

Ю. И. ЛАГУН,

магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры «Металлические и деревянные конструкции» СФ БНТУ, ведущий инженер ООО «ПГС-Инжиниринг»

КРЕПКИЕ И ЛЕГКИЕ



ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ТРЕБУЕТ ЧЕТКОГО СОБЛЮЖДЕНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫМИ РЕШЕНИЯМИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ ЯВЛЯЮТСЯ БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ С КАРКАСАМИ ИЗ ЛЕГКИХ ОЦИНКОВАННЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛСТК

Область применения: малоэтажные жилые дома; малоэтажные пристройки; мансарды; многоэтажные жилые и офисные здания; одноэтажные здания арочного типа.

Преимущества: легкость конструкций; повышенная стойкость к сейсмическим воздействиям и другим динамическим нагрузкам; снижение транспортных расходов, уменьшение трудозатрат и энергопотребления при монтаже; сокращение сроков строительства, устройство фундаментов мелкого заложения.

Недостатки: долговечность узловых соединений < 25 лет; повышенная деформативность конструкций; высокая теплопроводность; малая огнестойкость; более высокая стоимость профилей; требуют неукоснительного соблюдения условия транспортировки, строповки и монтажа.

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

- ТКП EN 1993-1-3 Часть 1-3. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и листов;

- Временные рекомендации по расчету и конструированию элементов и узлов сопряжений для каркасов малоэтажных зданий из тонкостенных холодногнутых профилей;

- Айрумян Э. Л. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутого стальных оцинкованных профилей производства ООО «БалтПрофиль».

ЕВРОКОД 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Часть 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холод-

ноформованных элементов и профилированных листов: область применения, расчет холодноформованных тонкостенных элементов; профилированных листов для сталежелезобетонных плит на стадии возведения

Требования стандарта применимы для холодноформованных стальных изделий, изготовленных путем: холодной прокатки; пресования. Они не распространяются на холодноформованные профили круглого или прямоугольного замкнутого сечения, ссылки на которые приведены в EN 1993-1-1 и EN 1993-1-8.

Правила расчета стандарта применимы при условии: стальные конструкции из холодноформованных тонкостенных элементов и листов изготавливаются согласно требованиям EN 1090.

Допуски на изготовление холодноформованных элементов соответствуют требованиям EN 1090-2.

Типичные формы сечений

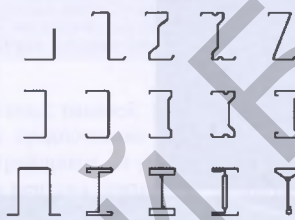


Рис. 1. Одиночные профили открытого сечения



Рис. 2. Составные профили открытого сечения



Рис. 3. Замкнутые профили открытого сечения

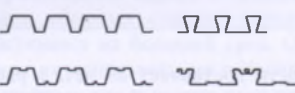


Рис. 4. Поперечные сечения профлистов

Типичные формы элементов жесткости поперечных сечений

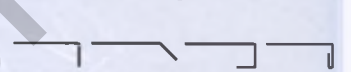


Рис. 5. Типичные краевые элементы жесткости

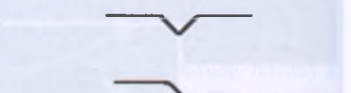


Рис. 6. Типичные промежуточные элементы жесткости



Рис. 7. Присоединенные элементы жесткости

Таблица 1. Общая структура Еврокода

СТБ EN 1990	Еврокод 0. Основы проектирования несущих конструкций
ТКП EN 1991	Еврокод 1. Воздействия на конструкции
ТКП EN 1992	Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций
ТКП EN 1993	Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций
Часть 1	Общие правила
Часть 1-1	Общие правила и правила для зданий
Часть 1-3	Дополнительные правила для холодноформованных элементов и листов
Часть 1-5	Пластинчатые элементы конструкций
Часть 1-8	Расчет соединений
Часть 1-12	Дополнительные правила для конструкций из высокопрочных сталей
Часть 2	Стальные мосты
Часть 3	Башни, мачты и дымовые трубы
Часть 4	Силосы, резервуары и трубопроводы
Часть 5	Шпунты
Часть 6	Крановые конструкции
ТКП EN 1994	Еврокод 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций
ТКП EN 1995	Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций
ТКП EN 1996	Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций
ТКП EN 1997	Еврокод 7. Геотехническое проектирование
ТКП EN 1998	Еврокод 8. Проектирование сейсмостойких конструкций
ТКП EN 1999	Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций

Материалы (сталь) должны быть пригодны для холодного формования (профилирования); сварки (при необходимости); гальванизации (при необходимости).

Требования стандарта распространяются на расчет холодноформованных элементов и профилированных листов, изготовленных из сталей, марки которых приведены в таблице 3.1 и Национальном приложении.

В документе используются следующие показатели прочности: $f_y = f_{ya}$ - при выполнении требований пунктов (4)...(8) ТКП EN 1993-1-3, и f_{yb} в противном случае;

f_{yb} - нормативный основной предел текучести стали;

$$f_{ya} = f_{yb} + (f_u - f_{yb}) \frac{knt^2}{A_g} \leq \frac{(f_u + f_{yb})}{2}$$

нормативный средний предел текучести стали (вызванный холодным формованием);

f_u - нормативное временное сопротивление стали.

Случаи употребления f_{ya}

- При определении несущей способности поперечного сечения элемента при осевом растяжении;

- при определении несущей способности по прочности и устойчивости при осевом сжатии элемента с полностью эффективным поперечным сечением;

- при определении несущей способности поперечного сечения при изгибе с полностью эффективным полками;

- для холодноформованных элементов, не подвергаемых термообработке путем нагрева до температуры более 580°C в течение более 1 ч (EN 1090-2).

Рекомендуемые значения толщины t_{cor} :

- для профилированных листов и элементов $0,45 \text{ мм} \leq t_{cor} \leq 15 \text{ мм}$;

- для соединений $0,45 \text{ мм} \leq t_{cor} \leq 4 \text{ мм}$.

Расчетная толщина:

$$t = t_{cor} \text{ при } tol \leq 5\%$$

$$t = t_{cor} \frac{tol}{0,95} \text{ при } tol > 5\%$$

где $t_{cor} = t_{nom} - t_{мет.покрытие}$;

tol – минусовый допуск на прокат, %.

При расчете конструкций следует различать классы сооружений, установленные по последствиям разрушения в соответствии с EN 1990, приложение В:

- класс I. Конструкция из ХФЭ и профлистов, рассчитанная из условия обеспечения прочности и устойчивости сооружения в целом;

- класс II. Конструкция из ХФЭ и профлистов, рассчитанная из условия обеспечения прочности и устойчивости отдельных конструктивных элементов;

- класс III. Конструкция из профлистов, используемая только для передачи нагрузки на несущий каркас.

Требования по расчету распространяются на поперечные сечения элементов, отношения ширины к толщине которых удовлетворяют ограничениям b/t , h/t , c/t и d/t .

Учитывается влияние углов сгиба на геометрические характеристики поперечного сечения.

Для обеспечения необходимой жесткости и исключения пре-

ждевременной потери устойчивости элементов жесткости их размеры должны быть в следующих пределах:

$$0,2 \leq c/b \leq 0,6;$$

$$0,1 \leq d/b \leq 0,3.$$

При определении несущей способности элементов учитывается влияние элементов жесткости поперечного сечения выполняется по одной из расчетных схем (табл. 2).

Влияние кривизны полки профиля (т.е. кривизны относительно нейтральной плоскости) при изгибе, на несущую способность не следует учитывать, если кривизна – менее 5% высоты сечения профиля.

СТБ 2231-2011. ПРОФИЛИ СТАЛЬНЫЕ ХОЛДНОГНУТЫЕ ДЛЯ БЕСКАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ АРОЧНОГО ТИПА. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Стандарт распространяется на стальные холодногнутые профили, изготавливаемые на месте строительства и предназначенные для возведения бескаркасных однопролетных зданий и сооружений арочного типа.

Эксплуатация – неагрессивные среды. Температура наружного воздуха –40°C и выше. Пролет здания устанавливается расчетом.

Профили изготавливают на месте строительства с помощью передвижного механизированного оборудования, включающего профлигибочный агрегат и установку для вальцовки гнутых профилей по радиусу.

Требования к материалам, отвечающим техническим нормам следующих документов:

- сталь тонколистовая оцинкованная – ГОСТ 14918 П (повышенного) или I класса толщины цинкового покрытия группы ХП для профилей без защитно-декоративного лакокрасочного покрытия и группы ПК для профилей с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием;

- прокат листовой горячеоцинкованный – ГОСТ Р 52246;

- прокат тонколистовой рулонный оцинкованный с защит-

Таблица 2. Общие сведения по расчету соединений тонкостенных элементов

Тип расчета	Вид соединения			
	Заклепки	Самонарезающие винты	Пристреливаемые дюбели	Болты
На смятие	Расчетом	Расчетом	Расчетом	Расчетом
На срез	Испытанием	Испытанием	Испытанием	Расчетом
По ослабленному сечению	Расчетом	Расчетом	Расчетом	Расчетом
На вырывание	Испытанием	Расчетом	Расчетом	Испытанием
На выдергивание	Не относится	Расчетом	Испытанием	Не относится
На растяжение	Испытанием	Испытанием	Испытанием	Расчетом

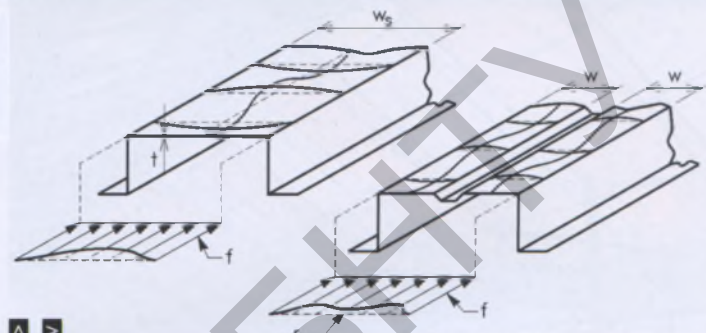
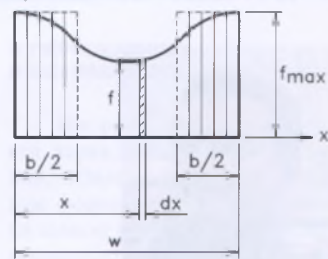


Рис. 8. Учет потери местной устойчивости элементов сечения тонкостенного элемента



но-декоративным лакокрасочным покрытием – ГОСТ 30246;

- прокат тонколистовой холоднокатаный горячеоцинкованный с защитно-декоративным полимерным покрытием – ГОСТ Р 52146;

- прокат тонколистовой с алюмоцинковым покрытием, прокат тонколистовой алюминированный и прокат с алюмокремниевым покрытием, прокат тонколистовой с электролитическим цинковым покрытием – действующий ТНПА, удовлетворяющий требованиям стандарта. Допускается применять другие виды проката, отвечающие техтребованиям по ГОСТ 14918 к сталям групп ХП и ПК с цинковым (алюмоцинковым и др.) покрытием толщиной не менее 18 мкм;

- прокат тонколистовой с защитно-декоративным лакокрасочным или полимерным покрытием, применяемый при изготовлении профилей, должен иметь группу горючести не ниже Г1 по ГОСТ

30244, индекс распространения пламени – не распространяющий пламя по поверхности по ГОСТ 12.1.044 и теплоту сгорания не более 3 МДж/кг (3 МДж/м²) по СТБ EN ISO 1716. Сталь тонколистовая оцинкованная относится к негорючим материалам по ГОСТ 30244. ☺

По материалам семинара «Сооружения из легких металлоконструкций: проектирование и строительство», организованного агентством бизнес-коммуникаций «Отраслевые форумы»