



Общество с ограниченной ответственностью

«Талдом-Профиль Комплект»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «Талдом-Профиль Комплект»



Цзю А. И.

«15» сентября 2009 г.

СИСТЕМА СТАЛДОМ ИЗ ЛСТК

Проектирование стропильных конструкций зданий по
технологии СТАЛДОМ

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 50186441-4.10-2009

Дата введения в действие – 15.09.2009 г

РАЗРАБОТАНО

ООО «Талдом-Профиль Комплект»

Московская обл.,
г. Талдом,
2009

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения настоящего стандарта организации регулируют ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения» и СТО 50186441-0.01-2006 «Порядок разработки, утверждения, обновления и отмены СТО. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»

Сведения о стандарте

- 1 РАЗРАБОТАН ООО «Талдом-Профиль Комплект»
- 2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Генерального директора ООО «Талдом-Профиль Комплект» № 51а от 15.09.2009 г.
- 3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт организации подготовлен в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» №184-ФЗ от 27 декабря 2002 г.

При подготовке стандарта СТО 50186441-4.10-2009 использованы: "Рекомендации по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации несущих стропильных конструкций ТАЛДОМ ПРОФИЛЬ® из тонкостенных стальных оцинкованных профилей", ЦНИИПСК им. Мельникова, Москва 2004 г.

В стандарте СТО 50186441-4.10-2009 приводятся правила проектирования конструкций стропильных конструкций зданий из холодноформованных профилей из оцинкованной стали.

Необходимость разработки стандарта обоснована тем, что система СТАЛДОМ® (Современная Технология Альтернативного Легкосборного ДОМостроения) из ЛСТК (Легких Стальных Тонкостенных Конструкций), базирующаяся на зарегистрированных товарных знаках, патентах и новых видах строительной продукции не нашла отражения в нормативных документах действующих в Российской Федерации.

СТО 50186441-4.10-2009 предназначен для:

- 1) заказчиков (например, для определения их специфических требований);*
- 2) проектировщиков, конструкторов и архитекторов;*
- 3) разработчиков нормативно-технической документации;*
- 4) заинтересованных специалистов.*

ООО «Талдом - Профиль Комплект», 2009

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ООО «Талдом - Профиль Комплект»

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10– 2009	Лист 2	Листов 66
--	----------------------------	-----------	--------------

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Пояснительная записка	
1. Область применения	4
2. Стропильная конструкция	5
3. Типы и расчетные характеристики профилей и их соединений	6
4. Основные положения расчета	15
4.1. Расчет элементов на осевые силы и изгиб	16
4.2. Расчетные длины и предельные гибкости элементов ферм из профилей	17
4.3. Проверка устойчивости стенок и полок изгибаемых и сжатых элементов	18
4.4. Расчет соединений профилей	20
5. Особенности проектирования конструкций из профилей	22
5.1. Расчетные нагрузки	22
5.2. Фермы покрытия	22
5.3. Балки, прогоны, элементы обрешетки	30
5.4. Опирающие стропильные конструкции на несущие стены	30
5.5. Узловые соединения	30
6. Связи и пространственная жесткость конструкций из профилей	42
7. Особенности проектирования стального каркаса из профилей для зданий в сейсмических районах	47
8. Основные требования к изготовлению, транспортированию и монтажу конструкций из профилей	48
8.1. Изготовление профилей и элементов конструкции	48
8.2. Транспортирование профилей и конструкций	48
8.3. Монтаж конструкций из профилей	48
9. Особенности эксплуатации стального каркаса из профилей	49
9.1. Коррозионная стойкость конструкций из профилей	49
9.2. Огнестойкость конструкций из профилей	49
9.3. Особенности эксплуатации стального каркаса из профилей	49
Примеры расчета	51

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящий стандарт содержит правила проектирования стропильных конструкций из холодноформованных профилей из оцинкованной стали, выполненных по технологии СТАЛДОМ®¹.

1.2. Конструкции разработаны для жилых, общественных, административно-бытовых и производственных зданий и сооружений со снеговой и ветровой нагрузкой для I-VI районов по СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», изменение №2, 2003 г.

1.3. Стропильные конструкции, разработанные в настоящем стандарте, могут применяться в зданиях до трех этажей, III, IV степени огнестойкости с классом конструктивной пожарной опасности С1. Предел огнестойкости открытых стропильных конструкций из холодноформованных профилей из оцинкованной стали - R15. Возможно повышение степени огнестойкости здания при выполнении дополнительных конструктивных решений.

1.4. Условия применения конструкций определяются с учетом указаний и ограничений следующих нормативных документов:

СНиП 2.08.01-89* «Жилые здания», изд. 2000 г.;

СНиП 2.08.02-89* «Общественные здания и сооружения», изменение №5, 2003 г.;

СНиП 2.09.04-87* «Административные и бытовые здания», изменение №3, 2002 г.;

СНиП 31-03-2001 «Производственные здания», изд. 2001 г.;

СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные», изд. 2004 г.;

СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения», изд. 2004 г.;

СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника», изменение №4, 1998 г.;

СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений», изменение №2, 2002 г.;

СНиП 23-01-99* «Строительная климатология», изменение №1, 2003 г.;

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», изд. 2004 г.;

СНиП II-23-81 «Стальные конструкции», изд. 1990 г.

1.5. Область применения конструкций и способы их защиты от коррозии принимаются в зависимости от степени агрессивности среды в соответствии со СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии», изменение №1, 1997 г., для несущих и ограждающих конструкций из оцинкованной стали.

1.6. Малый собственный вес конструкций делает их применение особенно целесообразным и эффективным в сейсмических районах.

Применение стропильных конструкций не рекомендуется:

- при динамических и вибрационных нагрузках с коэффициентом асимметрии цикла менее 0,7;

- при сейсмичности площадки строительства более 9 баллов.

^{*1} Поставщик продукции - ООО «Талдом-Профиль Комплект»,
141900, Московская обл., г. Талдом, Промышленный проезд, д.18,
тел/факс (49620) 6-16-71; (49620) 6-51-52; (495) 723-26-89.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		4	66

2. СТРОПИЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ.

2.1. Конструкции каркаса покрытия включают двускатные фермы пролетом до 15м, стропильные балки, прогоны, элементы фахверка, связей и обрешетки.

Все эти конструкции выполняются из гнутых профилей четырех типов поперечного сечения: шляпные, С-образные, Z-образные и П-образное. Высота профилей – от 25 до 300мм в зависимости от их назначения.

2.2. Профили изготавливают методом непрерывной прокатки на профилегибочных станах. Применение этих профилей в несущих и ограждающих конструкциях покрытия имеет ряд особенностей, связанных с тонкостенностью и формой сечения, работой соединений, коррозионной стойкостью и защитой от огня профилей.

Работа этих конструкций под нагрузкой имеет следующие особенности:

возможность потери местной устойчивости полок и стенок профилей при продольном сжатии, если соотношение их ширины и толщины превышает 60;

изгибаемые и сжатые профили несимметричного сечения работают с кручением;

сплошные профили обладают значительной теплопроводностью и могут быть «мостиками холода» в ограждающих конструкциях.

Для снижения теплопроводности гнутых профилей на их стенках в процессе прокатки выполняется перфорация в виде продольных просечек. Перфорированные профили (или так называемые «термопрофили») обладают пониженной теплопроводностью, сопоставимой с деревянными элементами такой же площади сечения благодаря увеличению пути прохождения теплового потока между полками профиля.

2.3. Материал конструкций каркаса

- сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий, группы ХП с толщиной цинкового покрытия первого и второго класса, нормальной разнотолщинности НР, нормальной точности и прокатки по толщине БТ и ширине БН, нормальной плоскостности с обрезкой кромкой О по ГОСТ 14918-80.

- прокат листовой горячеоцинкованных марок 220-350 с классом двустороннего покрытия 80-450 по ГОСТ Р 52246

- импортные тонколистовые оцинкованные стали отвечающие выше указанным требованиям по ГОСТ 14918-80 и ГОСТ Р 52246.

2.4. В качестве теплоизоляционного материала принимаются минераловатные плиты плотностью 15-35 кг/м³. Основные показатели плит даны в таблице 1.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование показателя	Един. измер.	Значение
1	Плотность	кг/м ³	15-35
2	Теплопроводность расчетная при 298ОК (л25)	Вт/(м.К)	Не более 0,040
3	Теплопроводность при условиях эксплуатации А, (лА)	Вт/(м.К)	Не более 0,044
4	То же , при условии эксплуатации Б, (лБ)	Вт/(м.К)	Не более 0,047

Плиты относятся к группе негорючих материалов по ГОСТ 30244-94.

2.5. Облицовку конструкций из профилей рекомендуется выполнять из трудногорючих (негорючих) материалов, например, цементно-стружечных, гипсокартонных или гипсоцементных плит толщиной не менее 12мм и других аналогичных материалов

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		5	66

3. ТИПЫ И РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФИЛЕЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1. Поперечные сечения профилей приводятся далее. Расчетные характеристики профилей приводятся в таблицах 2-6.

3.2. При определении расчетных характеристик профилей в табл. 2-12 учитывалось возможное снижение площади рабочего сечения профиля, его моментов инерции и сопротивления за счет местной потери устойчивости продольно сжатых полок или стенки профиля в пределах его упругой работы при сжатии и изгибе.

3.3. Редуцированная (уменьшенная) площадь сечения граней, потерявших местную устойчивость, определялась с учетом требования СНиП II-23-81, Еврокода 3 и ГОСТ 24045-94.

3.4. При определении расчетных характеристик «термопрофилей», перфорированная часть стенки исключалась из расчетной площади сечения.

3.5. Расчетные геометрические характеристики профилей при растяжении определяются для полного поперечного сечения.

3.6. Допуски на геометрические размеры профилей принимаются в соответствии с ТУ 5280-001-50186441-2008.

3.7. Основными метизами для расчетных соединений профилей между собой в стальных конструкциях являются самосверлящие самонарезающие винты диаметром от 4,2 до 6,3 мм, фирмы «SFS intec»*. Допускается применение самонарезающих винтов других фирм, технические характеристики которых не уступают техническим характеристикам самосверлящих самонарезающих винтов фирмы «SFS intec».

3.8. В монтажных стыках конструкций из профилей допускается применять болтовые, заклепочные и винтовые соединения.

3.9. Для крепления профилей к конструкциям из бетона, железобетона или кирпича рекомендуется использовать самоанкерующиеся болты БСР по ГОСТ 28778 или ГОСТ 24379.0 Диаметр болтов 10-12мм, длина – не менее 150мм.

3.10. Самосверлящие самонарезающие винты должны соответствовать требованиям DIN 7504, выполняться методом холодной высадки на автоматах с последующей накаткой резьбы и после закалки и отпуска иметь твердость на поверхности и в сердцевине не менее 560 и 270HV (по Викерсу) соответственно и временное сопротивление не менее 50 кН/см².

3.11. Винты и другие метизы для крепления профилей должны иметь цинковое или кадмиевое покрытие толщиной не менее 10 мкм.

3.12. Расчетные характеристики соединений профилей на самосверлящих самонарезающих винтах (ССВ) в зависимости от толщины соединяемых элементов приводятся в табл. 7 и 8.

Расчетные сопротивления одновинтового соединения профилей на выдергивание

Таблица 7

Диаметр винта, мм	Шаг нарезки винта, мм	Расчетное сопротивление (кгс) при толщине профилей (мм)		
		1,0	1,5	2,0
4,2	1,4	88	135	183
4,8	1,6	100	155	209
5,5	1,8	116	178	240
6,3	2,5	132	203	274

Расчетные сопротивления одновинтовых соединений профилей на срез (смятие)

Таблица 8

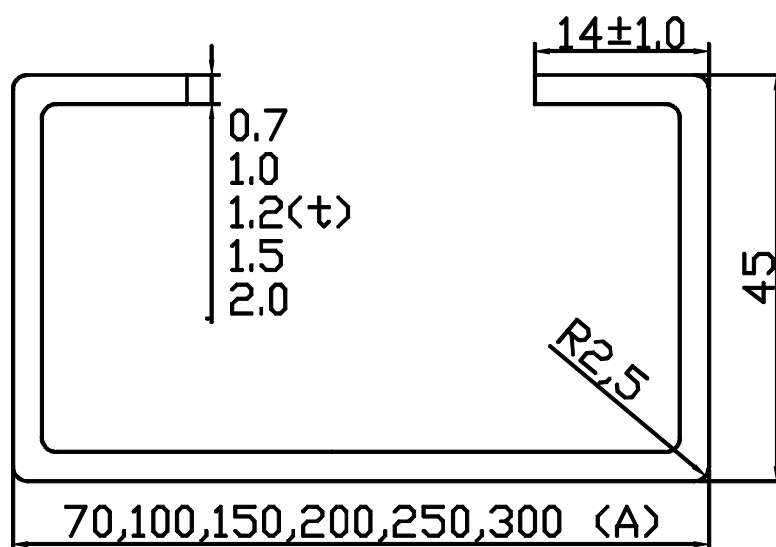
Диаметр винта, Мм	Расчетное сопротивление (кгс) при толщине профилей (мм)		
	1,0	1,5	2,0
4,2	180	240	300
4,8	190	260	364
5,5	205	280	520
6,3	225	300	650

Примечание: Значения в таблицах 13 и 14 приводятся для самонарезающих винтов, поставляемых фирмой «SFS intec».

*Винты фирмы «SFS intec».

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		6	66

а) Профили типа "S" – форма и размеры



б) Профили типа "Т" – форма и размеры

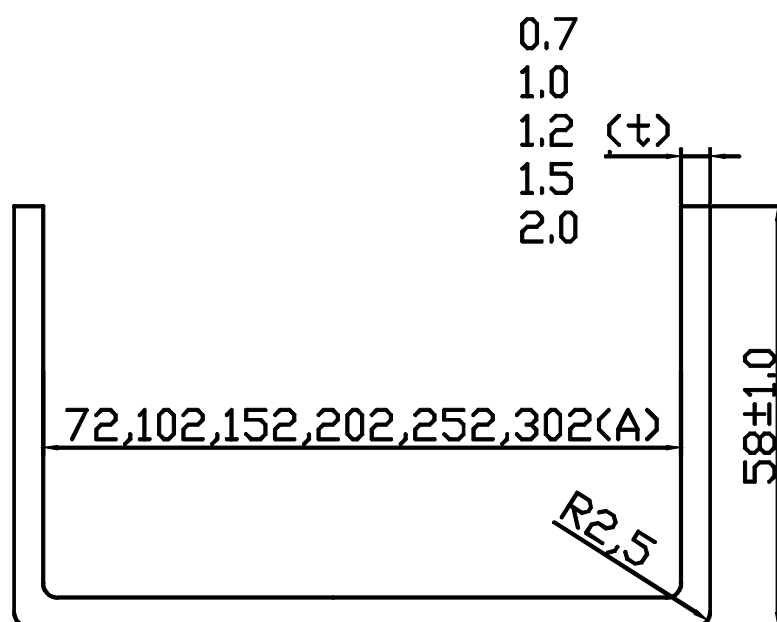


Рисунок 1 – Поперечные сечения профилей
 а-марки.А.С; б-марки.А.Т60

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		7	66

Таблица 2

Расчетные геометрические характеристики профилей марки А.С

Марка профиля	Высот а сечения А, мм	Толщин а профиля t, мм	Расчетная площадь сечения профиля при		Справочные величины для сечения профиля при изгибе относительно оси							Масса 1 п.м профиля, кг	Ширина заготовки профиля, мм
			растяжении А _г , см ²	сжати и А _{ef} , см ²	х - х			у - у					
					J _{ef,x} , см ⁴	W _{ef,x,mi} , см ³	i _x , см	J _{ef,y} , см ⁴	W _{ef,y,min} , см ³	i _y , см	Z _o , см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
70 S	70	0,55	1,03	0,48	8,4	1,77	2,86	2,5	0,94	1,56	2,35	0,86	188
		0,7	1,3	0,78	11	2	2,91	3,6	1,38	1,66	2,25	1,07	186
		1,0	1,84	1,48	16,1	4,3	2,96	5,7	2,36	1,76	2,08	1,49	184
		1,2	2,18	2,0	19,1	5,54	2,98	7,2	3,18	1,82	1,98	1,76	182
		1,5	2,7	2,6	24,1	6,89	2,99	9,0	4,6	1,83	1,85	2,17	180
		2,0	3,56	3,56	32,2	9,2	3,01	12,0	6,86	1,84	1,75	2,84	178
100 S	100	0,55	1,2	0,48	18,0	2,92	3,87	2,5	0,94	1,44	2,35	1,0	218
		0,7	1,51	0,78	24,6	4,06	4,04	3,6	1,38	1,54	2,25	1,25	216
		1,0	2,14	1,48	36,0	6,31	4,1	5,73	2,36	1,63	2,08	1,74	214
		1,2	2,54	2,0	43,2	8,64	4,12	7,3	3,2	1,69	1,98	2,06	212
		1,5	3,15	2,6	54,1	10,82	4,14	9,9	4,6	1,77	1,85	2,53	210
		2,0	4,16	3,56	72,1	14,42	4,16	13,6	7,53	1,81	1,66	3,33	208
150 S	150	0,55	1,47	0,48	46,6	5,21	5,63	2,5	0,94	1,3	2,35	1,23	268
		0,7	1,86	0,78	63,0	7,13	5,82	3,6	1,38	1,39	2,25	1,53	266
		1,0	2,64	1,48	91,6	11,61	5,89	5,7	2,36	1,47	2,08	2,14	264
		1,2	3,14	2,0	110,1	14,68	5,92	7,3	3,2	1,52	1,98	2,54	262
		1,5	3,9	2,6	137,6	18,35	5,94	9,9	4,6	1,59	1,85	3,13	260
		2,0	5,16	3,56	183,5	24,47	5,96	14,4	7,53	1,67	1,66	4,12	258
200 S	200	0,55	1,75	0,48	92,7	7,97	7,28	2,5	0,94	1,20	2,35	1,44	318
		0,7	2,21	0,78	124,5	10,8	7,5	3,6	1,38	1,28	2,25	1,83	316
		1,0	3,14	1,48	180,9	17,3	7,59	5,7	2,36	1,35	2,08	2,55	314
		1,2	3,74	2,0	217,0	21,7	7,62	7,3	3,2	1,40	1,98	3,03	312
		1,5	4,65	2,6	271,4	27,14	7,64	9,9	4,6	1,46	1,85	3,74	310
		2,0	6,16	3,56	361,5	36,15	7,66	14,4	7,53	1,53	1,66	4,93	308
250 S	250	0,55	2,02	0,48	159,6	11,19	8,89	2,5	0,94	1,11	2,35	1,69	368
		0,7	2,56	0,78	213,6	16,06	9,13	3,6	1,38	1,19	2,25	2,11	366
		1,0	3,64	1,48	309,8	23,83	9,23	5,7	2,36	1,25	2,08	2,96	364
		1,2	4,34	2,0	371,7	29,74	9,25	7,3	3,2	1,30	1,98	3,51	362
		1,5	5,4	2,6	464,7	37,18	9,28	9,9	4,6	1,35	1,85	4,34	360
		2,0	7,16	3,56	619,3	49,54	9,3	14,4	7,53	1,42	1,66	5,72	358
300 S	300	0,55	2,3	0,48	251,4	14,9	10,45	2,5	0,94	1,04	2,35	1,91	418
		0,7	2,91	0,78	334,6	19,91	10,72	3,6	1,38	1,11	2,25	2,4	416
		1,0	4,14	1,48	484,8	31,19	10,82	5,7	2,36	1,17	2,08	3,36	414
		1,2	4,94	2,0	581,7	38,78	10,85	7,3	3,2	1,22	1,98	3,99	412
		1,5	6,15	2,6	727,2	48,48	10,87	9,9	4,6	1,27	1,85	4,94	410
		2,0	8,16	3,56	969,6	64,64	10,9	14,4	7,53	1,33	1,66	6,52	408

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		8	66

Таблица 3

Расчетные геометрические характеристики профилей марки А.Т60

Марка профиля	Высот а сечения А, мм	Толщин а профиля t, мм	Расчетная площадь сечения профиля при		Справочные величины для сечения профиля при изгибе относительно оси							Масса 1 п.м профиля, кг	Ширина заготовки профиля, мм
			растяжении А _г , см ²	сжати и А _{ef} , см ²	х - х			у - у					
					J _{ef,x} , см ⁴	W _{ef,x,mi} n, см ³	i _x , см	J _{ef,y} , см ⁴	W _{ef,y,min} , см ³	i _y , см	Z _o , см		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
70 Т60	70	0,55	1,03	0,24	6,9	1,05	2,59	3,0	0,8	1,71	2,44	0,86	188
		0,7	1,3	0,39	9,5	1,45	2,7	4,1	1,04	1,78	2,34	1,07	186
		1,0	1,84	0,8	15,7	2,39	2,92	6,6	1,59	1,89	2,16	1,49	184
		1,2	2,18	1,15	20,2	3,11	3,04	8,3	1,95	1,95	2,05	1,76	182
		1,5	2,7	1,8	28	4,34	3,22	10,4	2,54	1,96	1,9	2,17	180
		2,0	3,56	3,0	41,7	6,77	3,42	13,8	3,46	1,97	1,81	2,84	178
100 Т60	100	0,55	1,1	0,24	16	1,82	3,65	3,0	0,8	1,58	2,44	1,0	218
		0,7	1,51	0,39	21,7	2,48	3,79	4,1	1,04	1,65	2,34	1,25	216
		1,0	2,14	0,8	34,8	3,96	4,03	6,6	1,59	1,76	2,16	1,74	214
		1,2	2,54	1,15	44,7	5,11	4,19	8,3	1,95	1,81	2,05	2,06	212
		1,5	3,15	1,8	60,8	7,0	4,39	11,3	2,54	1,89	1,91	2,53	210
		2,0	4,16	3,2	89,7	10,72	4,64	15,5	3,55	1,93	1,72	3,33	208
150 Т60	150	0,55	1,47	0,24	42,3	3,49	5,36	3,0	0,8	1,43	2,44	1,23	268
		0,7	1,86	0,39	56,6	4,66	5,52	4,1	1,04	1,48	2,34	1,53	266
		1,0	2,64	0,8	88,4	7,25	5,79	6,6	1,59	1,58	2,16	2,14	264
		1,2	3,14	1,15	110,1	9,0	5,92	8,3	1,95	1,63	2,05	2,54	262
		1,5	3,9	1,8	150,2	12,41	6,21	11,3	2,54	1,7	1,91	3,13	260
		2,0	5,16	3,2	218,4	18,55	6,51	16,4	3,55	1,78	1,72	4,12	258
200 Т60	200	0,55	1,75	0,24	85,2	5,6	6,98	3,0	0,8	1,31	2,44	1,44	318
		0,7	2,21	0,39	113,1	7,4	7,15	4,1	1,04	1,36	2,34	1,83	316
		1,0	3,14	0,8	174,2	11,35	7,45	6,6	1,59	1,45	2,16	2,55	314
		1,2	3,74	1,15	218,6	14,27	7,65	8,3	1,95	1,49	2,05	3,03	312
		1,5	4,65	1,8	290,4	19	7,9	11,3	2,54	1,56	1,91	3,74	310
		2,0	6,16	3,2	417,5	27,87	8,23	16,4	3,55	1,63	1,72	4,93	308
250 Т60	250	0,55	2,02	0,24	148	8,13	8,56	3,0	0,8	1,49	2,44	1,69	368
		0,7	2,56	0,39	195,3	10,68	8,73	4,1	1,04	1,27	2,34	2,11	366
		1,0	3,64	0,8	297,6	16,23	9,04	6,6	1,59	1,35	2,16	2,96	364
		1,2	4,34	1,15	371,4	20,25	9,25	8,3	1,95	1,38	2,05	3,51	362
		1,5	5,4	1,8	489,9	26,75	9,52	11,3	2,54	1,45	1,91	4,34	360
		2,0	7,16	3,2	699,3	38,83	9,88	16,4	3,55	1,51	1,72	5,72	358
300 Т60	300	0,55	2,3	0,24	234,1	11,08	10,09	3,0	0,8	1,14	2,44	1,91	418
		0,7	2,91	0,39	307,2	14,51	10,27	4,1	1,04	1,19	2,34	2,4	416
		1,0	4,14	0,8	464,7	21,88	10,59	6,6	1,59	1,26	2,16	3,36	414
		1,2	4,94	1,15	577,5	27,17	10,81	8,3	1,95	1,3	2,05	3,99	412
		1,5	6,15	1,8	757,7	35,68	11,1	11,3	2,54	1,36	1,91	4,94	410
		2,0	8,16	3,2	1075,7	51,36	11,48	16,4	3,55	1,42	1,72	6,52	408

Проектирование стропильных
конструкций

СТО 50186441–4.10–2009

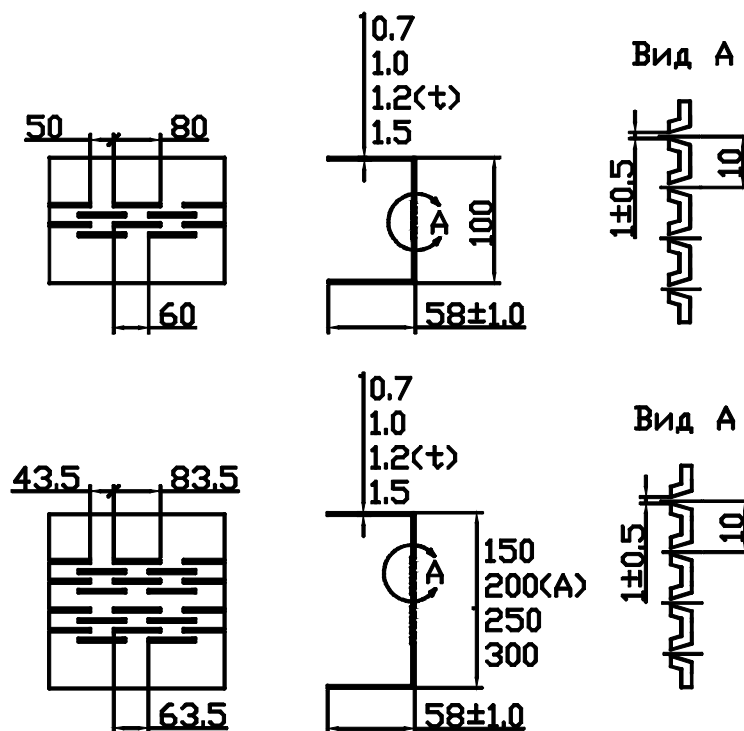
Лист

Листов

9

66

а) Профили типа 'Т' с перфорированной стенкой – форма и размеры



б) Профили типа 'S' с перфорированной стенкой – форма и размеры

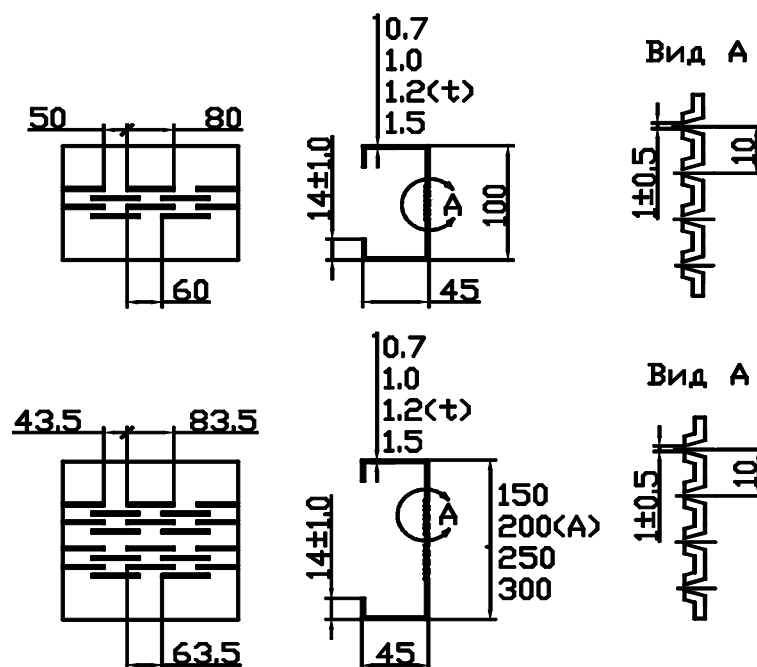


Рисунок 2 – Поперечные сечения термопрофилей
а – марки А.Т60Р б – А.SP

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		10	66

Таблица 4

Расчетные геометрические характеристики термопрофилей марки А.Т60 Р

Марка профиля	Высота сечения А, мм	Толщина профиля t, мм	Расчетная площадь сечения профиля при		Справочные величины для сечения профиля при изгибе относительно оси							Масса 1 п.м профиля, кг	Ширина заготовки профиля, мм
			растяжении А _г , см ²	сжатии А _{ef} , см ²	x - x			y - y					
					J _{ef,x} , см ⁴	W _{ef,x,min} , см ³	i _x , см	J _{ef,y} , см ⁴	W _{ef,y,min} , см ³	i _y , см	Z _o , см		
100 Т60 Р	100	0,7	0,95	0,39	14,1	1,56	3,85	3,24	0,98	2,2	2,49	1,25	216
		1,0	1,33	0,8	24,1	2,83	4,26	4,6	1,39	1,86	2,49	1,74	214
		1,2	1,57	1,15	31,6	3,86	4,49	5,6	1,69	1,89	2,49	2,06	212
		1,5	1,94	1,8	44,0	5,72	4,76	6,9	2,08	1,89	2,49	2,53	210
150 Т60 Р	150	0,7	1,3	0,39	44,1	4,02	5,82	4,09	1,04	1,77	2,34	1,53	266
		1,0	1,83	0,8	70,4	6,58	6,2	6,58	1,58	1,9	2,16	2,14	264
		1,2	2,17	1,15	90	8,56	6,44	8,26	1,95	1,95	2,05	2,54	262
		1,5	2,69	1,8	121,7	12,0	6,73	10,34	2,54	1,96	1,91	3,13	260
200 Т60 Р	200	0,7	1,65	0,39	94,1	7,06	7,55	4,09	1,04	1,57	2,34	1,83	316
		1,0	2,33	0,8	146,4	11,14	7,93	6,59	1,58	1,68	2,16	2,56	314
		1,2	2,77	1,15	184,8	14,22	8,17	8,4	1,95	1,73	2,05	3,03	312
		1,5	3,44	1,8	246,8	19,36	9,44	11,28	2,54	1,81	1,91	3,74	310
250 Т60 Р	250	0,7	2,0	0,39	167	10,69	9,14	4,09	1,04	1,43	2,34	2,1	366
		1,0	2,83	0,8	258,5	16,54	9,56	6,59	1,58	1,53	2,16	2,96	364
		1,2	3,37	1,15	323,8	20,87	9,8	8,4	1,95	1,58	2,05	3,51	362
		1,5	4,19	1,8	428,8	28,0	10,12	11,28	2,54	1,64	1,91	4,34	360
300 Т60 Р	300	0,7	2,35	0,39	271,6	14,9	10,75	4,09	1,04	1,32	2,34	2,4	416
		1,0	3,33	0,8	412,8	22,77	11,13	6,59	1,58	1,41	2,16	3,36	414
		1,2	3,97	1,15	514,4	28,5	11,38	8,4	1,95	1,44	2,05	3,99	412
		1,5	4,94	1,8	693,1	37,83	11,84	11,28	2,54	1,51	1,91	4,94	410

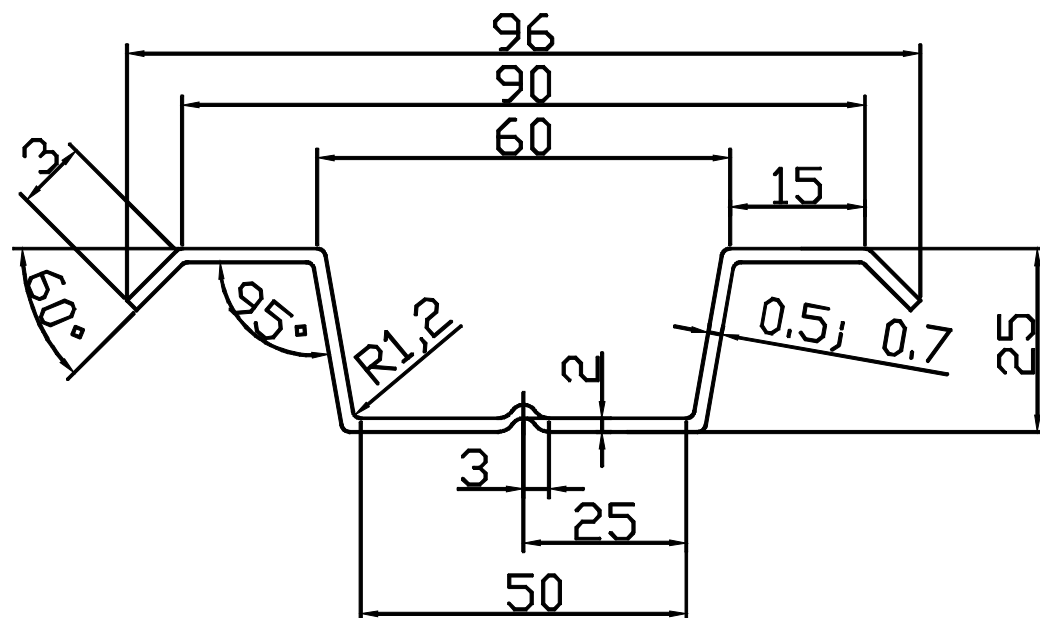
Таблица 5

Расчетные геометрические характеристики термопрофилей марки A.S P

Марка профиля	Высота сечения А, мм	Толщина профиля t, мм	Расчетная площадь сечения профиля при		Справочные величины для сечения профиля при изгибе относительно оси							Масса 1 п.м профиля, кг	Ширина заготовки профиля, мм
			растяжении А _г , см ²	сжатии А _{еф} , см ²	х - х			у - у					
					J _{еф,х} , см ⁴	W _{еф,х, min} , см ³	i _х , см	J _{еф,у} , см ⁴	W _{еф,у, min} , см ³	i _у , см	Z _о , см		
100 S P	100	0,7	0,95	0,72	21,6	3,27	4,77	2,71	1,13	1,69	2,1	1,25	216
		1,0	1,33	1,27	31,6	5,84	4,87	3,87	1,61	1,71	2,1	1,74	214
		1,2	1,57	1,57	37,9	7,58	4,91	4,64	1,93	1,72	2,1	2,06	212
		1,5	1,94	1,94	47,4	9,48	4,94	5,81	2,42	1,73	2,1	2,53	210
150 S P	150	0,7	1,3	0,78	59,9	6,51	6,79	3,5	1,36	1,64	2,25	1,53	266
		1,0	1,83	1,48	87,3	10,95	6,91	5,68	2,03	1,76	2,08	2,14	264
		1,2	2,17	2,06	104,7	13,96	6,95	7,17	2,5	1,82	1,98	2,54	262
		1,5	2,69	2,67	130,9	17,45	6,98	8,96	3,22	1,83	1,85	3,13	260
200 S P	200	0,7	1,65	0,78	121,5	10,29	8,58	3,5	1,36	1,46	2,25	1,83	316
		1,0	2,33	1,48	176,5	16,76	8,7	5,69	2,03	1,56	2,08	2,56	314
		1,2	2,77	2,06	211,8	21,18	8,74	7,28	2,5	1,62	1,98	3,03	312
		1,5	3,44	2,67	264,9	26,49	8,78	9,85	3,22	1,69	1,85	3,74	310
250 S P	250	0,7	2,0	0,78	210,4	14,6	10,26	3,5	1,36	1,32	2,25	2,1	366
		1,0	2,83	1,48	305,3	23,38	10,39	5,69	2,03	1,42	2,08	2,96	364
		1,2	3,37	2,06	366,5	29,32	10,43	7,28	2,5	1,47	1,98	3,51	362
		1,5	4,19	2,67	458,1	36,66	10,46	9,85	3,22	1,53	1,85	4,34	360
300 S P	300	0,7	2,35	0,78	331,4	19,49	11,88	3,5	1,36	1,22	2,25	2,4	416
		1,0	3,33	1,48	480,3	30,79	12,0	5,69	2,03	1,31	2,08	3,36	414
		1,2	3,97	2,06	576,4	38,43	12,05	7,28	2,5	1,35	1,98	3,99	412
		1,5	4,94	2,67	720,5	48,0	12,08	9,85	3,22	1,41	1,85	4,94	410

Профили типа "F" – форма и размеры

а)



б)

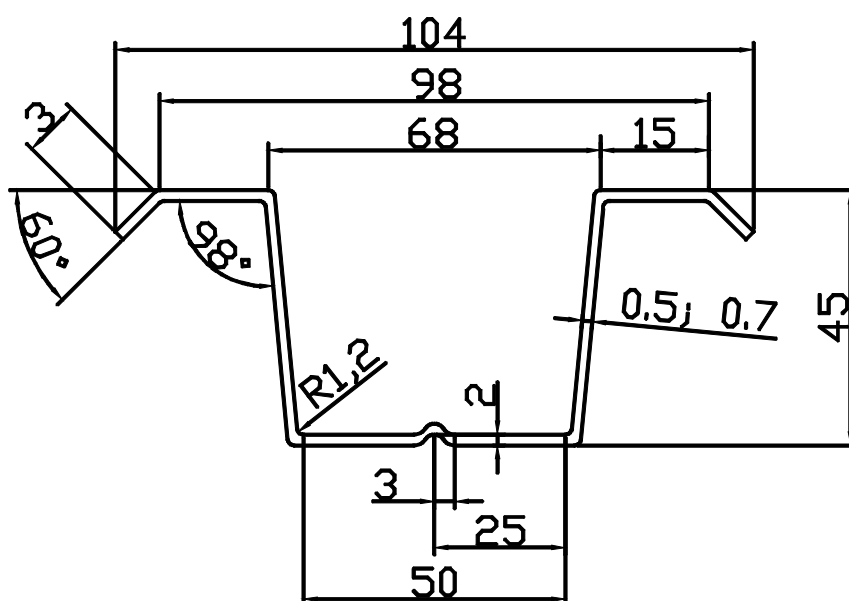


Рисунок 3 – Поперечные сечения профилей
а-марки F 25; б-марки F 45

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441– 4.10–2009	Лист	Листов
		13	67

Таблица 6

характеристики профилей марки F 45, F 25 Расчетные геометрические

Марка профиля	Высота сечения Н мм	Толщина сечения t мм	Площадь сечения F_p см ²	Масса 1м длины кг	Расчетные справочные величины для профилей при изгибе							Ширина заготовки мм
					момент инерции I_x см ⁴	момент сопротивления W_x см ³	момент инерции I_y см ⁴	момент сопротивления W_y см ³	радиус инерции r_x см	радиус инерции r_y см	Z_0 см	
F45-7	45	0,7	1,23	1,01	3,78	1,40	11,35	1,95	1,75	3,04	2,43	175
F 25-7	25	0,7	0,94	0,78	0,93	0,63	7,88	1,65	0,99	2,90	1,38	134
F 45-5	45	0,5	0,88	0,74	2,42	0,86	7,89	1,38	1,66	2,99	2,43	175
F 25-5	25	0,5	0,67	0,57	0,59	0,37	5,63	1,15	0,94	2,90	1,38	134

Примечания:

1. Расчетные характеристики определены с учетом редуционных коэффициентов для сжатых граней профиля.
2. Ширина заготовки профилей рассчитана без учета вытяжки стали при профилировании.
3. Толщины в скобках даны для расчета профилей.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		14	66

4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА

4.1. Расчет элементов на осевые силы и изгиб

4.1.1. Расчет на прочность элементов из профилей на центральное растяжение или сжатие N следует выполнять по формуле:

- при растяжении
$$\frac{N}{F_p} \leq R_y \gamma_c$$
- при сжатии
$$\frac{N}{F_c} \leq R_y \gamma_c$$

где $\gamma_c=0,75$ – коэффициент условий работы;

F_p – полная площадь сечения профиля;

F_c – редуцированная площадь сечения профиля по табл.2-12.

4.1.2. Расчет на устойчивость элементов, подверженных центральному сжатию силой N , следует выполнять по формуле:

$$\frac{N}{\varphi F_c} \leq R_y \gamma_c$$

Значения φ следует определять в зависимости от гибкости.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{r_{\min}} \text{ по табл. 72 СНиП II-23-81, где } l_{ef} - \text{расчетная длина;}$$

$r_{\min}$ – минимальный радиус инерции сечения по табл. 2-12.

4.1.3. Сжатые элементы из одиночного профиля рекомендуется укреплять планками или решеткой.

При отсутствии планок или решетки такие элементы помимо расчета на устойчивость следует проверять с учетом изгибно-крутильной формы потери устойчивости в соответствии с п.5.5 СНиП II-23-81.

4.1.4. Для составных сжатых элементов, ветви которых из профилей соединены планками или решетками, гибкость отдельных ветвей должна быть не более 30 между планками или 60 между узлами решетки.

4.1.5. Расчет составных элементов из профилей, соединенных вплотную или через прокладки, следует выполнять как сплошностенчатых при условии, что расстояния между соединениями профилей между собой не превышают 300мм для сжатых элементов и 500мм для растянутых.

4.1.6. Расчет соединительных планок и решеток составных элементов должен выполняться согласно п.п.5.8.-5.10 СНиП II-23-81.

4.1.7. Расчет на прочность элементов из одиночных профилей, изгибаемых в одной из главных плоскостей, следует выполнять по формуле

$$\frac{M}{W_{\min}} \leq 0,8 R_y$$

где $W_{\min}$ – момент инерции соответствующего профиля по табл. 2-12.

4.1.8. В местах приложения сосредоточенной нагрузки к сжатой полке, а также в опорных сечениях несущего элемента стенку рекомендуется укреплять

ребрами жесткости и не рассчитывать ее прочность. В этих местах перфорированную стенку следует укреплять обязательно.

4.1.9. Расчет на устойчивость балок двутаврового сечения из спаренных профилей, изгибаемых в плоскости стенки, следует выполнять по формуле

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		15	66

$$\frac{M}{\varphi_B W_c} \leq 0,8 R_y$$

где W_c - следует определять для сжатого пояса, но не более, чем для ширины равной 40 t.

φ_B - коэффициент, определяемый по приложению 7 СНиП II-23-81.

4.1.4. Расчет на устойчивость балок швеллерного и С-образного сечения следует выполнять как для балок двутаврового сечения в зависимости от параметра α и коэффициента φ_1 , принимая моменты инерции сечения по табл. 2-12.

$$\alpha = 1,54 \frac{I_t}{I_y} \left(\frac{l_{ef}}{h} \right)^2$$

$$I_t = 0,37 \sum b_{pi} t^3$$

$$\varphi_1 = 0,7 \psi \frac{I_y}{I_x} \left(\frac{h}{l_{ef}} \right)^2 \frac{E}{R_y}$$

где l_{ef} и h - расчетная длина и высота сечения балки;

b_{pi} - расчетная ширина каждой грани сечения балки.

Значения ψ принимаются по табл. 77 и 78 по СНиП II-23-81 в зависимости от характера нагрузки и параметра α .

Значение коэффициента φ_B необходимо принимать

- при $\varphi_1 \leq 0,85$ $\varphi_B = \varphi_1$
- при $\varphi_1 > 0,85$ $\varphi_B = 0,68 + 0,21 \varphi_1$, но не более 1,0.

4.1.5. Устойчивость балок не требуется проверять при передаче нагрузки через сплошной деревянный или металлический настил, непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный. Закрепление сжатого пояса в горизонтальной плоскости должно быть рассчитано на фактическую поперечную силу. Связи в плоскости растянутых полок профилей рекомендуется выполнять в соответствии с разделом 6.

4.1.6. Расчет на прочность элементов, изгибаемых в двух главных плоскостях, следует выполнять по формуле

$$\frac{M_x}{I_x} y \pm \frac{M_y}{I_y} x \leq 0,8 R_y$$

где x и y - координаты рассматриваемой точки сечения относительно главных осей;

I_x и I_y - моменты инерции профилей по табл. 2-12.

4.1.7. Для стенок балок должны выполняться следующие условия:

$$\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 0,9 R_y$$

$$\tau_{xy} \leq 0,8 R_s$$

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		16	66

где
$$\tau_{xy} = \frac{QS}{I_x t}$$

4.1.8. Расчет на прочность внецентренно - сжатых и сжато изгибаемых элементов выполнять не требуется при значении приведенного эксцентриситета $m_{ef} \leq 20$.

В прочих случаях расчет следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{F_c} \pm \frac{M_x}{I_x} y \pm \frac{M_y}{I_y} x \leq 0,75 R_y$$

4.1.9. Расчет на устойчивость внецентренно-сжатых и сжато-изогнутых элементов из профилей выполняется в плоскости действия момента по формуле:

$$\frac{N}{\varphi_e \sum F_c} \leq R_y \gamma_c$$

где F_c – редуцированная площадь профиля.

Коэффициент φ_e определяется как для сплошностенчатых стержней по табл. 74 СНиП II-23-81 в зависимости от условной гибкости $\bar{\lambda}$ и приведенного относительного эксцентриситета m_{ef} определяемого по формуле:

$$m_{ef} = \eta m$$

где
$$\eta = (1,9 - 0,1m) - 0,02(6 - m)\bar{\lambda}$$

при $0,1 \leq m \leq 5$ и $0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$

$$m = \frac{eF_c}{W_x}$$

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

(здесь e – эксцентриситет).

4.2. Расчетные длины и предельные гибкости элементов ферм из профилей.

4.2.1. Расчетные длины l_{ef} элементов ферм и связей из профилей следует принимать по табл.15.

Табл. 15

Наименование продольного изгиба	Расчетная длина l_{ef}		
	Поясов	Опорных стоек	Прочих элементов решетки
1. В плоскости фермы	I	I	0,9I
2. В направлении перпендикулярном плоскости фермы (из плоскости фермы)	I ₁	I ₁	I ₁

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		17	66

4.2.2. Обозначения, принятые в табл. 15:

- l – геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов) в плоскости фермы;
- l_1 – расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы.

4.2.3. Гибкости сжатых элементов не должны превышать значений приведенных в табл. 16. Гибкости растянуты элементов не должны превышать значений, приведенных в табл. 17.

Табл. 16

Элементы конструкций	Предельная гибкость сжатых элементов
1. Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции в плоских фермах	120
2. Элементы плоских ферм, кроме указанных в п.1	150
3. Верхние пояса ферм, незакрепленные в процессе монтажа (предельную гибкость после завершения монтажа следует принимать по п.1)	180
4. Элементы связей	200

Табл. 17

Элементы конструкций	Предельная гибкость растянутых элементов
1. Пояса и опорные раскосы плоских ферм, жесткие затяжки стропил	350
2. Элементы ферм и балок, кроме указанных в п.1	400
3. Элементы связей	400

4.3. Проверка устойчивости стенок и полок изгибаемых и сжатых элементов

4.3.1. Стенки изгибаемых элементов для обеспечения их устойчивости следует укреплять поперечными ребрами, поставленными на всю высоту стенки.

Расстояние между поперечными ребрами не должно превышать $3h_{ef}$, где h_{ef} – расстояние между краями выкружек стенки профиля.

4.3.2. Расчет на устойчивость стенок изгибаемых элементов двутаврового сечения из спаренных швеллеров, укрепленных поперечными ребрами жесткости, при отсутствии местного напряжения и условной гибкости $\bar{\lambda} \leq 6$

следует выполнять по формуле:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 0,8$$

где

$$\sigma_{cr} = \frac{30R_y}{\lambda^2}$$

$$\tau_{cr} = 0,8R_s = 154 \text{ МПа}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{R_y}{F}}$$

4.3.3. Расчет на устойчивость стенок изгибаемых элементов (кроме перфорированных профилей), не укрепленных поперечными ребрами, под местной нагрузкой или на опорах, следует выполнять по формуле:

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_o} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{cr}} \right) \leq 0,8$$

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		18	66

где σ – нормальное напряжение от изгиба;

$\sigma_{loc} = \frac{2B_o}{tz}$ – местное напряжение от местной нагрузки или опорной реакции;

B_o – сосредоточенная сила или опорная реакция на одну стенку элемента;

z – ширина расчетного участка стенки элемента, но не более $1,5h_{ef}$.

$$\sigma_o = k_o k_{o1} \left(\frac{1000t}{h_{ef}} \right)^2, \text{ МПа}$$

k_o – коэффициент, определяемый по табл. 18.

Табл. 18

Марка профиля	Толщина стали, мм	A	K_o
100T60, 100S1	1,0	21,6	1,63
100T60, 100S1	1,5	25,9	
150S1	1,0	17,1	0,28
	1,5	20,5	
	2,0	25,7	
200S1	1,0	12,7	0,21
	1,5	14,6	
	2,0	17,5	
250S1	1,5	12,6	0,11
	2,0	15,2	
300S1	1,5	10,7	0,06
	2,0	12,8	

K_{o1} – коэффициент, определяемый по формуле:

$$k_{o1} = 0,9 - 0,2 \frac{z}{h_{ef}} \left(1 - 2,45 \frac{z}{h_{ef}} \right)$$

$$\sigma_{cr} = Ak \sqrt{R_y}$$

где R_y – в МПа;

A – коэффициент, определяемый по табл. 18.

k – коэффициент, определяемый по табл. 19 в зависимости от ширины «В» грузовой площади или опоры элемента.

Табл. 19

В, мм	40	60	80	120	160	200	220
K	0,192	0,161	0,141	0,118	0,104	0,094	0,089

В интервале между значениями, приведенными в таблице 19, коэффициент K определяется линейной интерполяцией.

Если $\frac{z}{h_{ef}} \leq 0,9$ или $\frac{\sigma_{loc}}{\sigma} < 0,4$, то принимается $K_{o1}=1,0$.

4.3.4. Расчетную ширину сжатых полок b_{ef} при проверке устойчивости следует принимать равной расстоянию от края выкружки стенки до края полки или выкружки окаймляющего ребра при условии, что

$$\overline{\lambda_p} \leq 0,673$$

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		19	66

где
$$\overline{\lambda_p} = 1,052 \frac{b_{ef}}{t} \sqrt{\frac{\sigma_{\max}}{Ek_1}}$$

$\sigma_{\max}$ – максимальное напряжение в полке;

K_1 – коэффициент, зависящий от граничных условий на продольных краях полки;

$K_1=4$ – для полок с окаймляющим ребром, высотой не менее $0,3b_{ef}$.

4.3.5. При $\overline{\lambda_p} > 0,673$ расчетную ширину сжатых полок и стенок следует определять с учетом местной потери устойчивости по формуле:

$$b_{ef1} = \rho b_{ef}$$

где ρ – редуцированный коэффициент равный

$$\rho = 1 \quad \text{при} \quad \overline{\lambda_p} \leq 0,673$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\overline{\lambda_p}}}{\overline{\lambda_p}} \quad \text{при} \quad \overline{\lambda_p} > 0,673$$

Приведенные геометрические характеристики профилей при сжатии и изгибе в табл. 2-12 определены с учетом рекомендации в пп.4.3.5 и 4.3.4.

4.4. Расчет соединений профилей

4.4.1. В винтовых соединениях профилей при действии продольной силы N , проходящей через центр тяжести соединения, распределение этой силы между метизами крепления следует принимать равномерным.

4.4.2. Соединения профилей на самосверлящих самонарезающих винтах (ССВ) рассчитываются на срез, продавливание и выдергивание (отрыв).

4.4.3. Предельное срезающее усилие N_s , которое может быть воспринято одним винтом ССВ, рекомендуется определять по формуле

$$N_s = 0,8 \alpha R_u d t$$

где $\alpha = 3,2 \sqrt{\frac{t}{d}}$

t и d – толщина более тонкого из соединяемых профилей и диаметр винта;

R_u – расчетное сопротивление стали профиля.

4.4.4. Предельное усилие N_p , которое может быть воспринято одним винтом ССВ, при растяжении, рекомендуется определять по формулам:

на продавливание

- при статической нагрузке $N_{pc} = 0,8 d_{ш} t R_u$
- при повторной (ветровой) нагрузке $N_{pn} = 0,4 d_{ш} t R_u$

при выдергивании (отрыв)

$$N_{pB} = 0,5 d_{ш} t R_u$$

где t_1 – толщина более толстого из соединяемых профилей;

$d_{ш}$ – диаметр пресс-шайбы винта.

4.4.5. Количество n винтов в соединении при действии продольной силы N следует определять по формуле

$$n \geq \frac{N}{0,8 N_{\min}}$$

где $N_{\min}$ – меньшее из значений расчетного усилия для одного винта, вычисленных по п.п. 4.4.3 и .

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		20	66

4.4.6. При действии на соединение момента, вызывающего сдвиг соединяемых профилей, распределение усилия на винты следует принимать пропорционально расстоянию от центра тяжести соединения до рассматриваемого винта.

4.4.7. Винты, работающие одновременно на срез и растяжение, следует проверять отдельно на срез и растяжение.

4.4.8. В креплениях одного профиля к другому через фасонки, прокладки или другие промежуточные элементы, а также в креплениях с односторонней накладкой, количество винтов должно быть увеличено на 15% по сравнению с расчетным.

4.4.9. Шаг винтов, соединяющих профили в единый элемент, определяется по условной поперечной силе Q_y , принимаемой постоянной по всей длине элемента и определяемой по формуле:

$$Q_y = 7,15 \times 10^{-6} \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{N}{\varphi}$$

Сдвигающее усилие на 1см длины элемента равно

$$T = \frac{QS_{\Pi}}{I_X}$$

где S_{Π} – статический момент профиля относительно нейтральной оси X-X сечения сжатого элемента.

Шаг винтов, соединяющих профили, равен

$$a \leq \frac{[N]_{\text{в}}}{T} 0,8$$

где $[N]_{\text{в}}$ – предельное допустимое усилие на один винт по срезу или смятию (см. табл.13, 14 или результаты расчета по п.п. 4.4.3 или 4.4.4).

4.4.10. Прочность соединений элементов из профилей с опорами при совместном действии среза и растяжения (отрыва) проверяется по формуле:

$$\left(\frac{\sqrt{N_x^2 + N_y^2}}{[N_1]} \right)^2 + \left(\frac{P}{[P_1]} \right)^2 \leq 1$$

где N_x и N_y – расчетные срезающие усилия на один винт, направленные параллельно главным осям поперечного сечения;

P – расчетное растягивающее (отрывающее) усилие на один винт;

$[N_1]$ и $[P_1]$ – допускаемые усилия на один винт при срезе и растяжении соответственно.

4.4.11. Прочность соединений элементов из профилей на опорах проверяется по формуле:

$$N \leq mn[N_1]$$

где m – коэффициент условия работы, равный:

$m = 0,8$ – для соединений на самонарезающих винтах.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		21	66

5. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПРОФИЛЕЙ

5.1. Расчетные нагрузки

5.1.1. При проектировании конструкций из профилей следует учитывать следующие нагрузки, возникающие при возведении и эксплуатации зданий и сооружений, в соответствии со СНиП 2.01.07-85:

- снеговые для I-VI снеговых районов;
- ветровые для I-VI ветровых районов;
- сейсмические;
- вес конструкций;
- нагрузки от оборудования, людей, складываемых материалов и изделий.

5.1.2. При расчете конструкций для условий возведения зданий и сооружений расчетные значения снеговых и ветровых нагрузок следует снижать на 20%.

5.1.3. Расчетные снеговые нагрузки следует принимать в соответствии с изменением №2 к СНиП 2.01.07-85 от 01.07.2003г.

5.1.4. При расчете элементов несущих конструкций необходимо учитывать варианты с повышенными местными снеговыми нагрузками в соответствии с обязательным приложением 3, СНиП 2.01.07-85.

В тех случаях, когда более неблагоприятные условия работы элементов конструкций возникают при частичном загрузении, следует рассматривать схемы со снеговой нагрузкой, действующей на половине или четверти пролета.

5.1.5. При определении расчетной ветровой нагрузки для конструкций зданий высотой до 36м пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

При расчете элементов конструкций и их креплений в углах здания и по внешнему контуру покрытия следует учитывать местное отрицательное давление ветра с аэродинамическим коэффициентом $C_e = -2$, распределенное вдоль поверхностей на ширину 1,5м.

5.1.6. При расчете прогиба и перемещений конструкций из профилей следует учитывать следующие требования:

- конструктивные (обеспечение целостности примыкающих друг к другу элементов и их стыков, обеспечение заданных уклонов);
- физиологические (предотвращение вредных воздействий и ощущений дискомфорта при колебаниях, связанных с «зыбкостью»);
- обеспечение благоприятных впечатлений от внешнего вида конструкций;
- нормативная снеговая нагрузка составляет 70% от расчетной.

Каждое из указанных требований должно быть выполнено при расчете независимо от других.

5.1.7. Для элементов конструкций, предельные прогибы и перемещения которых не указаны в СНиП 2.01.07-85, вертикальные и горизонтальные прогибы и перемещения не должны превышать

$$\frac{1}{150} \text{ пролета и } \frac{1}{75} \text{ вылета консоли.}$$

5.2. Фермы покрытия

5.2.1. Профили с высотой стенки от 70 до 200мм рекомендуется использовать для изготовления следующих типов двускатных ферм с раскосной решеткой:

- треугольных (рис. 21-24);
- трапециевидных;
- с параллельными поясами (рис. 25).

5.2.2. Пролет двускатных ферм рекомендуется принимать от 6 до 15м.

5.2.3. Фермы рекомендуется выполнять симметричными относительно вертикальной плоскости с прикреплением элементов решетки к поясам двумя полками (рис. 26).

Пояса ферм выполняются из одиночных профилей (рис. 26а), парных профилей (рис. 26б) или в усиленном варианте, включающем парные профили с одиночным профилем между ними (рис. 26в).

Решетку рекомендуется выполнять из одиночных или спаренных профилей С-образного сечения марок S1.

Варианты узлов и сечения поясов и элементов решетки ферм приводятся на рис. 27-31.

5.2.4. Несмотря на то, что в узлах ферм из профилей имеются эксцентриситеты, пояса и элементы решетки допускается рассчитывать без учета изгибающих моментов в узлах.

При приложении нагрузок вне узлов фермы пояса должны быть рассчитаны на совместное действие продольных усилий и изгибающих моментов.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		22	66

5.2.5. Расчетные соединения элементов ферм в узлах выполняются с помощью самосверлящих самонарезающих винтов марки SD3-SD5 фирмы SFS. Диаметр этих винтов не менее 4,8мм. В конструктивных соединениях допускается применение винтов большего диаметра.

5.2.6. При расчете ферм винтовые соединения в узлах допускается принимать шарнирными.

5.2.7. Расстояние между краями смежных элементов решетки в узлах следует принимать не менее 5мм и не более 10мм.

5.2.8. В случае недостаточного размера полок или стенок поясов для прикрепления к ним элементов решетки в отдельных узлах ферм рекомендуется предусмотреть фасонки, расположенные между стыкуемыми элементами, или накладки толщиной от 1,5 до 2мм из оцинкованной стали.

5.2.9. Самосверлящие винты в узлах ферм следует располагать на максимальных расстояниях друг от друга в два или несколько рядов. Каждый конец элемента следует прикреплять не менее чем двумя винтами. Расстояние между центрами винтов в любом направлении следует принимать не менее $2d$, а расстояние от центра винта до края элемента – не менее $1,5d$, где d – номинальный диаметр пресс шайбы винта.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		23	66

Фермы

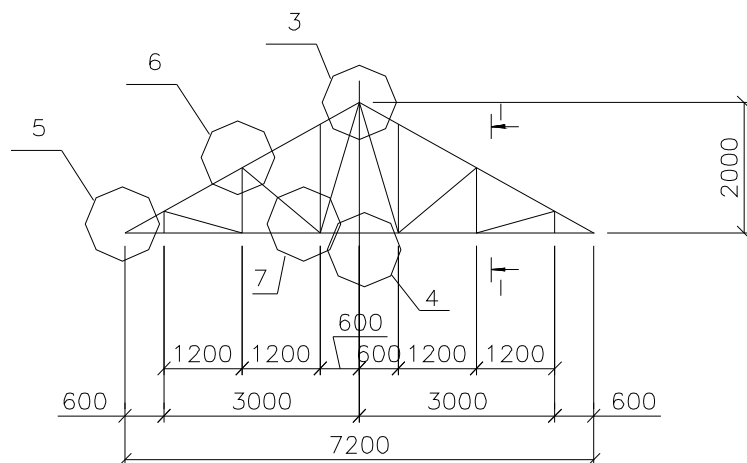


Рис.21

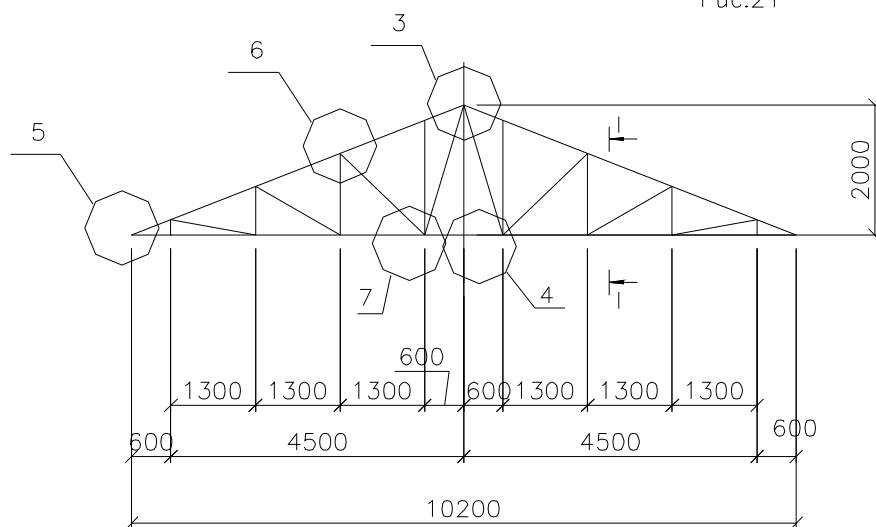


Рис.22

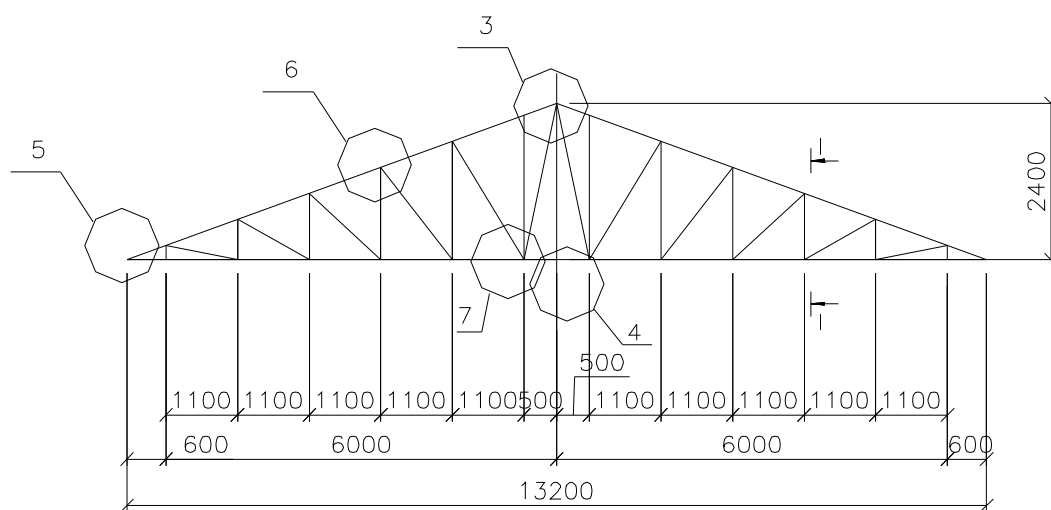


Рис.23

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		24	66

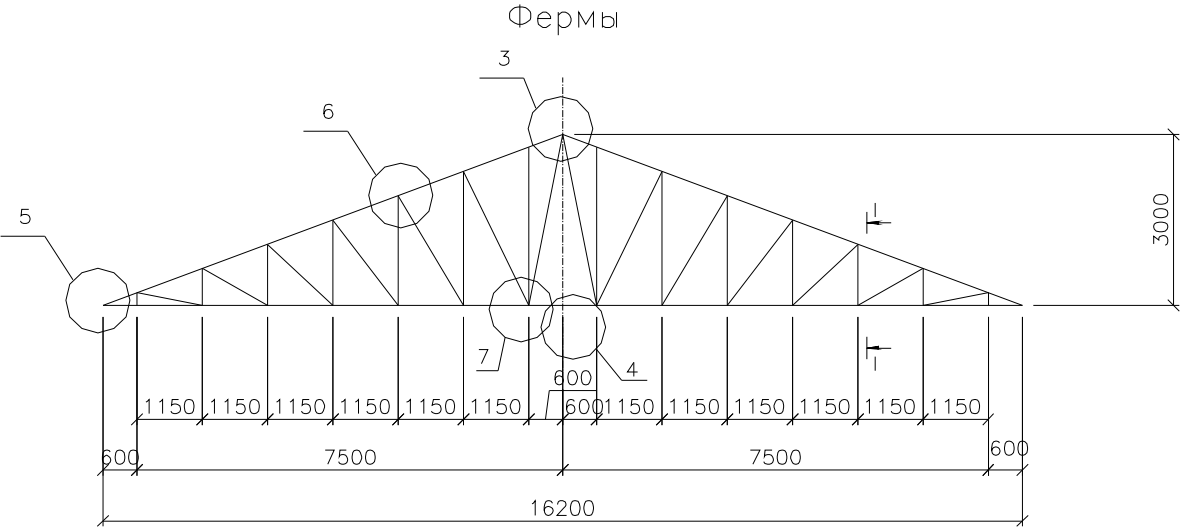


Рис.24

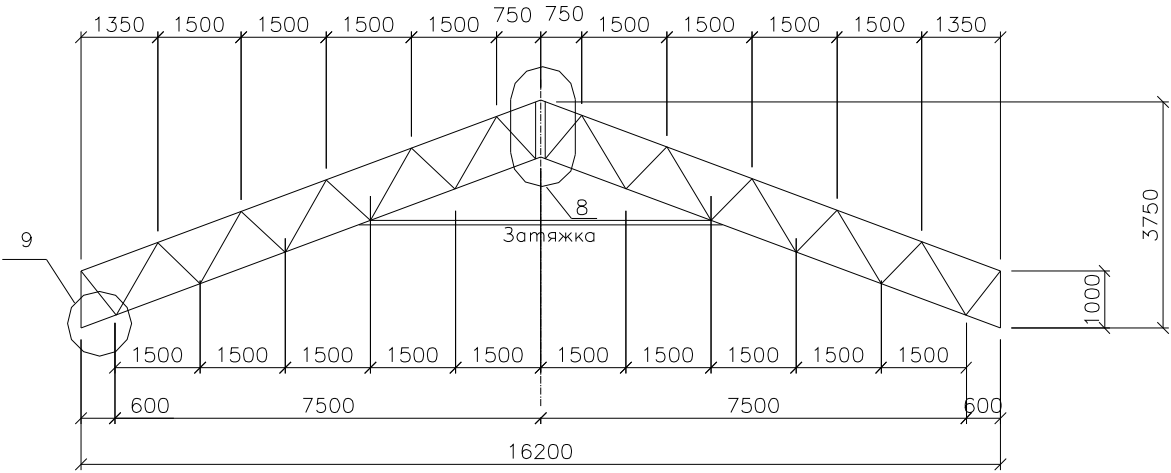
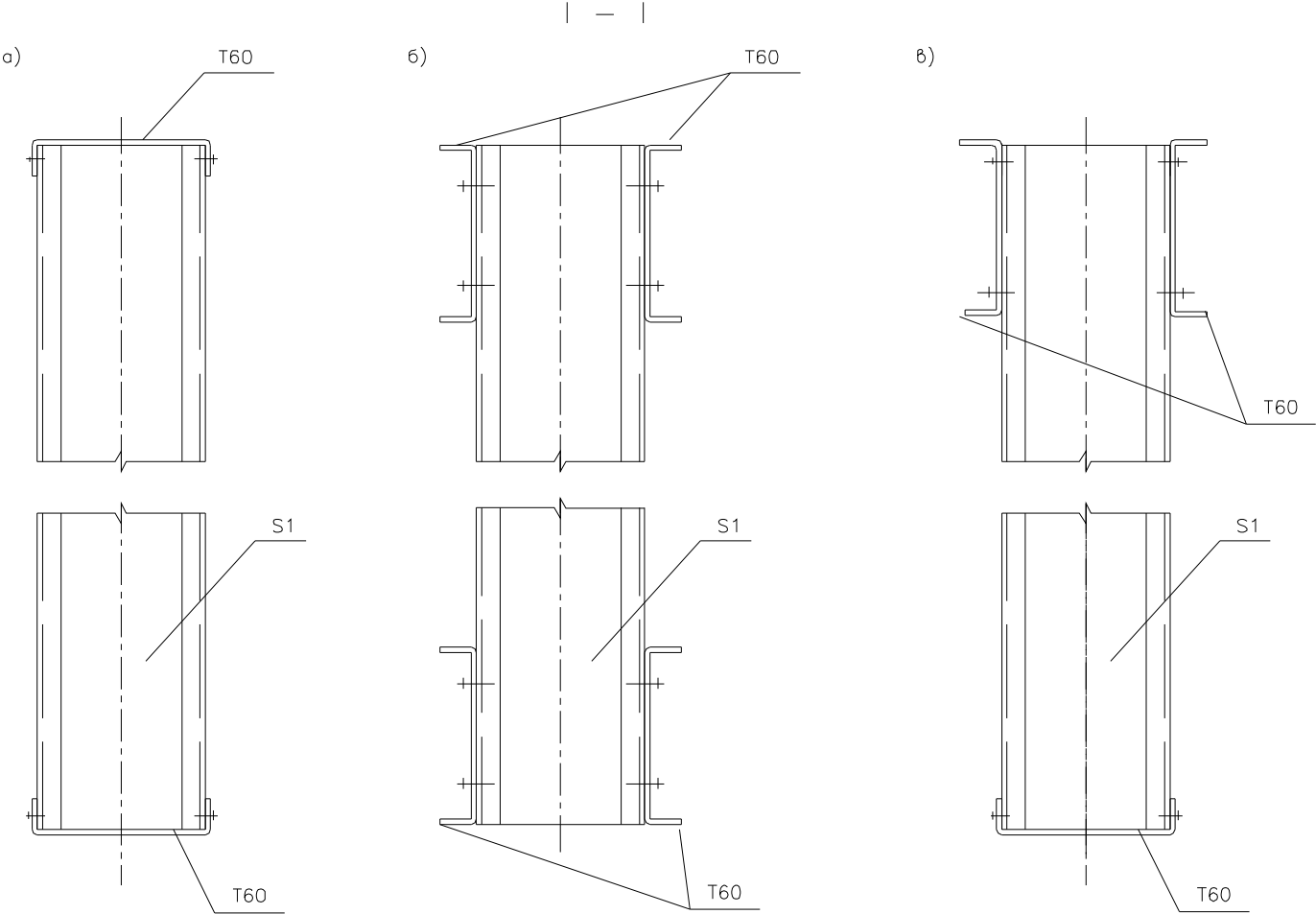


Рис.25

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		25	66



Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		26	66

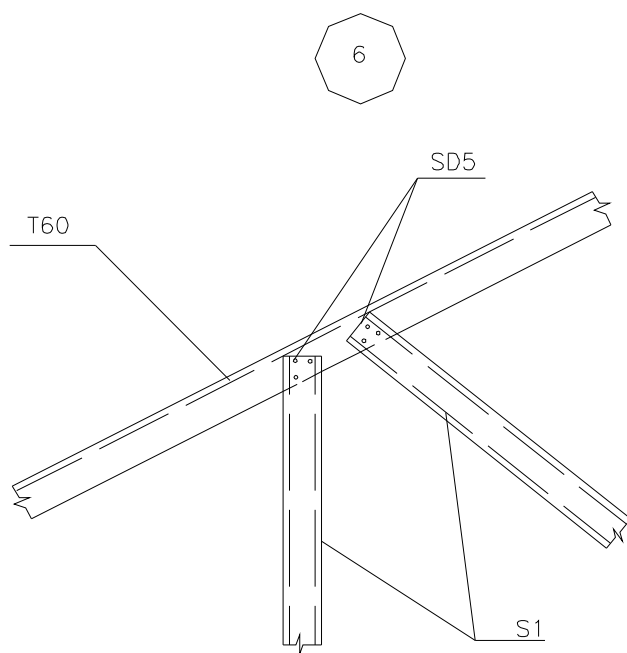


Рис.27

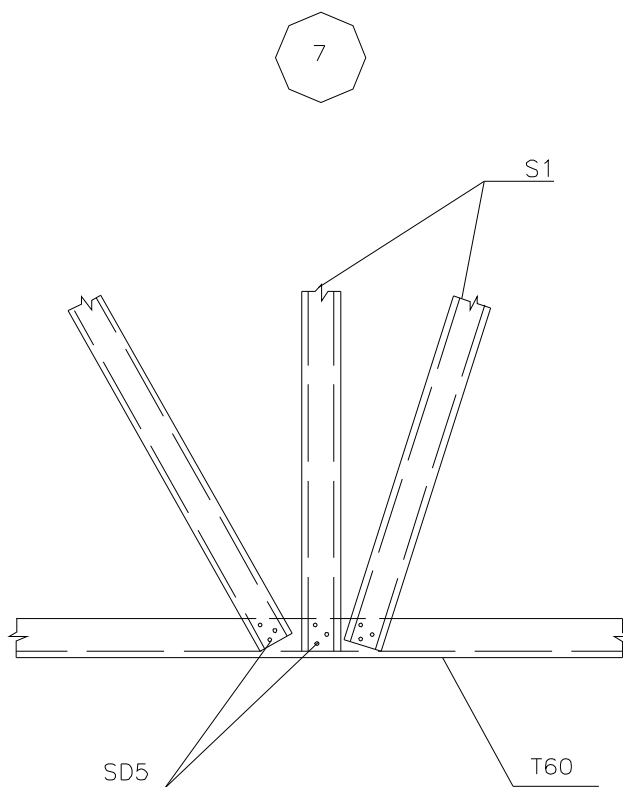
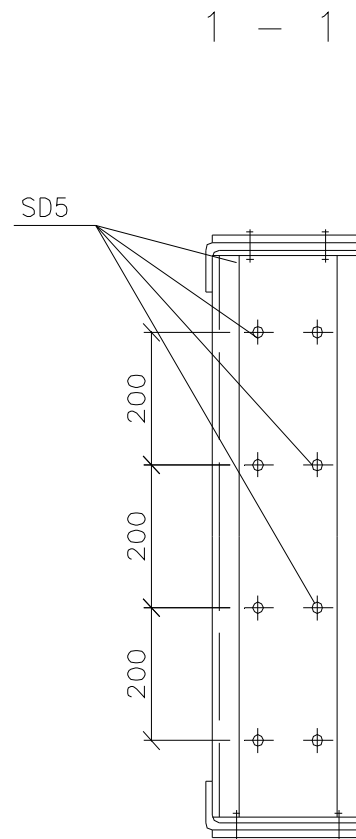
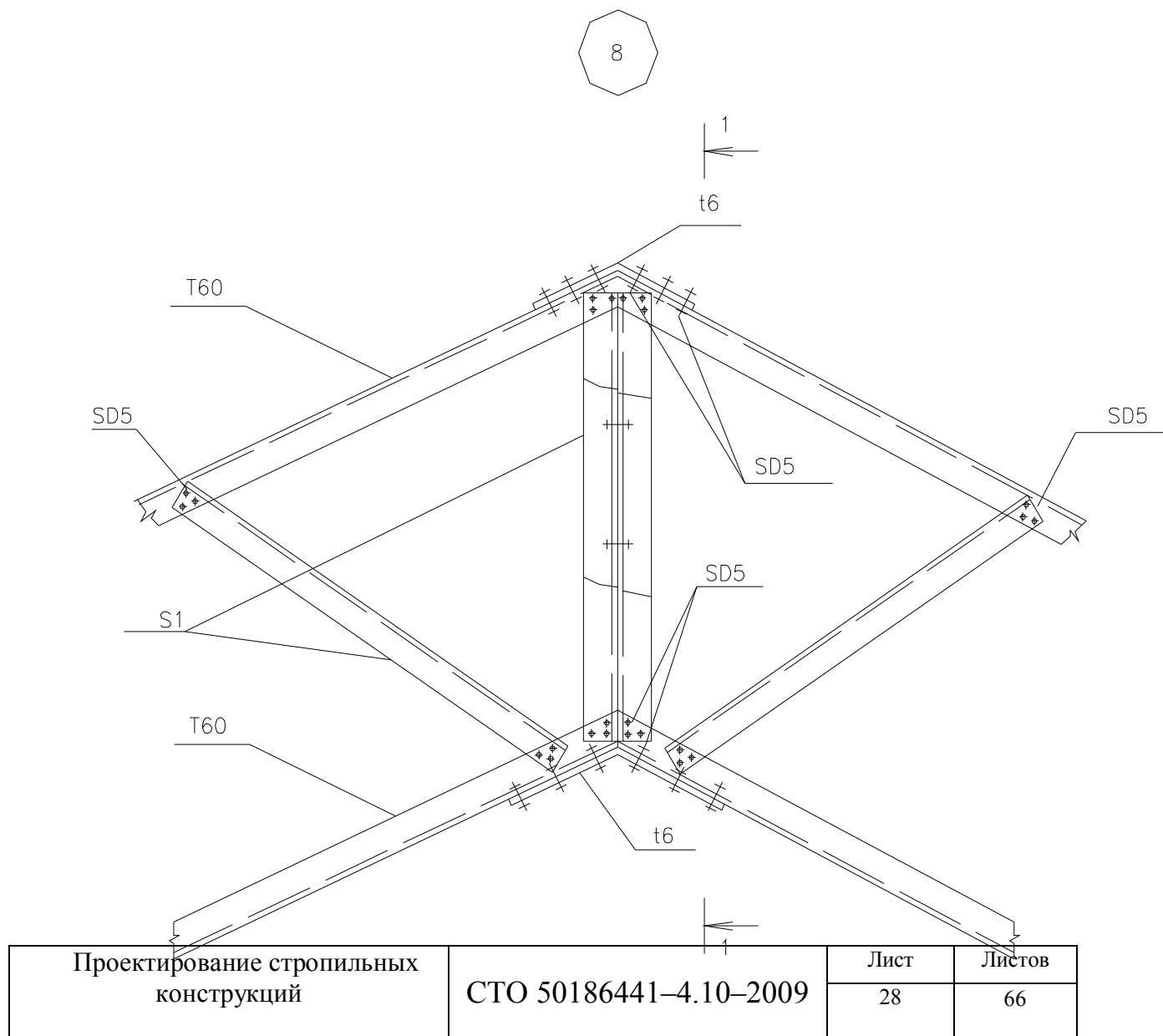


Рис.28

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		27	66



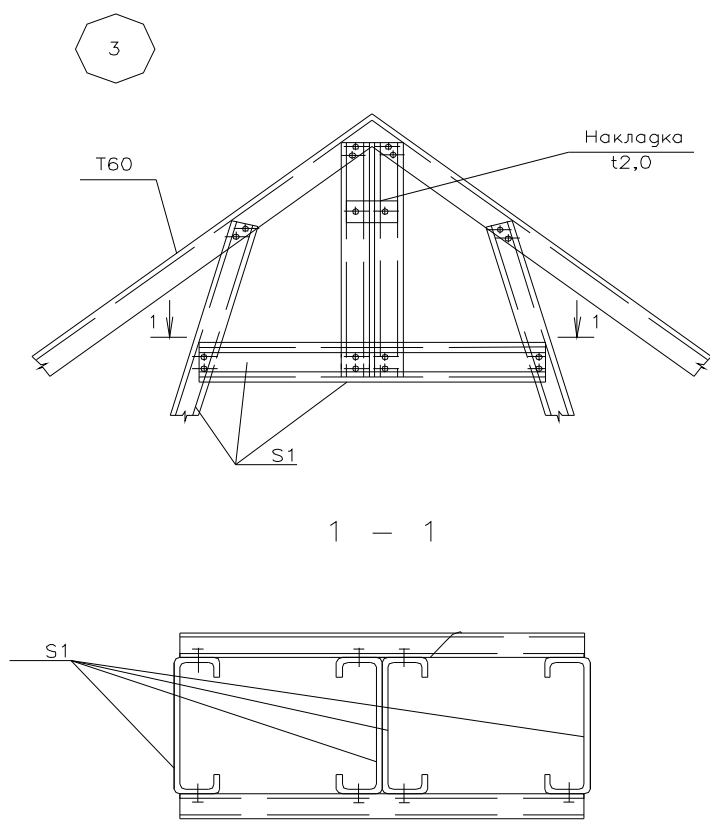


Рис.30

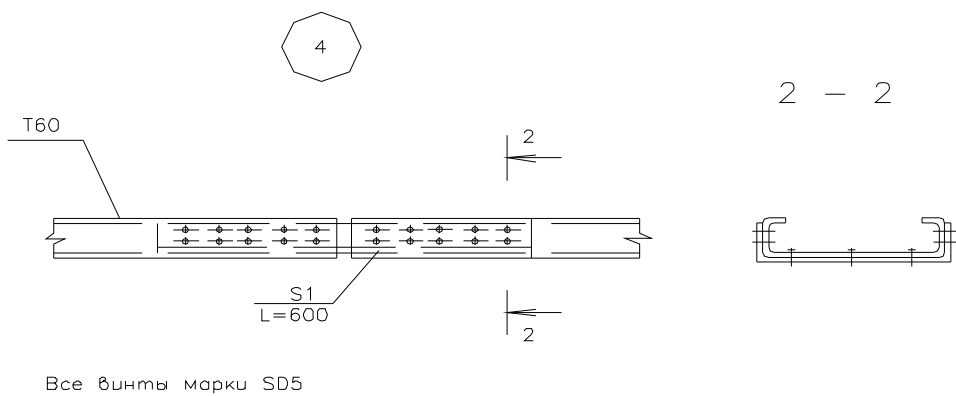


Рис.31

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		29	66

5.3. Балки, прогоны, элементы обрешетки

5.3.1. Балки из одиночных С-образных «термопрофилей» с высотой стенки от 100 до 300 мм, расположенных параллельно друг другу с шагом не более 600 мм, рекомендуется использовать для чердачных перекрытий. Прогоны из этих профилей с высотой стенки до 100 мм рекомендуется применять для подвесных потолков и элементов обрешетки (рис. 32).

5.3.2. Прогоны рекомендуется крепить верхними полками к поперечным балкам или нижним поясам ферм из профилей швеллерного сечения с помощью самонарезающих винтов (рис. 33-34).

5.3.3. Балки рекомендуется выполнять из спаренных профилей одного типа с высотой стенки от 150 до 300 мм. Профили составной балки должны соединяться друг с другом двумя рядами самонарезающих винтов с шагом не более 300 мм. Количество соединительных винтов определяется расчетом на условную поперечную силу Q (см. п.п.4.4.9).

Балки из одиночных профилей марки S1 250 (300) также можно использовать в качестве стропил (рис. 35-39).

5.3.4. На опорах и в местах приложения к поясу балки или прогона сосредоточенных нагрузок должны быть установлены поперечные ребра жесткости на всю высоту сечения балки (рис. 40).

5.3.5. Элементы обрешетки выполняются из шляпных профилей высотой от 25 до 45 мм. Применение профилей F45 и F25 (рис. 33).

5.3.6. Перфорированные профили S1P и T60P используются как прогоны, которые крепятся к нижним полкам стропильных балок или нижним поясам ферм (в покрытиях с чердаком) для закрепления внутренней обшивки и разрыва «мостиков холода» (рис. 34).

5.4. Опирающие стропильные конструкции на несущие стены

5.4.1. Опирающие балок или ферм на стены со стальным каркасом из гнутых профилей осуществляется через направляющие из гнутого швеллера T60 высотой 150-200 мм, расположенного по верху продольных стен (рис. 40-42).

5.4.2. Опирающие балок или ферм на кирпичные бетонные и другие стены, кроме указанные в п. 5.4.1, осуществленных по проекту, учитывающему их конструкцию и прочностные характеристики при выборе крепежных элементов

5.5. Узловые соединения

5.5.1. Крепление опорных профилей к направляющим выполняется с помощью самонарезающих винтов, количество которых и диаметр определяются по проекту.

5.5.2. В узлах соединения двух отпавочных половин двускатных ферм или балок перед монтажом необходимо установить расчетное количество самонарезающих винтов (рис. 43, 43а).

5.5.3. Для выполнения прохода через треугольные фермы средняя стойка удаляется и заменяется раскосной системой с перемычкой (рис. 30). Общее количество винтов, установленных в коньковом узле этой фермы, должно соответствовать расчету аналогичной треугольной фермы со средней стойкой.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		30	66

Схема обрешотки по верхним поясам балок (ферм)

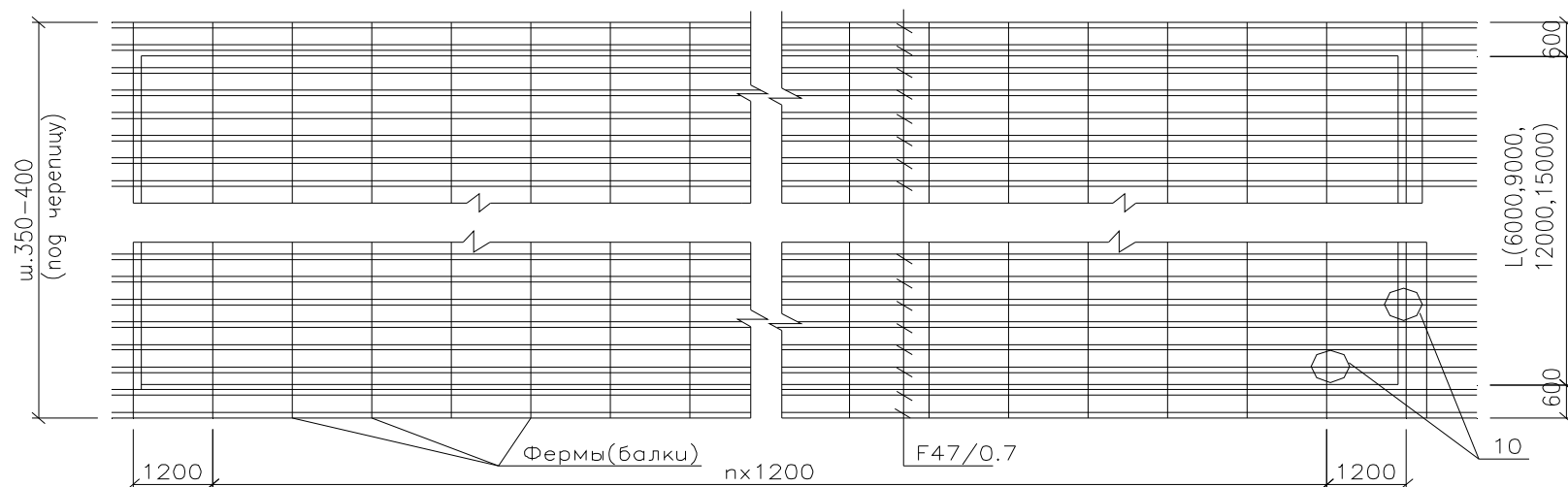


Рис.

Схема прогонов и обрешотки по нижним поясам балок (ферм)

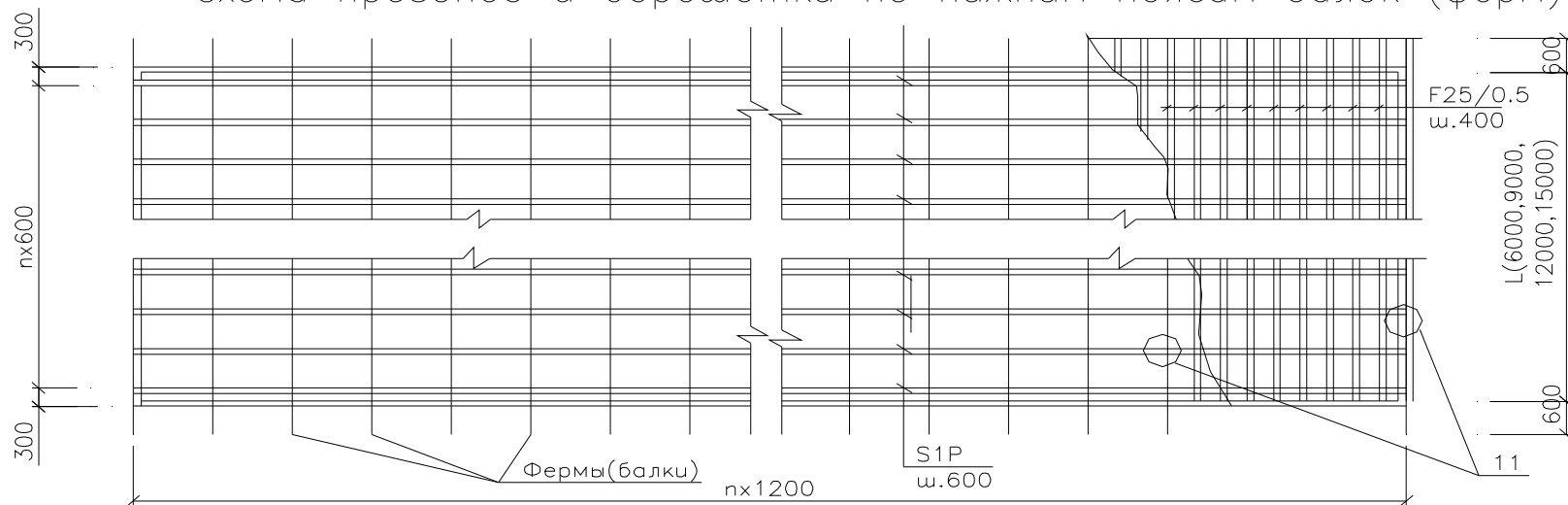
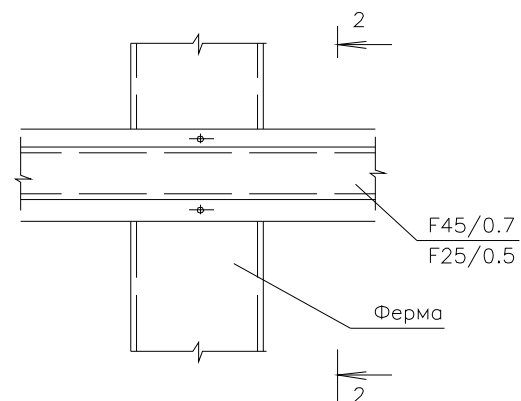
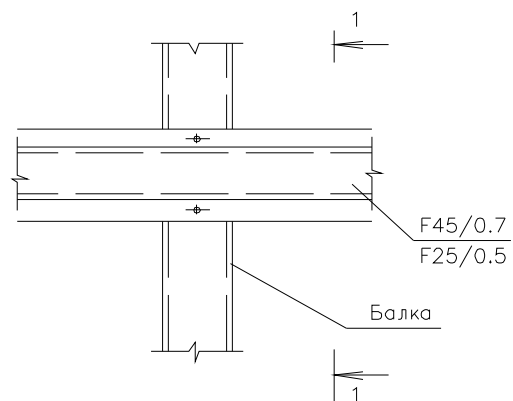


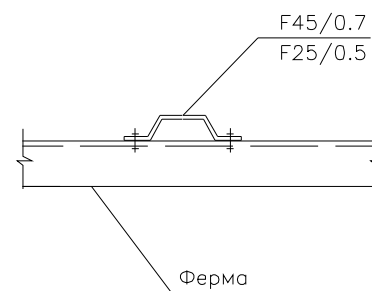
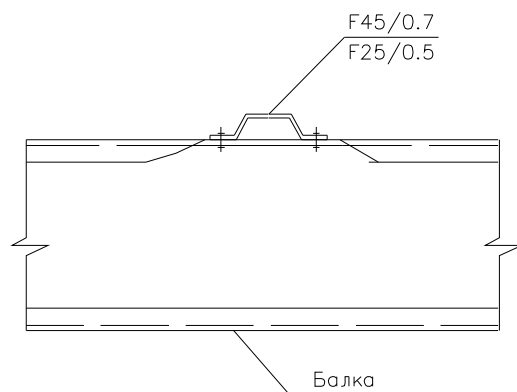
Рис.32

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		31	66



1 — 1

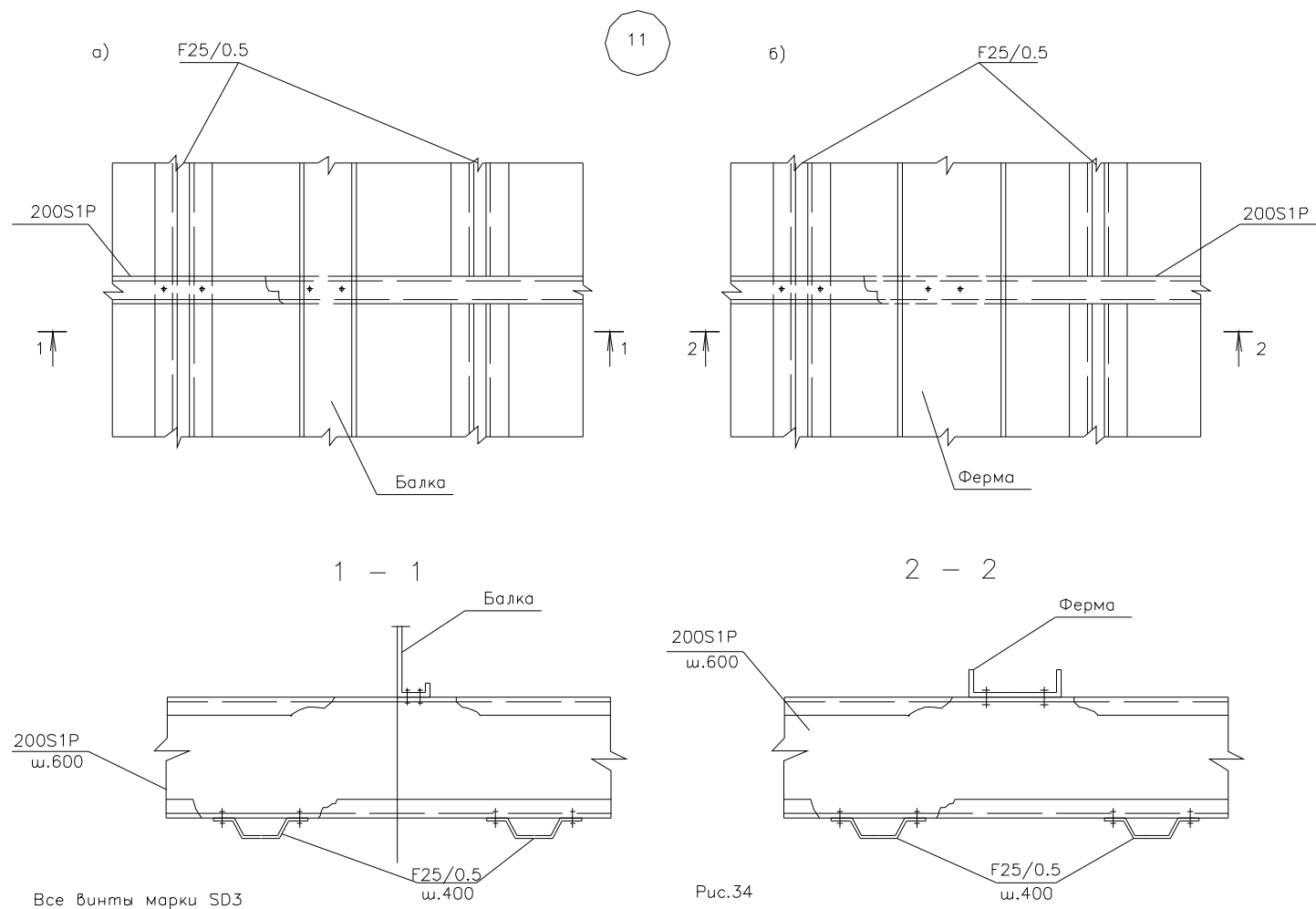
2 — 2



Все винты марки SD3

Рис.33

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		32	66



Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		33	66

Стропильные балки

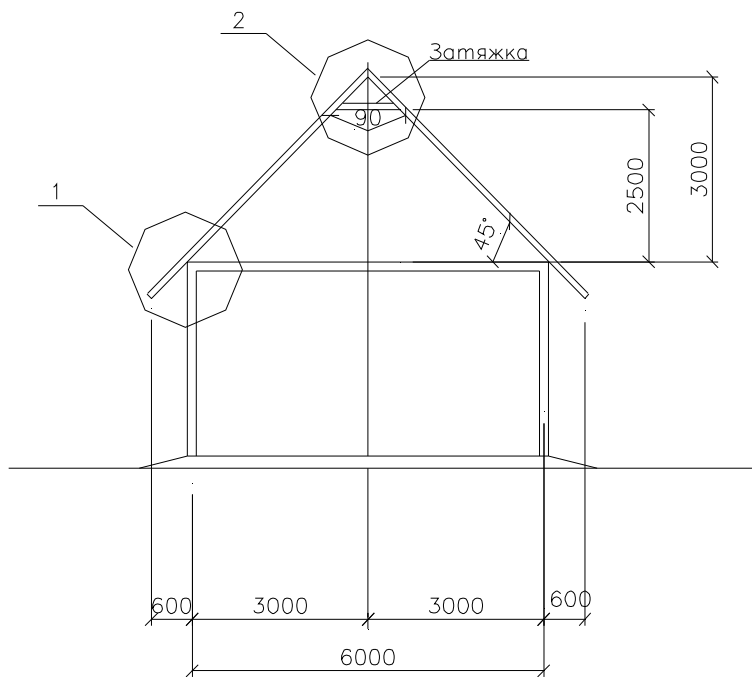


Рис.35

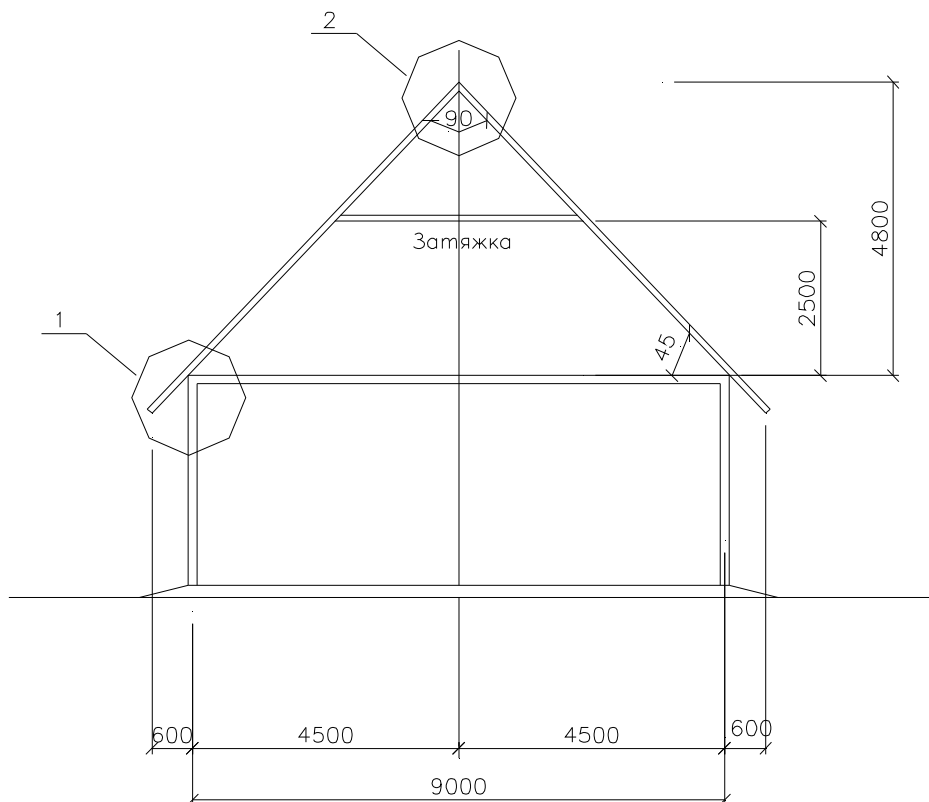


Рис.36

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		34	66

Стропильные балки

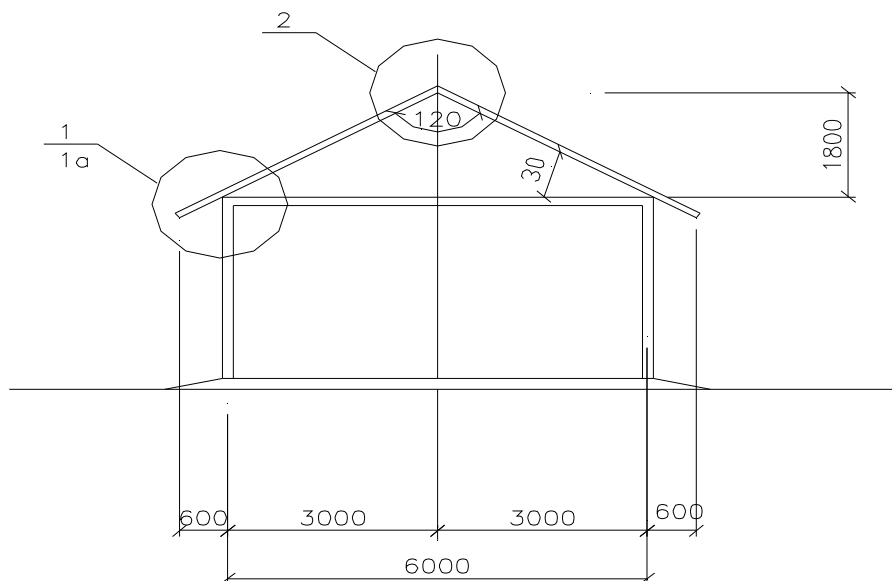


Рис.37

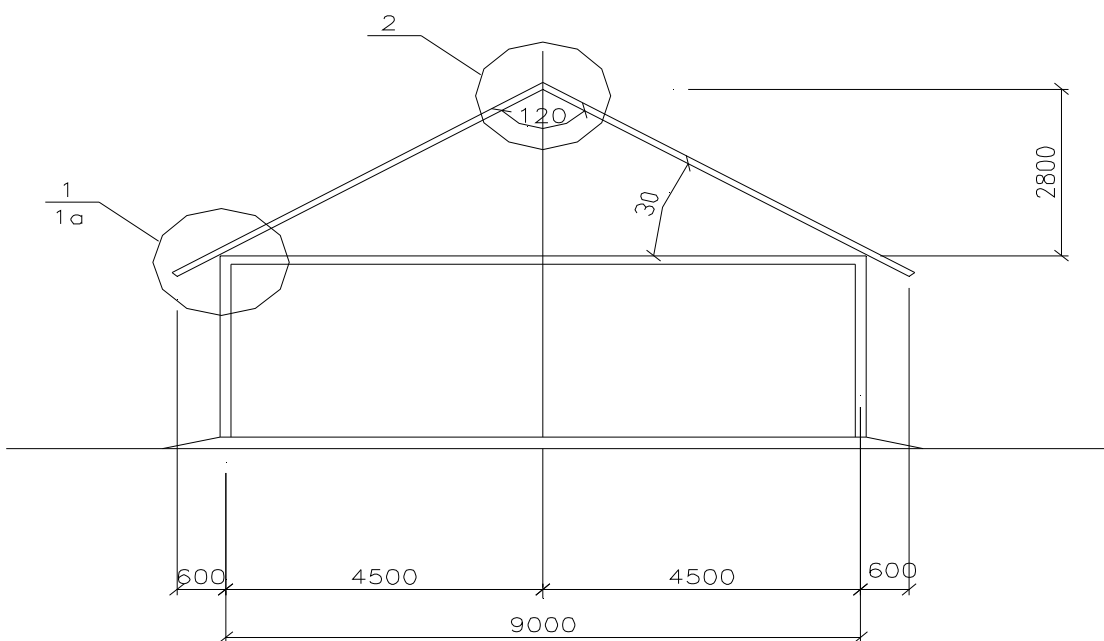


Рис.38

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		35	66

Стропильные балки

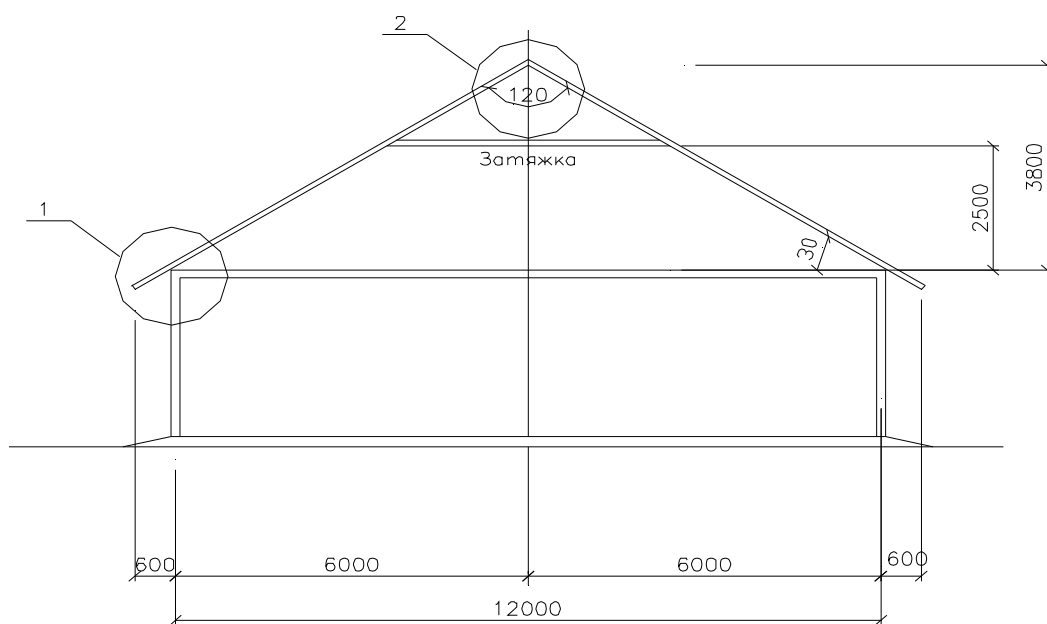


Рис.39а

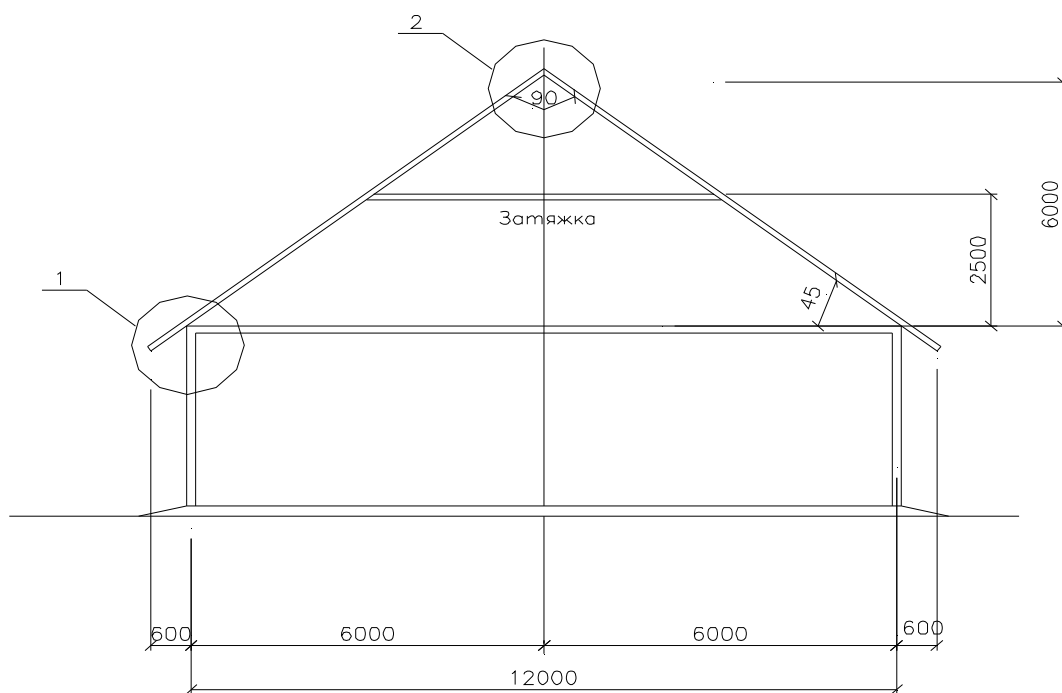
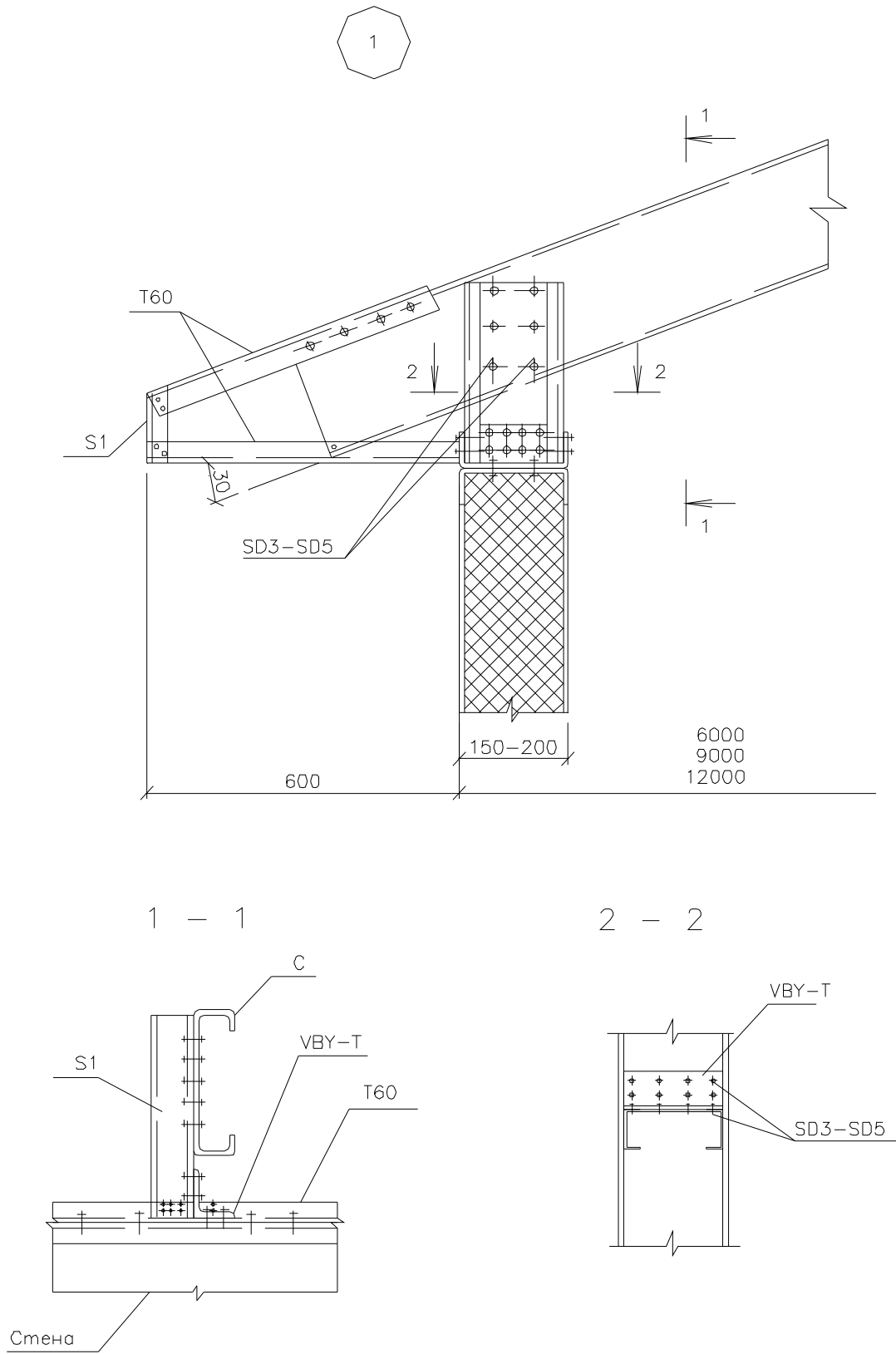


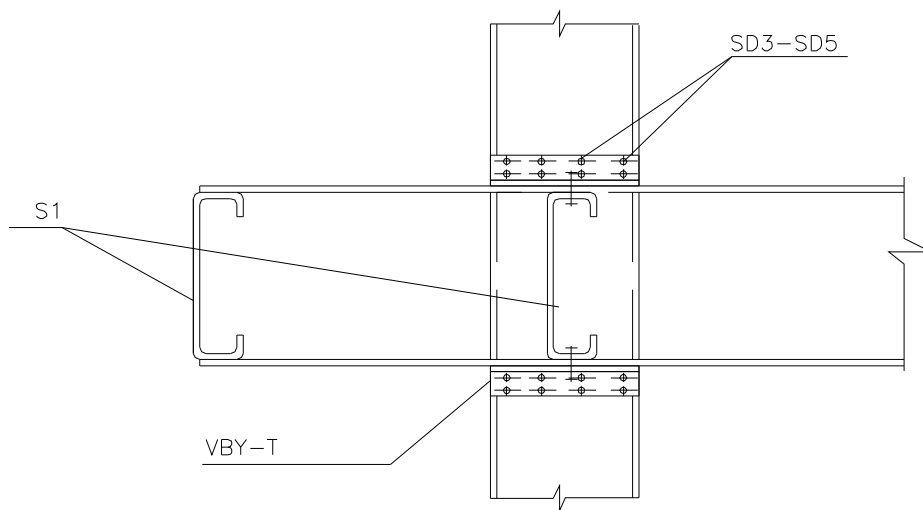
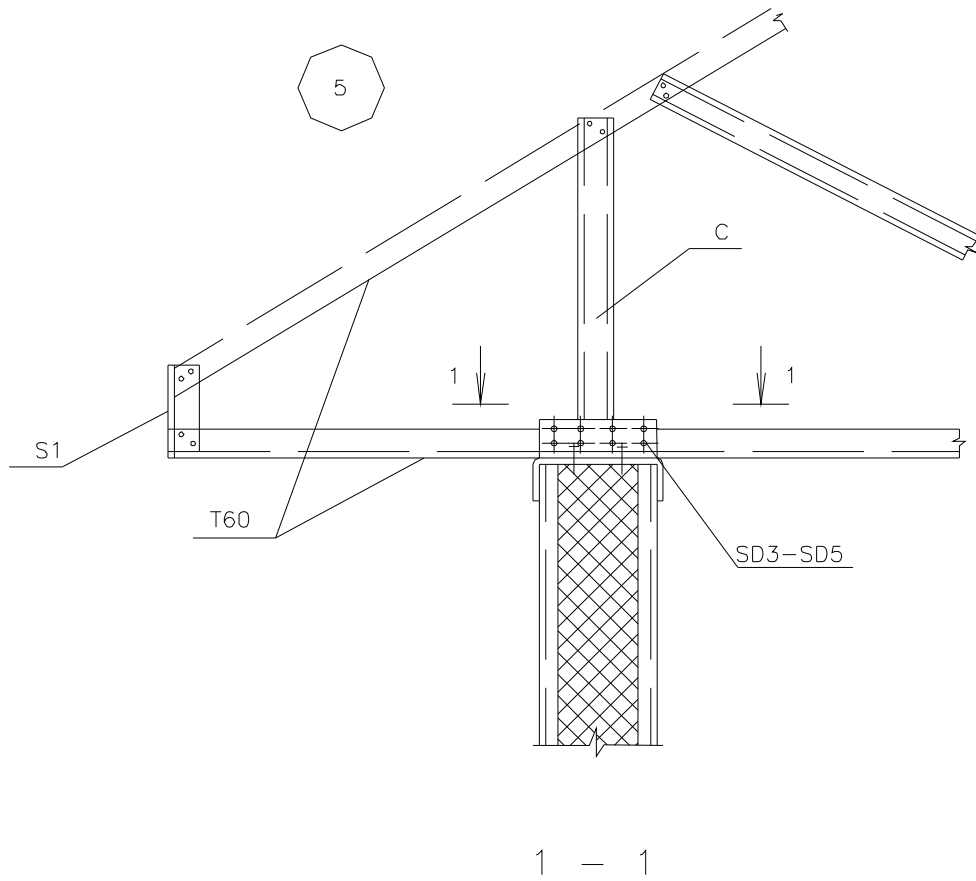
Рис.39

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		36	66



Количество винтов уточняется по расчету

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		37	66



Количество винтов уточняется по расчету

Рис.41

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		38	66



Puc.42

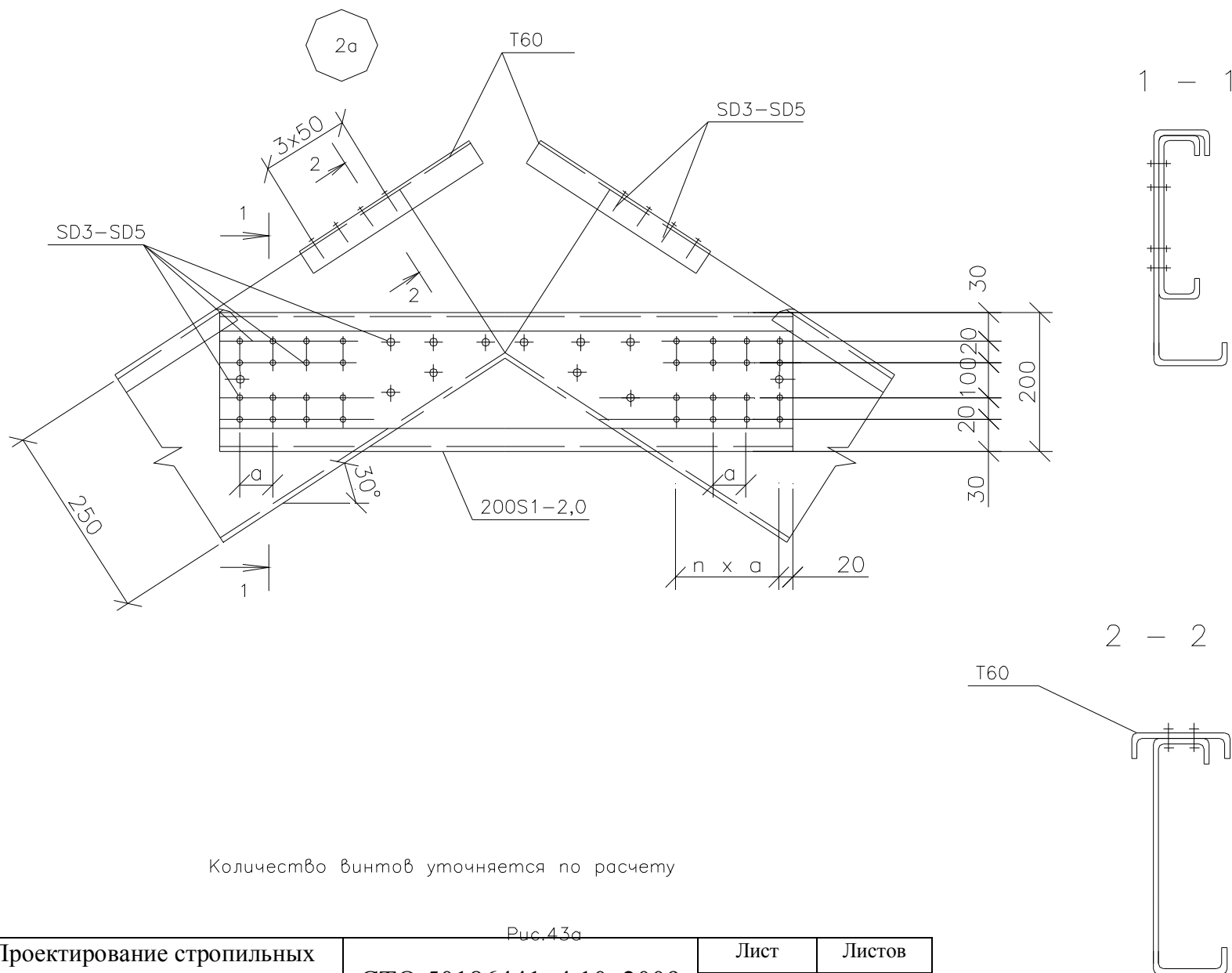
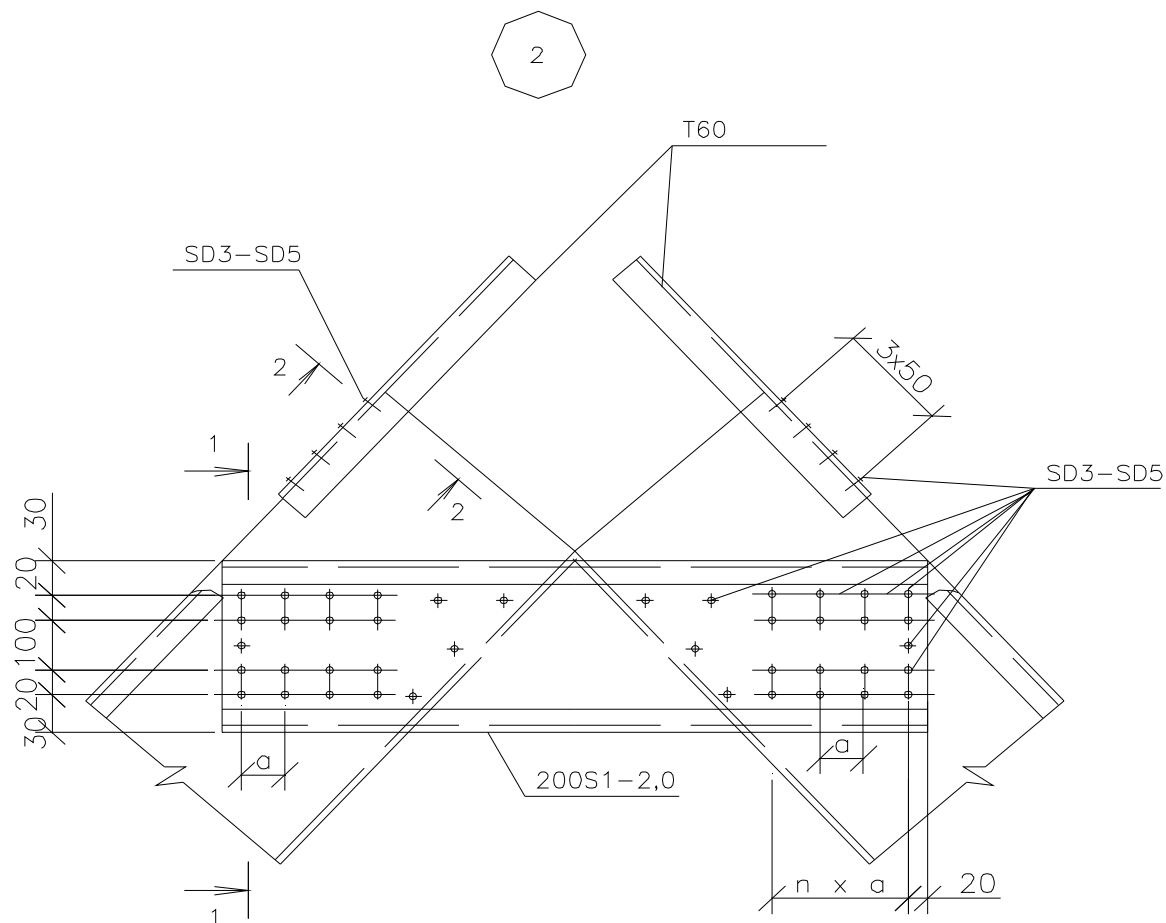


Рис.43а

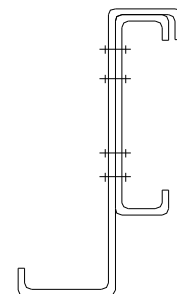
Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		40	66



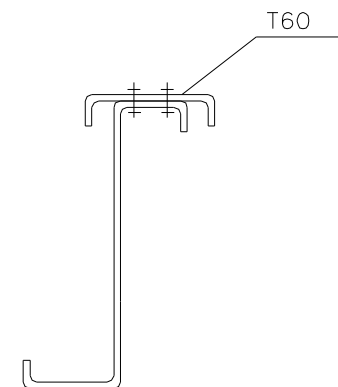
Количество винтов уточняется по расчету

Рис.43

1 — 1



2 — 2



Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		41	66

6. СВЯЗИ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ЖЕСТКОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПРОФИЛЕЙ

6.1. Поперечные горизонтальные связи располагаются в двух крайних шагах стропильных ферм в уровне нижних поясов в зданиях длиной не более 72м. При длине здания более 72м между крайними поперечными связями равномерно располагаются промежуточные поперечные горизонтальные связи.

6.2. Продольные горизонтальные связи в зданиях с числом пролетов не более трех располагаются вдоль крайних рядов колонн, в зданиях с числом пролетов более трех – также вдоль средних рядов колонн, причем расстояние между смежными рядами связей не должно превышать двух пролетов.

6.3. Поперечные и продольные связевые фермы по нижним поясам стропильных ферм устанавливаются при опирании фахверковых стоек стен в уровне нижних поясов стропильных ферм (рис. 44).

6.4. Ширина поперечных связевых ферм принимается равной 2,4м. Ширина продольных связевых ферм принимается кратной длине панели нижних поясов стропильных ферм, но не более 3м.

6.5. Связи выполняются из полосовой оцинкованной стали шириной 25мм и толщиной 0,9мм, которая крепится к нижним поясам ферм самонарезающими винтами (рис. 45).

6.6. Крепления связей рассчитываются на следующие горизонтальные нагрузки:

- ветровые;
- монтажные, в том числе при крупноблочном монтаже;
- местные, вызывающие взаимный сдвиг ферм в своей плоскости;
- сейсмические.

6.7. Горизонтальные нагрузки, действующие в плоскости связевых ферм в продольном или поперечном направлении, распределяются между параллельными связевыми фермами равномерно.

6.8. Пространственная жесткость или совместная работа несущих конструкций в зданиях со свободными торцами и продольными связевыми фермами учитывается при сосредоточенной или неравномерной горизонтальной нагрузке в поперечном направлении.

6.9. В зданиях с вертикальными поперечными связями или жесткими диафрагмами, расположенными не более, чем через 72м, совместная работа конструкций, связанных продольными связями, учитывается при сосредоточенной или равномерно распределенной нагрузке (рис. 46).

6.10. Перемещение стропильной фермы в своей плоскости в середине здания, отвечающее требованиям п.6.9 при ветровой нагрузке на его продольную стену, можно определить с учетом пространственной жесткости по формуле:

$$f = \frac{Q}{k} \beta_m$$

где k – параметр единичной жесткости поперечной рамы (состоящей из стропильной фермы и стоек, на которые она опирается), равный горизонтальной силе на уровне верха стойки, вызывающей ее единичное смещение по направлению этой силы;

Q – сила, приложенная к каждой поперечной раме на уровне верха стоек, от ветровой нагрузки;

β_m – коэффициент, определяемый по табл. 20, в зависимости от количества поперечных рам и

соотношения $\frac{C}{k}$;

$$C = \frac{F_p E a^2}{d^3} - \text{параметр жесткости продольной раскосной связевой фермы};$$

F_p и d – площадь поперечного сечения и длина раскоса - связи;

a – шаг поперечных рам.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		42	66

Коэффициент β_m при числе рам						
$\frac{C}{k}$	3	5	7	9	11	13
1	0,33	0,714	0,889	0,958	0,984	0,99
2	0,200	0,530	0,754	0,875	0,937	0,96
3	0,143	0,420	0,651	0,799	0,885	0,93
4	0,112	0,348	0,570	0,730	0,833	0,89
5	0,091	0,296	0,506	0,670	0,785	0,861
6	0,076	0,257	0,455	0,619	0,740	0,825
7	0,067	0,225	0,409	0,571	0,697	0,788
8	0,057	0,199	0,369	0,528	0,655	0,752
9	0,052	0,184	0,347	0,499	0,630	0,729
10	0,048	0,172	0,326	0,477	0,606	0,706

6.11. Взаимное горизонтальное смещение смежных стропильных ферм в своей плоскости от ветровых нагрузок не должно превышать 10мм.

6.12. Горизонтальные связевые фермы рекомендуется выполнять с крестовой решеткой, в которой раскосы воспринимают только растягивающие усилия.

6.13. При определении усилий в элементах связей обжатие поясов ферм или стоек (колонн) допускается не учитывать.

Прогиб продольных и поперечных связевых ферм от горизонтальных нагрузок в пространственной системе конструкций из профилей рекомендуется определять с помощью стандартных программ типа РАСК, МАРС, ЛИРА и др., допуская, что эти фермы имеют бесконечно жесткие пояса и деформируемую раскосную решетку.

6.14. Устойчивость балок и прогонов из профилей может быть обеспечена из плоскости с помощью крестовых связей из стальных полос толщиной 0,9мм, закрепленных с шагом не более 1,5м к полкам профилей с помощью саморезов (рис. 45).

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		43	66

Схемы связей по нижним поясам ферм

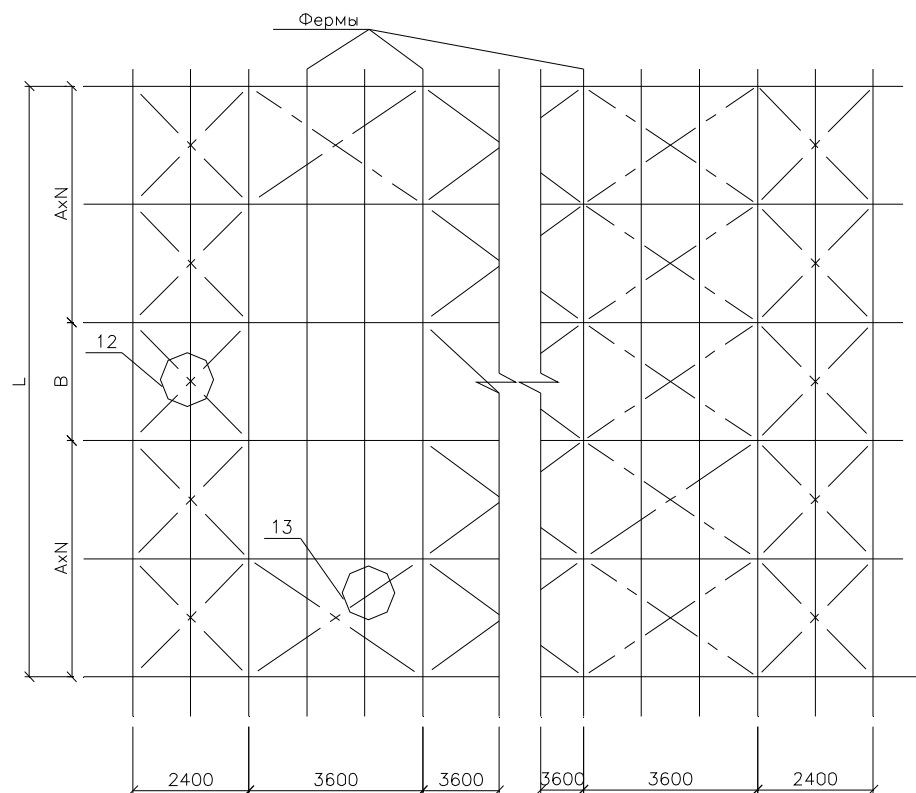


Рис.44

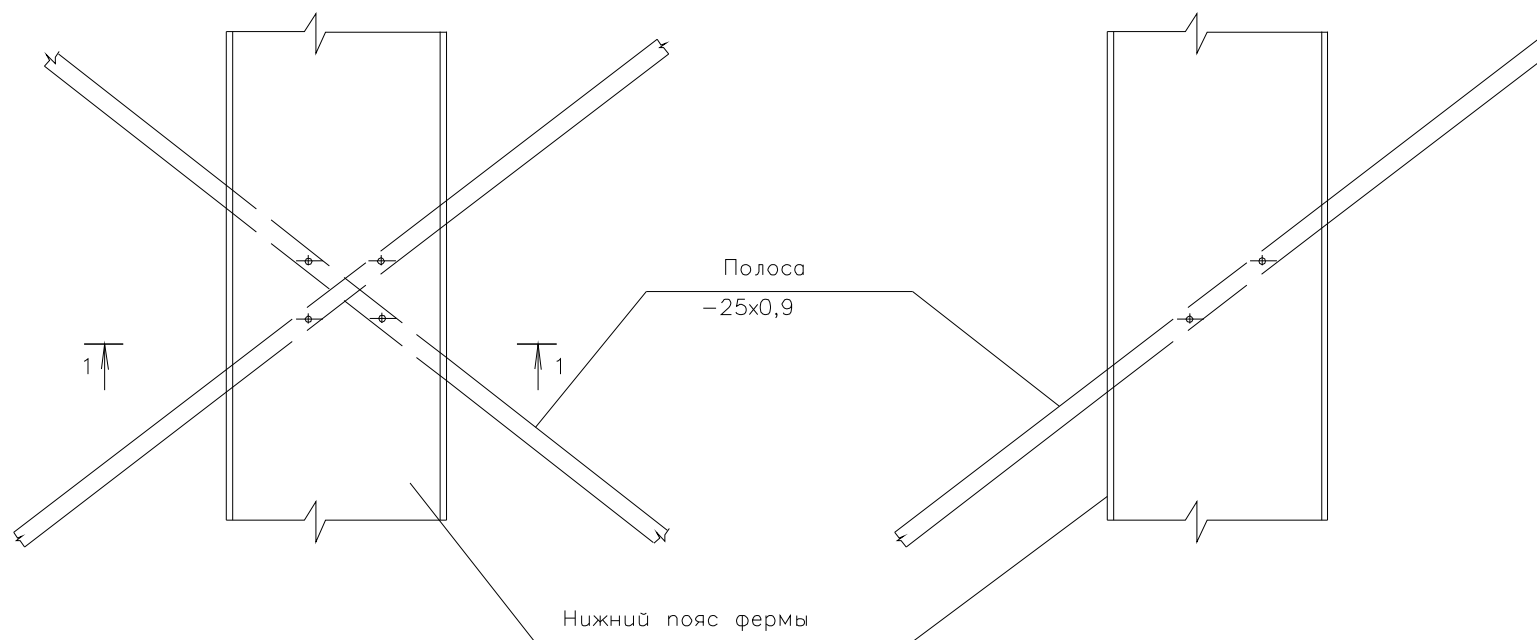
Таблица типоразмеров

L	A	N	B	Примеч
6000	2400	1	2400	
9000	2600	1	3800	
12000	2200	2	3200	
15000	2300	3	1200	Ферма треугольная
15000	3000	2	3000	Ферма с параллельными поясами

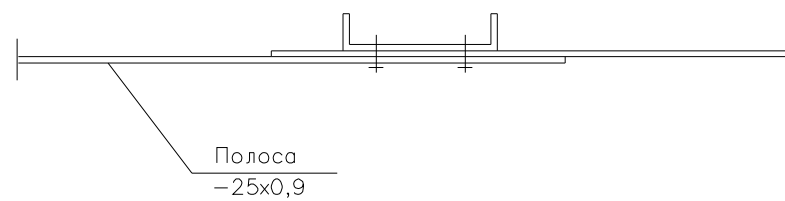
Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		44	66

12

13



Все винты марки SD3–SD5



Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		45	66

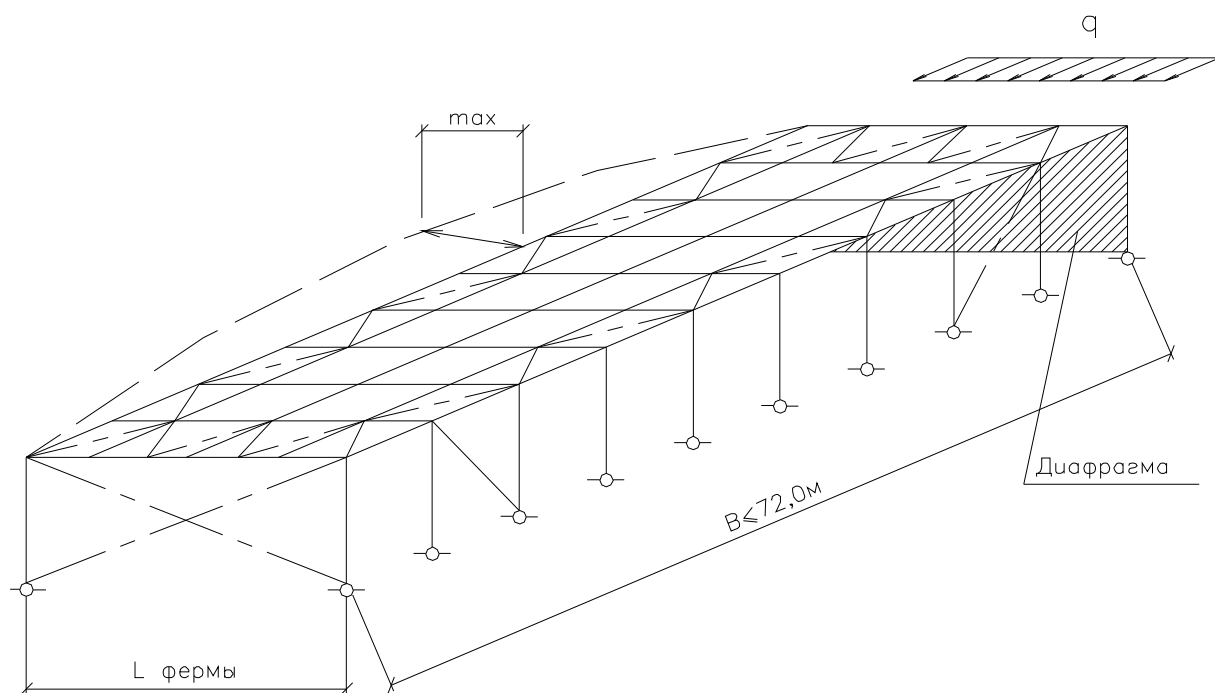


Рис.46

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		46	66

7. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ИЗ ПРОФИЛЕЙ ДЛЯ ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

7.1. Здания рекомендуется проектировать прямоугольной формы в плане без перепадов высот и входящих углов.

7.2. Здание должно быть запроектировано таким образом, чтобы все сейсмические силы воспринимались конструкциями каркаса, связями или соответствующим образом закрепленным стальным профилированным настилом в покрытии и перекрытиях.

7.3. Конструкции каркаса должны удовлетворять расчетам на основное и особое сочетание нагрузок при сейсмическом воздействии в соответствии со СНиП 2.01.07. Расчет конструкций на особое сочетание нагрузок проводится на совместное действие постоянных, временных длительных и кратковременных нагрузок и сейсмических нагрузок. Для особого сочетания вводятся коэффициенты:

- для постоянных нагрузок - 0,9;
- для временных длительных нагрузок - 0,8;
- для кратковременных нагрузок - 0,5.

7.4. Расчет каркаса здания на действие сейсмических нагрузок должен выполняться отдельно в поперечном и продольном направлениях и для этих направлений должны быть определены сейсмические силы.

7.5. Горизонтальная сейсмическая нагрузка, действующая на каркас здания, определяется по формуле:

$$S = K_1 K_2 A \beta K_\psi Q$$

где Q – масса, т;

A – коэффициент, значения которого для районов с сейсмичностью 7 и 8 баллов равны соответственно 0,1 и 0,2;

β – коэффициент динамичности, равный:

$\beta = 3,0$ – для грунтов I-ой категории;

$\beta = 2,7$ – для грунтов II-ой категории;

$\beta = 2,0$ – для грунтов III-ей категории.

$K_\psi = 1,5$

$K_1 = 0,25$

$K_2 = 1,0$

7.6. При определении горизонтальной сейсмической силы масса конструкций и нагрузок на покрытие или перекрытие для особого сочетания нагрузок распределяется между стойками каркаса по формуле

$$Q_{СП} = \frac{\sum Q_{П}}{\sum C} C$$

где $\sum Q_{П}$ – суммарная масса покрытия (перекрытия) и нагрузок на него;

$\sum C$ – суммарная жесткость несущих стоек каркаса;

C – жесткость несущих стоек рассматриваемой панели, равная EI_c (I_c – момент инерции сечения стойки в плоскости изгиба).

7.7. Стропильные фермы и балки с пролетами, принятыми для рассматриваемых зданий, допускается не рассчитывать на вертикальную сейсмическую нагрузку.

7.8. Покрытия и перекрытия, объединяющие каркас здания в единую пространственную систему, должны быть по возможности более жесткими в горизонтальной плоскости.

Для этой цели рекомендуется применять стальной профилированный настил, прикрепляемый к обрешетки покрытия или балкам перекрытия самонарезающими винтами в каждой волне на всех опорах. При этом профилированные листы настила должны соединяться между собой по продольным краям с помощью комбинированных заклепок с шагом не более 300мм.

7.9. В зданиях с кровельным покрытием из металлической черепицы, трехслойных панелей или поликарбоната по верхним поясам ферм предусматриваются горизонтальные связи, воспринимающие горизонтальные сейсмические силы, действующие на здание на уровне опорных узлов ферм или стропильных балок.

Внутренняя облицовка из гипсокартонных листов не учитывается в качестве связевых

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		47	66

диафрагм в уровне перекрытий.

7.10. При расчете конструкций на прочность и устойчивость под воздействием особого сочетания нагрузок, кроме коэффициентов условий работ, по СНиП 23-81*, должен вводиться дополнительный коэффициент условий работ $m_{кр}$, принимаемый равным

$m_{кр} = 1,4$ – при расчетах на прочность стального каркаса;

$m_{кр} = 1,0$ – при расчетах стальных элементов на устойчивость с гибкостью больше 100;

$m_{кр} = 1,2$ – при расчетах на устойчивость стальных элементов с гибкостью менее 20.

При гибкости элементов от 20 до 100 и выше коэффициент $m_{кр}$ принимается по интерполяции от 1,2 до 1,0.

7.11. Деформационные швы в зданиях в сейсмических районах следует предусматривать при длине зданий более 70м или их сложной форме в плане. Деформационные швы шириной не менее 30мм выполняется с помощью парных стен или поперечных рам каркаса.

8. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПРОФИЛЕЙ

8.1. Изготовление профилей и элементов конструкции

8.1.1. Изготовление профилей производится на технологическом оборудовании, обеспечивающем непрерывную прокатку профилей и их резку на мерные длины в ручном или автоматическом режиме.

8.1.2. Резка и сборка профилей производится с помощью разнообразных приспособлений и инструментов (гильотинные и электрические ножницы, дисковые пилы, просекатели, электрические дрели и шуруповерты и т.п.).

Применять при этом автогенную резку или сварку не допускается.

8.1.3. Соединения профилей между собой в конструкциях выполняются с помощью самосверлящих самонарезающих винтов. Качество винтов должно отвечать требованиям DIN 7504 и подтверждаться сертификатом.

8.1.4. В случае отказа при установке самосверлящего винта он может быть заменен на самосверлящий самонарезающий винт большего диаметра с пресс-шайбой.

8.1.5. Зазор между поверхностью присоединяемого элемента и пресс-шайбой самонарезающего винта после его установки не допускается.

Завинчивание саморезов производится только после обжатия соединяемых граней профилей с помощью специальных струбцин.

8.1.6. Минимальный крутящий момент устанавливается на шуруповерте в зависимости от диаметра винта и принимается от 4,5 до 14Нм для винтов диаметром от 4,2 до 6,3мм.

8.1.7. Винт должен устанавливаться строго перпендикулярно соединяемым граням и выходить из скрепленного пакета не менее, чем на два шага винтовой резьбы.

8.1.8. При соединении элементов из стали разной толщины с помощью самосверлящих винтов рекомендуется винт устанавливать со стороны более тонкого элемента.

8.1.9. В процессе изготовления конструкций из профилей необходимо осуществлять три вида контроля качества:

1. Рабочий контроль в процессе сборки включает:

- проверку количества установленных саморезов в соответствии с проектом;
- подбор вращающего момента на шуруповертах для установки самореза без зазора;
- визуальный контроль соединений для выявления брака при установке винтов;
- разметку мест расположения саморезов с помощью маркера или мягкого карандаша.

Контроль сборки мастером включает:

- проверку паспорта или сертификата на самосверлящие винты на их соответствие требованиям проекта;
- контроль процесса разметки;
- оформление паспорта изделия на особо ответственные узлы конструкций после окончания сборки;

Контроль ОТК включает:

- визуальный контроль соответствия конструкции проекту;
- контроль качества установки и количества всех самосверлящих винтов в каждом расчетном соединении;

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		48	66

- контроль линейных и угловых размеров конструкции;
- выборочный контроль завинченности саморезов с помощью ручной тарированной отвертки;
- выборочный контроль дефектов профилей (вмятин, надрывов, нарушений защитного покрытия и др.).

8.1.10. Конструкции рекомендуется изготавливать на сборочном столе или стенде в заводских условиях или на месте строительства. Сборочный стол состоит из отдельных деревянных щитов, уложенных на ровную твердую площадку или раму. На внешнюю поверхность стола наносится разметка в виде геометрической схемы металлоконструкций, по которой осуществляется поэлементная раскладка и соединение отдельных элементов в единый укрупненный блок с помощью самосверлящих винтов.

Вместо сборочного стола можно использовать сборно-разборный стенд рамной конструкции из профилей.

Количество сборочных столов или стендов зависит от производственных мощностей, выбранной технологии по изготовлению и монтажу каркаса здания, объемов выполняемых работ.

8.2. Транспортирование профилей и конструкций

8.2.1. Профили транспортируются в пакетах любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозок, действующими на данном виде транспорта. Масса пакета не должна превышать 0,5т, длина – не более 12,5м.

8.2.2. При крупноблочной сборке каркаса конструкции из профилей могут транспортироваться укрупненными блоками заводского изготовления. Упаковка таких блоков должна обеспечивать их доставку без дефектов, не допускаемых по утвержденным техническим условиям.

8.2.3. При погрузке и разгрузке пакетов профилей или укрупненных блоков и конструкций запрещается использовать стальные захваты и рекомендуется использовать вместо них обрезиненные тросы, транспортерные ленты или специальную технологическую оснастку из дерева.

8.3. Монтаж конструкций из профилей

8.3.1. Монтаж конструкций рекомендуется выполнять согласно СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» и Рекомендаций по монтажу стальных строительных конструкций (МДС53-1.2001).

9. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ИЗ ПРОФИЛЕЙ

9.1. Коррозионная стойкость конструкций

9.1.1. Эксплуатация конструкций из оцинкованных гнутых профилей не требует их защиты от коррозии в течении не менее 25 лет, если соблюдаются условия их применения (см. п.1.5.) и требования к материалам (см. п. 2.1).

9.1.2. Метизы крепления (самонарезающие винты, болты, заклепки) должны иметь коррозионностойкое покрытие из кадмия, цинка или других аналогичных материалов.

9.1.3. Кровельное покрытие и внутренняя облицовка должны выполняться из долговечных и водостойких материалов, не допускающих протечек.

9.1.4. В покрытиях должны быть предусмотрены мероприятия, не допускающие образование конденсата на поверхности профилей. При этом особое внимание следует обратить на выполнение пароизоляции, гидроизоляции и теплоизоляции, исключающей образование «мостиков холода» (рис. 40, 41).

9.1.5. Применение составных элементов замкнутого сечения из профилей не рекомендуется.

9.1.7. Сварка и газовая резка профилей не допускаются.

9.1.8. Для повышения коррозионной стойкости конструкций профили рекомендуется изготавливать из оцинкованной окрашенной стали группы ПК по ГОСТ 14918 с эффективным лакокрасочными покрытиями.

9.2. Огнестойкость конструкций

9.2.1. Для повышения огнестойкости конструкций из профилей рекомендуется использовать облицовку из гипсокартонных листов толщиной 12,5мм по ГОСТ 6266 или окрашивание специальными красками.

9.2.2. Рекомендуется также применение гипсокартонных листов повышенной огнестойкости для облицовки стен и перекрытий на лестничных клетках, тамбурах, кухнях и др.

9.2.3. Окраска профилей составом «Джокер» обеспечивает предел огнестойкости не менее 1 часа.

9.2.4. Утеплитель должен выполняться из негорючих материалов.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		49	66

9.3. Эксплуатация конструкций из профилей при отрицательной температуре

9.3.1. Учитывая невысокое содержание примесей сталь марки SUB 350 может быть отнесена к качественной низкоуглеродистой стали С345 по ГОСТ 1050-88 и оцинкованному прокату высшей качества по ГОСТ 14918.

9.3.2. Профили допускается использовать для несущих и ограждающих конструкций, эксплуатируемых при температурах не ниже минус 65°C.

9.3.3. Во избежания образования микроразрывов в зонахгиба не следует проводить дополнительное или повторное деформирование профилей.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		50	66

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СТРОПИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Пример 1. Расчет треугольной фермы пролетом 15м с двумя консолями по 0,6м на снеговую нагрузку (рис. 47). Высота фермы в середине пролета – 3,0м. Снеговой район – IV по Изменения №2 СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».

Шаг ферм – $a_1 = 1,2\text{м}$.

Расчетная снеговая нагрузка принята по варианту 2, схемы 1, приложения 3 к СНиП 2.01.07-85

$$q_1 = 1,25 S_q \mu a_1 = 1,25 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 1,2 = 360 \text{ кгс/м}$$

$$q_2 = 0,75 S_q \mu a_1 = 0,75 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 1,2 = 216 \text{ кгс/м}$$

где $S_q = 240 \text{ кгс/м}^2$ – для IV снегового района;

$\mu = 1$ – для фермы с углом наклона верхнего пояса $\alpha = 21^\circ$

Расчет фермы на узловые вертикальные силы эквивалентные расчетной нагрузке выполнен по программе Microfe. максимальные усилия в основных элементах фермы приводятся в табл. 21.

1.1. Подбор сечения верхнего пояса фермы выполнен для двух вариантов кровельного покрытия: в виде металлочерепицы типа LPA по обрешетки (рис. 48а) или профилированного настила по прогонам (рис. 48).

При черепичной кровле расчетная распределенная нагрузка на элемент обрешетки равна 120кгс/м, нормативная – 84кгс/м.

Учитывая, что элемент обрешетки работает по многопролетной схеме с пролетами 1,2м его максимальный прогиб равен

$$f_1 = 0,0063 \frac{q_n l^4}{EI_n} = 0,0063 \frac{0,84 \times 120^4}{2,1 \times 10^6 \times 1,4} = 0,37 \text{ см} < \frac{1}{150} l$$

где $I_x = 1,4 \text{ см}^4$ – для профиля S по табл. 10.

$l = a_1 = 1,2\text{м}$ – шаг рам.

Сосредоточенная нагрузка на верхний пояс фермы от элемента обрешетки равна

$$P = 1,25 \cdot 240 \cdot 0,4 \cdot 1,2 = 144 \text{ кгс}$$

Таким образом, расчетную схему усилий на верхний пояс между узлами представлен на рис. 49.

$$N = -4,55 \text{ тс} \text{ – по табл. 21.}$$

Изгибающий момент в поясе от сил P с учетом его неразрезности равен

$$M = 0,25 P l = 0,24 \cdot 144 \cdot 1,23 = 42,5 \text{ кгм}$$

Принимаем верхний пояс из профилей FSK – 100 (рис. 50).

Проверяем максимальное напряжение в поясе по формуле

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \phi F_c} + \frac{M}{0,8 W_{\min}} \leq R_y$$

где $N = -4550 \text{ кгс}$

$M = 4250 \text{ кгсм}$

$\gamma_c = 0,75$

$F_c = 1,7 \text{ см}^2$ – по табл. 7.

$W_y = 2,65 \text{ см}^3$ – по табл. 7.

Коэффициент ϕ продольного изгиба в плоскости фермы определяется в зависимости от гибкости λ

$$\lambda = \frac{l}{r_x} = \frac{120}{1,91} = 63$$

$\phi = 0,76$ – для элементов из стали с $R_y = 3330 \text{ кгс/см}^2$

$$\sigma = \frac{4550}{0,75 \times 0,76 \times 1,7} + \frac{4250}{0,8 \times 2,65} = 4690 + 2005 = 6695 > 3330 \text{ кгс/см}^2$$

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		51	66

Одиночный профиль FSK не проходит по прочности и устойчивости при продольном сжатии верхнего пояса фермы независимо от типа принятого кровельного покрытия.

Принимаем верхний пояс фермы из двух профилей KR 100 из стали толщиной 1,0мм (рис. 51).

Расчетная площадь верхнего пояса равна

$$F_c = 2 \times 1,56 = 3,12 \text{ см}^2 - \text{по табл. 8.}$$

$$W_c = 2 \times 6,14 = 12,28 \text{ см}^3 - \text{по табл. 8.}$$

$$\varphi = 0,9 \text{ для } \lambda = \frac{l}{r_x} = \frac{120}{4,1} = 29,2$$

$$\sigma = \frac{4550}{0,75 \times 0,9 \times 3,12} + \frac{4250}{0,8 \times 12,28} = 2170 + 433 = 2600 < R_y$$

Сечение верхнего пояса проходит в виде 2KR -100

1.2. Нижний растянутый пояс принимаем из профиля KSK 100, для которого $F_p = 2,0 \text{ см}^2$ – по табл. 6.

$F_p =$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c F_p} = \frac{4270}{0,75 \times 2} = 2847 < R_y$$

Сечение проходит.

1.3. Опорную стойку принимаем из одиночного профиля KR-100. Проверяем эту стойку на центральное сжатие,

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		52	66



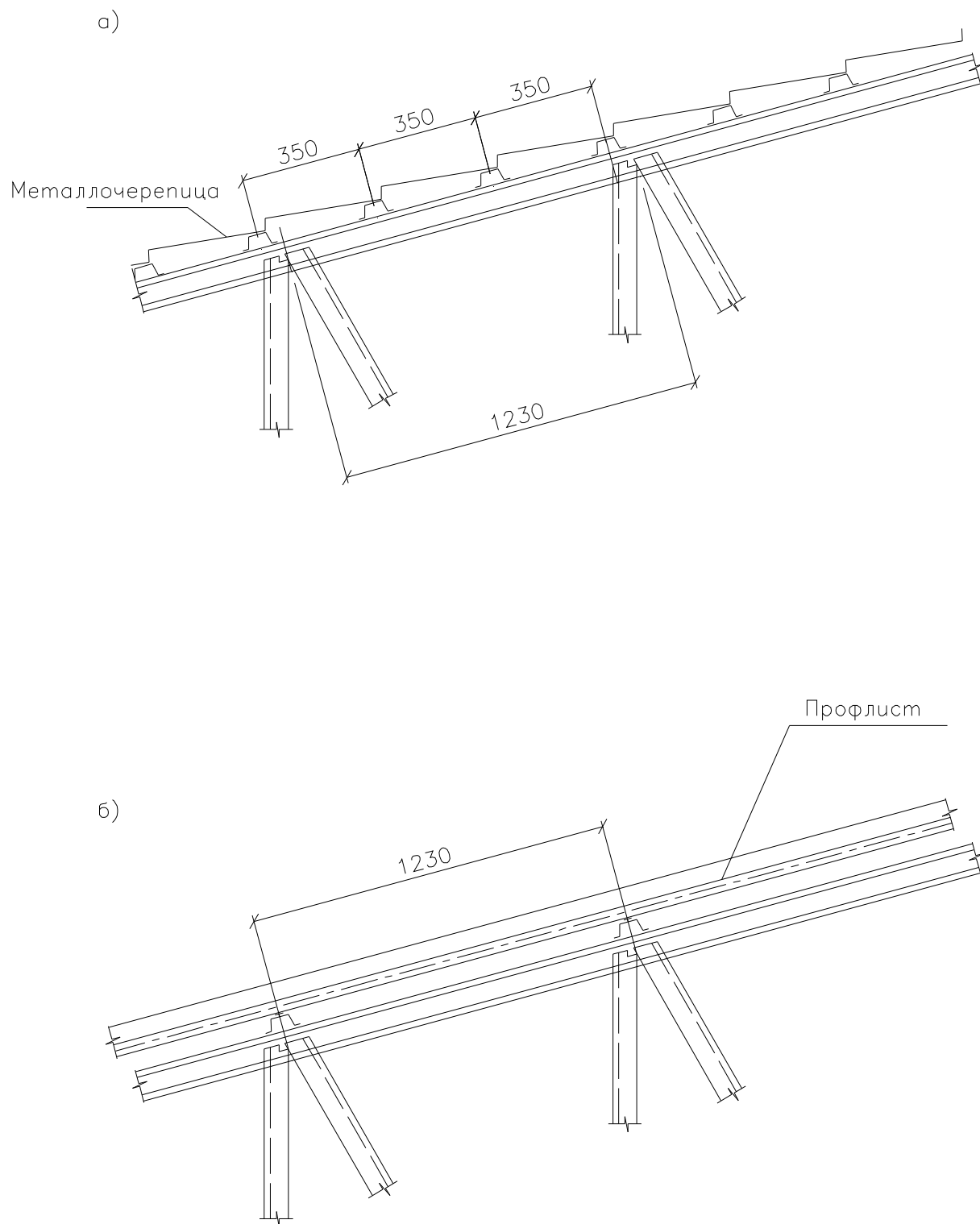


Рис.48

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		54	66

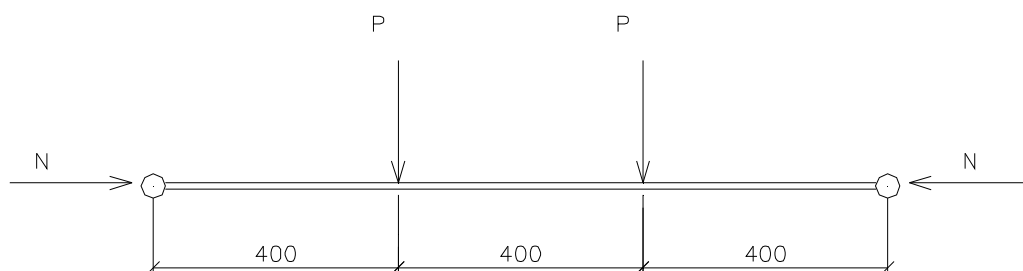


Рис.49

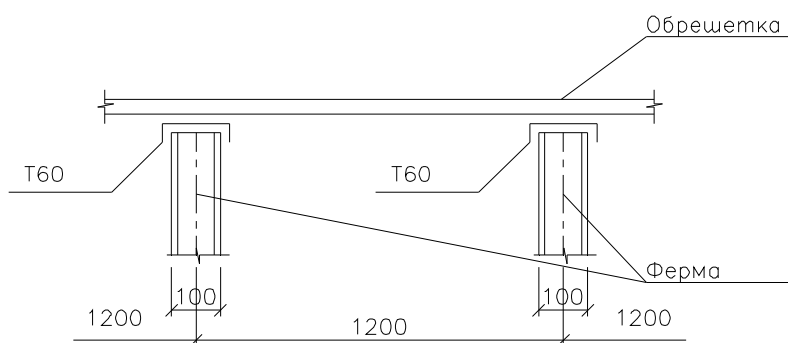


Рис.50

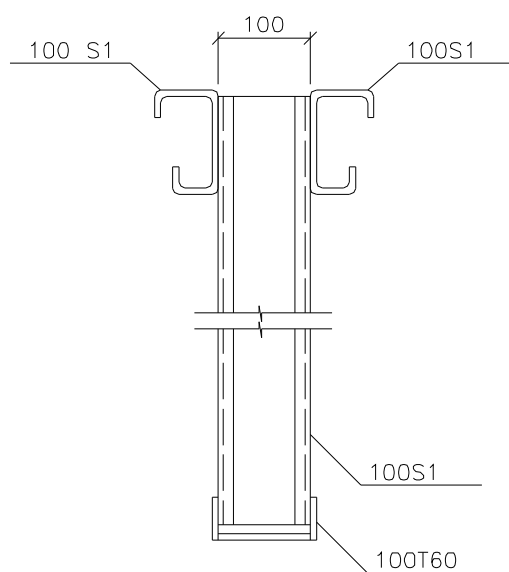


Рис.51

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		55	66

Сечения элементов треугольной фермы

Таблица 21

Марка	Сечение		Опорные усилия			L, м эл-та	Примечания
	эскиз	состав	M тс м	N тс	G тс		
а		2KR 100	0,43	-4,55		1,23	t-1,0
б		KSK 100		4,27		1,15	t-1,0
в		KR 100		-2,65		0,22	t-1,0
г		KR 100		4,22		1,17	t-1,0
д		KR 100		-0,53 0,48		1,32- 1,89	t-1,0
е		FR 100		-1,04 1,28		0,65- 3,06	t-1,5

т.к. ее гибкость $\lambda = \frac{l}{r_y} = \frac{22}{1,54} = 14$ и $m_{ef} < 20$

$$\sigma = \frac{N}{\phi F_c \gamma_c} = \frac{2650}{0,95 \times 1,56 \times 0,75} = 2384 \text{ кгс / см}^2$$

1.4. Опорный растянутый раскос принимаем из профиля KR 100 и проверяем напряжения в нем

$$N = \frac{N}{0,75 F_p} = \frac{4220}{0,75 \times 2,16} = 2604 < R_y$$

1.5. Сжатые раскосы и стойки рассчитывались на внецентренное сжатие с учетом эксцентриситета $e=z_0$ и приняты из профиля KR.

Растянутые раскосы длиной до 1,9м приняты из профиля KR100, длиной более 1,9м – из профиля FR100 с учетом предельной гибкости и унификации элементов.

1.6. Количество винтов SD5 в узлах крепления элементов фермы между собой определяются согласно п. 4.4.5 по формуле:

$$n \geq \frac{N}{0,8 N_{\min}}$$

где $N_{\min}$ – расчетное сопротивление одновинтового соединения профилей по табл. 13 и 14.

Для крепления профилей верхнего пояса к опорным стойкам фермы требуется следующее количество винтов SD5 диаметром 6,3мм.

$$n \geq \frac{4550}{0,8 \times 225} = 25,2$$

Таким образом, в этом узле должно быть установлено 26 винтов. Для этого необходимо предусмотреть фасонки толщиной 2,0мм по обеим сторонам фермы.

Для крепления опорных раскосов к поясам ферм требуется не менее 24 винтов диаметром 6,3мм, установленных с помощью фасонки.

Аналогичное количество винтов требуется для крепления опорных уголков к нижнему поясу фермы.

В остальных узлах должно быть установлено не более, чем по 8 винтов диаметром 5,5мм (рис. 52, 53).

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		56	66

Пример 2. Расчет фермы с параллельными поясами пролетом 15,0м с подъемом фермы – 1,0м, шаг фермы – 1,2м. Угол наклона поясов фермы к горизонтали – $\alpha = 20^\circ$ (рис. 54).

Схема нагружения – как в примере 1.

Расчет фермы выполнен по программе MICROFE. Максимальные продольные усилия в основных элементах фермы с треугольной решеткой приводятся в табл. 22.

2.1. Подбор сечения верхнего пояса фермы выполнен для варианта кровельного покрытия из металлочерепицы типа LPA по обрешетке из профилей S.

Расчетная схема верхнего пояса принята в виде (рис. 55).

Изгибающий момент в поясе от сил Р равен

$$M = 0,21 \times P_l = 0,21 \times 144 \times 1,6 = 48 \text{ кгм}$$

Принимаем верхний пояс из профиля FSK100, изгибаемого относительно оси У, и имеющего следующие расчетные характеристики (табл. 7)

$$F_c = 1,7 \text{ см}^2$$

$$W_y = 2,65 \text{ см}^3$$

$$r_y = 1,91 \text{ см}$$

Проверяем максимальное напряжение в сжато-изогнутом верхнем поясе

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \varphi F_c} + \frac{M}{0,8 W_y} = \frac{2790}{0,75 \times 0,55 \times 1,7} + \frac{4800}{0,8 \times 2,65} = 6250 \text{ кгс / см}^2$$

где

$$\varphi = 0,55 \quad \text{для} \quad \lambda = \frac{160}{1,91} = 84$$

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		57	66

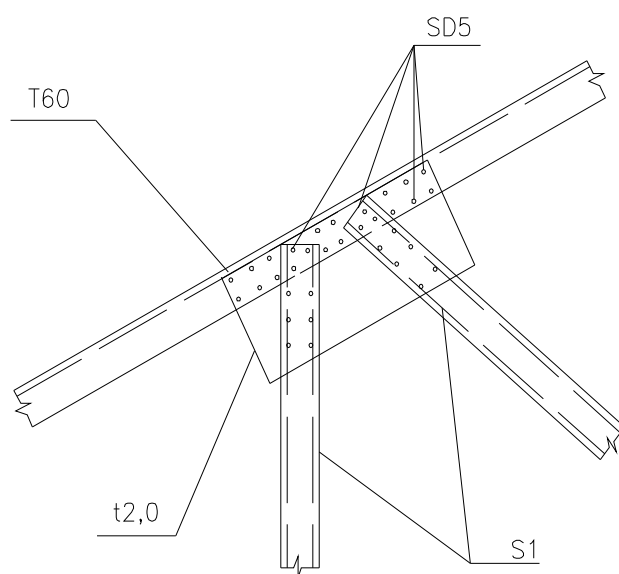
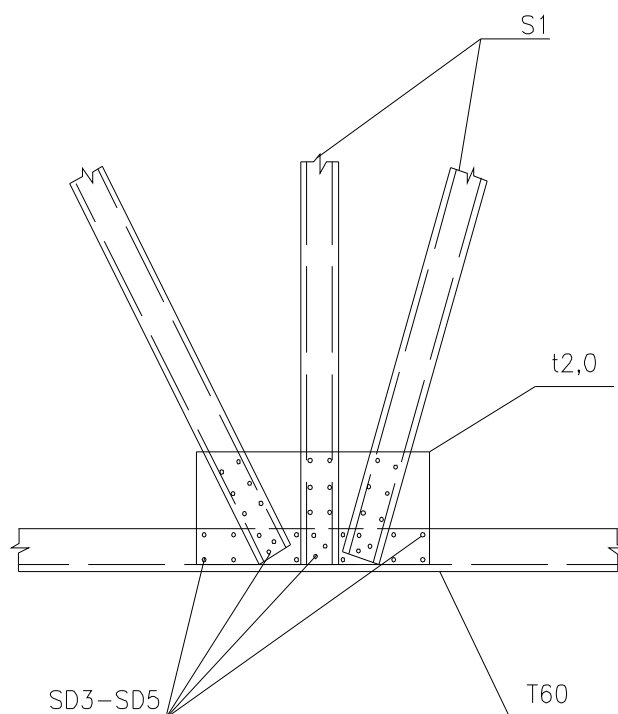
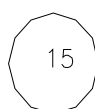


Рис.52



Количество винтов уточняется по расчету

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		58	66

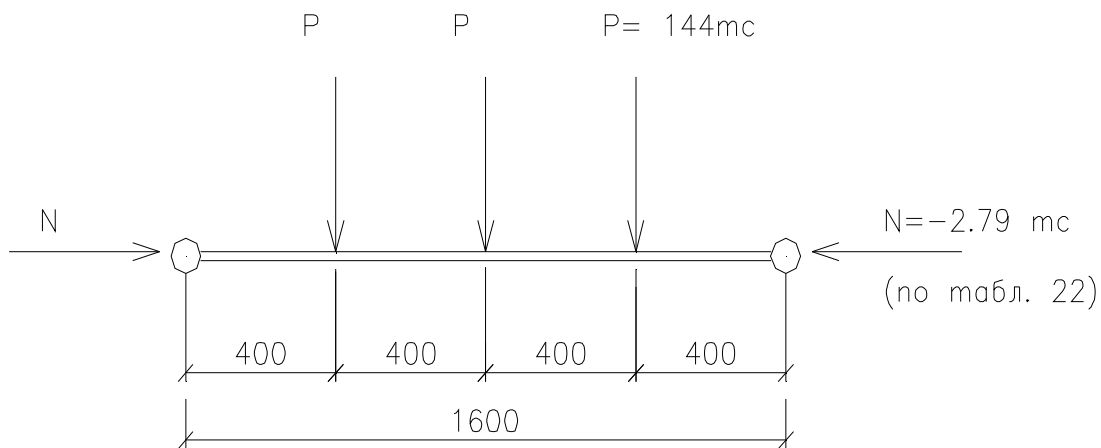


Рис.55

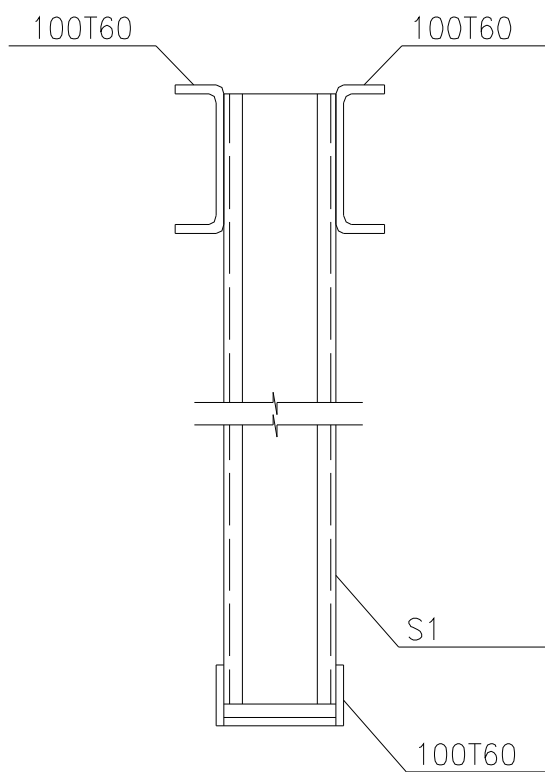


Рис.56

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441-4.10-2009	Лист	Листов
		59	66

Одиночный профиль FSK не проходит. принимаем верхний пояс из двух профилей : KSK 100 (рис. 56).

Расчетные характеристики верхнего пояса

$$F_c = 2 \times 0,75 = 1,5 \text{ см}^2$$

$$W_x = 4,12 \times 2 = 8,24 \text{ см}^3$$

$$r_x = 3,7 \times 2 = 7,4 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{160}{7,4} = 22$$

$$\varphi = 0,95$$

$$\sigma = \frac{2790}{0,75 \times 0,95 \times 1,5} + \frac{4800}{0,8 \times 8,24} = 2607 + 728 = 3335 \approx R_y$$

Сечение верхнего пояса принято.

2.2. Нижний пояс сжат в околоопорных панелях с максимальным усилием $N = -1,97 \text{ тс}$.

Этот пояс принимаем из профиля FSK 100.

Определяем максимальное напряжение в этом продольно сжатом поясе, при расчетной длине $l = 1,67 \text{ м}$.

$$\sigma = \frac{1970}{0,75 \times 0,52 \times 1,7} = 2985 < R_y$$

где

$$\varphi = 0,52$$

для

$$\lambda = \frac{167}{1,91} = 88$$

2.3. Опорный сжатый раскос принимаем из профиля FR 100 с расчетными характеристиками

$$F_c = 2,5 \text{ см}^2$$

$$r_x = 1,64 \text{ см}$$

Сечения элементов фермы с параллельными поясами (рис. 56).

Таблица 22

Марка	Сечение		Опорные усилия			L, м эл-та	Примечания
	эскиз	состав	M тс м	N тс	G тс		
а		2 KSK 100	0,48	-2,79		1,6	t-1,0
б		FSK 100		-1,97		1,6	t-1,5
в		FR 100		-2,09		1,67	t-1,5
г		FR 100		-1,40		1,67	t-1,5
д		KR 100		1,00		1,67	t-1,0

Проверяем устойчивость раскоса как центрально сжатого стержня (без учета эксцентриситета $e = z_o = 1,8 \text{ см}$).

$$\sigma = \frac{N}{0,75 \times \varphi \times F_c} = \frac{2090}{0,75 \times 0,42 \times 2,5} = 2645 \text{ кгс / см}^2 < R_y$$

где

$$\varphi = 0,42$$

для

$$\lambda = \frac{l}{r_y} = \frac{167}{1,64} = 102$$

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		60	66

2.4. Раскосы выполняют из одиночных профилей FR 100(сжатые) и KR 100 (растянутые).

2.5. В узлах соединения опорных раскосов с верхним поясом и опорными уголками количество винтов диаметром 6,3мм должно быть не менее, чем

$$n = \frac{N}{0,8N_{\min}} = \frac{2970}{0,8 \times 300} \approx 12$$

где $N_{\min} = 300 \text{ кгс}$ по табл. 14 толщина профилей 1,5мм.

В остальных узлах фермы количество винтов диаметром 5,5мм не превышает 6шт.

Пример 3. Расчет стропильной системы пролетом 12м из балок, расположенных под углом 30° или 45° к горизонтали, на снеговую нагрузку (рис. 57,58).

Затяжки располагаются на высоте 2,5м от опор.

Расчетная нагрузка для балок под углом $\alpha = 30^\circ$ - аналогична примерам 1 и 2.

Максимальные расчетные усилия в балках приводятся в таблице

Поз.	Элемент	Усилия			Длина l_1 м	Сечение
		N, тс	Q, тс	M, тм		
1	Стропильная балка под углом 30°	-2,48 -1,32	0,73 -1,09	- -1,28	7,1	Z250
2	Стропильная балка под углом 45°	-2,14 -0,61	0,62 -0,92	-1,29	8,5	Z250
3	Затяжка для поз. 1	0,47	-	-	4,8	C200
4	Затяжки поз. 2	0,3	-	-	7,0	C250

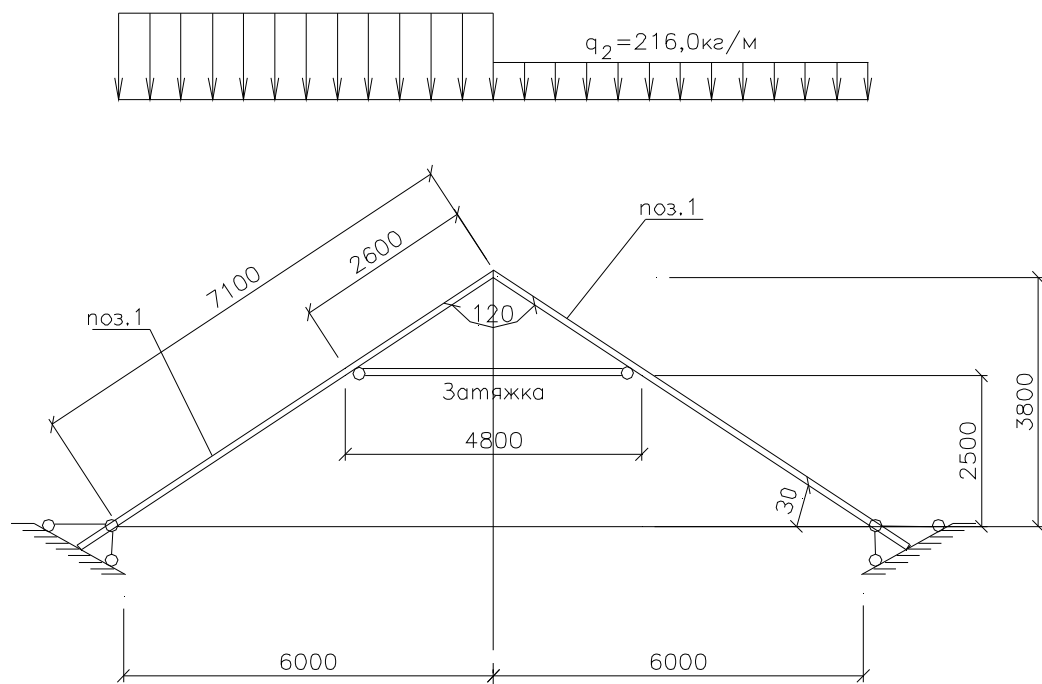


Рис.57

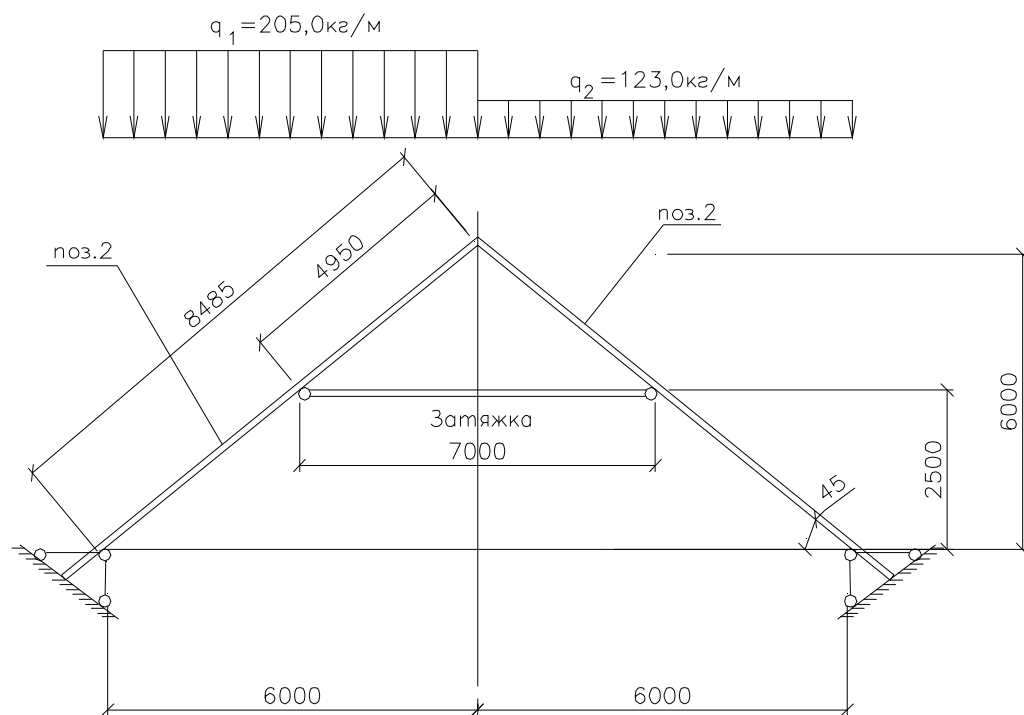


Рис.58

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		62	66

Расчетная нагрузка для балки 2 была снижена с учетом коэффициента $\mu = 0,57$, соответствующего углу наклона $\alpha = 45^\circ$.

Расчетная схема стропильной балки показана на рис. 59.

Максимальные усилия в расчетном сечении в пролете балки на расстоянии $0,375l_1$ от шарнирной опоры равны: для балки с наклоном 30°

$$N = \frac{(2,48 - 1,32) \times 4,4}{7,1} + 1,32 = 2,02 \text{ мс}$$

$$M_q = \frac{9}{120} q_1 l^2 = \frac{9}{128} \times 360 \times 6^2 = 910 \text{ кгм}$$

$$M = 0,625 \times l_1 \times M_o = 0,625 \times 7,1 \times 1,28 = 5,7 \text{ кгм}$$

$$M_H = \frac{2,6}{7,1} \times H \times 0,375 \times l_1 = -0,46 \text{ мм}$$

$$M_p = M_q + M - M_H = 0,91 + 0,57 - 0,46 = 1,02 \text{ мм}$$

Принимаем балку длиной 7,1м с сечением Z250 из стали толщиной 2,0мм.

Расчетные характеристики этой балки по табл. 4.

$$\begin{aligned} F_e &= 5,0 \text{ см}^2 \\ W_x &= 59,6 \text{ см}^3 \\ I_x &= 758 \text{ см}^4 \\ r_x &= 9,6 \text{ см} \end{aligned}$$

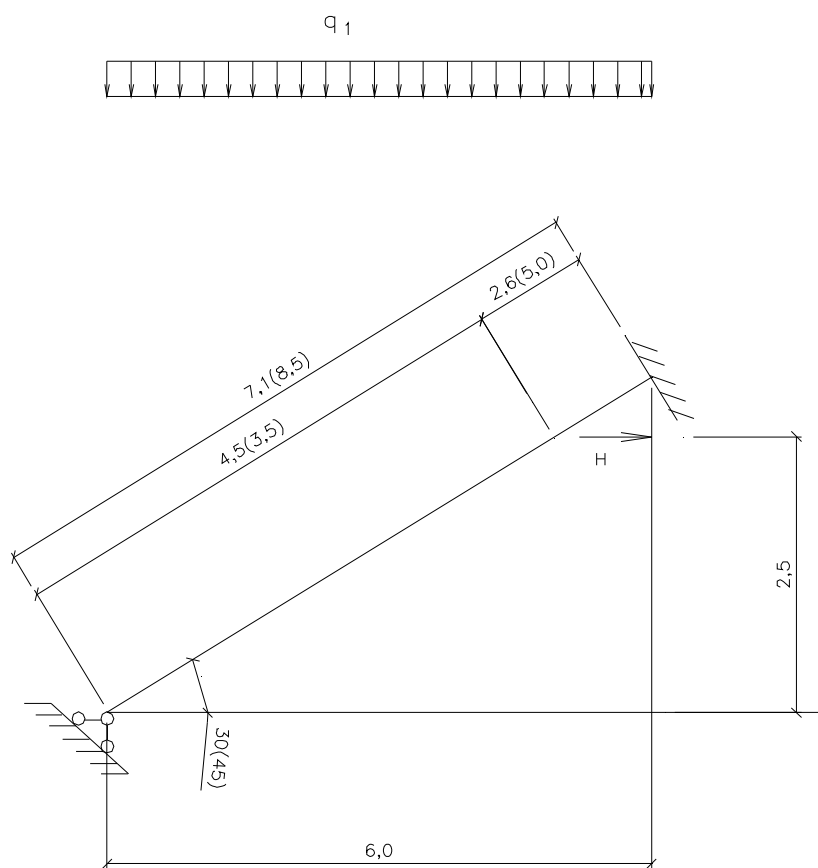
$$\lambda = \frac{710}{9,6} = 74 \quad \varphi = 0,65$$

Проверяем максимальные напряжения и прогиб f балки в расчетном сечении

$$\sigma = \frac{2020}{0,75 \times 5,0 \times 0,65} + \frac{102000}{0,8 \times 59,6} = 2968 < R_y$$

$$f = \frac{q_H l^4}{185 E I_x} = \frac{0,7 \times 3,6 \times 710^4}{185 \times 2,1 \times 10^6 \times 758} = 2,2 \text{ см} < \frac{1}{250} l_1 = 2,84 \text{ см}$$

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		63	66



В скобках даны размеры для балки под углом 45°

Рис.59

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		64	66

Повторяем расчет для балки с наклоном 45°

$$N = \frac{(2,14 - 0,61) \times 5,31}{8,5} + 0,61 = 1,57 \text{ тс}$$

$$M = 0,625 \times 8,5 \times 1,29 = 0,68 \text{ тм}$$

$$M_q = \frac{9}{128} \times 205 \times 6^2 = 519 \text{ кгм}$$

$$M_H = \frac{5,0}{8,5} \times H \times 0,375 l_1 = 5,0 \times 0,3 \times 0,375 = -0,625 \text{ тм}$$

$$M_p = M_q + M - M_H = 0,68 + 0,579 - 0,625 = 0,634 \text{ тм}$$

Принимаем балку того же сечения Z250 из стали толщиной 2,0мм.
Максимальные напряжения в пролете балки

$$\sigma = \frac{1570}{0,75 \times 5,0 \times 0,51} + \frac{63400}{0,8 \times 59,6} = 2150 \text{ кгс / см}^2$$

$$\lambda = \frac{850}{9,6} = 89 \quad \varphi = 0,51$$

Проверяем прогиб этой балки

$$f = \frac{0,7 \times 2,05 \times 8,5^4}{1,85 \times 2,1 \times 758} = 2,54 \text{ см} < \frac{1}{250} l_1 = 3,24 \text{ см}$$

Балка прошла по прогибу.

Затяжки выполняются из профилей С200 для балок с наклоном 30° и С250 для балок с наклоном 45°. Профили для затяжек приняты по предельной гибкости 300 из плоскости

$$\lambda = \frac{l}{r_y} = \frac{480}{1,35} = 296 \quad \text{для балки 1}$$

$$\lambda = \frac{700}{2,55} = 275 \quad \text{для балки 2}$$

Затяжки выполняются из стали толщиной 1,5мм крепятся к балкам винтами SD5 диаметром 5,5мм.

Крепление балок в коньковом узле выполняются с помощью накладок из профиля С200 из стали толщиной 2,0мм (рис. 43, 43а).

Количество винтов SD5 диаметром 6,3мм для крепления накладок определяется по максимальному моменту М и срезающей силы N.

Для стропильных балок под углом 30°

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		65	66

$$N_p = N + \frac{M_o}{e} = 2,48 + \frac{1,28}{0,12} = 13,2mc$$

где $e = 0,12$ – среднее расстояние между крайними рядами винтов. Требуемое количество винтов равно

$$n = \frac{N_p}{0,8N_{\min}} = \frac{13200}{0,8 \times 650} = 25$$

где $N_{\min} = 650$ кгс по табл. 14.

Проектирование стропильных конструкций	СТО 50186441–4.10–2009	Лист	Листов
		66	66