



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР  
СТАЛЬНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА

## **История развития, сферы использования и преимущества использования ЛСТК в строительстве. Основные типы профилей, импортный и отечественный прокат для изготовления холодногнутых профилей**

Семко Владимир,  
кандидат технических наук

Семинар «ЛСТК: проектирование, производство и монтаж»

16-17 апреля 2015



# Семко Владимир

---

Выпускник Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка, специальность «Промышленное и гражданское строительство».

В 2007 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Оценка надежности стальных балок с дефектами» по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

С 2014 года - докторант кафедры конструкций из металла, дерева и пластмасс Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка.

Деятельность в области проектирования металлоконструкций начал в 2002 году под руководством д.т.н., профессора Пичугина С.Ф. Принимал участие, в должности прораба, в монтаже стальных несущих и ограждающих конструкций зданий Прилуцкой и Кременчугской табачных фабрик.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями стальных холодноформованных конструкций занимается с 2009 года. Проводимые исследования касаются определения уровня надежности таких конструкций, энергетической эффективности ограждающих конструкций из стальных холодноформованных элементов. Под руководством Владимира Семко защищено 10 магистерских работ и 1 кандидатская диссертация по вопросам исследования работы стальных холодноформованных конструкций.

# Термины

---

Немного от терминах:

Cold-formed steel structures (CFSS) – холодноформованные стальные конструкции.

ЛСТК – легкие стальные тонкостенные конструкции.

*Стальные холодноформованные элементы – это элементы изготовленные путем изгибания (или прокатывания) плоского стального листа таким образом, что полученная новая форма выдерживает большую нагрузку, чем плоский лист.*

Профессор Gregory J. Hancock

# Сферы использования

- Универсальные производственные здания



- Ограждающие конструкции



- Жилые малоэтажные здания



- Системы покрытия



- Надстройки





# История ЛСТК

Первые упоминания:

*В 1849 году, во время «золотой лихорадки» в Калифорнии, кровельщик из Нью-Йорка Peter Naylor, рекламировал и продавал «передвижные железные дома для Калифорнии» из гофрированных частей. Из рекламного проспекта следовало, что «20-ти и 15-ти футовые дома, могут быть построены менее чем за день, дешевле деревянных домов, огнестойкие и более комфортабельные, чем палатки»*



**P**ORTABLE IRON HOUSES FOR CALIFORNIA. THE GALVANIZED IRON Houses constructed by me for California, having met with so much approval, I am thus induced to call the attention of those going to California to an examination of them. The iron is grooved in such a manner that all parts of the house, roof and sides, glide together, and a house 20 x 15 can be put up in less than a day. They are far cheaper than wood, are fire-proof, and much more comfortable than tents. A house of the above size can be shipped in two boxes, 12 feet long and two feet wide, and 8 inches deep, the freight on which would be about \$14 to San Francisco. There will also be no trouble in removing from one part of the country to another, as the house can, in a few hours, be taken down and put up. By calling upon the subscriber, a house of the above size can be seen.

**PETER NAYLOR**, 13 Stone street. (NYH, March 20, 1849.)

<https://leadinglight.wordpress.com/tag/portable-iron-houses/>

# История ЛСТК

В 1920-х – 1930-х годах развитие холодноформованных конструкций замедлилось в связи с отсутствием стандартов на материалы и строительных норм по проектированию данного типа конструкций.



*"House of Tomorrow" built by Howard Fisher's General House, Inc. for the 1933 Chicago World's Fair*

На Всемирной ярмарке Chicago Century of Progress Exposition, которая проходила в 1933 году в Чикаго архитектор Howard T. Fisher, опираясь на разработки вагоностроительной компании Pullman Car Corporation, представил совместную разработку – железный дом, который можно было собрать за четыре дня.



Компания Lustron Homes разработала каркасные дома и в период с 1946 года по 1948 год по заказу армии США построила для бывших солдат 2498 таких домов.



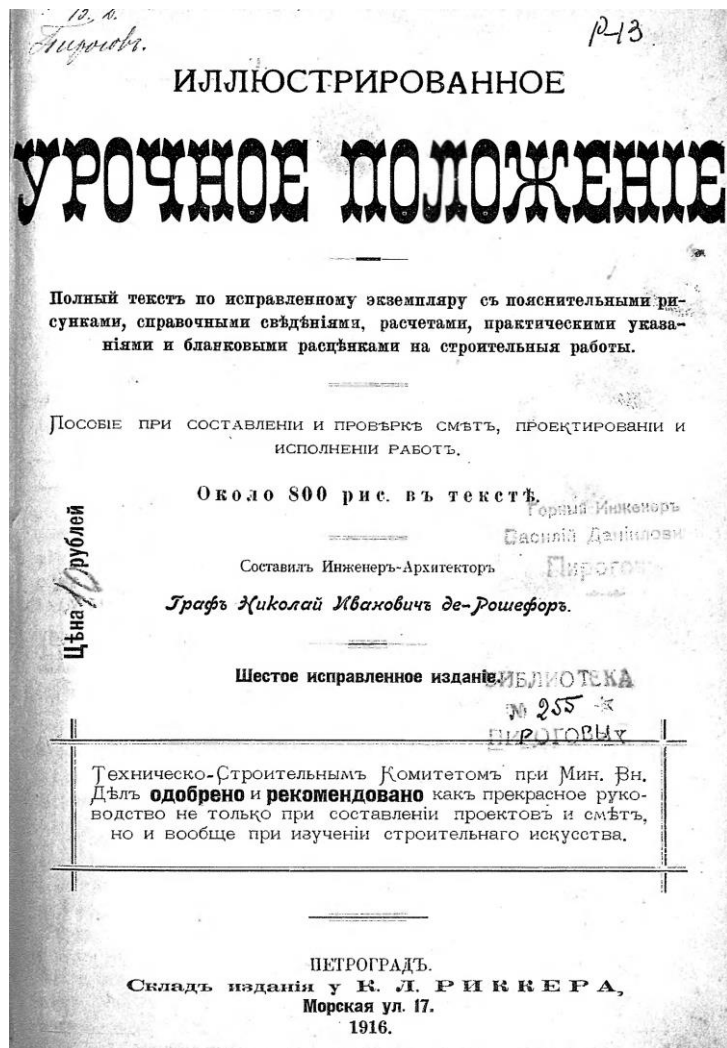
# История ЛСТК

Тогда же холодноформованные конструкции применялись и в традиционном строительстве. В 1925 году в городе Линчбург, штат Вирджиния был построен госпиталь (Virginia Baptist Hospital). Несущие стены здания были выполнены из кирпича, а в качестве балок перекрытия были смонтированы стальные балки из двух С-образных профилей соединенных стенками с виде двутавра. Толщина профиля составляла 0,073 дюйма (1,85 мм), высота профиля 8 дюймов (203,2 мм), ширина полки 2,25 дюйма (57,15 мм) и высота отгиба полки 0,5 дюйма (12,7 мм). Обследование проведенное через 80 лет после строительства показало, что балки находятся в удовлетворительном состоянии и могут эксплуатироваться и далее.

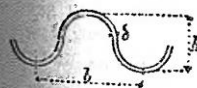


*End support of cold-formed steel beam in brick masonry wall, Virginia Baptist Hospital. Construction completed around 1925.*

# История ЛСТК



Волнистое — бываетъ двухъ родовъ: обыкновенное кровельное, съ мелкими волнами (изготавливается въ мастерскихъ прокатываніемъ въ деревянныхъ рубчатыхъ вальцахъ), въ отличіе называется *прокатнымъ* и идетъ преимущественно на изготовленіе чехловъ для печей и т. п., и собственно *волнистое*, изъ болѣе толстаго желѣза, употребляется для перекрытія пролетовъ. Волнистое желѣзо представляетъ собою рядъ параллельныхъ балочекъ, т. е. обладаетъ известною степенью *жесткости* поперекъ волнъ.



По отношенію ширины волны къ высотѣ бываетъ:

*пологое* . . . . . при  $b:h=2,5$  и 2  
и *крутое* или *балочное* . . .  $b:h=1,5$  и 1

Размѣры листовъ: перваго—толщина 0,375 до 1,5 мм., шир. 0,65 до 0,95 мет. и длина 2—3 мет.;

второго—толщина—1 до 5 мм., ширина 0,45—0,9 метр. и длина 2—6 мет. Слѣдуетъ, однако, имѣть въ виду, что наши заводы не изготовляютъ волнистаго желѣза толще  $2\frac{1}{2}$  мм. и болѣе толстые сорта, въ случаѣ надобности, приходится выписывать изъ заграницы. Сорта толщ. отъ 0,375 до 0,75 мм., идутъ преимущественно на изготовленіе жалюзи и имѣютъ мало значенія. При расчетахъ сопротивленія  $W$  понимается на *пог. метръ ширины листа*.

Бал	100	120	51,2	68,3	85,4	102,5
	120	120	51,2	68,3	85,4	102,5

*Крутое* волнистое желѣзо дѣлается со стрѣлкою въ  $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{12}$ ; его сопротивленіе при равномерной нагрузкѣ въ 8—10 разъ болѣе прямого, а при подвижномъ грузѣ въ 4—6 разъ.

Листовое (кровельное) размѣромъ  $2 \times 1$  арш. встрѣчается въ продажѣ отъ 6 до 14 фунтовъ въ листъ; болѣе употребительное 10—11—12 фунтовое.

Въ желѣзѣ уральскихъ заводовъ *гальвеновые* сорта, благодаря особенностямъ выдѣлки (на древесномъ углѣ), обладаютъ отличными качествами сопротивленія въ значительной мѣрѣ ржавленію, такъ какъ покрыты прочною пленкою магнитнаго окисла; у желѣза южн. заводовъ и иностр. выдѣлки это качество отсутствуетъ. Калибромъ при выдѣлкѣ листовъ, служить бирмингемскій.

Листовое желѣзо всякаго сорта упаковывается пачками 5 пудоваго тѣса.

вѣсъ 2 аршиннаго листа въ фунт.	6—7	8	9—9½	10—10½	11	12—13	14
число листовъ въ 5-ти пуд. пачкѣ.	33—38	25	21—22	19—20	18	15—16	14



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР  
СТАЛЬНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА

BLACHY  
PROSZYNSKI



Лайт Хаус  
Украина

SCAD  
Office



STEELCO



# Преимущества использования

---

Холодноформованные стальные элементы имеют следующие преимущества:

1. В сравнении с более «толстыми» горячекатаными конструкциями, холодноформованные конструкции могут быть изготовлены для большего диапазона нагрузок или пролетов.
2. Нестандартные конфигурации поперечных сечений могут быть изготовлены благодаря методам холодного формования и соответственно можно достичь более эффективного использования материала.
3. Можно создавать профили с возможностью вкладывания одного в другой для уменьшения объема при транспортировании и соответственно снижения транспортных затрат.
4. Несущие панели и настилы могут образовывать не только необходимую поверхность для перекрытия, кровли и стен, но и в тот же момент могут выступать каналами для прокладки инженерных сетей.
5. Несущие панели и настилы воспринимают не только действующие на них нагрузки, но и при должном их закреплении могут выступать как диафрагмы жесткости.

# Преимущества использования

---

В сравнении с такими материалами, как дерево и бетон, существуют следующие преимущества:

1. Меньший вес.
2. Повышенная прочность и жесткость.
3. Легкая предварительная сборка и масса изделия.
4. Быстрый и простой монтаж.
5. Существенное уменьшение задержек при монтаже из-за погодных условий.
6. Более точная детализация элементов.
7. Отсутствуют процессы усадки, усушки, ползучести.
8. Отсутствует необходимость в опалубке.
9. Не подвержены гниению и повреждению насекомыми.
10. Одинаковое качество разных элементов.
11. Экономия при транспортировке и хранении.
12. Негорючий материал.
13. Материал пригодный к переработке.

# Основные типы профилей

---

Стальные холодноформованные элементы можно разделить на два основных типа:

- ☐ Линейные элементы каркаса.
- ☐ Панели и настилы.

Линейные элементы могут быть из одиночных профилей и составными. Сфера применения линейных элементов очень широка: балки небольших пролетов, кровельные или стеновые прогоны, отдельно стоящие колонны или стойки стеновых конструкций, пояса ферм. В целом высота холодноформованных элементов находится в пределах 50...300 мм, иногда используются профили высотой до 500 мм. Толщины несущих конструкций чаще всего составляют 1,0...8,0 мм.



# Основные типы профилей

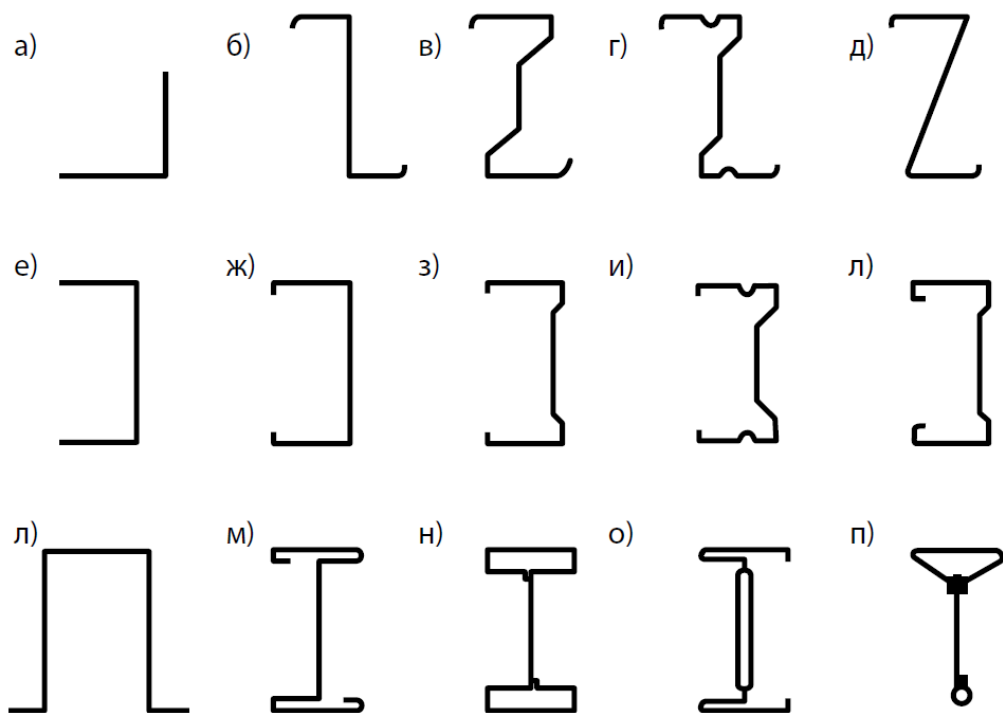


Рисунок 1.3 – Одиночные профили открытого сечения



Рисунок 1.4 – Составные профили: а – открытого сечения; б – закрытого сечения

# Основные типы профилей

Второй тип холодноформованных элементов – это панели и профилированные настилы способные воспринимать равномерно распределенную нагрузку (рис. 1.5). Как правило, данные профили используются в качестве кровельных конструкций, стеновых конструкций и конструкций перекрытий. Высота волны настилов находится в пределах 20...200 мм, а толщина листа составляет 0,5...2,0 мм.

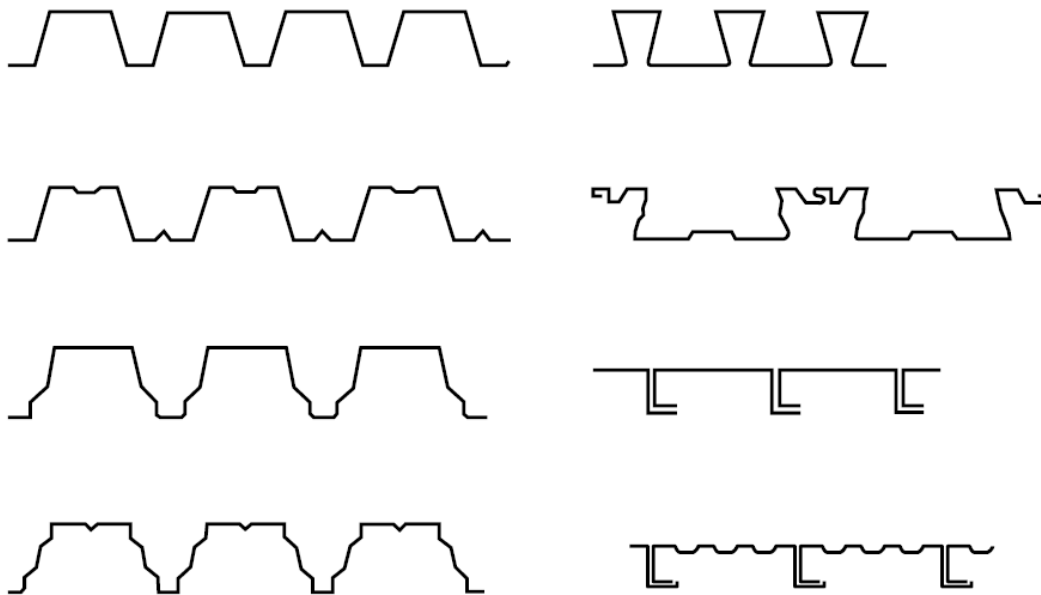


Рисунок 1.5 – Поперечные сечения профилированных настилов и стальных панелей

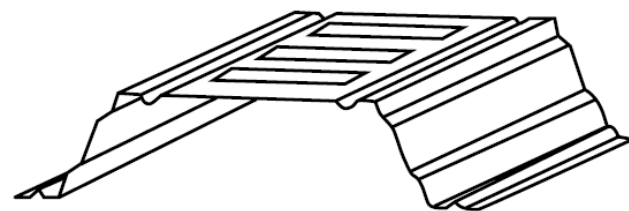


Рисунок 1.6 – Профилированный настил с продольными и поперечными элементами жесткости [11]

# Импортный прокат

Тип стали	Стандарт	Класс	$f_{yb}$ (Н/мм <sup>2</sup> )	$f_u$ (Н/мм <sup>2</sup> )
Cold reduced steel sheet of structural quality	ISO 4997	CR 220 CR 250 CR 320	220 250 320	300 330 400
Continuous hot dip zinc coated carbon steel sheet of structural quality	EN 10326	S220GD+Z S250GD+Z S280GD+Z S320GD+Z S350GD+Z	220 250 280 320 350	300 330 360 390 420
ВИРОБИ ЗІ СТАЛІ З ВИСОКОЮ ГРАНИЦЕЮ ПЛИННОСТІ ПЛОСКІ ГАРЯЧЕКАТАНІ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ФОРМОЗМІНЮВАННЯ. ЧАСТИНА 2. УМОВИ ПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ПРОДУКЦІЇ, ВИГОТОВЛЕНОЇ СПОСОБОМ ТЕРМОМЕХАНІЧНОГО ПРОКАТУВАННЯ	ДСТУ EN 10149-2:2009 (EN 10149-2:1995, IDT)	S 315 MC S355 MC S420 MC S460 MC S500 MC S550 MC S600 MC S650 MC S700 MC	315 355 420 460 500 550 600 650 700	390 430 480 520 550 600 650 700 750
ВИРОБИ ЗІ СТАЛІ З ВИСОКОЮ ГРАНИЦЕЮ ПЛИННОСТІ ПЛОСКІ ГАРЯЧЕКАТАНІ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ФОРМОЗМІНЮВАННЯ. ЧАСТИНА 3. УМОВИ ПОСТАЧАННЯ НОРМАЛІЗОВАНИХ АБО ПІСЛЯ НОРМАЛІЗУВАЛЬНОГО ПРОКАТУВАННЯ СТАЛЕЙ	ДСТУ EN 10149-3:2009 (EN 10149-3:1995, IDT)	S 260 NC S315 NC S355 NC S420 NC	260 315 355 420	370 430 470 530



# Импортный прокат

Тип стали	Стандарт	Класс	$f_{yb}$ (Н/мм <sup>2</sup> )	$f_u$ (Н/мм <sup>2</sup> )
Cold-rolled flat products made of high yield strength micro-alloyed steels for cold forming	EN 10268	H240LA	240	340
		H280LA	280	370
		H320LA	320	400
		H360LA	360	430
		H400LA	400	460
Continuously hot-dip coated strip and sheet of steels with higher yield strength for cold forming	EN 10292	H260LAD	240 <sup>2)</sup>	340 <sup>2)</sup>
		H300LAD	280 <sup>2)</sup>	370 <sup>2)</sup>
		H340LAD	320 <sup>2)</sup>	400 <sup>2)</sup>
		H380LAD	360 <sup>2)</sup>	430 <sup>2)</sup>
		H420LAD	400 <sup>2)</sup>	460 <sup>2)</sup>
Continuously hot-dipped zinc-aluminium (ZA) coated steel strip and sheet	EN 10326	S220GD+ZA	220	300
		S250GD+ZA	250	330
		S280GD+ZA	280	360
		S320GD+ZA	320	390
		S350GD+ZA	350	420
Continuously hot-dipped aluminium-zinc (AZ) coated steel strip and sheet	EN 10326	S220GD+AZ	220	300
		S250GD+AZ	250	330
		S280GD+AZ	280	360
		S320GD+AZ	320	390
		S350GD+AZ	350	420
Continuously hot-dipped zinc coated strip and sheet of mild steel for cold forming	EN 10327	DX51D+Z	140	270
		DX52D+Z	140	270
		DX53D+Z	140	270

# Отечественный прокат

Оцинкованная сталь		Марка холоднокатаной стали для изготовления оцинкованной стали	
Группа	Категория вытяжки	первой категории качества	высшей категории качества
ХШ	Н,Г	Марки стали с химическим составом по ГОСТ 9045-80, ГОСТ 1050-74 и ГОСТ 380-71	Марки стали с химическим составом по ГОСТ 9045-80, а также ГОСТ 1050-74 с содержанием серы не более 0,035% и фосфора - не более 0,020% и ГОСТ 380-71 с массовой долей серы не более 0,035% и фосфора – не более 0,025%.
ХШ	ВГ	08пс, 08пк, 08Ю по ГОСТ 9045-80 08пс, 08кп, 10кп по ГОСТ 1050-74	08пс, 08кп, 08Ю по ГОСТ 9045-80 08пс, 08кп, 10КП по ГОСТ 1050-74 с массовой долей серы не более 0,030 % и фосфора - не более 0,020 %
ХП, ПК	-	08пс по ГОСТ 9045-80 08, 08пс по ГОСТ 1050-74 БСт0, БСт1, БСт2, БСт3 всех степеней раскисления по ГОСТ 380-71	08пс по ГОСТ 9045-80 08, 08пс по ГОСТ 1050-74 БСт0, БСт1, БСт2, БСт3 всех степеней раскисления по ГОСТ 380-71 с массовой долей серы не более 0,04 % и фосфора - не более 0,035 %
ОН	-	Марки стали с химическим составом по ГОСТ 9045-80, ГОСТ 1050-74, ГОСТ 380-71	Марки стали с химическим составом по ГОСТ 9045-80, ГОСТ 1050-74, ГОСТ 380-71 с массовой долей серы не более 0,045 % и фосфора - не более 0,040 %

Сталь тонколистовая оцинкованная (ОЦ) подразделяется:

*по назначению на группы*

для холодной штамповки - ХШ,  
для холодного профилирования - ХП,  
под окраску (дрессированная) - ПК,  
общего назначения - ОН;

# СПАСИБО!

[www.uscc.com.ua](http://www.uscc.com.ua) | +38-044-590-01-56

