

Коцюба И.В., Одинцева С.А., Раевская Л.Т.
 (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) 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	γ_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 ² 226.8	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).

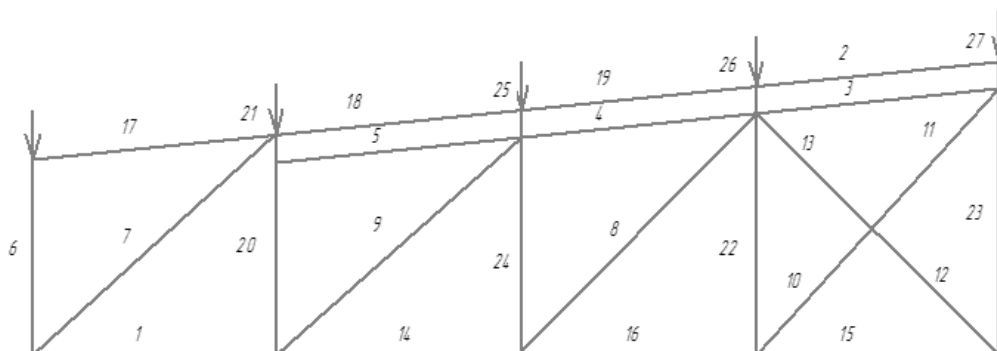


Рисунок 1 Расчетная схема половины фермы до реконструкции (указаны номера стержней).

На рисунке 2 показана расчетная схема фермы после реконструкции.

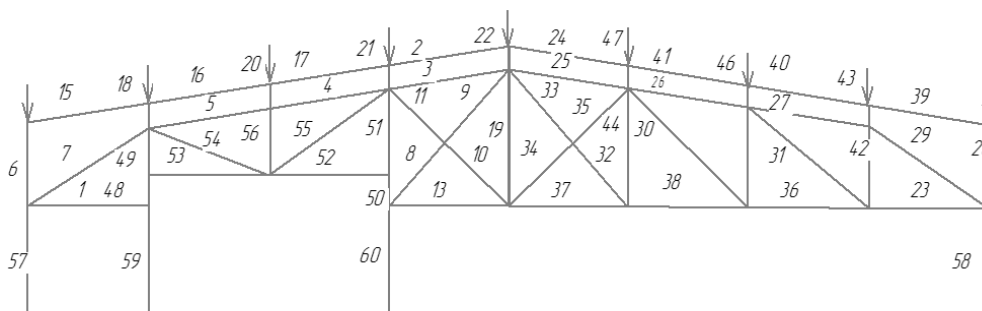


Рисунок 2 Расчетная схема после реконструкции (указаны номера стержней).

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).

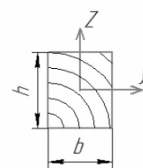
Выполнен поверочный расчет новых элементов 48-56 и 59,60.

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/см²

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 ²
I _y	Момент инерции относительно оси Y	93.058 см ⁴
I _z	Момент инерции относительно оси Z	217.47 см ⁴
i _y	Радиус инерции относительно оси Y	2.302 см
i _z	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.

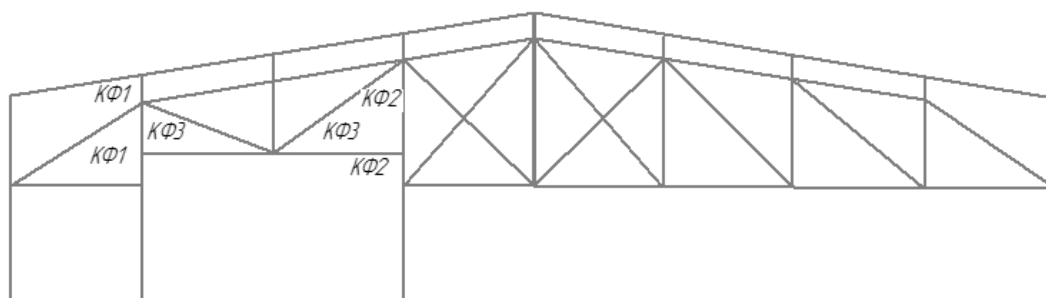


Рисунок 3 Маркировочная схема фермы.

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	1	2	2		4	4	7		6	4	7
0	6	5	2	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.

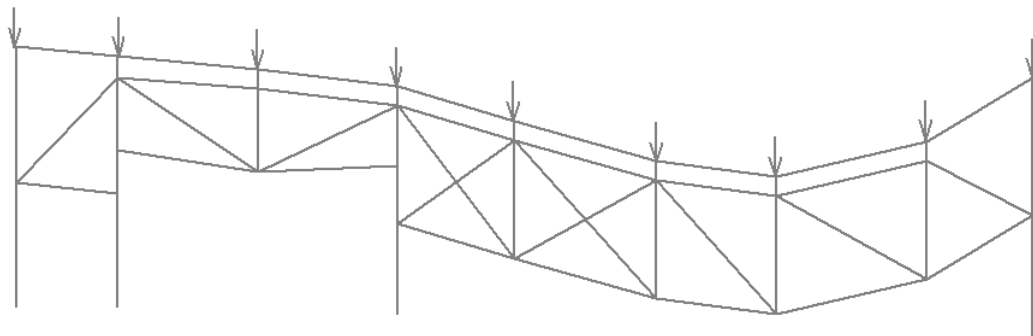


Рисунок 4 Мозаика перемещений узлов фермы от полной нормативной нагрузки.

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.