

Особенности расчёта криволинейных стропильных ферм и сравнение марок стали ВСтЗПС4 И 16Г2АФ

В.Ю. Величко

Донской государственной технической университет

Аннотация: В статье приводится технико-экономическое сравнение результатов вычислений для двух марок стали ВСтЗпс4 и 16Г2АФ. Проанализированы особенности марок стали. Приведено сравнение веса и стоимости поясов криволинейных стропильных ферм. Результаты показывают, что использование в исследуемых конструкциях сталей повышенной прочности является не только менее металлоёмким, но и более экономичным.

Ключевые слова: криволинейная стропильная ферма, технико-экономическое сравнение, марка стали, сталь повышенной прочности.

Дворец спорта представляет собой прямолинейное в плане сооружение размерами 116x45м. Два основных спортивных помещения перекрыты с помощью металлических криволинейных ферм, пролётом 48м (рис.1). Радиус закругления ферм составляет 120м. Фермы опираются на разновысокие колонны высотой 7,2м и 18,1м. В совокупности с криволинейным очертанием ферм это придаёт особую архитектурную выразительность сооружению. На рис. 1 показан разрез криволинейной стропильной фермы.

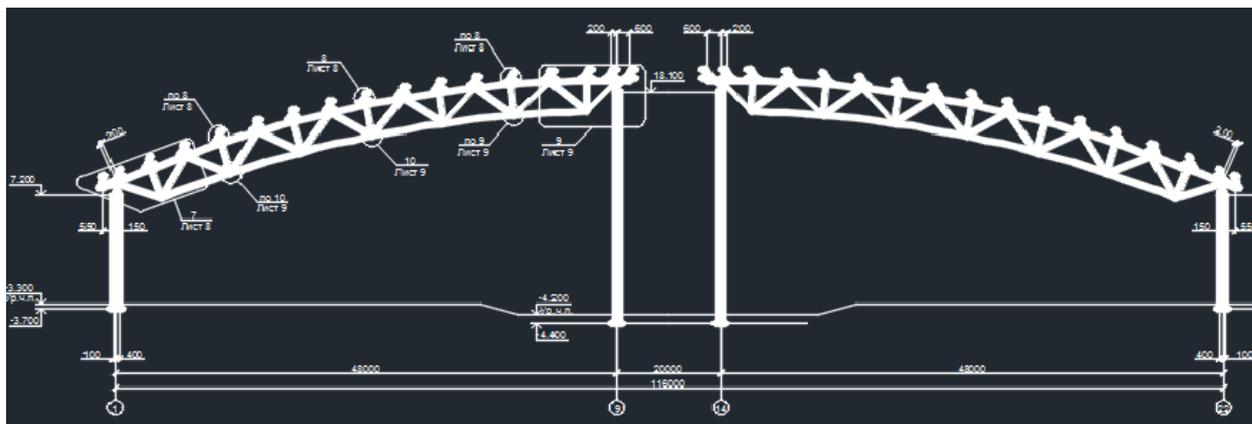


Рис.1. Разрез криволинейной фермы

Конструктивная система здания – каркасная, с самонесущими стенами. Каркас выполнен из металлических конструкций. Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость каркаса здания обеспечивается

вертикальными и горизонтальными связями, а также жестким диском покрытия.

Поперечное сечение ферм принято треугольным с развитым сжатым верхним поясом. Такое конструктивное решение обеспечивает общую устойчивость ферм из их плоскости. Сечения элементов ферм принято из круглых труб.

Расчёт стропильных ферм с определением усилий в стержнях и подбором сечений выполнялся в соответствии с требованиями (СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Изменением N 1), Москва, 2011. 178 с.).

В фермах большого пролёта усилия в поясах фермы намного превосходят усилия в стержнях решётки. Вследствие, пояса ферм, запроектированные из сталей обычной прочности, имеют большую площадь поперечного сечения, и, соответственно, массу [1,4]. Всё это значительно увеличивает массу всей фермы. В такой ситуации целесообразно проектировать пояса ферм из более прочных марок стали, дающих меньшие размеры сечений [2, 5-9]. Однако, такие марки стали с легирующими добавками, повышающими их прочность, являются и более дорогими.

Цель данного исследования: подтвердить гипотезу о неэкономичности использования сталей повышенной прочности (легированных) в строительстве большепролетных зданий и сооружений.

В данной работе проводится технико-экономическое сравнение вариантов криволинейных ферм, пояса которых запроектированы из марок стали ВСтЗпс4 и 16Г2АФ.

При определении усилий в стержнях используются методы строительной механики, а при проверке несущей способности сечений металлопроката руководствовались действующими на территории РФ

техническими регламентами (СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия, 2011. 85 с.).

Технико-экономические показатели определялись в соответствии с [3,10]. В таблице №1 представлены результаты вычислений для двух марок стали, а именно сравнение веса и стоимости поясов, а так же стоимости проката.

Таблица №1

Таблица сравнения результатов вычислений

Показатели	Марка стали	
	ВСт3пс4	16Г2АФ
Сечение верхнего пояса	219x10	180x7
Сечение нижнего пояса	325x12	203x9
Стоимость проката, р./т	30000	40000
Вес 1м, кг/м	51,54	29,7
Вес верхнего пояса, кг	5090	2940
Вес нижнего пояса, кг	3840	1800
Вес обоих поясов, кг	8930	4740
Экономия по весу, кг	-	4190
Экономия по весу, %	-	47
Стоимость верхнего пояса, р	152700	117600
Стоимость нижнего пояса	115300	75600
Стоимость обоих поясов	268000	193200
Экономия по стоимости, %	-	28

Таблица наглядно показывает, что вес поясов для стали 16Г2АФ практически вдвое меньше, чем у ВСт3пс4.

В результате, анализ проведённых вычислений позволяет сделать следующие выводы:

Вследствие того, что расчётное сопротивление R_y стали 16Г2АФ на 67% выше расчетного сопротивления стали ВСт3пс4, получена экономия металла за счёт уменьшения площади поперечного сечения поясов в размере 47%.

Не смотря на то, что стоимость труб стали 16Г2АФ на 25% выше стоимости труб из стали ВСт3пс4, получена экономия по общей стоимости поясов в размере 28%. Это объясняется существенно меньшим весом поясов из стали 16Г2АФ.

Данное исследование актуально тем, что результат проделанной работы наглядно показывает какую марку стали более целесообразно выбирать для ферм большого пролёта при проектировании. Приведённые инженерные расчёты подтверждают, что использование стали 16Г2АФ для металлических криволинейных ферм, пролётом 48м более выгодно с экономической точки зрения.

Тем самым настоящее исследование подтверждает гипотезу. На основании проведённых расчётов и экономических факторов, видно, что использование в исследуемых конструкциях сталей повышенной прочности является не только менее металлоёмким, но и более экономичным, не смотря на высокую стоимость проката.

Литература

1. В.В. Дерюшев, Е.Г. Сидельникова Анализ средств защиты металлоконструкций от коррозии кранов // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2150.
 2. Беленя Е.И. Металлические конструкции, Москва, 2013. 560 с.
-

3. Лихтарников Я.М. Ладыженский Д.В., Клыков В.М. Расчет стальных конструкций, 1984. 368 с.
4. С.Н. Филь, В.Е. Касьянов Алгоритм определения механических характеристик металла при расчете остаточного ресурса грузоподъемных кранов // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2139.
5. Горев В.В. Справочник проектировщика, 1995. 215 с.
6. Крылов И.И. Металлические конструкции, вопросы и ответы, 1994. 208 с.
7. Ведеников Г.С. Металлические конструкции, 1998. 256 с.
8. Sidney M. Levy Construction Calculations Manual, 2012. 160 p.
9. Allen G. Noble Traditional Buildings, 2007. 205 p.
10. Файбишенко В.К. Металлические конструкции, 1984. 336 с.

References

1. V.V. Deryushev, E.G. Sidel'nikova Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2150.
 2. Belenya E.I. Metallicheskie konstrukcii [Metal constructions], Moskva, 2013. 560 p.
 3. Lihtarnikov YA.M., Ladyzhenskij D.V., Klykov V.M. Raschet stal'nyh konstrukcii [Calculation of steel structures], 1984. 368 p.
 4. S.N. Fil', V.E. Kas'yanov Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2139.
 5. Gorev V.V. Spravochnik proektirovshchika [Reference book of the designer], 1995. 215 p.
 6. Krylov I.I. Metallicheskie konstrukcii, voprosy i otvety [Metal constructions, questions and answers], 1994. 208 p.
 7. Vedenikov G.S. Metallicheskie konstrukcii [Metal constructions], 1998. 256 p.
 8. Sidney M. Levy Construction Calculations Manual, 2012. 160 p.
 9. Allen G. Noble Traditional Buildings, 2007. 205 p.
-



10. Fajbishenko V.K. Metallicheskie konstrukcii [Metal constructions], 1984. 336 p.