

Слюсарева М.А.

студентка

3 курс магистратуры, Художественно-графический факультет

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»

Россия, г. Курск

Меркулов С.И.,

профессор, д.т.н. заведующий кафедрой «Промышленное и

гражданское строительство»

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»

Россия, г. Курск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЙ ФЕРМЫ СЕРИИ «МОЛОДЕЧНО»

***Аннотация:** В данной статье рассмотрено понятие большепролетных зданий и большепролетных конструкций в соответствии с действующей нормативной документацией. Проведен обзор большепролетных ферм серии «Молодечно» и рассмотрена область их применения. Также кратко описаны этапы проектирования рассматриваемых конструкций.*

***Ключевые слова:** большепролетные здания, большепролетные конструкции, серия «Молодечно», генеральные размеры, расчетные нагрузки.*

***Annotation:** This article considers the concept of large-span buildings and large-span structures on the basis of the current normative documentation. The review of large-span trusses of "Molodechno" series is carried out and the field of their application is considered. The design stages of the considered structures are also briefly described*

***Key words:** large-span buildings, large-span structures, Molodechno series, general dimensions, design loads.*

Современная строительная отрасль с каждым годом увеличивает объемы возведения большепролетных зданий, что объясняется неослабевающим развитием промышленного производства, спорта, торговли и выставочного дела. На территории нашей страны появляются многочисленные спортивные арены, стадионы и залы, различные ангары и промышленные цеха, выставочные павильоны и гипермаркеты.

Согласно СП 304.1325800.2017 «Конструкции большепролетных зданий и сооружений» [1] большепролетным называют здание, имеющее хотя бы одну большепролетную конструкцию в принятом конструктивном решении. Большепролетная конструкция – строительная конструкция с пролетом 18 и более метров – для гражданских, 30 и более метров – для промышленных зданий и сооружений или с консолью 9 и более метров [1].

Наиболее часто для возведения описываемых зданий применяют металлические конструкции в связи с их высокими показателями надежности, легкости, непроницаемости, экономичности и т.п.

Особое место занимает долговечная и экономичная ферма серии «Молодечно» (рис.1).

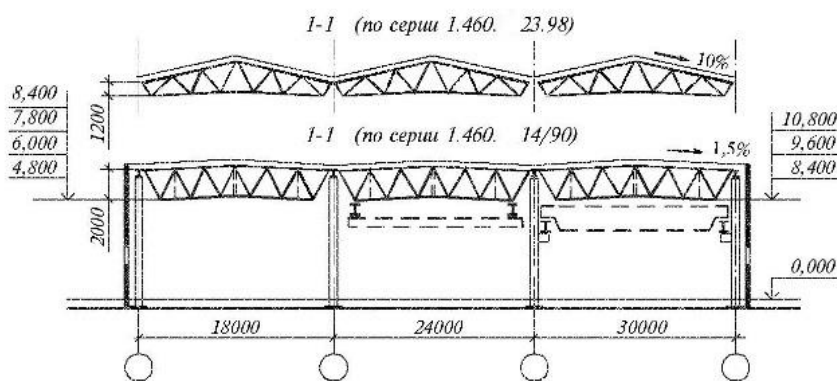


Рисунок 1. Серия 1.460.3-23.98 ферма типа «Молодечно»

Примером ее применения в г. Курске является здание Физкультурно-оздоровительного комплекса и торгового зала ТЦ «Гипер Лента» (рис. 2).



Рисунок 2. Применение ферм типа «Молодечно» а) ФОК г. Курск б) ТЦ «Гипер Лента» г. Курск

Название «Молодечно» было присвоено серии 1.460.3 «Стальные конструкции покрытий производственных зданий из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения пролетом 18, 24 и 30 м с уклоном 10%», что соответствует одноименному названию белорусского населенного пункта, на территории которого был расположен первый завод, изготовивший данную серию.

Выбор подобных ферм при проектировании может быть сделан для зданий со следующими характеристиками и при наличии определенных условий:

- при наличии неагрессивной или слабоагрессивной среды при сухом и нормальном влажностном режиме помещений (относительная влажность воздуха 60%);
- пролет составляет 18, 24 или 30 м;
- однопролетное или многопролетное здание с различным сочетанием пролетов и высот;
- шаг ферм – 6 м;
- шаг колонн крайнего ряда 6 м, среднего 5 и 12 м;

- при отсутствии или наличии кранового оборудования. Подвесные краны грузоподъемностью до 5 т, монорельсы – до 5 т, мостовые краны – до 50 т.;

- при организации водостока с покрытий;
- при применении рулонной кровли по профлисту;
- при наличии или отсутствии светоаэрационных фонарей;
- при расположении зданий в районах с сейсмичностью, достигающей 9 баллов.

При расчетах ферменной конструкции учитывается, что удельный вес составляет 30 кг/м². Запас прочности, получаемый в результате расчетов, достигает 130%.

Нагрузка от веса кровли и снега распределяется на колонны и фундамент через раскосы фермы. Опорные узлы чаще всего выполняются шарнирными. Образованный каркас обеспечивает необходимую устойчивость, перераспределяет возникающие нагрузки местного характера, позволяет производить монтаж с максимальным удобством и наилучшими показателями трудоемкости.

Среди плюсов большепролетных ферм серии «Молодечно» отмечают уменьшение трудозатрат при возведении объектов, легкость и экономичность при изготовлении, малое количество необходимых фасонных деталей и сварных швов.

Особенностью описываемых «Молодечно» является безпрогонное решение кровли. Профилированный настил, передающий вертикальную нагрузку с кровли и выполняющий роль горизонтальных связей покрытия, опирается непосредственно на верхние пояса ферм, что обеспечивает пространственную жесткость здания в целом.

Проектирование и расчет большепролетной фермы серии «Молодечно» выполняется на основании требований СП 16.13330.2017 «Стальные

конструкции» [2] и СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [3] и включает в себя следующие этапы [4]:

1. Назначение генеральных размеров;
2. Вычисление узловых нагрузок;
3. Определение расчетных усилий в стержнях;
4. Подбор сечений стержней;
5. Расчет узловых соединений.

К генеральным размерам относят величину пролета, высоту помещений, а также шаг колонн. Данные параметры указываются в серии 1.460.3-23.98 [5]:

- При возведении многопролетных зданий по среднему ряду принимается шаг колонн, составляющий 12 м, при наличии перегородок и целесообразности допустимо назначение шага – 6 метров.

- Привязку наружной грани колонн крайнего ряда, а также наружной грани стоек торцевого фахверка – 250 мм.

- Наличие горизонтальных связей по верхним поясам принимается в следующих случаях:

- высоты здания до низа ферм составляющей 10,8 м и более;
- при наличии мостового кранового оборудования с грузоподъемностью 16 т и более;
- при проектировании здания на территориях IV ветрового района и выше;
- при пролете ферм 30,0 м.

Согласно п. 7.1 серии 1.460.3-23.98 [5] выбор стропильных ферм для конкретного объекта при проектировании осуществляется на основе собранных нагрузок и полученных усилий в стержнях конструкции с помощью таблиц. Согласно сортаментам принимается марка фермы с ближайшими усилиями.

Для выбранной фермы производится проверка на прогибы от фактических нормативных нагрузок.

При сборе нагрузок на фермы учитываются такие сочетания и коэффициенты как:

- расчетные нагрузки принимаются с учетом коэффициента, зависящего от ответственности здания согласно СП 20.13330.2016;

- расчетные снеговые нагрузки назначают в соответствии с СП 20.13330.2016;

- если происходит одновременное действие снеговых и крановых нагрузок, то применяется коэффициент 0,9.

Если же расчет осуществляется на основании формул, то для определения расчетной постоянной нагрузки, действующей на узел стропильной фермы:

$$F_{gi} = \frac{\left(g_{\phi} + \frac{g_{кр}}{\cos \alpha}\right) (d_{i-1} + d_i)}{2} \cdot \gamma_n b,$$

где g_{ϕ} – расчетная распределенная нагрузка от собственного веса фермы и связей горизонтально проекции кровли, кН/м²;

$g_{кр}$ – расчетная распределенная нагрузка от веса кровли, кН/м²;

α – угол наклона верхнего пояса к горизонту;

b – расстояние между фермами;

d_{i-1}, d_i – примыкание к узлу панели.

Расчетное значение снеговой нагрузки:

$$F_s = s \cdot b \cdot \gamma_n \frac{(d_{i-1} + d_i)}{2},$$

где s – расчетное значение полной снеговой нагрузки.

Пролетный момент в крайней панели:

$$M_1 = \frac{q d_1^2}{10}.$$

Пролетный момент в средней панели:

$$M_i = \frac{q d_i^2}{12}.$$

Момент над промежуточной опорой:

$$M_{\text{оп}} = \frac{q d_i^2}{18}.$$

Для расчета момента в узле при примыкании к нему панели с неравными длинами применяют следующую формулу:

$$M_{\text{оп}} = \frac{q(d_1^2 + d_2^2)}{24},$$

где d_1 и d_2 – длины соседних панелей

q – погонная нагрузка на ферму.

Для определения гибкости стержней в плоскости фермы:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x}.$$

- из плоскости фермы:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,y}}{i_y},$$

где $l_{ef,x}$ и $l_{ef,y}$ – расчетные длины стержней в плоскости и из плоскости фермы соответственно.

Таким образом, в рамках данной статьи были рассмотрены особенности проектирования большепролетных ферм серии «Молодечно» и выявлены их положительные стороны, объясняющие массовость применения данной серии в строительстве.

Использованные источники:

1. СП 304.1325800.2017. Конструкции большепролетных зданий и сооружений. Правила эксплуатации. Утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 октября 2017 г. № 1480/пр и введен в действие с 26 апреля 2018 г. – 32 с.
2. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр и введен в действие с 28 августа 2017 г. – 148 с.

3. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 3 декабря 2016 г. N 891/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г. – 87 с.

4. Умнова, О.В. Стальной каркас здания павильонного типа: учебное пособие / О.В. Умнова, О.В. Евдокимцев. – Тамбов: Издательство Тамбовского государственного технического университета, 2008. – 160 с.

5. Серия 1.460.3 – 23.98 «Стальные конструкции покрытий производственных зданий из замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения пролетом 18, 24 и 30 м с уклоном 10%». Утверждены Управлением научно-технической политики и проектно-изыскательских работ Госстроя РФ, письмо от 12.10.2000 г. № 5-11/94.