

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЦИНКОВАННЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Автор: Игорь ГИМИШЛИ

Технический Университет Молдовы

*Резюме:* В статье выполнена оценка эффективности использования оцинкованных тонкостенных профилей. В частности был проанализирован вариант замены кровельных прогонов из черного металла на профили Z-образного сечения.

*Ключевые слова:* Оцинкованный тонкостенный профиль, ЛСТК, экономическая эффективность.

## 1. Обоснование

В современном строительном мире эффективность и экономичность граничащие с экологичностью это основные определяющие факторы выбора материалов, используемые для выполнения тех или иных строительных работ. Если соотнести эти три фактора с металлоконструкциями, то мы получим аббревиатуру ЛСТК (лёгкие стальные тонкостенные конструкции).

На рынке металлоконструкций Республики Молдова наблюдается тотальное доминирование материала из тяжелого черного металла, что не всегда является эффективным решением. Во всем мире, в поисках наиболее оптимальных вариантов был осуществлен переход на конструкции из легких материалов, в частности оцинкованных тонкостенных профилей.

Различают несколько видов сечений данных профилей, которые обладают разными техническими характеристиками. Эти характеристики, а также их конструктивные особенности определяют сферу применения профилей.

- Стальные оцинкованные профили с С-образным сечением применяются в качестве стеновых прогонов зданий, раскосов, стоек и шпренгелей ферм, элементов фахверка и в других малонагруженных элементах конструкции.
- Стальные оцинкованные профили с Z-образным сечением применяются в качестве несущих элементов зданий: колонн, поясов ферм и ригелей рам, разрезных и неразрезных кровельных и потолочных прогонов, несущих балок и прогонов межэтажных перекрытий.
- Стальные оцинкованные профили с Сигма-образным сечением применяются в качестве колонн и ригелей рам, раскосов и стоек ферм, испытывающих повышенную нагрузку, разрезных кровельных и стеновых прогонов, прогонов межэтажных перекрытий.

Изготовление металлоконструкций из оцинкованных профилей в Республике Молдова малораспространено по ряду объективных причин:

- Сложность расчетов конструкций;
- Отсутствие нормативной базы и рекомендаций адаптированных под нормы Республики Молдова;

Оценка эффективности использования оцинкованных тонкостенных профилей была произведена на примере проектируемого складского помещения размерами в плане 18м x 48м с несущим металлическим каркасом. Для этого был произведен анализ металлоемкости каркаса, который выявил, что наиболее металлоемким элементом каркаса является система кровельных прогонов с общим тоннажем 5,9 т. Данные представлены на рис. 1.



Рис. 1Metalloёмкость элементов металлического каркаса здания 18x48м

## 2. Система кровельных прогонов

Система кровельных прогонов представляет собой совокупность неразрезных балок. Как правило, система неразрезных прогонов является наименее металлоемким вариантом, однако обеспечение условий неразрезности при монтаже представляет собой не простую задачу.

Кровельный прогон представляет собой простую балку, которая работает на изгиб. В случае использования в качестве прогона элемент горячекатанного проката, расчет сводится к проверке несущей способности в 2 сечениях элемента, на опоре и в пролете. В случае же использования оцинкованного тонкостенного профиля, необходимо выполнить проверку несущей способности на изгиб в 3-х сечениях, так как неразрезность данного элемента достигается благодаря использованию двухконсольной балки (1). Величина консоли (2)  $l_k = 0,1$  от расстояния между опорами  $l$ . Также есть необходимость выполнения проверки несущей способности на сдвиг.

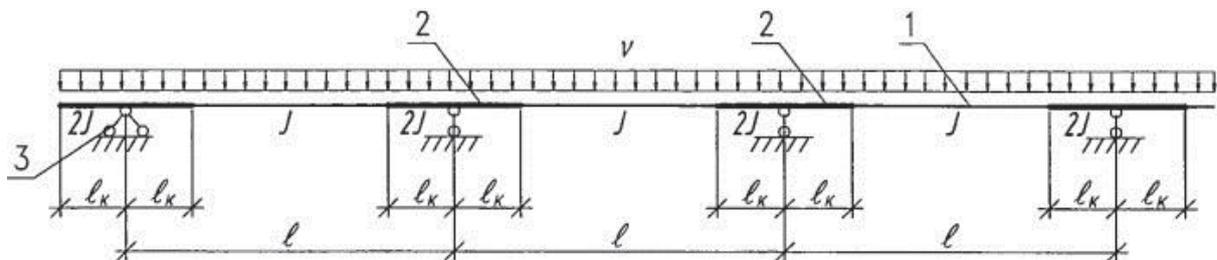


Рис.2 Система неразрезного прогона с использованием двухконсольной балки [1, с.47]

Проверка несущей способности осуществляется:

- В сечении на среднем опорном участке;
- В сечении на краю участка перехлестывания;
- В сечении в пролете.

Проверка несущей способности на изгиб для оцинкованных тонкостенных профилей выполняется по следующей формуле:  $M_{c,Rd} = W_{y,eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$  [2, с.34]

Существенным отличием выполнения выше представленного расчета элемента из горячекатанного проката и оцинкованного профиля является  $W_{y,eff}$  – эффективный момент сопротивления относительно главной оси. Определение данной геометрической характеристики сечения представляет собой довольно не простую задачу, решение которой сводится к двум методам:

- Определение эффективных геометрических характеристик с учетом угловых элементов;
- Определение эффективных геометрических характеристик без учетом угловых элементов.

Проверка несущей способности на изгиб для оцинкованных тонкостенных профилей выполняется по следующей формуле:  $V_{Ed} / V_{b,Rd} < 1$  [2, с.36]

### 3. Результаты расчетов и оценки экономической эффективности использования оцинкованных тонкостенных профилей

Выполнив ряд выше представленных расчетов, можно осуществить подбор сечений горячекатанного профиля и оцинкованного тонкостенного профиля.

Табл.1 Результаты подбора сечений

Результаты подбора сечений:	
Наименование	Тип
1. Швеллер с уклоном полок	№14
2. Z-образный оцинкованный профиль	Z200x2

Расчёт стоимости выполнения работ изготовления и монтажа прогонов обоих вариантов был осуществлён в программе WinСмета Neo согласно сметным нормам Республики Молдова. В результате анализа полученных данных было зафиксировано снижения стоимости выполнения работ по изготовлению и монтажу кровельных прогонов на 13,1% за счёт использования сечения из оцинкованного тонкостенного профиля. Данный результат несёт характер мгновенного эффекта, и не включает расходы, связанные с эксплуатацией конструкций и выполнения периодических капитальных ремонтов.

Если учесть, что из-за малого веса оцинкованного профиля снижается нагрузка на низ лежащие несущие конструкции, то можно предположить возможность аналогичного экономического эффекта и для остальных конструктивных элементов здания.

Таким образом, использование оцинкованных тонкостенных профилей можно значительно снизить стоимость изготовления и монтажа металлоконструкций. Однако существует еще один вариант достижения желаемого снижения стоимости, это возможность замены оцинкованных профилей на не оцинкованные. Но во всех ли случаях, данная замена оказывает положительный эффект?!

Следует знать, что существуют несколько способов нанесения цинкового покрытие на металл:

- холодное цинкование (окраска);
- горячее цинкование металлоконструкций;
- нанесение гальванических покрытий (цинкование гальваническое);
- газо-термическое цинкование напылением (напыление цинка);
- термодиффузионное цинкование;

Также различают следующие способы покраски металла:

- ручная;
- механизированная.

Наиболее распространённым способом нанесения цинкового покрытия, является горячее цинкование. Что касается покраски металла, широкое применения нашли оба способа, как ручной так и механизированный.

Выполнив сравнительный анализ по критерию ЧТС (чистая текущая стоимость) всех 3-х наиболее распространённых способов защиты металлоконструкций от коррозии были получены следующие результаты:

Табл.2 Результаты анализа по критерию ЧТС

Действие	Покраска 1	Покраска 2	Горячее цинкование
Подготовка	Ручная	Пескоструйная	Нет
Грунтовка	Одна	Нет	Нет
Верхний слой	Два	Три	Цинк 85 мк
Срок службы	8 лет	11 лет	35 лет
Сервисное обслуживание.	Каждые 8 лет	Каждые 11 лет	Нет
Себестоимость (%)	62	81	100
Себестоимость + эксплуатационные расходы (ЧТС) (%)	134	125	100

Данные представленные в табл.2, касательно стоимости, определены как 100% для варианта горячего цинкования.

#### 4. Выводы

В ходе проведенного исследования было определено, что переход с традиционных горячекатаных профилей на оцинкованные тонкостенные элементы, даёт довольно серьезный экономический эффект, что безусловно снижает стоимость строительства в целом.

В результате сравнительного анализа эффективности использования оцинкованных профилей и не оцинкованных, можно сделать вывод о том, что экономический эффект длительного характера наблюдается при использовании оцинкованных профилей. При использовании не оцинкованных профилей наблюдается мгновенный экономический эффект, что обосновывает их использование для зданий и сооружений со сроком эксплуатации менее 25 лет или для зданий и сооружений с обычными требованиями к коррозионной стойкости конструкций.

Правильный выбор элементов металлоконструкций, а также их покрытие ведёт к снижению стоимости строительства, что без сомнения положительно скажется на увеличении спроса в строительной отрасли, и как следствие простимулирует её развитие в Республике Молдова.

#### Библиография

1. Забельян З. *Методы расчета несущих элементов из тонкостенных гнутых профилей*. Стройметалл. – М.: 2009. – №5 – с. 14–18.
2. Айрумян Э.Л. *Рекомендации по расчету стальных конструкций из тонкостенных гнутых профилей*. Стройпрофиль. – М.: 2009 – №8 – с. 12–14.
3. Eurocodes: *Design of Steel structures*. EN 1993 – 1–3: 2004, Part 1–3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. CEN. European Committee for standardization. 2004.
4. *Местная потеря устойчивости стальных холодногнутох профилей в условиях поперечного изгиба*. Трубина Д.А., Кононова Л.А., Кауров А.А., Пичугин Е.Д., Абдулаев Д. 2014. №4 (19). С. 109-127.
5. Брудка Я., Лубиньски М. *Легкие стальные конструкции*. Изд. 2-е, доп. Пер. с польск. Под ред. С.С. Кармилова. М.: Стройиздат, 1974.