

**Коцюба И.В., Одинцева С.А., Раевская Л.Т.**  
 (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) [suhoy68@mail.ru](mailto:suhoy68@mail.ru)  
**РАСЧЕТ ПОТОЛОЧНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ**  
**ДРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА**

*CALCULATION OF THE OVERHEAD SLABS OF THE WOODWORKING SHOP*

*В статье произведен точный комплексный прочностной расчет фермы потолочного перекрытия деревообрабатывающего цеха при монтаже линии по программе LIRA 9.2, 9.4 элементов фермы до и после реконструкции на основные виды деформации: осевое центральное сжатие, устойчивость и сложное напряженное состояние, как отдельных элементов фермы, так и всей фермы с несущими опорами.*

*In article there is a accurate comprehensive strength calculation of the ceiling farms wood shop during assembly line in program LIRA 9.2, 9.4 farms elements before and after the reconstruction of major deformation: the central axial compression, stability and complex stress state, as separate elements farms, and the entire farm pillars.*

Расчет перекрытия деревообрабатывающего цеха.

Статистический расчет фермы по программе LIRA 9.4, поверочные расчёты элементов фермы выполнены с использованием пакетов программ SCAD.

Расчет фермы произведен в исходном состоянии и после реконструкции.

1. Нагрузки на ферму

Сбор нагрузки на ферму представлен в таблице 1

Таблица 1 Нагрузки на ферму

№	Нагрузка	Нормативная	$\gamma_f$	Расчетная
1	Прогон брус 200*200	144.0 кг	1.1	158.4 кг
2	Настил	360.0 кг	1.1	396.0 кг
3	Пароизоляция 1 слой рубероида	37.5 кг	1.2	45.0 кг
4	Утеплитель минераловатные плиты	315.0 кг	1.2	378.0 кг
5	Настил	225.0 кг	1.1	247.5 кг
6	Гидроизоляция 2 слоя рубероида	75.0 кг	1.2	90.0 кг
7	Снеговая кг/м <sup>2</sup> 226.8	2381.4 кг	0.7	3402.0 кг
	ИТОГО	3462.9 кг		4626.9 кг

2. Расчетные схемы На рисунке 1 представлена расчетная схема половины фермы до реконструкции. (указаны номера стержней).

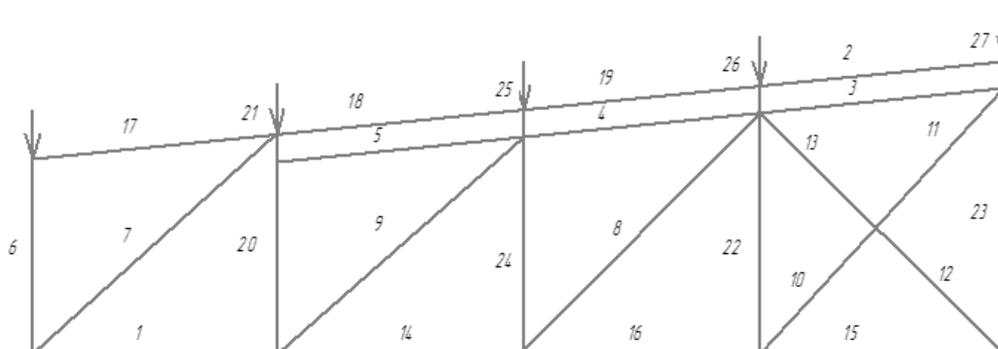


Рисунок 1 Расчетная схема половины фермы до реконструкции (указаны номера стержней).

На рисунке 2 показана расчетная схема фермы после реконструкции.

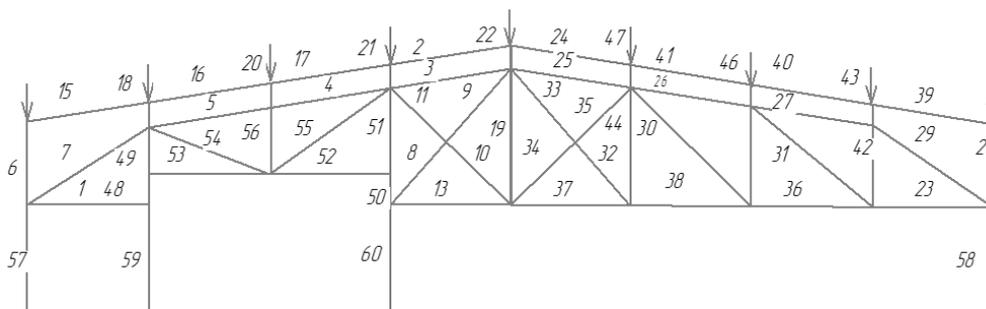


Рисунок 2 Расчетная схема после реконструкции (указаны номера стержней).

Удалены элементы решетки во 2-й и 3-й панелях. Установлены две стойки (элементы 59 и 60 на рисунке 2) из стальных труб и новые элементы решетки из спаренных стальных уголков (элементы 48-56 на рисунке 2).

### 3. Расчетные условия

Расчетные условия в стержнях до и после реконструкции представлены в таблице 2.

Таблица 2

№ эле-мента	Усилия до реконструкции	№ эле-мента	Усилия после реконструкции	Расхождения между старыми и новыми значениями
	N(кг)		N(кг)	%
1	138	1	16325	1
2	-1953	2	-15168	13
3	-1279	3	-13678	9
4	-2013	4	-13033	15
5	-2711	5	-12271	2
6	-2308	6	-2427	95
7	-479	7	-22824	2
8	-6763	10	97	-6976
9	-6758	11	70	-9715
10	4429	12	-58	-7699
11	4427	13	-75	-5897
12	103	14	25084	0
13	4335	15	28737	15
14	103	16	28806	0
15	2	17	-66	-2
16	-842	18	-4183	20
17	-1491	19	-12192	12
19	-124	23	130	-95
23	9195	1	16325	56
№ эле-мента	Усилия до реконструкции	№ эле-мента	Усилия после реконструкции	Расхождения между старыми и новыми значениями
	N(кг)		N(кг)	%
24	-4546	2	-15168	30
25	-4352	3	-13678	32

26	-7118	4	-13033	55
27	-7080	5	-12271	58
28	-2386	6	-2427	98
29	-13149	7	-22824	58
30	1364	8	-5621	-24
31	-4809	9	-12844	37
32	2270	10	97	2342
33	2294	11	70	3297
34	-4350	12	-58	7563
35	-4387	13	-75	5843
36	12463	14	25084	50
37	10114	15	28737	35
38	11558	16	28806	40
39	-39	17	-66	59
40	-2390	18	-4183	57
41	-5600	19	-12192	46
42	3472	20	9357	37
44	-1717	22	-83	2063
45	-1037	24	4173	-25

В основном расчетные усилия в стержнях фермы после реконструкции оказываются ниже, чем в исходном состоянии. Для элементов решетки в двух центральных панелях расчетные усилия возросли и поменяли знак. Для этих элементов произведены поверочные расчеты (элементы 8-11, 3-55) и подобраны новые сечения (элементы 19,44,55).

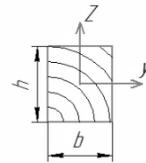
Выполнен поверочный расчет новых элементов 48-56 и 59,60.

4.поверочные расчеты по I группе предельных состояний

Поверочные расчеты элементов 8-11,32-35

Исходные данные

/п	Параметр	Значение
	Тип элемента	Ферма
	Размеры сечения	h=22 см b=12 см
	Расчетная длина	Loy=4м Loz=2м
	Сорт древесины	2
	Тип древесины	Сосна, кроме веймутовой
	Закрепление элемента из плоскости рамы	В двух местах
	Температурно-влажностные условия эксплуатации	A1: внутри отапливаемых помещений при температуре до 35°C, относительной влажности воздуха до 60%.
п/	Расчетные усилия, тм	
п	N, тс	Флаги
1	4,43	P



Результат проверки

Проверка, % использования	
Прочность	Гибкость
29.965	31.492

Вывод

- Прочность обеспечена;
  - Предельная гибкость обеспечена.
- Элемента 10

п/п	Расчетные усилия, тм			
	N, тс	Флаги		
1	-6.8	P		

Результат проверки

Проверка, % использования		
Прочность	Устойчивость	Гибкость
29.998	33.689	41.989

Вывод

- Прочность обеспечена;
- Устойчивость обеспечена;
- Предельная гибкость обеспечена;

Расчет элементов 19,44,45.

Сталь: С235- фасон 2-20 мм

Расчетное сопротивление стали  $R_y=2.35$  тс/см<sup>2</sup>

Тип элемента - Элемент решетки

Длина элемента 2.86 м

Сечение: уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L75\*6

Геометрические характеристики сечения

	Параметр	Значение
A	Площадь поперечного сечения	17.56 см <sup>2</sup>
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно оси Y	93.058 см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно оси Z	217.47 см <sup>4</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y	2.302 см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z	3.519 см

Расчетное усилие N=-1.717 тс

Результат расчета

Проверено по СНиП	Фактор	Коэффициент использования
п.5.1	Прочность элемента	0.044
п.5.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0.093
п.5.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0.076
Пп. 6.1-6.4	Гибкость элемента	0.552

Прочность и устойчивость стоек обеспечена.

Расчет элементов 48-56 и 59,60

На рисунке, 3 показана маркировочная схема фермы.

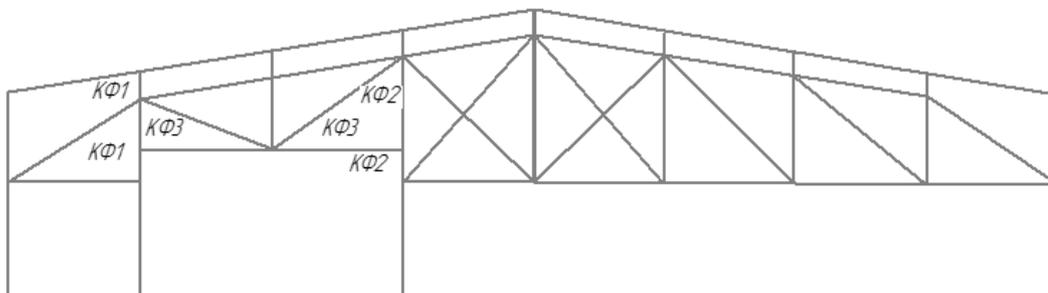


Рисунок 3 Маркировочная схема фермы.

Результаты расчета представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 Результаты поверочного расчета элементов 48-56

Элемент	Э	группа	Проценты исчерпания несущей способности, %									
			нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У
Два уголка 100*100*7; стыковка 1 см												
Сталь: С235; ГОСТ 27772-88												
8	4	Ф1	10	15	12	44	30	0	53	15	44	53
9	4	Ф1	10	15	12	44	30	0	53	15	44	53
0	5	Ф2	17	28	21	51	36	0	50	28	51	50
1	5	Ф2	17	27	21	51	36	0	50	27	51	50
2	5	Ф3	0	0	0	90	62	0	45	0	90	45
3	5	Ф3	0	0	0	54	37	0	0	0	54	0
4	5		6	0	0	31	21	0	0	6	31	0
5	5		6	0	0	34	23	0	0	6	34	0
6	5		7	8	7	30	21	0	59	8	30	59

Таблица 4 Результаты поверочного расчета 59,60

Элемент	Э	Г	Проценты исчерпания несущей способности, %									
			нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У
Труба 219*4; ГОСТ 10704-76*												

Сталь: С235; ГОСТ 27772-88												
9	5	1	2	2		4	4	7		6	4	7
0	6	5	0	0		4	4	7		7	4	7

Несущая способность элементов достаточна для восприятия действующих нагрузок.

5. Расчет фермы по II группе предельных состояний.



На рисунке 4 показана мозаика перемещений узлов фермы от полной нормативной нагрузки.

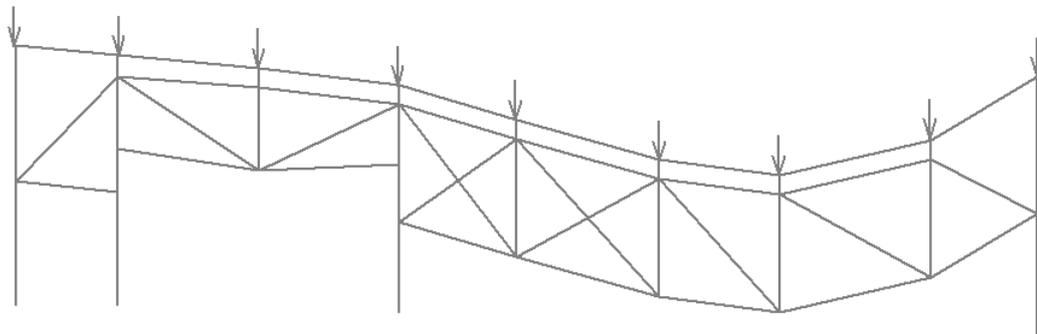


Рисунок 4 Мозаика перемещений узлов фермы от полной нормативной нагрузки.

Максимальный прогиб фермы составляет 3.68 мм, что составляет 1/5435 пролета. Жесткость фермы обеспечена.

Получены результаты деформаций возникающие в ферме и сведенные в таблицах до и после реконструкции обеспечивающие безопасную 2, 3 – кратную прочность, жесткость и устойчивость фермы от действующих нагрузок, в двух технологически- удобных вариантах при монтаже линии.

Рекомендации.

Элементы в ферме № 59 и №60 (т.е. несущие конструкции опоры) можно выполнить из трубы (219\*4 мм) или двух сварных прокатных швеллеров № 27.