

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Волгоградский государственный технический университет**

**АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ ПРОЕКТ  
ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ**

*Методические указания по разработке*

*Составил А. А. Мошкин*

**Волгоград. ВолгГТУ. 2018**

© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный  
технический университет», 2018

УДК 725(076.5)

**Архитектурно-конструктивный** проект одноэтажного промышленного здания [Электронный ресурс]: методические указания по разработке / сост. А. А. Мошкин ; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации ; Волгогр. гос. техн. ун-т. — Электронные текстовые и графические данные (5 Мбайт). — Волгоград : ВолГТУ, 2018. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. Официальный сайт Волгоградского государственного технического университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Для студентов направления «Строительство» 080301; 080501.

Публикуется в авторской редакции

Подписано в свет 01.11.2018.  
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,3.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1  
<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Общие указания</b>   | 4  |
| 1.1. Исходные данные   | 4  |
| 1.2. Состав проекта. Разработка архитектурно-конструктивных решений<br>производственного и административно-бытового зданий | 5  |
| <b>2. Требования к объемно-планировочным решениям промышленных<br/>зданий</b>  | 5  |
| 2.1. Основные параметры зданий. Размещение подъемно-транспортного<br>оборудования  | 5  |
| 2.2. Правила привязки конструктивных элементов<br>к координационным осям   | 6  |
| 2.3. Правила размещения поперечного пролета  | 8  |
| 2.4. Требования к внутреннему пространству производственного здания  | 9  |
| 2.5. Освещение и вентиляция здания   | 9  |
| 2.6. Размещение санитарно-гигиенических помещений  | 10 |
| 2.7. Обеспечение взрывопожарной безопасности и эвакуации людей из здания   | 10 |
| <b>3. Конструктивные решения одноэтажных промышленных зданий</b>   | 12 |
| 3.1. Общие положения   | 12 |
| 3.2. Несущие конструкции   | 13 |
| 3.2.1. Колонны одноэтажного промышленного здания   | 13 |
| 3.2.2. Торцевой и продольный фахверк   | 13 |
| 3.2.3. Подкрановые балки   | 13 |
| 3.2.4. Покрытия промышленных зданий  | 14 |
| 3.2.5. Система связей здания   | 15 |
| 3.3. Стены промышленных зданий   | 21 |
| 4. Рекомендации по учебному проектированию промышленного здания  | 25 |
| <b>Приложение 1</b>  | 29 |
| <b>Приложение 2</b>  | 30 |
| <b>Приложение 3</b>  | 31 |
| <b>Приложение 4</b>  | 32 |
| <b>Приложение 5</b>  | 34 |
| <b>Приложение 6</b>  | 42 |
| <b>Приложение 7</b>  | 43 |

# 1. Общие указания

Данная методическая разработка направлена на освоение основных принципов архитектурно-строительного проектирования производственных и административно-бытовых зданий промышленных предприятий, знание которых необходимо для выполнения курсового проекта при разработке планировочного и конструктивного решений промышленных зданий студентами направления «Строительство» 080301; 080501.

Настоящие указания излагают методику разработки архитектурно-конструктивного решения производственного здания, основные требования, предъявляемые к данному типу зданий, а также содержат определенный иллюстрационный материал, необходимый при выполнении проекта.

## 1.1. Исходные данные

Исходные данные для разработки архитектурно-конструктивного решения промзданий составлены в виде закодированных таблиц, которые сгруппированы в отдельные блоки.

Для студентов дневной формы обучения закодированные исходные данные представлены в блоке №9, дистанционной формы обучения – в блоке №3. Основой выбора варианта задания являются последние цифры номера зачетки студента, по которым определяются серия и разряд кода. По серии и разряду выбирают исходные данные для проектирования по соответствующим блокам. Данные, связанные с климатическим районом строительства, выбирают по блоку «0». Исходные данные для специализации СУЗиС выдаются индивидуально.

Исходными данными для проектирования производственных зданий служат:

- район строительства;
- компоновочные схемы здания;
- основные параметры, характеризующие размеры пролетов в плане и по высоте, наличие подъемно-транспортного оборудования, тип и его грузоподъемность, шаг колонн крайних рядов отдельных пролетов;
- характер технологического процесса и категория отдельных помещений производственного здания по взрывопожароопасности.
- Исходными данными для расчета и определения основных параметров, необходимых при разработке здания административно-бытового назначения, служат:
- группа производственного процесса;
- количество работающих мужчин и женщин по сменам в цехе.

## **1.2. Состав проекта.**

### **Разработка архитектурно-конструктивных решений производственного и административно-бытового зданий**

Проект содержит графическую часть и пояснительную записку. В состав графической части входит:

- план производственного здания в масштабе 1:200, 1:400;
- один фасад производственного здания в масштабе 1:200;
- поперечный разрез блока продольного пролета и продольный разрез по всему блоку корпусов в масштабе 1:200;
- схемы расположения основных элементов каркаса и горизонтальных связей в масштабе 1:400;
- схемы расположения элементов покрытия и плана кровли в масштабе 1:400;
- схемы планировочной и вертикальной организации земельного участка строительства с размещением проектируемого объекта и указанием параметров и уклонов квартальных улиц и проездов в масштабе 1:500;
- 4-5 архитектурно-конструктивных узлов в зависимости от сложности разработки в масштабе 1:20 и 2:10;
- Спецификация основных элементов каркаса производственного здания.

В состав пояснительной записки входят следующие разделы:

- 1) исходные данные;
- 2) описание объемно-планировочного и конструктивного решений;
- 3) определение состава административно-бытового здания, расчет необходимых санитарно-гигиенических приборов, оборудования и площадей;
- 4) теплотехнические расчеты наружных ограждений (стены и покрытия);
- 5) светотехнический расчет блока продольных корпусов производственного здания;

Общий объем пояснительной записки 12 – 15 листов формата А4.

В состав проекта для студентов СУЗиС обучения входит, кроме изложенного, выполнение проектных решений по планировочной организации земельного участка промпредприятия, которые в данных методических указаниях не приводятся. Алгоритм выполнения проекта приводятся в прил. 7.

## **2. Требования к объемно-планировочным решениям промышленных зданий**

### **2.1. Основные параметры зданий.**

#### **Размещение подъемно-транспортного оборудования**

План производственного корпуса, представляющего собой одноэтажное сблокированное каркасное, полносборное здание, состоящее из трех продольных и одного поперечного пролетов, выполняются на основе индивиду-

ального задания на проектирование. В каждом пролете устроено подъемно-транспортное оборудование. В пролетах высотой 8,4м и более, и шириной от 18 до 36 метров размещаются два мостовых крана средней интенсивности работы.

Геометрические параметры пролетов – ширина, высота, шаг крайних колонн, а также грузоподъемность кранов – приняты на основе унифицированных габаритных схем с использованием единой системы модульной координации размеров в строительстве (ЕСМК). Шаги колонн крайнего ряда для зданий, оборудованных мостовыми кранами, приняты 6 и 12 м, для зданий, не оборудованных мостовыми кранами, шаг равен 6м, шаг колонн по средним рядам – 12м. Высота пролета назначается кратной модулю 1,2 м. Перепады высот двух смежных пролетов решаются установкой двух рядов колонн, размещаемых вдоль линии сопряжения пролетов, и устройством продольного температурного шва.

## **2.2. Правила привязки конструктивных элементов к координационным осям**

Применение для зданий типовых конструкций требует их определенного расположения по отношению друг к другу на основе модульной координационной сетки. Расположение конструктивных элементов по отношению к разбивочным осям или, как ее еще называют, привязка осуществляется по определенным правилам.

Привязка колонн к продольным осям. Колонны крайних рядов могут иметь «0» (нулевую) привязку, т.е. совмещение координационной оси с наружной гранью колонн, или привязку «300» (250) со смещением наружной грани колонны относительно продольной координационной оси на 300 (250) мм. «Нулевую» привязку назначают в следующих случаях:

- 1) в зданиях с железобетонным каркасом без мостовых кранов;
- 2) с металлическим каркасом и шагом колонн 6м;
- 3) с железобетонным каркасом, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 30т включительно, с шагом колонн крайнего ряда 6м и высотой до низа несущих конструкций покрытия, равной 14,4 м и менее.

Привязку «300» (250)\* выполняют в следующих случаях:

- 1) в зданиях, оборудованных мостовыми кранами и выполненных в ж/б каркасах:
  - при высоте пролета более 14,4 м;
  - шаге колонн крайнего ряда 12 м;
  - грузоподъемности мостового крана более 30т;
- 2) с применением стальных конструкций каркаса без мостового кранового оборудования при шаге колонн 12 м.

Колонны средних рядов по отношению к продольным осям располагают симметрично, они имеют центральную – «осевую» привязку.

\*Примечание. Привязка 250 мм принята в старых изданиях учебных пособий и типовых серий.

**Привязка колонн к поперечным координационным осям.** Геометрические оси колонн крайних поперечных шагов в пределах одного температурного отсека сдвинуты внутрь здания по отношению к крайней поперечной разбивочной оси на 500 мм для всех типов одноэтажных зданий.

Колонны средних поперечных шагов колонн по отношению к разбивочным осям располагают симметрично, т. е. они имеют «осевую» привязку. Привязки колонн к разбивочным осям см. приложение 1. Назначение температурных швов и привязка колонн в местах их расположения. Поперечные температурные швы в отапливаемом здании, выполненном в железобетонном или смешанном каркасе, располагают через каждые 72 м по длине пролета, а в цельнометаллическом через 144 м.

Для «горячих» цехов (группа производственного процесса 2Б: обработка металлов в раскаленном или расплавленном виде) поперечные температурные швы в зданиях, выполненных в железобетонном или смешанном каркасе, температурные швы следует располагать не более чем через 60 м по длине пролета.

Для выполнения поперечных температурных швов требуется установка двух смежных рядов колонн на одной оси, которая совмещается с поперечной координационной осью здания. Колонны размещают по отношению к разбивочной оси со сбивкой на 500 мм в каждую сторону.

Продольные температурные швы устанавливают в местах перепада высот смежных продольных пролетов. В этом случае требуется размещение двух продольных осей, по отношению к которым колонны смежных пролетов располагают в соответствии с правилами, которые были изложены выше.

Расстояния между разбивочными осями называются «**вставками**». Размеры вставок зависят от привязки колонн смежных рядов к разбивочным осям и от толщины наружной навесной стены, которая ограждает вертикальный участок в местах перепада высот покрытий примыкающих пролетов. Вставка обозначается буквой «С».

В общем виде величину вставок можно определить по формуле

$$C = A_1 + A_2 + \delta_{ст} + 30 + 30 + 20,$$

где  $A_1$  и  $A_2$  – величины привязок колонн смежных рядов к разбивочным осям, мм;  $\delta_{ст}$  – толщина стены, мм, определяемая теплотехническим расчетом; 30 – толщина монтажных швов с одной и другой стороны вставки, мм; 20 – толщина температурного шва, мм.

Размер вставки назначают кратным модулю 50 мм и принимают не менее 300 мм. Типовые унифицированные размеры вставок принимают равными 500, 750 и 1000 мм. Это позволяет использовать для них доборные элементы наружных стен по типовым сериям.

В примыкании поперечного пролета к продольным необходимо также размещение колонн продольных и торцевых пролетов. В этом случае размер вставок  $C$  определяют по формуле:

$$C = A_1 + \delta_{ст} + 30 + 30 + 20.$$

В данном примере величина привязки колонны к торцевой разбивочной оси  $A_2$  на размер вставки не влияет, и поэтому она не учитывается. Все остальные величины такие же, как и в формуле определения величины вставки при примыкании разновысотных продольных пролетов.

Наличие вставки автоматически образует температурный шов между продольным и поперечным пролетами. Температурный шов устанавливают со стороны, более низкой по высоте пролета.

**Привязка колонн продольного и поперечного фахверков. Привязка наружных стен в каркасных зданиях.** Установка продольного фахверка необходима для крепления панелей стен, длина которых меньше шага основных колонн. Поэтому привязки основных и колонн и колонн продольного фахверка совпадают. Колонны торцевого фахверка имеют «нулевую» привязку, что обеспечивает удобное сопряжение наружных стен с конструкциями покрытия. Между внутренней гранью наружных стен и колоннами по условиям крепления панелей стен к каркасу предусматривается зазор 30 мм. Поэтому привязка наружных стен определяется привязкой колонн торцевого фахверка или основных колонн крайних продольных рядов плюс монтажный шов 30 мм.

### 2.3. Правила размещения поперечного пролета

Одна из крайних торцевых осей поперечного пролета должна совмещаться с крайней продольной осью продольных пролетов. При этом для поперечного пролета оси, обозначенные буквами, являются поперечными, а оси, обозначенные цифрами, - продольными.

Если длина поперечного пролета не превышает допустимого предельного размера температурного отсека, то общей для продольных и поперечных пролетов выбирают крайнюю ось продольного пролета.

Если длина поперечного пролета такова, что требует устройства температурного шва в пролете, то следует поступать следующим образом: температурный шов, расположенный в месте перепада высот продольных пролетов, продлевают на поперечный пролет. При этом температурный шов поперечного пролета решается на одной оси со сбивкой крайних колонн смежных температурных отсеков на 500 мм в каждую сторону от разбивочной оси, а крайняя продольная ось (для совмещения с одним из торцов поперечного пролета) выбирается таким образом, чтобы отсеки поперечного пролета, образованные пересечением температурного шва, были примерно равными по длине.



## **2.4. Требования к внутреннему пространству производственного здания**

Внутреннее пространство всех пролетов следует выполнять нерасчлененными стенами и перегородками. Стенами и перегородками выделяются те помещения, которые по санитарно-гигиеническим и противопожарным нормам не допускается объединять с другими. К ним относятся помещения с высокой степенью выделения вредных веществ, взрыво- и пожароопасные. Такие помещения размещаются в крайних пролетах. Встроенные бытовые помещения отделяют от производственных глухими стенами или перегородками.

## **2.5. Освещение и вентиляция здания**

Естественное освещение здания проектируется через световые проемы в наружных стенах, зенитные и светоаэрационные фонари. Световые проемы в наружных стенах проектируются двухъярусными. Первый, нижний ярус предусматривается в уровне рабочей зоны, второй, верхний – в уровне работы мостового крана. Площадь световых проемов в стенах определяют светотехническим расчетом. Если проектируемые световые проемы не обеспечивают нормативного светового режима внутри здания, то дополнительно предусматривается верхнее освещение через зенитные и светоаэрационные фонари.

В здании следует предусматривать аэрацию воздуха, если это не противоречит санитарно-гигиеническим и противопожарным нормам. Приток воздуха осуществляется через открывающиеся оконные системы: в летнее время – в нижнем ярусе оконных заполнений, в зимнее – в верхнем. Площадь открывающихся окон должна составлять не менее 20 % всей площади окон. Вытяжка осуществляется через зенитные, аэрационные и светоаэрационные фонари. Площади приточных и вытяжных проемов должны быть равными. Если по светотехническому расчету и требованиям технологии не требуется устройства фонарей, вытяжку из здания следует применять механическую, с установкой крышных вентиляторов.

Наличие приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением предусматривается в проекте при особых условиях. Для этого в здании необходимы вентиляционные приточные и вытяжные камеры для размещения оборудования. Располагать их следует в торцах здания, на антресолях или в крайнем пролете здания, не оборудованном мостовым краном. Ориентировочно площадь вентиляционных камер следует принимать из расчета: на каждые 500 м<sup>3</sup> объема вентилируемого помещения требуется по 1 м<sup>2</sup> площади венткамеры. Вентиляционные камеры, расположенные в торцах, должны иметь ширину не более 6 м.

## **2.6. Размещение санитарно-гигиенических помещений**

Санитарно-гигиенические помещения следует размещать в административно-бытовом корпусе. Отдельные санитарно-гигиенические помещения (уборные, помещения для отдыха, обогрева или охлаждения, личной гигиены женщины, устройства питьевого водоснабжения) допускается предусматривать во встроенных помещениях производственных зданий, если расстояние от наиболее удаленного рабочего места до указанных помещений, расположенных в бытовом корпусе, превышает 75 м. Во встроенных помещениях также размещают комнаты мастеров и другого персонала, которые по условиям производства следует предусматривать вблизи рабочих мест. Располагать эти помещения следует рассредоточено в торцах здания, в пролетах, не оборудованных мостовыми кранами, во вставках, образованных при примыкании разновысоких пролетов.

## **2.7. Обеспечение взрывопожарной безопасности и эвакуации людей из здания**

Промышленные здания по взрыво- и пожароопасности подразделяются на 5 категорий:

- категории А и Б, связанные с применением особо опасных веществ в отношении взрыва и пожара;
- категории В, связанные с применением пожароопасных веществ и материалов;
- категории Г, связанные с обработкой негорючих материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии;
- категории Д, связанные с применением и обработкой негорючих материалов в холодном состоянии.

Помещения с производствами, относящимися к категориям А, Б и В, следует размещать у наружных стен и отделять от других помещений противопожарными стенами или перегородками. При этом вход в помещение категории А и Б из помещений других категорий следует предусматривать через тамбур-шлюз.

Для предотвращения обрушения конструкций в помещениях с производствами категорий А и Б следует предусматривать наружные легко сбрасываемые конструкции, куда может быть направлена энергия взрыва. В качестве легко сбрасываемых конструкций следует использовать, как правило, остекления окон и фонарей. При недостаточной площади остекления допускаются в качестве легко сбрасываемых конструкции покрытий из стальных, алюминиевых и асбестоцементных листов и эффективного утеплителя.

Площадь легко сбрасываемых конструкций следует определять из расчета  $0,05 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  объема помещения категории «А» и  $0,03 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  объема помещения категории «Б». Оконное стекло относится к легко сбрасываемым

конструкциям при толщине 3 мм и площади не менее 0,8 м<sup>2</sup>, толщине 4 мм и площади 1 м<sup>2</sup>, толщине 5 мм и площади 1,5 м<sup>2</sup>. Вес легкосбрасываемого покрытия не должен превышать 0,7 кПа.

Эвакуация людей из помещений одноэтажного производственного здания осуществляется непосредственно наружу. В качестве эвакуационных выходов допускается принимать двери, автомобильные распашные и раздвижные ворота, имеющие калитку. Количество эвакуационных выходов должно быть не менее двух при условии обеспечения нормативных показателей расстояния от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода. Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до эвакуационного выхода указано в табл. 1.

Таблица 1

| Объем помещения, м <sup>3</sup> | Категория помещения | Степень огнестойкости | Расстояние до эвакуационного выхода |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| До 15                           | <b>А, Б</b>         | <b>І, ІІ</b>          | 50                                  |
|                                 | <b>В</b>            |                       | 120                                 |
| 30                              | <b>А, Б</b>         |                       | 72                                  |
|                                 | <b>В</b>            |                       | 175                                 |
| 40                              | <b>А, Б</b>         |                       | 96                                  |
|                                 | <b>В</b>            |                       | 190                                 |
| 50                              | <b>А, Б</b>         |                       | 140                                 |
|                                 | <b>В</b>            |                       | 210                                 |
| 60 и более                      | <b>А, Б</b>         |                       | 140                                 |
|                                 | <b>В</b>            |                       | 210                                 |
| Независимо от объема            | <b>Г, Д</b>         | Не ограничивается     |                                     |

Для одноэтажных зданий высотой от планировочной отметки земли до карниза или верха парапета 10 м и более следует проектировать по одному выходу на кровлю на каждые полные или неполные 40000 м<sup>2</sup> по наружной лестнице с уклоном не более 1:1 и шириной не менее 0,7 м. Лестницы должны иметь ограждения высотой 1,2 м и размещаться у глухих участков стен на расстоянии не менее 1м от оконных проемов.

Для одноэтажных зданий высотой от планировочной отметки земли до верха карниза или парапета более 10 м, а также на перепадах высот и на кровле светоаэрационных фонарей предусматриваются стальные наружные пожарные лестницы. Их располагают по периметру здания не реже чем через 200 м. Допускается не предусматривать пожарных лестниц на главном фасаде здания, если ширина здания не превышает 150 м.

Для подъема на высоту от 10 до 20 м и в местах перепада высот кровель устраиваются вертикальные пожарные лестницы шириной 0,7 м, начинающиеся с высоты 2,5м и имеющие дуги ограждения через 0,7 м. Для подъема

на высоту более 20м предусматриваются пожарные маршевые лестницы с уклоном не более 6:1, шириной 0,7 м, начинающиеся с высоты 2,5 м от уровня земли с площадками не реже чем через 8 м по высоте. Лестницы должны иметь ограждения высотой 1,2 м.

### **3. Конструктивные решения одноэтажных промышленных зданий**

#### **3.1. Общие положения**

Здание выполняется каркасным с использованием сборных железобетонных элементов заводского изготовления, при соответствующем обосновании – с применением стальных конструкций.

Общий объем здания представляет собой совокупность отдельных конструктивно самостоятельных блоков, полученных в результате деления всего здания продольными и поперечными швами на отдельные отсеки. Следовательно, общая статика здания в целом обеспечивается конструктивной устойчивостью и жесткостью каждого отдельного блока. Отдельный блок можно рассматривать как самостоятельное одноэтажное здание. По характеру работы элементов каркаса это здание относится к рамно-связевой конструктивной схеме. При таком решении устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается жесткими рамками, а в продольном – системой вертикальных связей.

При проектировании одноэтажных промышленных зданий используются унифицированные габаритные схемы. Они разработаны для одно- или многопролетного здания одной высоты. Для проектирования производственного корпуса с разновысокими пролетами необходимо подбирать разные габаритные схемы, поэтому заданную компоновочную схему, прежде всего, следует разделить на отдельные отсеки по высоте и расположению в плане (продольные и поперечные). По линиям примыкания этих отсеков предусматривают устройство температурных швов. При необходимости каждый отдельный отсек одной высоты при длине больше норматива дополнительно разделяют поперечным температурным швом на две части. Правила расположения температурных отсеков указаны в разделе 2.2. Конструкции применяются сборные железобетонные. Использование стальных конструкций допускается в следующих случаях:

1) для колонн высотой более 14,4 м при наличии мостовых кранов общего назначения грузоподъемностью 50т и более;

2) стропильных и подстропильных конструкций в отапливаемых зданиях при пролетах более 30 м, над участками цехов с интенсивными тепловыделениями в случае, когда колонны здания стальные;

3) подкрановых балок, фонарей, связей, ригелей фахверка, стоек торцового фахверка, при стальных колоннах основного каркаса здания и стоек продольного фахверка.

## **3.2. Несущие конструкции**

### **3.2.1. Колонны одноэтажного промышленного здания**

Тип и конструкцию колонн основного каркаса подбирают в соответствии с унифицированными габаритными схемами, представленными в приложении 2. Основными характеристиками для выбора колонн являются:

- высота здания до низа несущих конструкций покрытия;
- шаг колонн в продольном направлении;
- грузоподъемность подъемно-транспортного оборудования;
- наличие подстропильных железобетонных конструкций.

В учебном проектировании не учитывается влияние климатических факторов (давление ветра, снеговая нагрузка), так как они влияют на прочностные характеристики конструкции без изменения ее геометрических параметров и конструктивного решения.

### **3.2.2. Торцевой и продольный фахверк**

Для установки стеновых панелей в торцах здания, а также вдоль наружных продольных рядов колонн, когда шаг основных колонн больше длины стеновых панелей, применяется дополнительный каркас (фахверк).

При наружных стенах из многослойных бетонных панелей фахверк состоит только из вертикальных стоек. Шаг стоек применяют равный длине стеновых панелей. Колонны фахверка привязываются к разбивочным осям. Правила привязки изложены в разделе 2.2.

Железобетонные колонны фахверка до высоты 12 м имеют сплошное сечение 400 х 400 и 400 х 600 (для высот до 10,8 и 12,0 соответственно). Стойки фахверка высотой более 12 м – двухветвевые с размерами в сечении 1000 х 500 (до высоты 14,4 м) и 1300 х 500 (больше высоты 14,4 м)

Отметка верха колонн торцевого фахверка принимается на 100 мм ниже отметки низа несущих конструкций. Для установки ограждений выше этой отметки на оголовках колонн фахверка крепится металлическая насадка, высота которой зависит от несущей конструкции покрытия, применяемой в проекте. Под колонны фахверка предусматривают отдельные фундаменты. Верх колонн крепится к конструкции покрытия гибкими связями (см. приложение 3).

### **3.2.3. Подкрановые балки**

Подкрановые балки предусматривают разрезные железобетонные и стальные. Железобетонные подкрановые балки устанавливаются на железобетонные колонны с шагом 6 и 12 м и в пролете здания 18 – 30 м. Балки рас-

считаны под нагрузку двух кранов грузоподъемностью до 30 т. Поперечное сечение балок тавровое с полкой в верхней сжатой зоне. Ширина полки 600, 650 мм. Высота балок с 6-метровым пролетом 800 и 1000 мм (800мм для крана грузоподъемностью 10 т). Высота балок с 12 – метровым пролетом – 1400 мм (см. приложение 4).

Стальные подкрановые балки используются для зданий со стальным каркасом, зданий с железобетонным каркасом при пролете 36 м или грузоподъемности опорных кранов более 30 т.

Сечение стальных подкрановых балок – сварной двутавр с поясами одинаковой ширины. Высота подкрановой балки зависит от грузоподъемности крана и величины пролета. Для кранов среднего режима работы и грузоподъемности 10 т она равна 1000 мм, грузоподъемности до 30т – 1250, грузоподъемности 50 т – 1400 мм.

При установке стальной балки на железобетонную колонну иногда приходится под балку укладывать подставку, чтобы компенсировать разность высот унифицированных стальных и железобетонных балок.

### **3.2.4. Покрытия промышленных зданий**

В качестве несущих конструкций применяются типовые железобетонные и стальные балки и фермы (см. приложение 4). Область применения железобетонных и стальных несущих конструкций покрытий приведена в разделе 3.1.

При несовпадении шага основных колонн каркаса в крайних и средних продольных рядах требуется установка подстропильных конструкций в средних продольных рядах колонн. Для железобетонных ферм разработаны два вида подстропильных ферм:

- для малоуклонного покрытия;
- для скатного покрытия.

Данные конструкции отличаются друг от друга геометрическими параметрами и конструктивным решением. У колонн, на которые опираются подстропильные конструкции, верхняя часть укорачивается на величину опорной части подстропильной конструкции, равной 700 мм. Стальные подстропильные конструкции применяются при покрытиях стальными стропильными фермами. Использование стальных подстропильных ферм не требует уменьшения высоты основных колонн.

Для ограждения конструкций покрытий применяют сборные железобетонные ребристые плиты размерами 6,0 x 1,5; 6,0 x 3,0; 12,0 x 1,5; 12,0 x 3,0. Плиты 6,0 x 1,5 и 12,0 x 1,5 применяются в местах возможного образования снеговых мешков, требующих дополнительного усилия ограждающей конструкции покрытия, в остальных случаях – плиты 6,0 x 3,0 и 12,0 x 3,0.

При устройстве покрытия по стальным балкам и фермам рекомендуется применять ограждение из стального профилированного настила по прогонам, которые устанавливаются с шагом 3,0 или 1,5 м.

Покрытия отапливаемых зданий высотой более 10 м следует проектировать с внутренним водоотводом. Для зданий высотой до 10 м допускается предусматривать наружный неорганизованный водосток. Конструкция кровли принимается из рулонных материалов или мастичная.

Уклон покрытия определяется применяемыми несущими конструкциями покрытия и может быть от 1,5 % до 12,0 %. Для организации стока воды по периметру покрытия с внутренним водостоком устраивается парапет высотой не менее 250 мм, необходимый для заделки кровельного ковра покрытия к вертикальным конструкциям. По периметру покрытия устраивается ограждение высотой 1,2 м. Оно может быть глухим, если парапетные панели поднимаются на данную высоту или решетчатым при высоте части глухого парапета меньше чем 1,2 м.

Ограждения из негорючих материалов высотой 600 мм от уровня кровли и предусматриваются также для зданий высотой менее 10 м, если уклон кровли более 5 %. Водоприемные воронки внутреннего водостока размещают в крайних и средних ендовах с отступом от торцов здания на 12 м. Расстояние между воронками определяют расчетом в зависимости от количества осадков и скорости движения потока воды по кровле. Ориентировочно расстояние между воронками при скатной кровле принимаются 36 - 48 м, а при мало уклонной и плоской 48 - 60 м.

### 3.2.5. Система связей здания

В состав конструктивных элементов одноэтажного каркасного здания входит система вертикальных и горизонтальных связей (см. приложение 5). Вертикальные связи, устанавливаемые между колоннами продольных рядов, воспринимают усилия, действующие вдоль цеха, вертикальные и горизонтальные связи, размещаемые по стропильным конструкциям, обеспечивают жесткость покрытия в целом и придают устойчивость сжатым поясам ригелей поперечных рам. Вертикальные связи между колоннами располагают таким образом, чтобы не препятствовать свободным температурным деформациям продольных элементов каркаса. Такое условие обеспечивается размещением связей ближе к середине температурного отсека. Размещение вертикальных связей по торцам препятствует свободным деформациям и по нормам проектирования **недопустимо**.

В зданиях с железобетонным каркасом и оборудованных мостовыми кранами вертикальные связи устанавливают только в нижней части колонн от уровня пола до низа подкрановой балки в каждом продольном ряду среднего шага колонн каждого температурного отсека.

В зданиях с металлическим каркасом и оборудованных мостовыми кранами кроме нижних вертикальных связей между колоннами предусматривают размещение надкрановых связей между колоннами. Размещают надкрановые вертикальные связи по торцам каждого температурного отсека. Для

повышения продольной жесткости здания связи нижнего яруса, если это требует система связей покрытия.

Вертикальные межколонные связи в бескрановых зданиях располагают так же как в зданиях с крановым оборудованием. Эти связи устанавливаются на всю высоту колонн. При высоте здания до 9,6 м включительно, установка вертикальных связей не предусматривается. В этом случае продольная устойчивость зданий обеспечивается жесткой заделкой колонн в фундаментах.

Подкрановые связи выполняют двух типов: Крестовые и порталные. Последние устанавливают при необходимости устройства в связевом шаге проезда или установки оборудования, а также, если габаритная высота связевых конструкций меньше их ширины.

Надкрановые связи бывают V – образные и в виде форм с параллельными поясами. Первые используются для шага колонн 6 м, вторые – 12 м.

Вертикальные связи для бескрановых зданий применяют тех же систем, что и для зданий с опорными кранами. В бескрановых зданиях для передачи нагрузок от связей колонн на рядовые предусматривается установка распорок, проходящих по верху колонн.

Горизонтальные связи по верхнему поясу стропильных ферм с кровлей по железобетонным плитам состоят из распорок и растяжек. Они устанавливаются у опор, а также по линиям расположения верхних вертикальных связей покрытия.

При наличии фонарных надстроек помимо указанных элементов в верхнем поясе беспрогонных покрытий в подфонарном пространстве устанавливают распорки вдоль расположения вертикальных связей фонарей, и дополнительно по торцам фонарной надстройки раскосы, передающие нагрузку от вертикальных связей фонаря на железобетонный настил покрытия. При 6 метровом шаге колонн распорки устанавливают в пределах шага стропильных конструкций, при 12 метровом шаге – на ширину 6 м.

В зданиях с кровлей по стальному профилированному настилу горизонтальные связи по верхнему поясу стропильных конструкций состоят из распорок и растяжек, расположенных только в подфонарном пространстве, и устанавливаются они аналогично связям для покрытия с железобетонными плитами.

**Горизонтальные связи в плоскости нижних поясов стропильных конструкций.** Для зданий с железобетонным каркасом горизонтальные связи в уровне низа стропильной конструкции выполняют в виде поперечной горизонтальной связевой формы, расположенной по торцам здания или температурного отсека, распорок и растяжек, которые размещают в плоскости размещения вертикальных связей покрытия.

Для горизонтальных связей при шаге ферм 6 м применяют крестовую решетку, раскосы которой работают на растяжение, и треугольную, где элементы работают и на сжатие, и на растяжение. При таком решении связи получаются несколько тяжелее, однако ускоряется и упрощается их монтаж, поэтому решетки используются чаще. При 12 метровом шаге колонн также



могут быть использованы горизонтальные фермы с крестовой решеткой и установкой распорок вдоль каждого узлового соединения строительной конструкции распорок.

Треугольную решетку устраивают шириной 6 м, ее располагают на распорках, уложенных в узлах стропильных ферм. Опорное давление горизонтальной связевой фермы через вертикальные связи покрытия и распорки, соединяющие связевые и рядовые стропильные конструкции, передается на все колонны температурного блока. При длине здания или температурного отсека более 72 м требуется установка дополнительной поперечной связевой фермы в середине здания или температурного отсека. В пролетах с фонарями в местах разрыва фонарей так же следует устанавливать поперечные горизонтальные связи.

Горизонтальные связи в плоскости нижних поясов металлических ферм предусматриваются двух типов. Связи первого типа состоят из поперечных и продольных связевых ферм, распорок и растяжек, второго типа – из поперечных связевых ферм, распорок и растяжек.

Поперечные связевые фермы по нижним поясам стропильных ферм предусматриваются в торцах здания или температурного отсека и дополнительно одна связевая ферма в середине отсека при его длине более 144 м. В местах разрыва фонарей следует устанавливать поперечные горизонтальные связи, так же как и для железобетонного каркаса.

Продольные связевые фермы по нижним поясам стропильных ферм в одно и двух пролетных блоках цеха следует располагать только вдоль крайних рядов колонн.

Связи первого типа применяются в зданиях:

- с продольными фермами;
- с кровлей по железобетонным плитам, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью свыше 20 т, при шаге стропильных конструкций 12 м;
- с кровлей по стальному профилированному настилу, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью более 16 т;
- с шагом стропильных ферм 12 м и наличием стоек продольного факелка;
- с жестким узлом соединения колонны каркаса и стропильной фермы.

В остальных случаях следует применять связь второго типа.

Систему распорок и растяжек горизонтальных связей увязывают с размещением вертикальных связей в покрытии для включения в работу всех элементов покрытия.

Продольные связевые фермы выполняют с треугольной или крестовой решеткой. Ширина продольной связевой фермы принимается равной 6 м, что соответствует длине опорной панели нижнего пояса стропильной фермы. Пояса продольной горизонтальной фермы образованы растяжками и распорками, которые скреплены раскосами с шагом 6 м.

**Вертикальные связи покрытий.** Вертикальные связи по длине отсека располагают в местах размещения поперечных связей ферм, установленных по нижним поясам стропильных ферм. Вертикальные связи совместно с горизонтальными поперечными фермами объединяют смежные формы в жесткий пространственный блок, к которому рядовые фермы крепят с помощью растяжек и распорок.

Установка вертикальных связей в плане предусматривается в опорной части стропильных ферм при покрытии с использованием железобетонных несущих элементов, а при примыкании стальных ферм дополнительно устанавливаются вдоль стоек решетки фермы с шагом не более 12 м. При наличии фонарной надстройки установку вертикальных связей необходимо увязать с расположением связевых элементов, которые размещены в подфонарном пространстве по верхнему поясу ферм.

Связи не ставят по опорам ферм, если их высота на опоре не превышает 1,2 м, а также при жестком узле сопряжения стальных ферм и колонн, когда верхняя часть колонн является опорной стойкой фермы. Не устанавливают связи в местах расположения подстропильных конструкций.

Вертикальные связи покрытия конструктивно представляют собой фермы с параллельными поясами.

**Фонари промышленных зданий.** Фонари предназначены для верхнего освещения помещений, удаленных от оконных световых проемов, и своевременного удаления из помещений вредных газов и аэрозолей, а также избыточных тепловыделений.

Таблица.2.

| Типы фонарей   | Область использования по условиям                            |  |                              | Кол-во аэрозолей          |
|--|--|--|------------------------------|---------------------------|
|  | зрительной работы  | климатическими   | тепловыделением              |                           |
| Светоаэрационный прямоугольный фонарь с вертикальным остеклением | IV – VII разрезы   | II – IV строительно-климатические районы. При расположении зданий южнее 55 с.ш. остекление фонарей рекомендуется ориентировать на юг | 23 Вт/м <sup>3</sup> и более | Не ограничивается         |
| Зенитные ленточные   | I – II разрез для зданий высотой более 10 м                  | II – IV строительно-климатические районы   | 23 Вт/м <sup>3</sup> и менее | Менее 5 кг/м <sup>3</sup> |
| Зенитные точечные  | III – VI – VII разрезы для зданий небольшой высоты – до 10 м | Все строительно-климатические районы   | Менее 23 Вт/м <sup>3</sup>   | Менее 5 кг/м <sup>3</sup> |
| Аэрационные  | VII – VIII разрезы   | II – IV строительно-климатические районы   | Более 110 Вт/м <sup>3</sup>  | Не ограничивается         |

Различаются фонари следующих типов:

- световые (зенитные), предназначенные только для освещения помещений;
- комбинированные (светоаэрационные) для аэрации и освещения;
- аэрационные для естественной вентиляции.

Тип фонарей назначается в соответствии с технологическими, санитарно-гигиеническими требованиями и климатическими условиями строительства. Применение световых и светоаэрационных фонарей в проекте должно быть обосновано, прежде всего, светотехническим расчетом, при недостаточной площади светопроемов в наружных стенах.

Аэрационные фонари необходимо применять только для цехов с явными избытками тепла и высокой степенью загрязнения воздуха.

**Прямоугольные светоаэрационные фонари.** Светоаэрационный фонарь представляет собой П – образную надстройку, выполненную из стальных конструкций. Размещают его в коньковой части пролета вдоль здания. Длина фонарей не должна превышать 120 м. Их устанавливают в зданиях с шагом стропильных конструкций 6 и 12 м. Ширина и высота фонаря выбирается в зависимости от ширины пролета здания по табл. 3. Для улучшения аэрации фонари могут быть снабжены ветрозащитными панелями. Расстояние между торцами фонарей между торцом фонаря и наружной стеной здания должно быть равно шагу стропильных конструкций, но не менее 6 м.

Таблица.3.

| Ширина пролета, м | Светоаэрационные фонари |                                  | Аэрационные фонари |                               |
|-------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------------|
|                   | Ширина фонаря, м        | Вид и высота переплетов, м       | Ширина фонаря, м   | Высота вентиляционного проема |
| 18                | 6                       | 1 x 1,75<br>2 x 1,25             | 6                  | 15                            |
| 24                | 12                      | 1 x 1,75<br>2 x 1,25<br>2 x 1,50 |                    |                               |
| 30,36             | 12                      | 2 x 1,25<br>2 x 1,50             | 12                 | 25,30,35                      |

За высоту фонаря принимается расстояние от отметки верхнего пояса стропильной фермы в месте опирания стойки фонаря до низа покрытия фонаря.

Высоту фонаря можно определить по формуле:

$$H_{\text{ф}} = 900 + H_0 + 110,$$

где 900 – высота нижней глухой части фонарной панели, необходимой для примыкания кровельного ковра к надстройке фонаря, мм;  $H_0$  – высота остекления фонаря, мм; 110 – толщина обвязки над переплетами.

Параметры фонаря влияют на освещенность цеха. Отношение высоты фонаря к его ширине в конечном итоге оказывает влияние на освещенность помещения. Оптимальное отношение высоты фонаря  $H_{\text{ф}}$  к ширине фонаря  $B_{\text{ф}}$  составляет 0,3, допустимо – не более 0,45.

Основными конструктивными элементами фонаря являются фонарные панели и фонарные фермы. Фонарные панели представляют собой стальную каркасную конструкцию, которая несет на себе остекленные створные переплеты. Панели изготавливаются длиной 12 м независимо от шага несущих конструкций покрытия. Фонарную ферму устанавливают между фонарными панелями на несущие конструкции покрытия, что обеспечивает поперечную жесткость фонаря. Покрытие фонаря выполняется по аналогии с покрытиями пролета.

**Связи фонаря.** Фонари в здании развязываются горизонтальными связями в уровне верхних поясов фонарей и вертикальными связями, которые устанавливают в продольных плоскостях опорных узлов конструкции покрытия. Горизонтальные связи выполняют на ширину 6 м независимо от шага стропильных ферм. Вертикальные связи для шести метрового шага выполняют V – образными с дополнительными раскосами, для двенадцати метрового – в виде ферм с треугольной решеткой.

Устанавливают горизонтальные и вертикальные связи по торцам фонарей. Связевые блоки соединяют с промежуточными по верху фонарей плитами перекрытий или прогонами, по низу – системой распорок. Торцы фонарей и глухие нижние части панелей делают трехслойными по стальному каркасу. Переплеты фонарей изготавливают длиной 6 м. В пределах этой длины переплет делится металлическими горбыльками на 10 фрамуг шириной по 600 мм каждая. Переплеты всех типов имеют верхнюю подвеску. Открывание и закрывание фонарей предусматривается с помощью специальных механизмов с дистанционным управлением.

Для выполнения ремонтных работ к верхнему горизонтальному поясу фонаря крепится монорельса для навески люльки ремонтной бригады.

**Аэрационные фонари.** Аэрационные фонари предназначены только для естественной вентиляции цехов. Ширину и высоту фонарей выбирают в зависимости от ширины пролета и количества вредных выбросов по табл. 3.

Основными элементами конструкции являются фонарные панели фермы. Конструктивно они решаются аналогично панелям и фермам светоаэрационных фонарей.

На фонарных панелях аэрационных фонарей вместо остекления устанавливают фонарные створки, вращающиеся на вертикальной оси. Ширина створки – 1 м.

Покрытия фонарей одинаковую конструкцию с покрытием здания. Для защиты от попадания атмосферных осадков внутрь здания на покрытии предусмотрены карнизные свесы шириной 1,5 м, выполненные из металлических элементов.

Правила установки аэрационных фонарей на покрытии такие же, как и для светоаэрационных.

**Зенитные фонари с применением стекла и стеклопакетов.** Зенитные фонари предназначаются для верхнего освещения и проветривания помещений.

В зависимости от разрезов световых проемов фонари делятся на точечные, панельные и ленточные. Выбор типа фонаря рекомендуется делать по табл. 2.

Количество зенитных фонарей в покрытии здания и их расположение определяется светотехническим расчетом.

В зависимости от профиля поперечного сечения фонари могут быть односкатными и двускатными. Угол наклона принимается не менее  $12^\circ$ . Односкатные фонари имеют ширину светового проема не более 1,5 м. При большей ширине светового проема применяются двускатные фонари.

Размеры точечных фонарей в плане 1,5 x 1,7 м, панельных 2,9 x 2,9, 1,5 x 5,9, 2,9 x 5,9 м. Для установки точечных фонарей в железобетонных плитах покрытия предусмотрены отверстия размером 1,6 x 1,8 м.

Панельные фонари устанавливаются на место снятых железобетонных плит. Ленточные фонари устанавливаются на место снятого ряда плит. Фонарь размером 2,9 x 2,9 рассчитан на применение в покрытиях из стального профилированного настила. При покрытии из профилированного стального настила установку прогонов необходимо согласовать с размерами фонарей, а также с их расположением.

Основными элементами зенитных фонарей являются опорный стакан и светопропускающее заполнение. Опорные стаканы изготавливаются из холодно – гнутых стальных профилей, железобетона и дерева. Стенки опорных стаканов представляют собой каркасную конструкцию, обшитую снаружи и изнутри листовым материалом (металл, цементно-стружечные плиты и т.д.) с размещенным между ними утеплителем. В качестве утеплителя рекомендуется применять жесткие или полужесткие минераловатные и базальтовые плиты.

Для устройства светопропускающего заполнения в зенитных фонарях применяются стеклопакеты следующих размеров: 1640 x 530 – для точечных фонарей; 1560 x 980 и 1560 x 1450 – для панельных фонарей. Стеклопакеты устанавливаются и закрепляются нащельниками из гнутых стальных или алюминиевых профилей.

### 3.3. Стены промышленных зданий

**Стены из кирпича и мелкогабаритных блоков.** В проекте кирпич и мелкогабаритные блоки используются для заполнения участков стен, при устройстве проемов ворот и дверей, технологических отверстий, во вставках между смежными пролетами.

**Панельные стены с применением бетонных материалов.** Панели предназначены для устройства стен одноэтажных каркасных зданий с шагом основных колонн 6 и 12 м (см. приложение 6). Конструкция стен и их толщина назначаются теплотехническим расчетом. Раскладка панелей горизонтальная, рядовая. Номинальные размеры панелей по высоте 1,2; 1,8; 1,5 м. Цокольная панель принимается высотой 1,2 м, рядовые панели 1,2 и 1,8 м.

Панели высотой 1,2 и 1,5 м принимаются в качестве подкарнизных при устройстве карнизных свесов неорганизованного наружного водостока. Длина основных панелей соответствует шагу основных и фахверковых колонн и равна 6 и 12 м.

Панели бывают двух типов – навесные и самонесущие. Самонесущие стены разгружают элементы каркаса, поэтому их применение возможно для здания с размещением в них всех видов производств. Для производства с влажным и мокрым режимом и агрессивными технологическими выделениями их применение обязательно. При шаге колонн 12 м панельные стены могут быть только самонесущими.

Для самонесущих стен предусмотрены рядовые простеночные панели длиной 3,0; 1,5; 1,2 м и угловые размерами 0,75 и 0,6 м. Через них нагрузка от верхних ярусов панелей передается на нижний. Номенклатура простеночных панелей позволяет размещать оконные проемы шириной 3,0; 4,5; 4,8 м.

Для навесных стен характерно ленточное остекление, без простенков. Недостаток ленточного остекления заключается в трудоемкости его обслуживания в зоне расположения колонн. Поэтому для навесных стен также возможно использование несущих простеночных панелей. Длина рядовых простеночных панелей зависит от длины применяемых оконных переплетов и может составлять от 600 до 1500 м с шагом 300 мм.

Существуют особые правила раскладки панелей по высоте. Всю высоту стены разбивают на два яруса: нижний и верхний. Стык панелей нижнего и верхнего ярусов всегда располагают на 600 мм ниже отметки уровня верха несущей конструкции покрытия. Высота нижнего яруса равна расстоянию между отметкой стыка панелей верхнего и нижнего ярусов и низа цокольной панели. Низ цокольной панели располагают на отметке уровня чистого пола здания. Цокольную панель принимают высотой 1,2 м и устанавливают на фундаментную балку. Высота нижнего уровня стены получается кратной 600 мм. Используя панели высотой 1,2 и 1,8 м, можно выбрать любые сочетания высот нижнего яруса.

Верхний ярус для зданий с наружным водостоком состоит из подкарнизной панели высотой 1,2 или 1,5 м и карнизной панели. Высота карнизной панели 240 мм, вынос свеса карниза 450 мм. Карнизные панели изготавливаются из тяжелого бетона. Их крепят сваркой к подкарнизным панелям до монтажа и устанавливают в проектное положение как единый элемент. Разная высота подкарнизных панелей объясняется переменной высотой опорной части стропильной конструкции.

Высоту верхнего уровня панельной стены для зданий с внутренним водостоком ориентировочно определяют по формуле:

$$H_b = H_{оп} + 600 + 900,$$

где  $H_{оп}$  – высота опорной части стропильной фермы или балки; 600 – высота в мм от низа стропильной конструкции до стыка с нижним ярусом; 900 – ориентировочная высота в мм парапетной части стены.

Высота верхнего яруса должна быть кратной 600 мм. При  $H_v$ , несоответствующей этому условию, необходимо, увеличивая в большую сторону, довести ее до величины, кратной 600 мм.

Нижнюю панель верхнего яруса стены следует принимать равной 1,2 м. Верхняя панель верхнего яруса по возможности так же необходимо принимать высотой 1,2 м. Если по конструктивным соображениям это выполнить невозможно, допускается использование панели высотой 1,8 м. При стальной ферме нижнюю панель яруса допускается принимать высотой 1,8 м.

Раскладка панелей верхнего участка торцевой стены (фронтон) зависит от конфигурации стропильной конструкции. Правила, изложенные выше, справедливы и в этом случае. Для фронтонов скатных крыш разработаны специальные трапециевидные парапетные панели. Их устанавливают по краям торцевой стены.

**Панельные стены облегченных конструкций.** Для промышленных зданий разработаны стеновые трехслойные панели. Они состоят из двух металлических облицовочных слоев, между которыми вспенивается жесткий пенополиуретан. Панели рассчитаны на применение в стенах отапливаемых одноэтажных зданий, предназначенных для размещения производств с неагрессивной или слабоагрессивной средой и относительной влажностью внутри помещения не более 60 %.

Разрезка панелей принята вертикальной. Ширина панелей 1 м, высота от 2,4 до 7,3 м с градацией через 0,6 м толщина панелей определяется теплотехническим расчетом. Кроме рядовых панелей в номенклатуру входят угловые — для навески угла зданий.

Все нагрузки, приходящиеся на стену, воспринимаются стальными горизонтальными ригелями, которые крепят к колоннам. Шаг ригелей в зависимости от температурного перепада, нормативного ветрового скоростного напора ветра и толщины панелей принимается от 1,8 до 3,6 м с градацией 0,6 м.

При железобетонном каркасе установку ригелей по высоте необходимо согласовывать с размещением закладных деталей в колоннах. Ригели выполняются длиной 6 м из одного или двух гнутых стальных швеллеров 160 х 60 мм. При шаге основных колонн 12 м необходимо устанавливать стойки фахверка.

Цельная часть стен выполняется из легких бетонных панелей высотой 1,2 и 0,9 м стыки панелей по высоте располагают в уровне размещения опорных горизонтальных ригелей. Отметка верха парапета определяется так же, как и для бетонных панелей.

**Размещение ворот, конструкция и установка в стенах.** Ворота размещают в торцах каждого пролета. В крайних пролетах можно размещать ворота вдоль здания в первом и последнем шагах колонн. Параметры ворот для автомобильного транспорта принимают 3,0 х 3,0; 3,6 х 3,6; 3,6 х 3,0; 4,2 х 4,2 м (последние цифры обозначают высоту). Для железнодорожного транспорта размеры ворот 4,9 х 5,7.

Створки ворот бывают распашными и раздвижными. В зданиях с железобетонным каркасом принимается рама ворот из железобетона. В зданиях с металлическим каркасом так же можно использовать железобетонную раму ворот. Стойка имеет сечение 400 x 500 мм, ригель 400 x 600 мм. Высота стоек зависит от высоты ворот, длина ригелей рамы для всех видов ворот принята 6 м. Створки ворот навешивают на стойки (распашные ворота) или на ригель (раздвижные). В месте размещения ворот фундаментную балку не устанавливают, а элементы ворот имеют свой собственный фундамент.

В стальном каркасе с облегченными стенами применяют раму ворот, изготовленную из прямоугольных стальных труб размером 240 x 140 мм. Стойки выполняют из одиночных труб, ригель – из двух труб, соединенных между собой с двух сторон стальными листами. Длина ригеля 6 м.

При установке ворот в панельных стенах между стойками рамы ворот и соседними панелями стены заполняют кирпичной кладкой. Вверху над стальной рамой ворот устанавливают обвязочную балку, закрепляемую к колоннам основного каркаса или фахверка. Поверх обвязочной балки укладывают пояс кирпичной кладки до низа надвратной панели. При железобетонной раме ворот кирпичную кладку укладывают непосредственно на железобетонный ригель. Кирпичное заполнение простенков крепится к элементам каркаса здания гибкими стальными связями через 6 рядов кладки. Кирпичное заполнение простенков ворот не отвечает теплотехническим требованиям поэтому необходимо с наружной стороны выполнить утепление с использованием эффективных теплоизоляционных материалов с последующим устройством защитного слоя.

**Заполнение оконных проемов.** Для заполнения оконных проемов промышленных зданий применяют металлические оконные блоки, а также беспереплетное заполнение стеклоблоками. При разности температур внутреннего воздуха и средней температуры наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 до 30 °С применяется одинарное остекление переплетов, свыше 30 °С – двойное остекление.

Высота оконных блоков соответствует высоте стеновых панелей и составляет 1,2 и 1,8 м. Габаритные размеры окон с деревянной обвязкой принимают по ширине 1,8; 2,4 и 3,0 м. Стальные окна изготавливают из одинарных или двойных прямоугольных труб. Стальные окна имеют следующие размеры по ширине: 1,5; 3,0; 3,6; 4,5; 4,8; 5,4 м.

Оконные проемы с использованием стальных переплетов могут состоять из установленных друг на друга оконных панелей высотой до 5 ярусов. При установке дополнительных конструкций для крепления оконных панелей, ограничения по высоте нет. Боковое остекление с использованием оконных блоков обычно делается двухъярусным, верхний ярус предназначен для освещения зоны работы мостового крана, нижний ярус – для освещения рабочей поверхности. Глухой участок стены, который разбивают остеклением на верхний и нижний ярусы, устанавливается в месте размещения подкрановой балки.



**Беспереpletные окна из стеклянных блоков.** Стеклянные блоки имеют размеры 200 x 200 x 100 и 250 x 250 x 100 мм и представляют собой две склеенные по контуру стеклянные коробочки. Стекложелезобетонные конструкции выполняются из стеклянных блоков, швы между которыми заполняют бетоном, армированным одним или двумя прутками арматуры диаметром 4–6 мм. При кладке блоков непосредственно в проеме швы армируют только в одном направлении, в панелях в двух. Площадь остекленного проема, выложенного блоками, не должна превышать 4 м<sup>2</sup>, стекложелезобетонных панелей – не более 15 м<sup>2</sup> при максимальной длине панелей 6 м.

Номенклатура стекложелезобетонных панелей включает конструкции размерами 1,2 x 6; 1,8 x 6; 2,4 x 6 м.

Беспереpletные окна из стеклоблоков могут быть запроектированы с различными вариантами глухого заполнения в сочетании с открывающимися окнами.

#### **4. Рекомендации по учебному проектированию промышленного здания.**

С основами методики архитектурно-строительного проектирования студенты старших курсов ознакомлены и получили определенные навыки рабочего проектирования на предыдущих курсах изучения дисциплины. В связи с этим ниже изложены только специфические особенности проектирования, характерные для промышленных зданий.

Разработка курсового проекта промышленного здания основывается на заданной компоновочной схеме. В задачу студента входит по исходным объемно-планировочным параметрам стены подобрать унифицированные конструкции каркаса здания и ограждающих элементов, определить типовые решения, которые лягут в основу разработки планов, разрезов, фасадов и т. д.

Приступая к разработке проекта необходимо ознакомиться с данными методическими указаниями, где представлены основные нормативные данные и наиболее употребляемые типы конструкций и элементов в объеме, достаточном для начальной стадии проектирования.

Наиболее трудоемкой частью проекта является разработка планов и разрезов здания, так как здесь закладываются основы проектирования остальных частей архитектурно-конструктивного проекта.

Процедуру разработки плана можно разбить на три этапа последовательно выполняемых друг за другом. Основной этап, к которому необходимо отнестись очень ответственно, связан с построением координационной сетки. На этом этапе заданную схему необходимо дополнить конкретными данными параметров пролетов в соответствии с заданием на проектирование. В местах примыкания разновысоких пролетов и пролетов разного положения в плане наносятся две осевые линии «вставки». Далее обозначаются остальные осевые линии в соответствии с шагом колонн крайних рядов заданных в проек-

те. Положение колонны торцевого и продольного фахверка тоже обозначается осевыми линиями.

При длине торцевого пролета больше нормативной длины температурного отсека продольный температурный шов, расположенный во «вставке» между разновысокими продольными пролетами, продлевается на поперечный пролет и выполняется корректировка положения торцевого пролета таким образом, чтобы температурный шов разбивал его на приблизительно равные части.

После обозначают оси в соответствии с требованиями стандартов.

Перед началом следующего этапа необходимо выполнить подготовительную работу, которая заключается в назначении типов колонн и определении их параметров на основании исходных данных. Далее колонны каркаса размещают на координационной сетке с учетом правил положения колонны относительно разбивочных осей.

Подъемно-транспортное оборудование обозначается в соответствии с ГОСТом на условное обозначение. Для каждого температурного отсека необходимо предусмотреть вертикальные связи, они показываются жирной штрихпунктирной линией. Третий этап построения плана – это нанесение наружных ограждений и их элементов. Начало работы связано с выбором конструкции стены и выполнением теплотехнического расчета. С учетом разряда зрительной работы предварительно назначают размеры и количество оконных проемов. Следует напомнить, что по краям пролетов, в пределах одного шага колонны, оконные пролеты не устанавливают. На этом этапе определяют размеры «вставок» и окончательно назначают цепочку размеров.

Места расположения ворот устанавливают в соответствии с вышеуказанными рекомендациями. Для въезда в здание перед воротами для автомобильного транспорта следует предусмотреть пандус с уклоном 1:16. Ширину пандуса назначают шире ворот по 500 мм в каждую сторону.

Разработку разрезов здания начинают с построения линий координационной сетки и размещения конструктивных элементов относительно разбивочных осей и высотных отметок. Выбор вида строительной конструкции производится в зависимости от величины пролета, производственного процесса и материала колонн. Особое внимание следует обратить на размещение подстропильных конструкций, если они необходимы в системе несущих конструкций покрытия.

После построения рамы каркаса следует приступить к раскладке стеновых панелей по высоте. Для этого, прежде всего, определяют положение стыка верхнего и нижнего ярусов и рассчитывают длину нижнего яруса. Далее производится раскладка панелей стен. Она должна быть согласована с общим решением фасада здания. Раскладку панелей верхнего яруса выполняют по типовым схемам [Рисунок 18 приложения 6].

Для выполнения светотехнического расчета предварительно назначают высоту остекления. Его выполняют 2х-ярусным. Нижний ярус освещает поверхность рабочих мест, верхний – зону работы крана. Верхний ярус остек-

ления в зависимости от габаритов кранов и высоты здания предусматривается высотой 1 x 1,2; 1 x 1,8; 2 x 1,2 м. Предварительную высоту нижнего яруса назначают с учетом разреза зрительной работы. После выполнения светотехнического расчета производят корректировку высоты нижнего яруса остекления и ширины оконных проемов на плане.

К проектированию конструкции покрытия можно приступать после окончательной разработки естественной освещенности помещения.

Если в соответствии со светотехническим расчетом требуется установка фонарей, то определяют тип фонаря и осуществляют его размещение на покрытии.

Расстановка элементов ограждения покрытия на разрезе подлежит уточнению после выполнения схемы расположения ограждающих элементов покрытия. Конструкция кровли назначается в соответствии с требованиями нормативных требований и «Руководству по применению в кровлях и гидроизоляции наплаваемых рулонных материалов Техноэласт».

Фасад здания разрабатывают параллельно с разрезом. При разработке фасада учитывают его архитектурно – художественное назначение. Если фасад не отвечает требованиям архитектурной эстетики, его необходимо откорректировать с внесением изменений в чертежи разрезов и плана.

Схемы горизонтальных связей покрытия наносят на матрицу разработанной для плана координационной сетки. Выбор типа и расположения связей выполняют по установленным правилам, изложенным в данных методических указаниях. Горизонтальные связи фонарей лучше выполнять отдельным чертежом, чтобы не загружать чертеж схемы горизонтальных связей.

Выбор конструкции ограждения покрытия увязывают с выбором типа каркаса по материалу и технологическими требованиями. Железобетонные плиты покрытия используются 3-х метровой ширины. В местах образования снеговых мешков устанавливают усиленные конструкции.

Шаг прогонов для покрытия с применением стального профилированного настила принимают 3 м, в местах возможного образования снеговых мешков 1,5 м.

Решение плана кровли следует начинать с организацией водостока на отдельных участках покрытия каждого температурного отсека и расположения водоприемных воронок. На общей схеме кровли определяют эти участки и по ним строят характерное сечение кровли, которое дает наглядное представление о характере организации водостока. Характерное сечение выполняют снизу вверх или справа налево. Далее в ендовах размещают воронки. Расстояние между воронками принимают 48 – 52 м, расстояние между торцевой стеной и воронкой – 12 м.

На плане кровли обозначают пожарные лестницы и лестницы выхода на кровлю. Расположение согласовывается с их размещением на плане и фасаде. Участки легко сбрасываемой кровли или участки с другим составом кровли выделяют пунктирной линией и дают ссылки с кратким пояснением. Разрабатываемые узлы выбирают на планах и разрезах в наиболее характерных

сопряжениях. Обязательно выполняют узлы крепления панелей к колоннам и примыкания кровли к парапетам и вертикальным участкам стен в местах перепада высот. Допускается совмещать узел крепления стеновых панелей к колоннам с узлом «вставки». Необходимо разработать 4-5 узлов сопряжения несущих конструкций каркаса.

Привязки колонн к координационным осям

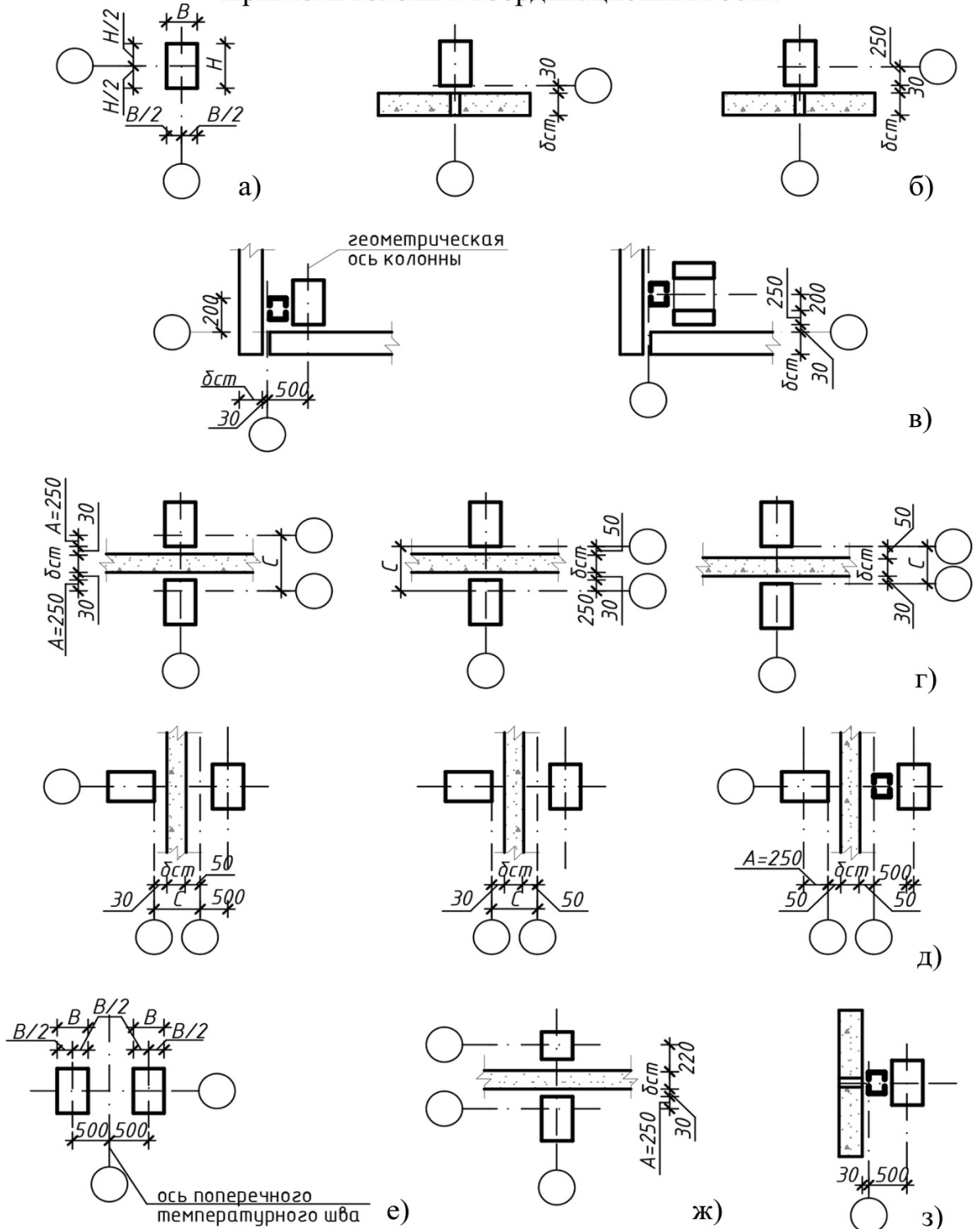


Рисунок 1. Привязка колонн: а) к средним осям; б) к крайним осям ролетов; в) к торцевым осям по крайним рядам пролетов; г) в деформационном шве при перепаде высот в параллельных пролетах; д) при взаимоперпендикулярных пролетах; е) в поперечном температурном шве; ж) при примыкании пристройки бытового корпуса к продольному пролету производственного корпуса; з) к торцевым осям пролетов.

Типоразмеры ж/б колонн

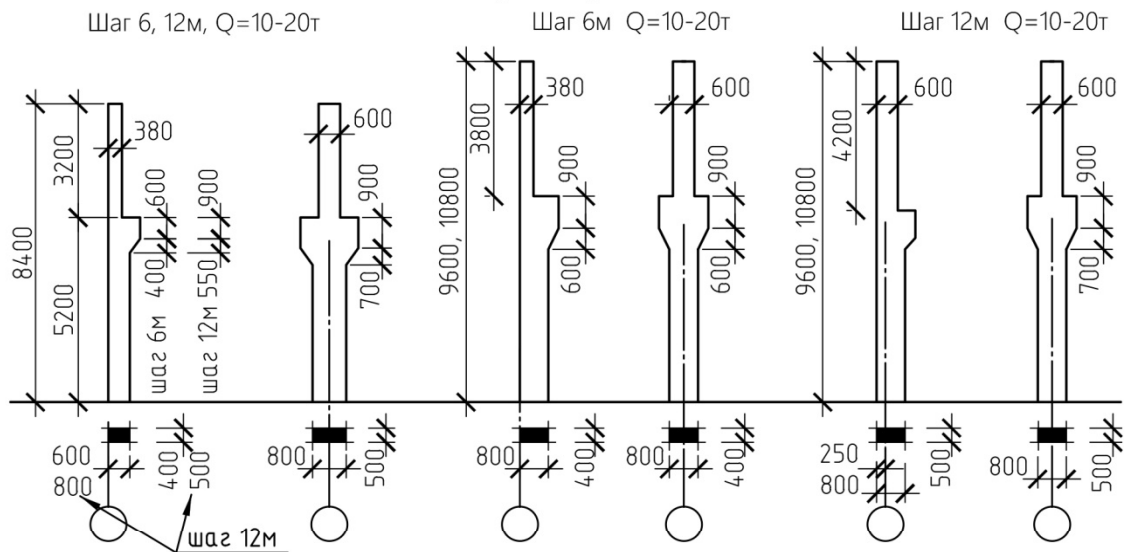
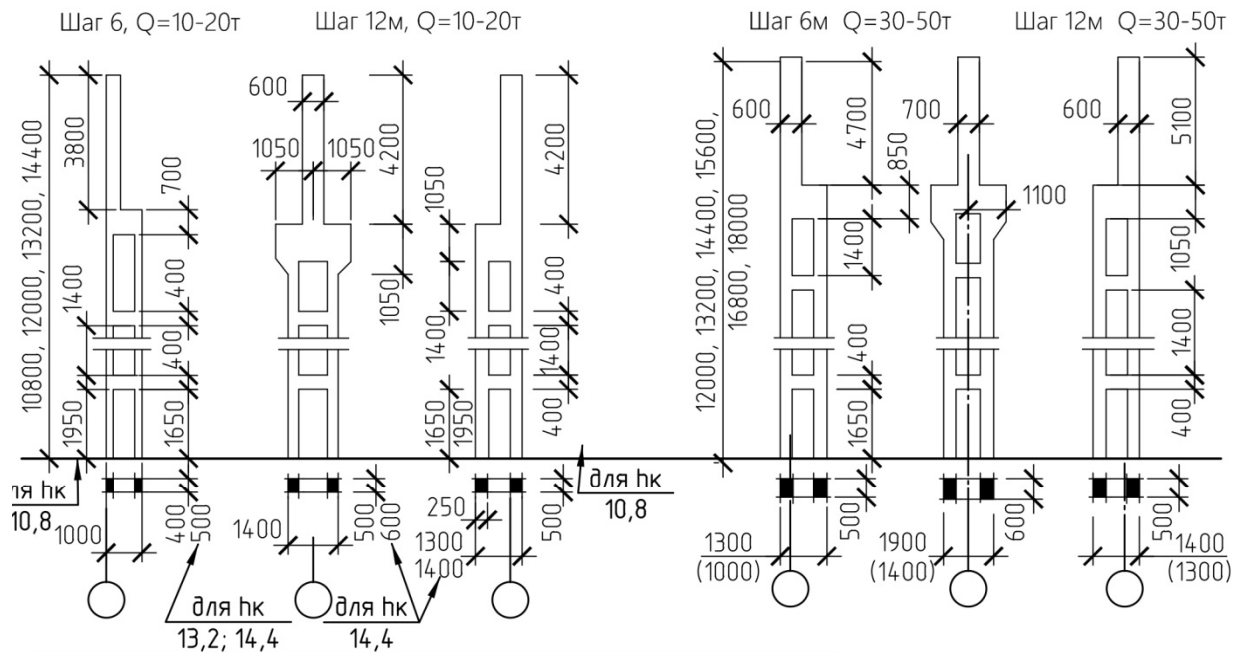


Рисунок 2. Железобетонные колонны сплошного сечения для зданий с опорными кранами



| Унифицированные параметры одноэтажных промзданий, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50т |            |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|--|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Отметка низа стропильной конструкции   |            | 8400 | 9600 | 10800 | 12000 | 13200 | 14400 | 15600 | 16800 | 18000 |
| Отметка головки кранового рельса ур.г.р.   | Qкр до 30т | 6150 | 6950 | 8150  | 9350  | 10550 | 11750 | 12250 | 13450 | 14650 |
|  | Qкр 30-50т |      |      |       |       | 9850  | 11050 | 12250 | 13450 | 14650 |

При наличии подстропильной конструкции верхняя часть колонн уменьшается на 700. Размеры в скобках даны колонн высотой 12,0 м и 13, Привязка "250" для кол h=13,2 и 14,4 и шаге 6 принята только при нагр. Q=50 т.

Рисунок 3. Железобетонные двухветевые колонны для зданий с опорными кранами

Продолжение приложения 2.

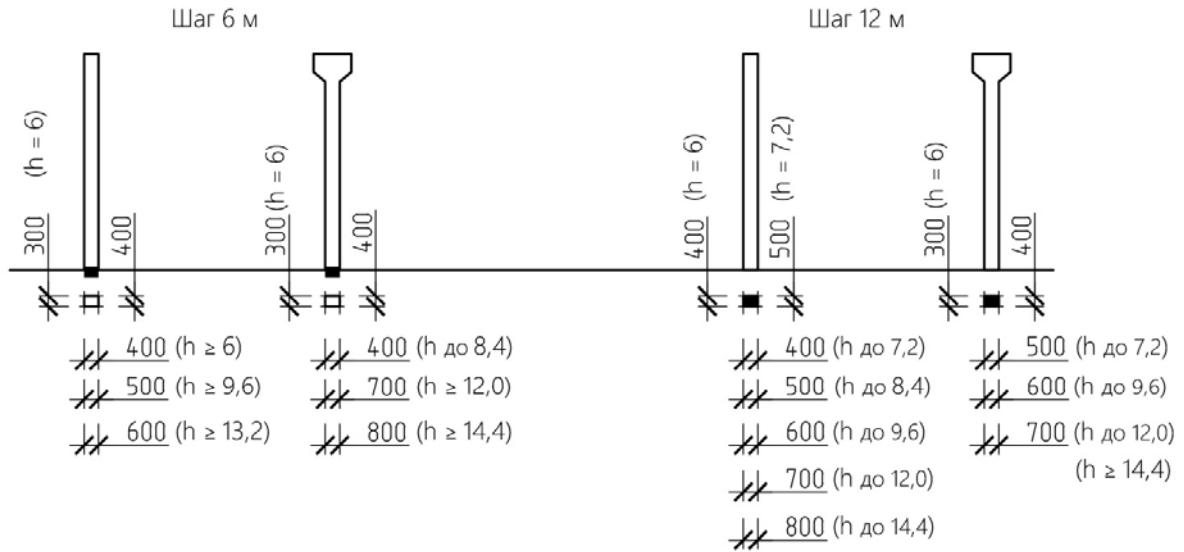


Рисунок 4. Железобетонные колонны сплошного сечения для зданий без опорных кранов

Приложение 3.

Колонны фахверка

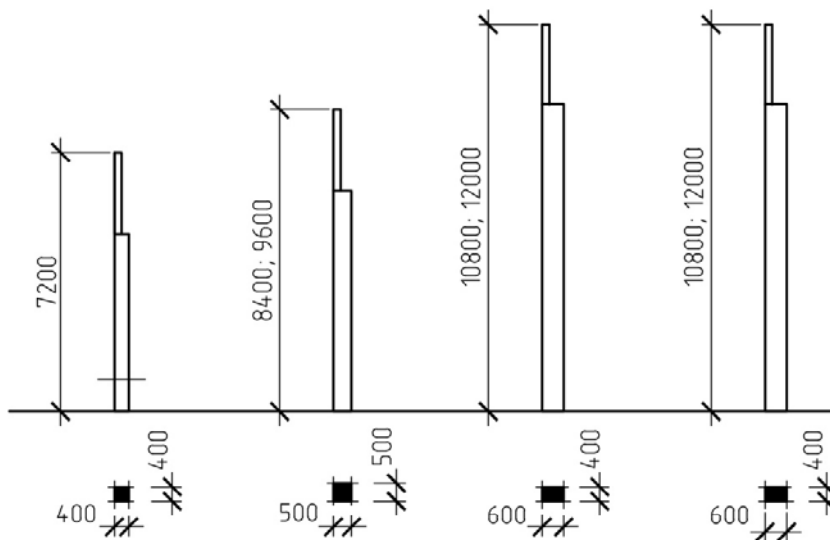


Рисунок 5. Железобетонные колонны продольного фахверка сплошного сечения

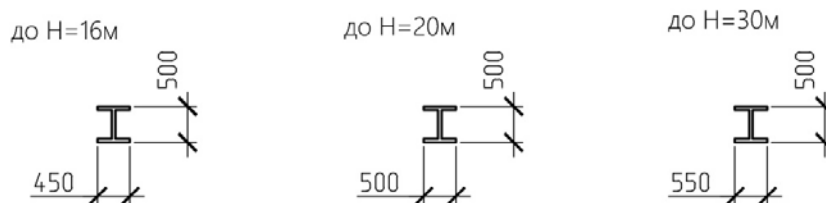


Рисунок 6. Сечение стальных колонн продольного фахверка

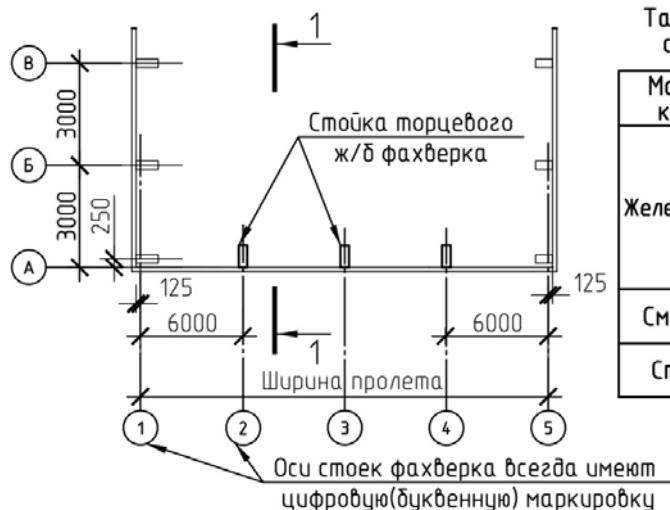


Таблица выбора материала конструкции стоек фахверка при разных каркасах

| Материал каркаса | Высота пролета | Фахверк                           |
|------------------|----------------|-----------------------------------|
| Железобетонный   | 3000-6000      | Ж/б одного сечения по всей высоте |
|                  | 7200-9600      | Ж/б со стальной насадкой          |
|                  | 10800-18000    | Стальной                          |
| Смешанный        | 6000-18000     | Стальной                          |
| Стальной         |                |                                   |

Сечения 1-1

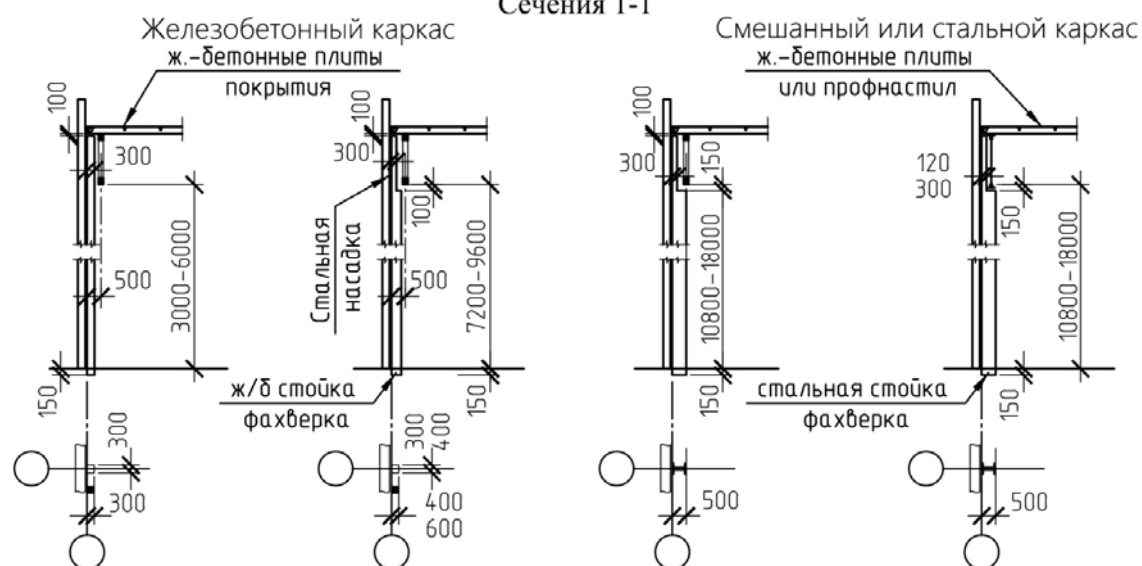


Рисунок 7. Расположение колонн торцевого фахверка

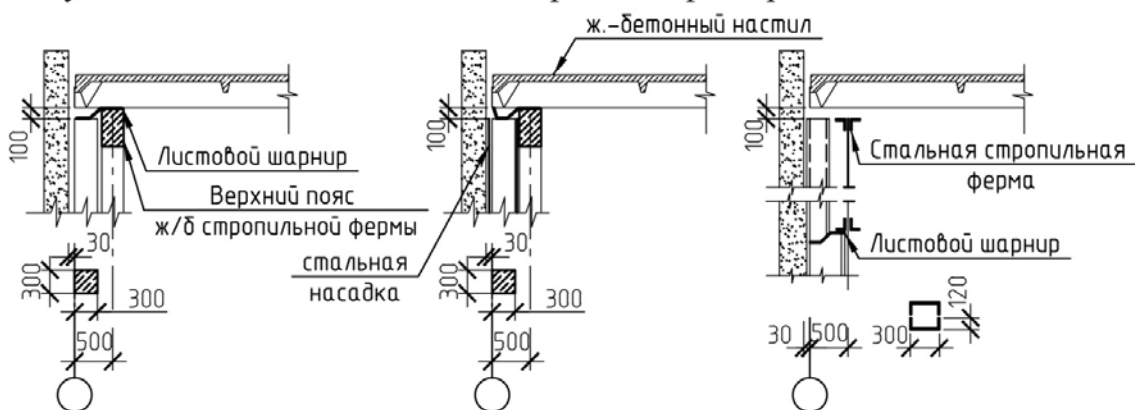


Рисунок 8. Схемы крепления колонн торцевого фахверка к несущим конструкциям покрытия



Типоразмеры основных несущих конструкций покрытий  
одноэтажных промзданий

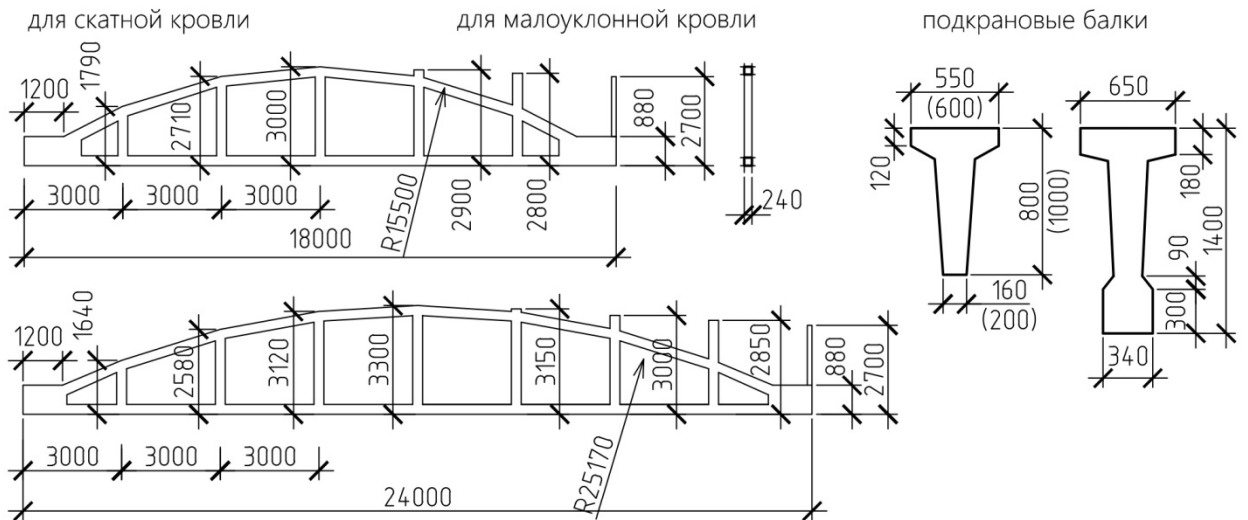


Рисунок 9. Железобетонные стропильные безраскосные арочные фермы и подкрановые балки

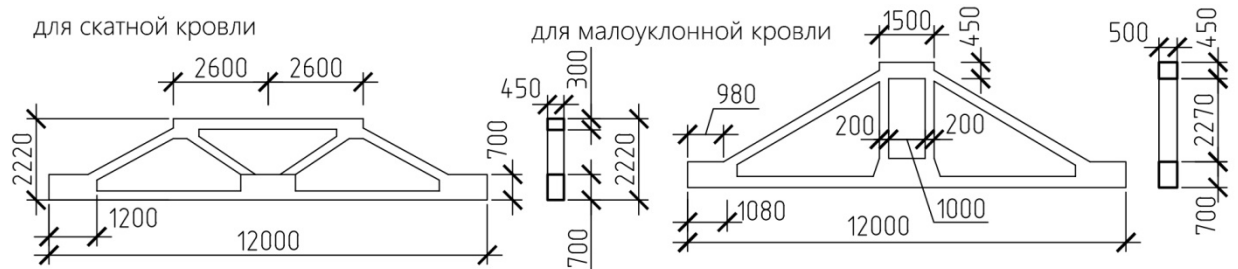


Рисунок 10. Железобетонные подстропильные фермы

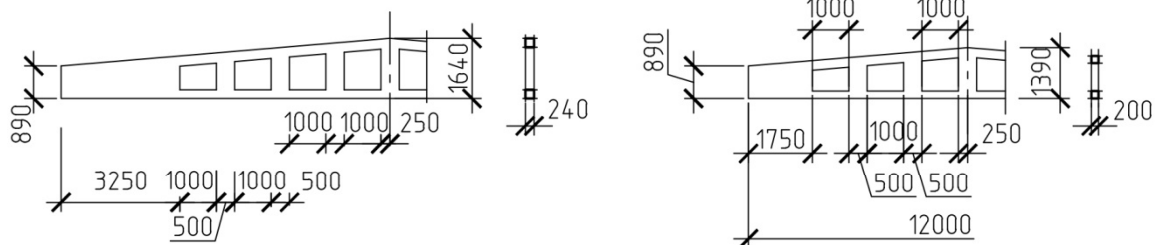


Рисунок 11. Железобетонные стропильные балки

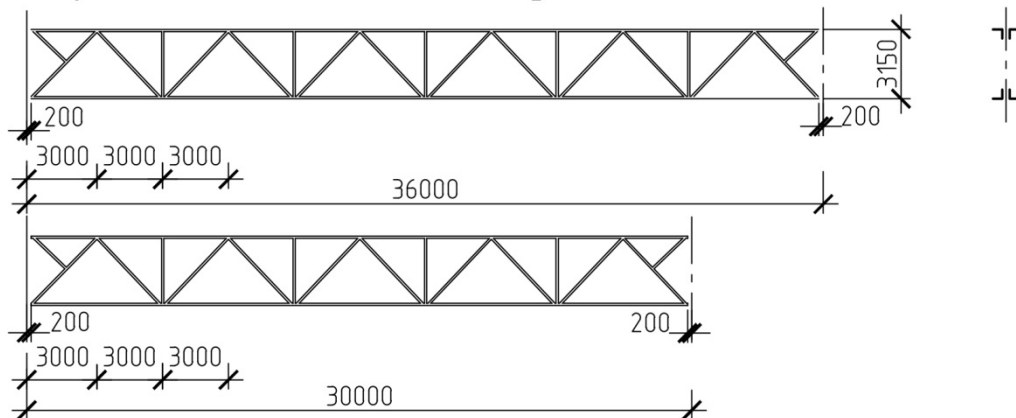


Рисунок 12. Схемы стальных стропильных ферм для стального и смешанного каркаса.

Схемы расположения связей

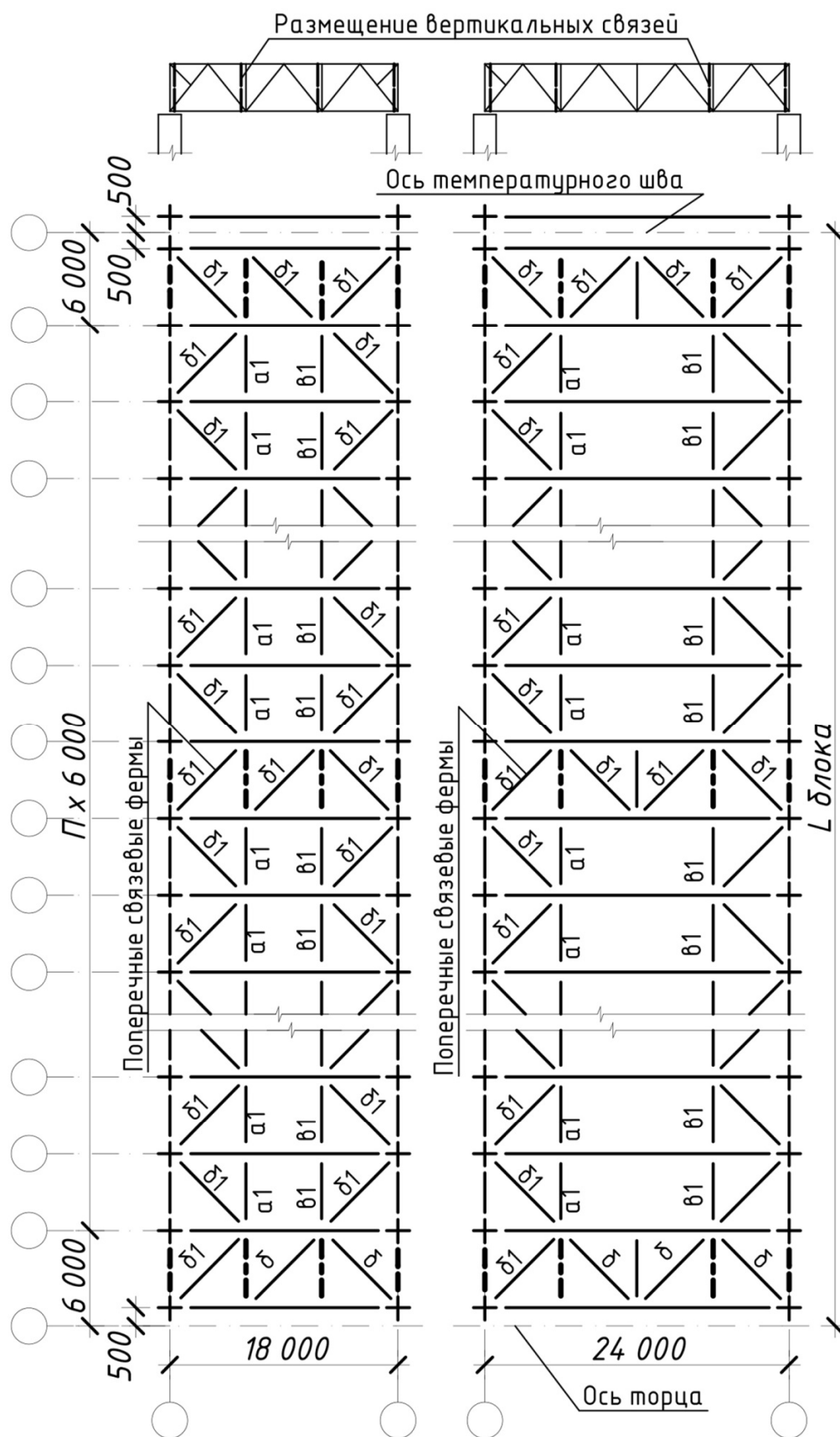


Рисунок 13. Схемы расположения связей I-го типа по нижним поясам стропильны ферм, шаг ферм 6 м, пролет 18 -24 м.





Схемы расположения связей

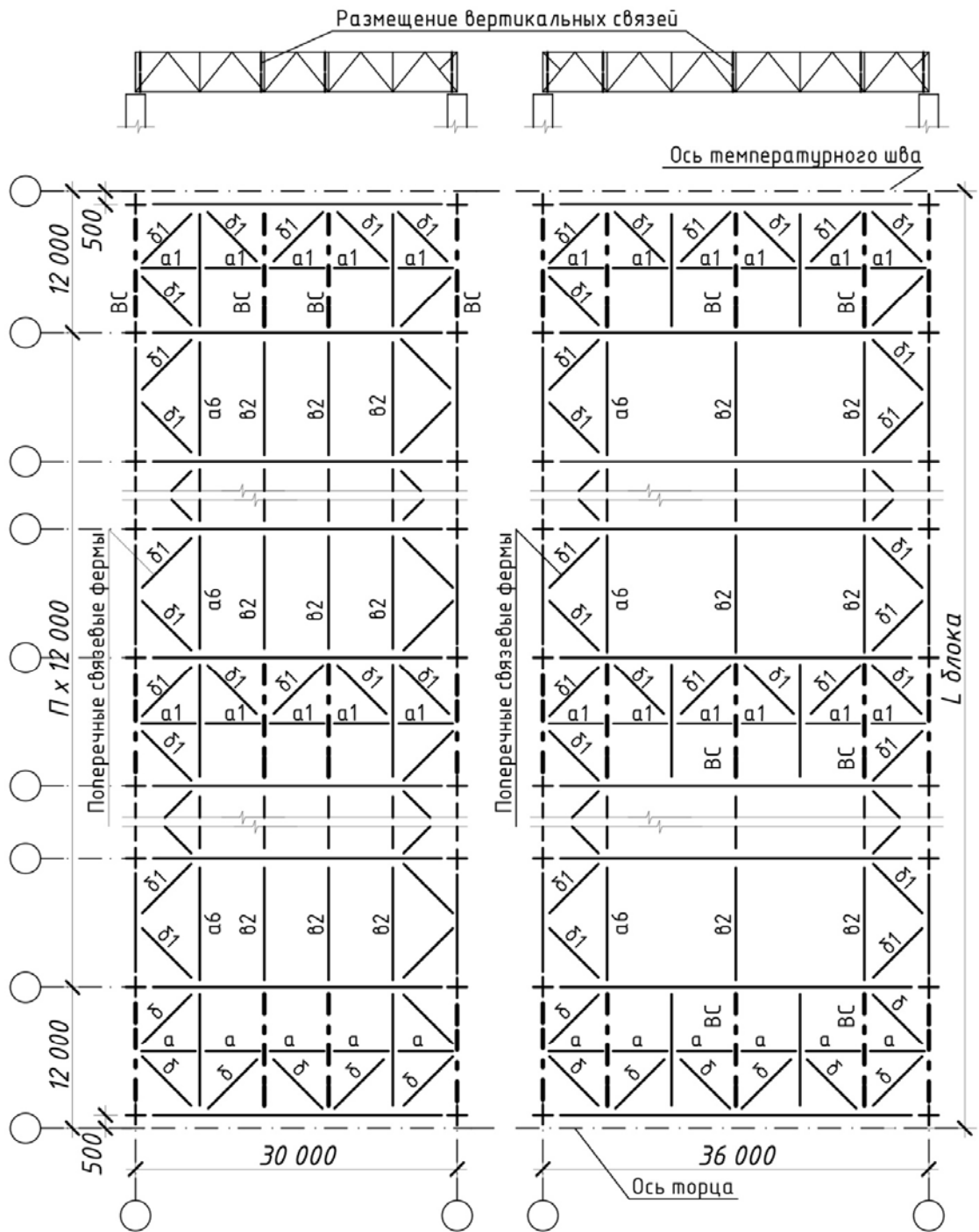


Рисунок 16. Схемы расположения связей I-го типа по нижним поясам стропильных ферм, шаг ферм 12 м, пролет 30 - 36 м.

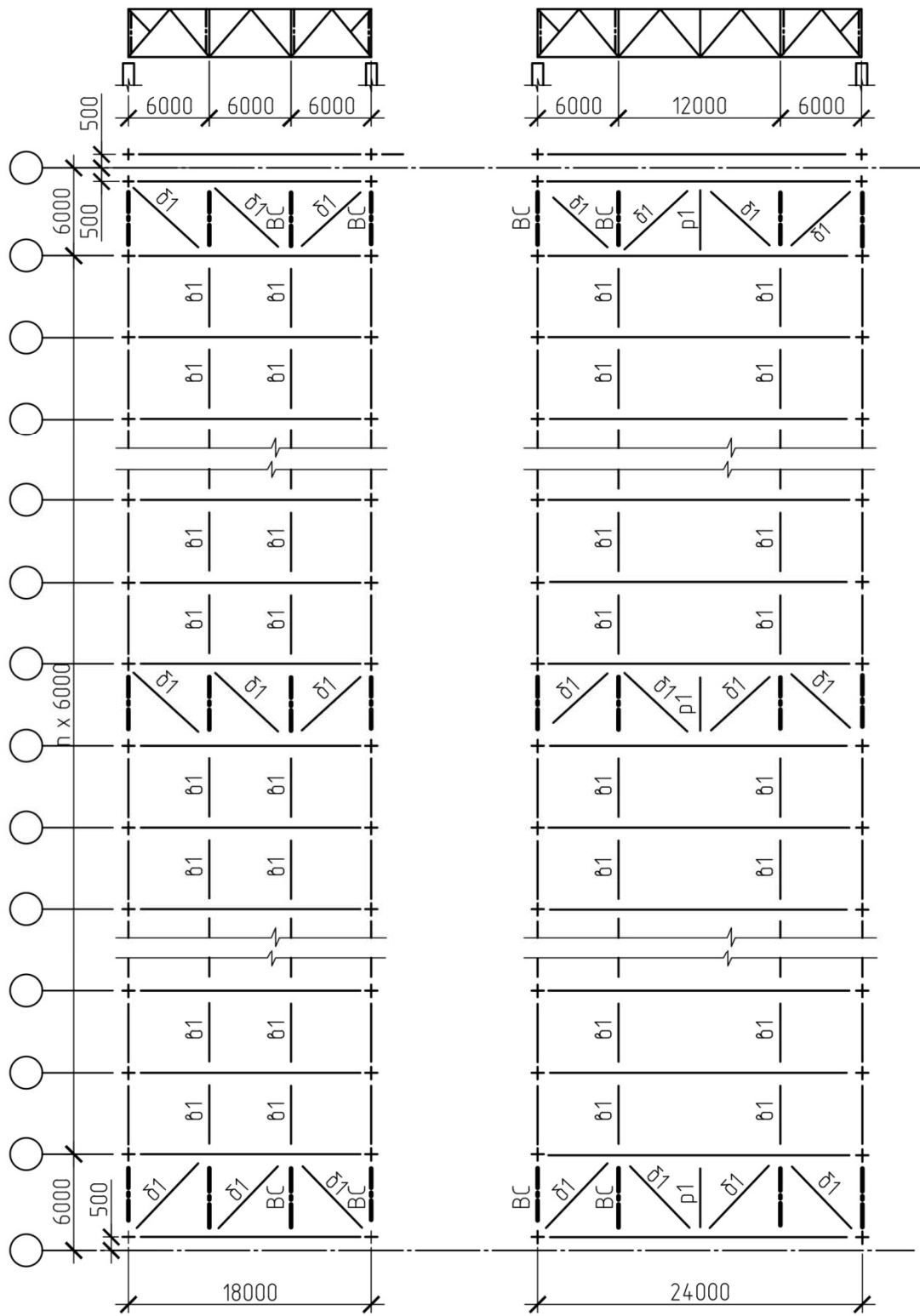


Рисунок 17. Схемы расположения связей II типа по нижним поясам стропильных ферм, шаг ферм 6 м, пролеты 18 и 24 метра

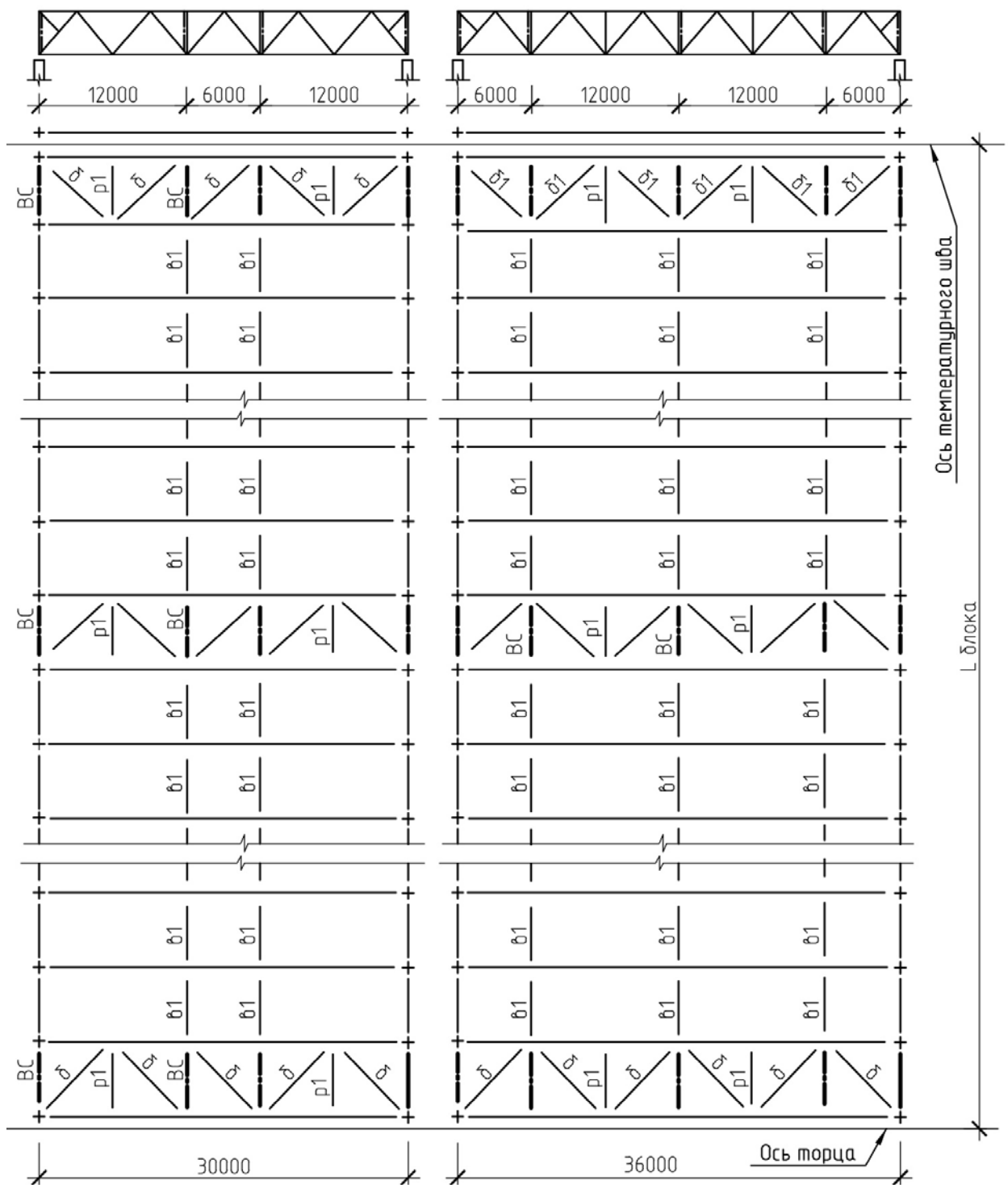


Рисунок 18. Схемы расположения связей II типа по нижним поясам стропильных ферм, шаг ферм 6 м, пролеты 30 и 36 метров

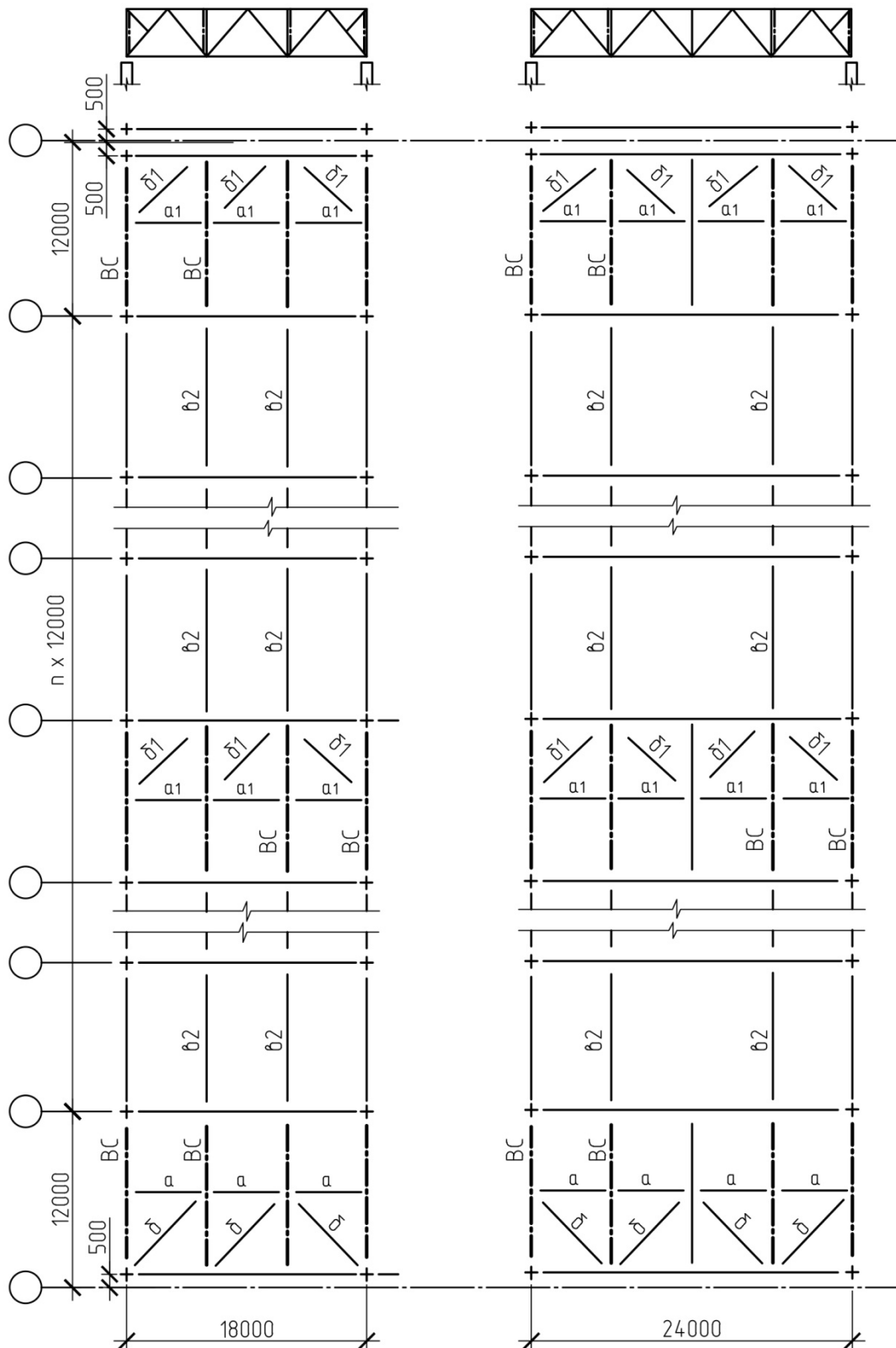


Рисунок 19. Схемы расположения связей II типа по нижним поясам стропильных ферм, шаг ферм 12 м, пролеты 18 и 24 метра



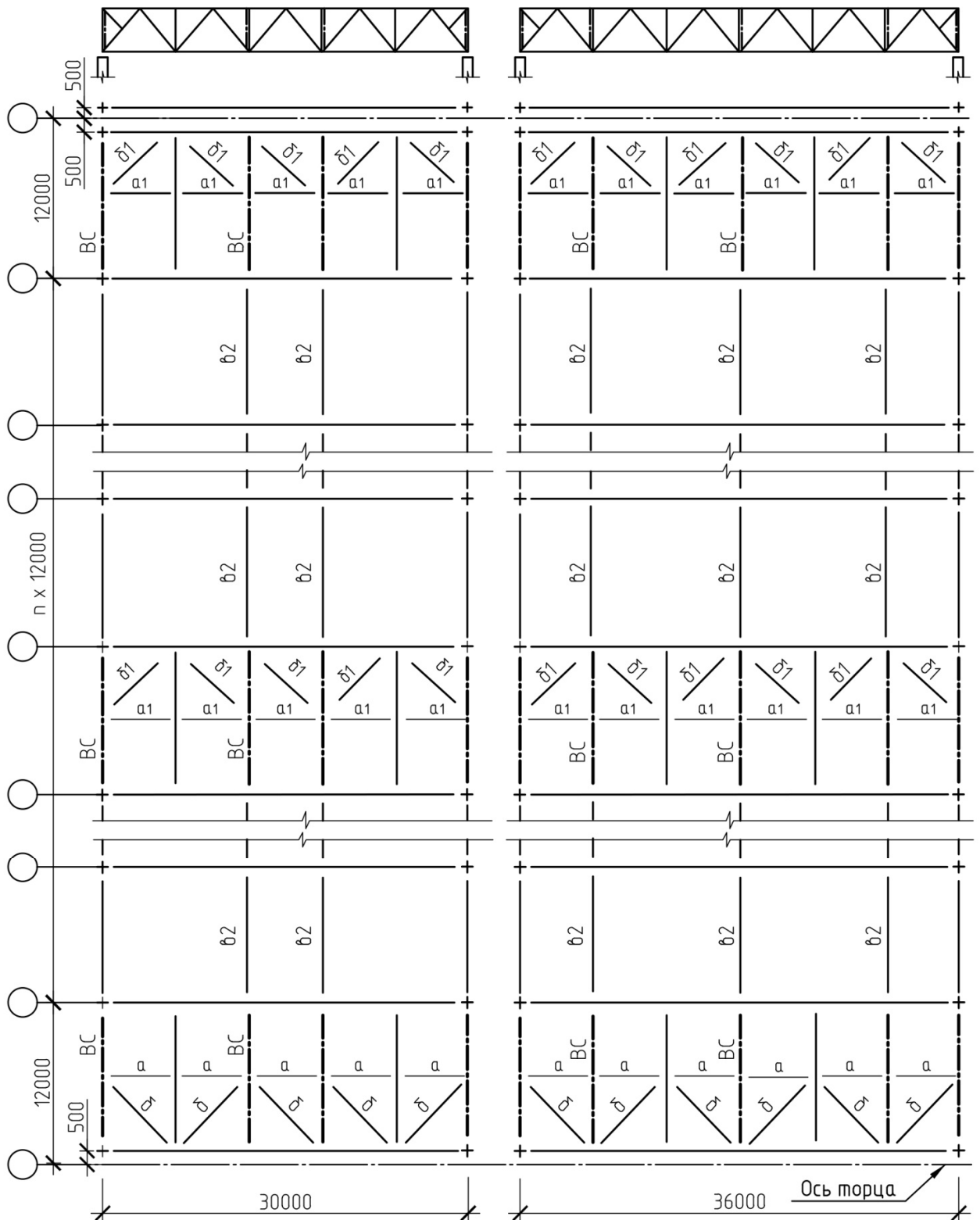


Рисунок 20. Схемы расположения связей II типа по нижним поясам стропильных ферм, шаг ферм 12 м, пролеты 30 и 36 метров

Раскладка стеновых панелей

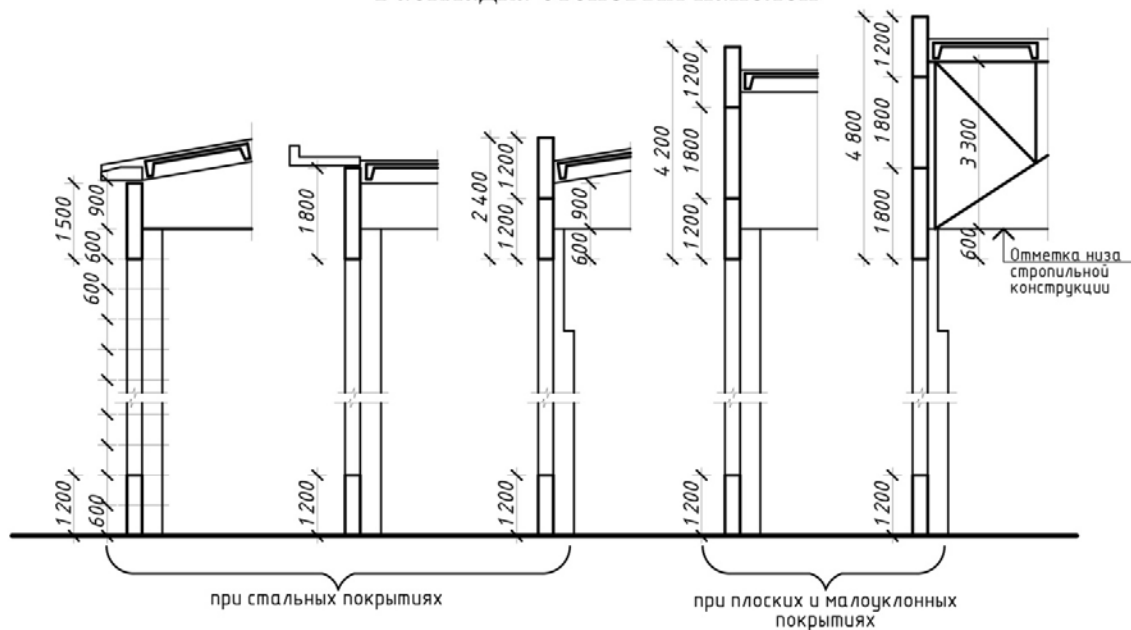


Рисунок 17. Примеры унифицированной раскладки стеновых панелей в одноэтажном здании.

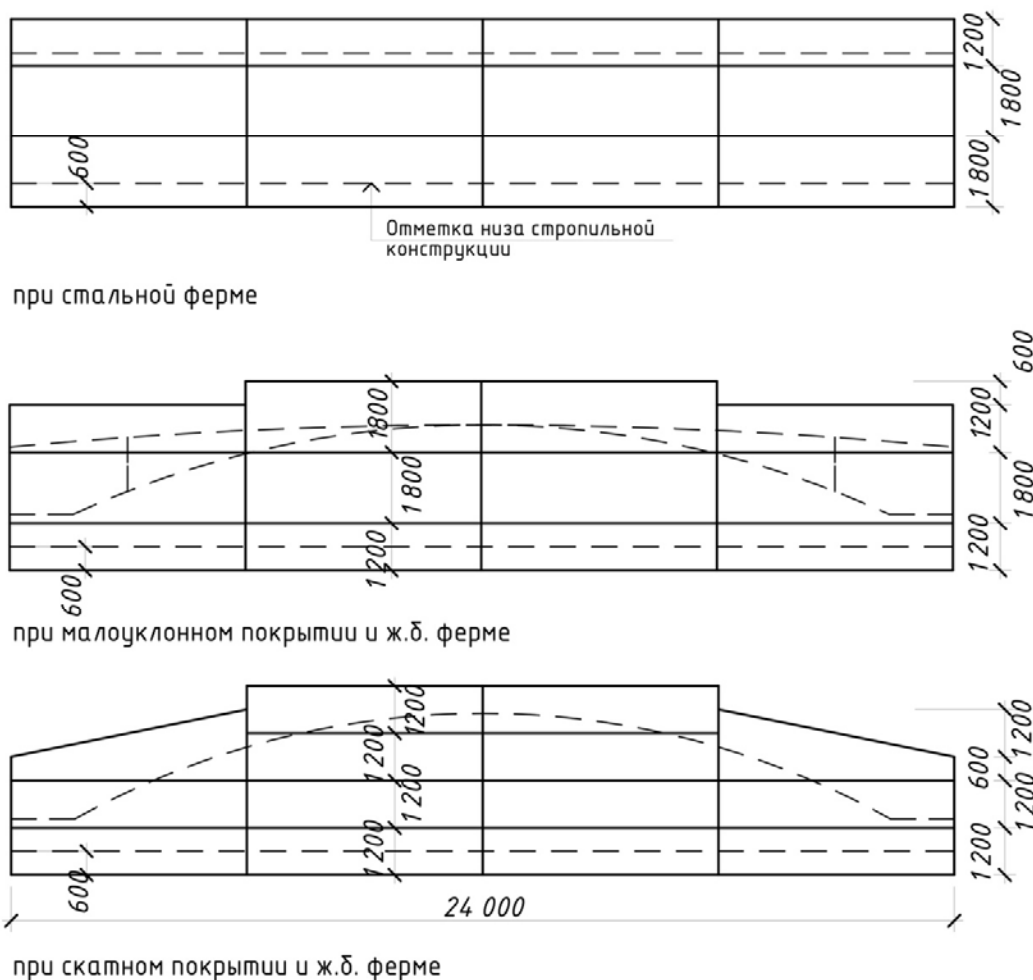


Рисунок 18. Примеры раскладки панелей торцевых стен в зоне конструкции покрытия.

Схемы рекомендуемого алгоритма выполнения работ

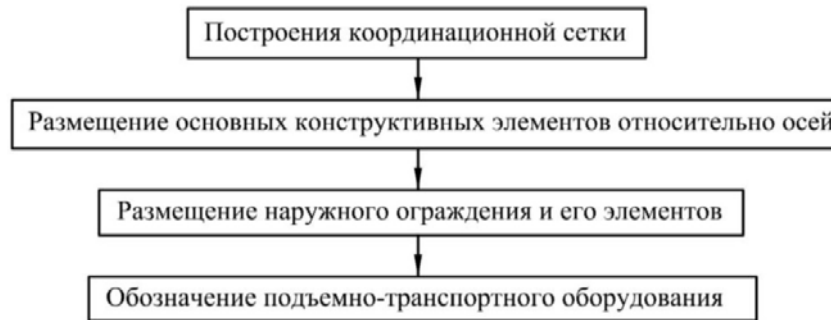


Рисунок 19. Модель разработки плана здания

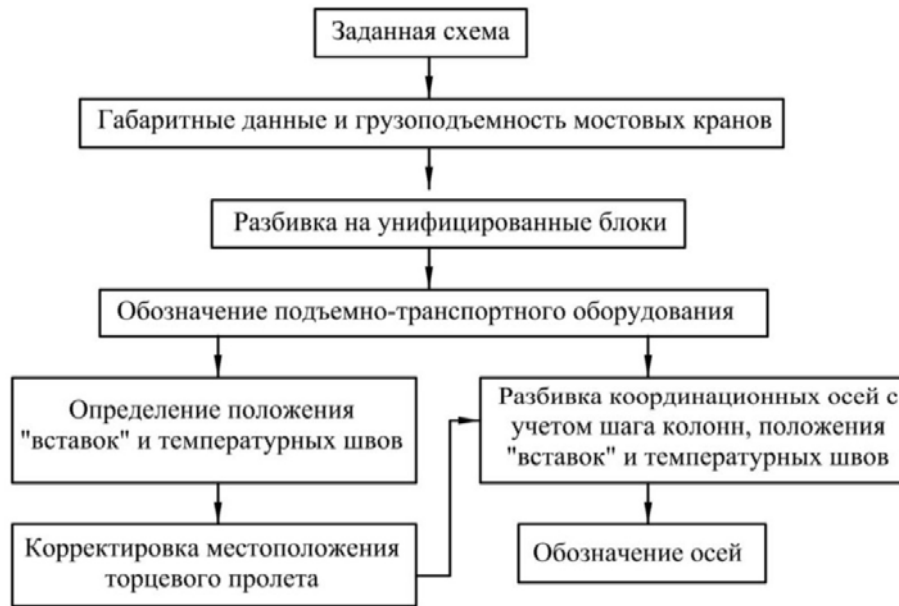


Рисунок 19а. Построение координационной сетки



Рисунок 19б. Расстановка конструктивных элементов на плане и обозначение подъемно-транспортного оборудования



Рисунок 19в. Наружные ограждения на плане



Рисунок 20. Модель построения разрезов