

Расчет усиления стропильных ферм цеха №41 завода «Уралмаш» в осях J-K,64-81

Екатеринбург 2011

1. Общие данные

Рассматриваемая конструкция представляет собой шарнирно опертую, сборную железобетонную, полигональную ферму с параллельными поясами, пролетом 18 м, состоящую из трех частей и имеющую уклон 5%.

Шаг ферм 6 м, на верхний пояс опираются ребристые железобетонные плиты покрытия шириной 1,5 м и длиной 6 м.

Класс бетона В30, в качестве основной арматуры в нижнем поясе ферм используются пучки диаметром 25 мм состоящие из гладкой проволоки (19Ø5) имеющим расчетное сопротивление 11000 кгс/см².

Общий вид фермы смотри рисунок 2.

На основании заключения промышленной безопасности строительных конструкций здания цеха №41 ОАО «Уралмаш» требуется произвести расчет усилению нижнего пояса ферм с применением технологии внешнего армирования тканью из углеродного волокна для структурного усиления.

2. Расчет усиления

Расчёт произведён в расчетном комплексе «Lira 9.6» методом конечных элементов с учётом фактических размеров и состояния конструкций на максимальные сочетания нагрузок: от собственного веса конструкций и равномерно распределенных временных нагрузок. Расчеты выполнены с учетом требований СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки воздействия». Расчетная схема представлена на рисунке 1.

Вес кровли с учетом коэффициента надежности по ответственности составляет 410 кг/м².

Расчетная снеговая нагрузка для III снегового района: 180 кг/м².

Собственный вес конструкций в расчетном комплексе «Lira 9.6» был задан автоматически с коэффициентом надежности по нагрузке 1,1.

Шаг стропильных конструкций 6 м, ширина плит 1,5 м, следовательно:

$$q_1 = [(410+180) \cdot 1,5 \cdot 6 + 180] \cdot 0,95 \approx 6098 \text{ кг};$$

$$q_2 = [(410+180) \cdot 1,5 \cdot 3 + 180] \cdot 0,95 \approx 3576 \text{ кг}.$$

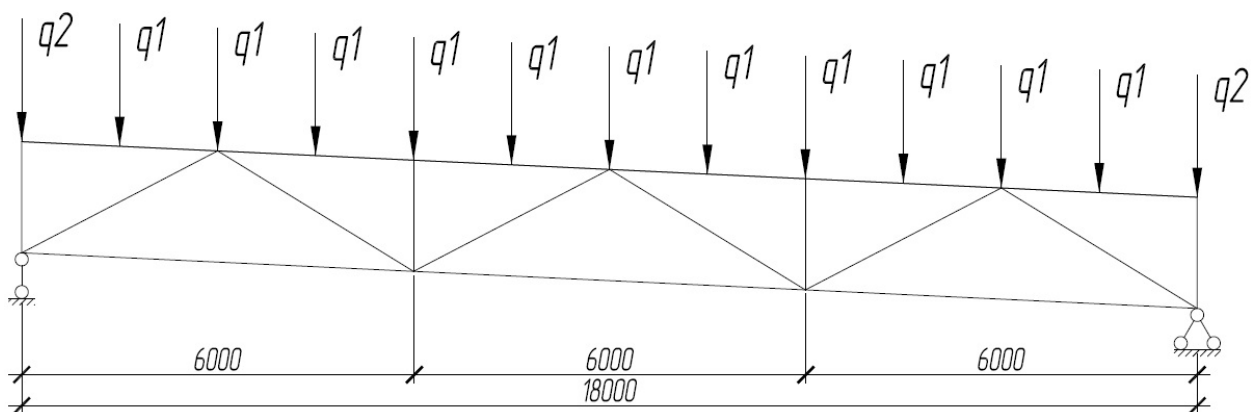


Рисунок 1 – Расчетная схема фермы.

По результатам расчета в «Lira 9.6» продольная растягивающая сила в нижнем поясе составляет 115685 кг. Выполним проверочный расчет на возможность восприятия данного усилия сечением.

Проверку прочности сечения выполняем как для центрально растянутого элемента из условия:

$$N \leq R_s \cdot A_s, \text{ где:}$$

N – продольная растягивающая сила равная 115685 кг;

R_s – расчетное сопротивление арматуры равное 11000 кг/см²;

A_s – площадь сечения арматуры равная 7,46 см².

115685 кг > 11000·7,46 = 82060 кг, т.е. прочность сечения не обеспечена.

Для усиления конструкции применим ткань из углеродного волокна фирмы «BASF» Mbrace Fib CF 230/4300.530g/50, имеющую следующие характеристики:

- Удельный вес волокна 530±10 г/м²;
- Толщина волокна 0,0294 см;
- Плотность 1,8 г/м³;
- Прочность волокна на разрыв 43847 кг/см²;
- Модуль упругости при растяжении волокна 230 ГПа;
- Растяжение волокна при разрыве 1,8 %.

Проверку прочности сечения с учетом усиления выполняем из условия:

$$N \leq R_s \cdot A_s + R_f \cdot A_f, \text{ где:}$$

R_f – прочность углеродного волокна на разрыв равная 43847 кг/см^2 ;

A_f – площадь сечения углеродного волокна вычисляемая по формуле:

$$A_f = n \cdot t_f \cdot b_f, \text{ где:}$$

n – количество слоев углеродного волокна;

t_f – толщина углеродного волокна равная $0,0294 \text{ см}$;

b_f – ширина углеродного волокна.

Для усиления используем 2 слоя углеродного волокна, ширину в расчете принимаем 20 см .

$$A_f = 2 \cdot 0,0294 \cdot 20 = 1,176 \text{ см};$$

$R_s \cdot A_s + R_f \cdot A_f = 11000 \cdot 7,46 + 43847 \cdot 1,176 = 133624 \text{ кг} > N = 115685 \text{ кг}$, т.е. прочность сечения обеспечена.

Схема усиления по результатам расчетов представлена на рисунке 3.

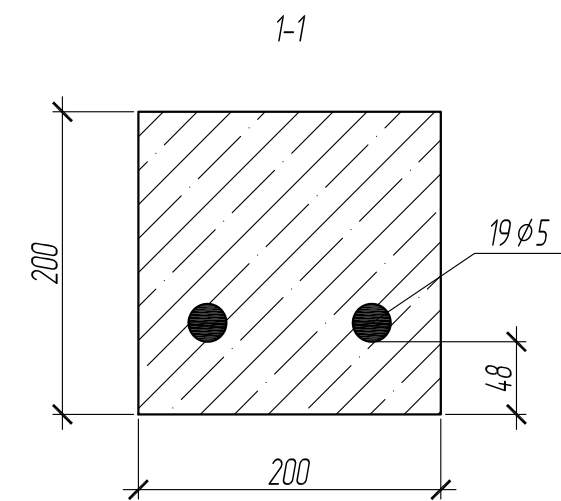
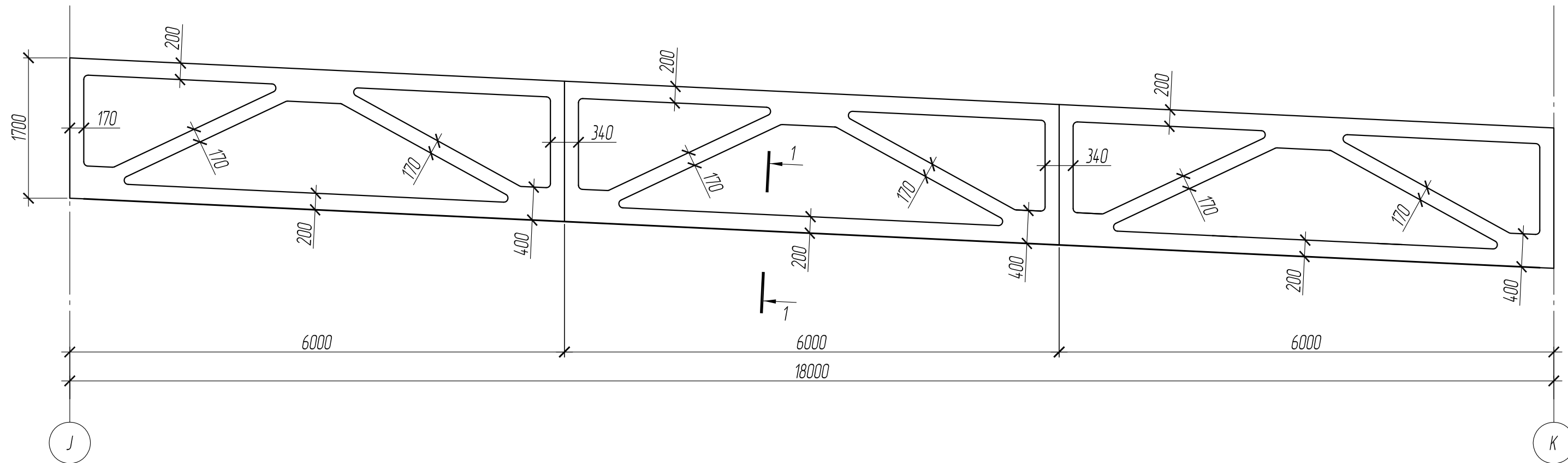
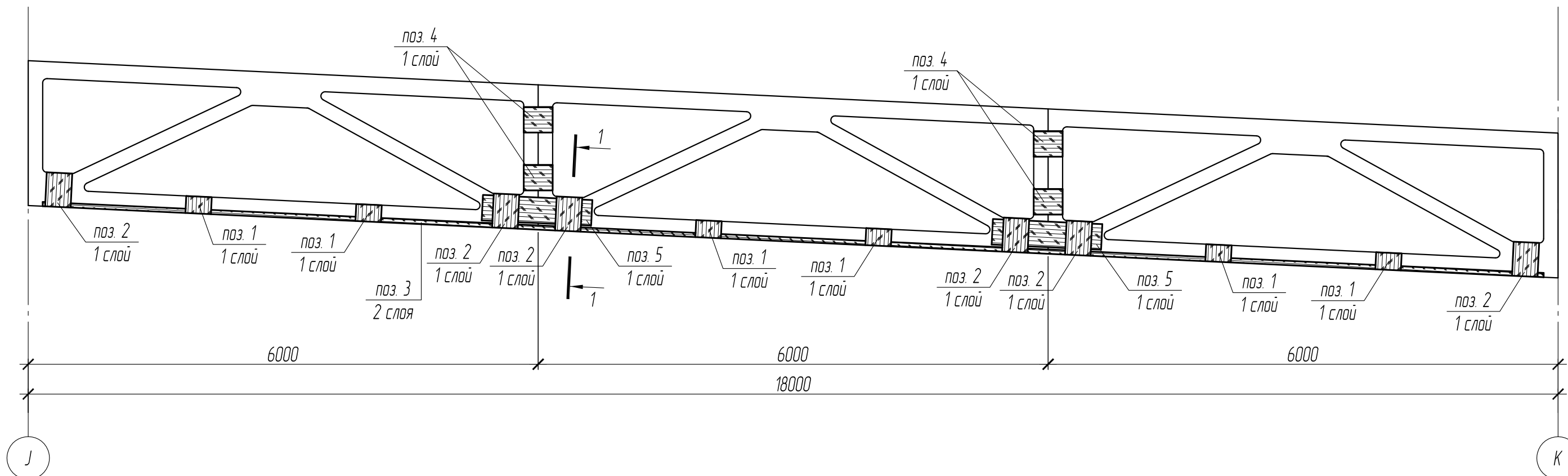


Рисунок 2 - Общй вид стропильной фермы



Ведомость расхода материалов на усиление

Поз.	Наименование	Ширина, мм	Длина, мм	Кол., шт.	Площадь, м ²	Общая площадь, м ²
1	Mbrace Fib CF230/4300.530g/5	250	1000	6	0.25	1.50
2	Mbrace Fib CF230/4300.530g/5	250	1500	6	0.38	2.25
3	Mbrace Fib CF230/4300.530g/5	500	18000	2	9.00	18.00
4	Mbrace Fib CF230/4300.530g/5	250	1500	4	0.38	1.50
5	Mbrace Fib CF230/4300.530g/5	250	1500	4	0.38	1.50
Итого:						24.75

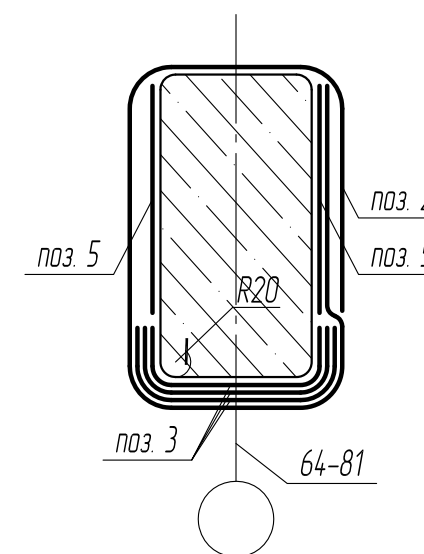


Рисунок 3 - Схема усиления стропильной фермы