

УДК 624.014

ИСПЫТАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ФИРМЫ «BADE CELIK»

*Н.В. Савицкий, д.т.н., профессор, А.А. Бородин, к.т.н., доцент,
А.Н. Зинкевич, к.т.н., Е.В. Тытюк, инженер,
Е.Л. Токарь, аспирант, О.Г. Зинкевич, инженер,
Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры*

Введение

В практике современного строительства холодногнутые профили из оцинкованной стали широко применяются для несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений различного назначения. Эти профили применяются для выполнения каркасов малоэтажных зданий, мансард и навесов. Материал профилей – оцинкованная сталь толщиной 0.8мм и 1.2 мм.

Холодногнутые стальные оцинкованные профили, поставляемые фирмой «BADE CELIK», применяются для изготовления легких несущих конструкций стен, перекрытий и покрытий зданий малой этажности и надстроек.

В связи с тем, что применение легких стальных конструкций из гнутых профилей имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными стальными конструкциями из прокатных профилей, их внедрение в практику малоэтажного строительства является **актуальным** и экономически обоснованным.

Цель работы – определение геометрических, физико-механических и прочностных характеристик холодногнутых стальных оцинкованных профилей, выявление несущей способности узлов и соединений с их применением, поставляемых фирмой «BADE CELIK», для применения при реконструкции и проектировании зданий.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Определение геометрических характеристик профилей.
2. Определение физико-механических характеристик материала профилей.
3. Определение максимальной осевой нагрузки на профиль, вызывающей местную потерю устойчивости элементов сечения стержня (стенки, полок).

Основными конструктивными элементами каркаса здания из холодногнутых стальных оцинкованных профилей являются:

- стеновые элементы,
- элементы перекрытий.

Схема стенового элемента приведена на рис. 1.

Горизонтальные и вертикальные элементы выполняются из холодногнутого стального оцинкованного профиля. Элементы раскосов – из листовой оцинкованной стали. Все соединения выполняются на самонарезных винтах или заклепках. К стойкам стеновых элементов самонарезными винтами (шаг 300 мм) крепятся листы OSB или гипсокартона.

Схема элемента перекрытия – плоской фермы, приведена на рис. 2.

Элементы поясов и раскосов фермы выполняются из холодногнутого стального оцинкованного профиля. Все соединения выполняются на заклепках. К верхнему и нижнему поясу ферм самонарезными винтами крепятся листы OSB.

Для стеновых панелей нижнего этажа используются профили толщиной 1.2 мм, для верхнего этажа и парапета – 0.8мм; для наружных стен применяются профили высотой 140мм, для внутренних стен – 90мм; для ферм покрытия и перекрытия – толщиной 1.2мм.

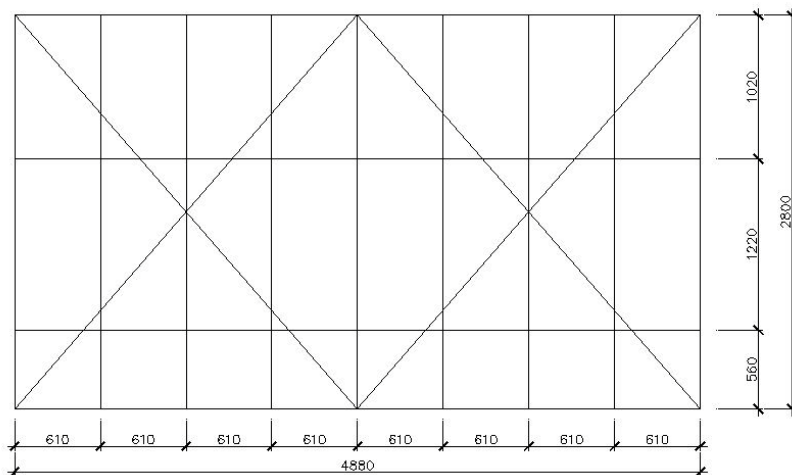


Рис. 1. Типовая схема стенового элемента

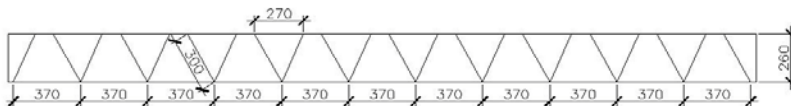


Рис. 1.2. Типовая схема элемента перекрытия (фермы).

Типы поперечных сечений профилей приведены на рис. 3
Расчетные характеристики профилей приведены в табл. 1

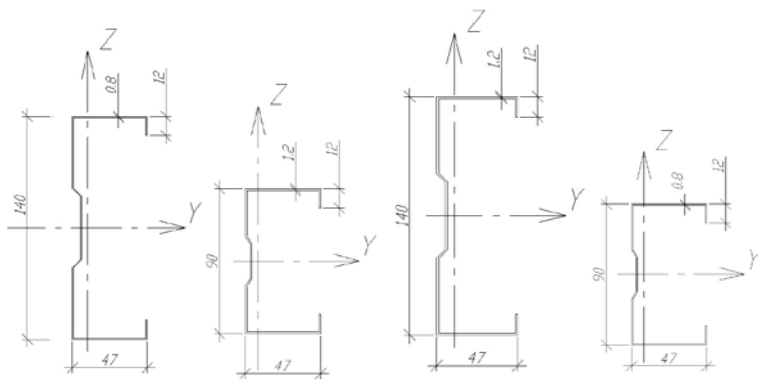


Рис.3. Поперечные сечения профилей.

Таблица 3

ванной стали

радиусы инерции для профилей			
номер профиля	радиус инерции	радиус инерции	
i_y , (см)	i_z , (см)	i_y , (см)	Z , (см)
73	1.42	5.39	0.97
34	1.51	3.66	1.23
48	1.41	5.37	0.99
43	1.51	3.64	1.24

Испытания профилей, узлов и соединений и оценка результатов проводились в соответствии с [1].

В соответствии с целью работы проводились лабораторные определительные статические испытания элементов, узлов и соединений до разрушения.

Испытания проводились при помощи гидравлических прессов и гидравлических домкратов, нагрузка контролировалась при помощи манометров.

Обработка и оценка результатов испытаний проводилась по [1].

Расчетное предельное сопротивление элемента, узла, соединения определялось по зависимости:

$$R_d = \frac{R_m}{\gamma_m}, \quad (1)$$

где

R_d - расчетное предельное сопротивление;

R_m - среднее значение скорректированных результатов испытаний m по k испытаниям;

γ_m - коэффициент надежности данных испытаний.

$$R_m = \left(\frac{1}{k}\right) \sum_{i=1}^k R_{ni}, \quad (2)$$

где R_{ni} - скорректированный результат i -того опыта;

$$R_{ni} = R_{fi} N \left(\frac{t}{t_f}\right)^r, \quad (3)$$

R_{fi} - измеренный результат i -того опыта;

t и t_f - номинальная и фактическая толщина проката;

N - коэффициент, определяемый в зависимости от зафиксированного в эксперименте характера разрушения (принимается $N=0.75$);

r - показатель степени, зависящий от t и t_f , а также от относительной гибкости b/t , где b - ширина участка поперечного сечения (принимается $r = 1$);

$$\gamma_m = 1 + 1.33(R_{ni,max} - R_{ni,min}) / (c_{lk} R_m), \quad (4)$$

где $R_{ni,max}$, $R_{ni,min}$ -соответственно, наибольшее и наименьшее из значений скорректированных результатов испытаний;

c_{lk} - коэффициент, определяемый в зависимости от числа опытов.

k	2*	3	4	5	6
c_{lk}	1.5	1.916	2.237	2,481	2,672

* Принято по экстраполяции.

Определение характеристик материала профилей.

Определялись следующие характеристики материала профилей: физический предел текучести σ_T и временное сопротивление σ_b . Отбор плоских образцов материала и испытания проводились в соответствии с [2, 3].

Физический предел текучести σ_t определялся по явно выраженной остановке стрелки силоизмерительного устройства испытательной машины.

Для определения временного сопротивления σ_b образец подвергался растяжению под действием плавно возрастающего усилия до разрушения. Наибольшее усилие, предшествующее разрушению образца, принималось за усилие P_{max} , соответствующее временному сопротивлению.

Результаты определения характеристик материала профилей приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристики материала профилей

№	Толщина образца, мм	Площадь сечения образца, см ²	Определение физического предела текучести			Определение временного сопротивления		
			Нагрузка, соотв. пределу текучести, кН	σ_t , МПа	R_y , МПа	Разрушающая нагрузка, кН	σ_b , МПа	R_u , МПа
1	0.8	0.352	10	284	210	11	312.5	230
2	0.8	0.352	10	284		11	312.5	
3	1.2	0.552	17	307.9	225	22.15	401.2	288
4	1.2	0.552	18	326		21.5	389.5	

R_y – расчетное сопротивление;

R_u - расчетное временное сопротивление.

Определение максимальной осевой нагрузки на профиль, вызывающей местную потерю устойчивости элементов сечения стержня (стенки, полки).

Проводилось испытание элементов с длиной между закреплениями $L=350$ мм для определения максимальной осевой нагрузки, при которой происходит местная потеря устойчивости элементов сечения профиля. Размер выбран исходя из максимальной длины сжатых элементов фермы перекрытия. Закрепление концевых участков при помощи болтов $\varnothing 6$ мм по оси, проходящей через центр тяжести профиля. Нагружение осуществлялось при помощи гидравлического пресса (марка П-125).

Расчетная схема приведена на рис.4. Общий вид образца и установки при испытании приведен на рис. 5. Характер потери местной устойчивости показан на рис. 6. Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4.

N образца	Профиль	Разрушающая нагрузка, кГс	Скорректированные результаты испытаний, кГс (согласно ДСТУ Б В.2.6-10-96)	Среднее значение скорректированных результатов, кГс	Коэффициент надежности данных испытаний, γ_m	Расчетное предельное сопротивление, кГс
1	90x0.8	1875	1406	1453	1,057	1374
2		2000	1500			
3	90x1.2	4475	3356	3131	1,127	2778
4		3875	2906			
5	140x0.8	2250	1687	1640	1,05	1561
6		2125	1593			
7	140x1.2	5000	3750	3656	1,045	3498
8		4750	3562			

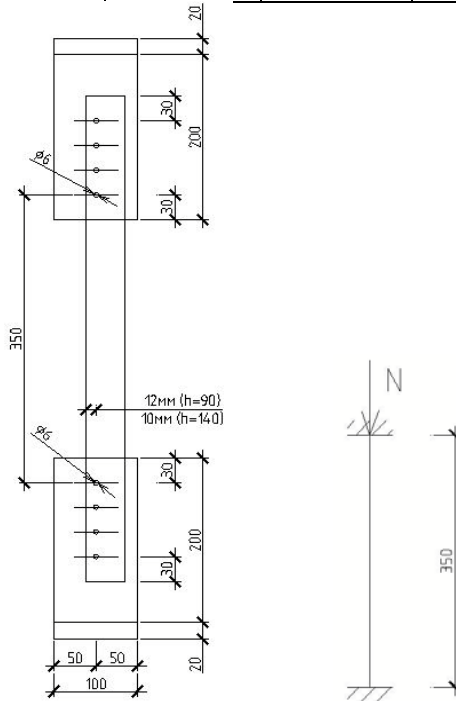


Рис.4. Расчетная схема образца при испытании.



Рис.5. Общий вид образца и установки при испытании

а)

б)



*Рис.6.. Характер потери местной устойчивости элементами сечения
а) профиль высотой 90 мм; б) профиль высотой 140мм.*

***Определение предельного расчетного сопротивления узла
соединения вертикального и горизонтального элемента.***

Для определения предельного расчетного сопротивления узла соединения вертикального и горизонтального элементов в качестве соединительного элемента применялся болт $\varnothing 6$ мм.

Испытание проводилось при помощи гидравлического прессы УММ-20. Схема испытаний образцов приведена на рис.7. Схема потери местной устойчивости приведена на рис. 8.

Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Таблица 5.

N образца	Толщина профиля, мм	Нагрузка, кГс	Скорректированные результаты испытаний, кг (согласно ДСТУ Б В.2.6-10-96)	Среднее значение скорректированных результатов, кГс	Коеф. надежности данных испытаний, γ_m	Расчетное предельное сопротивление, кГс
1	0.8	475	356,25	346,87	1,048	330
2		450	337,5			
3	1.2	1140	855	783,75	1,16	675
4		950	712,5			

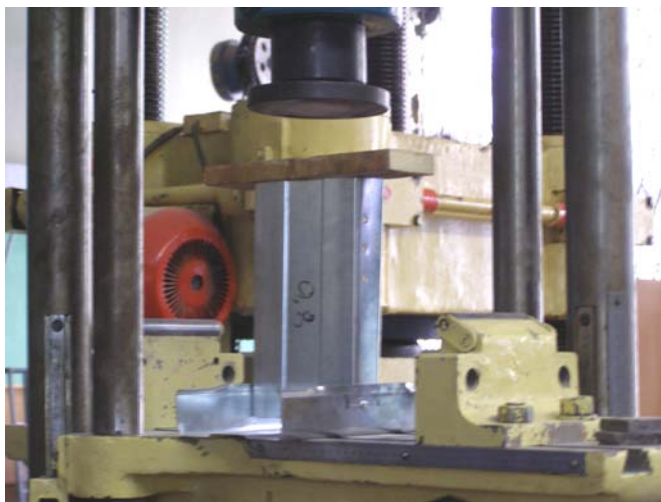


Рис.7. Схема испытания.



Рис.8. Схема потери местной устойчивости.

ВЫВОДЫ

1. По результатам испытаний физико-механические характеристики стали, применяемой для изготовления холодногнутого стального оцинкованного профиля, поставляемого фирмой «BADĀELIK», в расчетах конструкций зданий и сооружений до накопления статистических данных следует применять следующие физико-механические характеристики:

- расчетное сопротивление стали по пределу текучести – 210 МПа,
- расчетное сопротивление стали по временному сопротивлению – 230 МПа.

2. Расчет конструкций проводить в соответствии с СНиП II-23-81* «Стальные конструкции».

3. В расчетах конструкций с применением холодногнутого стального оцинкованного профиля, поставляемого фирмой «BADEĀELIK» при длине участка сжатого элемента между соединительными элементами не более 300мм (длина сжатого раскоса ферм перекрытия и покрытия) расчетное предельное сопротивление сжатого элемента принимается в соответствии с данными таблицы 6.

Таблица 6.

Профиль	Расчетное предельное сопротивление, кГс
90x0.8	1374
90x1.2	2778
140x0.8	1561
140x1.2	3498

4. В расчетах конструкций с применением холодногнутох стальных оцинкованных профилей, поставляемых фирмой «ВАДЕ ÇELIK» следует учитывать расчетное предельное сопротивление полки, соответствующее местной потере устойчивости согласно таблице 7.

Таблица 7

Профиль	Толщина профиля, мм	Расчетное предельное сопротивление, кГс
140x47x0.8, 90x47x0.8	0.8	330
140x47x1.2, 90x47x1.2	1.2	675

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ДСТУ Б В.2.6-10-96 Конструкции зданий и сооружений. Конструкции стальные строительные. Методы испытания нагружением/ К.:Госкомградостроительства Украины.-Киев, 1997.-13с.
2. ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытания на растяжение образцов для механических и технологических испытаний.
3. ГОСТ 7564-73 Сталь. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний.
4. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции/Госстрой СССР.-М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1990.-96с.

Реферат

В статье представлены результаты натурального испытания проверки несущей способности металлических оцинкованных профилей фирмы «BADE ÇELIK», применяемых для надстройки зданий и для проектирования новых зданий различного назначения.