

ПРИМЕНЕНИЕ БАЛОК С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ В РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Никулина О.В., Наумцев А.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Балки с гофрированной стенкой как самостоятельные несущие конструкции покрытий начали применяться в строительстве с середины тридцатых годов прошлого столетия. Вначале их изготавливали из древесины, а позже появились и стальные балки с гофрированной стенкой, получившие название гофро-балок.

Отличительной особенностью гофро-балок является тонкая гофрированная стенка, гофры которой выполняют функцию поперечных ребер жесткости, обеспечивающих местную устойчивость стенки. В строительной практике применяются различные способы гофрирования стенок (рисунок 1).

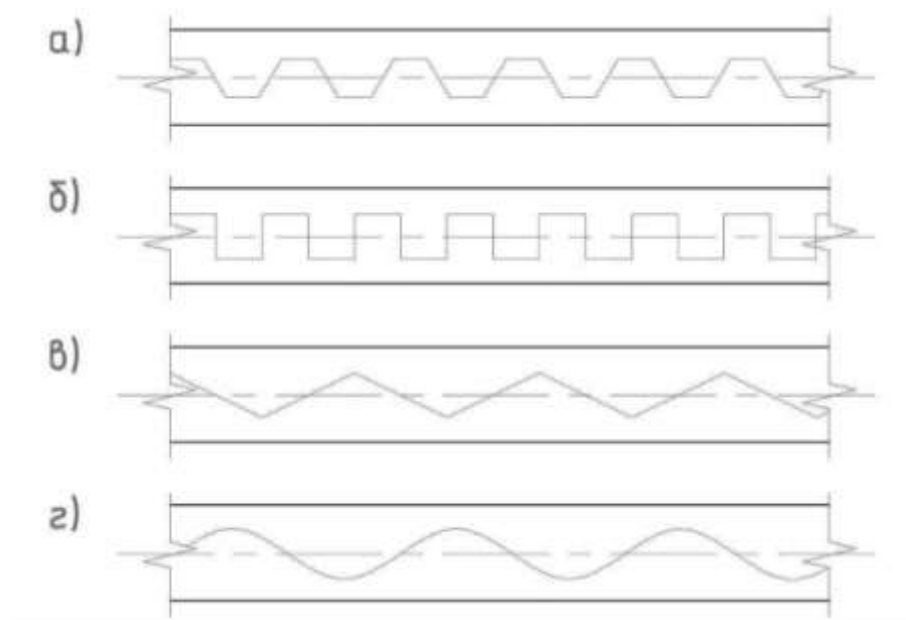


Рисунок 1 – Варианты гофрирования стенок гофро-балок:

- а) трапецеидальное; б) прямоугольное;
- в) треугольное; г) волнистое (ротационное, синусоидальное)

В стальных гофро-балках обычно применяется волнистое (ротационное) гофрирование стенок. Замена плоской стенки в балках на гофрированную позволяет существенно сократить расход стали на конструкции из-за применения тонколистового проката и уменьшения количества поперечных ребер жесткости, которые устанавливаются только в опорных сечениях и в местах приложения сосредоточенных нагрузок. Несмотря на дополнительные трудозатраты при выполнении поясных сварных швов, соединяющих гофрированную стенку с поясами, общая трудоемкость изготовления гофро-

балок на 12-15% меньше трудоемкости изготовления составных сварных двутавровых балок с плоской стенкой эквивалентного сечения. Снижению трудозатрат способствовало появление в технологических линиях по изготовлению гофро-балок установок для ротационного гофрирования и автоматической сварки, которое позволило существенно сократить время на изготовление таких конструкций.

Первые отечественные типовые конструкции из двутавров с тонкими гофрированными стенками появились в 1987 году. Это были конструкции «Алма-Ата», представляющие собой рамные каркасы отапливаемых одно- и двухпролетных одноэтажных зданий многоцелевого назначения пролетами 18 метров, возводимых в I-III снеговых районах с расчетной снеговой нагрузкой до 160 кГ/м^2 (шифры проектов 9-Ф88-КМ, 400-032.23.87, 400-033с.23.87). В однопролетных рамах конструкции «Алма – Ата» гофро-балки использованы в качестве ригеля, а стойки выполнены из двутавров с параллельными гранями полок. В двухпролетных рамных конструкциях типа «Алма – Ата» ригели выполнены из гофро-балок с поперечным гофрированием стенок, а стойки – из сварных двутавров с продольно гофрированной стенкой.

Расчетная схема основной несущей конструкции каркаса однопролетного здания из конструкций типа «Алма-Ата» – поперечная рама с жесткими узлами сопряжения ригеля с колоннами и колонн с фундаментами (рисунок 2). В двухпролетных рамах сопряжение колонн с фундаментом и крайних колонн с ригелем принято жестким, а опирание неразрезного ригеля на среднюю колонну – шарнирное (рисунок 3).

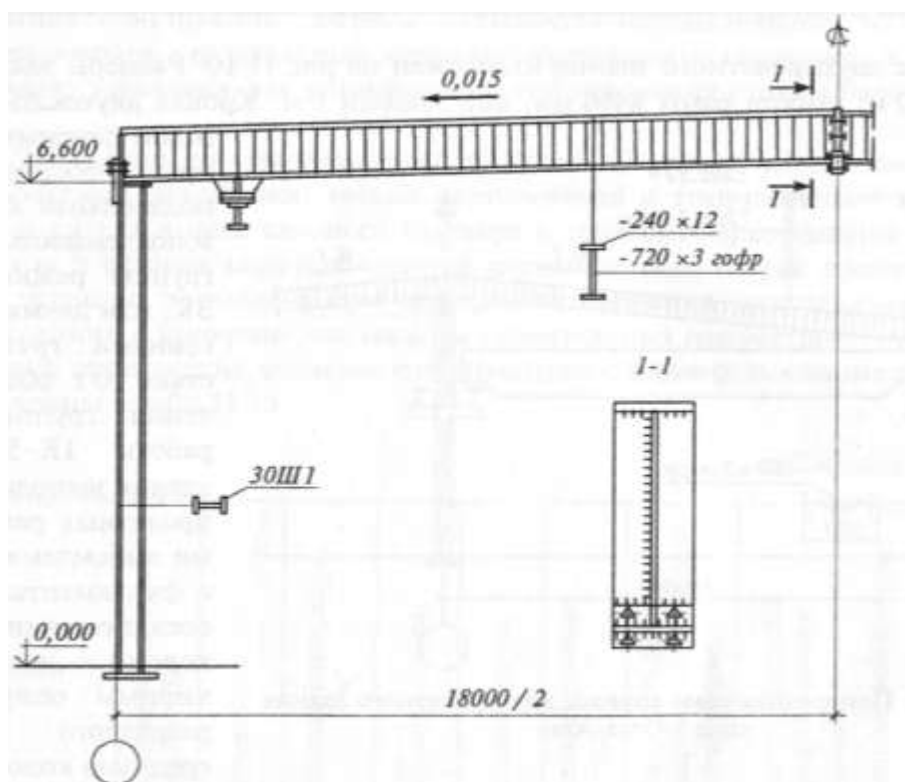


Рисунок 2 - Поперечная рама каркаса однопролетного здания типа «Алма – Ата»

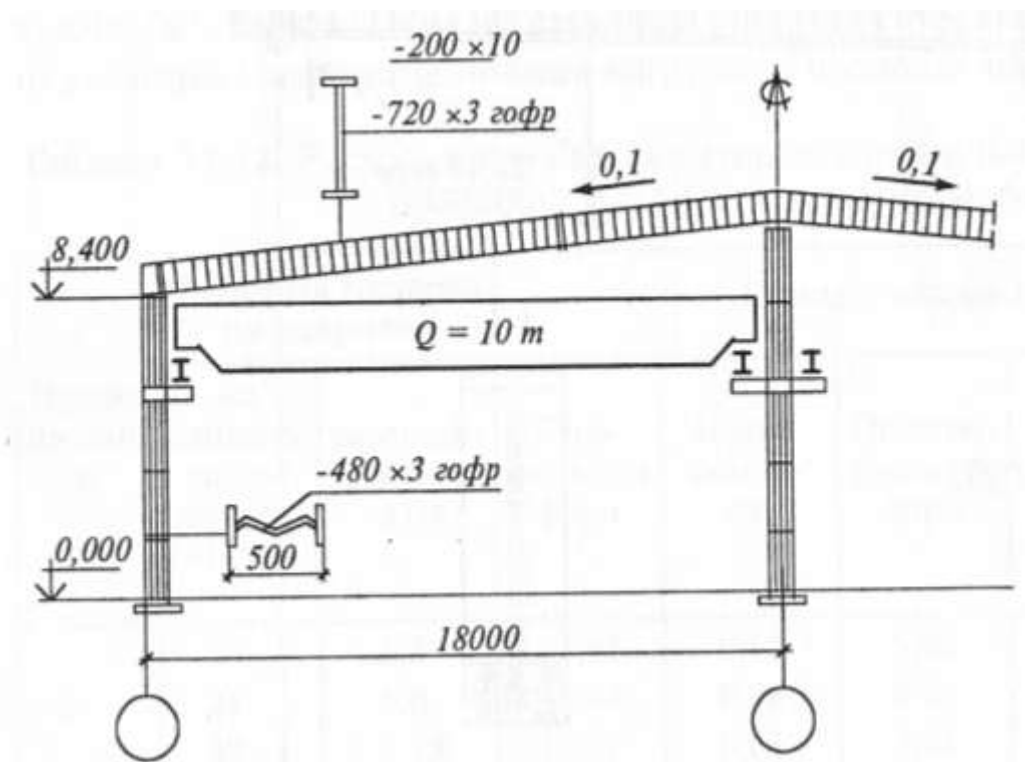


Рисунок 3 - Поперечная рама каркаса двухпролетного здания типа «Алма – Ата»

Применение для колонн сварных двутавров с продольно гофрированной стенкой способствует эффективному включению в работу стенки на восприятие продольных усилий. Вместе с тем, в настоящее время все более широкое применение находят рамные конструкции, в которых гофро-балки с поперечным гофрированием стенки используются не только для ригелей, но и для стоек несущих рам (рисунок 4).



Рисунок 4 – Поперечные рамы каркаса с ригелем и колоннами из гофро-балок с поперечным гофрированием стенки

Поперечно гофрированные стенки гофро-балок участвуют в работе конструкции на восприятие нормальных напряжений только на участках небольшой ширины, примыкающих к поясам (рисунок 5). Таким образом, нормальные напряжения воспринимаются в основном поясами гофро-балок. При этом касательные напряжения в стенке распределяются практически равномерно, что позволяет с достаточной степенью эффективности использовать их в изгибаемых конструкциях: балках перекрытий и покрытий, ригелях рам.

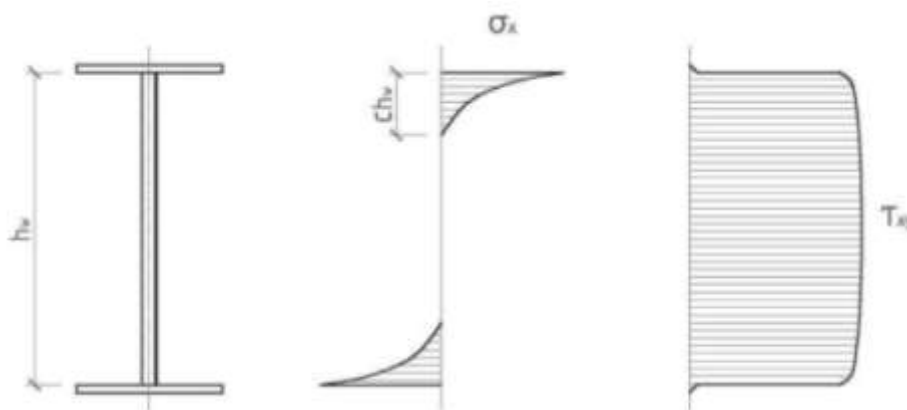


Рисунок 5 – Характер распределения напряжений в сечении гофро-балки

Применение гофро-балок с поперечно гофрированной стенкой для несущих колонн и стоек поперечных рам стальных каркасов зданий менее эффективно, чем для изгибаемых элементов с точки зрения расхода стали, так как основными рабочими напряжениями в колоннах и стойках являются нормальные напряжения от осевого сжатия. Кроме того, если для изгибаемых конструкций из гофро-балок, существуют основные рекомендации по их расчету [1, 2, 3], то для центрально- и внецентренно-сжатых элементов из гофро-балок такие рекомендации отсутствуют или содержат большое количество не вполне обоснованных условностей и предположений. Достаточно проблематичной и практически не освещенной в действующих нормативных источниках и научно-технической литературе является оценка несущей способности жестких узлов сопряжения ригелей рам с колоннами из гофро-балок и фланцевых узлов укрупнительных стыков ригелей, конструктивной особенностью которых является наличие дополнительных пластинчатых элементов, повышающих жесткостные характеристики примыкающих участков гофрированных стенок. Следствием этого информационного дефицита являются аварийные ситуации, возникающие при эксплуатации таких каркасов. Примером такой аварии может служить обрушение в 2010 году покрытия здания ангара для легкомоторных частных самолётов (рисунок 6).

Одним из шагов, направленных на устранение пробелов, связанных с расчетом характерных узлов и элементов рамных конструкций из гофро-балок,

может явиться построение стержневой и твердотельной конечно-элементных моделей рамы и отдельных ее узлов с последующей оценкой их напряженно-деформированного состояния.

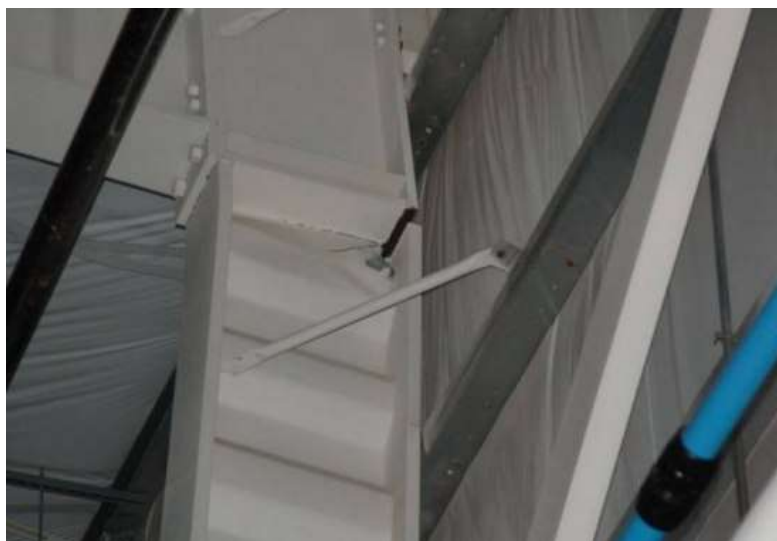


Рисунок 6 – Пример обрушения покрытия здания ангара для легкомоторных самолетов

Список литературы

1. *Металлические конструкции. В 3 т. Т.1. Элементы конструкций: Учеб. Пособие для строит. Вузов / В.В. Горев, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; Под ред. В.В. Горева. – М.: Высш. шк., 2001. – 551 с.- ISBN 5-06-003695-2 (т.1)*
2. *Проектирование металлических конструкций: Спец. курс /Учебное пособие для вузов/ В.В. Бирюлев, И.И. Кошин, И.И. Крылов, А.В. Сильвестров. Под ред. В.В. Бирюлева – Л.: Стройиздат, 1990. – 432 с. – ISBN 5-274-01065-2*

3. Балки двутавровые гофрированные облегченные. Рекомендации по проектированию/ Харьков: АО Металлист СМК, 2008. – 98с.

