



Universitatea Tehnică a Moldovei

# **EFICIENȚA UTILIZĂRII PROFILELOR ZINCATE CU PEREȚI SUBȚIRI LA REALIZAREA CONSTRUCȚIILOR**

**Masterand: gr. IS – 1501M  
Igor GHIMISLI**

**Conducător: conf. univ. dr.  
Vasile COTOROBAI**

**Chișinău – 2017**

## РЕЗЮМЕ

В работе рассмотрены вопросы, связанные с эффективностью замены конструкций из горячекатаного проката на тонкостенные оцинкованные профили. Рассмотрены основные теории расчётов тонкостенных профилей. Выявлены определённые особенности расчётов, связанные с их адаптацией под общепринятые расчётные модели. Изучены вопросы, связанные с местной потерей устойчивости, с учётом рекомендаций европейских норм. Разработан подход к выполнению расчётов тонкостенных профилей в программном комплексе SCAD OFFICE, с введением понятия бистержневой модели конечного элемента.

Исследование основывается на расчёте двух вариантов каркаса, с применением горячекатаных проката и тонкостенных оцинкованных профилей. На базе полученных расчётных данных была подсчитанная металлоёмкость обоих вариантов каркаса, также был выполнен подсчёт стоимости и затрат их изготовления, монтажа, эксплуатации. На основании полученных данных была определена степень эффективности использования тонкостенных оцинкованных профилей. Полученные в расчетах данные представлены в виде графиков, дающих возможность наглядно сравнить экономичность и прочность различных вариантов конструкции. Итоги исследования о проделанной работе, а именно наиболее экономичный и рациональный вариант металлокаркаса, который включает в себя как элементы из горячекатаного проката, так и элементы из тонкостенных профилей представлены в главе “Заключение”.

Работа представлена на 70 листах. Она состоит из трёх глав, содержит 36 рисунков, 8 таблиц, ссылается на 14 библиографических источников.

## **SUMMARY**

The paper discusses issues related to the efficiency of the replacement construction of hot-rolled steel in the thin-walled galvanized profile. There was written about basic theory of calculation of thin-walled profiles. Revealed certain features of calculations related to their adaptation of a conventional calculation model. Studied issues related to the local loss of stability, taking into account the recommendations of the European standards. An approach to the implementation of thin-walled profiles calculations in software package SCAD OFFICE, with the introduction of the concept of a finite element model.

The study is based on the calculation of two frame variants using hot-rolled and galvanized thin-walled profiles. On the basis of the calculated data obtained metal consumption was calculated both chassis options also been made counting the cost, and the cost of their manufacture, installation, operation. On the basis of the data obtained it was determined effective degree use of thin-walled galvanized profiles. The results obtained in calculations are presented in the form of graphs, making it possible to visually compare the efficiency and strength of the various design options. The results of the study on the work, namely the most economical and rational variant of the metal frame, which includes the elements of hot-rolled and elements of thin-walled profiles are presented in the "Conclusion".

Paper presented at the 70 sheets. It consists of three chapters, contains 36 pictures, 8 tables, 14 bibliographical references to sources.

## REZUMAT

Lucrarea a discuta aspecte legate de eficiența construcției de înlocuire a oțelului laminat la cald, pe profil cu pereți subțiri galvanizat. A fost descrisa teoria de baza de calcul a profilelor cu pereți subțiri. A fost relevate anumite caracteristici ale calculelor legate de adoptarea lor sub unui model de calcul convențional. Au fost studiate problemele legate de pierderea locală a stabilității, ținând seama de recomandările standardelor europene. A fost creata metoda pentru efectuarea calculelor profilelor cu pereți subțiri, cu ajutorul pachetului software SCAD OFFICE, luînd în vedere introducerea conceptului unui element de model finit.

Studiul se bazează pe calculul cele două variante carcasi folosind profile laminate la cald si galvanizate cu pereți subțiri. Pe baza datelor obținute a fost calculat consumul de metal ambelor variante, de asemenea, a fost făcut calculul costurilor, precum și costul de fabricarea, montarea, exploatarea. Pe baza datelor obținute s-a determinat gradul de utilizare eficienta de profile cu pereți subțiri galvanizate. Rezultatele obținute în calculele sunt prezentate sub formă de grafice, ceea ce face posibil să se compare vizual eficiența și rezistența diferitelor opțiuni de proiectare. Rezultatele studiului asupra lucrării, și anume varianta cea mai economică și rațională a carcasi metalic, care include elementele laminate la cald și a elementelor de profile cu pereți subțiri sunt prezentate în capitol "Concluzie".

Lucrare este prezentată pe 70 de foi. . E compusa din trei capitole, contine 36 de imagini, 8 tabele, 14 referințe bibliografice la surse.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ О ЛЁГКИХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ. ПОНЯТИЕ О ТОНКОСТЕННЫХ СТЕРЖНЯХ.....	5
1.1 Область применения легких стальных конструкций .....	5
1.2 Достоинства и недостатки легких стальных конструкций .....	7
1.3 Принципы правильного применения легких стальных конструкций.....	8
1.4 Стали лёгких строительных конструкций .....	10
1.5 Виды тонкостенных профилей .....	11
1.6 Проектирование профилей.....	13
1.7 Прочностные характеристики профилей.....	17
1.8 Классификация элементов расчетных моделей в строительной механике. Понятие тонкостенного стержня .....	19
2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРИИ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ....	21
2.1 Основы технической теории расчета тонкостенных стержней В.З. Власова. ....	21
2.1.1 Стесненное кручение тонкостенного стержня открытого профиля. ....	21
2.1.2 Секториальная площадь. ....	23
2.1.3 Геометрические характеристики поперечного сечения.....	24
2.1.4 Общий случай нагружения тонкостенного стержня. Бимомент. Нормальные напряжения. ....	26
2.2. Тонкостенные стержни открытого профиля в методе конечных элементов. ....	28
2.2.1 Классификация методов исследования. ....	29

2.2.2_ Бистержневая модель тонкостенных конструкций. ....	31
2.3. .Расчет тонкостенных конструкций по методике Э.Л. Айрумяна. ....	35
2.3.1 Расчет элементов на осевые силы и изгиб. ....	36
2.4. Устойчивость элементов тонкостенных профилей. Виды потери устойчивости и рекомендации по их предотвращению. ....	38
2.4.1 Особенности явления потери устойчивости тонкостенных стержней. ....	38
2.4.2 Проверка устойчивости стенок и полок изгибаемых и сжатых элементов ....	40
2.4.3 Устойчивость центрально сжатого тонкостенного стержня. ....	42
2.4.4 Общая устойчивость тонкостенных стержней в условиях поперечного изгиба. ....	44
2.4.5 Местная потеря устойчивости. Положения расчета Еврокода-3. ....	46
2.4.6 Конструктивные мероприятия по предотвращению потери устойчивости. ....	47
<b>3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ НА БАЗЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛОЕМКОСТИ КАРКАСА ИЗ ГОРЯЧЕКАТАННЫХ ПРОФИЛЕЙ.....</b>	<b>48</b>
3.1. Расчёт каркаса из горячекатанного профиля ....	48
3.2. Расчёт каркаса из тонкостенного профиля.....	53
3.3. Сравнительный анализ вариантов каркаса с горячекатанными профилями и каркаса из тонкостенных профилей.....	57
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>59</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ.....</b>	<b>61</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....</b>	<b>62</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....</b>	<b>67</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Технический прогресс в разного рода конструкциях выражается снижением их массы и стоимости изготовления или монтажа при сохранении прежней несущей способности и эксплуатационных качеств. Положительные результаты достигнуты благодаря внедрению новых материалов, хорошо работающих со сталью, и применению тонкостенных конструкций.

Примеры решений из области строительства самолетов, кораблей, железнодорожного подвижного состава и автомобилей натолкнули на мысль о возможности частичного применения этих решений в строительных конструкциях. Так возник раздел, названный легкими стальными конструкциями. Развитие технологии производства позволило изготавливать легкие стальные конструкции с коэффициентом запаса прочности, не меньшим, чем в конструкциях, применявшихся до сих пор.

Легкие стальные конструкции отличаются от используемых до недавнего времени конструкций следующими основными характерными чертами:

- применением холодноформованных профилей из тонкого листового металла (толщиной от 1 мм и более);
- использованием стержней, не применяемых в обычных стальных конструкциях, например круглого, квадратного, замкнутого и открытого сечений;
- принципами выполнения соединений, а также применением соединений, не используемых до сих пор в строительных конструкциях.

Основные различия по сравнению с обычными конструкциями проявляются при использовании элементов из холодногнутых профилей, изготавливаемых из тонкого листового металла (сокращенно называемых гнутыми профилями). Распространение конструкций из гнутых профилей зависит прежде всего от средств производства, которыми промышленность располагает в этой области. Страны, овладевшие современным производством и автоматизировавшие его, в настоящее время довольно широко применяют гнутые профили. Страны, в которых такого производства нет, вынуждены и сейчас во всех случаях применять горячекатаные профили.

Применение гнутых профилей из тонкого листового металла требует иного подхода к конструкции на всех стадиях ее создания: проектирования, изготовления и монтажа. Условия изготовления профилей и элементов из них оказывают гораздо большее влияние на технико-экономические результаты, чем при использовании обычных конструкций.

Если не учитывать эти условия, может получиться так, что решение, рациональное с точки зрения потребления материала, из-за стоимости конструкции будет нерентабельным.

В работе были поставлены следующие научно-технические задачи:

1. Проанализировать различные подходы к расчёту тонкостенных профилей;
2. Рассмотреть возможность осуществления калькуляций на базе расчётного комплекса SCAD;
3. Выполнить расчёт двух вариантов каркасов, с применением горячекатаного проката и тонкостенных профилей;
4. Выполнить сравнительный анализ по металлоёмкости двух каркасов;
5. Выполнить сравнительный анализ стоимости изготовления, монтажа и эксплуатации обоих вариантов каркаса.
6. Определить экономическую эффективность перехода на тонкостенные профили.
7. Определить наиболее эффективный тип каркаса.