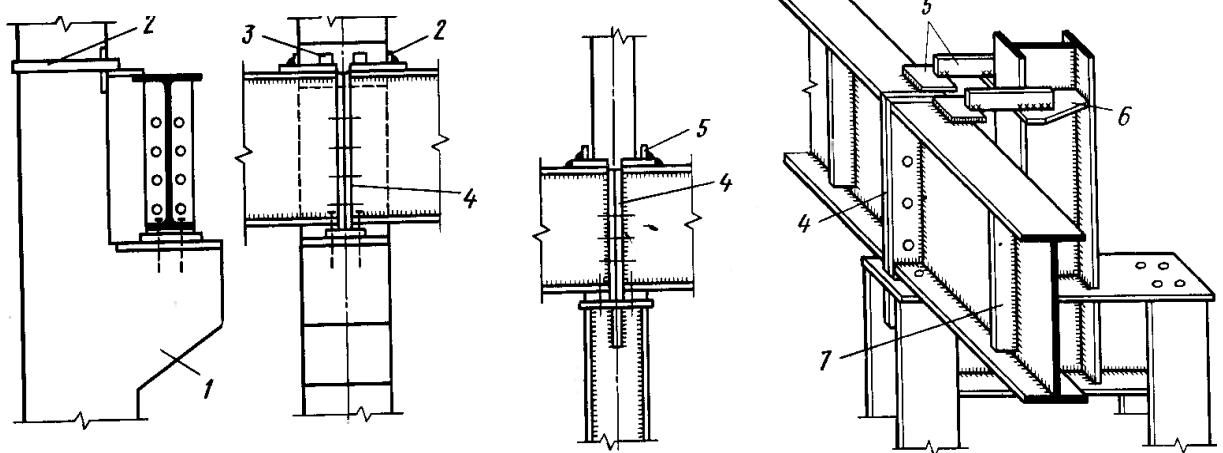
а – сплошной; б – решетчато-шпренгельной, в – решетчатой в виде фермы,

Рисунок 4.25 – Схемы подкрановых балок

Балки сплошного сечения, устанавливаемые при шаге колонн 6 м и небольшой грузоподъемности кранов, изготавливают из прокатного двутавра с усилением верхнего пояса стальным листом или уголками (рисунок 4.25, а, 4.26).

а – крепление балки к железобетонной колонне

б – крепление балки к стальной колонне



1 – консоль колонны; 2 – хомут из полосы 8x100 мм; 3 – коротыши из уголков; 4 – торцовое опорное ребро; 5 – крепежные планки; 6 – фасонка; 7 – ребро жесткости; 8 – верхняя полка балки; 9 – крюк; 10 – прижимные планки.

Рисунок 4.26 – Конструкции стальных подкрановых балок

Для зданий или открытых крановых эстакад с размерами пролетов 18, 24, 30 и 36 м и с шагом колонн 6 и 12 м, оборудованных мостовыми электрическими кранами грузоподъемностью от 5 до 50 т, применяют балки сплошного сечения в виде сварных двутавров (рисунок 4.26).



Высота балок (на опоре) составляет от 700 до 1450 мм, ширина верхнего пояса – 320 и 400 мм, нижнего – 200 и 250 мм.

Для изготовления балок используется сталь марки ВСтЗГпс5-1 с толщиной листа: для верхних поясов – 10, 12, 14 и 16 мм, для нижних – 10 мм и для стенок – 6, 8, 10 и 12 мм. Стенки балок усиливают поперечными ребрами жесткости, располагаемыми через 1,2 и 1,5 м. Подкрановые балки, предназначенные для кранов грузоподъемностью 50 т и более, выполняют клепанными из низколегированной стали. Для восприятия горизонтальных усилий, возникающих при торможении кранов, предусматривают тормозные балки или фермы.

Решетчатые подкрановые балки в виде шпренгельных систем более экономичны по сравнению со сплошными, так как стали требуется на 20% меньше. Их можно устанавливать в зданиях с шагом колонн более 6 м под краны среднего и легкого режимов работы (рисунок 4.25, б).

Подкрановые балки опирают на консоли колонн и крепят анкерными болтами и планками (рисунок 4.26). Между собой балки соединяют болтами, пропущенными через опорные ребра. В уровне подкрановых путей при кранах тяжелого режима работы предусматривают площадки для сквозных проходов шириной не менее 0,5 м, ограждаемые по всей длине. В местах расположения колонн проходы устраивают сбоку колонн или через лазы в них.

На концах подкрановых путей устраивают упоры – амортизаторы, как и при железобетонных балках, исключая удары кранов о торцевые стены здания.

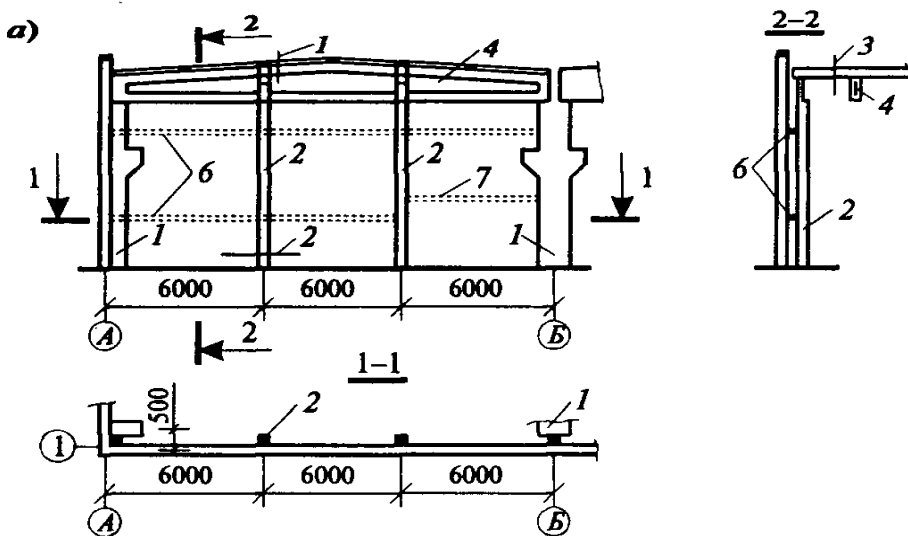
**Фахверк** представляет легкий вспомогательный каркас, располагаемый между колоннами основного каркаса. Он воспринимает массу стенового заполнения и ветровую нагрузку и передает их на элементы основного каркаса.

В торцевых стенах зданий вследствие больших пролетов всегда устраивается фахверк. В крупнопанельных стенах он состоит из железобетонных или стальных колонн на самостоятельных фундаментах.

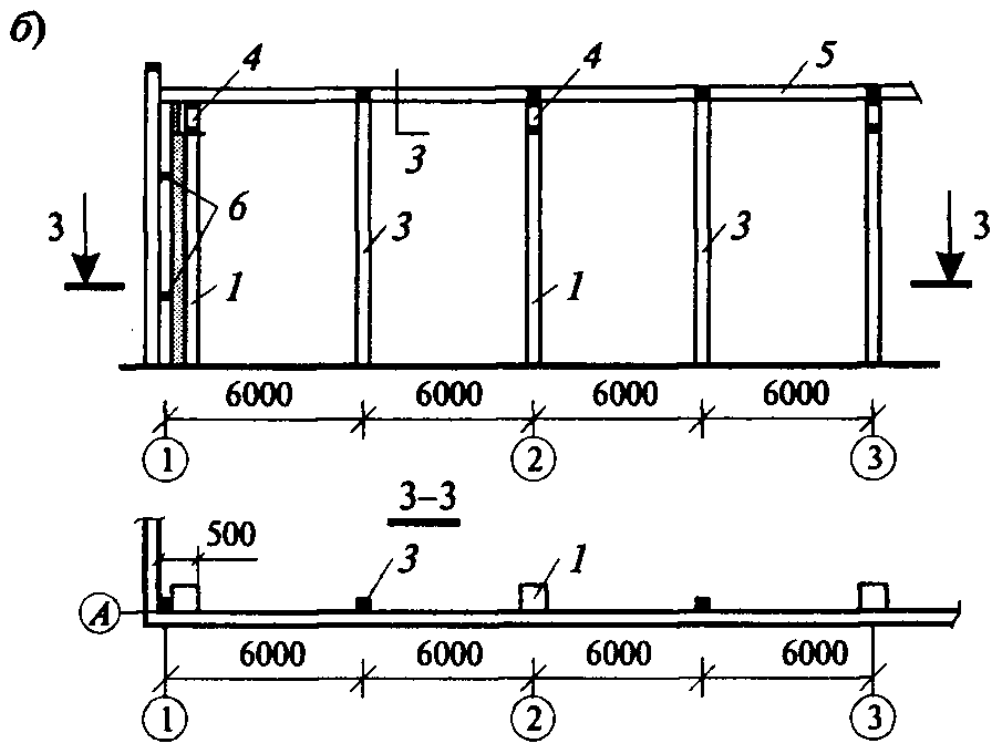
*Железобетонные колонны фахверка* применяются в одноэтажных промышленных зданиях высотой от 3 до 9,6 м.

Конструкции фахверка могут состоять только из колонн и элементов, обеспечивающих их устойчивость, и из колонн и ригелей с элементами обеспечения устойчивости (рисунок 4.27, а и б).

а – торцевой фахверк при железобетонных каркасах



б – продольный фахверк при железобетонных каркасах



1 – колонны каркаса; 2 – колонны торцевого фахверка; 3 – то же, продольного; 4 – стропильная конструкция; 5 – плиты покрытия; 6 – ригели фахверка; 7 – надворотный ригель

Рисунок 4.27 – Фахверк при железобетонных каркасах



Рисунок 4.28 – Вид торцевого фахверка

Торцевой фахверк при железобетонных каркасах используется в основном при панельных конструкциях стен зданий, имеющих ограниченную высоту.

Продольный фахверк при железобетонных каркасах – схема характерна для высоких и протяженных самонесущих стен из кирпича и мелких блоков, ослабленных проемами окон, ворот, а также для стен из легких навесных панелей горизонтальной и вертикальной разрезки и из листовых материалов.

В зданиях, оборудованных мостовыми кранами, конструкции торцевого фахверка используют как элемент обслуживания и ремонта кранов

Сборные железобетонные колонны выполняют сплошными и ступенчатыми квадратного или прямоугольного сечения (рисунок 4.29, в).

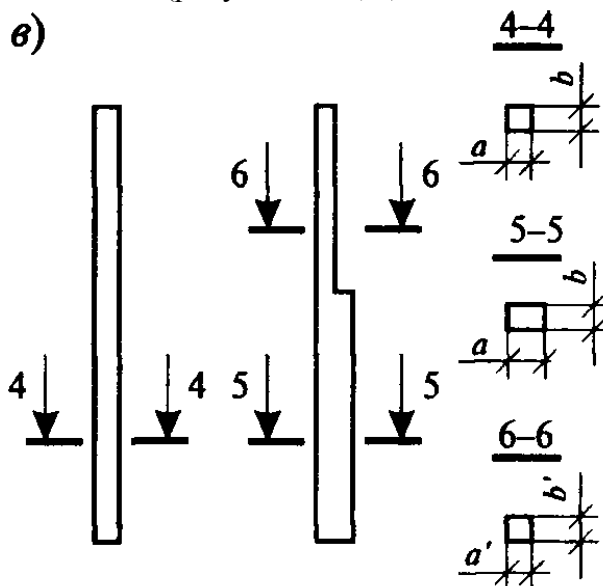


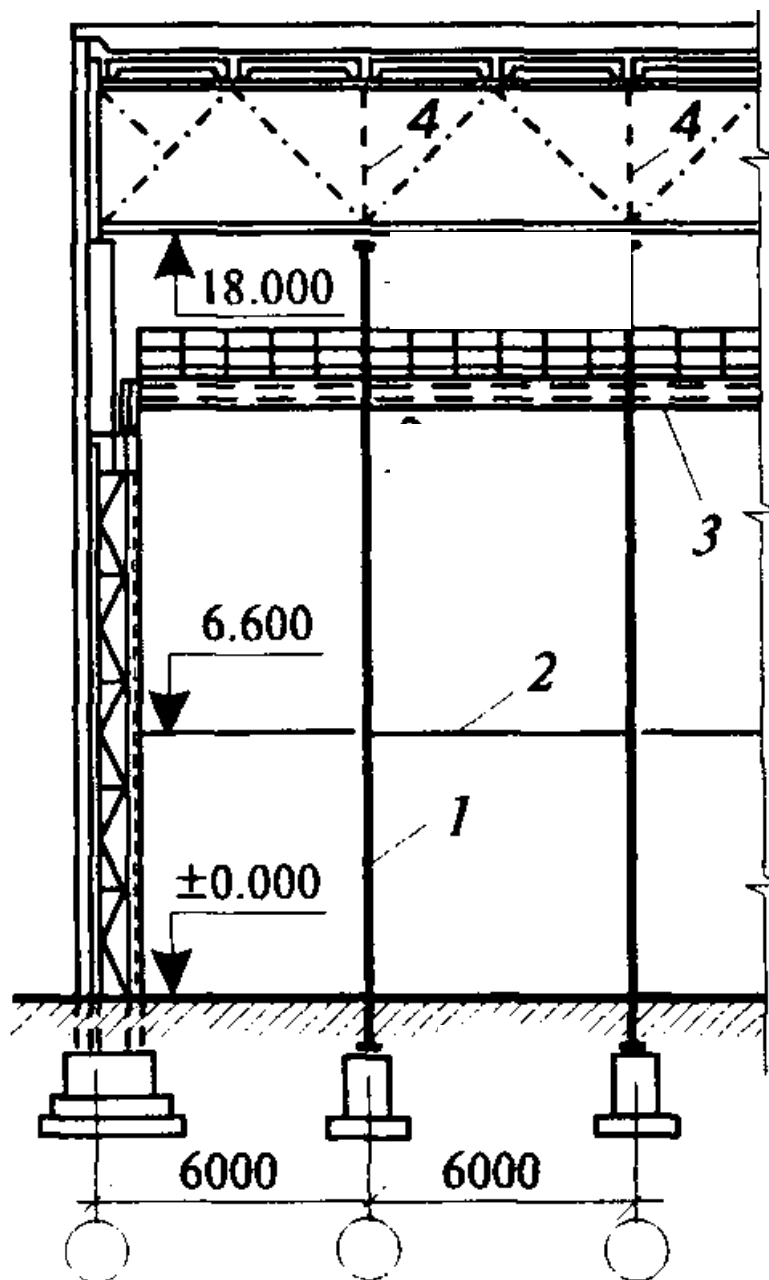
Рисунок 4.29 – Сборные железобетонные колонны фахверка

Сплошные колонны имеют сечение от 300х300 до 600х400 мм (через 100 мм), а ступенчатые: в пределах высоты от пола до низа стропильных конструкций – от 400 х300 до 600х400; в пределах высоты стропильных конструкций – 300х300 и 300х400 мм. Длина колонн рассчитана на их использование в зданиях высотой до 14,4 м включительно. Ступенчатые колонны применяют в зданиях выше 10,8 м. Верхнюю часть колонн фахверков крепят к стропильным конструкциям гибкими шарнирами, что обеспечивает передачу только горизонтальных (ветровых) усилий от стоек фахверка на основной каркас.

*Стальные колонны фахверка* в зависимости от высоты здания могут быть выполнены: из обычных, широкополочных или сварных двутавров; из двух швеллеров или двух уголков, образующих замкнутое прямоугольное сечение; сквозного сечения по типу основных колонн каркаса.

Колонны опирают на самостоятельные фундаменты или в случае расположения рядом с основными колоннами каркаса – на фундаменты последних.

Ригели фахверка разделяют на несущие, составными из двутавров, усиленных швеллерами, а также в виде ферм. и ветровые из одиночных прокатных швеллеров и двутавров или гнутых швеллеров. Несущие ригели воспринимают нагрузки от стен и ветра, а ветровые - только от ветра. Расположение ригелей фахверка зависит от материала и типа стеновых конструкций, а также габаритов и количества проемов. Сечения ригелей над проемами ворот увязывают с механизмами открывания, а над оконными проемами – с конструкциями заполнения проемов (переплеты, профильное стекло и др.).



1 – фахверковая колонна; 2 – ригель фахверка; 3 – ремонтная площадка крана; 4 – надставка

Рисунок 4.30 – Фахверк при стальном каркасе (схема торцевого)

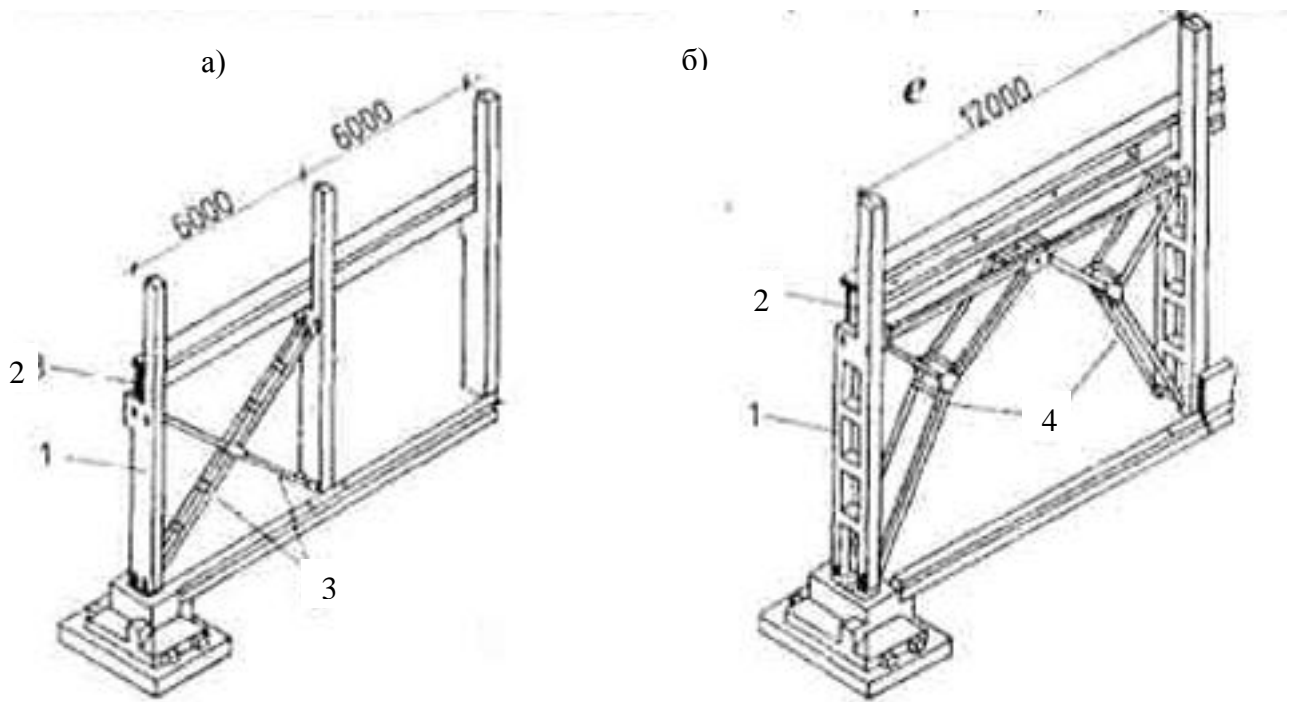
#### **Обеспечение пространственной жесткости железобетонного каркаса**

Система связей призвана обеспечить необходимую пространственную жесткость каркаса. В ее состав входят:

- вертикальные связи;
- горизонтальные связи по верхнему (сжатому) поясу ферм;
- связи по фонарям.

*Вертикальные связи* располагают:

- между колоннами в середине температурного блока в каждом ряду колонн: при шаге колонн 6м – крестовые; 12м – порталные. В зданиях бескрановых и с подвесными кранами связи ставят только при высоте колонн 9,6 м. Выполняют связи из уголков или швеллеров и крепят к колоннам с помощью косынок (рисунок 4.31);



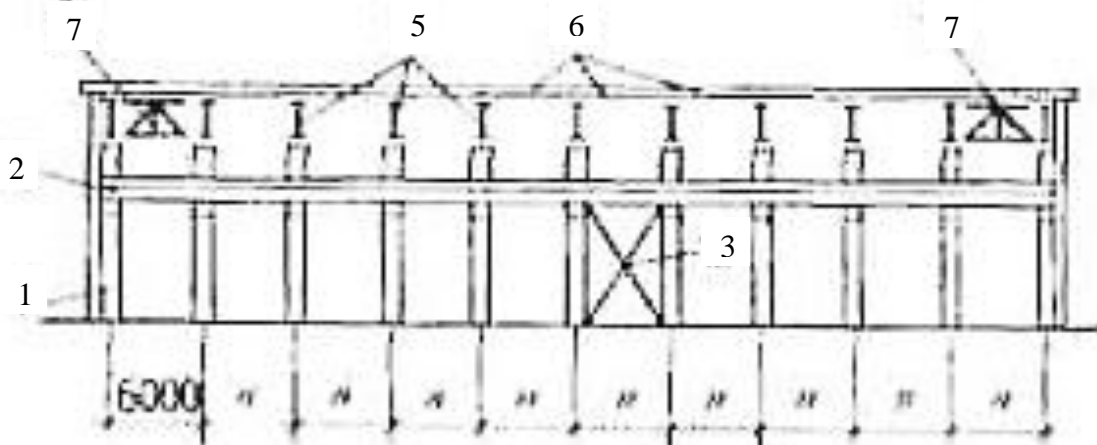
а) – вертикальные крестовые связи; б) – вертикальные порталные связи;

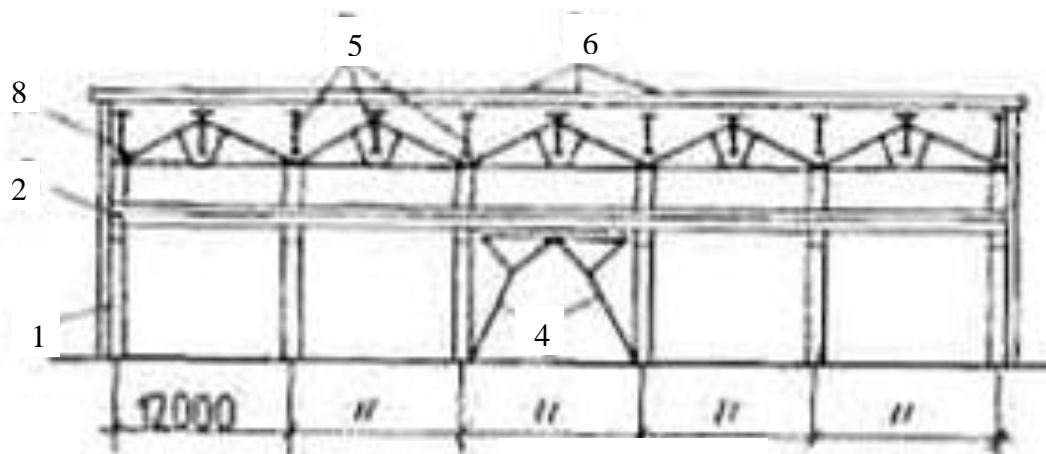
1 – колонны; 2 – подкрановые балки; 3 – вертикальные крестовые связи (в продольном ряду колонн); 4 – вертикальные порталные связи (в продольном ряду колонн)

Рисунок 4.31 – Вертикальные связи

- между опорами ферм и балок связи ставят в крайних ячейках температурного блока в зданиях с плоским покрытием. Без подстропильных конструкций – в каждом ряду колонн, с подстропильной конструкцией – только в крайних рядах колонн. (рисунок 4.32);

а – размещение вертикальных связей в зданиях с плоскими покрытиями (без подстропильных конструкций)





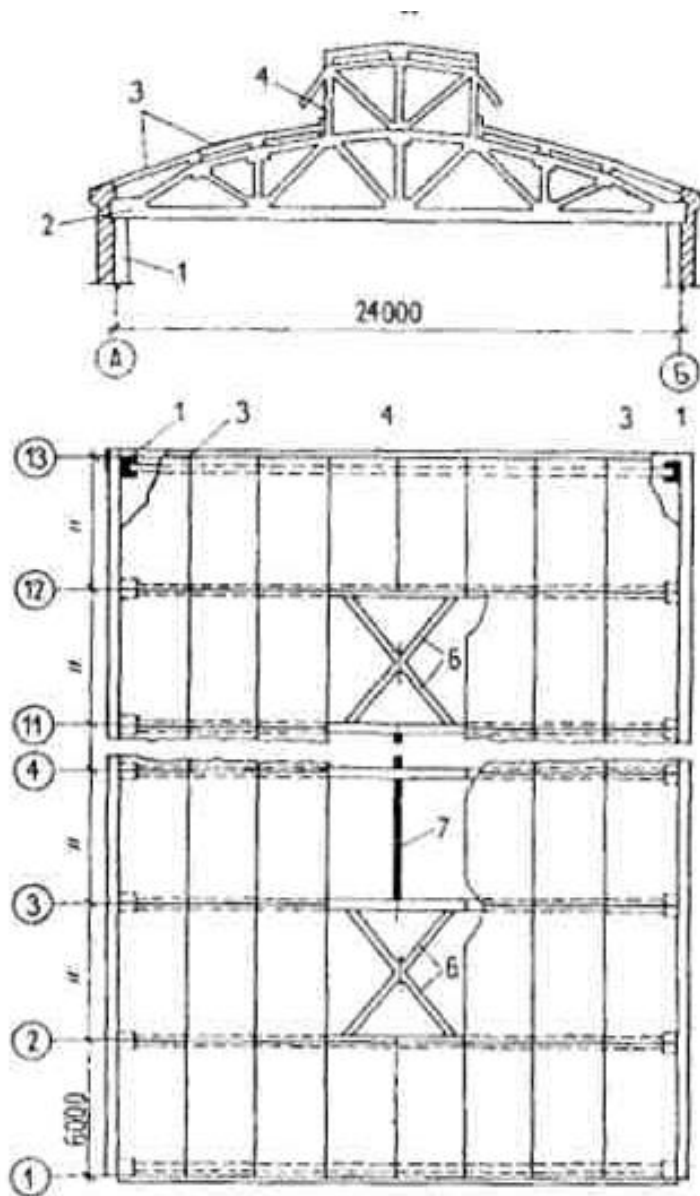
1 – колонны; 2 – подкрановые балки; 3 – вертикальные крестовые связи (в продольном ряду колонн); 4 – вертикальные порталные связи (в продольном ряду колонн); 5 – стропильные фермы; 6 – плиты покрытия; 7 – металлические связевые фермы между опорами стропильных ферм; 8 – подстропильные фермы;

Рисунок 4.32 – Вертикальные связи

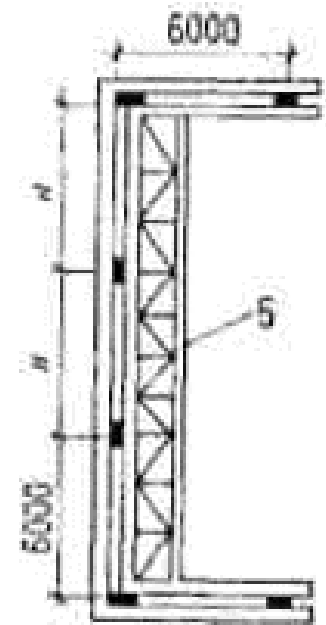
*Горизонтальными связями* являются: плиты покрытия;

- в торцах фонарных проемов устойчивость стропильных балок и ферм обеспечивается горизонтальными крестовыми связями, установленными в уровне верхнего пояса, в последующих пролетах (под фонарями) — стальными распорками; при больших пролетах и высоте здания на уровне нижнего пояса ферм устраивают горизонтальные связи между крайними парами ферм, находящимися в торцах здания; в зданиях с шагом крайних и средних колонн 12 м предусматриваются горизонтальные фермы в торцах (по две в каждом пролете на температурный блок). Эти фермы стоят на уровне нижнего пояса стропильных ферм.

а) размещение горизонтальных связей в покрытии



б) усиление торцовых стен венцовыми фермами;



1 – колонны; 2 – стропильные фермы; 3 – плиты покрытия; 4 – фонарь; 5 – ветровая ферма; 6 – горизонтальная крестовая связь (в торцах фонарного проема); 7 – стальные распорки (в уровне верхнего пояса ферм);

Рисунок 4.33 – Обеспечение пространственной жесткости каркаса:



### 4.3 Стены и окна. Классификация. Требования, предъявляемые к стенам. Полы. Лестницы, перегородки ворота и двери промышленных зданий.

#### Стены и окна. Классификация. Требования, предъявляемые к стенам.

**Требования к стенам и их классификация.** В промышленных зданиях требования, предъявляемые к наружным стенам, еще более разнообразны, чем в гражданских.

Стены промышленных зданий должны удовлетворять следующим требованиям:

- прочности и устойчивости;
- необходимой огнестойкости, соблюдению установленного температурно-влажностного режима в помещениях;
- долговечности, т.е. стойкости от воздействия внешней и внутренней (производственной) среды;
- индустриальности возведения;
- архитектурно-художественным;
- экономии, т.е. иметь минимальную массу и наименьшие показатели стоимости и трудоемкости на 1 м<sup>2</sup> стены. На снижение стоимости конструкций стен влияют многие факторы, среди которых стоимость материала, технологичность изготовления и удобство монтажа являются определяющими. Поэтому использование для конструкций стен местных строительных материалов, отходов промышленного производства и ресурсосберегающих технологий представляет собой один из основных источников их удешевления.

Стены одноэтажных промышленных зданий чаще всего выполняют из мелкоформатных элементов (кирпич, блоки и т.д.), из легкобетонных панелей и панелей с применением металлических листов.

По характеру статической работы стены подразделяют:

- **ненесущие (навесные)** – передают свой вес на колонны каркаса, за исключением нижнего подоконного яруса, опирающегося на фундаментные балки. Вес ненесущих стен колонны воспринимают через обвязочные балки в стенах из мелких элементов и через опорные стальные столбики в панельных стенах. Наиболее эффективны ненесущие стены при легких крупноформатных панелях (из асбестоцементных и металлических листов);
- **самонесущие стены** – несут собственный вес в пределах полной высоты здания и передают его на фундаментные балки. Связь с каркасом осуществляется анкерами. Высота самонесущих стен ограничивается и зависит от прочности материала и толщины стены, шага колонн, величины ветровой нагрузки. Самонесущие панельные стены наиболее эффективны для производств с влажными и мокрыми процессами, с химически агрессивной средой;
- **несущие стены** – выполняются из кирпича и блоков. Воспринимают вес покрытия, ветровые усилия, иногда транспортные нагрузки. Повысить устойчивость несущих стен можно устройством пилястр с наружной и внутренней стороны.

По месту расположения стены промышленных зданий подразделяют на наружные и внутренние, продольные и торцовые.

По конструктивному решению стены бывают: кирпичные, блочные, панельные (бетонные, из тонкого металлического листа с утеплителем), из листовых материалов (асбестоцемента, стеклопластика, металла).

*По теплотехническим качествам* стеновые конструкции могут быть утепленные и холодные. Утепленные конструкции стен применяют в отапливаемых зданиях с нормальным температурным режимом или с повышенной влажностью. Холодные конструкции стен назначают в неотапливаемых зданиях, в которых технологический процесс связан с выделением избыточного количества тепла.

Элементы ограждения располагают перед колоннами, между колоннами и за внутренней гранью колонн (рисунок. 4.25).

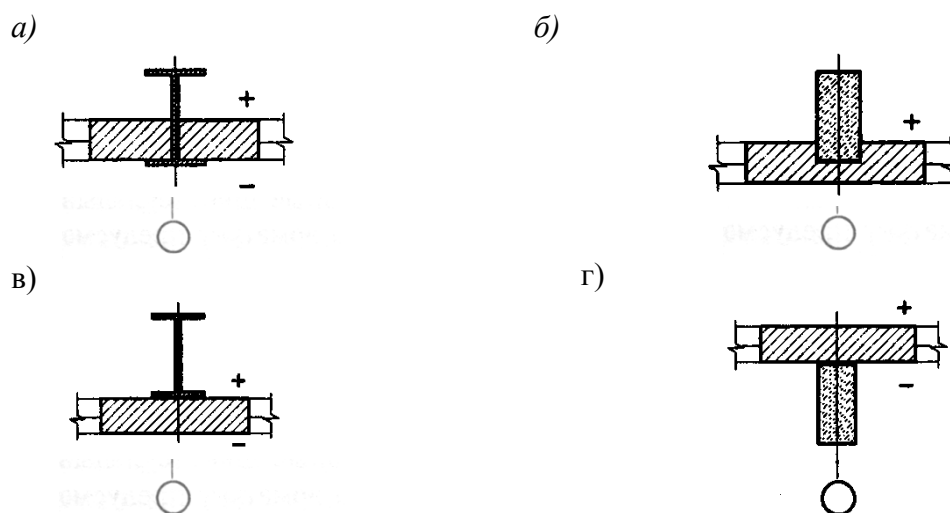


Рисунок 4.25 – Расположение стен по отношению к колоннам

Лучшим решением, отвечающим требованиям унификации и привязки, является полный вынос ограждения за наружную грань колонн. При этом упрощается конструкция стены, облегчается устройство остекления, уменьшается число типоразмеров панелей, а элементы каркаса лучше защищаются от атмосферных воздействий. Располагать стеновые заполнения между колоннами можно в неотапливаемых зданиях и зданиях с избыточными тепловыделениями, а также во внутренних кирпичных стенах. Примыкание ограждений к внутренним граням колонн допускается в помещениях с сильно агрессивной средой производства. Такое решение улучшает санитарно-гигиенические качества интерьера, обогащает архитектуру здания, так как выступающие несущие конструкции выполняют роль композиционных элементов, повышает надежность здания, но несколько сокращает его объем.

Стены промышленных зданий в отличие от гражданских, как правило, имеют большую протяженность и высоту при сравнительно небольшой толщине. Поэтому для обеспечения их устойчивости принимают специальные меры, среди которых наиболее распространенной является использование фахверка.

**Стены из кирпича, мелких и крупных блоков.** Стены из кирпича устраивают для зданий, имеющих небольшие размеры и большое количество дверей и технологических отверстий ввиду того, что крепление дверных коробок и ворот в данном случае проще и надежней, а также для зданий, связанных с производством, где повышенная влажность и агрессивная среда. Толщина кирпичных стен зависит от теплотехнических требований и составляет 250, 380, 510 мм.

Кладка может выполняться сплошной и облегченной.

По восприятию нагрузки кирпичные стены бывают:

- *несущие*, образующие остов здания. Их опирают на ленточные фундаменты, в местах укладки балок или ферм усиливают изнутри пилястрами;
- *самонесущие*, примыкающие к колоннам каркаса. Их опирают на фундаментные балки. Для обеспечения устойчивости стен в их тело при кладке закладывают крепежные детали, которые прикрепляют к колоннам каркаса через 1,2 м;
- *навесные*, опертые на обвязочные балки, располагаемые над оконными проемами. Обвязочные балки, размещаемые над проемами, служат сплошными перемычками.

Кирпичные стены можно устанавливать как на ленточные фундаменты, так и на фундаментные балки (Рисунок 4.26, а).

Стены из *крупных бетонных блоков*, изготавливают из легких бетонов (керамзитобетон, аглопоритобетон, перлитобетон, шлакопемзобетон и др.)

В зависимости от места расположения в стене блоки подразделяют на рядовые, угловые и перемычные. Рядовые и угловые блоки не армируют; арматура необходима только для блоков-перемычек.

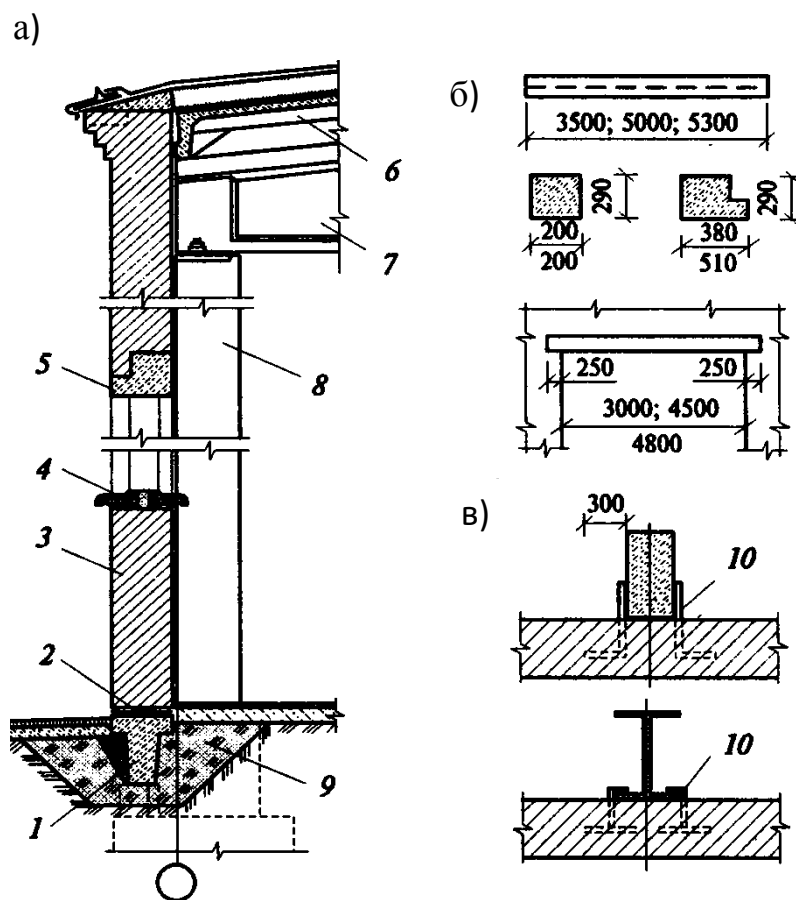
Стандартная толщина блоков составляет 300, 400 и 500 мм. Наружную поверхность покрывают слоем декоративного бетона толщиной 30-50 мм.

Стены из блоков являются самонесущими, опирают их на фундаментные балки.

Стены из *мелких блоков*, размеры которых увязаны с размерами кирпича (кроме толщины), могут быть также несущими и самонесущими. Их выполняют из природных (туф, ракушечник и т.п.) и искусственных материалов (легкие бетоны). Они могут быть сплошного сечения или с отверстиями. Над оконными и дверными проемами кирпичных и мелкоблочных стен при проемах 3 и 4,5 м. укладывают железобетонные перемычки (рисунок 4.26, а, б). При наличии ленточных проемов роль перемычек выполняют обвязочные балки.

Кирпичные и мелкоблочные стены крепят к колоннам каркаса или фахверка анкерами через 1,2 м по высоте (рисунок 4.26, в).

Верх стены завершается карнизом или парапетом.



а - вертикальный разрез стены; б - перемычки; в - схемы крепления стен к колоннам; 1 - фундаментная балка; 2 - гидроизоляция; 3 - стена; 4- подоконные доски; 5-перемычка; 6- плита покрытия; 7-балка покрытия; 8- колонна; 9- подсыпка под балку; 10- анкеры из стержней  $d=10$  мм (шаг 1,2 м)

Рисунок 4.26 – Элементы кирпичных стен

Несущие стены при большой высоте и длине усиливают пилястрами, которые могут быть опорами крановых балок (рисунок 4.27).

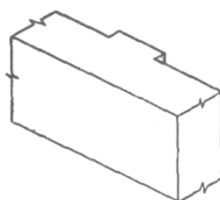


Рисунок 4.27– Несущие стены, усиленные изнутри пилястрами

**Стены из бетонных и железобетонных панелей** по сравнению с кирпичными и блочными более индустриальны и позволяют снизить материалоемкость зданий. Используя различные свойства строительных материалов, можно создавать разнообразные конструкции панелей, отвечающие заданным условиям эксплуатации.

Размеры и массу стеновых панелей принимают в соответствии с унификацией, возможностями изготовления, транспортирования и удобства монтажа.

В каркасных зданиях крупнопанельные стены выполняют самонесущими и навесными. Навесные панели получили наибольшее распространение, так как обладают лучшей устойчивостью, более надежны при динамических нагрузках и больших перепадах температур. Они допускают более широкое использование облегченных материалов (алюминия, асбестоцементных листов, легких утеплителей и др.).

Панели разделяют:

- *по назначению*: цокольные, рядовые, простеночные, перемышечные, угловые, парапетные, карнизные;
- *по материалу*: из легких и ячеистых бетонов, тяжелого бетона, асбестоцементных и металлических листов;
- *по конструкции*: бескаркасные (однослойные и трехслойные), с внутренним каркасом (многослойные).

Конструкция бетонных и железобетонных панелей определяется условиями эксплуатации. Стеновые панели, применяемые в промышленном строительстве, делят на панели для неотапливаемых и отапливаемых производственных зданий при шаге колонн 6 и 12 м.

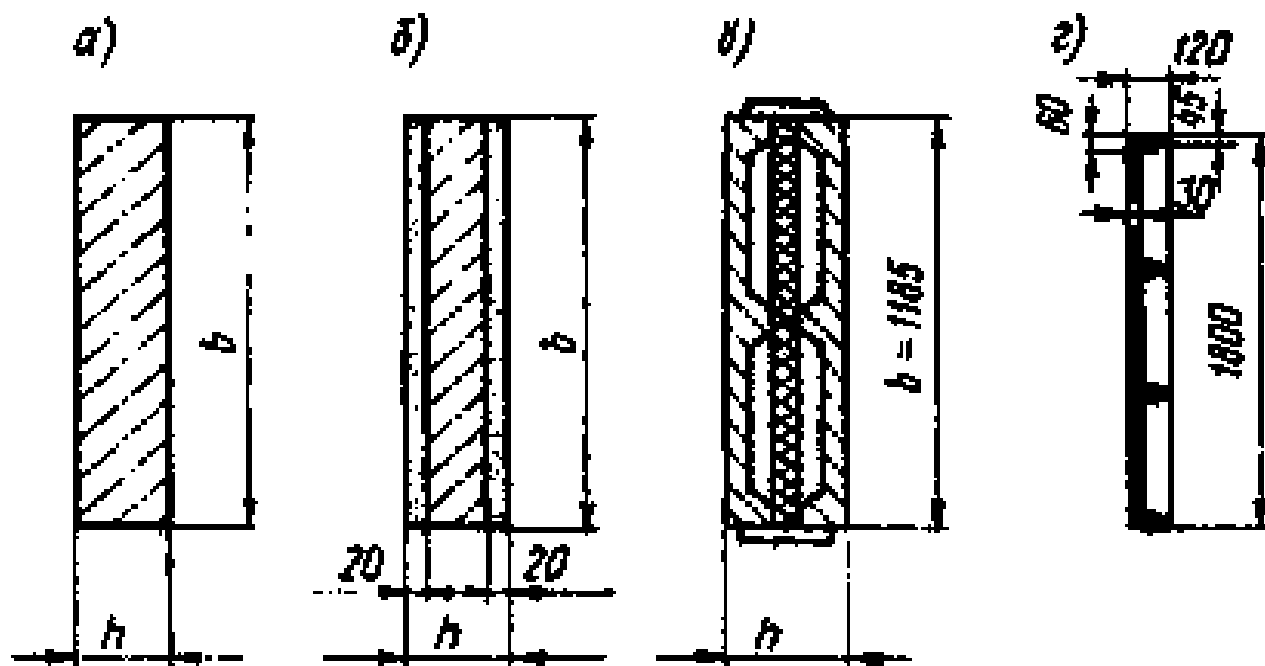


Рисунок 4.28 – Стеновые панели для промышленных зданий

а – из ячеистых бетонов марки ПСЯ; б – из легких бетонов марки ПСЛ; в – из тяжелого бетона (трехслойная) марки ПСТ; г – железобетонная панель для неотапливаемых зданий;  $h$  – толщина панелей;  $b$  – высота.

Панели отапливаемых зданий обязательно должны быть утепленными.

В зависимости от конструктивных решений применяют

– плоские однослойные панели:

- из автоклавных ячеистых бетонов марки ПСЯ (рисунок 4.28, а) длиной 6 м,

- легких бетонов (керамзитобетона, перлитобетона, аглопоритобетона и др.) марки ПСЛ длиной 6 м, и 12 м (рисунок 4.28, б).

Панели длиной 12 м выполняют предварительно напряженными. Панели из легких бетонов должны изготавливаться с фактурными слоями толщиной 20 мм из цементно-песчаного раствора. Толщина панелей – 160, 200, 240 и 300 мм (толщина панелей длиной 12 м только 240 и 300 мм).

– трехслойные панели марки ПСТ (рисунок 4.28, в), состоящие из наружных и внутренних слоев тяжелого и легкого бетона и эффективного утеплителя толщиной 280 и 300 мм. Бетонные слои соединяют между собой гибкими связями. В качестве утеплителя используют плитный пенополистирол, пенополиуретан или жесткие минераловатные плиты.

Для неотапливаемых зданий разработаны панели из тяжелого железобетона длиной 6 и 12 м. Панели длиной 6 м выпускают гладкими, а длиной 12 м – усиленными ребрами (рисунок 4.28, г).

Стена из типовых железобетонных панелей делится по высоте условно на две части: нижнюю, до отметки на 600 мм ниже уровня низа стропильных конструкций покрытия, и верхнюю — выше этой отметки. Верхняя часть стены комплектуется из панелей различной высоты в зависимости от высоты опорной части несущих конструкций покрытия и способа водоотвода. При внутреннем водоотводе стена завершается парапетом, а при наружном – карнизом.

В торцевых стенах одноэтажных зданий допускается использование специальных панелей с наклонным верхом, а также длиной 3 м (рисунок 4.29).

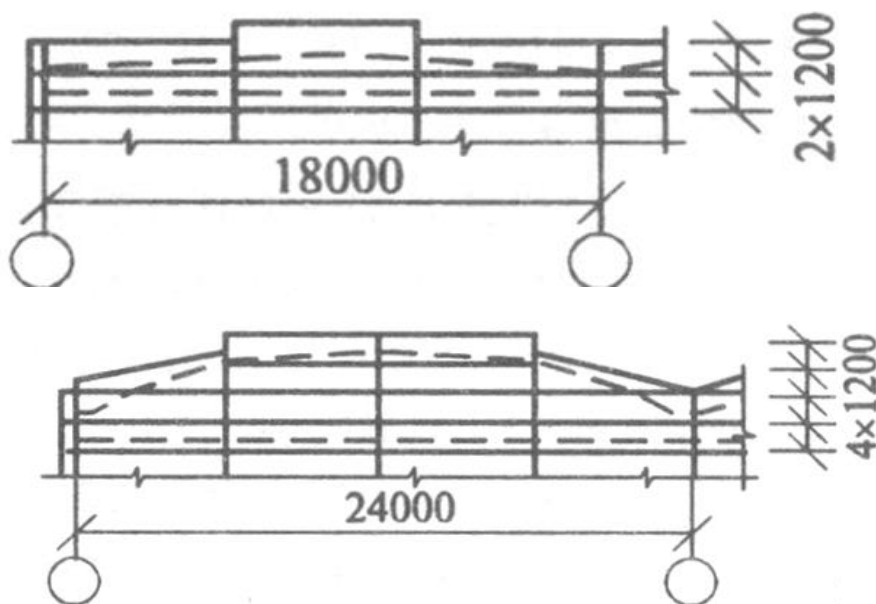


Рисунок 4.29 – Схема раскладки панелей по условиям унификации в торцевых стенах одноэтажных зданий;

Согласно унификации высоту основных стеновых панелей подчиняют модулю 300 мм и принимают 0,9, 1,2 и 1,8 м, подкарнизных и парапетных - 0,9 и 1,5 м. Цокольную панель в основном принимают высотой 1,2 м, но она может быть и выше, если это диктуется технологическими соображениями. В верхней части одноэтажных зданий горизонтальный шов основных стеновых панелей в целях удобства монтажа делают на 0,6 м ниже отметки низа несущих конструкций покрытия (рисунок 4.30).

Длину стеновых панелей принимают в зависимости от шага колонн и способов организации проемов. Номинальная длина панелей может быть 12; 6; 3; 1,2 м и др.

При раскладке панелей низ первой (цокольной) панели совмещают с отметкой пола здания, сама панель укладывается на фундаментную балку.

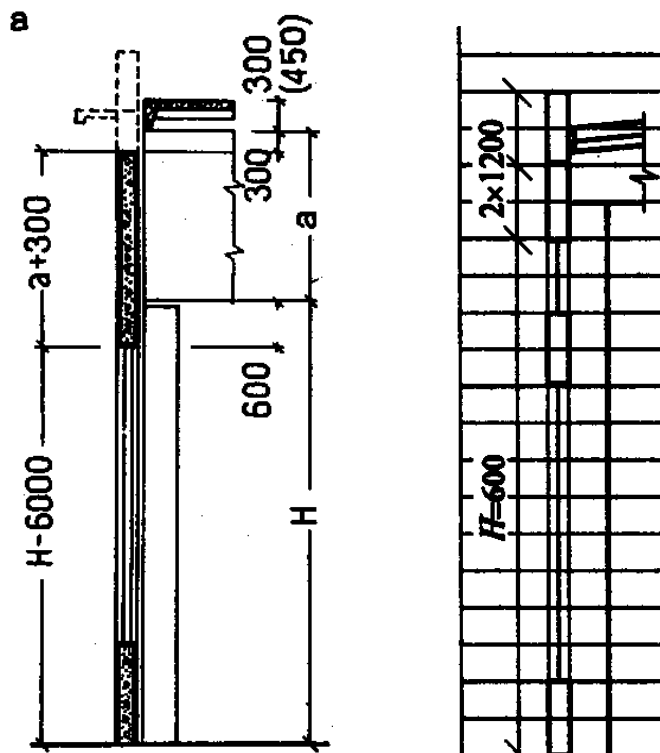


Рисунок 4.30 – Схема раскладки панелей по условиям унификации в продольных стенах одноэтажных зданий;

1 - при железобетонных балках и фермах покрытия.

Крепление стеновых панелей к элементам каркаса и фахверка осуществляют в зависимости от статической схемы передачи нагрузок.

При навесных стенах в одноэтажных зданиях каждую панель опирают на столики, привариваемые к закладным деталям колонн. Столики представляют собой консоли из уголков с диафрагмой, которая заделывается в вертикальный шов между панелями (рисунок 4.31). В местах поперечных температурных швов столики устанавливают без диафрагм, так как в этих местах панель доходит до координационной оси. Фиксация панели в заданном положении осуществляется креплением ее верхней части к колоннам.

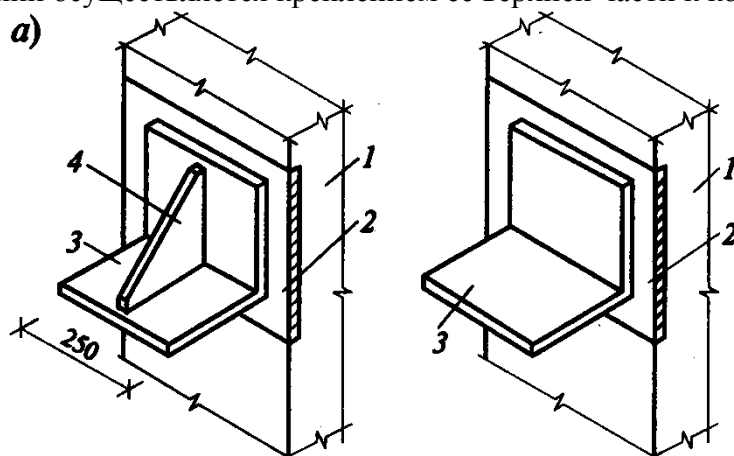


Рисунок 4.31 – Консольные столики для опирания панелей

1 – колонна; 2 – закладная деталь; 3 – консольный столик из уголка; 4 – диафрагма;

Крепление может быть гибким или жестким. Основным вариантом крепления является гибкий - при помощи гибких анкеров или сцепа из уголков (рисунок 4.32).

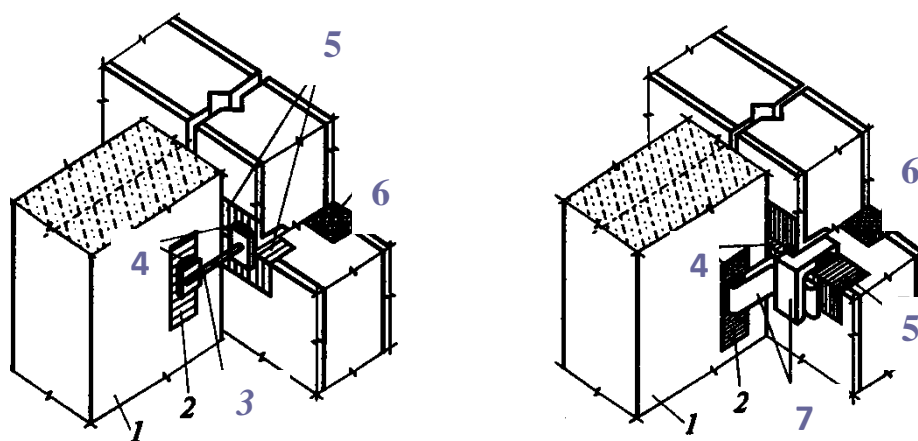


Рисунок 4.32 – Варианты гибкого крепления панелей к колоннам

1 – колонна; 2 – закладная деталь; 3 – гибкая связь; 4 – сварка при монтаже; 5 – закладной элемент панели; 6 – синтетическая прокладка; 7 – сцеп из уголков 125x14 мм длиной 100мм.

Все стеновые панели цокольной части устанавливают на фундаментные балки, за исключением железобетонных ребристых, которые ставят на обрезы фундаментов колонн. По фундаментным балкам укладывают цементно-песчаный раствор толщиной 30 мм для выравнивания постели под цокольную панель. Панели, располагаемые над оконными проемами, устанавливаются на опорные стальные столбики. Толщину горизонтальных швов между панелями принимают 15 мм, вертикальных – 20 мм (при длине панелей 6 м) и 30 мм (при длине панелей 12 м). Горизонтальные и вертикальные швы между панелями заполняют эластичными материалами, а с наружной стороны дополнительно мастиками-герметиками типа УМ-40, УМС-50.

*Стены из листовых материалов*

*Стены из узких панелей заводского изготовления*

Трехслойные панели с металлическими обшивками типа «Сэндвич» (серия 1.432.2-12 «Стены одноэтажных промышленных зданий из металлических трехслойных панелей с утеплителем из пенополиуретана») применяются для ограждения одноэтажных производственных зданий с неагрессивной или слабоагрессивной средой при относительной влажности не более 60 %, строящихся в I–IV районах по скоростному напору ветра с абсолютной минимальной температурой наружного воздуха в зимнее время года не ниже минус 65°С. Панели запроектированы с обшивками из стального оцинкованного профилированного листа толщиной 0,8 мм либо с использованием ленты из алюминиевых сплавов. В качестве среднего теплоизоляционного слоя принят заливочный пенополиуретан с плотностью 55–60 кг/м<sup>3</sup>. Рядовые трехслойные панели имеют номинальную ширину 1 м, длину от 2,4 до 11,4 м (кратно 0,6 м) и толщину от 46,6 до 100 мм. Доборные панели получают продольной распиловкой рядовых.

В зависимости от очертания поперечного сечения продольных кромок различают панели трех типов.

В панелях первого типа (рисунок 4.33) кромки (одна – в виде паза, другая – гребня) симметричны по толщине панели и образуют стык в шпунт.

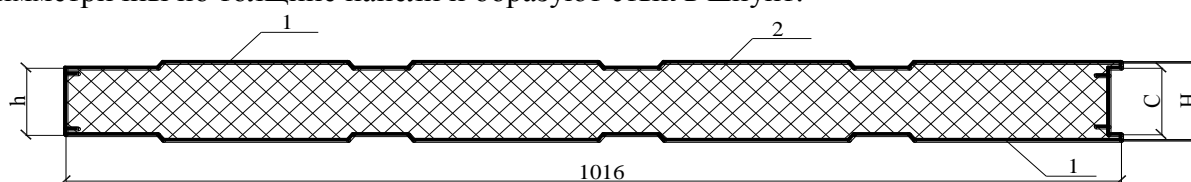


Рисунок 4.33– Поперечные сечения рядовых панелей первого типа  
1 – металлический профилированный лист; 2 – пенополиуретан;



Панели второго типа (рисунок 4.34) имеют одинаковые выступающие кромки в виде «жулачков».

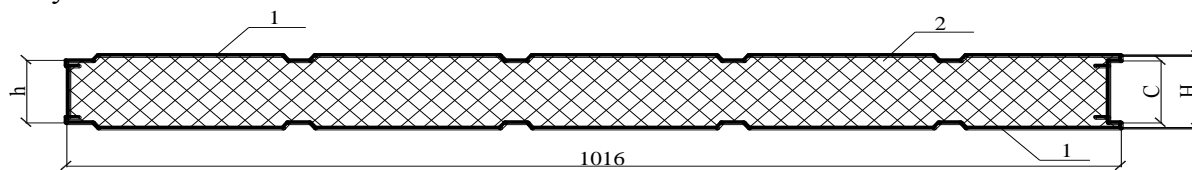


Рисунок 4.34– Поперечные сечения рядовых панелей второго типа  
1 – металлический профилированный лист; 2 – пенополиуретан;

В панелях третьего типа (рисунок 4.35), стыкующихся в шпунт, кромки в виде паза и гребня несимметричны по толщине панели.

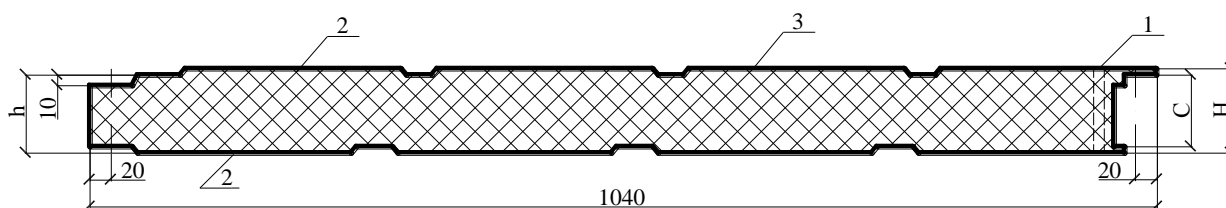
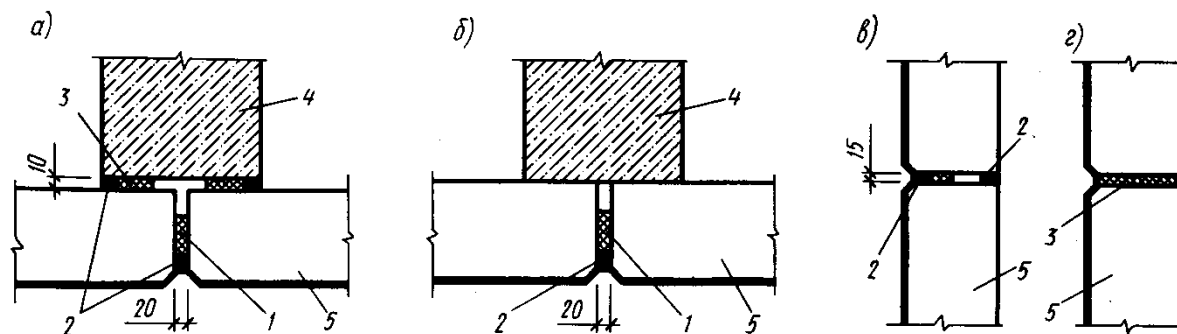


Рисунок 4.35– Поперечные сечения рядовых панелей второго типа  
1 – соединительный элемент; 2 – металлический профилированный лист; 3 – пенополиуретан;

Эксплуатационные качества панельного здания в значительной степени зависят от конструктивного решения горизонтальных и вертикальных стыков стеновых панелей.

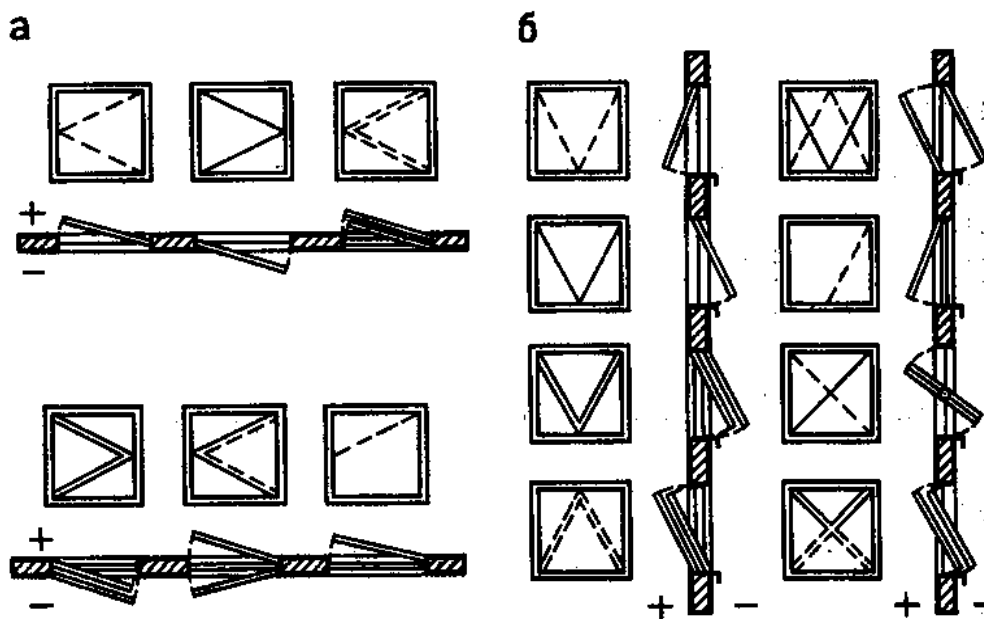
При горизонтальных швах уплотнение осуществляют полосой пороизола, приклеиваемой мастикой «изол» к верхней грани панели до ее установки (рисунок 4.36 г)



а – вертикальный комбинированный шов с двойной и б – одинарной герметизацией: в – горизонтальный шов; г – то же, с заполнением только полужидкой мастикой «изол»; 1 – прокладка (пороизол и пр.); 2 – расшивка мастикой; 3 – полужидкая мастика «изол»; 4 – колонна; 5 – стеновая панель

Рисунок 4.36– Уплотнение швов упругими материалами:

**Окна.** Для достижения необходимой освещенности и аэрации остекленные поверхности наружных стен промышленных зданий делают значительно больших размеров, чем гражданских зданий. Их размеры в целях унификации переплетов назначают кратными по ширине 0,5 и по высоте 0,6 м. Створки переплетов бывают с вертикальной и горизонтальной осью навески. Они могут быть верхне-, ниже- и среднеподвесными (рисунок 4.37).



а – переплеты с вертикальной осью навески; б – переплеты с горизонтальной осью навески. (На разрезах знак плюс означает внутреннюю, а минус – наружную сторону ограждения)

Рисунок 4.37– Схемы оконных переплетов промышленных зданий и условные обозначения их открывания

В связи со значительными размерами промышленных зданий в них применяют преимущественно створки, вращающиеся вокруг горизонтальной оси. На чертежах фасадов зданий открывающиеся переплеты и способ их навески показывают условными обозначениями. Для этого проводят две наклонные линии, концы которых доводят до той стороны переплета, на которой расположены петли. Если переплет открывается наружу, то линии делают сплошными, если внутрь – пунктирными. Открывающиеся среднеподвесные переплеты изображают двумя перекрещивающимися диагоналями. Линия или пунктир показывает открывание одинарного остекления, двойные линии – двойного. Одна косая линия – открывание одного из переплетов двойного остекления окон.

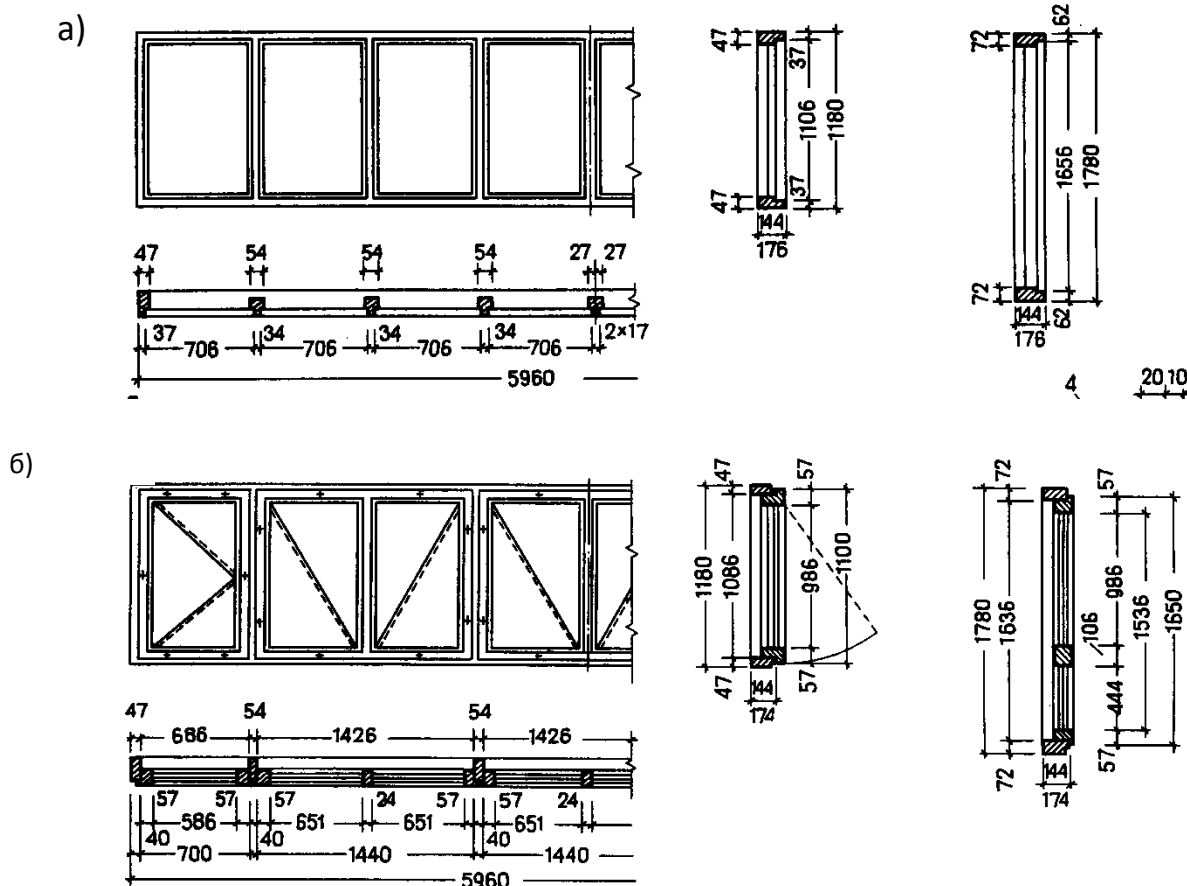
Заполнение оконных проемов переплетами может быть двойное, одинарное и смешанное. При смешанном решении нижнюю часть проема для исключения возможности дутья у рабочих мест на высоту 2,4 м от пола заполняют двойными переплетами, а верхнюю – одинарными. В большинстве случаев переплеты окон в промышленных зданиях делают с одинарным остеклением.

Заполнения оконных проемов промышленных зданий могут быть с деревянными, стальными и железобетонными переплетами, из стеклоблоков, стеклопакетов или светопрозрачных изделий и на основе полимеров.

Деревянные оконные блоки изготавливают по ГОСТ 12506–81. Блок состоит из коробки и одинарных или спаренных створок. Их применяют только в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом помещений. После установки оконного блока в проеме с наружной стороны устраивают слив из оцинкованной кровельной стали, а с внутренней – деревянную или бетонную подоконную доску. Зазор между коробкой и стеной изолируют (конопатка, монтажная пена), а затем закрывают наличниками, прибиваемыми к коробке. Коробки крепят к боковым откосам оконных проемов при помощи анкеров, ершей или других видов креплений, устанавливаемых через 1,2 м по высоте, но не менее двух на каждую сторону проема.

За последнее время получили применение деревянные оконные панели (рисунок 4.38), которые изготавливают номинальной высотой 1,2 и 1,8 м и длиной 6 м. Размеры их

унифицированы со стеновыми панелями, благодаря чему они взаимозаменяемы. Оконные панели состоят из коробки и переплетов, которые могут быть глухими (рисунок 4.38, а) и створными (рисунок 4.38, б).



а – глухая; б – с тремя фрамугами

Рисунок 4.38 – Деревянные оконные панели

В деревянных оконных панелях применяют в основном спаренные переплеты как с боковой, так и с горизонтальной навеской. Переплеты с боковой навеской располагают по краям панелей. Деревянные оконные панели скрепляют между собой на гвоздях или шурупах, швы между ними закрывают наличниками.

В горячих цехах (литейных, прокатных и др.), в цехах с высокой влажностью воздуха и в зданиях повышенной капитальности *устраивают стальные оконные переплеты*. Они более долговечны и надежны в эксплуатации, чем деревянные. Оконные проемы можно заполнять как отдельными переплетами, так и переплетами в виде крупных панелей. Отдельные стальные переплеты изготавливают из прокатных или гнутых штампованных профилей. Переплеты могут быть глухие и открывающиеся с верхним, нижним и боковым подвесом. При высоте оконного проема до 3,6 м стальной переплет крепят к вертикальным импостам, которые располагают через 1,5 или 2 м в зависимости от ширины переплета.

При высоте 4,8 – 6 м устанавливают верхнюю, а при высоте более 6 м – нижнюю обвязки из уголков.

Более совершенной и индустриальной конструкцией по сравнению с обычными стальными переплетами являются стальные оконные панели. Они достаточно просты, жестки и позволяют заполнить оконные проемы высотой до 20 м. Оконные панели изготавливают из трубчатых или гнутых профилей. Их размеры соответствуют размерам стеновых панелей высотой 1200 и 1800 мм и длиной 6 м. Они могут быть глухими и с открывающимися створками, с одинарным или двойным остеклением. Панель состоит из общей

рамы и остекленных элементов (рамок), которые либо навешивают на петли, либо закрепляют при помощи сварки. По высоте проема панели устанавливают друг на друга, при этом собственная масса их передается на нижележащую стеновую панель. Каждую панель крепят болтами к колоннам каркаса в четырех точках.

*Полы. Лестницы, перегородки ворота и двери промышленных зданий.*

### **СНиП 2.03.13-88. ПОЛЫ. П1-03 к СНиП 2.03.13-88 Проектирование полов**

Полы промышленных зданий подвергаются целому ряду силовых и несиловых воздействий:

- динамические и ударные нагрузки при работе станков, падении на пол тяжелых предметов;
- статические нагрузки от массы оборудования и др.
- сила трения от движущихся транспортных средств;
- тепловые воздействия;
- воздействия агрессивных жидкостей и газов т.п.

При выборе типа пола, в первую очередь, учитывают те требования, которые в условиях данного производства наиболее важные.

Полы промышленных зданий в зависимости от особенностей технологического оборудования должны обладать следующими свойствами: химической стойкостью, неискривимостью при ударах, повышенной механической прочностью и беспыльностью и т.д.

К полам предъявляют ряд конструктивных, эксплуатационных, санитарно-гигиенических и художественно-эстетических требований, зависящих от назначения и характера помещения. Полы любых помещений должны хорошо сопротивляться механическим воздействиям (истиранию, удару, продавливанию и др.), обладать достаточной жесткостью и упругостью, иметь малую теплопроводность, быть гладкими (но нескользкими), бесшумными при ходьбе, иметь малое количество швов и легко очищаться. В мокрых помещениях полы должны быть водостойкими и водонепроницаемыми, а в пожароопасных помещениях – несгораемыми. Кроме того, полы должны быть экономичными и индустриальными.

Уровень пола 1 этажа должен располагаться выше планировочной отметки территории на 150 мм.

Полы состоят из основания и покрытия.

**Покрытием** пола называют его верхний слой, непосредственно подверженный эксплуатационным воздействиям. В одноэтажных производственных зданиях полы обычно настилают по грунту, в многоэтажных — на перекрытии.

В состав конструкции пола на грунте входят следующие элементы: основание, подстилающий слой и покрытие.

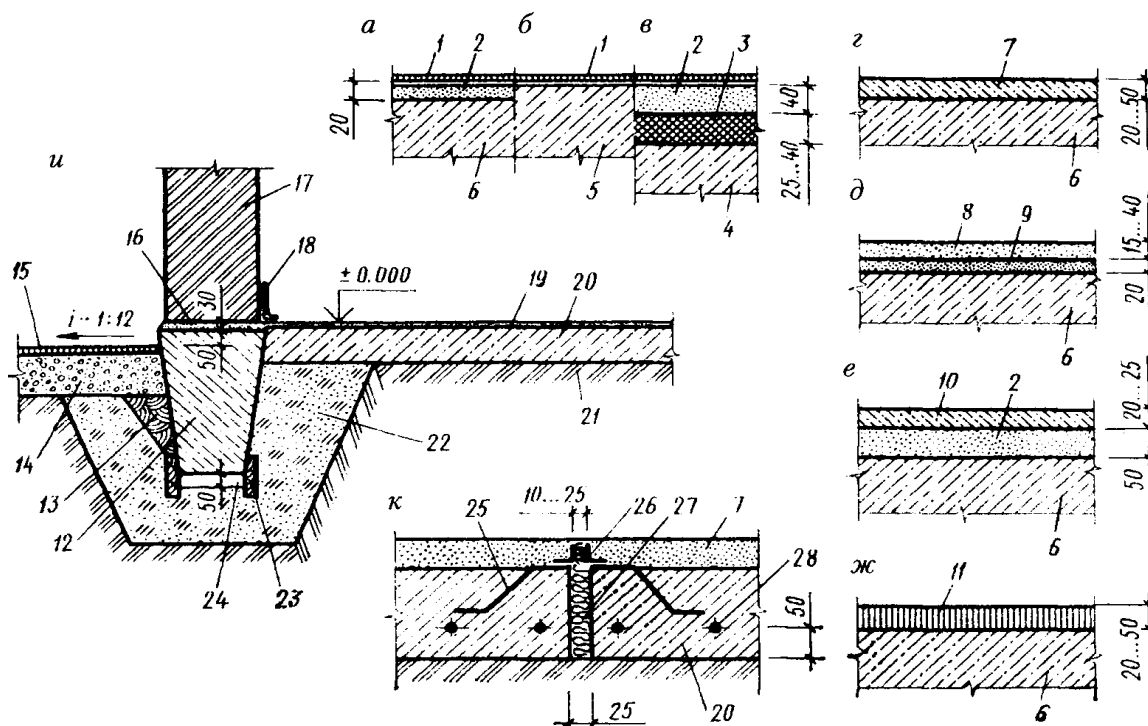
**Основанием** под полы служит обычно естественный грунт. Слабые грунты основания усиливают путем введения добавок песка, щебня, гравия с последующим тщательным уплотнением катками.

**Подстилающий слой**, или **подготовка**, располагается поверх основания и предназначена для распределения нагрузки, действующей на основание. Тип подстилающего слоя выбирают в зависимости от характера механических нагрузок, агрессивности среды и вида покрытия пола. Подстилающий слой по грунту выполняют из бетона, железобетонных плит, щебня, гравия или шлака.

В зависимости от устройства покрытия полы производственных зданий разделяют на полы со сплошным покрытием, с покрытием из штучных и рулонных материалов.

**Полы со сплошным покрытием** или сплошные бесшовные полы — это мастичные, цементные, бетонные, асфальтобетонные и др.

Мастичные полы – поливинилацетатные и полимерцементные – устраивают по стяжке из цементно–песчаного раствора или из легкого бетона толщиной 20 мм (рисунок 4.39, а, б) или 40...50 мм, если покрытие устраивают по тепло– или звукоизоляционному слою (рисунок 4.39, в). Цвет полов может быть любой. Толщина слоя поливинилацетатного покрытия 3...4 мм; полимерцементного – 8 мм.



а – б – мастичные; в – то же, над проездом, сквозным этажом или холодным подвалом;  
 г – бетонный или цементный; д – металлоцементный; е – мозаичный (террацо); ж – асфальтобетонный; и – вариант примыкания пола к наружной стене; к – пример деформационного шва в полах на грунте;  
 1 – мастичный пол; 2 – стяжка из цементно-песчаного раствора; 3 – тепло– или звукоизоляционный слой; 4 – плита перекрытия; 5 – плита перекрытия с ровной поверхностью; 6 – подстилающий слой или плита перекрытия; 7 – бетонный или цементный пол; 8 – металлоцементный пол; 9 – прослойка из цементно–песчаного раствора; 10 – мозаичный пол (террацо); 11 – асфальтобетонный пол; 12 – фундаментная балка; 13 – глиняный замок; 14 – щебеночная подготовка; 15 – асфальт; 16 – гидроизоляция – цементный раствор; 17 – стена; 18 – плинтус из полимерных материалов на мастике; 19 – цементный пол; 20 – бетонный подстилающий слой; 21 – утрамбованный грунт; 22 – шлак; 23 – просмоленные доски; 24 – воздушная прослойка; 25 – анкеры из полосовой стали – 4 x 40 мм через 0,5 м; 26 – окаймленные из уголковой стали; 27 – заполнение деформационного шва; 28 – круглая сталь диаметром 12...14 мм

Рисунок 4.39 – Сплошные бесшовные полы:

*Бетонные или цементные* полы устраивают в цехах с повышенной влажностью при попадании на пол минеральных масел и щелочей, органических растворителей, при механических воздействиях и высоких температурах. Цементные полы представляют собой слой жирного цементно – песчаного раствора. Бетонные или цементные покрытия имеют толщину 20...50 мм, которая зависит от механических воздействий на полы. Укладывают полы на бетонный подстилающий слой, плиту перекрытия (рисунок 4.39, г) или на стяжку из цементного раствора толщиной 40 мм, если по плите перекрытия расположен тепло- или звукоизоляционный слой.

*Металлоцементные* полы – смесь стальной или чугунной стружки или опилок крупностью до 5 мм, цемента и воды в соотношении 1:1, толщиной 15 – 20 мм по цементно-песчаной стяжке толщиной 20 мм (рисунок 4.39, д).

*Мозаичные* полы (террацо) устраивают в зданиях с требованием высокой чистоты (в лабораториях) и выполняют из портландцемента с заполнителями из шлифующихся и полирующихся каменных пород, например, мрамора, известняка. Мозаичные полы толщиной 20...25 мм укладывают на подстилающий слой или плиту перекрытия по стяжке из цементно-песчаного раствора. Для предупреждения образования усадочных трещин на

поверхности пола, а также для создания рисунка пола, его разделяют на части длиной не более 2 м тонкими рейками толщиной от 1 до 3 мм из металла, стекла или шифера. (рисунок 4.39, е).

*Асфальтобетонные* полы – в цехах с малоинтенсивным движением, при незначительных ударах и воздействиях на пол воды. Горячую смесь битума, пылевидного наполнителя, песка, щебня толщиной 25 – 50 мм укладывают на бетонную или щебеночную подготовку (рисунок 4.39, ж). *Асфальтобетонные* полы экономичны и водонепроницаемы. К их недостаткам следует отнести большую деформативность под продолжительной нагрузкой и недостаточную гигиеничность. Их применяют главным образом в гаражах, автостоянках, а также в подвальных помещениях, где они могут служить гидроизоляционным слоем, защищающим помещение от грунтовых вод.

В полах отапливаемых промышленных зданий, расположенных на грунте, при расположении рабочих мест вблизи наружных стен, предусматривается утепление зоны прилегания пола к наружным стенам слоем шлака (рисунок 4.39, и).

Деформационные швы в конструкции пола устраивают в местах расположения деформационных швов здания, а также в таких сплошных полах как бетонные, цементные, мозаичные и др.; а также в помещениях, при эксплуатации которых возможны положительные и отрицательные температуры воздуха. В последнем случае деформационные швы следует размещать на расстоянии 6...8 м друг от друга во взаимно перпендикулярных направлениях. Деформационный шов представляет собой сквозной разрез всей конструкции, т.е. разрезается покрытие (ширина шва 10...25 мм) и подстилающий слой (ширина шва 25 мм). Для защиты края покрытия устраивают по краю шва окаймление из угловой стали с анкерами через 0,5 м (рисунок 4.29, к)

#### **Полы из штучных материалов**

Из бетонных, цементно-песчаных, мозаичных, ксилолитовых, асфальтобетонных, керамических плиток устраивают по прослойке из цементно-песчаного раствора толщиной 10 – 15 мм или мастики 1 – 3 мм по бетонному подстилающему слою.

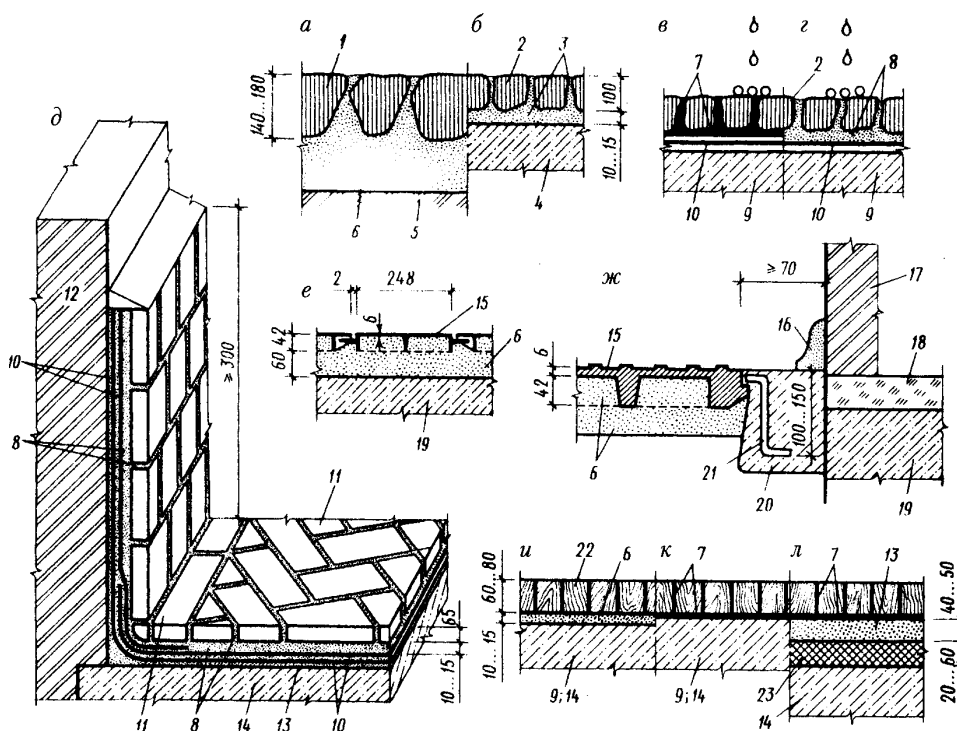


Рисунок 4.40 – Полы из штучных материалов

а – булыжный пол; б – г – пол из мелкой брусчатки; д – примыкание клинкерного пола к стене; е, ж – пол из чугунных плит с опорными выступами (ж – деталь примыкания пола из чугунных плит к стене); и – л – торцовый пол (л – то же, над проездом, сквозным этажом или холодным подвалом)

1 – булыжник; 2 — мелкая брусчатка (кубик); 3 – слой песка или цементно-песчаный раствор; 4 – нежесткий подстилающий слой; 5 – утрамбованный грунт; 6 – песок; 7 – прослойка и заполнение швов битумной или дегтевой мастикой; 8 – кислотоупорный раствор на жидком стекле; 9 – связный подстилающий слой – асфальто-бетонный, дегтебетонный, бетонный; 10 – гидроизоляционный слой; 11 – клинкерный кирпич; 12 – стена; 13 – стяжка из цементно-песчаного раствора; 14 – плита перекрытия; 15 — чугунная плита с опорными выступами; 16 – плинтус из цементно-песчаного раствора; 17 – стена или перегородка; 18 – покрытие; 19 – подстилающий слой или плита перекрытия; 20 – бетон; 21 – крючки из круглой стали диаметром 10 мм через 0,5 м; 22 – прямоугольная шашка; 23 – тепло- или звукоизоляционный слой

*Брусчатые (каменные) полы* устраивают на участках с высокой температурой, возможностью тяжелых ударов, подверженных воздействию химических растворов и на путях движения тяжелого транспорта на гусеничном ходу.

Брусчатка из гранита, базальта, диабазы размером 150x200 мм высотой 120 – 160 мм по бетонному подстилающему слою на песчаной, цементно-песчаной 10 – 15 мм или мастичной прослойке 2 – 3 мм или прослойке из жидкого стекла 10 – 15 мм. (рисунок 4.40, а – г)

*Клинкерные* полы (кирпичные). Область применения, что и брусчатых полов. Кирпичи укладывают на ребро или плашмя по песчаной прослойке толщиной 10 – 5 мм с заделкой швов цементно-песчаным раствором (рисунок 4.40, д).

*Торцовые* полы – эластичны, бесшумны, устраивают в цехах, где приходится работать преимущественно стоя с нормальным температурно – влажностным режимом. Шашки деревянные прямоугольной и шестигранной формы из древесины хвойных и твердых лиственных пород с высотой шашек 60 – 80 мм, с шириной прямоугольных торцов 60 – 100 мм, с длиной 80 – 250 мм. Их устанавливают так, чтобы волокна были расположены перпендикулярно плоскости пола, на бетонный подстилающий слой по песчаной прослойке 10 – 15 мм с заполнением швов битумной или дегтевой мастикой (рисунок 4.40, и).

*Металлические* полы устраивают на отдельных участках мартеновских, литейных, прокатных, термических и других цехов, где возможно падение на пол тяжелых предметов, воздействие высоких температур и требуется гладкая, непылящая поверхность пола.

Чугунные плиты размером 248x248 мм, 298x298 мм, толщиной 6 мм с отверстиями с высотой ребер по периметру 42 и 30 мм, стальные плиты штампованные 300 x 300 мм, толщиной 2,5 – 3 мм, высотой 19 мм. И те и другие укладывают на прослойку из песка или мелкозернистого гравия толщиной до 60 мм по бетонному, булыжному, щебеночному, песчаному подстилающему слою (рисунок 4.40, е, ж). Крайний ряд чугунных плит закрепляют анкерами (рисунок 4.40, ж).

### **Устройство полов в зоне железнодорожных путей**

Железнодорожные пути широкой или узкой колеи прокладывают в конструкции полов промышленных зданий. Полы устраивают так, чтобы не мешать движению людей и безрельсового внутрицехового транспорта.

Головки рельсов не должны выступать за уровень поверхности пола, на расстоянии 0,5 м от рельса покрытие пола должно быть разборным и выполнено из прочных материалов (железобетонных плит, брусчатки, кирпича, торцовой шашки). Если железнодорожный путь возвышается над полом, устраивают пандусы с уклоном не более 1:2. Если примыкает пол с жестким подстилающим слоем, устраивают деформационный шов. Для прохода ребер колес вдоль рельса в полу делают углубления, в которые укладывают деревянные бруски или бывшие в употреблении рельсы.

**Места примыкания полов** к стенам, колоннам и фундаментам станков делают с зазором для свободной осадки, заполняя их волокнистым материалом. При повышенных требованиях к внешнему виду полов или при интенсивном воздействии на них производственных жидкостей места примыкания полов к вертикальным конструкциям перекрыва-



ют плинтусами или галтелями. Для стока жидкостей в полах устраивают уклоны в сторону расположения водоприемных лотков и трапов. Последние перекрывают решеткой, уложенной в уровне пола.

**Лестницы.** В многоэтажных зданиях основные лестницы могут быть встроенными или пристроенными к зданию и по своей конструкции аналогичны лестницам гражданских зданий. В промышленных зданиях, как правило, применяют цельномаршевые лестницы из железобетона. Ширина маршей выбирается в зависимости от назначения здания. Наименьшая ширина марша, если на этаже работает не более 200 человек, - 1,15 м, при большем количестве людей - 1,35 м. Независимо от количества людей и высоты здания ширина маршей для основных лестниц должна быть не более 2,4 м, а для вспомогательных - не менее 0,9 м.

**Лестницы промышленных зданий** в зависимости от назначения подразделяют на основные и вспомогательные, к которым относятся служебные, пожарные и аварийные:

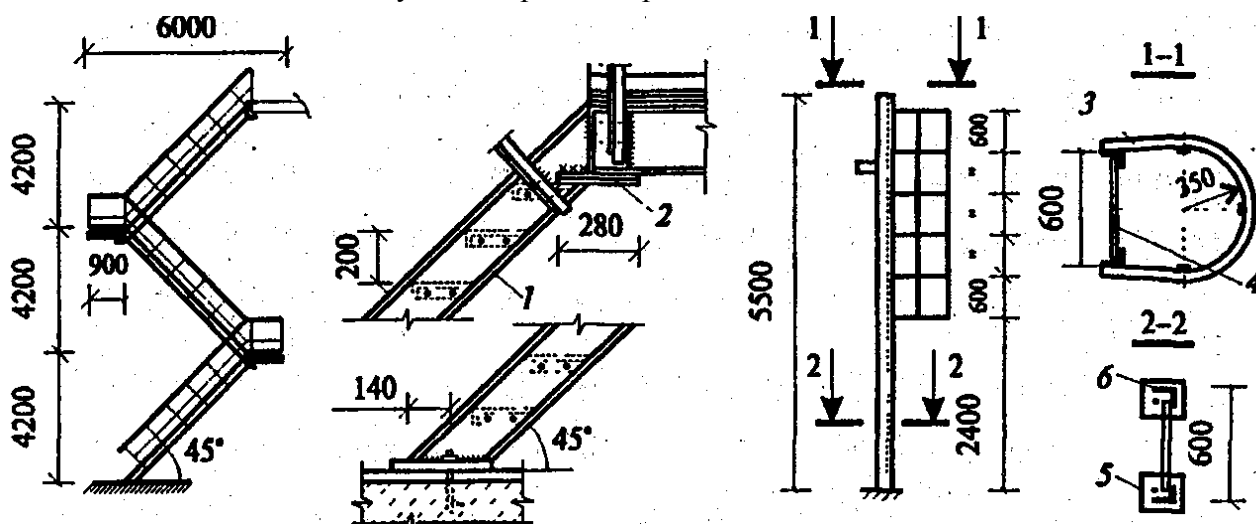
- *основные*, предназначенные для сообщения между этажами в многоэтажных зданиях, - аналогичны лестницам гражданских зданий. Ширина маршей 1350, 1500, 1750 мм, высота подъема маршей от 1,2 до 2,1 м, размеры ступеней 300x50 мм, Конструктивное решение аналогично, как рассматривалось ранее;

- *служебные* (рисунок 4.41) - для сообщения с рабочими площадками.

а - служебная маршевая

б - верхний и нижний узлы опирания марша

в - лестница-стремянка



1 - швеллер № 18; 2 - уголок 50x5 мм; 3 - полоса 40x4 мм; 4 - стержень диаметром 18 мм; 5 - пластина 100 x 100x6 мм; 6 - уголок 80x80 мм

Рисунок 4.41 - Служебные лестницы

а) для интенсивного движения - марши, состоящие из двух тетив, выполненных из полосовой или угловой стали (65x5 мм), к которым прикрепляются ступени, имеющие только проступи с шагом 200 и 300 мм, выполненные из металлических стержней диаметром 18 мм. Уклон маршей 45 и 60°, ширина от 0,6 до 1 м, высота до 6 м с переходными площадками. Марши снабжаются ограждениями с поручнями;

б) для индивидуального пользования - для подъема крановщика на посадочную площадку - вертикальная стремянка шириной 600 мм с шагом проступи 300 мм. С высоты подъема 4,2 м стремянка делается с ограждением. При высоте колонн свыше 12 м стремянка наклонная под углом не больше 60° с маршами и площадками. Косоуры маршей и тетивы стремянок выполняют из гнутых швеллеров и уголков 75x6, а проступи и площадки - из рифленой стали и из стальных стержней диаметром 18 мм;

- *пожарные* лестницы устраивают в зданиях высотой от 10 до 30 м вертикальными, высотой более 30 м – наклонными с уклоном не более  $80^\circ$  и с промежуточными площадками через 8 м.

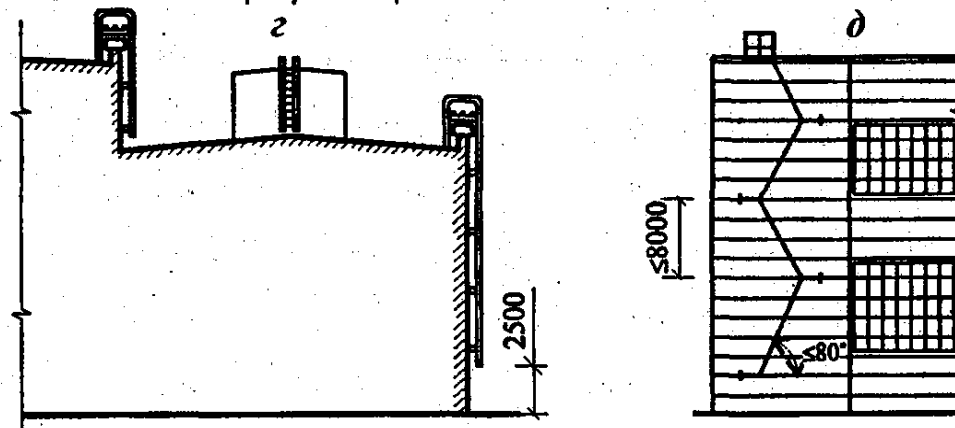


Рисунок 4.42 – Пожарные лестницы

При высоте здания не более 30 м пожарные лестницы делают вертикальными шириной 0,6 м крепят к стенам анкерами из уголков или швеллеров, располагаемых по высоте лестницы через 2,4 – 3,6 м. Тетивы – из уголковой или полосовой стали. Ступени – из одного или двух стержней диаметром 16–19 мм через 300, 400 мм. Отстаёт лестница от наружной грани стены на 250 – 300 мм. Низ лестницы не доходит до уровня земли на 1,5 – 1,8 м, верх на 1 м возвышается над парапетом. Расстояние между пожарными лестницами должно быть не больше 200 м, и их располагают в торцах пролетов или зданий.

Откидная пожарная лестница–стремянка устраивается в торцах фонарей и состоит из поручня (стержень диаметром 30 мм, длиной до 5 м), который является тетивой лестницы, и ступеней (стержень диаметром 20 мм, длиной 580 мм). Кронштейн выполняется из пластины 110x8 мм, длиной 300 мм.

Пожарные лестницы начинаются на высоте 2...3 м от уровня земли, их выводят выше карниза.

- *аварийные* лестницы используют только для эвакуации людей из здания на случай пожара или аварии. Они имеют такие же конструкции, как и стальные маршевые пожарные лестницы, но их обязательно доводят до уровня земли.

**Перегородки.** В промышленных зданиях **перегородки** классифицируют:

- *по назначению:* выгораживающие из общей площади цеха помещения складов, инструментальных кладовых и т.д.; разделительные, разграничивающие и препятствующие распространению шума, газа и других вредностей;
- *по расположению в пролете:* продольные и поперечные;
- *по функциональным особенностям:* стационарные (с постоянным местоположением); сборно-разборные, переставляемые при изменении производственного процесса;
- *по высоте ограждения:* на всю высоту помещения или только на часть (в пределах 2,5–3 м);
- *по ограждающим свойствам:* глухие, с проемами, с вставками из светопрозрачного материала или металлической сетки;
- *по виду материала:* железобетонные, каменные (из кирпича, легкогобетонных блоков), из профильного стекла, металлических, асбестоцементных листов, древесностружечных плит, водостойкой фанеры;



Рисунок 4.43 – Перегородки из пеноблока

• *по структуре*: однородные (сплошные), неоднородные со звукоизоляционной прослойкой; *по способу возведения*: промышленные (из крупноразмерных элементов), неиндустриальные (из мелкогабаритных элементов). Перегородки промышленных зданий должны быть прочными, устойчивыми, долговечными, удовлетворять требованиям производственного процесса и быть промышленными и экономичными.

*Кирпичные* перегородки устраивают толщиной 120 и 250 мм. Их опирают на фундаментные балки, а при высоте до 4 м – на утолщение в бетонной подготовке пола. Перегородки прислоняют к колоннам каркаса или располагают между ними.

В одноэтажных промышленных зданиях устойчивость перегородок толщиной в полкирпича обеспечивают: колонны стального фахверка, установленные через 6 м; импосты из швеллеров, закладываемые в кладку через 2–3 м по высоте; стальная обвязка в местах примыкания к колоннам каркаса.

В многоэтажных зданиях кирпичные перегородки опирают на междуэтажное перекрытие и крепят стальной обшивкой к колоннам каркаса.

*Выгораживающие перегородки* высотой 1,8... 3,6 м состоят из металлических стоек и щитов. Нижнюю часть щитов обшивают профилированными стальными или асбестоцементными листами, а верхнюю заполняют стеклом или металлической сеткой. Номинальная ширина щитов 1,5...6,0 м. Стойки крепят к подстилающему бетонному слою пола самозанкеривающими болтами. Щиты навешивают на стойки или устанавливают на пол и прикрепляют к нему также самозанкеривающими болтами. Между собой и со стойками щиты сболчиваются.

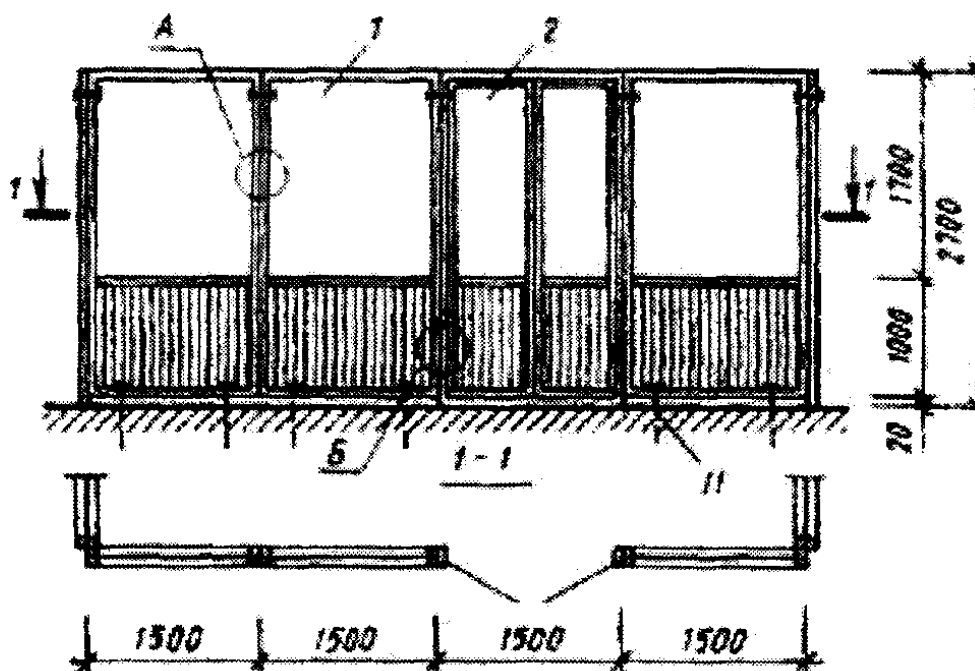


Рисунок 4.44 – Выгораживающие перегородки

### Ворота

Ворота предназначены для ввода в здание транспортных средств, технологического оборудования и эвакуации работающих. Количество ворот, их размеры и размещение зависят от особенностей технологического оборудования. Для пропуска людей в воротах устраивают калитки. Снаружи здания перед воротами предусматривают пандусы с уклоном 1:10. Во избежание больших теплотерь отапливаемых зданий ворота оборудуют тепловыми завесами, включаемыми автоматически при открывании.

*Распашные ворота* размером 3,6х3; 3,6х3,6; 3,6х4,2 м – для пропуска автомобильного транспорта; 4,8х5,4 м – для ввода железнодорожных составов.

Они состоят из двух полотнищ, которые с помощью двух или трех петель навешивают к обрамляющей воротный проем раме. Раму выполняют деревянной, стальной или железобетонной. В одном из полотнищ ворот устраивают калитку.

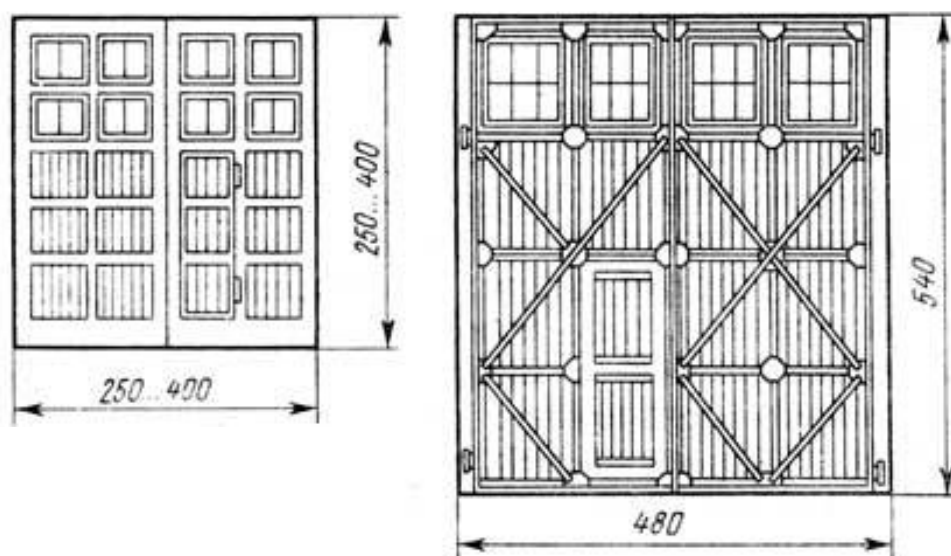


Рисунок 4.43 – Распашные ворота

При значительных размерах высоты ворот (3 м и более) применяют полотнища со стальным каркасом с обвязкой из швеллеров и двутавров. Стальная воротная рама (стойки и ригель) выполняется из стальных прямоугольных труб сечением 200x140x4 мм, стойки – из одиночных труб, ригели – из двойных. Ригель высотой 480 мм заполняют фибролитом, а с наружной стороны обшивают защитным стальным листом.

При небольшой высоте (до 3 м) ворота делают деревянными. Стальной каркас заполняют деревянными коробками и щитами. Полотнища со стальным каркасом кроме обычных петель имеют внизу специальный пятник, опирающийся для уменьшения трения на стальной шарнир.

К стойкам рамы снизу приваривают опорные листы, с помощью которых раму устанавливают на собственный бетонный фундамент и крепят к нему анкерами. Воротная рама может быть выполнена из железобетона.

В отапливаемых зданиях во избежание продувания по контуру воротной рамы к каркасу приваривают нащельники из полосовой стали, а щели между полотнами и под ними закрывают гибкими фартуками из резины или брезента.

*Раздвижные ворота* размером 3,6x3; 3,6x3,6; 4,2x4,2 м — для автомобильного транспорта; 4,8x5,4 м — для железнодорожного.

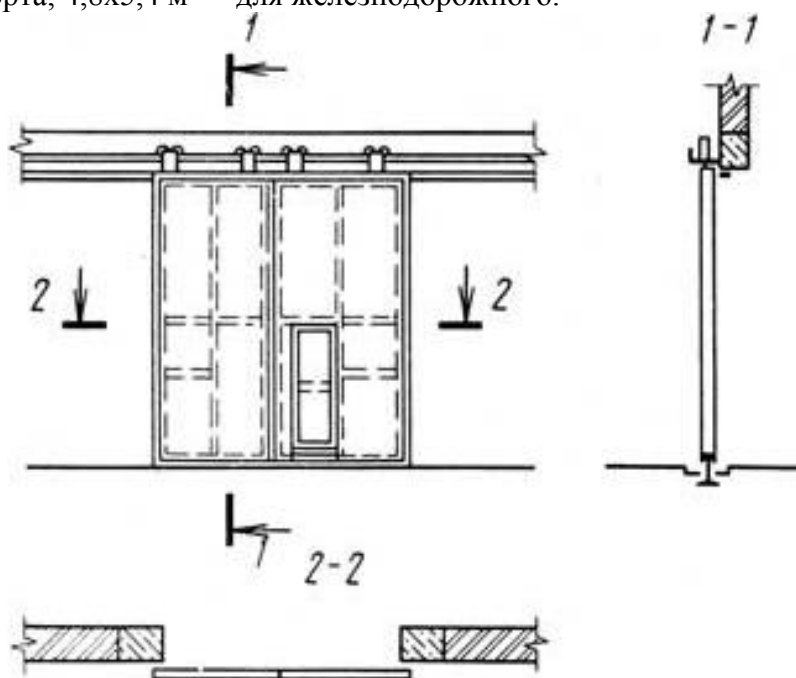


Рисунок 4.44 – Раздвижные ворота

Полотна по конструкции те же, что и у распашных ворот. В верхней части ворот укрепляют рельс, по которому при открывании полотна катятся стальные ролики. Над ригелем устроен козырек с фартуком. Для того чтобы полотна не отклонялись от вертикального положения, их устанавливают на направляющую полосу из швеллера № 10.

*Железнодорожные подъемно-секционные ворота* выполняют размером 4,8 x 5,4 м с автоматическим управлением с установкой Наверху механизма подъема. Рама ворот выполняется из швеллера №27. Полотно состоит из трех секций высотой 2030, 1667, 1721 мм. Выше отметки 5,4 м в уровне 7,5 м предусматривается устройство с тремя секциями по толщине для установки в каждую секцию отдельных элементов полотна. Это устройство располагается между стеновой панелью и верхней стеновой обвязкой из швеллера.

*Раздвижные складчатые ворота* — полотна собирают из шарнирно связанных между собой узких створок, которые при открывании складываются в пакет, благодаря чему занимают мало места.

*Раздвижные ворота* (Рисунок 4.44) бывают одно- и двупольные. Полотнища раздвижных ворот имеют более легкую конструкцию, чем распашных. В верхней части полотна имеются стальные ролики, которые при открывании ворот катятся по стальному рельсу, укрепленному над воротным проемом к ригелю железобетонной рамы. Нижнюю направляющую ворот приваривают к закладным деталям стоек рамы. Раздвижные ворота применяют в стесненных условиях и в случаях, когда не требуется большая плотность притворов (на складах, в горячих цехах и т.п.).

Подъемные ворота (Рисунок 4.45) делятся на подъемно-секционные и шторные. Они имеют стандартный размер 4,8х5,4 м и предназначены для пропуска железнодорожного. Подъемные ворота имеют металлические полотнища, подвешенные на тросах и движущиеся по вертикальным направляющим.

Подъем и опускание полотнищ производится ручным или электрическим приводом. Разумеется размеры ворот любых могут быть различными.

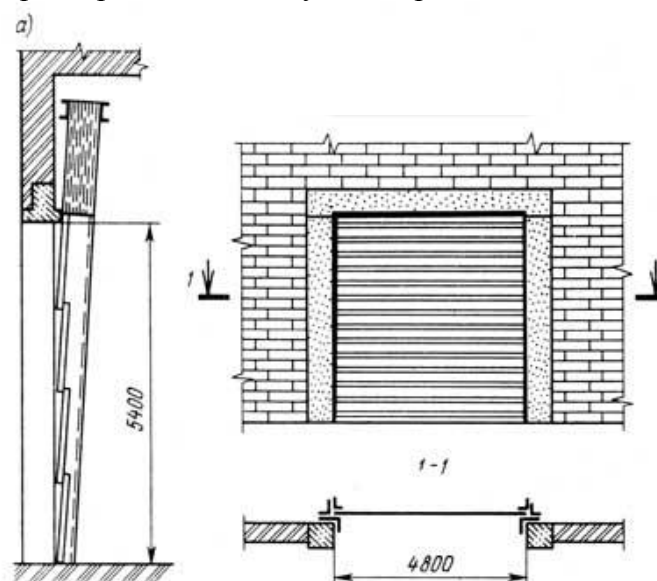


Рисунок 4.45 – Подъемно-секционные ворота

### Двери

Двери промышленных зданий имеют такую же конструкцию, как двери гражданских зданий. Они отличаются от последних более простой отделкой, большим сечением обвязки и повышенной прочностью обшивки. Габариты дверных проемов по ширине 1–2,4 м, по высоте 1,8–2,4 м. Двери на путях эвакуации устраивают распашными и открывающимися по направлению движения.

При установке ворот и дверей в панельных стенах пространство между стойками рамы ворот и соседними панелями стены заполняют кирпичной кладкой. При этом рама ворот выступает за лицевую линию кладки на 25 мм. Вверху над рамой ворот на кирпичное заполнение устанавливают железобетонную обязательную балку, прикрепляемую сваркой к колоннам основного каркаса или фахверка. Поверх обвязочной балки укладывают пояс кирпичной кладки, заполняющий пространство между балкой и надворотной стеновой панелью. Зазоры между рамой ворот и примыкающими к ней конструкциями заполняют герметикой.

## Тема 5. Покрытия одноэтажных производственных зданий.

### Рассматриваемые вопросы:

Нагрузки и воздействия на покрытия. Конструктивные элементы. Кровли. Устройства для верхнего освещения и аэрации. Пространственные конструкции покрытий.

#### 5.1 Нагрузки и воздействия на покрытия. Конструктивные элементы

Ранее указывалось, что покрытие зданий образуют несущие и ограждающие конструкции.

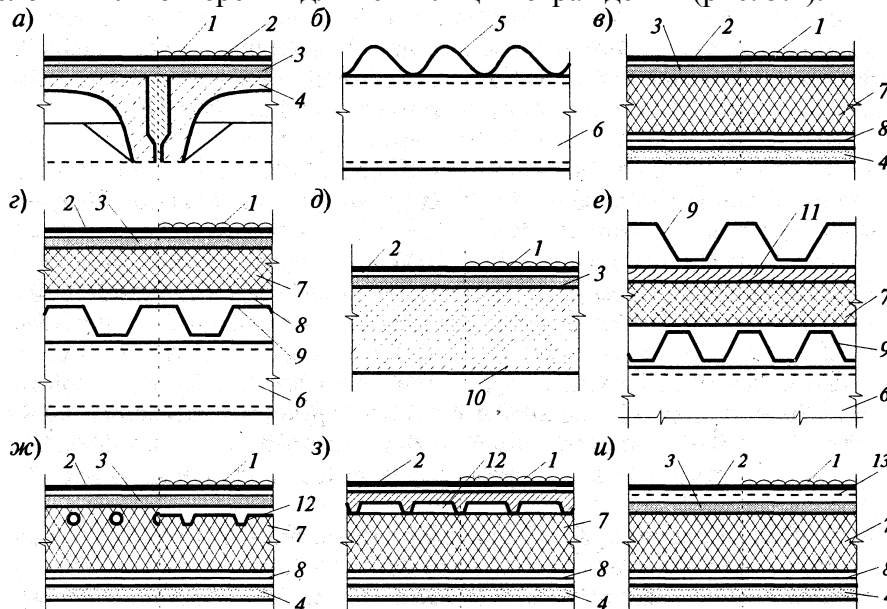
В плоскостных системах балочного типа ограждающую часть покрытия составляют плиты, панели и листы (несущие элементы ограждения) и располагаемые на них элементы паро-, тепло- и гидроизоляции.

Ограждающая часть покрытия подвержена разнообразным атмосферным (солнечная радиация, дождь, снег, ветер, низкие температуры) и эксплуатационным (высокие или низкие температуры, влажность, агрессивные среды и т.п.) воздействиям. Вследствие этого ограждающие конструкции должны обладать высокой стойкостью против этих воздействий и надежно защищать здание от преждевременного износа и разрушения.

От теплотехнических качеств ограждающих конструкций и их массы во многом зависит экономичность здания, так как это связано с затратами на отопление, вентиляцию и расходом материалов на другие элементы здания (балки, фермы, колонны и т.д.). Конструкции ограждения должны предусматривать возможность устройства светоаэрационных фонарей, обеспечивать ремонт и восстановление, обладать достаточной огнестойкостью.

В зависимости от производственно-технологического режима в здании покрытия устраивают утепленными и неутепленными (холодными). Последние применяют в неотапливаемых зданиях или в зданиях с избыточными тепловыделениями.

Утепленные покрытия состоят из несущего слоя, образуемого плитами, настилами и листами, и теплоизоляции, защищенной паро- и гидроизоляцией. В необходимых случаях в утепленные конструкции вводят другие конструктивные элементы, например воздушные прослойки или отверстия для вентиляции ограждения (рис. 5.1).



а, б - холодные; в-д - утепленные, невентилируемые; е, з - то же, вентилируемые; ж - частично вентилируемые; и - с диффузной прослойкой; / - защитный слой; 2 - кровельный ковер; 3 - выравнивающий слой; 4 - железобетонный настил; 5- асбестоцементные или металлические листы; 6- прогон; 7-утеплитель; 8 - пароизоляция; 9 - металлический профилированный настил; 10 - легковесный настил; 11 - деревянная рейка; 12- каналы или борозды; 13 - перфорированный рубероид

Рис. 5.1. Основные виды ограждающих конструкций покрытий (детали разрезов)



Холодные покрытия состоят из несущих элементов и гидроизоляционного ковра или из элементов, объединяющих в себе несущие и гидроизоляционные функции (асбестоцементные листы и др.). Невентилируемые ограждения устраивают над помещениями с сухим и нормальным влажностным режимом и при других условиях, обеспечивающих надежную пароизоляцию утеплителя. Вентилируемые и частично вентилируемые ограждения применяют над помещениями с влажным и мокрым режимом, а также в зданиях, возводимых в районах с продолжительным жарким периодом года. Вентиляцию ограждения обеспечивают системы воздушных прослоек, каналов и борозд, сообщающихся с наружным воздухом. Для большинства климатических районов России площадь сечения продухов в вентилируемых ограждениях достаточна  $1/2500 \dots 1/3000$  от площади ската покрытия. Для предотвращения вздутия кровельного ковра в результате испарения влаги из увлажненного утеплителя в покрытиях делают диффузные прослойки, которые выполняют из перфорированного рубероида, укладываемого насухо.

Ограждающая часть покрытия может быть решена по прогонной и беспрогонной схемам. Покрытия по прогонам устраивают, когда из-за статочной жесткости несущих плит, настилов и листов требуется их опирание с ограниченным пролетом (3...4 м), т.е. меньше шага стропильной конструкции покрытия (6 и 12 м). Беспрогонная схема покрытия позволяет применять крупногабаритные плиты покрытия, но для нее характерна высокая масса крупногабаритных плит и панелей и сложность монтажа.

**Покрытие по прогонам.** Прогоны выполняют из железобетона и мела. Железобетонные прогоны из-за большой массы применяют редко, а они позволяют экономить сталь до 8 кг на  $1 \text{ м}^2$  покрытия. Прогоны иной 6 м имеют сплошное сечение, а при длине 12 м - решетчатое *ас. 5.2, а-г*). К стропильным конструкциям прогоны крепят с помощью уголков и болтов (рис. 5.2, в).

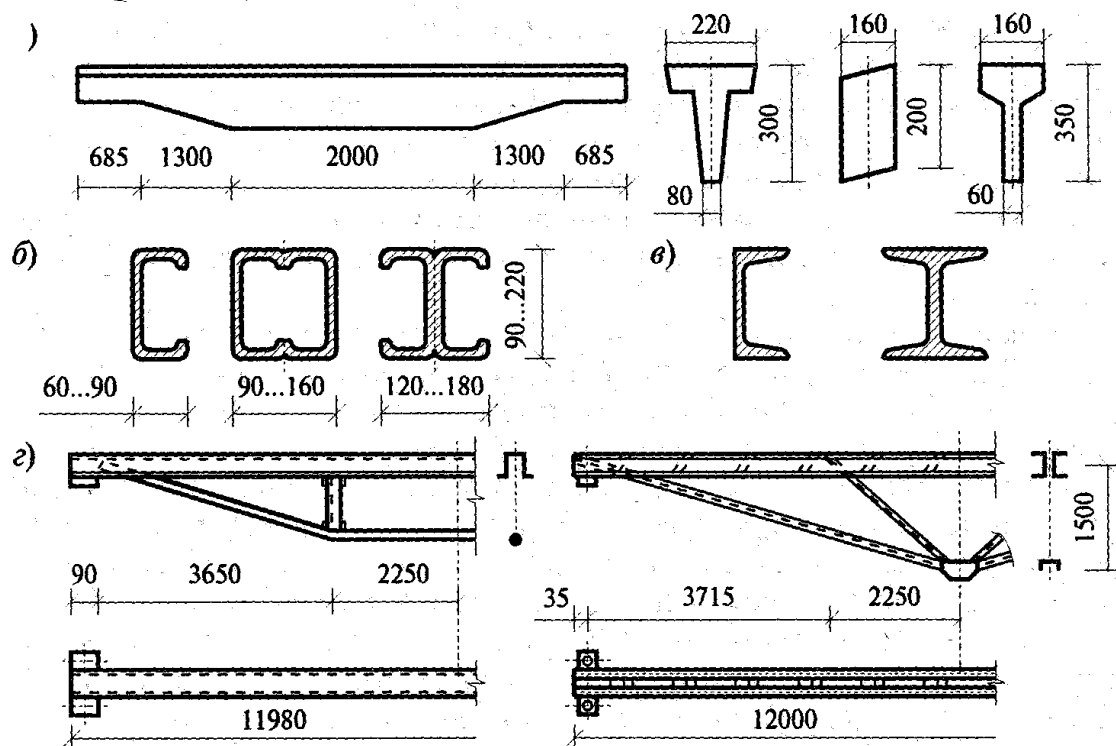


Рис. 5.2. Типы прогонов: *а* - железобетонные; *б* - стальные гнутого профиля; *в* - то же, прокатного; *г* - решетчатые прогоны длиной 12 м

При прогонной схеме покрытия применяют легкие конструкции ограждения: асбестоцементные и металлические листы, асбестоцементные панели каркасного и коробчатого типа, панели экструзионные, настилы использованием профилированных стальных и алюминиевых листов также плиты из армоцемента и легких бетонов. Для устройства не-

утепленных покрытий используют асбестоцементные волнистые и стали профилированные листы, армоцементные и железобетонные плиты.

**Покрытия без прогонов.** На их устройство меньше расходуется металла и они менее трудоемки по сравнению с покрытиями по прогонам. Для устройства беспрогонных покрытий используют крупноразмерные панели, которые опирают непосредственно на несущие конструкции покрытия.

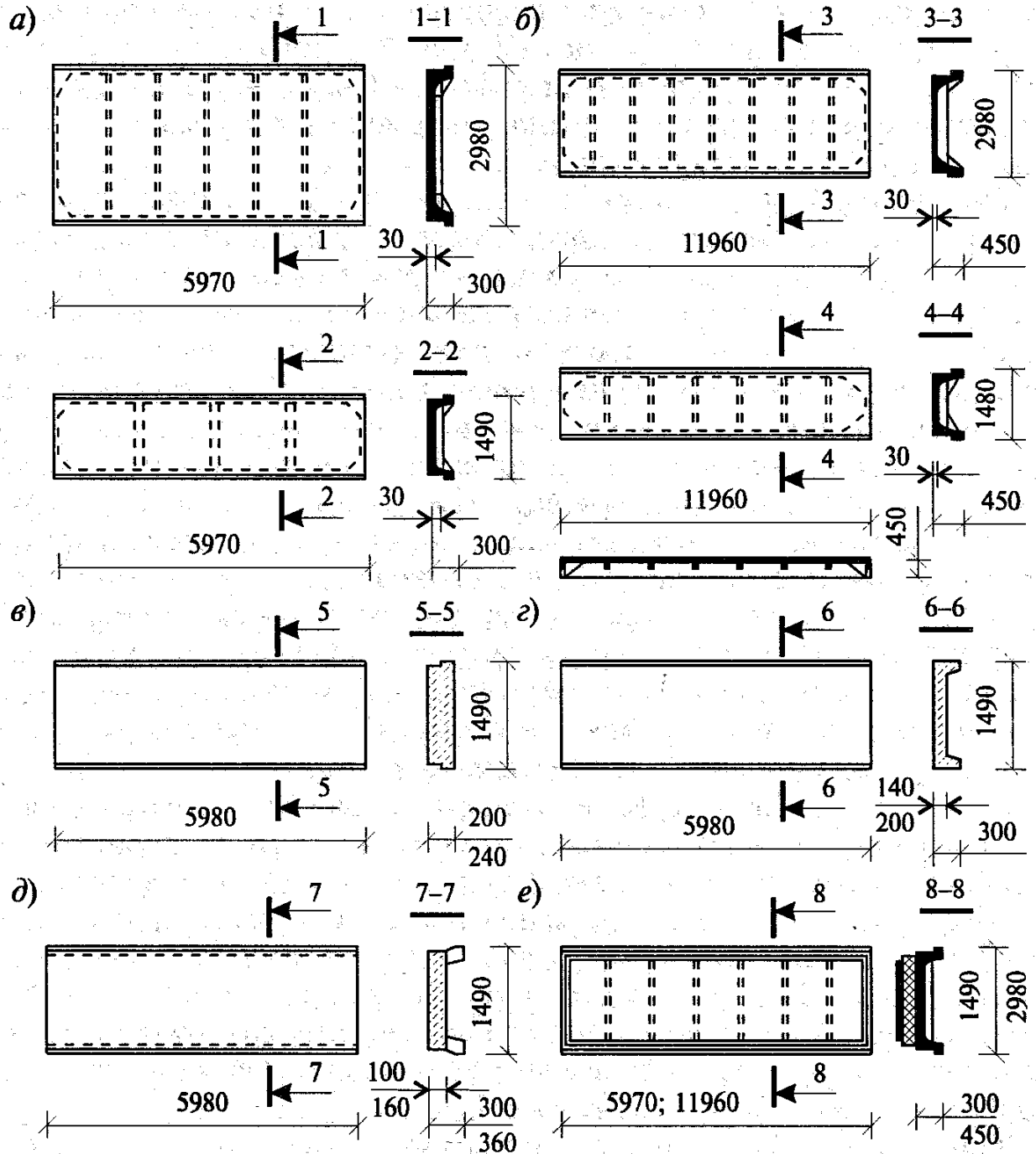


Рис. 5.3 – Железобетонные плиты для покрытий без прогонов: а - размером 3х6 и 1,5х6 м; б- то же, 3х12 и 1,5х12 м; в - плоская из ячеистого бетона; г - ребристая из легких бетонов; д - то же, комбинированная из тяжелого и легкого бетонов; е - комплексная панель покрытия

Длину панелей принимают равной шагу стропильных конструкций покрытия (6 и 12 м), а в ряде случаев - величине пролета (18 и 24 м). Ширину панелей увязывают с раз-

мерами несущей конструкции покрытия и с учетом нагрузки, действующей на покрытие. Обычно ширину панелей принимают 3 м, а доборных - 1,5 м.

Чаще всего в беспрогонных покрытиях применяют железобетонные панели, изготавливаемые из бетонов классов В22,5-В40. Такие панели используют в качестве несущего настила утепленных и холодных покрытий (рис. 5.3, а, б). Существенный недостаток покрытий с использованием таких плит является необходимость трудоемкого устройства пароизоляции, утеплителя и водоизоляционного ковра в построечных условиях. Кроме того, покрытия плитами из железобетона; имеют большую массу, В целях совмещения в одной плите несущих и ограждающих функций были разработаны плиты из легких бетонов (плоские и ребристые), а также комбинированные плиты, в которых несущие продольные ребра выполнены из тяжелого бетона, а полка плиты - из легких бетонов (рис. 5.3, в-д).

### 5.2 Кровли. Устройства для верхнего освещения и аэрации.

Основанием для кровли являются ограждающие конструкции покрытия (сборные железобетонные плиты, стальной профилированный настил).

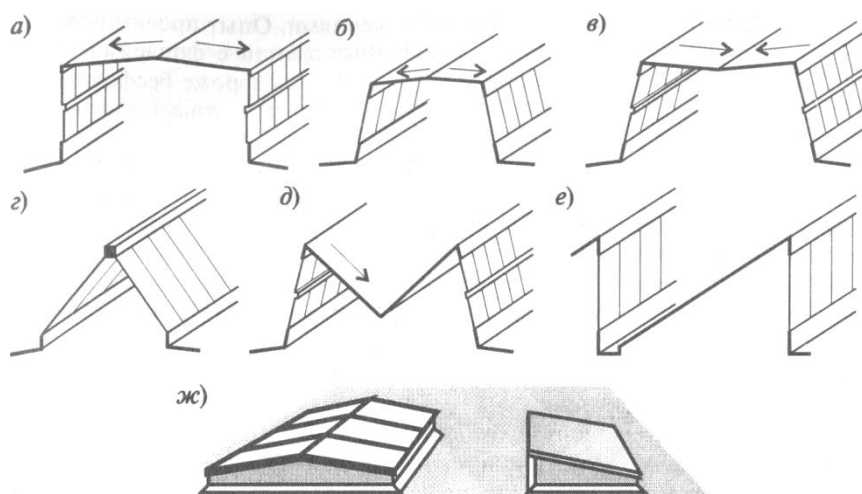
Материал и конструкцию кровли назначают в основном в зависимости от уклона покрытия и вида воздействия. По виду материалов кровли подразделяют на рулонные, мастичные, асбестоцементные и металлические.

**Типы фонарей и их назначение.** Фонари - специальные конструкции в покрытии зданий, способные пропускать внутрь помещений лучистую энергию видимой части солнечного спектра и предназначенные для естественного освещения и аэрации.

По назначению фонари классифицируют на световые, светоаэрационные и аэрационные.

*Световые фонари* призваны обеспечивать естественное освещение помещений в соответствии с требованиями производственно-технологического процесса и условиями зрительной работы людей, а *аэрационные* - воздухообмен в соответствии с требованиями к микроклимату помещений. Световые фонари могут быть использованы для аэрационных целей, если в них предусмотреть открывающиеся переплеты, отверстия и т.п.

По форме профиля и конструктивной схеме световые и светоаэрационные фонари могут быть прямоугольные, трапециевидные, треугольные, М-образные, шедовые и зенитные (рисунок 5.4). Каждый из этих типов фонарей обладает определенной светоактивностью, удобством в эксплуатации и конструктивными особенностями.



а - прямоугольные; б, в - трапециевидные; г - треугольные; д - М-образные; е - шедовые; ж - зенитные (панельный и точечный)

Рисунок 5.4 – Основные типы световых и светоаэрационных фонарей

Так, трапециевидные, треугольные и зенитные фонари обладают высокой светоактивностью, но не исключают значительной инсоляции, в них усложняется устройство открывающихся переплетов, они подвержены загрязняемости. М-образные фонари имеют хорошие аэрационные качества, а шедовые, при ориентации на северную часть небосвода, защищают помещения от прямых солнечных лучей. Прямоугольные фонари, благодаря вертикальному остеклению, отличаются незначительной инсоляцией и загрязняемостью. По сравнению с фонарями с наклонным остеклением они конструктивно более просты и надежны в эксплуатации. В них несложно устройство открывающихся переплетов.

Зенитные фонари по сравнению с прямоугольными обладают значительно большей световой активностью, обеспечивают равномерное освещение рабочих мест. Их конструкции имеют небольшой вес, обеспечивают более надежную теплозащиту. Они более удобны в эксплуатации, на них значительно меньшая вероятность образования снеговых мешков в зимний период. Зенитные фонари могут выполнять и аэрационные функции.

Выбор типа фонаря производят с учетом требований к естественному освещению и воздухообмену, особенностей объемно-планировочного и конструктивного решения здания, а также климата местности. При выборе типа и конструкций фонаря учитывают требования к интерьеру и руководствуются экономическими соображениями.

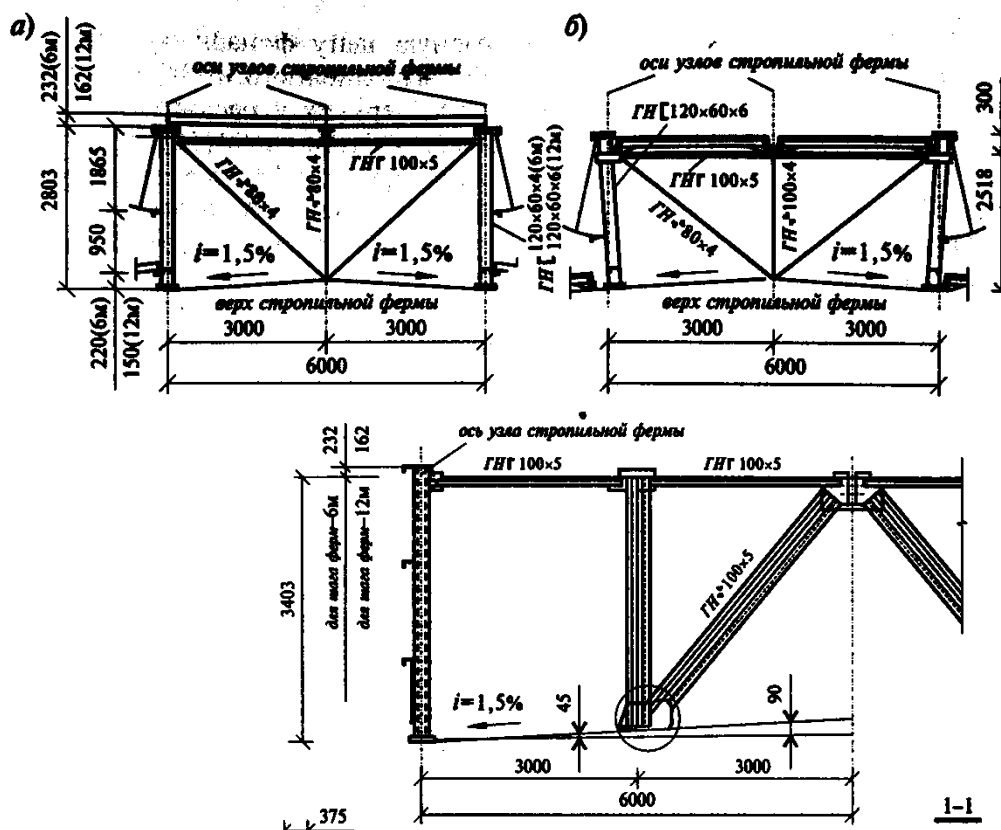
**Световые и светоаэрационные фонари** преимущественно выполняют в виде прямоугольных надстроек (П-образные фонари) и встроенных или незначительно возвышающихся над покрытием светопрозрачных куполов, колпаков, панелей и лент (зенитные фонари).

Размеры прямоугольных фонарей назначают в зависимости от светотехнических и аэрационных требований, согласуя с размерами пролетов и требованиями унификации.

При пролетах 18 м ширину фонарей принимают равной 6 м, при пролетах 24-36 м равной 12 м. Длина прямоугольных фонарей по противопожарным соображениям не должна превышать 84 м. По этим же причинам их прерывают на размер одного шага стропильных конструкций в местах поперечных температурных швов и не доводят до торца пролетов на один шаг (6 или 12 м). Высоту фонарей ограничивают одним-двумя ярусами переплетов. Высота переплетов в одноярусных фонарях составляет 1,8 м, а в двухъярусных - 1,2 м. Покрытиям фонаря придают уклон 1 : 60 с наружным неорганизованным водоотводом.

Конструкции фонарей состоят из несущих и ограждающих элементов и связей. Несущими элементами фонарей являются поперечные фонарные фермы, фонарные панели и панели торца (рисунок 5.5). Фонарные фермы выполняют из гнутых или прокатных швеллеров (стойки), спаренных уголков (раскосы) и одинарного уголка (горизонтальная связь между стойками). В зависимости от конструкции покрытия стойки ферм делают вертикальными - при профилированных настилах и наклонными - при железобетонных плитах. В последнем случае плиты опирают на консоль стойки, которая опущена на 300 мм ниже верхнего пояса фонарной панели (рисунок 5.5, б). Фонарные фермы устанавливают в соответствии с шагом стропильных конструкций (6 и 12 м). Стойки фермы крепят к верхнему поясу стропильных ферм посредством опорной пластины на сварке.

Ограждающая часть прямоугольных фонарей может быть выполнена утепленной и холодной. При утепленном варианте покрытие фонаря, его бортовую часть, торцы и остекление выполняют с соответствующей теплоизоляцией.



а - фонарная ферма пролетом 6м под профилированный настил при шаге стропильных ферм 6 и 12м; б - то же, под железобетонные плиты; в - то же, пролетом 12м:

Рисунок 5. — — — — —, щие конструкции прямоугольных светоаэрационных фонарей

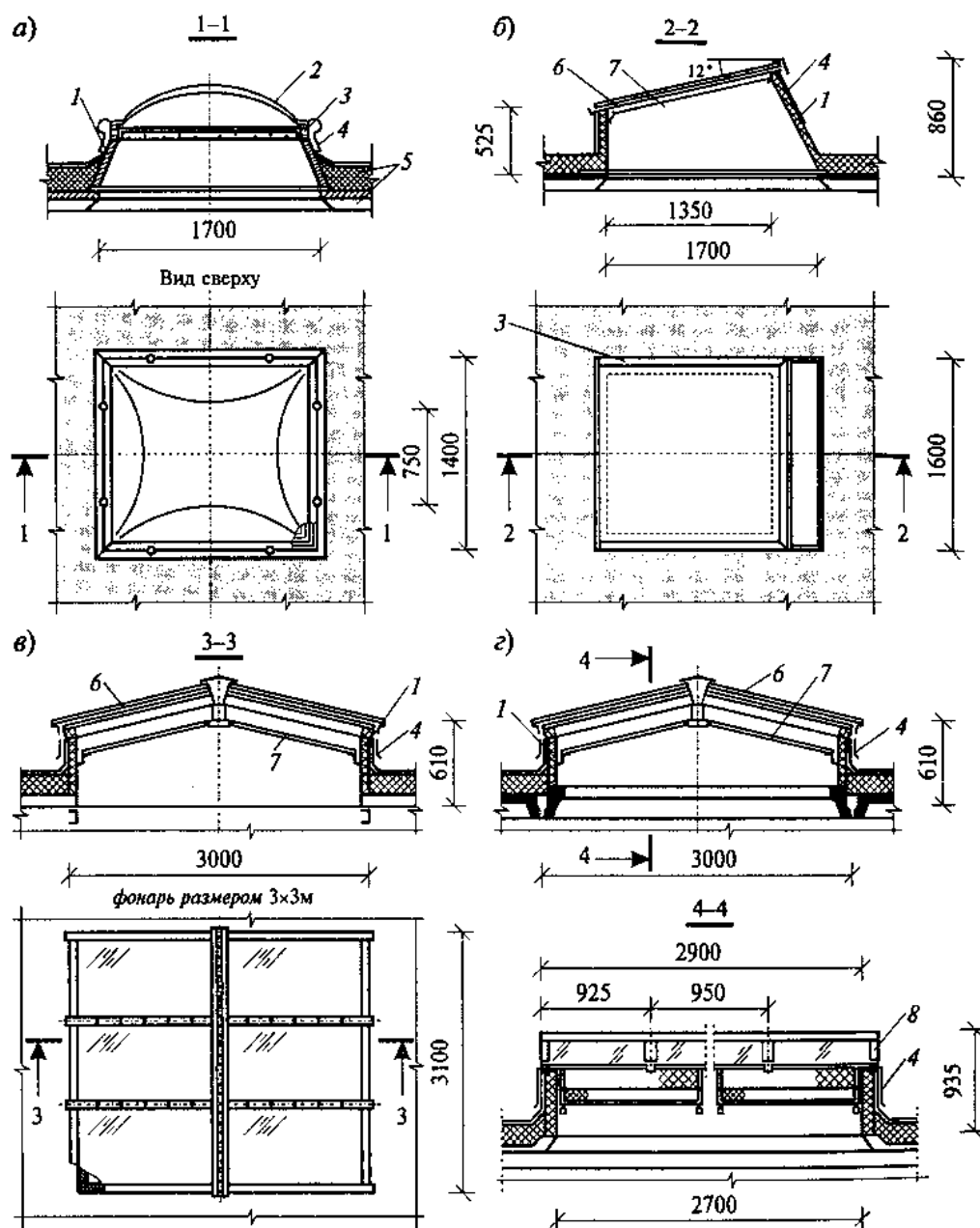
В целях унификации фонарных переpletов с окнами их конструктивно решают из стальных профилей аналогично оконным, а в качестве остекления чаще всего используют двухслойные стеклопакеты. Фонарные переpletы выполняют верхнеподвесными. Стыки между глухими и открывающимися переpletами уплотняют резиновыми профилями. Для открывания переpletов чаще всего используют механизм реечного типа с электроприводом. Такой тип по сравнению с другими является более надежным и позволяет относительно быстро (в течение 4 мин) открыть ленту переплета длиной 60 м на угол  $35^\circ$ .

*Недостатками* прямоугольных фонарей являются их высокая металлоемкость, воздухопроницаемость, возможность образования наледей на остеклении и др.

Зенитные фонари наиболее эффективны в зданиях с незначительными технологическими тепловыделениями. Они могут быть точечного типа или панельные (рисунок 5.6), односкатные, двускатные и криволинейные (рисунок 5.6).

При необходимости зенитные фонари могут быть выполнены в виде ленты, собираемой из секций длиной 6 м. Выбор типа фонаря связан с высотой помещения. Так, фонари точечного типа с площадью световых проемов до  $4,5 \text{ м}^2$  рекомендуются к применению в зданиях высотой до 8,4 м, а в зданиях большей высоты - панельного типа с площадью световых проемов более  $4,5 \text{ м}^2$ .

Наиболее рациональной формой поперечного сечения фонарей шириной до 1,5 м является односкатная, а шириной 3 м - двускатная. Зенитные фонари большей ширины нецелесообразны.



*a* - купольный (разрез и вид сверху); *б* - односкатный по железобетонным плитам; *в* - двускатный с покрытием по профилированному настилу; *г* - то же, по железобетонным плитам (поперечный и продольный разрезы); 1 - стальной стакан; 2- купол 1,6x1,4м; 3- элемент рамы; 4 - элементы фартука; 5- утепленное покрытие здания; 6 - стеклопакет; 7 - сетка оцинкованная; 8 - нащельник боковой

Рисунок 5.6 – Зенитные фонари

Размеры световых проемов зенитных фонарей увязывают с конструктивным исполнением покрытия. При покрытиях из сборных железобетонных плит размером 1,5x6 м и из профилированных стальных настилов размеры световых проемов принимают 1,5x1,7; 1,5x5,9 и 2,9x5,9 м. При покрытиях из железобетонных плит размером 3x6 и 3x12 м, а также при плитах "на пролет" размеры проемов составляют 2,9x2,9 м, а в покрытиях из стального профилированного листа по беспрогонной схеме с шагом стропильных ферм 4м – 2,9x3,9 м.

Зенитные фонари устраивают глухими и открывающимися. Для очистки загрязнения и аэрации в них предусматривают открывающиеся створки со специальными механизмами открывания.

Открывающиеся зенитные фонари имеют размеры световых проемов 1,5x1,7; 1,5x5,9 и 2,7x2,7 м.

Светопроницающее заполнения в зенитных фонарях могут быть выполнены из профильного стекла, стеклопластика и других материалов и конструкций. В зарубежной практике строительства применяют силикатное стекло (Финляндия), швеллерное профильное стекло в два ряда (Югославия), полимерные материалы, в частности органическое стекло и различные термопласты (страны Западной Европы) и т.п.

Зенитные фонари, несмотря на определенные достоинства, имеют ряд недостатков. При их применении усложняется устройство кровли, особенно с фонарями точечного и панельного типов. Зенитные фонари не рекомендуется применять в помещениях с большими пыле- и тепловыделениями, а также в условиях разветвленной сети подвесных транспортных галерей, конвейеров и другого технологического оборудования, загораживающего световые проемы.

**Аэрационные фонари** устраивают в производственных зданиях с большими выделениями тепла и пыли источниками, равномерно расположенными по площади помещения. При неравномерном расположении источников используют аэрационные шахты.

Для целей аэрации в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом, как уже указывалось, могут быть использованы прямоугольные световые фонари с открывающимися переплетами.

Прямоугольные фонари считаются незадуваемыми (рисунок 5.7, а), если между высотой фонаря  $h_c$ , высотой ската его кровли  $\Delta$  и шириной межфонарного пространства  $\ell$  существует соотношение  $\ell \leq 5(h_c + \Delta)$ .

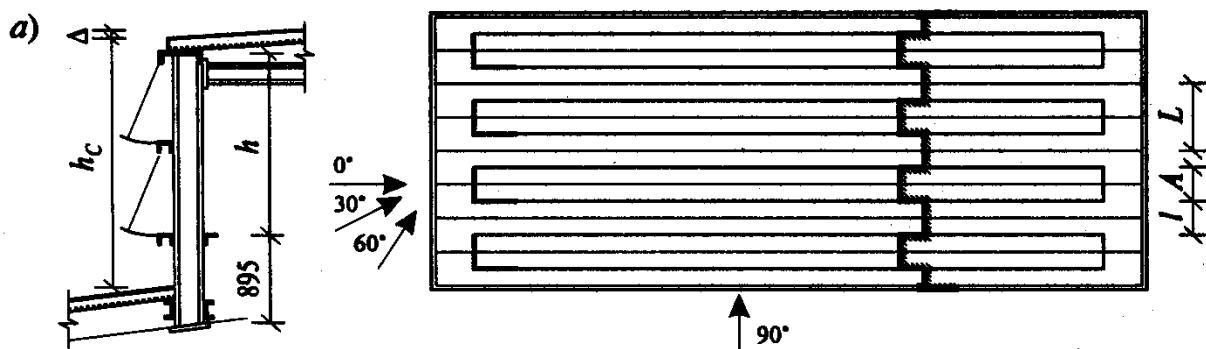


Рисунок 5.7 – схемы для определения незадуваемости прямоугольных фонарей (разрез по фонарной панели и план покрытия многопролетного здания с фонарями)

Прямоугольные фонари при вышеуказанных соотношениях размеров также не задуваются, если направление ветра составляет с продольной осью фонаря  $0^\circ$ . Если же этот угол составляет от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ , то проемы, прилегающие к торцам фонарей, частично задуваются (на плане покрытия рисунок 23.39, а эти проемы показаны жирными линиями). Если задувание открытых проемов нельзя допускать, в них предусматривают глухие переплеты остекления на участке длиной, равной размеру  $\ell$ .

**Тема 6. Административно-бытовые здания и помещения промышленные предприятий .**

**Тема 7. Генеральные планы промышленных предприятий**