

УДК 624.014

Рецензенты: член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор Мордовского государственного университета В.П.Селяев;
кафедра "Конструкции зданий и сооружений" Тамбовского государственного университета (зав. кафедрой кандидат технических наук, доцент В.В. Леденев)

Кузин Н.Я. Проектирование и расчет стальных ферм покрытий промышленных зданий: Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 1998 – 184 с.

ISBN 5-87829-069-3

Рассматриваются актуальные вопросы проектирования и расчета металлических ферм с применением эффективных прокатных профилей

Учебное пособие подготовлено на кафедре металлических и деревянных конструкций и предназначено для использования студентами специальности 290300 "Промышленное и гражданское строительство" при выполнении курсового и дипломного проектирования.

ISBN 5-87829-069-3

© Издательство АСВ, 1998

© Пензенская государственная

архитектурно-строительная академия, 1998

© Н.Я.Кузин, 1998

Предисловие

Современное развитие строительства требует применения экономичных, легких, долговечных, эстетически выразительных, надежных строительных конструкций.

В определенной степени этому отвечают металлические конструкции. Они изготавливаются из относительно легкого, прочного, плотного материала – стали. Причем для различных видов конструкций или их наиболее нагруженных элементов могут применяться стали с высоким расчетным сопротивлением. К распространенным элементам строительных конструкций можно отнести металлические фермы.

Они применяются в промышленных, общественных зданиях и от их конструктивного решения зависят архитектурный вид здания, стоимость. Современный уровень производства прокатных профилей позволяет изготавливать такие поперечные сечения, которые лучше всего отвечают работе элементов ферм на сжатие, изгиб, растяжение, сжатие с изгибом, в результате ферма становится легче и дешевле.

Однако вопросы проектирования таких ферм имеют некоторую специфику. Она заключается в том, что необходимо учитывать ряд конструктивных особенностей, а именно: местную устойчивость труб и гнуто-сварных профилей, работу сварных швов в узлах ферм и фланцевых соединениях.

Для студентов, изучающих курс "Металлические конструкции", выполняющих расчеты и конструирование ферм, пособие будет полезным. В нем изложены основные расчетные положения по проектированию стальных ферм из одиночных, а также двух симметрично расположенных уголков, с поясами из широкополочных тавров, круглых труб, замкнутых гнутых профилей.

Для лучшего понимания проблемы при изучении раздела "Стропильные фермы" в пособии даны примеры расчета и некоторые чертежи, эскизы.

В этой связи практические навыки по проектированию и расчету металлических ферм являются важным условием профессиональной подготовки инженеров-строителей (специальность 290300 – "Промышленное и гражданское строительство").

Автор выражает признательность инженеру Комякову В.М., принимавшему активное участие в подготовке материалов к данному пособию.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Фермой называется стержневая конструкция, у которой концы стержней соединены в узлах и образуют статически неизменяемую систему. Фермы классифицируются по нескольким признакам:

- конструктивному решению,
- очертанию поясов,
- типу решетки,
- статической схеме,
- типу поперечных сечений.

По конструктивному признаку фермы делятся на легкие и тяжелые. К тяжелым фермам относятся решетчатые конструкции, работающие в тяжелых и особых условиях, например: фермы мостов, ангаров, кранов. Часто эти сооружения воспринимают динамические нагрузки, поэтому их проектируют клепаными или с узлами на высокопрочных болтах.

Наиболее распространенными в строительстве являются легкие фермы, конструкцию которых будем рассматривать ниже.

По очертанию поясов фермы делятся на трапециевидные, треугольные, параболические или сегментные, полигональные, фермы с параллельными поясами.

По типу решетки фермы подразделяются на треугольные, треугольные с дополнительными стойками, треугольные со шпренгелями, ромбические, крестовые.

Расчетная схема ферм может быть статически определимой и статически неопределимой, что обуславливает выбор конструкции опорного узла, которые бывают шарнирными и жесткими.

По типу поперечных сечений различают фермы из одиночных или двух симметрично расположенных уголков, труб, гнутосварных профилей, двутавров, тавров, швеллеров.

Фермы разделяются также на стропильные и подстропильные.

Конструкции покрытий из ферм в основном применяются:

при ширине пролетов зданий, м, – 15, 18, 24, 30, 36 и более;

при шаге стропильных ферм, м, – 4,6 или 12;

в зданиях однопролетных и многопролетных;

при опирании ферм на стальные или железобетонные колонны, кирпичные стены, подстропильные фермы.

в зданиях бесфонарных, с зенитными аэрационными или светоаэрационными фонарями;

в зданиях без перепадов или с перепадами высот пролетов;

в зданиях бескрановых, с подвесными или мостовыми кранами любых режимов работы;
в водоотводах с покрытиях неорганизованных и организованных;
в покрытиях зданий из стального профилированного настила, асбестоцементных или стальных волнистых листов, железобетонных плит, двух - или трехслойных панелей с эффективным утеплителем;
в производственных зданиях отапливаемых или неотапливаемых.

2. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОПИЛЬНЫХ И ПОДСТРОПИЛЬНЫХ ФЕРМ

Расчет ферм производится в соответствии с требованиями, изложенными в СНиП II-23-81* "Стальные конструкции", СНиП 2.01.07-85 "Нагрузки и воздействия".

Стропильные фермы рассчитываются на нагрузки, которые определяются для каждого конкретного случая индивидуально. На фермы могут действовать постоянные и временные нагрузки.

К постоянным нагрузкам относятся масса покрытия (кровли), собственная масса фермы с учетом массы связей, распорок, прогонов, фонарей.

Временные нагрузки – это масса технологического оборудования и трубопроводов, подвешенного транспорта, снеговая и ветровая нагрузки (иногда учитывается вес отложений производственной пыли).

При строительстве в сейсмически опасных зонах добавляются сейсмические воздействия.

Снеговая нагрузка определяется с использованием обязательного приложения 3 [24], в зависимости от конкретного профиля покрытия, наличия фонарей, количества пролетов, размера уклона кровли. При расчете ферм на снеговую нагрузку следует учитывать одностороннее загрузку, что является существенным для средних раскосов.

Ветровая нагрузка учитывается при уклоне кровли более 30°. При расчете ферм ветровая нагрузка на фонарь не принимается во

внимание, так как оказывает незначительное влияние. Часто в случае крепления стеновых панелей к опорной стойке ветровую нагрузку прикладывают к поясам фермы. Нагрузки вычисляются с учетом коэффициента надежности по назначению γ_n .

Если ферма жестко опирается на колонны, дополнительно учитывается изгибающий момент, который раскладывается на горизонтальные составляющие. Усилия от опорных моментов складываются с расчетными усилиями, если они догружают стержень.

Подстропильные фермы в большинстве случаев рассчитывают как разрезные свободно опертые конструкции с приложением нагрузки в узлах. Расчетная нагрузка на них состоит из опорного давления стропильных ферм, собственного веса конструкций. Пояса подстропильных ферм проверяют на восприятие ветровых нагрузок, приложенных в торце здания. При опирании кровли на верхний пояс подстропильной фермы учитывается вес покрытия.

Статический расчет ферм выполняется на ЭВМ или графическим построением диаграммы Максвелла-Кремоны для каждого вида загрузения отдельно, при этом делаются следующие допущения: стержни заменяются прямолинейными отрезками, пересекающимися в узлах с идеальным шарниром. В действительности же это соединение жесткое, и жесткость узлов учитывается для ферм из двутавровых, трубчатых и н-образных профилей, если соотношение высоты сечения стержня к его длине $h/l > 1/15$ при расчетной температуре наружного воздуха более -40°C и $h/l > 1/10$ при $t < -40^\circ\text{C}$. Несоотность соединения стержней принимается во внимание, если смещение осей превышает 1,5% высоты пояса.

Если нагрузка на пояса ферм действует как равномерно распределенная, то необходимо учесть действие изгибающих моментов, которые определяются так же, как у неразрезной балки:

– пролетный момент в крайней панели

$$M_{\text{пр},1} = \frac{ql_n^2}{10};$$

– пролетный момент в средней панели

$$M_{\text{пр},2} = \frac{ql_n^2}{12};$$

– момент над промежуточной опорой

$$M_{\text{уз}} = \frac{ql_n^2}{18}.$$

В случае примыкания к узлу панелей с неравными длинами момент в узле вычисляется по формуле

$$M_{уз} = \frac{q}{24} (l_1^2 + l_2^2),$$

где l_1 и l_2 – длины соседних панелей.

После определения расчетных усилий устанавливаются расчетные длины стержней ферм, которые определяются в соответствии с табл.1 (за исключением элементов перекрестной решетки).

Таблица 1
Расчетные длины стержней плоских ферм

Наименование сечения элемента и направление продольного изгиба	Расчетные длины l_{ef}		
	поясов	опорных рас- косов и опорных стоек	прочих элементов решетки
1	2	3	4
1. Фермы из парных уголков, тавров, двутавров			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,8l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	l_1
2. Фермы из одиночных уголков и фермы с прикреплением элементов решетки к поясам впритык			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,9l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,9l_1$
3. Фермы из гнуто-сварных прямоугольных труб			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,9l_2$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,9l_2$

Окончание табл. 1

1	2	3	4
4. Фермы из круглых труб с прикреплением элементов решетки к поясам впритык			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,85l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,85l_1$
— со сплющиванием одного или двух концов в разных плоскостях			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,9l_2$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,9l_2$
— со сплющиванием двух концов в одной плоскости			
а) в плоскости изгиба	l	l	$0,95l$
б) из плоскости изгиба	l_1	l_1	$0,95l_1$
5. Фермы из уголков, сваренных в виде трубы	l	l	$0,9l_2$ при $\beta \geq 0,7$
	l_1	l_1	$0,95l_2$ при $\beta \geq 0,7$

Примечание. l — геометрическая длина стержня в плоскости фермы; l_1 — расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы (рис.1); l_2 — геометрическая длина раскосов, определяемая в соответствии с рис.2; $\beta = \frac{b_d}{b_f}$; b_d — ширина раскоса; b_f — ширина пояса.

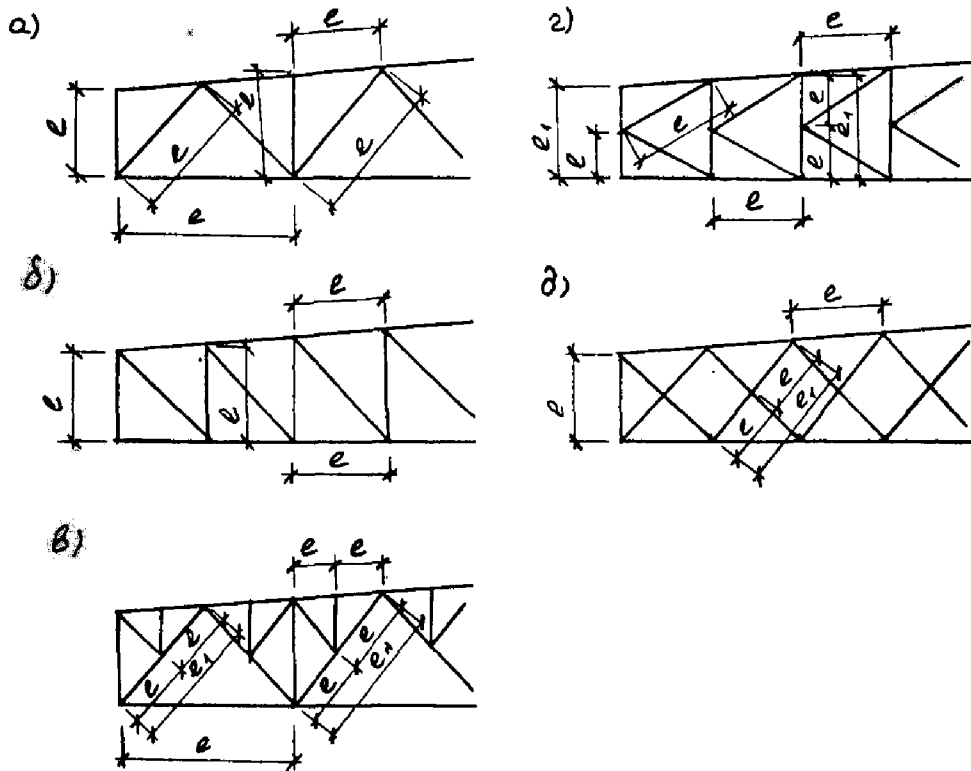


Рис.1. Геометрические схемы ферм с обозначением расчетных длин стержней:
 а - с треугольной решеткой; б - с раскосной решеткой; в - с треугольной решеткой и шпренгелем; г - с полураскосной треугольной решеткой; д - с перекрестной решеткой

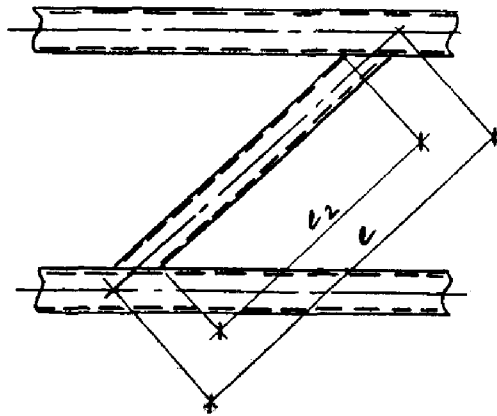


Рис.2. Определение расчетной длины раскоса из уголков, сваренных в трубу, или из гнотовсарных профилей

Для элементов перекрестной решетки, соединенных в узлах пересечения, расчетную длину определяют по табл.2.

Таблица 2

Расчетные длины стержней перекрестной решетки

Схема узлов пересечения перекрестной решетки и направления продольного изгиба	Расчетная длина l_{ef} при поддерживающем стержне, работающем на		
	растяжение	сжатие	неработающий
В плоскости фермы при любой конструкции узлов	l	l	l
Из плоскости фермы в случае:			
– если сечения элементов не прерываются	l	l_1	$0,7l_1$
– если сечение поддерживающего стержня прерывается и перекрывается фасонкой, а элемент, у которого определяется расчетная длина l_{ef}			
– не прерывается	$0,7l_1$	$1,4l_1$	l_1
– прерывается и перекрывается фасонкой	$0,7l_1$	-	-

Здесь значения l и l_1 определяются по рис.1.

Если на элемент действуют сжимающие силы, имеющие разные величины ($N_1 > N_2$), его расчетную длину из плоскости изгиба фермы вычисляют по формуле

$$l_{ef} = l_1 \left(0,75 + 0,25 \frac{N_2}{N_1} \right).$$

После определения расчетных длин производится подбор сечений стержней фермы. Различают четыре вида напряженного состояния элементов конструкции.

1. Центральнo-растянутые стержни.

Величину требуемой площади сечения находят по формуле

$$A_{тр} = \frac{N}{R_y \gamma_c}.$$

В случае, если рассчитываемый элемент имеет ослабление сечения (отверстия для болтов), принимают профиль с площадью

Металлолом

Первый научный сайт про металлы в Рунете

Большое спасибо за чтение ознакомительной версии контента с сайта “Металлолом”. Если вы заинтересованы в полной версии, пожалуйста - нажмите кнопку “Facebook” или “Twitter” и поделитесь своей находкой, чтоб остальным было легче найти наш сайт.

После этого вам нужно будет обновить страницу, где вы расшарили ссылку - и полный контент будет доступен вам для чтения онлайн прямо на сайте!

Если вы находите данный ресурс полезным - пожертвуйте, сколько можете

<https://secure.wayforpay.com/payment/mitalolom>



Важно!

Весь контент защищен авторскими правами и служит только для ознакомительных целей - например, когда вам нужно написать реферат или курсовую.

После прочтения и ознакомления, вам нужно будет удалить скачанный контент или оплатить издателю.