

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л.В. Енджиевский, И.И. Крылов,
А.Н. Кретинин, А.В.Терешкова

**Ограждающие и несущие
строительные конструкции
из стальных тонкостенных профилей**

Монография

Красноярск
СФУ
2010

УДК 626.86

ББК 38.54

Е 62

Рецензенты:

В.В. Москвичев, доктор технических наук, профессор, зам. председателя Президиума КНЦ СО РАН (г. Красноярск);

В.В. Зверев, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлические конструкции» Липецкого государственного технического университета (г. Липецк)

Енджиевский, Л.В.

Е62 Ограждающие и несущие строительные конструкции из стальных тонкостенных профилей: монография/ Л.В. Енджиевский, И.И. Крылов, А.Н. Кретинин, А.В. Терешкова. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. – 282 с.

ISBN 978-5-7638-1987-8

В монографии сделана попытка обратить внимание специалистов всех уровней строительного профиля и студентов строительных специальностей на новые типы несущих строительных конструкций, основой которых являются холодногнутые оцинкованные профили. Рассмотрены конструктивные решения и результаты комплексных исследований двух балочных конструкций, объединяющих в единую конструктивную форму С-образные гнутые оцинкованные профили и профилированный лист, и двух типов пространственных систем с основными конструктивными элементами из оцинкованного профилированного листа. Приложения смотреть на CD-диске.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Красноярского краевого фонда науки № 16F46.

УДК 626.86

ББК 38.54

ISBN 978-5-7638-1987-8

© Сибирский
федеральный
университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Введение	8
Глава 1. Отечественный и зарубежный опыт использования стальных гофрированных листов как конструктивных элементов в различных типах строительных конструкций	9
1.1. Общая характеристика профилированных листов. Возможности их использования в ограждающих и несущих элементах конструкций	10
1.1.1. Особенности работы и расчета профилированного листа	13
1.1.2. Способы соединения профилированных листов	18
1.2. Ограждающие конструкции с обшивками из профилированного листа	20
1.2.1. Стеновые сэндвич-панели заводской готовности	21
1.2.2. Кровельные сэндвич-панели заводской готовности	23
1.2.3. Панели послойной сборки	23
1.3. Несущие конструкции из стальных тонкостенных профилей	30
1.3.1. Балки	30
1.3.2. Фермы из тонкостенных оцинкованных профилей	36
1.3.3. Арочные конструкции	38
1.3.4. Рамы из тонкостенных оцинкованных профилей	39
1.3.5. Каркасы малоэтажных зданий из тонкостенных оцинкованных конструкций	39
1.3.6. Конструкции мансард зданий из тонкостенных профилей	43
1.4. Элементы составных несущих конструкций из тонкостенных профилей в комбинации с профилированными листами и особенности их расчета	45
1.4.1. Совмещенные плиты покрытия с применением профилированных листов	45
1.4.2. Каркасные покрытия с частичным включением в работу профлистов, выполняющих ограждающие функции	48
1.5. Пространственные совмещенные конструкции	50
1.5.1. Пространственные системы, в которых верхний несущий пояс выполнен только из профлиста	50
1.5.2. Конструкции с предварительно напряжённым верхним несущим поясом из профилированного листа	53

Глава 2. Тонкостенные балки из гнутых оцинкованных профилей: составных поясов коробчатого сечения и гофрированных стенок	55
2.1. Основные положения.....	56
2.2. Экспериментальные исследования крупномасштабных моделей балок из гнутых оцинкованных профилей.....	58
2.3. Особенности работы соединений тонколистовых оцинкованных элементов	71
2.4. Теоретические исследования и численное моделирование тонкостенных балок из гнутых оцинкованных профилей	75
2.5. Экспериментальное исследование НДС балки из гнутых оцинкованных профилей пролетом 9 м.....	77
2.6. Инженерная методика расчета тонкостенных балок из гнутых оцинкованных профилей.....	83
2.7. Опытное внедрение конструкций	86
2.8. Рекомендации по изготовлению тонкостенных балок из гнутых оцинкованных профилей.....	91

Глава 3. Рамные системы из тонкостенных оцинкованных профилей	95
3.1. Область применения.....	96
3.2. Схемы поперечных рам и их компоновка в каркасы зданий	96
3.3. Основные положения расчета элементов рам.....	101
3.3.1. Расчет элементов на осевые силы и изгиб.....	101
3.3.2. Проверка устойчивости стенок и полок изгибаемых и сжатых элементов.....	103
3.4. Соединения элементов рам.....	105
3.4.1. Особенности работы одноболтовых фрикционных сдвигоустойчивых соединений тонкостенных оцинкованных профилей.....	106
3.4.2. Двухболтовые фрикционные сдвигоустойчивые соединения тонкостенных оцинкованных профилей	109
3.4.3. Многоболтовые фрикционные сдвигоустойчивые соединения на основе тонкостенных оцинкованных профилей С-образного сечения.....	115
3.5. Рекомендации по конструированию и расчету болтовых соединений из тонкостенных оцинкованных профилей	120

Глава 4. Пространственные блоки покрытий с поясами из металлического профилированного листа.....	123
4.1. Формообразование как главный фактор повышения эффективности конструкций с элементами из тонкостенных металлических листов	124

4.2. Линзообразные блоки покрытия	134
4.2.1. Конструктивные решения линзообразных блоков.....	134
4.2.2. Технология изготовления линзообразных блоков.....	144
4.2.3. Численные исследования напряженно-деформированного состояния линзообразных блоков и отдельных фрагментов	153
4.2.4. Экспериментальные исследования фрагментов покрытия из линзообразных блоков.....	160
4.3. Двухпоясное преднапряженное арочное покрытие с поясами из стальных профилированных листов	172
4.3.1. Конструктивное решение двухпоясного арочного покрытия	172
4.3.2. Численные исследования НДС фрагмента арочного покрытия	176
4.3.3. Экспериментальные исследования фрагмента двухпоясного арочного покрытия.....	196
4.4. Обобщенные технико-экономические показатели	213
4.5. Рекомендации по конструированию, расчету и изготовлению конструкций линзообразных блоков покрытия и двухпоясного преднапряженного арочного покрытия с поясами из стальных профилированных листов	214

Глава 5. Пространственные блок-фермы покрытий и секции зданий-укрытий арочного типа из линзообразных блоков.....219

5.1. Конструктивные решения	220
5.2. Численные исследования пространственных блок-ферм и блок-секций зданий, сформированных из линзообразных блоков.....	237
5.2.1. Обобщенный алгоритм статического расчета конструкций	237
5.2.2. Численные исследования деревометаллической блок-арки	239
5.2.3. Численные исследования блок-фермы из монометалла.....	254
5.3. Экспериментальные исследования фрагмента пространственной блок-секции	265
5.3.1. Последовательность и особенности сборки опытной конструкции	266
5.3.2. Статические испытания конструкции.....	274

Библиографический список.....277

Предисловие

Цель монографии – попытка обратить внимание специалистов всех уровней строительного профиля и студентов строительных специальностей на новые типы несущих строительных конструкций, основой которых являются холодногнутое оцинкованные профили.

По структуре монография состоит из введения и пяти глав, библиографического списка и приложений.

В первой главе приводится отечественный и зарубежный опыт использования стальных гофрированных листов как конструктивных элементов в различных типах строительных конструкций.

Во второй и третьей главах рассмотрены конструктивные решения и результаты комплексных исследований двух балочных конструкций, объединяющих в единую конструктивную форму С-образные гнутые оцинкованные профили и профилированный лист.

Четвертая и пятая главы посвящены пространственным системам с основными конструктивными элементами из оцинкованного профилированного листа.

Главы 1, 4, 5 написаны чл.-корр. РАН, д-ром техн. наук, проф. Л.В. Енджиевским и канд. техн. наук А.В. Терешковой; гл. 2, 3 - канд. техн. наук, проф. И.И. Крыловым и канд. техн. наук А.Н. Кретиным.

Введение

В современных экономических условиях при всеобщей структурной перестройке с ориентацией на разукрупнение предприятий, на создание мелких и средних производственных структур с более конкретной специализацией с прогнозируемым бурным ростом нефте- и газодобычи в северных районах Сибири и Дальнего Востока России, где нет развитой стройиндустрии, потребность в быстровозводимых, легко транспортируемых облегченных строительных конструкциях и модульных зданиях возрастает. Развивающаяся экономика России и связанная с ней высокая конкуренция на строительном рынке требуют эффективных конструктивных решений строительных конструкций. Необходимы технологичные современные системы с наименьшей ресурсоемкостью.

Один из путей решения указанной проблемы – разработка и использование эффективных плоских и пространственных формообразований из стандартного металлического профилированного листа и других холодногнутых профилей, в особенности оцинкованных с толщинами до 3 мм. Зарубежный и отечественный опыт применения конструкций на их основе выявил ряд преимуществ перед традиционными конструкциями из прокатных профилей: низкий расход металла, высокая коррозионная стойкость, возможность изготовления на строительной площадке, что в итоге позволяет снизить стоимость конструкций «в деле». В таких конструктивных формах в полной мере используются прочностные свойства материала за счет совмещения ограждающих и несущих функций.

В данной монографии сделана попытка обратить внимание специалистов всех уровней строительного профиля и студентов строительных специальностей на новые типы несущих строительных конструкций, основой которых являются холодногнутые оцинкованные профили. Рассмотрены конструктивные решения и результаты комплексных исследований двух балочных конструкций, объединяющих в единую конструктивную форму С-образные гнутые оцинкованные профили и профилированный лист, и двух типов пространственных систем с основными конструктивными элементами из оцинкованного профилированного листа.