3. Koerner, R. M. and Koerner, G. R. (2009), "A Data Base of Analysis of Geosynthetic Reinforced Wall Failures," GRI Report #38, Geosynthetic Institute, Folsom, PA, 195 pgs.
4. СП 101.13330.2012 Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87.
5. Механика грунтов, основания и фундаменты. Под ред. академика РИА, д.т.н. профессора С.Б.Ухова, - М: ВШ, 2004.
6. Проектирование подпорных стен и стен подвалов. Справочное пособие к СниП. /ЦНИИпромзданий Госстроя СССР.- М.: Стройиздат, 1990. - 104 с.

Усова А.В.

Тонкостенные балки из гнутых оцинкованных профилей

*Сибирский государственный индустриальный университет
(Россия, Новокузнецк)*

doi: 10.18411/trnio-11-2021-72

Аннотация

В статье рассматриваются легкие стальные тонкостенные конструкции, поперечные сечения из тонкостенных гнутых профилей и их основные достоинства.

Ключевые слова: легкие стальные тонкостенные конструкции, холодногнутые профили, стальная балка, конструктивные решения.

Abstract

The article discusses lightweight steel thin-walled structures, cross-sections from thin-walled bent profiles and their main advantages.

Keywords: lightweight steel thin-walled structures, cold-formed profiles, steel beams, structural solutions.

Концепция облегченной металлической конструкции (ЛМК) образовалась в нашей стране в середине прошлого века. Изначально к таким конструкциям относились каркасные строительные конструкции, в которых общий расход металла, используемого для несущей и ограждающей функций, в пределах 50- 100 кг/м². Кроме того, особенность этой конструкции состоит в том, что она представляет собой законченный элемент каркаса для обеспечения быстрого монтажа. В основном это были здания (модули) целевого назначения – физкультурно-оздоровительные, складские, производственные, станции техобслуживания и др.

Чтобы уменьшить вес каркаса, стали использовать новые профили, в производстве которых используется технология холодного деформирования стального листа. В это время появились гнутые профили различной формы - это уголки, швеллера, С-образные и Z-образные профили по ГОСТ 11474-76. Особенностью этих профилей является их небольшая толщина, обычно от 3 до 6 мм.

По мере развития в нашей стране производственных предприятий, сельского хозяйства и других отраслей, металлоконструкции, особенно легкие стальные конструкции с пролетом до 24 м, пользуются большим спросом. Растет спрос на складские помещения, торговые и спортивные комплексы. Одним из способов повышения эффективности металлоконструкций зданий в этом виде промышленности является использование оцинкованных холодногнутох профилей толщиной до 3 мм.

Появилось понятие Легких Стальных Тонкостенных Конструкций (ЛСТК). Характерным отличием основы для расчета этих элементов является учет критической работы стали в сжатой зоне, чего ранее не допускалось.

С 2017 года с введением нового документа СП 260.132580.2016 "Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутох оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования » появилась систематизация разных рекомендаций по

использованию тонкостенных профилей при проектировании металлоконструкций. Кроме того иногда использовались европейские нормы, а именно ЕВРОКОД 3 «Проектирование стальных конструкций».

Опыт зарубежного и отечественного использования конструкции показывает, что по сравнению с традиционной структурой прокатного профиля он имеет множество преимуществ: низкая металлоемкость, высокая коррозионная стойкость, возможность изготовления на месте, что в конечном итоге снижает стоимость конструкции.

Форма поперечного сечения тонкостенных гнутых профилей зависит от требований проектировщика, но ограничивается технологическими возможностями производителя. На рисунке 1 приведены примеры типичных поперечных сечений гнутых профилей.

Рисунок 1. Типичные формы несущих профилей и составных сечений элементов конструкций из стальных тонкостенных, холодногнутых профилей

Для ограждающих конструкций и настилов используются профили, представленные на рисунке 2.

Рисунок 2. Формы сечений профилированных листов и кассетных профилей

К тонкостенным балкам, гибкость стенки которых более 200, относятся: балки с гибкой стенкой, балки с гофрированной стенкой, балки-фермы, балки с перфорированной стенкой, балки коробчатого сечения. Общий принцип улучшения тонкостенных балок - это концентрация металла в поясе и максимальное уменьшение толщины стенки, что приводит к минимизации расхода металла.

В балках с гибкой стенкой (гибкостью свыше 400) допускается потеря местной устойчивости стенки с образованием так называемых «хлопунов». Исследования показали, что масса таких балок на 25-40% меньше обычных из-за использования закритической стадии работы стенки. Ограничением распространения таких конструкций явились психологические аспекты их эксплуатации.

Балка с гофрированной стенкой представляет собой конструкцию, состоящую из поясов произвольного сечения и металлической стенки, изогнутая (гофрированные) в поперечном направлении. Виды стенок могут быть разными: треугольник, трапеция, прямоугольник, волна или другие повторяющиеся формы.

Пояса таких балок можно изготавливать из прокатной стали прямоугольного сечения, гнутых электросварных труб, железобетонных элементов. Гофростенки могут выполняться как из высокопрочных сталей, так и из лёгких сплавов.

Балки с гофрированной стенкой могут найти широкое применение как несущие конструкции перекрытий различных сооружений, а также в качестве подкрановых. Определённым препятствием к внедрению таких балок является не достаточно всестороннее их исследование.

Балки с гофрированными стенками обладают большей жесткостью по сравнению с балками, имеющими плоские стенки того же сечения. В монографии А.А. Файнштейна [4] приведены сопоставления показателей массы, стоимости, длины для 48 вариантов балок с плоскими и гофрированными стенками. Результат показал, что сварные двутавры с гофрированной стенкой экономичнее по расходу стали на 9–27 % по сравнению со сварными двутаврами с плоской стенкой во всех рассмотренных вариантах.

Экспериментальные исследования, проведенные вместе с теоретическими исследованиями, показывают, что гофрированные стенки хорошо сопротивляются действию поперечных сил без потери местной устойчивости. Было определено, что при изгибе балки нормальные напряжения в стенке у поясов быстро падают и их практически можно не учитывать в расчетах, считая, что изгибающие моменты воспринимаются только поясами. Балки с гофрированной стенкой, позволяющие снизить металлоемкость на основе более рационального распределения материала конструкции, эффективны, но требуют применения специального листогибочного и сварочного оборудования.

Преимуществами балок коробчатого сечения являются высокая крутильная жесткость, низкий расход металла, что позволяет применять их при наличии крутящих моментов, изгиба в двух плоскостях, и при отсутствии системы связей. В обычных условиях из-за сложности изготовления такие балки используются редко.

Составными элементами разрабатываемых балок являются холодногнутые профили, изготавливаемые из листа толщиной 0,7 - 2 мм.

Основные достоинства способа строительства с использованием легких стальных тонкостенных конструкций.

1. Для быстровозводимых облегченных строительных конструкций обычно требуется фундамент мелкого заложения (монолитная плита), свайный или винтовой фундамент.
2. Поскольку профили легкие и точные по размеру, сборка каркаса строительной конструкции выполняется относительно просто и быстро.
3. Не требуется применение кранов или грузоподъемных механизмов на всех этапах монтажа. Этот фактор особенно важен при строительстве мансард, на объектах, отдаленных от автомагистралей, а также при необходимости максимально сохранить окружающий ландшафт.
4. Использование качественных теплоизоляционных материалов в стенах и потолочных перекрытиях позволяет устроить из ограждающих конструкций своеобразный «термос», который в закрытом состоянии может хранить тепло до 2-3 суток без дополнительного обогрева. Затраты на отопление дома, построенного из ЛСТК составляют 40 % от затрат на аналогичный кирпичный дом.
5. Многовариантность фасадных систем или систем внешней отделки стен здания.

6. Точность механического изготовления размеров внутренних стен, перегородок и потолков сводит к минимуму время и материалы на отделочные работы.
7. Отсутствие «мокрых» процессов позволяет вести работы круглогодично, не останавливая строительный процесс.
8. Применение ЛСТК позволяет свести к минимуму неперерабатываемые отходы и обеспечить чистоту на строительной площадке без ущерба для окружающей среды.

1. Металлические конструкции. Проф. Е. И. Беленья – Стройиздат, 1996.
2. Теория упругости и пластичности: Учеб. для вузов. Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. - Физматлит. 2002.
3. Пространственные задачи нелинейной теории упругих стержней. А.А. Илюхин – Научная думка. 1979.
4. Файнштейн А.А. Стальные балки минимального веса. / Изд-во Политехнический Университет. 2007.
5. СП 260.132580.2016 "Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования».

Шнурникова Е.П., Горбачев А.Ю.

Современное программное обеспечение для проектирования и расчетов строительных конструкций

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2021-73

Аннотация

В современном мире технологии постоянно развиваются в различных сферах жизнедеятельности, программное обеспечение становится все лучше, и значение, которое оно имеет для жизни людей, растет с каждым годом. Строительный сектор не остается в стороне, однако внедрение новых технологий в строительной отрасли идет медленными темпами по сравнению с другими отраслями. Стоит понимать, что это происходит отнюдь не из-за отсутствия нужды, а лишь из-за того, что современные требования строительства столь высоки, что многим технологиям потребовалось значительное время, чтобы их догнать. В данной статье мы рассмотрим основополагающие инновационные технологические тенденции в ближайшие годы, которые на сегодняшний день были развиты и уже пригодны для использования в данной сфере.

Ключевые слова: строительство, технологии, архитектура, конструкции, программное обеспечение, инновации, развитие.

Abstract

In the modern world, technologies are constantly developing in various spheres of life, software is getting better, and the importance that it has for people's lives is growing every year. The construction sector does not stand aside, however, the introduction of new technologies in the construction industry is proceeding at a slow pace compared to other industries. It should be understood that this is by no means due to lack of need, but only due to the fact that modern construction requirements are so high that many technologies took a long time to catch up with them. In this article, we look at the foundational technology innovation trends in the coming years, which have been developed to date and are already suitable for use in this area.

Keywords: construction, technology, architecture, structures, software, innovation, development.