

УДК 69.059

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАСА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦЕХА**

Зернов Владимир Викторович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».

Зайцев Михаил Борисович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».

Аннотация

Показано использование резервов прочности стропильной фермы при реконструкции производственного цеха. Это позволило значительно снизить расход металла и трудоёмкость строительства.

Ключевые слова: предельное состояние, коэффициент запаса, стропильная ферма, реконструкция, коэффициент использования несущей способности.

**EXPERIENCE IN THE USE OF THE RESERVE OF THE BEARING
CAPACITY OF A TRUSS IN THE RECONSTRUCTION OF PRODUCTION
HALLS**

Zernov Vladimir Victorovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of department “Mechanics”.

Zaytsev Mihail Borisovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of department “Mechanics”.

Abstract

The use of the strength reserves of the truss during the reconstruction of the production shop is shown. This has significantly reduced the consumption of metal and the complexity of construction.

Keywords: limit load, factor of a stock, truss, reconstruction, utilization of bearing capacity

Расчёт строительных конструкций производят методом расчётных предельных состояний. Специфика этого метода заключается в особом подходе к определению расчётных нагрузок и расчётных сопротивлений элементов конструкций.

Под предельным состоянием конструкции понимают такое её состояние, при котором она теряет способность сопротивляться внешним воздействиям или перестаёт удовлетворять предъявляемым к ней эксплуатационным требованиям.

Различают три основных вида предельных состояний:

а) по несущей способности (прочности, устойчивости и усталости). При достижении этого состояния конструкция теряет способность сопротивляться внешним воздействиям или получает такие остаточные отклонения, при которых она перестаёт удовлетворять предъявляемым к ней эксплуатационным требованиям;

б) по развитию чрезмерных деформаций от статических или динамических нагрузок, при которых в конструкции, сохраняющей прочность и устойчивость, появляются необратимые деформации или колебания чрезмерной амплитуды, такие что конструкция перестаёт удовлетворять предъявляемым к ней эксплуатационным требованиям;

в) по образованию и развитию трещин, когда в конструкции, сохраняющей прочность и устойчивость, появляются крупные трещины, вследствие чего дальнейшая эксплуатация конструкции становится невозможной (потеря

требуемой водонепроницаемости, опасность коррозии из-за повреждения отделочного слоя и т. п.).

В методе предельных состояний используется система частных коэффициентов безопасности, введение которых гарантирует ненаступление предельного состояния при самых неблагоприятных значениях и сочетаниях нагрузок и минимальных значений характеристик прочности материалов. Условия прочности (при расчёте по первому предельному состоянию – по несущей способности) устанавливают, что максимально возможное усилие в элементе конструкции (подсчитанное от расчётных нагрузок, т. е. учитывающее возможную перегрузку) должно быть меньше (или равно) минимальной несущей способности этого элемента, подсчитанной с учётом возможного изменения прочности материала и условий работы конструкции.

Таким образом, методы расчётов по предельным состояниям позволяют вскрыть резервы прочности не используемые, например, при расчётах по методу допускаемых напряжений, и уменьшить вес конструкции.

С использованием резерва прочности элементов стропильной фермы авторы столкнулись при реконструкции производственного цеха в ООО ПУС г. Заречный Пензенской области.

Для обеспечения непрерывного технологического процесса в ООО ПУС необходимо было объединить старое и новое здания под одну крышу. Расстояние между зданиями переменное 3-3,3 м, разница между отметками верха колонн ~2,2 м. Новое здание необходимо оборудовать подвесной кран-балкой грузоподъёмностью 5 т.

Авторы имеют опыт расчёта и проектирования стропильных ферм и других строительных конструкций [1-5]. После обсуждения различных вариантов была запроектирована односкатная трапецевидная стропильная ферма с консолью и узлами для крановых путей. Схема фермы приведена на рисунке 1.

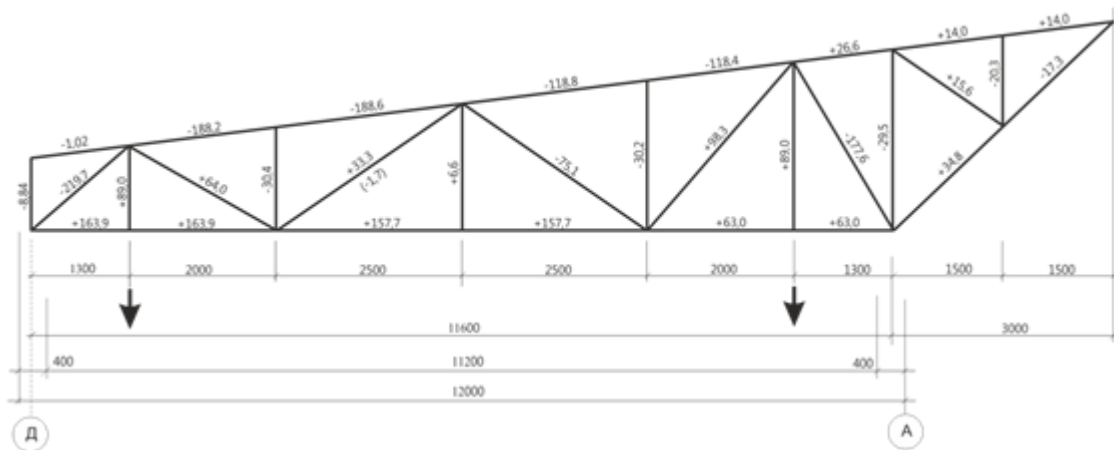


Рисунок 1 – Расчетная схема стропильной фермы с усилиями в стержнях

Верхний пояс фермы выполнен из спаренных швеллеров №10, нижний пояс – из спаренных уголков 80х6 мм, опорные раскосы – из спаренных уголков 90х6 мм, элементы решётки - из спаренных уголков 75х6 мм и 63х5 мм.

По прошествии некоторого времени после реконструкции и введения в эксплуатацию обновлённого цеха, администрацией было решено использовать образовавшийся пролёт шириной 3 м для производственных целей и оборудовать его монорельсовой талью грузоподъёмностью 3т.

Чтобы не загромождать пространство дополнительными стойками и снизить общие затраты, авторы предложили закрепить монорельс на консоли новой стропильной фермы. Расчёт фермы на нагрузку от кран-балки показал [6-10], что в большинстве стержней фермы продольные усилия уменьшились. Только в одном стержне на консоли увеличилась сжимающая сила. Однако поверочный расчёт на устойчивость этого стержня выявил определённый запас несущей способности. Схема фермы с монорельсом приведена на рисунке 2.

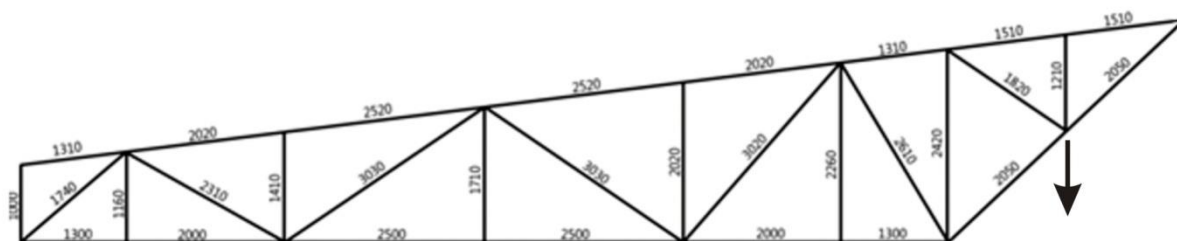


Рисунок 2 – Геометрическая схема стропильной фермы с монорельсом

Коэффициент использования несущей способности элементов фермы не превысил 0.8.

Для оценки эффективности использования материала в строительной конструкции применяют так называемый коэффициент использования несущей способности. Данная величина является ключевым параметром при оценке прочности и устойчивости рассматриваемого в расчёте сечения. Она безразмерная и вычисляется нахождением соотношения текущего значения напряжения (или внутреннего усилия), определяемого в зависимости от действующей нагрузки и геометрических характеристик рассматриваемого сечения, и максимально допустимым уровнем напряжения (или внутреннего усилия) для материала из которого изготовлен рассматриваемый в расчёте элемент. Если соотношение меньше единицы, то элемент с рассмотренным сечением имеет определенный запас прочности или устойчивости.

Увеличение значения коэффициента указывает на рост степени напряжения (или усилия) в рассматриваемом поперечном сечении элемента. Если значение коэффициента использования больше единицы, это означает, что величина действующих напряжений превышает предельно допустимый уровень и элемент с рассмотренным поперечным сечением исчерпал несущую способность материала, что является недопустимым согласно требованиям нормативных документов.

В зависимости от степени ответственности конструкции и условий работы принимается относительно безопасная величина коэффициента использования на уровне 0.8.

На рисунках 3 и 4 показаны фрагменты фермы в двух смежных зданиях.



Рисунок 3 – Стропильная ферма с кран-балкой в пролёте нового здания



Рисунок 4 – Консоль с монорельсом в пролёте между зданиями

Крепление монорельса на консоли стропильной фермы позволило значительно снизить расход металла (не нужны стойки для монорельса) и трудоёмкость строительства, сохранить производственные площади.

Библиографический список:

1. Шейн А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Некоторые причины отказа строительных конструкций [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8. 2016. №6. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/88TVN616.pdf> (доступ свободный).
2. Шейн А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Восстановление работоспособности железобетонных карнизных плит в совмещенных крышах [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2016. №4. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no4/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/4.16/at_download/file
3. Шейн А.И., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Влияние конструктивного и эксплуатационного отказов на долговечность строительных конструкций // Региональная архитектура и строительство. 2017. №2 (31). С.64-71.
4. Зернов В.В., Зайцев М.Б., Азимова Я.А. Способ усиления железобетонной рамы под нагрузкой [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №1. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no1/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/sposob-usileniya-zhelezobetonnoi-ramy-pod-nagruzkoi/view>
5. Шейн А.И., Бакушев С.В., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт обследования зданий и сооружений [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №5. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/5.16/at_download/file

6. Раевский А.Н., Зайцев М.Б. Проверка несущей способности металлических ферм с учетом искривлений отдельных элементов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1999. № 12.

7. Ласьков Н.Н. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Определение критической нагрузки для стропильных ферм в упругой и упруго-пластической стадиях работы // Региональная архитектура и строительство. 2014. № 4.

8. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Определение предельной нагрузки для сжатого искривленного стержня фермы с учетом развития пластических деформаций сечения и реальных условий закрепления в узлах [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №2. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.17/view>

9. Монахов В.А., Зайцев М.Б., Бураева Д.А. Методы численного расчета сжатых стержней на устойчивость [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2016. №4. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no4/stroitel'naya-mehanika/4.5/at_download/file

10. Зернов В.В., Зайцев М.Б., Анурьева Ю.В. Анализ устойчивости стержневых систем в упруго-пластической стадии работы [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №6. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no6/stroitel'naya-mehanika/6.4/at_download/file