МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» очной и заочной форм обучения

Могилев 2022

УДК 628.9:75.4
ББК 85.11
А87

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» «15» февраля 2022 г., протокол № 8

Составители: канд. техн. наук, доц. Е. Е. Корбут;
ст. преподаватель В. А. Катков;
ст. преподаватель О. Ю. Марко

Рецензент канд. техн. наук, доц. Н. В. Курочкин

В методических рекомендациях приводятся варианты заданий, состав, порядок выполнения, а также указания по разработке курсовой работы на тему «Реконструкция гражданского и промышленного здания».

Учебно-методическое издание

АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ответственный за выпуск Е. Е. Корбут

Корректор Т. А. Рыжикова

Компьютерная верстка Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 81 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение……..... 4
1 Реконструкция промышленных зданий…….…... 5
1.1 Причины и задачи реконструкции промышленных зданий…… 5
1.2. Разработка объемно-планировочного решения реконструируемого промышленного здания…….... 5
1.3 Объем и графическое оформление курсовой работы…….… 7
1.4 Состав пояснительной записки……..…. 13
1.5 Единая модульная система (ЕМС) и правила привязки к координационным осям…….……... 14
2 Конструктивные элементы зданий и принципы их проектирования… 18
2.1 Фундаменты…….… 18
2.2 Фундаментные балки…….…. 20
2.3 Колонны……... 21
2.4 Стропильные конструкции…… 30
2.5 Подкрановые балки ……..…… 33
2.6 Окна и фонари…….……. 33
2.7 Ворота, лестницы……. 35
2.8 Пространственная жесткость…….. 35
Список литературы…….... 37
Приложение А. Исходные данные для проектирования…….. 38
Приложение Б …….…... 43
Приложение В…….…... 44
Приложение Г …….…... 45
Приложение Д ……... 46
Приложение Е ……..……. 47
Приложение Ж …….……. 48

Введение

Реконструкция зданий и сооружений является одним из основных направлений архитектурно-строительной науки и практики. Она требует приобретения студентами соответствующих знаний и навыков, закрепляемых при выполнении курсовой работы по дисциплине «Архитектурное проектирование реконструкции зданий и сооружений» для подготовки студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство».

Методические рекомендации разработаны в соответствии с учебной программой дисциплины «Архитектурное проектирование реконструкции зданий и сооружений». Курсовая работа «Реконструкция промышленного здания» выполняется студентами в 8-м семестре.

Целью курсовой работы «Реконструкция промышленного здания» является приобретение и закрепление студентами знаний основных проблем и современных направлений трансформации промышленных зданий, приобретение умений в решении комплексных задач реконструкции и помощь в освоении методических основ реконструкции промышленных зданий различных объемно-планировочных решений.

Основными учебными задачами курсовой работы являются:

– ознакомление студентов с разнообразием архитектурно-пространственных решений промышленных зданий, с конструктивной системой, планировочными параметрами и пр.;

– совершенствование опыта работы с различными источниками (научной, справочной и нормативно-технической литературой, проектными материалами и пр.) в процессе предпроектных исследований;

– формирование у студентов понимания значимости и ценности промышленного наследия для общества и архитектуры города.

При реконструкции зданий промышленных предприятий решают сразу несколько задач:

1) приведение объемно-планировочной структуры здания в соответствие с потребностями существующего производства или в соответствии с изменениями назначения здания;

2) повышение эксплуатационных качеств конструкций в соответствии с новыми требованиями производства;

3) модернизация инженерных систем, в том числе с учетом экологических требований.

Задание к курсовой работе студенту выдается индивидуально преподавателем согласно приложению А.

1 Реконструкция промышленных зданий

1.1 Причины и задачи реконструкции промышленных зданий

Реконструкция здания относится к особому виду строительных работ, представляющих из себя комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей здания (высоты, количества этажей, площади, объема), проводимых:

– для гражданских зданий с целью повышения комфортности проживания, качества обслуживания, увеличения объема услуг;

– для промышленных зданий – технического перевооружения, модернизации производства, направленных на изменение номенклатуры и/или увеличения объема выпускаемой продукции, улучшения условий труда.

Термин «реконструкция» произошел от латинского слова *construction* – построение, т. е. понятие как коренное переустройство, перестройка с целью улучшения, усовершенствование. Техническая необходимость реконструкции вызвана прежде всего моральным и физическим износом оборудования действующих предприятий.

Срок морального износа оборудования в период научно-технического прогресса – 7–10 лет, срок эксплуатации промышленных зданий составляет 80–100 лет, горячих цехов черной металлургии – 40–60 лет. Таким образом, за период эксплуатации здания возможно 5–8-кратное обновление оборудования – это первая причина, а вторая связана с необходимостью выполнения работ по восстановлению несущей способности конструкций и повышению долговечности зданий и сооружений.

По степени и глубине обновления действующих предприятий рассматривают три типа реконструкции:

– первый тип включает замену старого и ввод в действие нового оборудования, переустройство действующих зданий (устройство надстроек, пристроек и различные перепланировки);

– второй тип сопровождается капитальным переустройством старых зданий, вплоть до сноса ветхих зданий;

– третий тип предусматривает строительство на территории предприятия значительного числа новых зданий и сооружений как взамен сносимых.

1.2. Разработка объемно-планировочного решения реконструируемого промышленного здания

Процесс реконструкции, как правило, связан с изменением объемно-пространственной организации и полной или частичной внутренней перепланировкой из-за новых требований к организации пространства, необходимостью обеспечения требуемых размеров площадей, пожарных или гигиенических характеристик.

Реконструкция промышленных зданий обычно предполагает проведение следующего ряда архитектурно-строительных мероприятий по оптимизации их планировочной и пространственной структур:

– увеличение высоты одноэтажных зданий или их этажности;

– увеличение параметров пролетов;

– выполнение новых строительных конструкций для встраиваемых уровней или подъемно-транспортного оборудования;

– перестройка стен и покрытий с целью улучшения условий аэрации и естественного освещения;

– расширение или объединение помещений;

– объединение нескольких помещений в одно с выравниванием их по высоте и с внутренним переустройством;

– встраивание новых объемно-пространственных элементов.

Часто, наряду с оптимизацией планировочной структуры, требуется увеличение общей площади зданий.

Для этого на практике используются следующие приемы:

– устройство новых пристроек к существующим зданиям или встроек между ними, которые могут проектироваться со смещением осей или через вставки;

– надстройка отдельных частей или всего здания, которая при недостаточной несущей способности каркаса монтируется на самостоятельные опоры;

– организация во внутреннем пространстве существующего здания дополнительных уровней в виде встроенных этажерок, антресолей и отдельных площадок;

– передвижка и подъем зданий.

В данной курсовой работе используется такой вид реконструкции, как устройство *новых пристроек* к существующему зданию.

Объемно-планировочное решение реконструируемого здания строится на основе принятой общей архитектурно-пространственной концепции. Планировочная структура должна быть взаимосвязана с формируемым архитектурным пространством и конструктивной схемой. Планировочное предложение включает обеспечение оптимального размещения помещений основного и вспомогательного назначения, необходимые горизонтальные и вертикальные связи между ними, формирование входных узлов. При решении фасадов важно найти и разработать композиционный прием, наиболее соответствующий выбранному образу, обеспечить преемственность в развитии архитектурной композиции и решить вопросы сочетания «старой» и «новой» архитектуры при использовании современных конструкций и материалов.

Продольные и поперечные температурные швы и перепады высот следует делать, как правило, на двух рядах колонн.

Отапливаемые здания, как правило, проектируют с внутренними водостоками. Допускается проектировать отапливаемые здания высотой не более 10 м без внутренних водостоков при ширине покрытия (с уклоном в одну сторону) не более 36 м.

Неотапливаемые здания следует проектировать без внутренних водостоков. Допускается многопролетные неотапливаемые здания проектировать с внутренними водостоками при наличии производственных тепловыделений,

обеспечивающих положительную температуру внутри здания, или при условии обоснованного применения специального обогрева водосточных воронок, стояков и отводных труб.

В зданиях с внутренними водостоками в качестве ограждения допускается использовать парапет. При высоте парапета менее 0,6 м его следует дополнять решетчатым ограждением до высоты 0,6 м от поверхности кровли.

1.3 Объем и графическое оформление курсовой работы

Курсовая работа представляется в виде пояснительной записки в объеме до 30 листов рукописного текста формата А4 и графического материала в объеме четырех листов формата А2 или двух листов формата А1.

Курсовая работа по реконструкции промышленного здания оформляется в любой архитектурной графике по согласованию с руководителем, ручной или компьютерной.

В состав проекта входят следующие основные чертежи главного и пристроенного цехов:

– план на отм. ± 0.000, масштаб (1:200);
– фасады, масштаб (1:200);
– разрезы, масштаб (1:200);
– схема расположения элементов покрытия, масштаб (1:400);
– план стропильных конструкций масштаб (1:400);
– план кровли, масштаб (1:400);
– разрез по стене, масштаб (1:10, 1:20).
– конструктивные узлы, масштаб (1:20, 1:25).

Все основные размеры здания и его элементы должны быть приняты по правилам единой модульной системы в строительстве (см. подраздел 1.5).

Перепады высот в многопролетных зданиях менее 1,2 м обычно не устраивают, т. к. они усложняют и удорожают решение здания. Перепады высот более 1,2 м целесообразно совмещать с температурными швами.

Графическая часть курсового проекта должна содержать нижеперечисленные чертежи.

1.3.1 План на отм. 0.000 (*М 1:200*).

Планом здания называют горизонтальный разрез здания.

На планах изображаются все конструктивные элементы, попадающие в горизонтальное сечение на уровне дверей и нижнего яруса окон: колонны, стеновые ограждения с разрезкой на панели, перегородки, лестницы, лифтовые шахты, ворота, двери, окна, площадки с отметкой пола менее 2 м, въездные пандусы, ведущие к воротам (с отметки –0,150 на отметку 0,000).

План следует изображать в виде горизонтального разреза здания на ≈1,5 м над изображаемым уровнем и, как правило, располагать длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа в положении, принятом на генплане.

На плане наносят:

– название плана здания, в котором указывают отметку чистого пола этажа (план на отм. 0.000);

– координационные оси здания, которые наносят тонкими штрихпунктирными линиями с длинными штрихами, обозначают арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита (за исключением следующих букв: Ё, З, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ, Ы, Ь) в кружках диаметром 6–12 мм. Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх.

Обозначение координационных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам чертежа плана здания;

– «цепочки» размеров по внешнему контуру, на которых указываются общие габариты в осях, расстояние между осями, размеры окон и простенков, размеры и привязку оконных и дверных проёмов в стенах;

– отметку уровня чистых полов (если в различных помещениях полы имеют неодинаковые отметки). На плане отметки наносят в прямоугольнике. «Нулевую» отметку указывают без знака, отметки выше нулевой – со знаком плюс «+», ниже нулевой – со знаком минус «–»;

– толщину стен и перегородок;

– привязки колонн каркаса, привязки осей движения подъёмно-транспортного оборудования, условное изображение подъёмно-транспортного оборудования и его грузоподъёмность;

– позиции (марки) заполнения дверных проемов и ворот (в кружках диаметром 5 мм);

– позиции (марки) перемычек и тип заполнения оконных проёмов (например: ОК-1, ПР-1);

– линии разрезов. Разрезы здания обозначают арабскими цифрами последовательно в пределах основного комплекта рабочих чертежей;

– обозначение узлов и фрагментов зданий. При изображении узла соответствующее место отмечают на плане замкнутой сплошной тонкой линией (как правило, окружностью или овалом) с обозначением на полке линии-выноски порядкового номера узла арабской цифрой.

Если узел помещён на другом листе, указывают обозначение и номер листа, на котором находится чертёж узла. При этом узел обозначается перечёркнутым кружком диаметром 12…14 мм, вверху которого показывается номер узла, а внизу – номер листа, на котором он обозначен.

Фрагменты обозначают, как правило, фигурной скобкой. Под фигурной скобкой, а также над соответствующим фрагментом наносятся наименование и порядковый номер этого фрагмента (рисунок 1.1).

Если фрагмент помещён на другом листе, то делают ссылку, указывающую на этот лист;

– наименование помещений. Наименование помещений, их площади и категории допускается помещать в экспликации.

Пример выполнения плана одноэтажного промышленного здания приведен на рисунке Б.1.

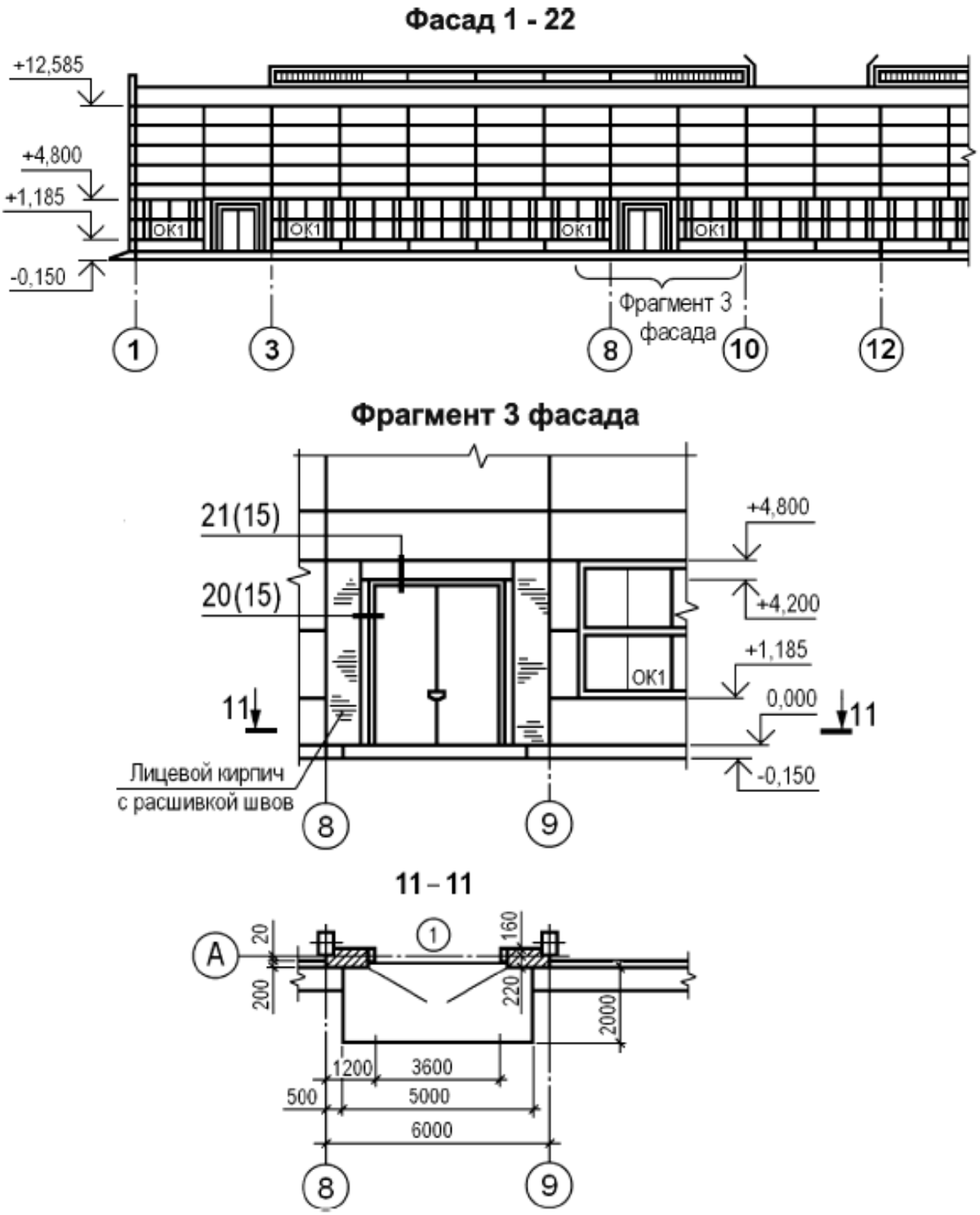


Рисунок 1.1 – Пример выполнения фрагмента фасада производственного здания

1.3.2 Фасад здания (*М 1:200*).

Фасад представляет собой одно из следующих изображений здания: главный вид, вид слева, справа или сзади. В зависимости от представленного на чертеже изображения (вида) различают главный фасад, торцевой или дворовой. Фасад комплекса зданий выполняется с отмывкой и построением теней. При этом не рекомендуется делать акцент на антураже оформления и использовать

многоцветные (полихромные) решения для оформления фасада. На фасаде допускается не давать условные обозначения открывания окон, маркировку дверей и окон.

На фасаде со стенами из крупноразмерных элементов (панелей) показывают швы разрезки на панели, деформационные швы, окна (с условным обозначением открывания), ворота, двери, фонари, пожарные лестницы, козырьки и т. д.

На фасадах указывают:

– название фасада, в котором указывают крайние оси, между которыми расположен фасад, например Фасад 1–22;

– координационные оси здания, проходящие в характерных местах фасадов (крайние, у температурно-деформационных швов, в местах перепада высот);

– отметки уровня земли, входных площадок, верха стен, низа и верха проемов, расположенных на разных уровнях фасада. Отметки обозначают условным знаком со стрелкой и помещают на выносных линиях;

– ссылки на фрагменты и узлы;

– размеры и привязку элементов, не выполняемых на чертежах планов и разрезов.

Элементы, находящиеся ниже уровня земли, на фасаде не показывают.

1.3.3 Продольный и поперечный разрезы здания (*М 1:200*).

Под разрезом понимают вертикальный разрез здания. В зависимости от положения секущей плоскости разрезы можно подразделить на продольные и поперечные.

При выполнении разреза здания положение мнимой вертикальной плоскости разреза принимают, как правило, с таким расчетом, чтобы проемы оказались в секущей плоскости.

При выполнении продольных разрезов секущая плоскость должна проходить по наивысшему уровню крыши, т. е. по коньку.

Из видимых элементов на разрезах изображают только элементы конструкций здания, подъемно-транспортное оборудование, открытые лестницы и площадки, находящиеся непосредственно за мнимой плоскостью разреза.

На разрезах здания без подвалов грунт и элементы конструкций, расположенные ниже фундаментных балок, не изображают. Пол на грунте показывают одной сплошной основной линией, кровлю – одной сплошной тонкой линией.

Разрезы (поперечные или продольные) всегда необходимо надписывать. В названиях разрезов указывают обозначение соответствующей секущей плоскости на плане, например: «Разрез 1 – 1», «Разрез 2 – 2».

На разрезах наносят:

– координационные оси здания, проходящие в характерных местах разреза (крайние, у температурно-деформационных швов, несущих конструкций, в местах перепада высот и т. д.), и величину привязок колонн к этим осям;

– отметки уровня земли, чистого пола;

– отметки низа несущих конструкций покрытия;

– отметку верха стен, карнизов, уступов стен;

– состав и толщину слоев многослойных конструкций (полов, покрытия). Состав многослойных конструкций указывают в выносной надписи (в «флажке»);

– размеры и привязки (по высоте) проемов, отверстий в стенах и перегородках, изображенных в сечении. Размеры указывают в миллиметрах без округления;

– толщину стен и их привязку к координационным осям здания;

– позиции (марки) элементов здания, не замаркированных на планах и фасадах;

– условное изображение подъёмно-транспортного оборудования и его грузоподъёмность (допускается не показывать условное изображение кран-балок на продольном разрезе пролёта);

– ссылки на узлы, а также на чертежи элементов здания, замаркированных в разрезах.

Под разрезами располагаются две размерные линии: на первой указывают размеры между разбивочными осями колонн и капитальных стен, на второй – габаритные размеры между крайними координационными осями.

На разрезах указывают привязку колонн каркаса к координационным осям и толщину наружных стен.

Примеры выполнения разрезов промышленного здания приведены на рисунках В.1 и Г.1.

1.3.4 Схема расположения элементов покрытия (*1:400*).

Схема расположения элементов покрытия – это упрощённое изображение конструктивных элементов и соединения между ними. На плане покрытия показывают контуры конструктивных элементов (плиты, доборные плиты, прогоны, условное изображение профнастила).

На планы наносят:

– координационные оси здания, расстояния между ними и крайними осями;

– позиции (марки) элементов. Одинаковые позиции последовательно расположенных элементов конструкций на плане допускается наносить только по концам ряда с указанием количества позиций.

Пример выполнения схемы расположения элементов покрытия приведен на рисунке Д.1.

1.3.5 План стропильных конструкций (*1:400*).

Схема расположения стропильных конструкций – это упрощённое изображение конструктивных элементов. На плане показывают стропильные и подстропильные конструкции схематически – основной сплошной линией.

Связи между стропильными конструкциями показывают следующим образом: горизонтальные – сплошной, вертикальные – штрихпунктирной линией.

На планы наносят:

– координационные оси здания, расстояния между ними и крайними осями;

– позиции (марки) элементов. Одинаковые позиции последовательно расположенных элементов конструкций на плане допускается наносить только по

концам ряда с указанием количества позиций.

Пример выполнения плана стропильных конструкций приведен на рисунке Е.1.

1.3.6 План кровли (*1:400*).

На плане кровли показывают фонари, ендовы и водосточные воронки (с привязкой к координационным осям), парапеты, металлические ограждения, деформационные швы, пожарные лестницы, санитарно-технические и технологические устройства.

На план кровли наносят:

– разбивочные оси (проходящие в характерных местах кровли);

– схематический поперечный профиль кровли;

– обозначения уклонов.

Пример выполнения плана кровли приведен на рисунке Ж.1.

1.3.7 Разрез по стене, масштаб (*1:10*, *1:20*).

На разрезе по стене показывается и обозначается конструкция стен, перекрытий, оконных проёмов, примыкающих участков отмостки, полов, кровли, выносятся основные отметки. На разрезе по стене можно выполнить горизонтальные разрывы – рассечения таким образом, чтобы каждый разрыв начинался и заканчивался на одной и той же конструкции.

1.3.8 Конструктивные узлы (*не менее 5*) (*М1:20, М1:25*).

На конструктивных узлах показываются размеры, поясняющие надписи и марки элементов, с обязательной привязкой к координационным осям.

Обязательным для всех являются выполнения узлов примыкания цехов в месте выполнения вставок.

Выбор узлов, подлежащих разработке, студент должен согласовать с преподавателем. Детали должны иметь достаточное количество размеров и пояснительных надписей. Для детальной разработки рекомендуются следующие конструктивные элементы здания:

– узел примыкания пола к стене (отмостка, фундаментная балка, колонна, фундамент);

– узлы крепления стен к каркасу отапливаемых или неотапливаемых зданий;

– детали заполнения проемов ворот;

– узел крепления подкрановой балки (с рельсом) к колонне;

– узел подвески монорельса;

– деформационные швы в покрытии: температурный, осадочный;

– фрагмент разреза фонаря: светового, аэрационного;

– узел установки водосточной воронки;

– устройство ендов при внутренних водостоках;

– узел крепления фермы (балки) к колонне;

– фрагмент разреза с внутренней стеной или в месте примыкания одного пролета к другому;

– железнодорожное полотно в цехе с примыканием пола.

1.4 Состав пояснительной записки

Текст пояснительной записки печатается с использованием ПЭВМ или четко пишется черными чернилами на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 × 297 мм). Высота букв и цифр – не менее 2,5 мм.

Каждая страница должна иметь рамку с отступом от левой кромки 20 мм, от верхней, нижней и правой кромок – 5 мм. Каждый лист текстового документа должен иметь основную надпись и дополнительные графы к ней в соответствии с требованиями [1].

Расстояние от боковых линий рамки до границ текста рекомендуется оставлять: в начале строки – не менее 5 мм, в конце – не менее 3 мм.

Пояснительная записка к проекту должна содержать следующие разделы.

Введение.

1 Исходные данные для проектирования.

2 Описание климатических условий района строительства, особенностей технологического процесса, микроклимата, акустического и светового режима основных помещений здания.

3 Объемно-планировочное решение.

4 Архитектурно-конструктивное решение (с эскизами принятых для данного варианта конструктивных элементов).

4.1 Фундаменты и фундаментные балки.

4.2 Колонны основного каркаса и фахверка.

4.3 Подкрановые балки.

4.4 Стропильные и подстропильные конструкции.

4.5 Плиты покрытия.

4.6 Наружные стены.

4.7 Конструкция кровли (с теплотехническим расчетом покрытия и расчетом количества водосточных воронок).

4.8 Фонари.

4.9 Система связей.

4.10 Полы.

4.11 Окна, двери, ворота.

4.12 Рабочие площадки, лестницы.

4.13 Спецификация сборных железобетонных изделий.

4.14 Спецификация металлических изделий.

4.15 Технико-экономические показатели производственного здания.

5 Инженерно-техническое оборудование здания.

6 Мероприятия по обеспечению экологичности проекта и сбережению энергоресурсов.

Список литературы.

1.5 Единая модульная система (ЕМС) и правила привязки к координационным осям

В целях индустриализации строительства введена унификация, типизация и стандартизация элементов зданий, конструкций, размеров строительных изделий и оборудования.

В качестве основного модуля единой модульной системы (ЕМС) принята величина 1 М = 100 мм, используют укрупненные и дробные модули. ЕМС применяют при проектировании зданий и сооружений, конструкций, деталей и изделий, а также при строительстве и их изготовлении. Унифицированные параметры объемно-планировочных решений промышленных зданий (пролет, высота, шаг колонн) принимают с учетом укрупненного модуля. При назначении сравнительно небольших размеров сечений колонн, балок и других конструктивных элементов используют дробный модуль.

Шаг колонн принимается кратным 6 м, пролет − кратным 3 м для пролетов от 6 до 12 м и кратным 6 м для пролетов 18 м и более. Шаг средних колонн в зданиях высотой 12 м и более, оборудованных кранами, следует принимать равным 12 м.

Высоту одноэтажных промышленных зданий (от пола до низа несущих конструкций покрытия) принимают кратными 0,6 м, но не менее 3 м.

Применение для здания типовых конструкций требует строго определенного их расположения. Привязка конструктивных элементов заключается в определении их проектного положения относительно координационных осей в здании посредством двух или трех (включая высотную отметку) координатных размеров. Размеры привязок назначаются так, чтобы свести к минимуму применение доборных (крайних) элементов или дополнительных (построечных) работ на месте по закрытию промежутков между типовыми элементами заводского изготовления.

Привязка колонн к продольным координационным осям. По отношению к продольным осям средние колонны имеют осевую привязку, т. е. геометрические оси колонн совпадают с координационными осями здания (рисунок 1.2).

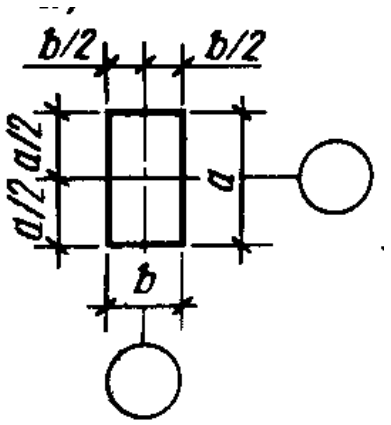


Рисунок 1.2 – Привязка колонн к средним осям

Унифицированные размеры привязки *а* колонн крайнего ряда приведены в таблице 1.1 и на рисунке 1.3.

Таблица 1.1 – Унифицированные размеры привязки *а* колонн крайнего ряда к продольной координационной оси в одноэтажных зданиях

Колонна	Крановое оборудование в зданиях	Шаг крайнего ряда колонн, м	Высота здания H_0, м	Грузоподъемность. кранов, т	Проход для обслуживания кранов	Привязка *а*, мм
1	2	3	4	5	6	7
Стальная	Без мостовых кранов	6; 12	6; 7,2; 8,4	–	–	Нулевая
	С мостовыми кранами	6; 12	8,4; 9,6	≤ 20	Без проходов	250
			10,8…18	≤ 50	Без проходов и с проходами	250
		12	10,8…21,6	≤ 100		500
Железобетонная	Без мостовых кранов	6	3…4,2	–	–	Нулевая
		6; 12	4,8…12			
	С мостовыми кранами	6	8,4…14,4	≤ 30	Без проходов	Нулевая
		12	9,6…18	≤ 50		250

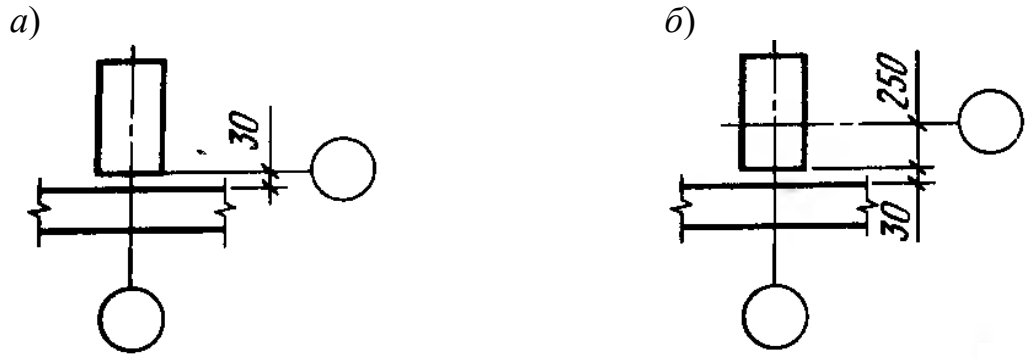


Рисунок 1.3 – Привязка колонн и стен к крайним продольным координационным осям (при нулевой привязке и «250»)

Привязка колонн к поперечным координационным осям. В местах поперечных температурно-деформационных швов, разделяющих продольные пролеты, к одной поперечной оси привязывают две колонны со смещением осей колонн относительно координационной оси на 500 мм в обе стороны (рисунок 1.4).

Колонны, расположенные в торцах пролетов, смещаются относительно крайней поперечной координационной оси внутрь здания на 500 мм (до оси колонны) независимо от материала колонн, их шага и высоты здания (рисунки 1.5–1.7).

Такое расположение колонн в торцах здания дает возможность поместить верхнюю часть колонн торцевого фахверка между крайней стропильной конструкцией и стеной. При этом наружные грани колонн торцевого фахверка

должны совпадать с крайней поперечной координационной осью. Таким образом, обеспечивается возможность навески торцевых стеновых панелей к колоннам фахверка по всей высоте от пола до покрытия.

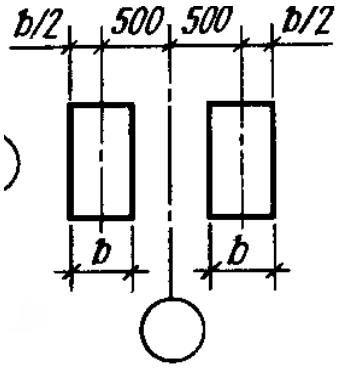


Рисунок 1.4 – Привязка колонн к поперечным осям в местах ПТШ

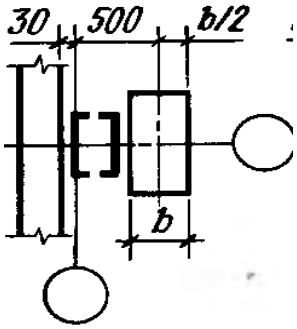


Рисунок 1.5 – Привязка колонн и стен к поперечным осям в торцах зданий

Рисунок 1.6 – Установка приколонной стойки фахверка при нулевой привязке колонн основного каркаса

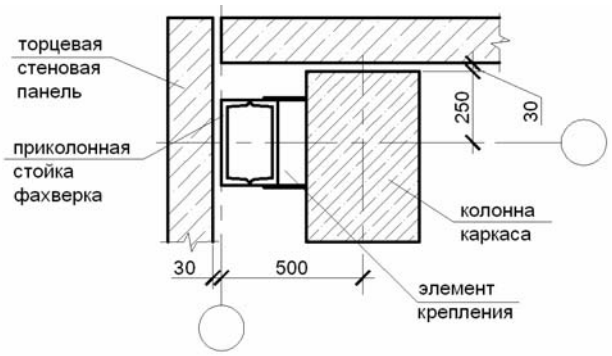


Рисунок 1.7 – Установка приколонной стойки фахверка при привязке колонн основного каркаса «250»

При наличии продольных температурных швов и перепадов высот у смежных параллельных пролетов на двух рядах колонн предусматривают парные разбивочные оси со вставкой между ними.

В зависимости от размера привязки колонн в каждом из смежных пролетов ширину вставок между парными продольными разбивочными осями по линиям температурных швов в зданиях с пролетами одинаковой высоты и с покрытиями по стропильным фермам (балкам) принимают равной 500, 750 и 1000 мм.

Ширину вставки между продольными разбивочными осями в местах перепада высот параллельных пролетов в зданиях с покрытиями по стропильным фермам (балкам) принимают кратной 50 мм и не менее 300 мм (рисунки 1.8 и 1.9).

Величина вставки зависит:

– от привязки к разбивочным осям граней колонн, обращенных в сторону перепада;

– от толщины стены из панелей и зазора 30 мм между ее внутренней плоскостью и гранью колонн повышенного пролета;

– от зазора не менее 50 мм между внешней плоскостью стены и гранью колонн пониженного пролета.

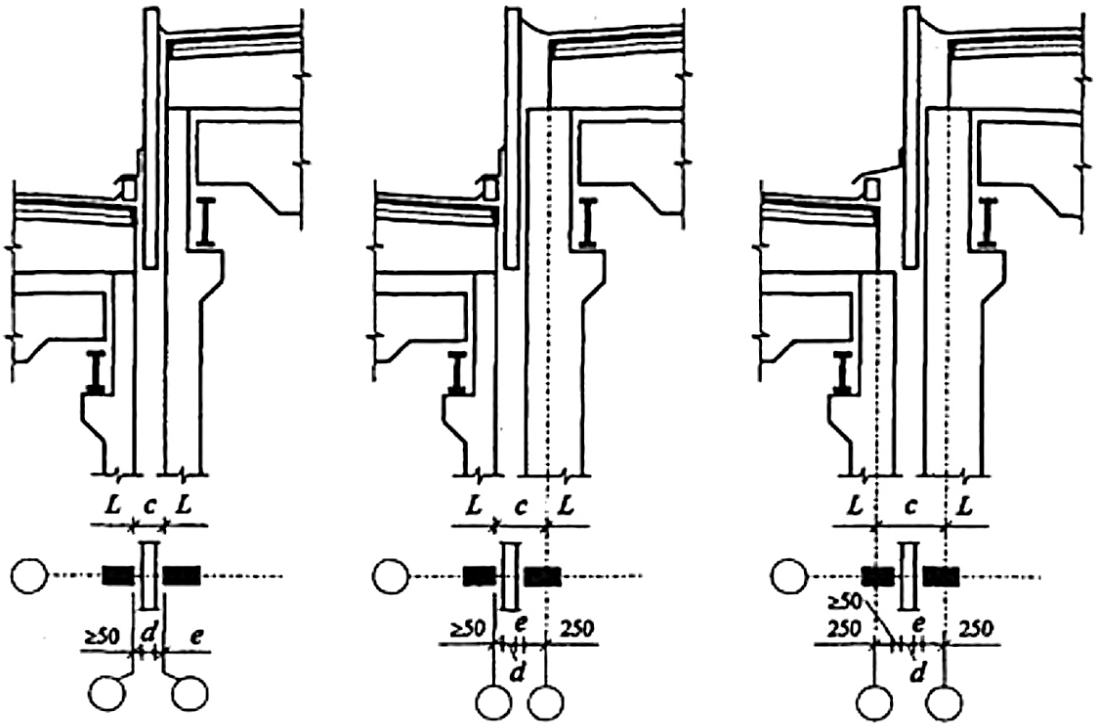


Рисунок 1.8 – Привязка колонн к разбивочным осям в местах перепада высот (для пролетов одного направления)

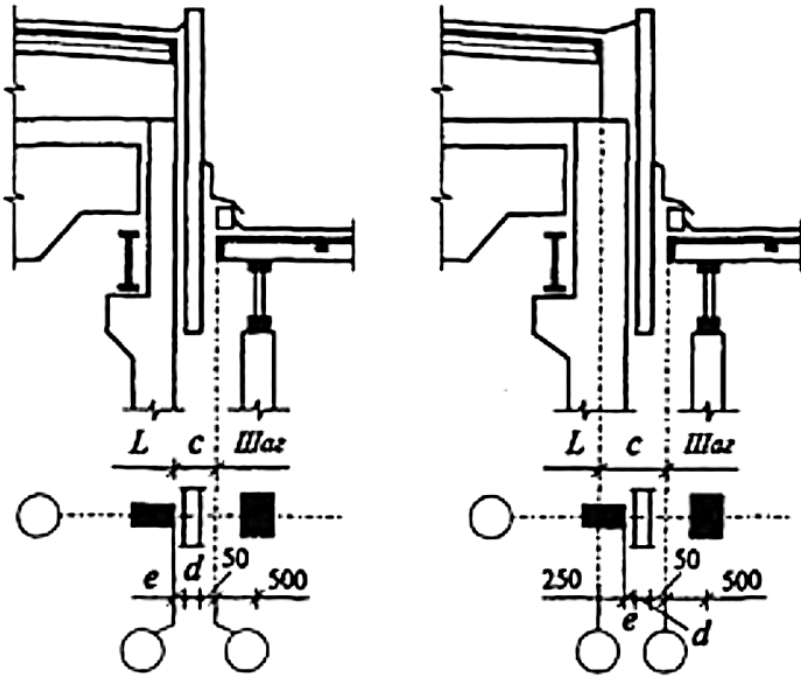


Рисунок 1.9 – Привязка колонн к разбивочным осям в местах перепада высот (для взаимно перпендикулярных пролетов)

Размеры вставок *С* указаны в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Ширина вставок между разбивочными осями

Привязка колонн, мм		Толщина панелей, мм		
При перепаде высот параллельных пролетов	При перепаде высот перпендикулярных пролетов	160 и 200	250	300
		Ширина вставок *С*, мм		
0 и 0	0	300	350	400
0 и 250	250	550	600	650
250 и 250	–	800	850	900

2 Конструктивные элементы зданий и принципы их проектирования

При строительстве и реконструкции промышленных зданий следует применять типовые сборные элементы, конструкции, детали и узлы.

К типовым конструктивным элементам зданий и сооружений относятся колонны, плиты перекрытий и покрытий, балки, фермы, стеновые панели, лестницы, ворота, двери, окна и фонари, изготовляемые на заводах по соответствующим чертежам. Все эти конструкции унифицированы, что снижает стоимость и сроки строительства, улучшает его качество.

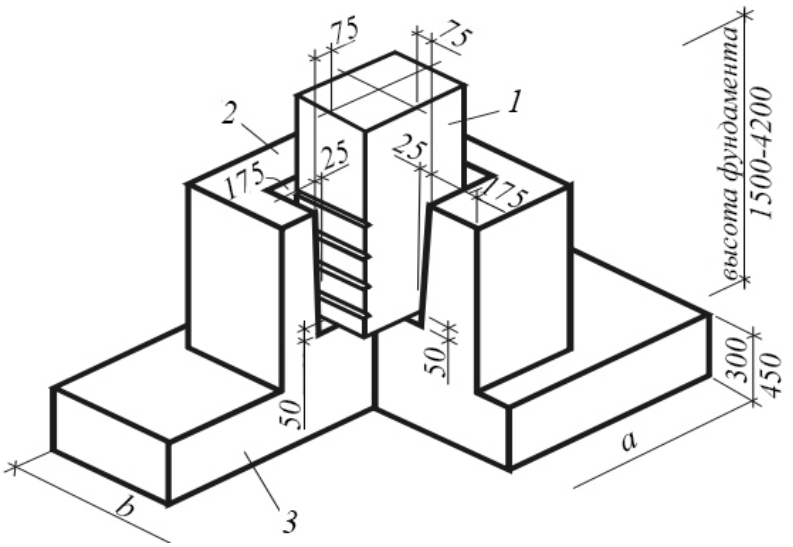
Основным материалом для несущих конструкций одноэтажных и многоэтажных производственных зданий является сборный железобетон. Стальные конструкции проектируются лишь для высоких многоярусных зданий или в зданиях с большими пролетами, в которых монтируется громоздкое и тяжелое технологическое оборудование.

2.1 Фундаменты

Промышленные здания каркасного типа имеют *столбчатые* фундаменты, когда для каждой колонны проектируют отдельный фундамент (*монолитный* или *сборный*).

Отдельно стоящий монолитный столбчатый фундамент имеет ступенчатую или пирамидальную форму. Он представляет собой конструкцию из одного или нескольких ступеней и подколонника, конструкция которого зависит от монтируемой в него колонны.

Сборные железобетонные фундаменты монтируются из одного или двух элементов: подколонника и фундаментной плиты (рисунок 2.1). Зазор между гранями колонн и стенками стакана принят по верху 75 мм и по низу 50 мм, а между низом колонн и дном стакана 50 мм. Минимальная толщина стенки стакана по верху 175 мм. Соединение двухветвевых колонн с фундаментом осуществляется в одном стакане. Заливка стаканов после установки колонн производится бетоном на мелком гравии.



1 – сборная железобетонная колонна; *2* – подколонник стаканного типа; *3* – плитная часть

Рисунок 2.1 – Фундамент стаканного типа под сборную колонну

Отметка верха подколонника под железобетонные колонны промышленного здания принята –0,150 м (под стальные колонны от –0,2 до –1,0 м).

Фундамент под смежные колонны в температурных швах делается общий независимо от числа колонн в узле (две, три, четыре) и даже в том случае, если в числе смежных колонн имеются и стальные, и железобетонные колонны. В этом случае для каждой сборной железобетонной колонны делают отдельные стаканы.

Ступени плиты всех фундаментов имеют единую унифицированную высоту 300 и 450 мм. Размеры высоты фундаментов $H_ф$ также унифицированы и могут иметь высоту 1,5; 1,8; 2,4; 3; 3,6; 4,2 м (для двухветвевых колонн фундаменты высотой 1,5 м не предусмотрены).

Подколонник под базы стальных колонн делается сплошной (без стакана) и снабжается анкерными болтами.

Сечение подколонников выбирается исходя из размещения анкерных болтов так, чтобы расстояние от оси болта до грани подколонника было не менее 150 мм (рисунок 2.2).

При учебном проектировании, когда расчет конструкций здания и их фундаментов не выполняется, размеры фундаментов могут быть приняты конструктивно. Причем фундаменты стальных колонн выбираются как для сборной железобетонной колонны, имеющей размеры сечения, близкие к габаритным размерам сечения стальной колонны.

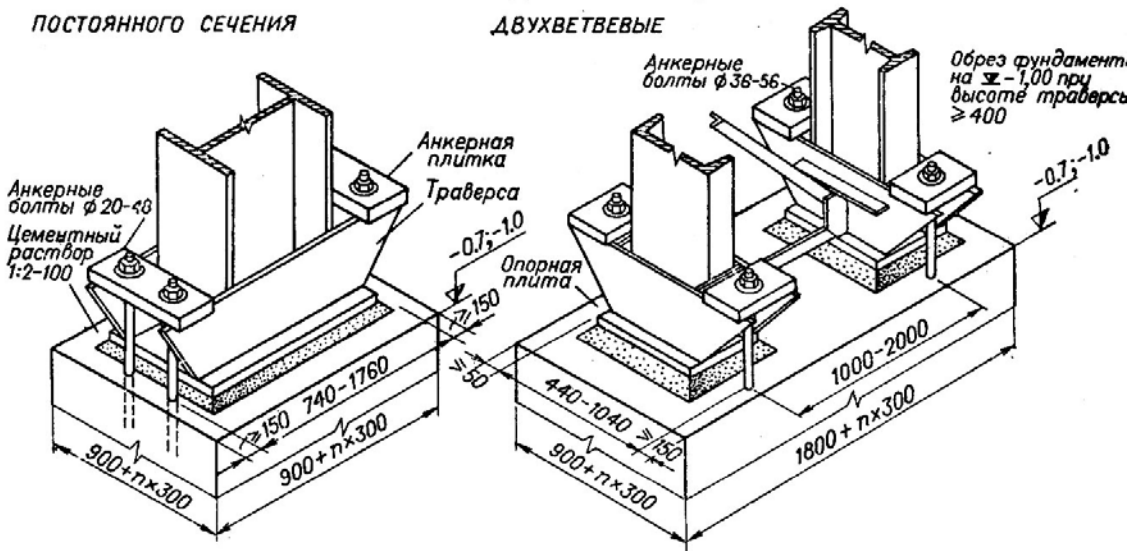
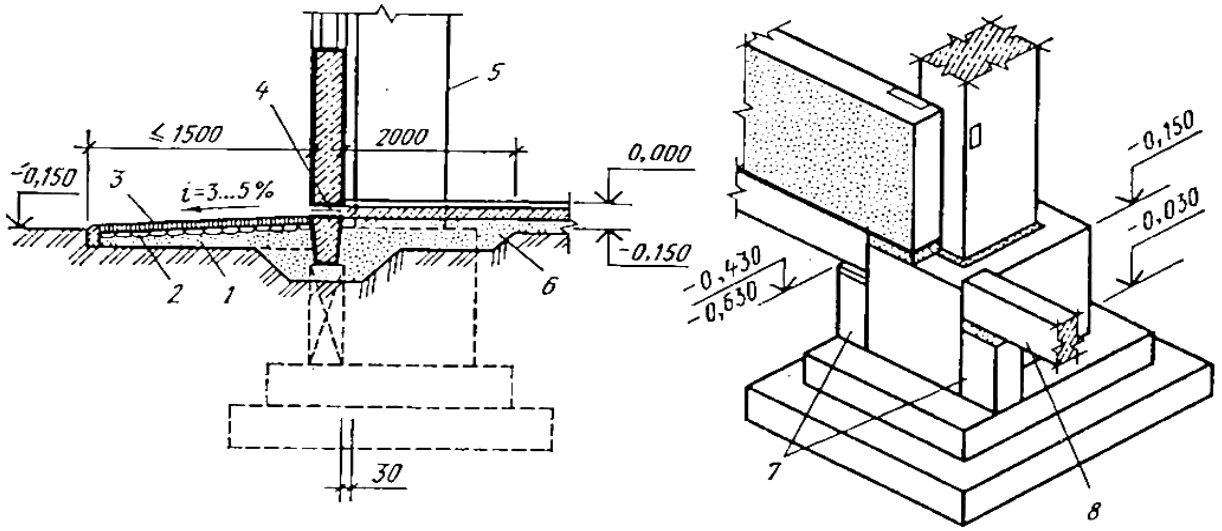


Рисунок 2.2 – Крепление стальных колонн к фундаментам

2.2 Фундаментные балки

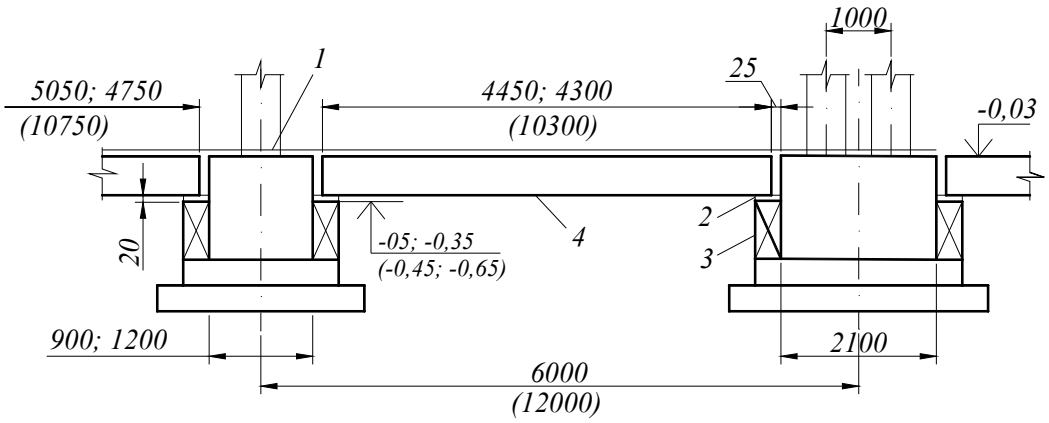
Фундаментные балки – горизонтальные несущие конструкции, соединяющие между собой отдельные столбчатые фундаменты, на них опираются самонесущие или навесные стены зданий. Балки укладываются между подколонниками фундаментов на специальные бетонные столбики (приливы) (рисунки 2.3 и 2.4).



1 – песок; *2* – щебеночная подготовка; *3* – асфальтовая или бетонная отмостка; *4* – гидроизоляция; *5* – колонна; 6 – шлак; *7* – железобетонные столбики; *8* – фундаментная балка

Рисунок 2.3 – Конструктивное решение столбчатого фундамента

Балки устанавливают так, чтобы верхняя их плоскость оказалась на отметке –0,030 м.



1 – набетонка толщиной 120 мм; *2* – слой раствора толщиной 20 мм; *3* – опорный прилив (столбик); *4* – фундаментная балка

Рисунок 2.4 – Установка фундаментных балок

Фундаментные балки бывают таврового и трапециевидного сечения. Размеры сечения балок зависят от толщины стен зданий. Длина балок определяется шагом колонн, их привязкой к координационным осям, шириной подколонника и лежит в интервале 4300…11950 мм.

В местах устройства ворот для автомобильного транспорта фундаментные балки не устанавливаются.

По всему периметру наружных стен здания следует предусматривать устройство бетонной или асфальтовой отмостки для устранения замачивания фундаментов дождевыми и талыми водами, шириной не менее 1 м с уклоном 0,03…0,1 в сторону от здания.

2.3 Колонны

Колонны в системе каркаса воспринимают вертикальные и горизонтальные постоянные и временные нагрузки.

Они изготовляются металлическими (двутаврового, прямоугольного или круглого сечения) или железобетонными (сборными или монолитными) квадратного или прямоугольного сечения. По расположению в здании колонны подразделяются на *крайние* и *средние*.

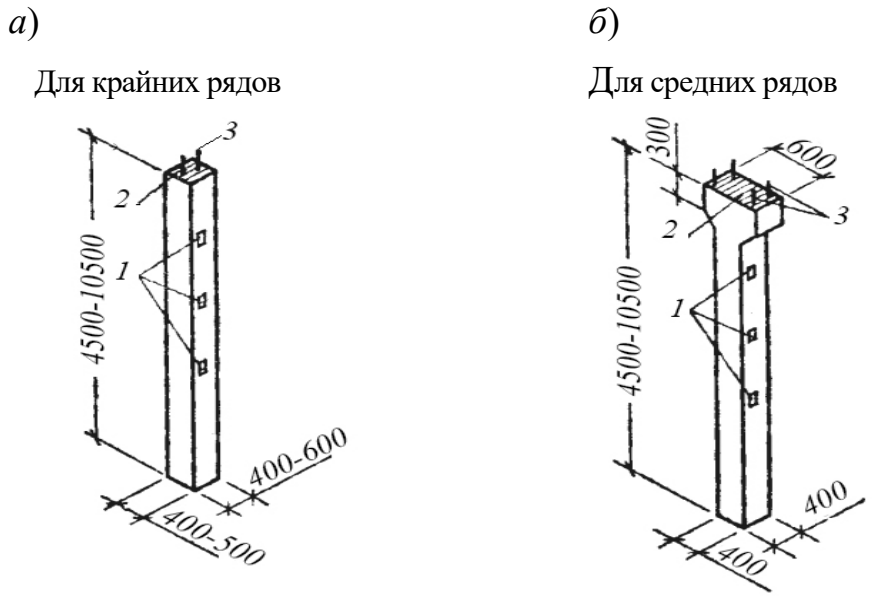
Выбор типа колонн каркаса одноэтажных зданий зависит от параметров объемно-планировочного решения (высота, пролет, шаг) и наличия подъемно-транспортного оборудования определенной грузоподъемности.

2.3.1 Железобетонные колонны.

Железобетонные колонны постоянного сечения (бесконсольные) применяют в зданиях без мостовых кранов и в зданиях с подвесными кранами (рисунок 2.5).

Колонны крайних рядов – прямоугольного постоянного по высоте сечения. Средние колонны, имеющие в плоскости поперечной рамы размер поперечного сечения менее 600 мм, снабжены вверху двусторонними консолями с таким

выступом, чтобы длина площадки для опирания конструкции покрытия была равна 600 мм. При размере сечения 600 мм и более колонны консолей не имеют.



1 – закладные детали; *2* – стальной оголовок; *3* – анкерные болты

Рисунок 2.5 – Типы железобетонных колонн заводского изготовления для зданий с подвесным крановым оборудованием и без кранов

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

Железобетонные колонны прямоугольного сечения для зданий высотой 8,4…14,4 м с мостовыми опорными кранами г/п до 32 т по серии 1.424.1-5 выпуск 1/87.

Колонны предназначены для одноэтажных одно-, двух- и многопролетных производственных отапливаемых и неотапливаемых зданий с пролетами 18, 24, 30, 36 м при шаге крайних и средних колонн 6 и 12 м, оборудованных опорными мостовыми кранами грузоподъемностью 5…32 т. Краны грузоподъемностью до 20 т (включительно) – легкого, среднего и тяжелого режимов работы, грузоподъемностью 32 т – легкого и среднего режимов работы.

Привязка крайних колонн к продольным осям принимается «250» при ширине надколонника С > 380 мм, при ширине С = 380 мм привязка «нулевая».

Спецификация колонн приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Железобетонные колонны прямоугольного сечения

Вид конструкции и эскиз	Марка	Кран, *Q*, т	Высота от пола, м		Размер, мм				Масса, т
			пролета	до верха рельса	*H*	*h*	*A*	*C*	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Колонны крайние	1К84-5	5	8,4	6,15	9300	6400	600	380	5,2
	2К84-4	10, 16	8,4	5,75	9300	5800	600	380	5,1
	3К84-5*	5	8,4	6,15	9450	6150	700	600	6,8
	4К84-2*	10, 16	8,4	5,75	9450	5550	700	600	6,8
	1К96-5	5	9,6	7,35	10500	7000	600	380	6,0
	2К96-5	10	9,6	6,95	10500	7000	600	380	5,7
	3К96-7	16, 20	9,6	6,55	10500	6400	600	380	5,7
	4К96-4*	5	9,6	7,35	10650	7350	700	600	7,7
	5К96-5*	10	9,6	6,95	10650	6750	700	600	7,6
	6К96-77*	16, 20	9,6	6,55	10650	6150	700	600	7,5
	1К108-4	5	10,8	8,15	11850	8350	700	380	7,6
	2К108-6	10	10,8	8,15	11850	8350	700	380	7,4
	3К108-6	16	10,8	7,75	11850	7750	700	380	7,2
	4К108-7	20, 32	10,8	7,75	11850	7750	700	600	8,4
	6К108-5*	10, 16	10,8	8,15	11850	7950	800	600	9,1
	7К108-15*	16, 20, 32	10,8	7,75	11850	7950	800	600	9,0
Колонны средние	5К84-1	5	8,4	6,15	9300	6400	600	600	7,0
	6К84-2	10, 16	8,4	5,75	9300	5800	600		7,0
	7К84-4*	5	8,4	6,15	9450	6550	700		7,6
	8К84-5*	10, 16	8,4	5,75	9450	5950	700		7,6
	10К84-2*	10, 16	8,4	5,75	8850	5550	700		7,2
	10К96-1	16, 20	9,6	6,95	10650	7150	600		8,5
	11К96-4*	10, 16	9,6	6,95	10650	7150	700		8,4
	12К96-6*	16, 20	9,6	6,95	10650	6550	700		8,3
	9К108-1	10, 16	10,8	8,15	11850	8350	700		9,2
	10К108-2	16, 20 32	10,8	7,75	11850	7750	700		9,2
	11К108-6*	5	10,8	8,15	11850	8550	800		10
	12К108-6*	10, 16,	10,8	8,15	11850	7950	800		9,9
	13К108-20*	20, 32	10,8	7,75	11850	7350	800		9,8

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Колонны крайние	2К120-11	16	12	8,95	130501	8950	700	380	8,0
	3К120-5	20, 32	12	8,95	3050	8950	700	600	9,3
	4К120-12*	10, 16	12	8,95	13050	9150	800	600	10,1
	5К120-31*	20, 32	12	8,95	13050	8550	800	600	10,0
	1К132-7	10	13,2	10,55	14250	10150	800	380	10,1
	2К132-7	16	13,2	10,15	14250	10150	800	380	9,8
	3К132-6	20, 32	13,2	10,15	14250	10150	800	600	11,0
	4К132-7*	10	13,2	10,55	14400	10150	900	600	12,1
	5К132-18*	16, 20	13,2	10,15	14400	9900	900	600	11,9
	1К144-6	10	14,4	11,75	15450	1950	800	380	11,0
	2К144-7	16	14,4	11,35	15450	11350	800	380	10,8
	3К144-8	20, 32	14,4	11,35	15450	11350	800	600	12,0
	4К144-9*	10	14,4	11,75	15600	11700	900	600	13,2
	5К144-27*	16, 20, 32	14,4	11,35	15600	11100	900	600	13,0
Колонны средние	6К120-10	10	12,0	9,35	12450	9150	800	600	10,6
	7К120-14	16	12,0	8,95	12450	8550	800		10,4
	8К120-4	20, 32	12,0	8,95	12600	8700	900		11,3
	9К120-35	10	12,0	9,35	13050	9150	800		10,9
	10К120-22	16	12,0	8,95	13050	8550	800		10,7
	11К120-24	20, 32	12,0	8,95	13200	8700	900		11,6
	6К132-15	10	13,2	10,55	13800	10500	900	600	12,5
	7К132-10	16, 20, 32	13,2	10,15	13800	9900	900		12,4
	8К132-25	10	13,2	10,55	14400	10500	900		12,9
	9К132-19	16, 20, 32	13,2	10,15	14400	9900	900		12,7
	6К144-17	10	14,4	11,75	15000	11700	900	600	13,6
	7К144-14	16, 20, 32	14,4	11,35	15000	11100	900		13,5
	8К144-37	10,16	14,4	11,75	15600	11700	900		14,0
	9К144-39	16, 20, 32	14,4	11,35	15600	11100	900		13,8

* Крайние колонны предназначены для установки с шагом 12 м.

Для двух- и многопролетных зданий с высотой этажа 12,0; 13,2 и 14,4 м при пролетах 30 и 36 м следует предусматривать связи в надкрановой части колонн в среднем ряду температурного блока.

Железобетонные колонны двухветвевого сечения для зданий с высотой 15,6; 16,8; 18,0 м с мостовыми опорными кранами грузоподъемностью до 50 т по серии 1.424.1-9.

Колонны предназначены для применения в зданиях, оборудованных мостовыми опорными кранами легкого среднего и тяжелого режимов работы грузоподъемностью от 20 до 50 т включительно, а также в зданиях без мостовых кранов или с подвесными кранами грузоподъемностью до 5 т включительно (рисунок 2.6).

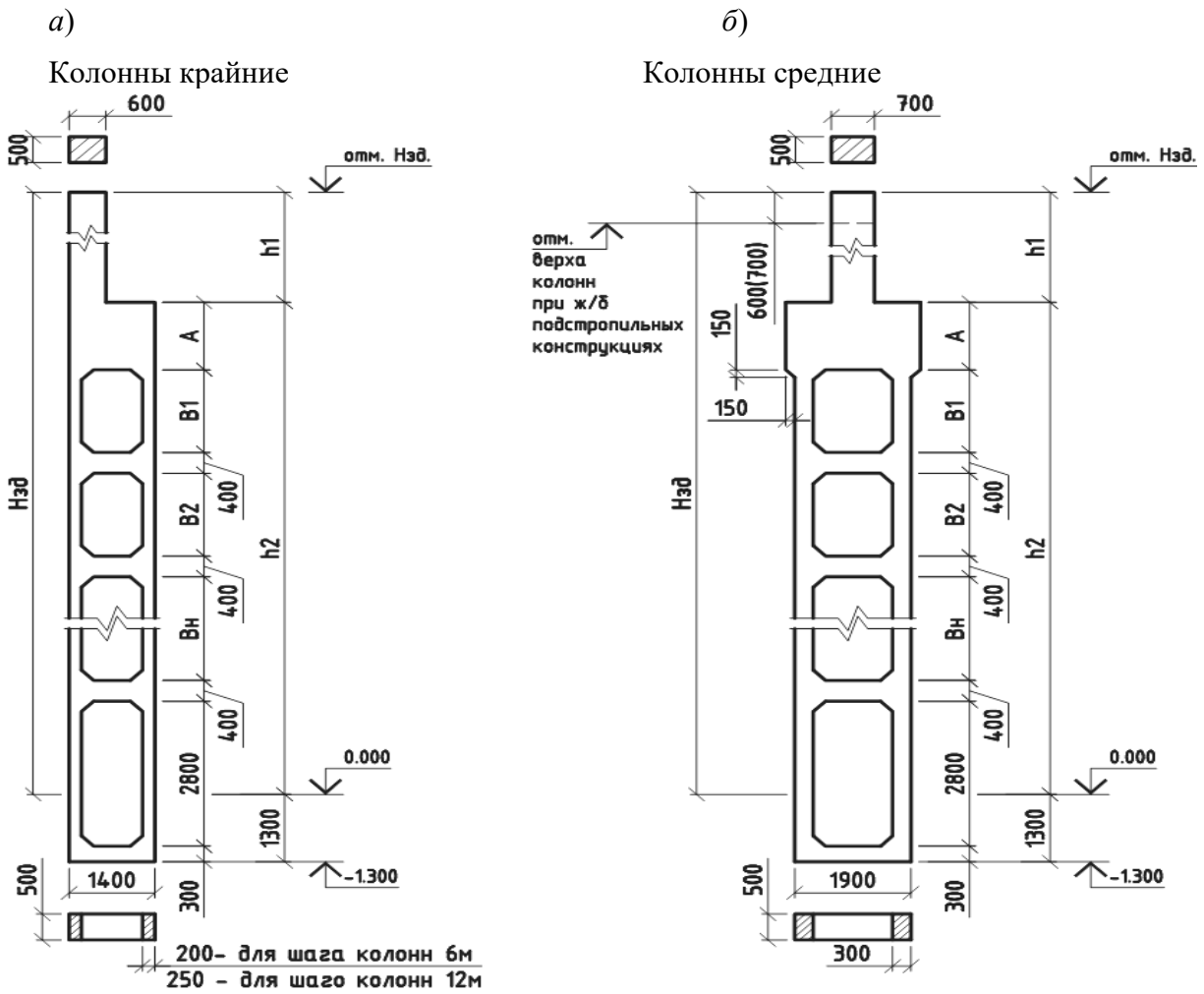


Рисунок 2.6 – Двухветвевые железобетонные колонны

Спецификация колонн приведена в таблице 2.2.

Привязка крайних колонн к продольным осям принята:

– для зданий с мостовыми опорными кранами – «250»;

– для зданий без мостовых опорных кранов при шаге колонн 6 м – «нулевая», при шаге колонн 12 м – «250».

Подкрановые балки приняты разрезными стальными. В зданиях с пролетом 24 м с мостовыми кранами грузоподъемностью 20 и 32 т и легкого и среднего режимов работы могут применяться железобетонные подкрановые балки.

Стены приняты самонесущие или навесные из панелей длиной 6 и 12 м.

В зданиях без мостовых опорных кранов, а также в зданиях с пролетами 30 и 36 м с мостовыми опорными кранами связи устанавливаются на высоту колонны.

Таблица 2.2 – Железобетонные колонны двухветвевого сечения

Марка	Высота здания, м	Шаг колонн, м	h_1, мм	A, мм	B_1, мм	B_2, мм	B_3, мм	B_4, мм	B_5, мм	Масса, т
Крайние колонны										
1КД156-4.4* 2КД156-4.5	15,6	6	4100 4700	900 1100	1600 1600	1600 1600	2000 1600	2000 1600	– –	13,5 13,9
3КД15.6-4* 4КД156-9.4		12	4500 5100	1300 1500	1600 2000	1600 2000	1600 2000	1600 –	– –	15,2 14,9
1КД168-8.4* 2КД168-6.4	16,8	6	4100 4700	900 1100	1600 1600	1600 1600	1600 2000	1600 2000	1600 –	14,5 14,5
3КД168-8.4 4КД168-8.5		12	4500 5100	1300 1500	1600 1600	1600 1600	2000 1600	2000 2000	– –	16,0 16,3
1КД180-8.4 2КД 180-7.7	18,0	6	4100 4700	900 1100	1600 1600	1600 1600	2000 1600	2000 1600	2000 2000	15,3 15,3
3КД180-6.4 4КД180-8.5		12	4500 5100	1300 1500	1600 2000	1600 2000	1600 2000	1600 2000	2000 –	17,3 17,0
Средние колонны										
5КД156-12.4* 6КД156-3.4	15,6	12	4500 5100	900 1100	1600 1600	1600 1600	2000 1600	2000 1600	– –	19,5 19,1
7КД156-3.3 8КД156			3900 4500	1300 1500	1600 2000	1600 2000	1600 2000	1600 –	– –	19,0 18,7
5КД168-5.4 6КД168-5.4 7КД168-1,4 8КД168-4.5	16,8	12	4500 5100 3900 4500	900 1100 1300 1500	1600 1600 1600 1600	1600 1600 1600 1600	1600 2000 2000 1600	1600 2000 2000 2000	1600 – – –	20,3 20,8 19,8 20,3
5КД168-12.5 6КД180-11.4	18,0	12	4500 5100	900 1100	1600 1600	1600 1600	2000 1600	2000 1600	2000 2000	22,1 21,7
7КД180-2.4 8КД180-4.5			3900 4500	1300 1500	1600 2000	1600 2000	1600 2000	1600 2000	2000 –	21,3 21,2

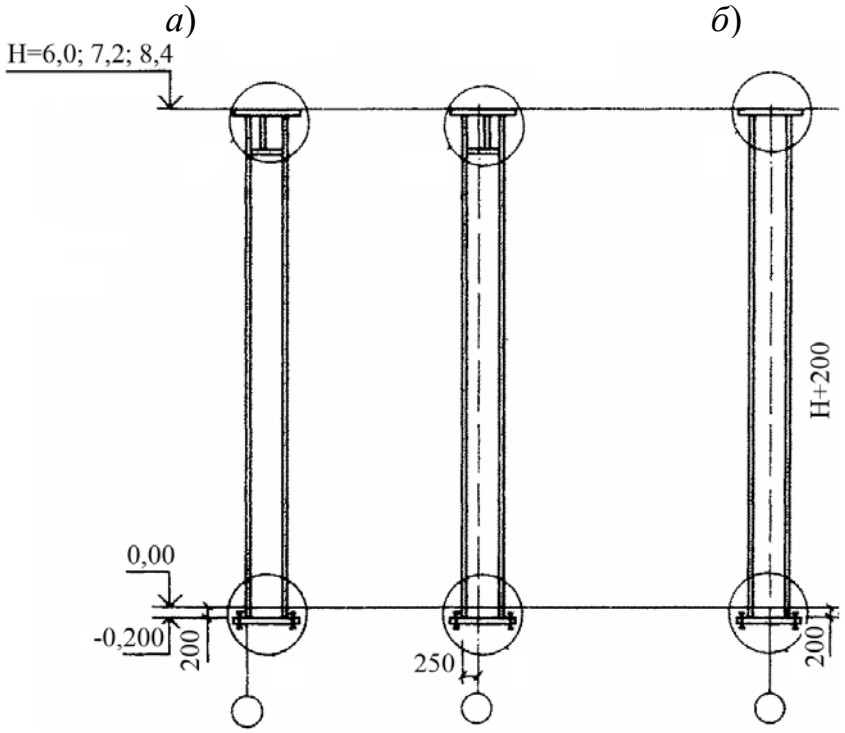
* Колонны предназначены для кранов грузоподъемностью 20 т со средним и тяжелым режимами работы и 32 т со средним режимом работы. Остальные колонны предназначены для кранов грузоподъемностью 32 т с тяжелым режимом работы и 50 т со средним и тяжелым режимами работы. При применении железобетонных подстропильных конструкций h_1 делают короче на 600 м.

2.3.2 Стальные колонны зданий.

Стальные колонны каркаса зданий без мостовых опорных кранов при плоскостных несущих конструкциях покрытия для зданий высотой 6,0; 7,2 и 8,4 м запроектированы сплошными из широкополочных двутавров (серия 1.423.3-8) (рисунок 2.7).

Колонны высотой 6 м могут применяться в зданиях с пролетами 18, 24 и 30 м, а высотой 7,2 и 8,4 м – с пролетами 18, 24, 30 и 36 м, без подвесных кранов и с подвесными электрическими кранами общего назначения грузоподъемностью до 5т; с применением в покрытии стального профилированного настила

или железобетонных плит. Шаг крайних и средних колонн – 6 и 12 м. Привязка крайних колонн к продольным осям «0» при шаге колонн 6 м и «250» при шаге 12 м. Колонны зданий запроектированы сплошностенчатыми, постоянного сечения по высоте, из широкополочных двутавров.



а – колонны крайние при шаге 6 м и 12 м; *б* – колонны средние

Рисунок 2.7 – Стальные колонны бескрановых зданий

Спецификация колонн приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 ─ Стальные колонны бескрановых зданий

Марка	Высота пролета, м	Масса, кг	Марка	Высота пролета, м	Масса, кг
Колонны крайние			Колонны средние		
КБ60.6-1-К	6,0	642	КБ60.6-1-КС	6,0	642
КБ72.6-1-К	7,2	714	КБ72.6-1-КС	7,2	714
КБ84.6-1-К	8,4	804	КБ84.6-1-КС	8,4	804

Стальные колонны крановых зданий выполняются одноветвевыми и двухветвевыми из широкополочных двутавров.

Стальные колонны крановых зданий по серии 1.424.3-7 выпуск 2. Колонны предназначены для одноэтажных одно- и многопролетных производственных зданий:

– с пролетами шириной 18 и 24 м;

– с шагом колонн по крайним рядам 6, 12 м, по средним рядам 12 м;

– с применением в покрытии профилированного настила или железобетонных плит длиной 6 м;

– с мостовыми кранами легкого, среднего и тяжелого режимов работы грузоподъемностью до 20 т для пролетов высотой 9,6 м.

Колонны зданий запроектированы сплошностенчатыми, постоянного сечения по высоте, из широкополочных двутавров типа «Ш» по ГОСТ 26020–83 (таблица 2.4, рисунок 2.8).

Таблица 2.4 – Основные габаритные размеры крановых колонн

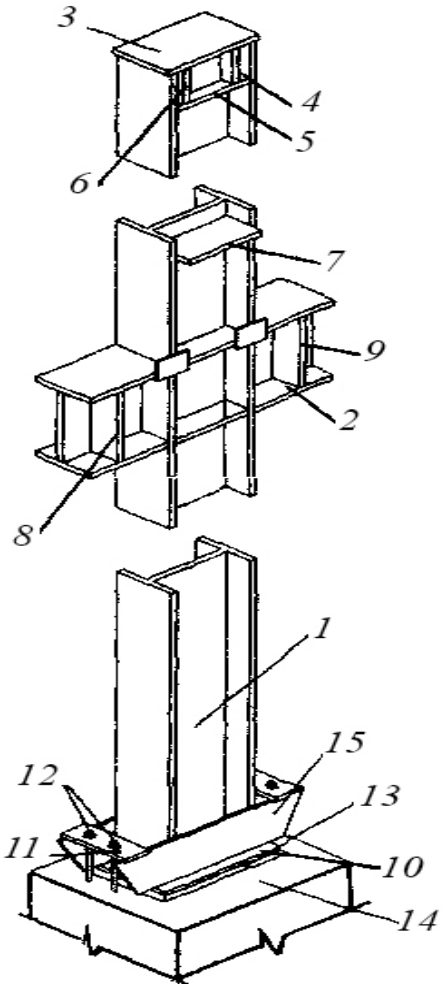
Грузоподъемность кранов, т	$H_{кр}$, мм	H, м	Шаг колонн, м	H_1, мм	Марка	Масса, т
5	1750	8,4	6	5540	КК84-1-К	1445
			12	5140	КК84-2-К (КК84-2-С)	1784
		9,6	6	6040	КК96-1-К	1509
			12	5640	КК96-2-К (КК96-2-К)	1582
10	1900	8,4	6	5540	КК84-3-К	1594
			12	5140	КК84-4-К (КК84-4-С)	1901
		9,6	6	6040	КК96-3-К	1732
			12	5640	КК96-4-К (КК96-4-К)	1732
16	2300	9,6	6	6040	КК96-5-К	1955
			12	5640	КК96-6-К (КК96-6-К)	2072
20	2400	9,6	6	6040	КК96-7-К	2431
			12	5640	КК96-8-К (КК96-8-К)	2431
* Привязка крайних колон к продольным осям принята 250 мм.						

Для облегчения выверки колонн при их установке каждый фундаментный болт имеет гайки и шайбы выше и ниже плиты. Для опирания подкрановых балок в колоннах предусмотрены подкрановые консоли из широкополочных двутавров.

Стальные двухветвевые колонны крановых зданий по серии 1.424.3-7 выпуск 1,5. Колонны предназначены для одноэтажных одно- и многопролетных отапливаемых и неотапливаемых производственных зданий с фонарями и без фонарей; с пролетами 18, 24, 30 и 36 м; с мостовыми электрическими кранами грузоподъемностью до 50 т; с шагом крайних колонн 6 и 12 м; с применением в покрытии стального профилированного настила или железобетонных плит (таблицы 2.5 и 2.6).

Колонны запроектированы состоящими из двух частей: надкрановой (верхней) и подкрановой (нижней).

Надкрановая часть выполняется из сварных двутавров. Подкрановая часть колонны выполнена двухветвевой с ветвями из широкополочных двутавров. Решетка подкрановых частей двухплоскостная раскосная из прокатных уголков. Привязка крайних колонн к продольным осям принята 250 мм.



1 – ствол колонны; *2* – подкрановая консоль; *3* – опорная плита оголовка; *4–9* – ребра жесткости; *10* – опорная плита базы; *11* – анкерная плитка 160 × 160, 160 × 200 мм; *12* – фундаментные болты; *13* – цементная подливка; *14* – верх фундамента; *15* – траверса

Рисунок 2.8 – Стальные колонны для зданий высотой 8,4 и 9,6 м

Таблица 2.5 – Колонны крайние высотой 10,8; 12,0; 13,2; 14,4; 16,8; 18,0 м

Надкрановая часть			Эскиз	Подкрановая часть		
Марка	*h*, мм	Масса, т		Марка	h_1, мм	Масса, т
А1-1	3400	0,35		Д1-1	6800	1,21
А2-1	4000	0,39		Д2-1	7400	1,3
А3-1	4600	0,44		Д3-1	8000	1,33
А4-1	3800	0,41		Д4-1	8800	1,43
А5-1	4400	0,45		Д5-1	9200	1,46
А6-1	5000	0,5		Д6-1	9800	1,54
				Д7-1	10400	1,58
				Д8-1	11000	1,67
				Д9-1	11600	1,7

Таблица 2.6 – Колонны средние высотой 10,8; 12,0; 13,2; 14,4; 16,8; 18,0 м

Надкрановая часть			Эскиз	Подкрановая часть		
Марка	h, мм	Масса, т		Марка	h_1, мм	Масса, т
Б1-1	3800	0,55		Д1-1	6800	1,21
Б2-1	4400	0,62		Д2-1	7400	1,3
Б3-1	5000	0,68		Д3-1	8000	1,63
				Д4-1	8600	1,66
				Д5-1	9200	1,71
				Д6-1	9800	1,82
				Д7-1	10400	1,85
				Д8-1	11000	1,95
				Д9-1	11600	2,05
				Д10-1	12200	2,14
				Д11-1	12800	2,19
				Д12-1	13400	2,29
				Д13-1	14000	2,34

2.4 Стропильные конструкции

В покрытиях зданий несущими элементами служат *балки* и *фермы*, укладываемые поперек или вдоль здания.

По характеру укладки балки и фермы бывают: *стропильные*, если они перекрывают пролет, поддерживают опертые на них конструкции покрытия, и *подстропильные*, если перекрывают 12–18-метровые шаги колонн продольного ряда и служат опорой для стропильных конструкций.

Железобетонные стропильные балки применяют для зданий с пролетами 6, 9, 12 и 18 м. На верхнем поясе балок предусматривают закладные детали для крепления плит покрытия или прогонов, на нижней полке и стенке балки – закладные детали для крепления путей подвесного крана. Балки крепят к колоннам сваркой закладных деталей. Названия балок зависят от очертания верхнего пояса.

Односкатные балки применяются в однопролетных зданиях.

Двускатные балки предназначены для зданий со скатной кровлей. Для пролетов 6 и 9 м применяются балки таврового сечения с утолщением на опоре и толщиной стенки 100 мм (рисунок 2.9, *а*).

Для 12–18-метровых пролетов предназначаются балки двутаврового сечения с вертикальной стенкой толщиной 80 мм (рисунок 2.9, *б*).

Решетчатые балки имеют прямоугольное сечение с отверстиями для пропуска труб, электрокабелей и др. (рисунок 2.9, *в*).

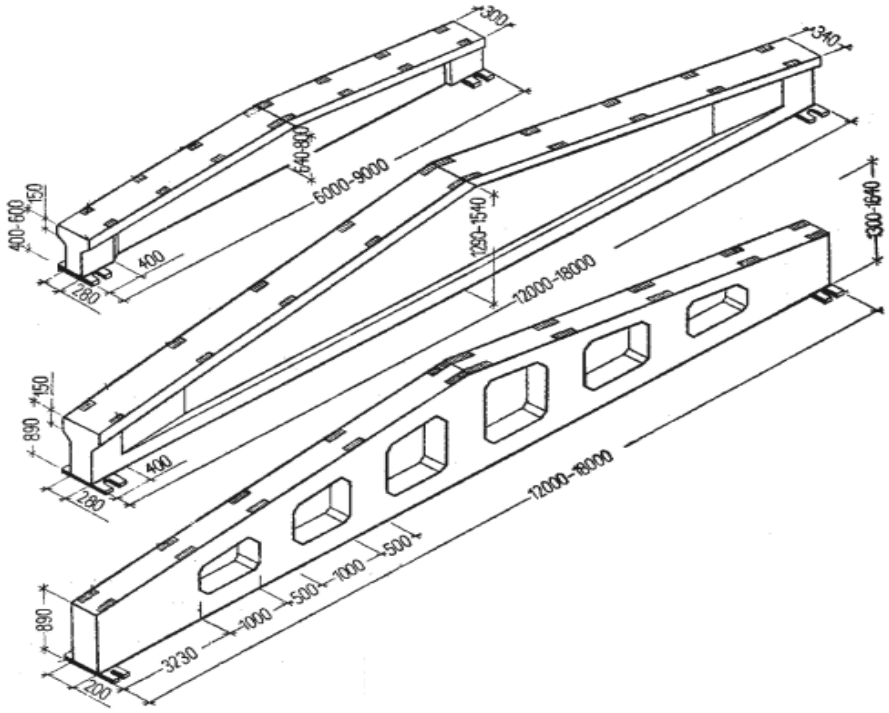
Железобетонные стропильные фермы используются в зданиях пролетом 18, 24, 30, 36 м. Решетка ферм предусматривается таким образом, чтобы

плиты покрытия шириной 1,5 и 3 м опирались на фермы в узлах стоек и раскосов.

а)

б)

в)



а – двускатная балка таврового сечения пролетом 6…9 м; *б* – двускатная балка двутаврового сечения пролетом 12…18 м; *в*) – двускатная решетчатая балка пролетом 12…18 м

Рисунок 2.9 – Стропильные железобетонные балки

В основном применяются плиты шириной 3 м.

Железобетонные фермы бывают *сегментными* (раскосные или безраскосные) и с *параллельными поясами*. Широкое применение получили *сегментные безраскосные* фермы пролетом 18 и 24 м, сечения верхнего и нижнего пояса прямоугольные (рисунок 2.10).

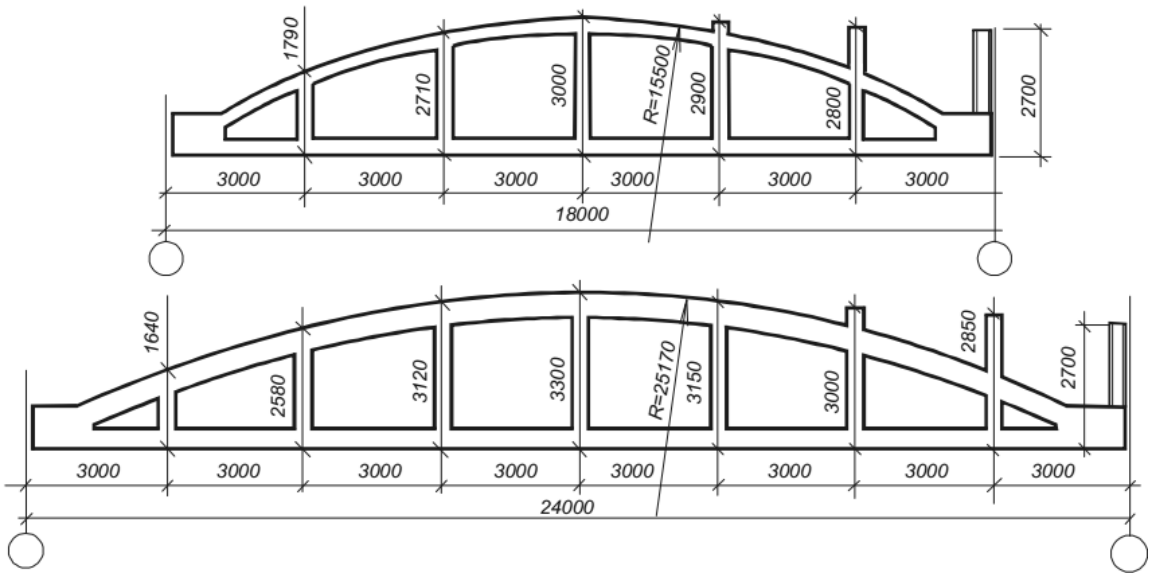


Рисунок 2.10 – Стропильные железобетонные безраскосные фермы пролетом 18 и 24 м

Металлические предназначены для одноэтажных одно- и многопролетных отапливаемых и неотапливаемых производственных зданий: с пролетами 18, 24, 30 и 36 м при любых сочетаниях пролетов; с перепадом и без перепадов высот пролетов; с шагом колонн 6 и 12 м по крайним рядам; 6, 12, 18 и 24 м по средним рядам; с шагом стропильных ферм 6 и 12 м; с колоннами стальными или железобетонными; со светоаэрационными фонарями шириной 6 м – для зданий пролетами 18 м и шириной 12 м – для зданий пролетами 24, 30 и 36 м, а также бесфонарные; с мостовыми опорными кранами с режимом работы 1К…8К, а также с подвесным подъемно-транспортным оборудованием и бескрановые; с железобетонными плитами 3 × 6 и 3 × 12 м или стальным профилированным настилом по прогонам в покрытии; с внутренним водоотводом с покрытий в отапливаемых зданиях и наружным в неотапливаемых. Их изготовляют решетчатыми из стального профиля (уголков, труб) (рисунки 2.11–2.16).

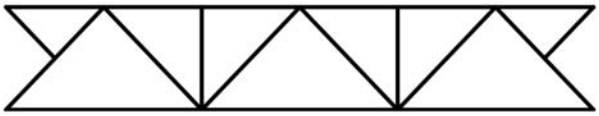


Рисунок 2.11 – Ферма стальная ФС 18-92, длина фермы 18000 мм, высота 3150 мм, расчётная нагрузка до 9,35 тс/п. м, масса 2,51 т

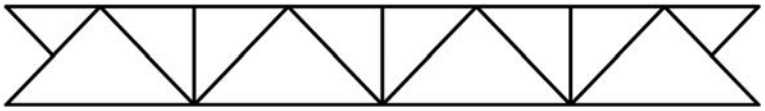


Рисунок 2.12 – Ферма стальная ФС 24-92, длина фермы 24000 мм, высота 3150 мм, расчётная нагрузка до 9,85 тс/п. м , масса 4,95 т

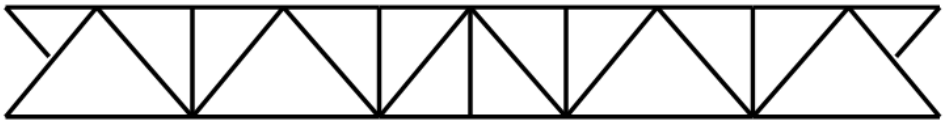


Рисунок 2.13 – Ферма стальная ФС 30-97, длина фермы 30000 мм, высота 3150 мм, расчётная нагрузка до 9,85 тс/п. м, масса 9,19 т

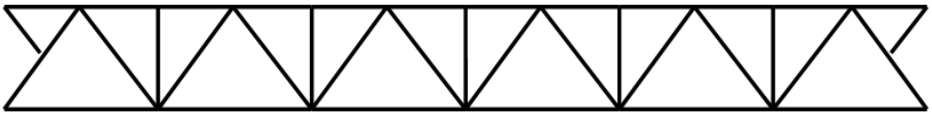


Рисунок 2.14 – Ферма стальная ФС 36-74, длина фермы 36000 мм, высота 3150 мм, расчётная нагрузка до 7,55 тс/п. м, масса 11,42 т

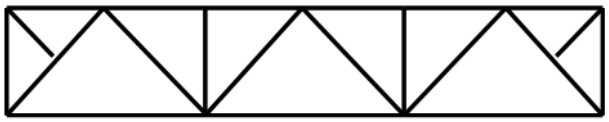


Рисунок 2.15 – Ферма стальная ФСН 18-98, длина фермы 18000 мм, высота 2250 мм, расчётная нагрузка до 9,95 тс/п. м, масса 2,84 т

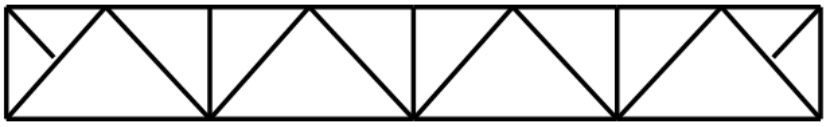


Рисунок 2.16 – Ферма стальная ФСН 24-64, длина фермы 24000 мм, высота 2250 мм, расчётная нагрузка до 6,5 тс/п. м, масса 4,32 т

2.5 Подкрановые балки

Подкрановые балки *служат опорами для подкрановых рельсов* и одновременно обеспечивают продольную пространственную жесткость каркаса здания.

Железобетонные подкрановые балки предназначены для железобетонных каркасных одноэтажных производственных зданий с пролётами до 24 м включительно, оборудованных опорными мостовыми кранами общего назначения грузоподъёмностью до 32 т.

Подкрановая балка длиной 6 м изготовляется высотой 800 мм и имеет в поперечном сечении форму тавра, нижнее ребро которого утолщается в опорной части балки.

Подкрановая балка длиной 12 м изготовляется высотой 1200 мм и имеет в поперечном сечении форму двутавра.

Наибольшее применение получили *металлические подкрановые балки* двутаврового сечения пролетом 6 и 12 м для зданий с мостовыми кранами грузоподъемностью до 200 т. Сечение балок симметричное и асимметричное (с уширенным верхним поясом), вертикальная стенка сплошная, усиленная двусторонними ребрами. Высота подкрановых балок 600…2050 мм, их изготовляют из прокатного металла или сварными.

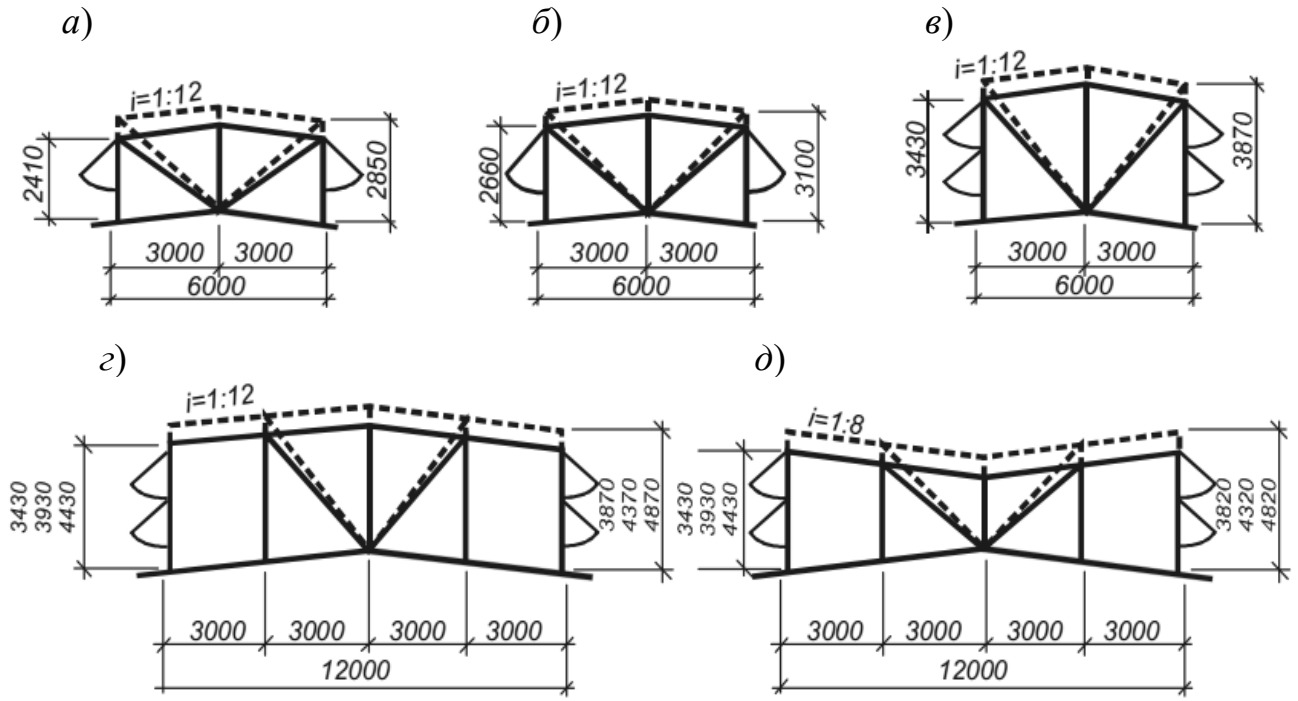
2.6 Окна и фонари

Для улучшения естественного освещения в средних пролетах зданий в конструкции их покрытия предусматривают устройство *световых* и *зенитных фонарей*.

Тип фонарей назначают в соответствии с параметрами внутрицеховой среды и климатическими условиями района строительства.

Для зданий и помещений со значительными избытками явного тепла следует применять П – образные светоаэрационные или аэрационные фонари.

Такие фонари представляют собой пространственную конструкцию, состоящую из металлических или железобетонных рам, установленных с шагом 3, 6 или 12 м (рисунок 2.17).



а – при переплете 1 × 1500; *б* – при переплете 1 × 1750; *в* – при переплете 2 × 1250; *г*, *д* – при переплете 2 × 1250, 2 × 1500, 2 × 1250

Рисунок 2.17 – Габаритные схемы аэрационных фонарей прямоугольного профиля при плитах покрытия шириной 3 м. Пунктиром показаны габариты фонаря при шаге стропильных конструкций 12 м

Конструктивные решения по естественному освещению производственных зданий принимаются в зависимости от особенностей технологического процесса, температурно-влажностного режима, количества пролетов и экономических соображений.

Площадь световых проемов по отношению к площади производственных помещений принимают от 12 % до 20 %.

В настоящее время заполнение оконных проемов проектируют с деревянными, поливинилхлоридными и металлическими переплетами. Размеры оконных проемов принимают кратными по ширине 600 и 300 мм, по высоте 600 мм.

Ширина фонарей составляет 6 м в пролетах 12 и 18 м, 12 м – в пролетах от 24 до 36 м. Высоту фонаря принимают на основании световых и светоаэрационных расчетов.

В целях удобства эксплуатации и по противопожарным требованиям длина фонарей должна быть не более 84 м. Если требуется большая длина, то фонари устраивают с разрывами, величину которых принимают 6 м. По этим же соображениям фонарь не доводят до торцовых стен на 6 м.

2.7 Ворота, лестницы

Ворота предназначены для ввода в здание транспортных средств, технологического оборудования и эвакуации работающих. Ворота следует принимать типовые:

– для безрельсового транспорта – 2,4 × 2,4; 3 × 3; 3 × 3 или 3,6 × 3,6; 3,6 × 4,2; 4,2 × 4,2 м;

– для железнодорожного транспорта – 4,8 × 5,4 м.

Лестницы промышленных зданий подразделяются на входные (основные) и второстепенные (для сообщения между этажами), служебные (цеховые) – для обслуживания оборудования и механизмов, пожарные и аварийно-эвакуационные.

Пожарные лестницы устраивают в зданиях высотой от 10 до 30 м вертикальными, высотой более 30 м – наклонными с уклоном не более 80° и с промежуточными площадками через 8 м.

Вертикальные лестницы шириной 0,6 м крепят к стенам анкерами из уголков или швеллеров, располагаемых по высоте лестницы через 2,4…3,6 м. Лестница отступает от наружной грани стены на 250…300 мм.

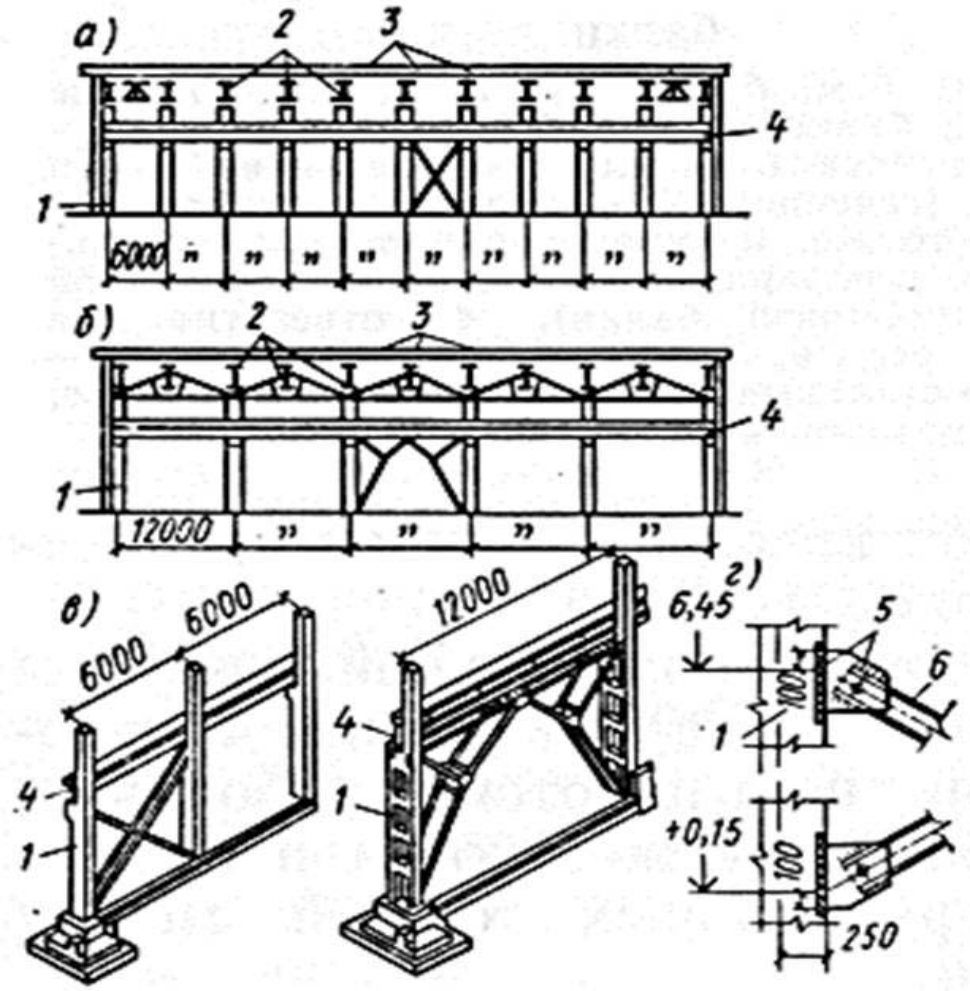
Для зданий с перепадами высот следует предусматривать пожарные лестницы, соединяющие покрытия, расположенные на равных уровнях. Для подъема на кровлю фонаря следует предусматривать пожарную лестницу.

Расстояние между пожарными лестницами по периметру здания следует назначать не более 200 м. Допускается не предусматривать пожарные лестницы на главном фасаде, если ширина здания не превышает 150 м. Эти лестницы должны иметь площадки на уровне эвакуационных выходов и ограждение высотой 1,2 м.

2.8 Пространственная жесткость

Пространственная жесткость и неизменяемость системы покрытий промышленных зданий с железобетонными фермами обеспечивается за счет приварки настилов (ребристых плит) к стальным закладным элементам в верхних поясах ферм. Крепление балок и ферм к колоннам выполняется с помощью анкерных болтов с последующей сваркой закладных опорных деталей.

Пространственная жесткость каркасных одноэтажных производственных зданий обеспечивается за счет жесткой заделки колонн в фундаменте, устройства продольных вертикальных связей (крестовых или портальных) между колоннами, пролетных конструкций (балок, ферм) и жесткого диска покрытия (рисунок 2.18).



а – крестовых; *б* – портальных; *в* – конструкция связей; *г* – деталь крепления связей; *1* – колонна; *2* – фермы покрытия; *3* – плиты покрытия; *4* – подкрановые балки; *5* – сварные швы; *6* – связь

Рисунок 2.18 – Расположение вертикальных продольных связей между колоннами

Список литературы

1 **ТКП 45-1.02-157–2009.** Проектная документация для строительства. Типовое проектирование. Состав и порядок разработки. – Минск: Стройтехнорм, 2009. – 62 с.

2 **СН 3.02.10–2020.** Производственные здания и сооружения. – Минск: Белпромпроект, 2021. – 41 с.

3 **СН 3.01.01–2020.** Генеральные планы промышленных и сельскохозяйственных предприятий. – Минск: Стройтехнорм, 2021. – 45 с.

4 **СН 5.08.01–2019.** Кровли. Строительные нормы проектирования и правила устройства. – Минск : Стройтехнорм, 2019. – 27 с.

5 **СН 5.09.01–2020.** Полы. – Минск: Стройтехнорм, 2020. – 17 с.

6 **СН 2.04.03–2020.** Естественное и искусственное освещение. – Минск: Стройтехнорм, 2021. – 86 с.

7 **СН 2.04.01–2020.** Здания и сооружения. Энергетическая эффективность. – Минск: Стройтехнорм, 2021. – 78 с.

8 **СП 2.04.01–2020.** Строительная теплотехника. – Минск: Стройтехнорм, 2021. – 78 с.

9 **СТБ 2433–2015.** Блоки дверные. Общие технические условия. – Минск: Стройтехнорм, 2016. – 45 с.

10 **СТБ 2255–2012.** Система проектной документации для строительства. Основные требования к документации строительного проекта. – Минск: Стройтехнорм, 2012. – 46 с.

11 **Трепененков, Р. И.** Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий / Р. И. Трепененков. – Москва: Стройиздат, 1980. – 184 с.

12 **Шерешевский, И. А.** Конструирование промышленных зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей / И. А. Шерешевский. – Москва: Архитектура-С, 2005. – 168 с.

Приложение А
(рекомендуемое)

Исходные данные для проектирования

А.1 Параметры существующих пролётов *А* и *В*

Схематические планы пролетов представлены на рисунке А.1. Параметры пролётов А и В выбираются по ***последней*** цифре зачётной книжки (таблица А.1). Буква подварианта (а, б) принимается по заданию на курсовое проектирование.

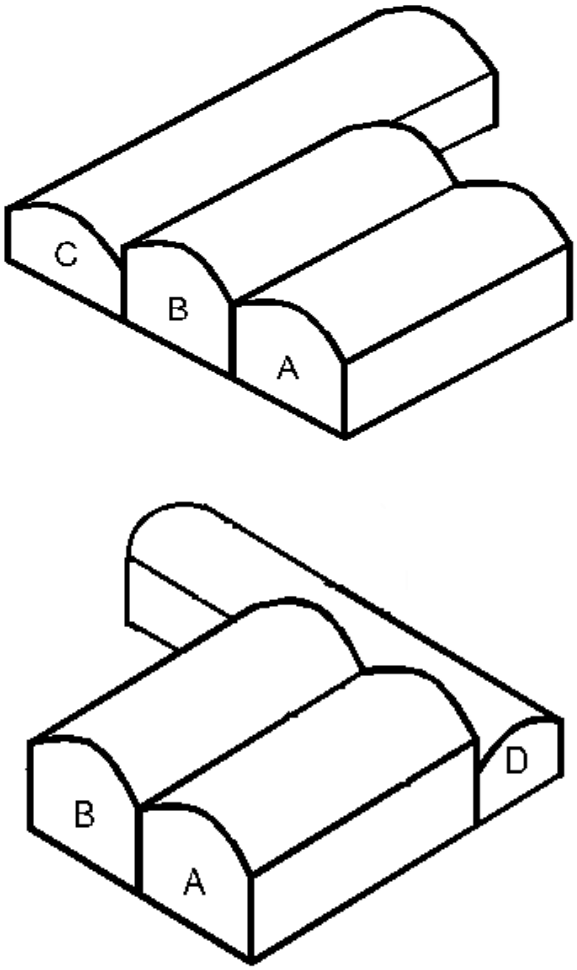


Рисунок А.1 – Схематические планы пролётов

Во всех вариантах шаг крайних колонн пролётов А и В 6 м, средних – 12 м.

Во всех вариантах каркас и покрытие пролётов А и В запроектировать из сборных железобетонных конструкций.

Во всех вариантах длина пролётов А и В – 48 м.

Стены в пролетах А и В принимаются из легкобетонных панелей (при использовании железобетонных колонн).

В железобетонном покрытии приняты П – образные фонари.

Таблица А.1 – Параметры пролётов А и В

Номер подва-рианта	Тип железобетонных колонн	Высота пролёта, м	Ширина пролёта, м	Грузоподъ-ёмность крана, т
Последняя цифра зачётной книжки **1** Литейный цех				
а	Одноветвевые сплошного сечения	13,2	18	30
б	Двухветвевые сплошного сечения	15,6	24	32
Последняя цифра зачётной книжки **2** Кузнечно-прессовый цех				
а	Двухветвевые сплошного сечения	16,8	24	20
б	Одноветвевые сплошного сечения	10,8	18	20
Последняя цифра зачётной книжки **3** Механический цех				
а	Одноветвевые сплошного сечения	10,8	18	20
б	Двухветвевые сплошного сечения	18,0	24	32
Последняя цифра зачётной книжки **4** Сборочный цех				
а	Одноветвевые сплошного сечения	13,2	18	20
б	Двухветвевые сплошного сечения	15,6	24	32
Последняя цифра зачётной книжки **5** Цех металлоконструкций				
а	Одноветвевые сплошного сечения	14,4	24	20
б	Двухветвевые сплошного сечения	16,8	18	32
Последняя цифра зачётной книжки **6** Термический цех				
а	Двухветвевые сплошного сечения	18,0	18	32
б	Одноветвевые сплошного сечения	14,4	24	20
Последняя цифра зачётной книжки **7** Инструментальный цех				
а	Одноветвевые сплошного сечения	13,2	24	32
б	Двухветвевые сплошного сечения	15,6	18	16
Последняя цифра зачётной книжки **8** Модельный цех				
а	Одноветвевые сплошного сечения	12,0	24	20
б	Двухветвевые сплошного сечения	16,8	18	32
Последняя цифра зачётной книжки **9** Ремонтный цех				
а	Одноветвевые сплошного сечения	10,8	24	20
б	Двухветвевые сплошного сечения	18,0	18	32
Последняя цифра зачётной книжки **0** Универсальный цех				
а	Двухветвевые сплошного сечения	15,6	18	32
б	Одноветвевые сплошного сечения	12,0	24	20

Конструктивные решения железобетонного покрытия принимать в соответствии с таблицей А.2.

Таблица А.2 – Конструктивное решение железобетонного покрытия

Пролет по заданию в соответствии с таблицей А.3	Материал стропильных конструкций	Тип стропильных конструкций	Крановое оборудование в зданиях
6; 9; 12; 18	Железобетон	Балки	Без мостовых кранов
18; 24	Железобетон	Фермы	С мостовыми кранами

А.2 Параметры пристроенных пролётов С и D

Номер варианта (1–30) и подварианта (а, б) принимаются по заданию на проектирование (таблица А.3).

Во всех вариантах каркас и покрытие пролётов С и D запроектировать из металлических конструкций.

Во всех вариантах длина пролётов С и D – 84 м.

В стальном покрытии необходимо запроектировать зенитные фонари.

При грузоподъёмности кранового оборудования 1…5 т запроектировать в пролёте кран-балки; при грузоподъёмности кранового оборудования 10…50 т запроектировать в пролёте мостовые краны.

Стены в пролётах С и D принимаются из легких конструкций (типа «сэндвич») (при использовании стальных колонн).

Таблица А.3 – Параметры пролётов С и D

Подвариант	Тип пролета	Высота пролёта, м	Грузоподъёмность, т	Шаг колонн, м	Ширина пролёта, м
1	2	3	4	5	6
Вариант 1					
а	С	6,0	3	6	18
б	D	12,0	20	6	24
Вариант 2					
а	С	14,4	20	12	30
б	D	7,2	3	6	18
Вариант 3					
а	С	8,4	3	6	18
б	D	15,6	30	12	24
Вариант 4					
а	С	8,4	10	6	18
б	D	12,0	20	6	24
Вариант 5					
а	С	9,6	20	6	18
б	D	13,2	30	12	30

Продолжение таблицы А.3

1	2	3	4	5	6
Вариант 6					
а	C	16,8	30	12	30
б	D	8,4	5	6	24
Вариант 7					
а	C	10,8	10	6	24
б	D	18,0	50	12	30
Вариант 8					
а	C	6,0	–	6	18
б	D	14,4	20	12	24
Вариант 9					
а	C	9,6	10	6	24
б	D	15,6	20	6	30
Вариант 10					
а	C	12,0	20	12	18
б	D	10,8	10	12	24
Вариант 11					
а	C	8,4	5	6	18
б	D	13,2	20	12	24
Вариант 12					
а	C	12,0	30	6	24
б	D	9,6	20	12	24
Вариант 13					
а	C	7,2	3	6	18
б	D	14,4	20	6	30
Вариант 14					
а	C	8,4	10	6	18
б	D	6,0	3,0	12	24
Вариант 15					
а	C	12,0	30	12	24
б	D	14,4	30	6	18
Вариант 16					
а	C	15,6	30	6	36
б	D	10,8	20	12	18
Вариант 17					
а	C	18,0	30	6	24
б	D	13,2	20	6	18
Вариант 18					
а	C	8,4	3	12	24
б	D	12,0	20	6	30

Окончание таблицы А.3

1	2	3	4	5	6
Вариант 19					
а	C	7,2	3	12	24
б	D	14,4	20	12	36
Вариант 20					
а	C	9,6	10	6	18
б	D	16,8	20	12	24
Вариант 21					
а	C	10,8	20	12	24
б	D	13,2	10	6	30
Вариант 22					
а	C	12,0	20	6	18
б	D	8,4	5	6	30
Вариант 23					
а	C	6,0	3	6	30
б	D	16,8	30	6	24
Вариант 24					
а	C	14,4	30	6	30
б	D	18,0	50	12	36
Вариант 25					
а	C	8,4	10	6	24
б	D	13,2	30	12	24
Вариант 26					
а	C	13,2	20	6	18
б	D	9,6	10	12	18
Вариант 27					
а	C	7,2	5	12	18
б	D	10,8	20	6	30
Вариант 28					
а	C	15,6	30	6	18
б	D	14,4	20	12	18
Вариант 29					
а	C	9,6	20	12	24
б	D	16,8	20	6	36
Вариант 30					
а	C	12,0	30	12	18
б	D	8,4	20	12	18

Приложение Б
(рекомендуемое)

План на отм. 0.000

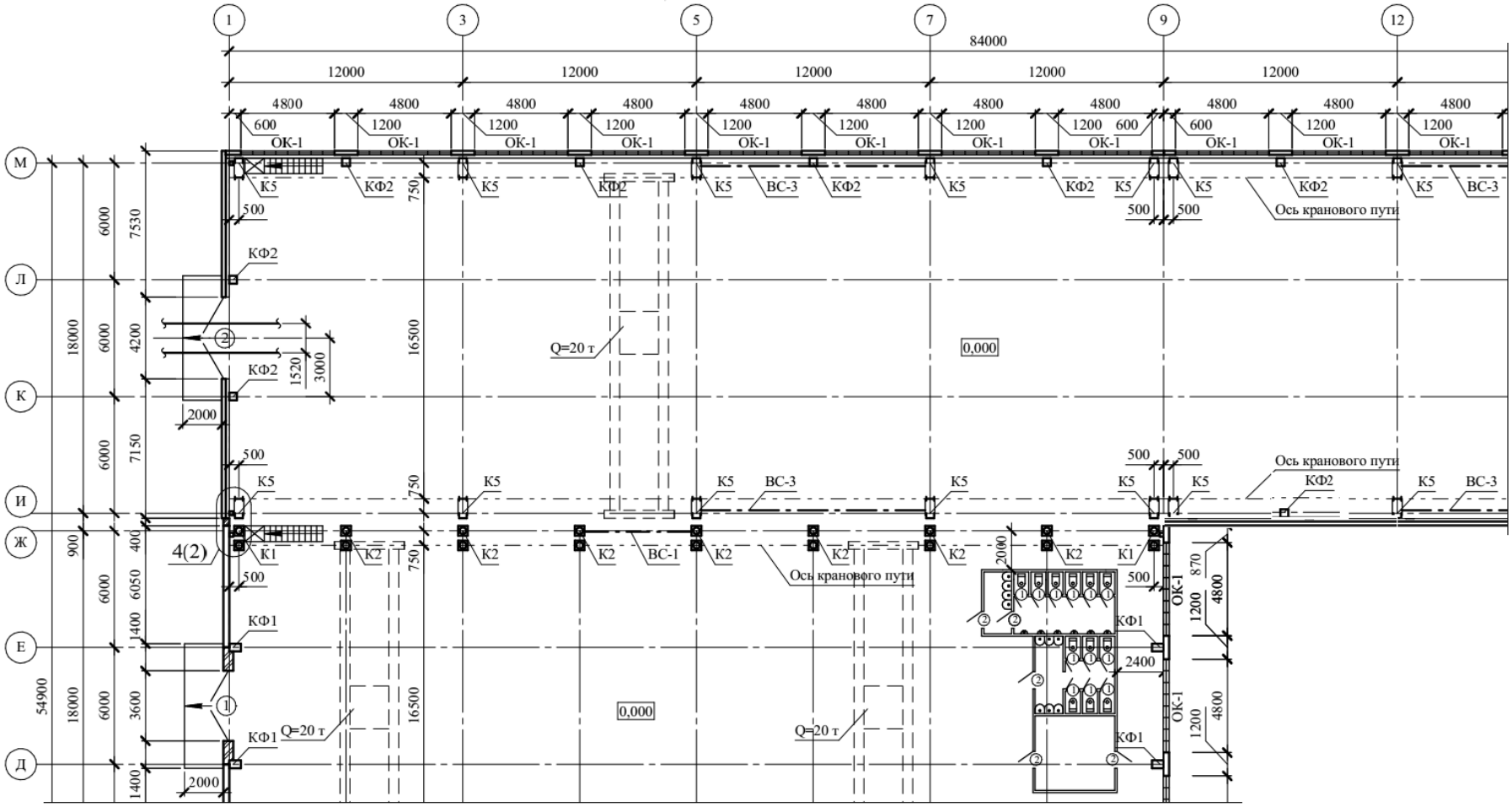


Рисунок Б.1 – Пример выполнения плана на отм. 0.000

Приложение В
(рекомендуемое)

Разрез 1-1

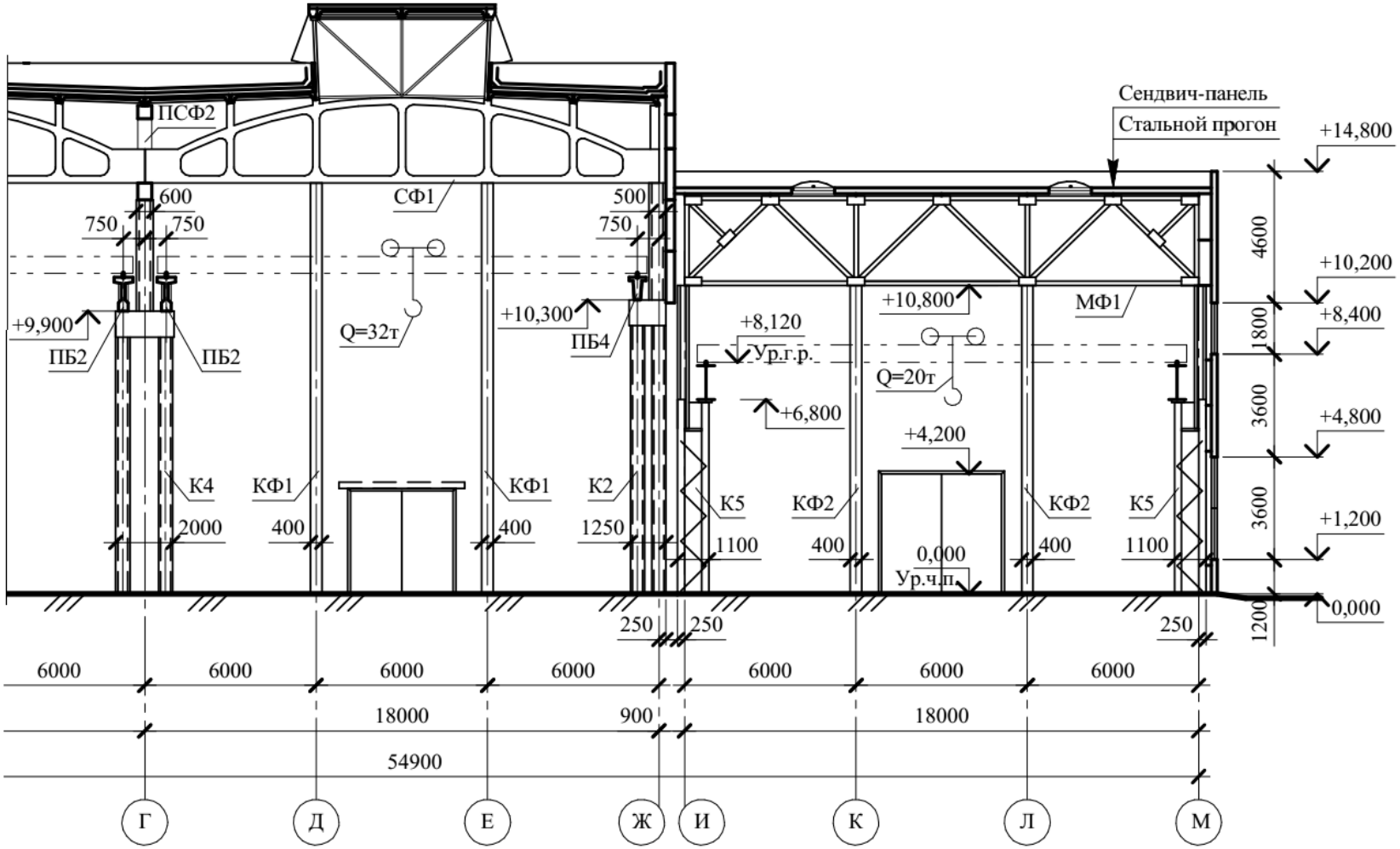


Рисунок В.1 – Пример выполнения поперечного разреза здания

Приложение Г
(рекомендуемое)

Разрез 2-2

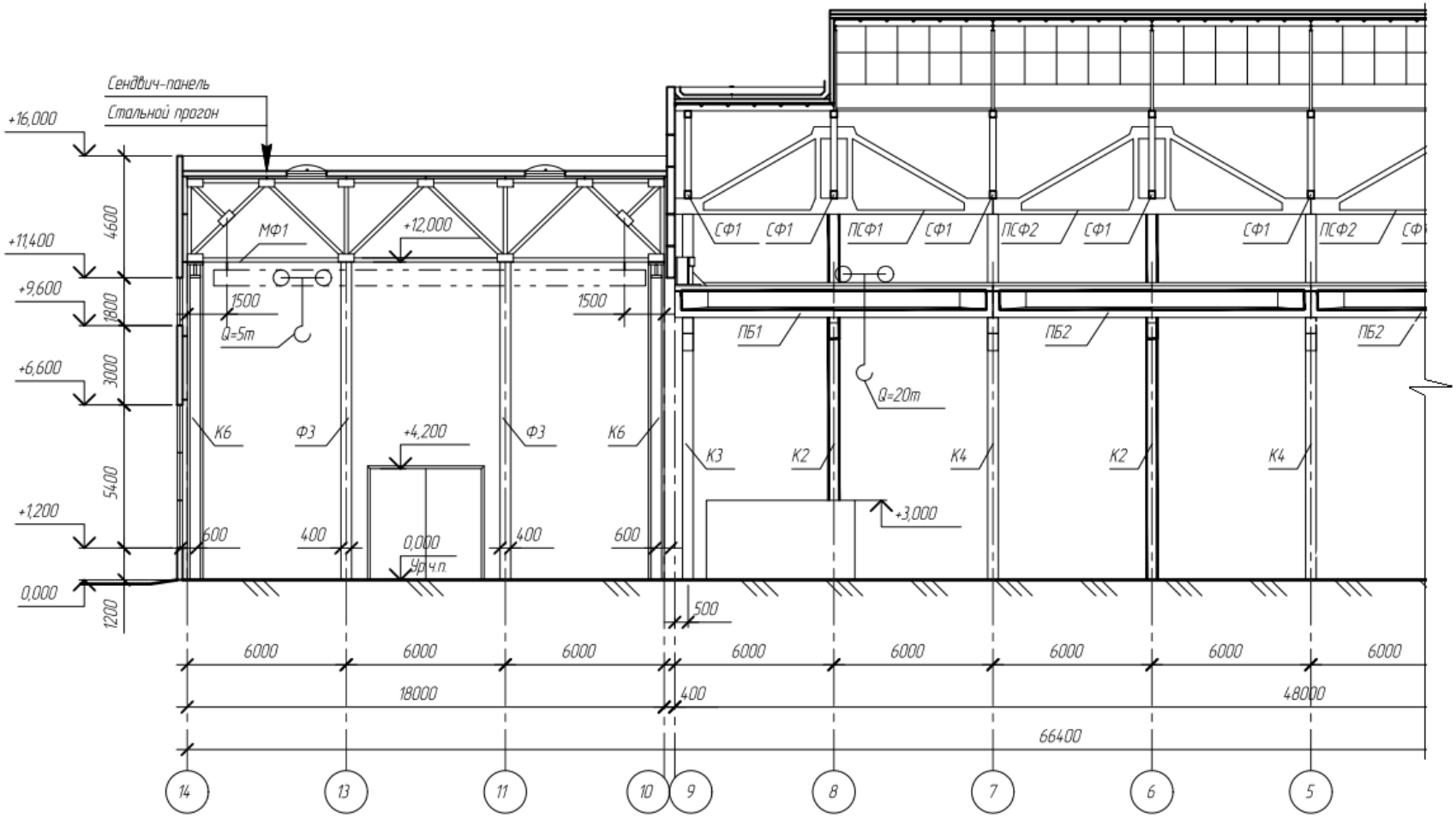


Рисунок Г.1 – Пример выполнения продольного разреза здания

Приложение Д
(рекомендуемое)

Схема расположения элементов покрытия

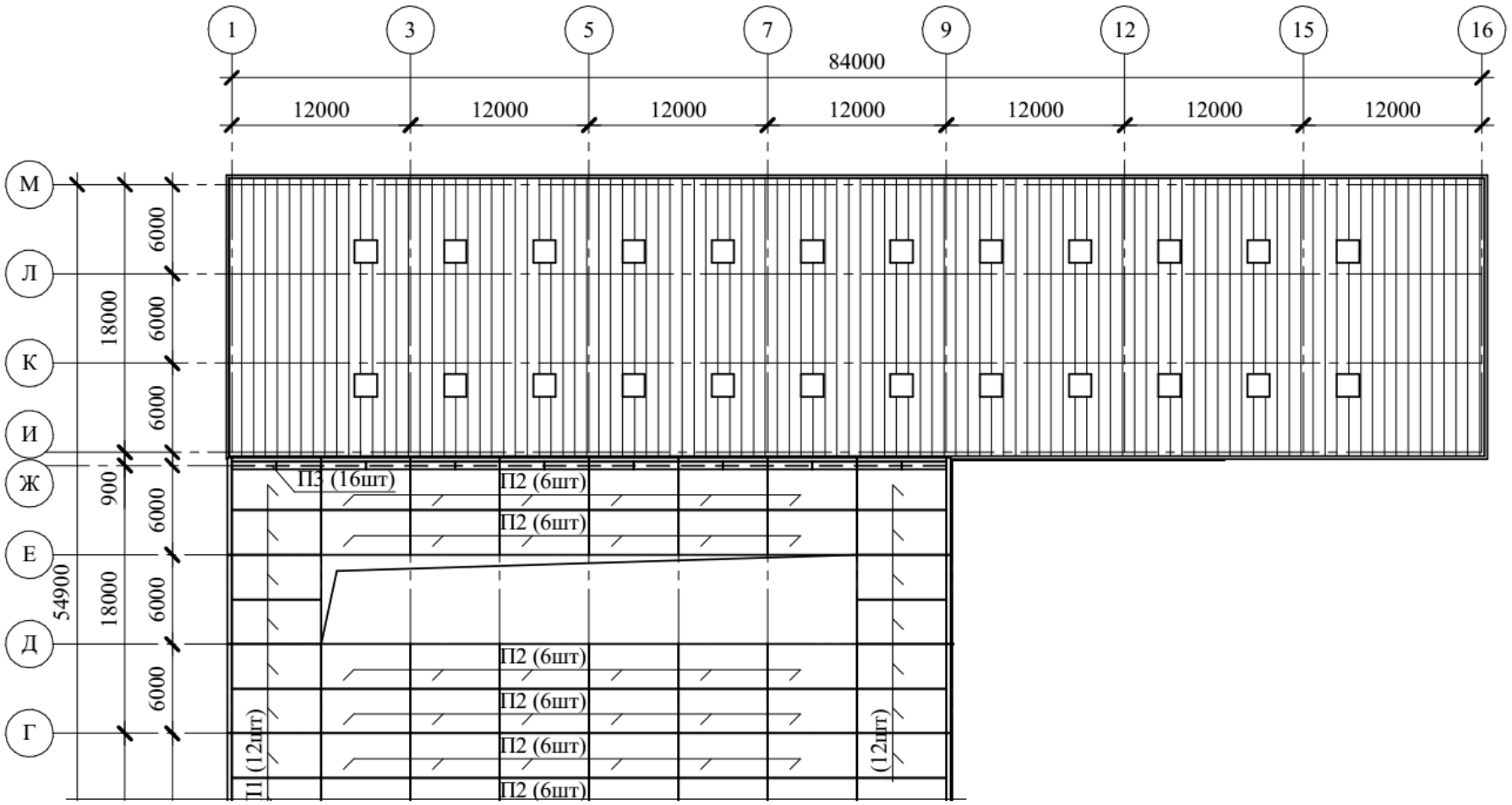


Рисунок Д.1 – Пример выполнения схемы расположения элементов покрытия

Приложение Е
(рекомендуемое)

План стропильных конструкций

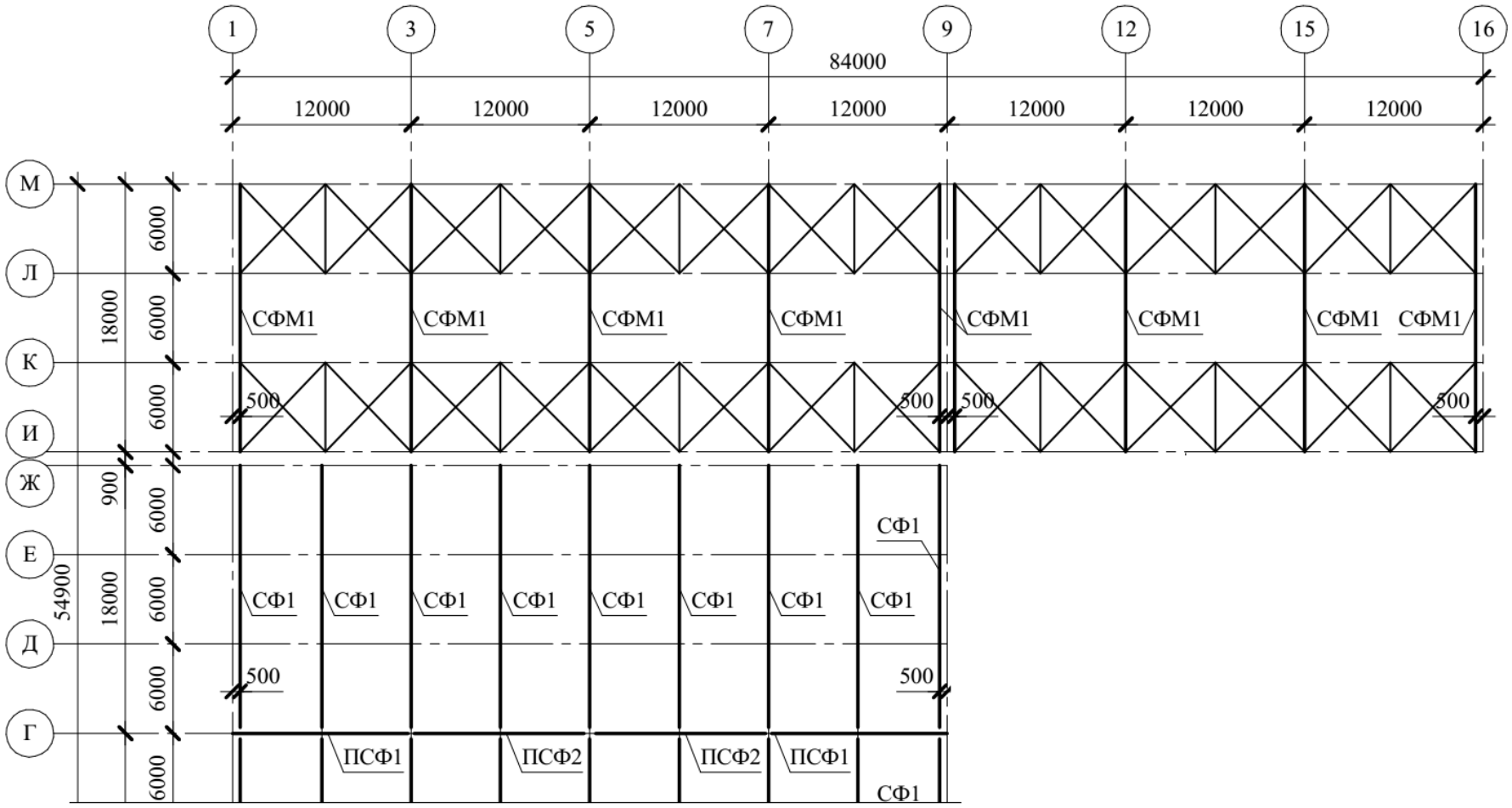


Рисунок Е.1 – Пример выполнения плана стропильных конструкций

Приложение Ж
(рекомендуемое)

План кровли

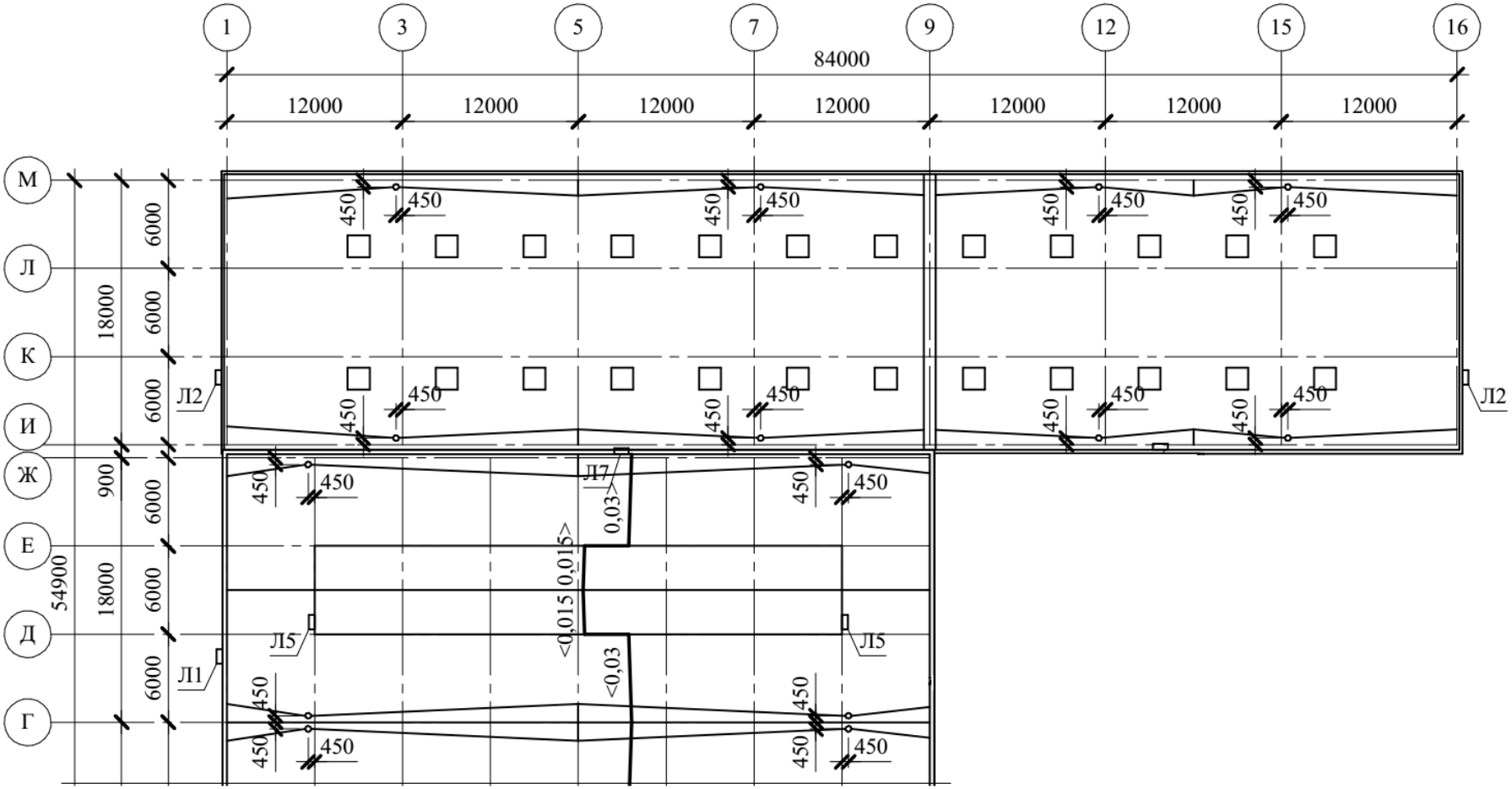


Рисунок Ж.1 – Пример выполнения плана кровли