

УДК 624.014:652.2

Картошина Светлана Викторовна, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, zdanija@madi.ru
Сорокин Артем Петрович, студент,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, zdanija@madi.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МНОГОПРОЛЕТНЫХ ФЕРМ ПОКРЫТИЯ С ЗАТЯЖКОЙ ВДОЛЬ НИЖНЕГО ПОЯСА И БЕЗ НЕЕ

Аннотация. В статье приводится сравнение вариантов покрытия, выполненных в виде большепролетных неразрезных металлических ферм с предварительным напряжением и без него.

Ключевые слова: программа «SOFISTIK», расчетная модель, подбор сечения элементов ферм, общий прогиб конструкции.

Kartoshina Svetlana V., Ph. D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, zdanija@madi.ru
Sorokin Artem P., student,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, zdanija@madi.ru

INVESTIGATION OF METAL SPACE MULTI-SPAN COVERING FARMS WITH TIGHTENING ALONG THE LOWER BELT AND WITHOUT TIGHTENING

Abstract. The article presents a comparison of variants of covering made in a form of space multi-span covering farms prestressed and non- prestressed.

Key words: «SOFISTIK» program, calculation model, selection of sectional elements of farms, total deflection of the structure.

Введение

Современные здания аэродромного комплекса – большепролетные сооружения. Металлические системы, перекрывающие большие пролеты, весьма рациональны и разнообразны. Чаще всего в зданиях аэропорта (аэровокзалов, складов, ангаров) используют стержневые и балочные системы.

Основная часть

Принято решение исследовать работу двух вариантов конструкций металлических ферм: без предварительного напряжения, и с предварительным напряжением.

Предварительное напряжение осуществляется путем затяжки – стальной канат 60К19-500 [1].

Расчет по двум группам предельного состояния, а также построение эпюр продольных усилий производится в расчетном комплексе SOFISTIK [2].

В качестве расчетного пролета был принят средний пролет 42 м (рис. 1) большепролетной неразрезной металлической фермы с преднапряжением и без него длиной 192 м.

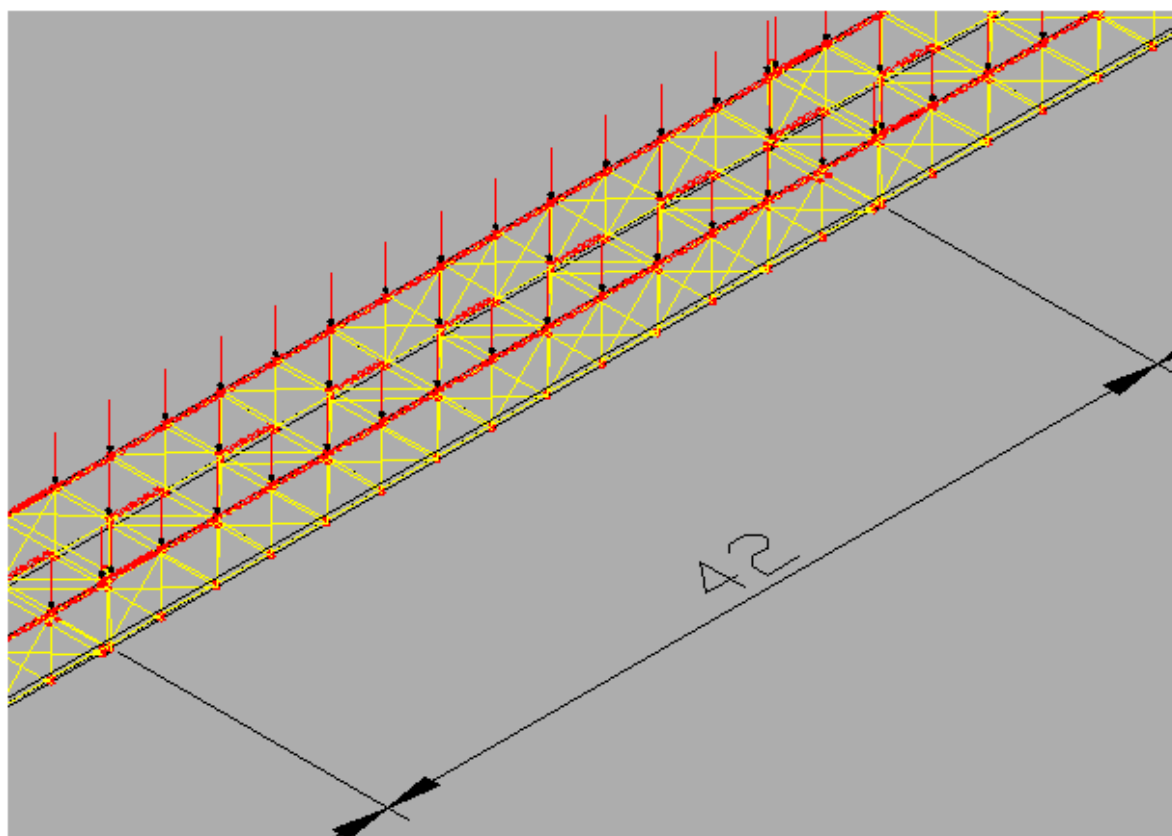


Рис. 1. Средний пролет фермы длиной 42

Расчет по I группе предельных состояний:

Условие расчета: $\sigma < R_y$, где σ – уровень напряжения, R_y – расчетное сопротивление.

Расчетная модель центрального пролета фермы с предварительным напряжением под нагрузкой (рис. 2).

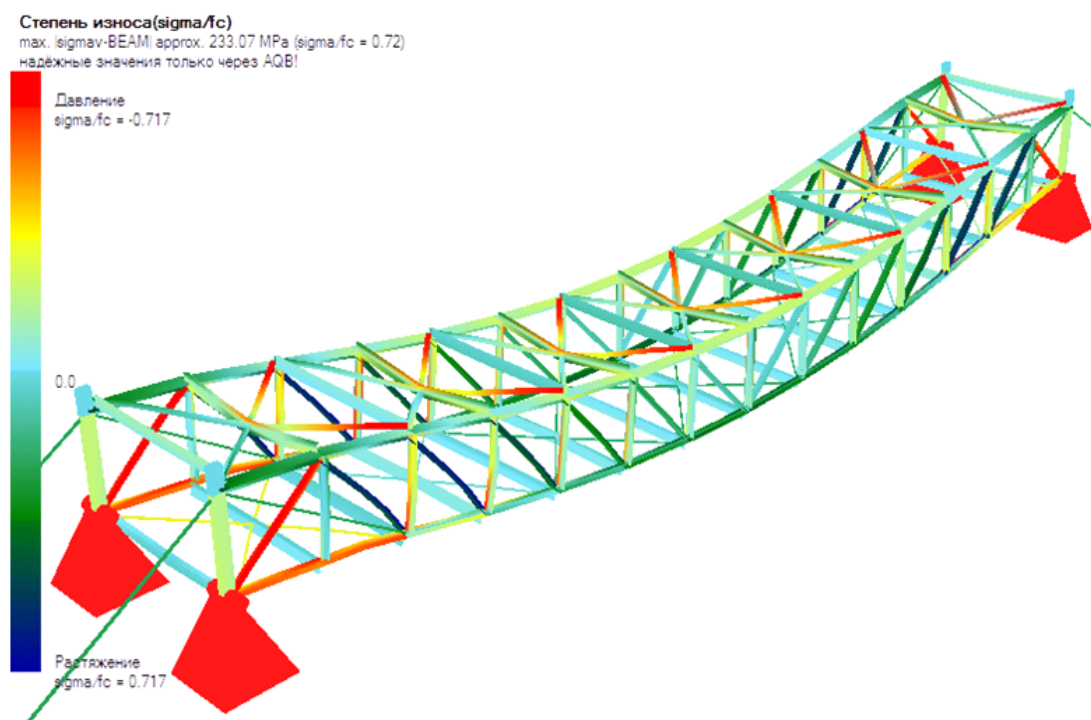


Рис. 2. Фрагмент фермы длиной 42, под нагрузкой

Эпюры продольных усилий в стержнях среднего пролёта 42 м в варианте с предварительным напряжением представлены на рис. 3, 4, 5, 6.

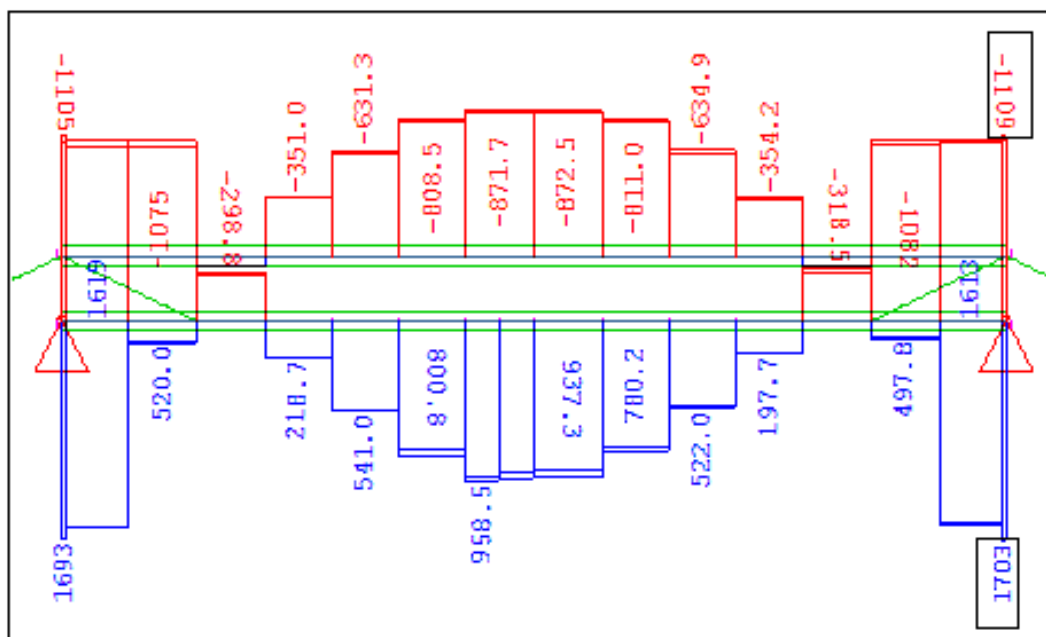


Рис. 3. Продольные стержни

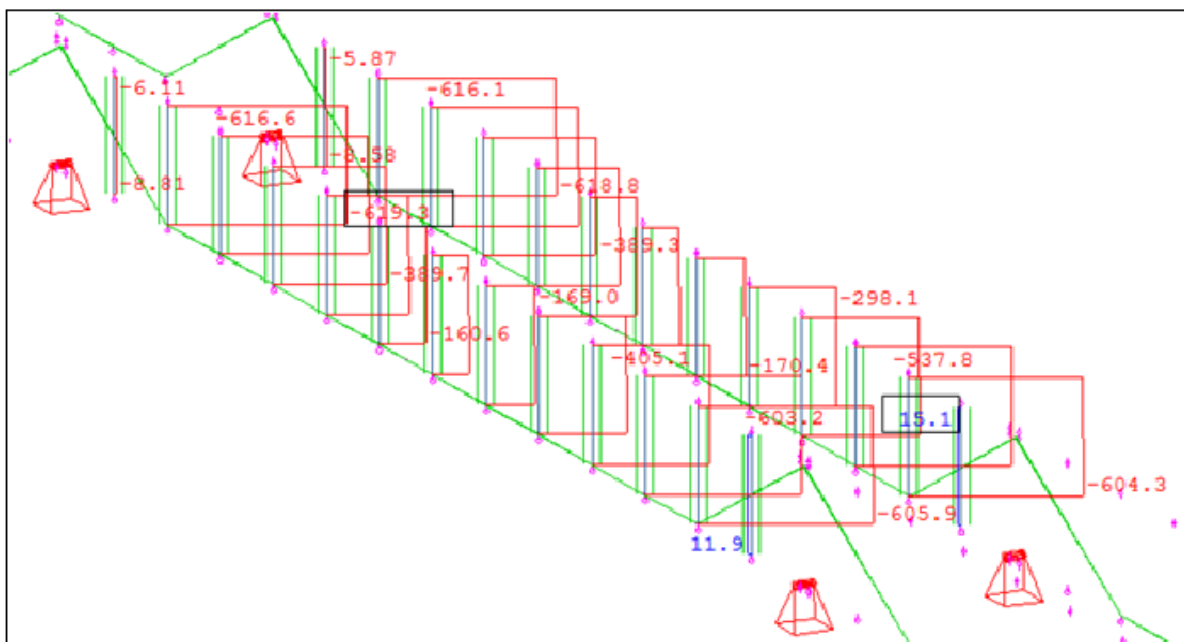


Рис. 6. Стойки

Подбор сечений элементов фермы без предварительного напряжения и с предварительным напряжением представлен в табл. 1.

Расчет по II группе предельных состояний:

Условие расчета: $f < f_{ult}$, где f – прогиб элемента от действия внешней нагрузки, f_{ult} – значение предельного допустимого прогиба.

Схема перемещений большепролетной неразрезной фермы с предварительным напряжением под нагрузкой (рис. 7).

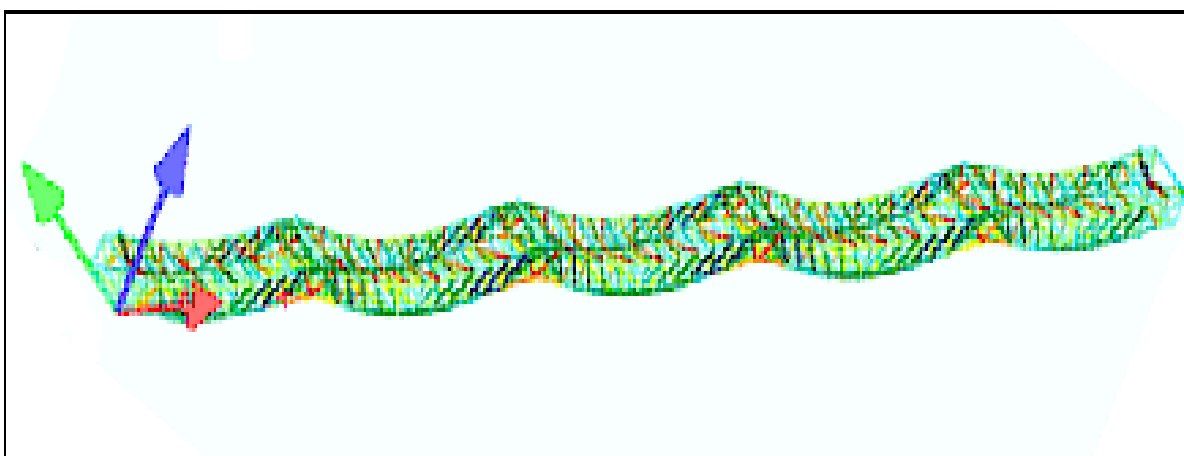


Рис. 7. Схема перемещений фермы длиной 192 м

Таблица 1

Элемент	Усилие, кН	Сечение	Гибкости		σ, кН/см
			λ _x	λ _y	
Без предварительного напряжения					
Продольные (верх)	-1642,0	200x200x25	49,5	32,68	20,32<23
Продольные (низ)	1912,0	250x250x20	38,91	27,15	21,65<23
Стойки	-608,6	150x150x12	65,2	46,05	22,3<23
Сходящие	-1047,0	200x200x16	68,72	47,1	21,28<23
Восходящие	-1049,0	U12	68,72	47,1	21,32<23
Прогоны (верх)	-89,2	U8	121,09	112,0	15,6<23
Прогоны (низ)	-29,1	100x100x8	180,4	159,7	20,9<23
Связи косые (верх)	136,0	200x200x25	135,8	96,3	22,9<23
Связи косые (низ)	136,0	250x250x20	134,85	95,61	22,6<23
С предварительным напряжением					
Продольные (верх)	-1109,0	200x200x16	48,6	33,3	20,96<23
Продольные (низ)	1703,0	250x250x18	38,81	27,27	21,31<23
Стойки	-619,3	150x150x12	65,2	46,05	22,6<23
Сходящие	-882,6	200x200x13	68,28	48,62	21,83<23
Восходящие	-877,2	U10	68,28	48,62	21,7<23
Прогоны (верх)	-86,1	U8	145,4	132,1	22,7<23
Прогоны (низ)	-29,2	100x100x7	180,4	159,7	21,0<23
Связи косые (верх)	120,1	200x200x16	135,4	96,75	22,7<23
Связи косые (низ)	120,1	250x250x18	135,0	96,06	22,7<24

Расчет общего прогиба конструкции центрального пролета фермы без предварительного напряжения (табл. 2).

Таблица 2

Элемент	Среднее значение усилия, кН	Площадь сечения, A, см ²	Модуль упругости, E, Мпа	Длина элемента, L, см	Общий прогиб, см
Продольные (верх)	-744,56	94,29	2*10 ⁴	300	-1,66
Продольные (низ)	779,24	96,96	2*10 ⁴	300	1,69
Стойки	-321,47	34,8	2*10 ⁴	300	1,94
Сходящие	184,11	61,98	2*10 ⁴	424	0,76
Восходящие	193,04	61,98	2*10 ⁴	424	0,79
Прогоны (верх)	7,065	13,3	2*10 ⁴	380	0,14
Прогоны (низ)	9,59	8,98	2*10 ⁴	570	0,43
Связи косые (верх)	6,16	15,6	2*10 ⁴	417	0,12
Связи косые (низ)	9,39	15,6	2*10 ⁴	414	0,17
$f = 8,76 \text{ см} < f_{ult} = 4200/460 = 9,1 \text{ см}$				$\Sigma = 4,38 * 2 = 8,76 \text{ см}$	

Расчет общего прогиба конструкции центрального пролета фермы с предварительным напряжением (табл. 3).

Таблица 3

Элемент	Среднее значение усилия, кН	Площадь сечения, А, см ²	Модуль упругости, Е, Мпа	Длина элемента, L, см	Общий прогиб, см
Продольные (верх)	-737,39	61,98	$2 \cdot 10^4$	300	-2,49
Продольные (низ)	900,14	81,72	$2 \cdot 10^4$	300	2,16
Стойки	-324,12	34,8	$2 \cdot 10^4$	300	-1,96
Сходящие	136,14	50,85	$2 \cdot 10^4$	424	0,68
Восходящие	228,4	50,85	$2 \cdot 10^4$	424	1,14
Прогоны (верх)	8,16	10,9	$2 \cdot 10^4$	380	0,31
Прогоны (низ)	8,87	8,98	$2 \cdot 10^4$	570	0,39
Связи косые (верх)	9,27	13,75	$2 \cdot 10^4$	417	0,196
Связи косые (низ)	9,76	13,75	$2 \cdot 10^4$	414	0,21
$f = 1,27 \text{ см} < f_{\text{ult}} = 4200/750 = 5,6 \text{ см}$				$\Sigma = 0,636 \cdot 2 = 1,27 \text{ см}$	

Заключение

Анализ расчета показывает, что предварительное напряжение позволило уменьшить величину продольных усилий в стержнях фермы, увеличило жесткость конструкции, уменьшило общий прогиб на каждом пролёте и обеспечило запас прочности 5%. В ферме с предварительным напряжением наблюдается снижение суммарного веса конструкции примерно на 23% по отношению к весу конструкции без преднапряжения, что позволяет уменьшить размеры нижележащих конструкций вследствие сокращения постоянной нагрузки.

Список литературы

1. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 3. Специальные конструкции и сооружения: учеб. для строит. вузов / под ред. В.В. Горева. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2005. – 544 с.: ил.
2. Ярошутин, Д.А. Расчет транспортных сооружений в SOFiSTiK. Ч. 1. Организация проекта SOFiSTiK Structural Desktop (SSD): учеб. пособие / Д.А. Ярошутин. – СПб.: СПбГАСУ, 2011.

References

1. *Metallicheskie konstrukcii. Special'nye konstrukcii i sooruzhenija* (The metal structure. Special designs and constructions), Moscow, Vysshaja shkola, 2005, 544 p.

2. Jaroshutin D.A. *Raschet transportnyh sooruzhenij v SOFiSTiK. Organizacija proekta SOFiSTiK Structural Desktop (SSD)* (The calculation of transport structures in SOFiSTiK. Project organisation SOFiSTiK Structural Desktop (SSD)), Saint Petersburg, SPbGASU, 2011.