

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ ГОФРИРОВАННЫХ БАЛОК

Дмитрий ФОКША

Технический Университет Молдовы

Резюме: Современный Рынок стимулирует развитие конкурентоспособности в строительстве, поэтому для сокращения затрат на строительство новых промышленных зданий требуется снижение материалоемкости строительных конструкций. Одним из путей решения этой задачи является оптимальное распределение материала по площадям поперечных сечений в соответствии с напряженно-деформированным состоянием элементов. Этому направлению отвечает применение тонколистовой стали для балок гофрированных двутаврового сечения.

Ключевые слова: тонкостенные конструкции, структурная оптимизация, распределение усилий, ребра жесткости, интенсивность гофрирования.

1. ВВЕДЕНИЕ

Масса двутавровой балки снижается благодаря тому, что толщина стенки назначается из условия прочности, а местную устойчивость, в отличие от обычных сварных балок, разрешается не проверять. На практике размеры элементов таких балок (шаг ребер, сечение стенки, амплитуда гофров) назначаются постоянными на протяжении всего пролета. Это обуславливает равные значения несущей способности на сдвиг во всех сечениях балки. В результате на менее напряженных участках прочность стали используется не полностью. В связи с этим **актуальной** задачей повышения эффективности использования тонкостенных балок является оптимизация известных конструктивных решений с учетом характера распределения внутренних усилий от нагрузки.

Объектом исследования приняты конструктивные решения составных тонкостенных балок двутаврового сечения, воспринимающих статическую равномерно-распределенную нагрузку, приложенную к верхнему поясу.

2. МЕТОДЫ И ЗАДАЧИ СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Для поиска удобно рассматривать два основных силовых фактора, действующих в изгибаемой балке: изгибающий момент M и поперечная сила Q . Для учета характера эпюры изгибающих моментов известно простое конструктивное решение, позволяющее варьировать изгибную прочность сечений: сокращать ширину поясов ближе к опорам, где интенсивность момента стремится к нулю.

Уменьшения запаса прочности можно достичь путем:

- уменьшения прочности стали на сдвиг;
- сокращения площади сечения стенки;
- увеличения относительной длины отсека.

Вариация прочностных свойств материала в объеме единого элемента представляет большую трудность для реализации, поэтому в ближайшем будущем данный способ оптимизации не будет рассматриваться.

Очевидным способом сокращения площади сечения стенки является прямое удаление «лишнего» материала путем образования отверстий в стенке. При этом мы получаем известное решение - перфорированную балку. Однако данный способ оптимизации ведет к увеличению трудоемкости изготовления. Наиболее простым и доступным, с точки зрения технологии, способом

сокращения прочности отсека на сдвиг, является плавное увеличение длины отсеков к середине пролета в соответствии с очертанием эпюры поперечных сил.

Если в комбинаторном анализе одновременно рассмотреть две балки, одну - с вертикально гофрированной стенкой, другую - с гибкой, получится балка с переменного-гофрированной стенкой. Укреплению опор соответствует ужесточение гофров, а по мере приближения к середине пролета, где снижается интенсивность сдвига, - устройство более пологих гофров вплоть до гладкой стенки



Вариация прочности на сдвиг при переменном гофрировании стенки

Анализируя результаты формообразования тонкостенных двутавров, появляется возможность сформулировать проблемные вопросы структурного синтеза строительных конструкций, препятствующие свободному применению результатов для вариантного проектирования:

1. Недостаточность сведений о характере НДС новых видов конструкций;
2. Усложнение способов конструирования и методов расчета несущей способности;
3. Рост объема вычислений целевых функций в процессе оптимизации;
4. Возможные трудности с практическим внедрением новых видов конструкций по причине усложнения технологии изготовления.

Для устранения перечисленных проблем требуется дополнительное исследование НДС конструкций на базе эксперимента, либо, в условиях вариантного проектирования, с помощью расчетных программных комплексов с реализацией МКЭ; разработки рекомендаций к поэлементному назначению размеров; обоснования эффективности результатов структурного синтеза.

3. ВЫВОДЫ

В ходе изучения оптимизации предложены новые конструктивные решения тонкостенных балок:

- балки с гибкой стенкой с переменным шагом ребер жесткости, который постепенно возрастает к середине пролета в соответствии с эпюрой поперечных сил;
- комбинированные балки, опорные отсеки которых усилены путем гофрирования стенки, а в пролете стенка остается гладкой.

Основным преимуществом является снижение расхода материала за счет рационального распределения материала в соответствии с характером распределения внутренних усилий.

4. Библиография

1. Бирюлев В.В., Кошин И.И., Крылов И.И. Проектирование металлических конструкций. Специальный курс. - Л.: Стройиздат, 1990. С. 46-59.
2. Журавлев Н. А. Пути повышения эффективности стальных балок с гибкой стенкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук.— Новосибирск: НИСИ, 1983.
3. Лихтарников Я.М. Вариантное проектирование и оптимизация стальных конструкций. - М.: Стройиздат, 1979. - 320 с.
4. Максимов Ю.С, Остриков Г.М., Долинский В.В. Устойчивость гофрированных стенок двутавровых балок- 1985.- №6.- С. 43-45.
5. Ольков Я.И., Полторацнев А.С. О различных способах расчета несущей способности балок с гофрированной стенкой // Сборник докладов международных академических чтений РААСН «Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения».-Курск, 2011.- с. 120-131.
6. Степаненко А. Н. Прочность и устойчивость конструкций из двутавра с волнистой стенкой: дис. ... докт. техн. наук.— Хабаровск: ХГТУ, 2001.—234 с