

Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный университет
Кафедра строительных конструкций и архитектуры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ
ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КОНСТРУКЦИЯМ

Составители
М. В. ПОПОВА
С. Н. АВДЕЕВ

Владимир 2003

УДК 634.014.(07)

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент
Владимирского государственного университета
Е.А. Смирнов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Методические указания к курсовому проекту по металлическим конструкциям / Владим. гос. ун-т; Сост.: М.В. Попова, С. Н. Авдеев. Владимир, 2003. 25 с.

Приведены рекомендации по выполнению вариантного проектирования рамы одноэтажного промышленного здания. Содержатся указания по определению габаритных размеров здания, выбору основной несущей системы, типа кровли, формы и размеров поперечных сечений элементов рамы. Даны указания по выбору схемы стенового ограждения, системы связей, приводятся данные для технико-экономического сравнения вариантов основных конструкций.

Табл. 17. Ил. 9. Библиогр.: 5 назв.

УДК 634.014.(07)

ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект является разновидностью реального проектирования, осуществляемого по академическим соображениям на основе некоторых упрощенных исходных условий. Это упрощение проектирования имеет целью создать наиболее благоприятные условия для решения ряда задач:

а) освоение методики компоновки каркасов одноэтажных промышленных зданий, выполняемых в металле;

б) конструирование элементов (колонны, фермы и т.д.), их узлов и сопряжений (опорные узлы сопряжения, стыки и т.д.);

в) решение вопросов связанных с правильным выбором расчетных схем сооружения и отдельных его элементов, входящих в состав сооружения, сбор нагрузки, выполнение необходимых силовых и конструктивных расчетов для обеспечения требуемой прочности, жесткости, устойчивости.

Темой курсового проекта является расчет конструкций одноэтажного промышленного здания, включающего в состав каркаса ригели, стойки и систему связей.

СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из следующих основных разделов:

а) вариантное проектирование;

б) техническое проектирование;

в) графическое оформление проектируемого сооружения на стадии КМ и КМД.

Пояснительная записка включает вариантное проектирование и расчетную часть проекта. Ее выполняют в виде аккуратно выполненной пояснительной записки на стандартных листах писчей бумаги с текстом на одной стороне. В пояснительной записке кроме необходимых вычислений

приводят все сопутствующие схемы, связанные с компоновкой сооружения, силовыми и конструктивными расчетами.

Техническое проектирование включает в себя статический расчет поперечной рамы, расчет ригеля и колонны, основных узлов сопряжения элементов каркасов, связей в каркасе здания.

Графическое оформление проектируемого сооружения производится с показом компоновочных схем вариантов, конструктивных форм элементов, конструктивного решения ригеля, колонны и проработкой необходимых узлов, а также отправочной марки элемента на стадии КМД. Оформление графической части производят в соответствии с ЕСКД.

Расчет и конструирование элементов сооружения должен производиться на основании норм проектирования [1].

ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В этой части курсового проекта должно быть разработано не менее двух конкурентоспособных вариантов каркаса здания. После выполнения технико-экономической оценки основных конструкций к окончательной разработке принимается наиболее рациональный вариант по стоимости или расходу материала, отнесенный к квадратному метру перекрываемой площади.

1.1. Выбор вариантов

При составлении схем каркаса (рис. 1) сооружений можно варьировать:

1. Материалом конструкций.
2. Статической схемой сооружения.
3. Компоновочной схемой каркаса.
4. Конструктивной схемой элементов.

В первом случае варианты схем каркаса будут отличаться видом материала. Основные несущие конструкции могут выполняться как из разных марок стали, так и из различных видов материала (сталь, алюминий).

Во втором случае варианты могут отличаться способом сопряжения основных несущих конструкций, т.е. статической схемой. Плоские рамы каркаса могут быть выполнены бесшарнирными, когда все элементы рамы

жестко соединяются друг с другом и фундаментом, двухшарнирными, когда в зависимости от технологических требований ригель шарнирно соединяется с колоннами или при жестком сопряжении ригеля с колоннами последние шарнирно соединяются с фундаментом.

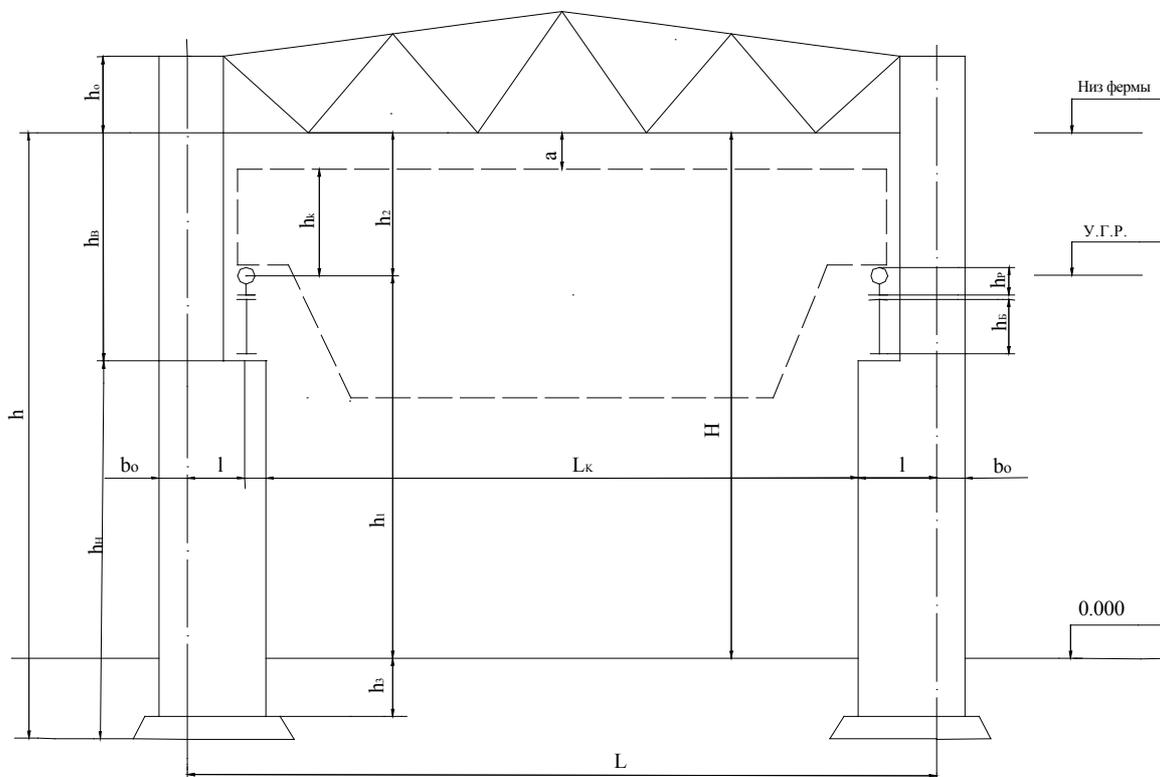


Рис. 1. Компоновочная схема каркаса

В третьем случае варианты будут отличаться шагом основных несущих конструкций (шесть, двенадцать или более метров). При этом шаг стропильных ферм может не совпадать с шагом колонн. Опирание стропильных ферм в таком случае производится на подстропильные фермы.

Наконец, в четвертом случае несущие элементы каркаса здания могут быть решены с применением эффективных видов проката (трубы, тонкостенные гнутые или штампованные профили) или эффективных конструктивных форм элементов (неразрезные или предварительно напряженные конструкции).

В пояснительной записке для выбранных вариантов приводят компоновочные схемы, которые требуется сопровождать необходимыми чертежами, расчетами и текстовой пояснительной частью. Компоновка варианта может проводиться в следующем порядке:

1. Устанавливают внутренние габариты здания, исходя из усло-

вий технологического процесса и условий эксплуатации.

2. Выбирают основную несущую систему и устанавливают для нее шаг.
3. Устанавливают места расположения температурных швов.
4. Выбирают тип кровли.
5. Устанавливают формы поперечных сечений и основные габаритные размеры ригелей и колонн.
6. Выбирают схему стенового ограждения.
7. Выбирают систему связей как в пределах покрытия, так и по колоннам.
8. Производят технико-экономическое сравнение вариантов.

1.2. Генеральные (габаритные) размеры зданий.

К основным габаритным размерам элементов конструкций в плоскости рамы относятся вертикальные и горизонтальные размеры. Размеры по вертикали привязывают к отметке уровня пола, принимая ее нулевой.

Высота цеха: $H = h_1 + h_2$

Размер h_2 диктуется высотой мостового крана: $h_2 = (h_{\text{к}} + 100) + a$, где $h_{\text{к}}$ - габаритный размер от головки рельса до верхней точки тележки крана.

Габаритные размеры мостовых кранов приведены в табл. 1.

a – размер, учитывающий прогиб конструкции покрытия, зависит от величины пролета и принимается равным 200 - 400 мм.

Окончательный размер h_2 принимается кратным 200 мм.

h_1 - отметка головки кранового рельса, которая задается по условиям технологического процесса.

Размер H принимается кратным 1,2 м до высоты 10,8 м, а при большей высоте – кратным 1,8 м. С учетом этих факторов иногда приходится увеличивать полезную высоту цеха. В этом случае следует менять отметку головки рельса, а размер h_2 оставить минимально необходимым.

Далее устанавливаем размеры верхней части колонны $h_{\text{В}}$ и нижней части колонны $h_{\text{Н}}$.

$$h_{\text{В}} = h_{\text{Б}} + h_{\text{Р}} + h_2,$$

данные о высотах подкрановой балки $h_{\text{Б}}$ приводятся в таблице 1.

Размер нижней части колонны $h_{\text{Н}}$:

$$h_{\text{Н}} = H - h_{\text{В}} + h_3,$$

где h_3 - величина заглубления опорной плиты башмака колонны ниже пола, в практике проектирования принимают $h_3 = (600 - 1000)$ мм. Общая высота колонны рамы от низа башмака до низа ригеля: $h = h_B + h_H$.

Таблица 1

Некоторые данные о кранах

Грузоподъемность крана, тс	Значения h_K и D , мм при режиме работы крана				Крановый рельс		Ориентировочная высота на пролете подкрановых балок, L , м	
	среднем		тяжелом					
	h_K , мм	D , мм	h_K , мм	D , мм	Тип	Высота	6	12
5	1650	290	1750	290	Кр70	120	650	1000
10	1900	320	2100	320	Кр70	120	650	1000
15/3	2300	320	2300	320	Кр70	120	800	1000
20/5	2400	320	2400	320	Кр70	120	800	1250
30/5	2750	360	2750	360	Кр70	120	900	1290
50/5	3150	360	3150	360	Кр80	130	1250	1400

Размеры по горизонтали привязывают к продольным осям здания. Привязка наружной грани колонны к оси колонны e_0 может быть нулевой $e_0 = 0$ или иметь размеры 250 или 500 мм.

Нулевую привязку принимают в зданиях без мостовых кранов, а также в зданиях малой высоты при шаге колонн 6 м и оборудованных кранами грузоподъемностью 75 тс и более. В остальных случаях принимается привязка $e_0 = 250$ мм.

Пролет здания L зависит от пролета крана:

$$L = L_K + 2\lambda ,$$

где λ - расстояние между осью подкрановой балки и осью колонны.

$\lambda = 750$ мм для кранов грузоподъемностью до 50 тс включительно, при отсутствии проходов в надкрановой части колонны.

$\lambda = 1000$ мм для кранов грузоподъемностью более 50 тс при отсутствии проходов и для кранов грузоподъемностью до 125 тс при наличии проходов в надкрановой части колонны.

Места расположения температурных швов

При больших размерах здания в плане в элементах каркаса могут возникать большие дополнительные напряжения от изменения температуры. Для того чтобы исключить влияние климатических температурных воздействий, нормами проектирования установлены предельные размеры температурных отеков (табл. 2).

Таблица 2

Предельные размеры температурных отеков зданий и сооружений

Категория зданий и сооружений	Предельная длина отсека вдоль здания при расчетной температуре, м		Предельная ширина отсека при расчетной температуре	
	До – 40 °С	- 40 – 50 °С	До – 40 °С	- 40 – 50 °С
Отапливаемые здания	230	160	150	110
Неотапливаемые здания и горячие цеха	200	140	120	90
Открытые эстакады	130	100	-	-

1.3. Выбор основной несущей системы

В зависимости от сопряжения ригеля с колоннами узлы поперечных рам цеха могут быть:

- а) жесткими, когда все элементы рамы жестко сопряжены друг с другом и с фундаментом;
- б) шарнирными, когда ригель с колоннами соединяются при помощи шарниров;
- в) комбинированными, когда колонны жестко сопряжены с фундаментом или, наоборот, ригель жестко соединен с колоннами, а последние шарнирно примыкают к фундаменту.

1.4. Выбор типа кровли

Покрытие цеха может быть двух типов: прогонное и беспрогонное.

При выборе прогонного покрытия между стропильными фермами через 1,5 - 3,0 м устанавливаются прогоны, на которые укладывают мелко-размерные кровельные плиты, листы, настилы. В качестве прогонов при-

меняют прокатные балки, балки из гнутого листа, а при шаге рам 12 м чаще переходят к применению сквозных прогонов. Для теплых кровель в качестве плит, укладываемых по прогонам, применяют стальной профилированный настил, армоцементные и асбоцементные плиты.

Холодные кровли покрытия выполняют из волнистых асбоцементных, стальных или алюминиевых листов, укладываемых по прогонам.

При беспрогонном решении крупноразмерные плиты или панели кладут непосредственно на стропильные фермы, совмещая таким образом функции ограждающих конструкций. Для теплых кровель широко применяют различного вида крупнопанельные железобетонные плиты шириной 1,5 и 3,0 м и длиной 6, 12 м. Лучше применять плиты шириной 3,0 м, так как при этом обеспечивается узловая передача нагрузки при типовых размерах панелей ферм. Недостаток крупнопанельных плит – большая собственная масса. Вместо железобетонных плит может быть использована металлическая панель с бортовыми элементами из швеллеров и покрытием из штампованного настила размерами 3×6 или 3×12 м. Собственная масса таких панелей составляет 1,0 - 1,8 т. Для холодных кровель крупноразмерные панели применяются чаще, так как конструкция их получается достаточно простой.

При выборе типа кровли следует учитывать технологические и экономические факторы:

- назначение здания;
- температурный режим;
- стоимость возведения;
- наличие производственных баз по изготовлению крупноразмерных плит и панелей в районе строящегося объекта;
- условия транспортирования.

1.5. Выбор формы и размеров поперечных сечений элементов рамы

1. *Ригель*. Ригель рамы однопролетного промышленного здания может быть принят сплошным в виде составного двутавра или сквозным в виде фермы. Ригели сплошного сечения менее трудоемки в изготовлении, более транспортабельны, а их меньшая строительная высота ведет к некоторому снижению высоты стен и уменьшению объема здания.

В качестве сквозных ригелей производственных зданий применяют фермы различного очертания. Выбор того или иного типа ферм зависит от требований, вытекающих из условий производства. Они кроме определения конфигурации здания и генеральных размеров определяют требования к ограждающим конструкциям. При рулонных кровлях применяют двускатные стропильные фермы (рис. 2).

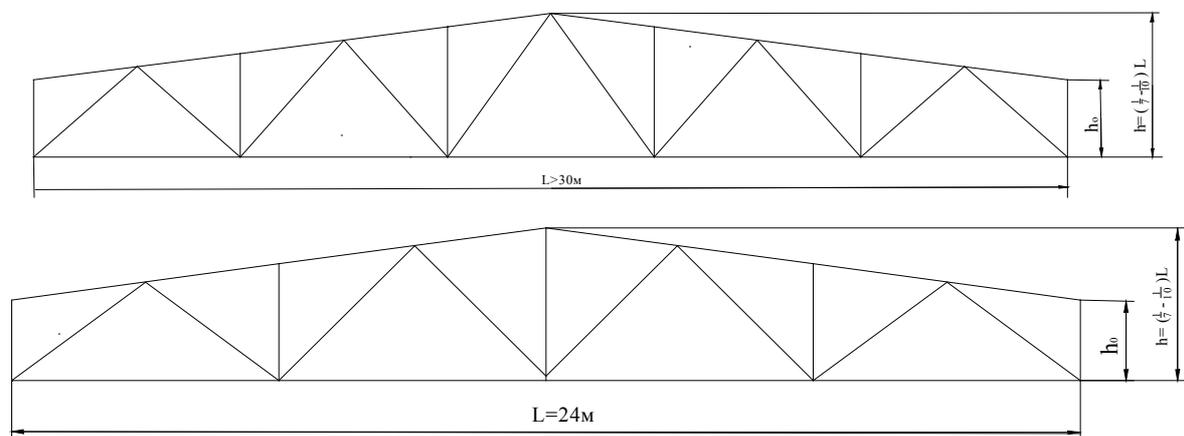


Рис. 2. Двускатные стропильные фермы

Для того чтобы обеспечить отвод воды, но одновременно избежать стекания нагретой мастики, уклон с верхних поясов назначают в пределах:

$$i = \frac{1}{8} - \frac{1}{12}.$$

Оптимальная высота в середине пролета фермы, удовлетворяющая требованиям жесткости и наименьшей массе, принимается равной

$h = (\frac{1}{7} - \frac{1}{10})L$. Высота ферм на опоре при жестком их соединении с колон-

нами не должна быть менее $h_0 = (\frac{1}{13} - \frac{1}{17})L$.

При теплых кровлях с рулонным покрытием применяют фермы с параллельными поясами - горизонтальные или двускатные (рис. 3).

Размер панели в фермах назначают по ширине стандартных железобетонных плит покрытия или крупноразмерных панелей, т.е. 1,5 или 3,0 м. При применении настила шириной 1,5 м длину панели верхнего пояса принимают равной $d = 3$ м, а для того чтобы избежать внеузловое приложения нагрузки, в решетку вводится дополнительный шпренгель (рис. 4).

Основной тип решетки ферм – треугольная с дополнительными стойками. Общий габарит фермы или ее отправочных частей зависит также

от вида транспортных средств и должен быть увязан с ними. Например, при перевозке по железной дороге наибольший размер конструкции по вертикали равен 3,8 м, по горизонтали 3,2 м и по длине 13 м.

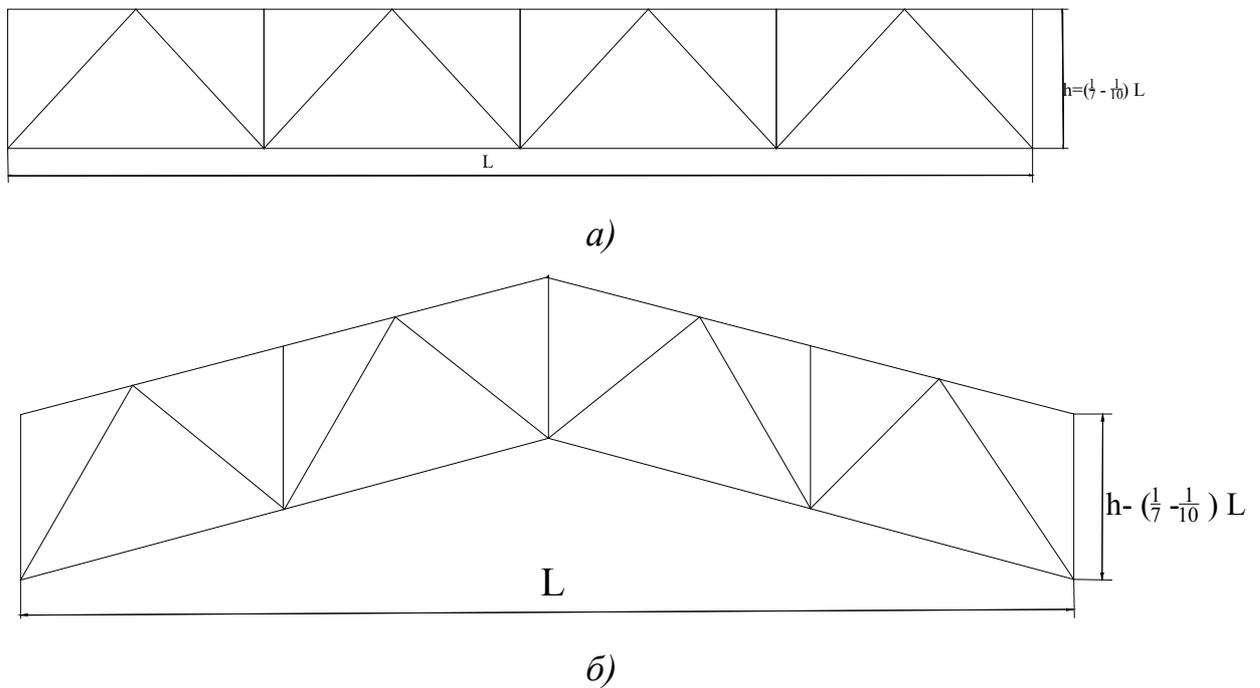


Рис.3. Горизонтальная (а) и двускатная (б) фермы

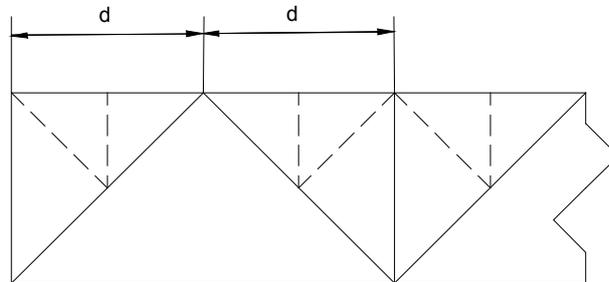


Рис. 4. Ферма со шпренгелями

2. **Колонны.** Колонны в поперечной раме цеха могут быть выполнены по одному из трех типов:

1. Постоянного по высоте сечения.
2. Ступенчатые.
3. Раздельного типа.

Все три типа колонн могут выполняться как сплошными, так и сквозными.

Сплошные колонны, как правило, рациональны при ширине колонны до 1 м включительно, при большей ширине следует переходить к применению сквозных колонн. Сплошные (постоянного сечения) колонны показаны на рис. 5.

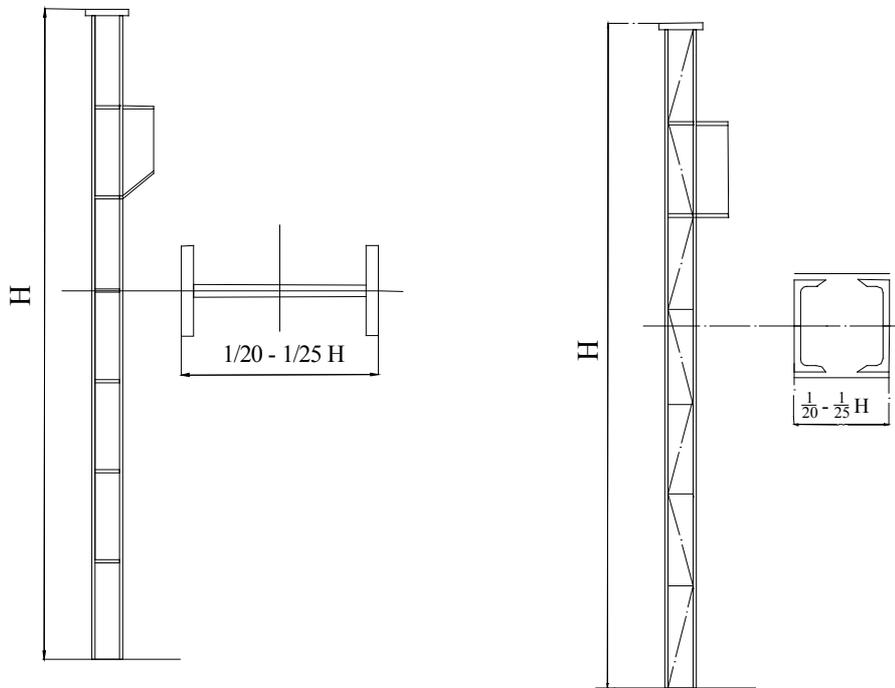


Рис. 5. Колонны постоянного сечения

Нагрузка от крана на колонну передается через консоли. Сплошные колонны с консолями применяются при крановых нагрузках до 15 - 20 т и малой высоте цеха $H < 10$ м.

При кранах большой грузоподъемности следует переходить на ступенчатые колонны (рис. 6).

Подкрановые балки опираются в этом случае на уступ нижнего участка колонны. Верхний участок колонны проектируется сплошного сечения.

Ширина верхней колонны b_e из условия необходимой жесткости должна быть не менее $(\frac{1}{8} - \frac{1}{12})h_e$. Чаще ширину колонны принимают равной 500 мм или 1000 мм, что позволяет совмещать разбивочную ось с осью верхней части колонны. Нижняя часть колонны выполняется сплошного или сквозного сечения в зависимости от ширины. Ширину нижней части

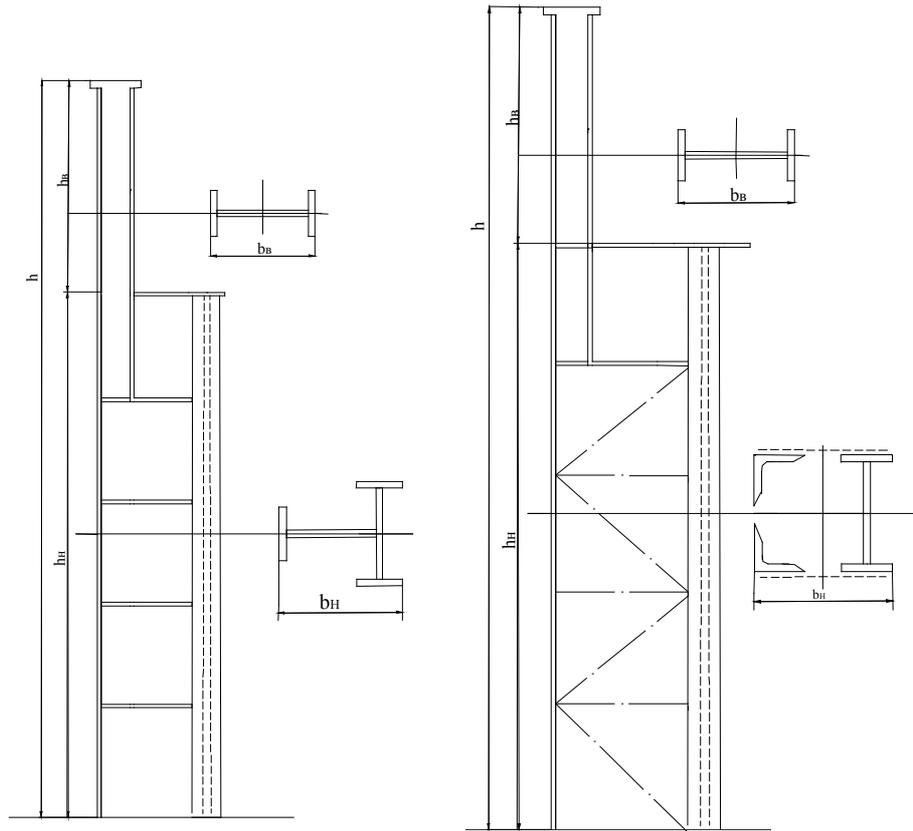


Рис. 6. Ступенчатые колонны

колонны из условия обеспечения жесткости рамы в поперечном направлении назначают не менее $e_n \geq \frac{1}{20}h$ в зданиях со средним режимом работы кранов и $e_n \geq \frac{1}{15}h$ в зданиях с тяжелым режимом работы кранов.

В колоннах раздельного типа (рис. 7) подкрановую стойку проектируют из одного прокатного или сварного двутавра и связывают с шатровой колонной гибкими горизонтальными планками $\delta = 10 - 12$ мм.

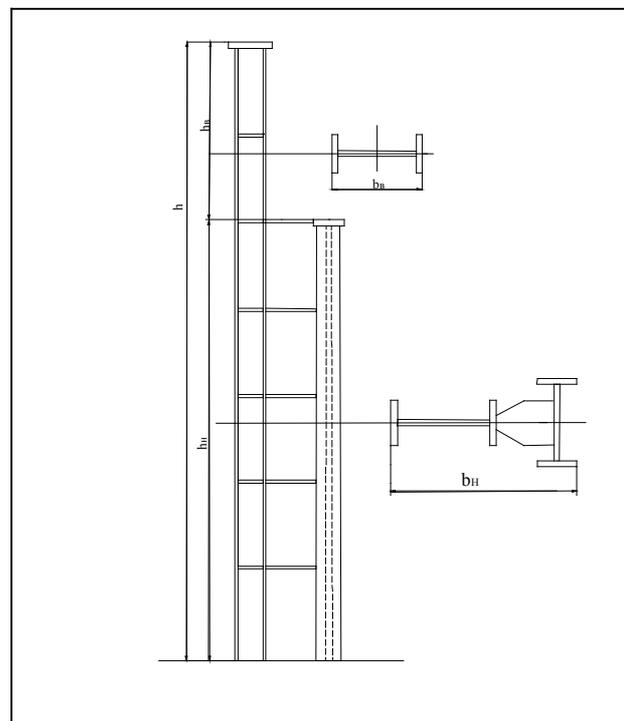


Рис. 7. Колонны раздельного типа

Благодаря этому стойка работает только на осевую силу с расчетной

длиной в плоскости рамы, равной расстоянию между планками.

1.6. Выбор схемы стенового ограждения

В промышленных зданиях следует, как правило, применять навесные стены с проемами ленточного остекления. Самонесущие стены применяют только при панелях сплошного сечения толщиной 300 - 400 мм.

В табл. № 3 - 5 приведен перечень наиболее часто применяемых типовых ограждающих конструкций стен промышленных зданий.

Таблица 3

Размеры и вес сплошных панелей навесных стен отапливаемых промзданий с проемами.

Тип и марка конструкции	Размеры, м	Толщина, мм	Вес панели, т при объемном весе бетона, кг/м ³					
			700	800	900	1000	1100	1200
Панели сплошного сечения из легких бетонов (керамзитобетон, аглопоритбетон)	1,2×6	200			1,7	1,8	1,9	2,1
	1,2×6	240			2,0	2,1	2,3	2,5
	1,8×6	200	–	–	2,6	2,7	2,9	3,2
	1,8×6	240			3,0	3,2	3,4	3,7
Панели сплошного сечения из ячеистых бетонов ПСЯ-1-ПСЯ-3	1,2×6	200	1,2	1,4	1,5	1,7		
	1,2×6	240	1,5	1,6	1,8	2,0		
	1,8×6	200	1,8	2,0	2,3	2,5	–	–
	1,8×6	240	2,2	2,4	2,4	3,0		
Керамзитобетонные однослойные панели: рядовые, перемычные, парапетные ПСА-1, ПСА-4.	1,2×12	200				3,5	3,7	
	1,2×12	240				4,1	4,4	
	1,8×12	200	–	–	–	5,2	5,6	–
	1,8×12	240				6,2	6,7	

Цокольную часть стен следует выполнять из панелей высотой 1,2 м с обязательным опиранием их на фундаментные балки. Для заполнения

Таблица 4

*Размеры и вес многослойных панелей
навесных отапливаемых промзданий*

Тип и марка конструкции	Размеры, мм	Толщина, мм	Вес панели, т при объемном весе утеплителя, кг/м ³		
			200	300	400
Трехслойные железобетонные панели ПСТ-1, ПСТ-2	1,2×6	280	1,8	1,8	1,9 1,9
	1,2×6	300	1,8	1,8	2,7 2,8
	1,8×6	280	2,6	2,6	
	1,8×6	300	2,6	2,7	
Утепленные трехслойные панели: рядовые и перемычечные	1,2×12		4,6		
	1,8×12	00	6,4		
	1,2×6	200	2,3		
	1,8×6	200	3,21		
Парапетные и доборные	0,8×12		3,15		
	0,8×6	00 200	1,58		

Таблица 5

Размеры и вес стеновых панелей неотапливаемых промзданий

Тип и марка конструкции	Размеры, мм	Толщина, мм	Вес панели, мм
Панели железобетонные ПСЖ-1, ПСЖ-3	1,2×6	120	0,9
	1,8×6	120	1,2
Сборные железобетонные предварительно напряженные панели: ПСЖА-1, ПСЖА-4, ПСЖВ-1, ПСЖВ-4, ПСЖП-1, ПСЖП-4	1,2×12	300	3,0
	1,8×12	300	3,7
	2,4×12	300	4,5
Стальные оконные панели с остеклением	1,2×6		0,36
	1,8×6	—	0,54
	1,2×12		0,72
	1,8×12		1,08

оконных проемов в зданиях со стальным каркасом применяют стальные

панели, по высоте соответствующие размерам стеновых панелей 1,2 и 1,8 м. Предельную высоту оконных проемов назначают в зависимости от величины скоростного напора ветра, материала и марки стеновой панели, расположения проемов по высоте. При железобетонных панелях и отсутствии промежуточных ветровых ригелей высота проема не должна превышать 12 м для первого яруса остекления и 5,4 м для последующих ярусов. При ленточном остеклении панели, расположенные над оконными проемами, устанавливают на специальные столики, предусмотренные на колоннах. Опорные консоли необходимо устраивать и на глухих участках стен во избежание разрушения панелей от веса вышележащего участка стены.

1.7. Система связей

Связи служат для придания покрытию и цеху в целом пространственной жесткости, а также для обеспечения устойчивости отдельных элементов каркаса. Связи шатра, располагаемые в уровне верхних и нижних поясов ферм, принято называть горизонтальными, связи, устанавливаемые между смежными фермами в вертикальной плоскости, – вертикальными. Вертикальные связи в ступенчатых колоннах выше подкрановых балок носят название верхних, а связи, расположенные в пределах высоты подкранового участка, называются нижними.

Горизонтальные связи по верхним поясам ферм обеспечивают устойчивость сжатого верхнего пояса фермы, при работе его из плоскости фермы. Их размещают в поперечном направлении в торце цеха или температурного блока, а также по длине блока через 50 - 60 м друг от друга (рис. 8).

Горизонтальные связи по нижним поясам ферм располагают по всему периметру цеха или температурного отсека, причем в поперечном направлении эти связи должны устанавливаться в тех же пролетах, что и связи по верхним поясам (см. рис. 8). Связевые фермы, расположенные в торцах здания, воспринимают ветровые нагрузки от конструкций торцевого фахверка.

В цехах с легким режимом работы кранов продольные связи по нижним поясам ферм можно не устраивать, если обеспечена предельная гибкость элементов фермы.

Вертикальные связи между фермами обеспечивают устойчивость ферм во время монтажа и образуют жесткий пространственный блок, состоящий из ферм и поперечных горизонтальных связей по верхним и нижним поясам. Вертикальные связи следует располагать в торцах стропильных ферм и по длине пролета на расстоянии, не превышающем $220 r_y$, здесь r_y - радиус инерции верхнего пояса из плоскости фермы. По длине цеха вертикальные связи ставят через три-четыре шага стропильных ферм, но обязательно совмещают их с поперечными связями в плоскости верхних и нижних поясов ферм. Промежуточные фермы крепят к связевым блокам распорками, устанавливаемыми в плоскости вертикальных связей. Вертикальные связи между фермами устраивают в виде фермочек со стрижнями из двух уголков.

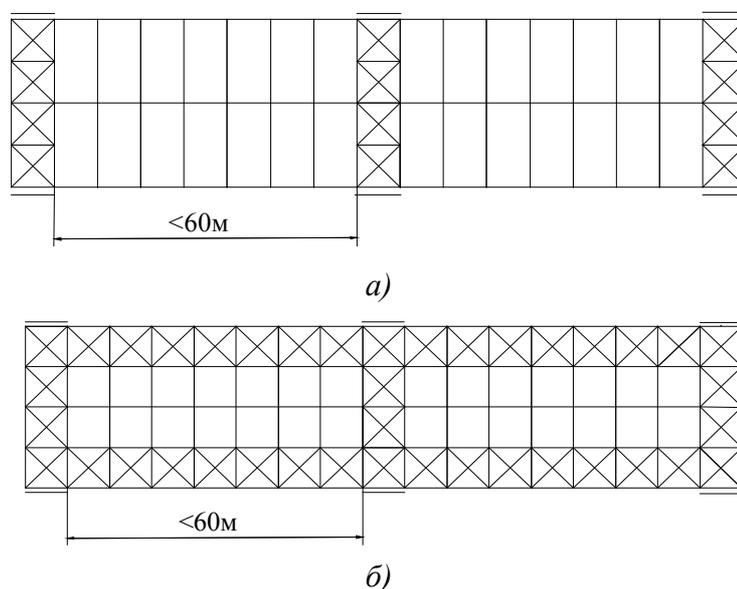


Рис. 8. Схема расстановки горизонтальных связей: а- связи по верхнему поясу; б- связи по нижнему поясу

Вертикальные связи по колоннам (рис. 9) следует располагать в середине температурного блока или вблизи него. Предельное расстояние от торца отсека до оси ближайшей вертикальной связи не должно превышать 90 м в отапливаемых зданиях, 75 м в неотапливаемых и горячих цехах и 50 м в открытых эстакадах. При небольшой длине здания (до 120 м) можно ограничиться установкой вертикальных связей в одной панели. В зданиях длиной более 120 м следует ставить вертикальные связи в двух панелях симметрично относительно середины здания. Расстояние между этими

Для определения массы элементов промышленного здания значения нагрузки, могут быть взяты из табл. 6 и по данным СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».

Таблица 6

*Значения коэффициентов надёжности по нагрузке
элементов покрытия*

Элемент покрытия	Вес кг/м ²	Коэффициент надёжности по нагрузке
Гидроизоляционный трехслойный рулонный ковер	10	1,2
Асфальтовая стяжка по плитам толщиной $\delta = 20$ мм	6	1,2
Волнистая асбофанера	2	1,1
Штампованный настил толщиной, мм		
$\delta = 1$	2	1,1
$\delta = 1,5$	8	1,1
$\delta = 1,75$	2	1,1
Сталь гладкая листовая	7,858	1,1
Крупноразмерные железобетонные плиты размерами, м:		
$1,5 \times 6$	160	1,1
3×6	130	1,1
$1,5 \times 12$	120	1,1
3×12	165	1,1
Органический плитный утеплитель толщиной δ , м	$2,5h$	1,2
Пенобетонный утеплитель толщиной δ , м	$6h$	1,2
Минеральная вата	10	1,2

Подсчет вертикального давления кранов на колонну

Вертикальное давление кранов на колонну может быть подсчитано по приближенным формулам, приведенным в табл. 7.

1. Решетчатые ригели

Собственную массу решетчатого ригеля со связями можно определить по формуле

$$q_p^H = \left(\frac{q^H b}{1000} + 1,8 \right) \alpha L,$$

где q^H – суммарная нормативная нагрузка на 1 м^2 от собственной массы покрытия и снега

b – шаг ферм в м

α - коэффициент, зависящий от марки стали.

С учетом веса связей по фермам можно принять $\alpha = 1,4$ для стали марки Ст.3 и $\alpha = 1,3$ для низколегированной стали;

L – пролет ригеля в м;

Таблица 7

Подсчет вертикального давления кранов на колонну

Грузоподъемность крана, тс	Максимальное давление крана на колонну D , тс при пролете балки l , м		Нормативное давление колеса крана на головку рельса P_n , тс
	6	12	
5	$D=2,34P_n$	$D=3,54P_n$	$P_n = (4 + Q) + \frac{L_k - 19,5}{3}$
10			
15/3			
20/5	$D=2,34P_n$	$D=3,54P_n$	$P_n = (2 + Q) + \frac{L_k - 19,5}{3}$
30/5			
50/10	$D=2,27P_n$	$D=3,47P_n$	$P_n = 45 + \frac{L_k - 19,5}{3}$

Примечание. L_k – пролет крана, м; Q – грузоподъемность крана; тс.

2. Подстропильные фермы

Собственную массу ферм (подстропильных) можно определить по формуле

$$G_{п.ф} = \alpha l^2 n V_f \quad \text{кг},$$

где l – пролет подстропильной фермы, м;

α - весовой коэффициент с учетом снеговой нагрузки;

γ_f – коэффициент надежности, по нагрузке $\gamma_f = 1,1$.

3. Колонны

Вес верхней части колонны G_B и нижней ее части G_H может быть найден по следующим формулам:

$$G_B = \frac{N_B h_B}{K_B R} \cdot \gamma \varphi \quad \text{кг,}$$

$$G_H = \frac{N_H h_H}{K_H R} \gamma \varphi \quad \text{кг,}$$

где K – коэффициент, учитывающий влияние изгибающих моментов на массу колонн $K_B = 0,25 - 0,3$, $K_H = 0,4 - 0,5$

φ - конструктивный коэффициент, принимается равным для сплошных колонн $\varphi = 1.5 \div 1.6$ и для сквозных колонн $\varphi = 1.17 \div 1.9$

γ - объемная масса металла

N – наибольшее продольное усилие в сечении от расчетных вертикальных нагрузок, определяем отдельно для верхнего участка на уровне подкрановой ступени и для нижнего участка на уровне низа колонны.

Продольное усилие складывается из реакции стропильной фермы с учетом действия снеговой и крановой нагрузки (см. таб. 7).

4. Подкрановые балки.

Ориентировочно вес подкрановых балок из стали марки Ст.3 может быть принят по табл. 8. Для подкрановых балок выполняемых, из низколегированных сталей, эти значения должны быть умножены на коэффициент α , равный 0,86 для балок с пролетом 6 м и 0,88 для балок с пролетом 12 м.

Общая масса сооружения может быть представлена как сумма весов основных несущих и вспомогательных конструкций. К основным несущим конструкциям относятся колонны, стропильные и подстропильные фермы, подкрановые балки и прогоны, а также несущие конструкции покрытия из металла. К вспомогательным конструкциям относятся связи покрытия, связи по колоннам, элементы фахверка, переплеты, фонарные конструкции.

При вариантном проектировании масса вспомогательных конструкций может быть учтена строительным коэффициентом $\varphi_{В.К}$ в зависимости от массы основных конструкций:

$$G = \varphi_{ВК} \Sigma G_{ОК} П_{ОК},$$

где $G_{ОК}$ - масса основных конструкций;

$П_{ОК}$ - количество основных конструкций;

$\varphi_{ВК} = 1,1 - 1,5$.

Таблица 8

Ориентировочный вес подкрановых балок

Грузоподъемность крана, тс	Вес балки при пролете, тс	
	$l = 6 \text{ м}$	$l = 12 \text{ м}$
5	0,48	1,47
10	0,57	1,81
15	0,72	2,32
15/3	0,74	2,4
20/5	0,76	2,55
30/5	1,09	3,27
50/10	1,49	4,32

Если оба варианта выполнены из одной марки стали, после определения веса сооружения G для сравнения вариантов определяется относительный расход материала g на 1 м^2 перекрываемой площади F

$$g = \frac{G}{F} \text{ кг/см}^2.$$

Для приближенной оценки стоимости конструкций можно пользоваться оптовыми ценами на стальные конструкции.

Если в рассматриваемых вариантах основные несущие элементы выполняются из различных марок стали, то после определения масс основных элементов определяется их стоимость $C_{ОК}$ и затем стоимость материала, отнесенная к 1 м^2 перекрываемой площади: $C = \frac{\Sigma C_{ОК}}{F_K}$.

Результаты сравнения вариантов должны быть представлены в табличной форме (табл. 9).

Объем пояснительно-расчетной записки к вариантному проектированию должен составлять приблизительно 10 – 15 страниц.

Таблица 9

Результаты сравнения вариантов

Вариант	Перекрываемая площадь	Материал	Расход материала		Стоимость материала	
			Всего	На 1м ²	Всего	На 1м ²
I						
II						

Рекомендательный библиографический список

1. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1990. – 94 с.
2. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1985. – 95 с.
3. *Беленя Е. И.* Металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1985. – С. 255 – 391.
4. *Лихтарников Я. М.* Расчет стальных конструкций: Справ. пособие. – Киев: Будивельник, 1984. – 363 с.
5. *Кутухтин Е. Г.* Легкие металлические конструкции одноэтажных производственных зданий: Справ. проектировщика. – М.: Стройиздат, 1988. – 261 с.

Оглавление

Цель курсового проекта.....	3
1 Содержание и объем курсового проекта.....	3
1.1 Выбор вариантов.....	4
1.2 Генеральные (габаритные) размеры зданий.....	5
1.3 Выбор основной несущей системы.....	6
1.4 Выбор типа кровли.....	6
1.5 Выбор формы и размеров поперечных сечений элементов рамы.....	9
1.6 Выбор схемы стенового ограждения.....	14
1.7 Система связей.....	16
1.8 Техничко-экономическое сравнение вариантов.....	18
Рекомендательный библиографический список.....	23

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ
ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КОНСТРУКЦИЯМ

Составители

ПОПОВА Марина Владиславовна
АВДЕЕВ Сергей Николаевич

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой профессор В.Ю. Щуко

Редактор Р.С. Кузина
Корректор
Компьютерная вёрстка И.С. Жаров

ЛР № 020275. Подписано в печать

Формат 60×84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 100 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.