

# ЭФФЕКТИВНО УСИЛЕННАЯ СТАЛЬНАЯ СТРОПИЛЬНАЯ ФЕРМА

**КУПЧЕНКО Ю.В., СИНГАЕВСКИЙ П.М.**

Одесская государственная академия  
строительства и архитектуры

Необходимость усиления стальных конструкций возникает по трем причинам: 1) при эксплуатации часть элементов конструкций и их соединений может быть повреждена от механических воздействий, различных местных и общих перенапряжений, а также от атмосферной коррозии и воздействий агрессивной среды; 2) в результате ошибок во время проектирования, изготовления и монтажа несущая способность конструкции может оказаться ниже необходимой; 3) при реконструкции и техническом перевооружении предприятий могут увеличиться нагрузки, воздействующие на отдельные элементы и на конструкцию в целом. Соответственно, причина, вызвавшая необходимость усиления, накладывает определенную направленность и на конструктивные решения [2, 3, 4].

Для усиления стальной стропильной фермы со стержнями из парных равнополочных уголков эксплуатируемого складского сооружения морского торгового порта были выполнены основные этапы работ – обследование существующей конструкции, выбор способа усиления, расчет и конструирование усиленной конструкции, производство работ.

На этапе обследования были составлены обмерочные чертежи, выявлены действительные нагрузки, исследовано состояние и дефекты конструкции. По результатам обследования были составлены ведомости дефектов с привязкой места расположения дефекта. Основным видом дефекта – это погибь, потеря прямолинейности некоторых стержней в результате локальных механических воздействий подъемно-транспортного оборудования (погрузчика).

Качество материала, из которого изготовлены исследуемые стальные стропильные фермы, было уточнено механическими испытаниями образцов. Для определения расчетного сопротивления стали поясов фермы образец для испытаний был взят из пера поясного уголка в месте заводского стыка, а для решетки фермы – в раскосе с минимальным усилием (с последующим восстановлением сечения уголка).

Статический расчет существующей стропильной фермы с уточненными размерами, нагрузками и качеством материала с учетом всех дефектов и

повреждений позволил выявить элементы, несущая способность которых оказалась ниже необходимой.

Для исследуемой стропильной фермы на первом этапе для стержней верхнего пояса и решетки был применен способ усиления с изменением статической схемы фермы. Этот способ заключается в установке дополнительной шпренгельной решетки (фото 1), так как решающей проверкой несущей способности является проверка устойчивости в плоскости фермы со стержнями из парных уголков (радиус инерции такого составного сечения в плоскости фермы меньше чем из плоскости). Это позволило сократить расчетную длину в плоскости фермы усиливаемых стержней решетки в два раза [1, с. 60]:

$$l_x = l_{ef} = \mu_x \cdot l \quad \Rightarrow \quad l_x^{\text{усиление}} = l_{ef}^{\text{усиление}} = \mu_x \cdot (0.5 \cdot l)$$



Фото 1. Усиленная стальная стропильная ферма с помощью дополнительной шпренгельной решетки

Сокращение расчетной длины позволило в два раза увеличить значение критической силы потери устойчивости сжатых раскосов и стержней верхнего пояса и повысить несущую способность усиленных стержней с учетом возможной потери устойчивости в плоскости и из плоскости фермы на 15...17 %.

На втором этапе для рассматриваемой фермы повышение несущей способности стержней нижнего пояса выполнено с помощью способа увеличения сечения. Суть данного способа усиления заключалась в увеличении

сечения посредством присоединения и включения в совместную со стержнем нижнего пояса работу дополнительных элементов усиления с целью повышения жесткости и прочности нижнего пояса фермы. В качестве элементов усиления рассматривались стержни из листовой стали, уголков, круглой стали. При усилении листами уменьшается гибкость усиленного стержня из плоскости фермы, часть швов полупотолочные, их применение удобно для усиливаемых стержней с небольшими искривлениями в плоскости и из плоскости ферм. Усиление уголками, образующими открытое сечение, удобно при небольших искривлениях стержней и при таком усилении также уменьшается гибкость усиленного стержня из плоскости фермы. Основным вариантом было принято усиление круглой сталью, располагаемой между полками усиливаемых уголков. В этом случае центр тяжести усиленного сечения не смещается относительно центра тяжести сечения до усиления, т.е. не нарушается центровка стержней фермы в узлах; незначительное увеличение гибкости усиленного стержня не повлияло на несущую способность растянутого нижнего пояса.

Вывод: Использование традиционного способа усиления с изменением сечения элементов и более эффективного способа усиления с изменением статической схемы существующей стальной стропильной фермы при помощи дополнительной шпренгельной решетки позволило достичь экономии стали элементов усиления до 12% в сравнении с применением только способа увеличения сечения усиливаемых стержней.

#### Литература

1. Сталеві конструкції. Норми проектування. ДБН В.2.6 – 198:2014. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
2. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции. Нормы проектирования») // М.: Стройиздат, 1989. – 159 с.
3. Ребров И.С. Усиление стержневых металлических конструкций: Проектирование и расчет / И.С. Ребров / Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. – 288 с.
4. Ремонт та підсилення несучих і огорожувальних конструкцій і основ промислових будівель та споруд. ДБН В.3.1-1-2002. – К.: Держкомітет України будівництва і архітектури, 2003. – 82 с.