



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР  
СТАЛЬНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА

## Современные технологии производства ЛСТК. Технологии формовки профилей и укрупненной сборки

Никита Беляев  
ведущий инженер-конструктор УЦСС

Семинар «ЛСТК: проектирование, производство и монтаж»  
16-17 апреля 2015



## ТЕРМИН «КАМЕННЫЙ ВЕК»

используется археологами для обозначения  
обширного периода человеческого развития,  
предшествующего эпохе МЕТАЛЛОВ

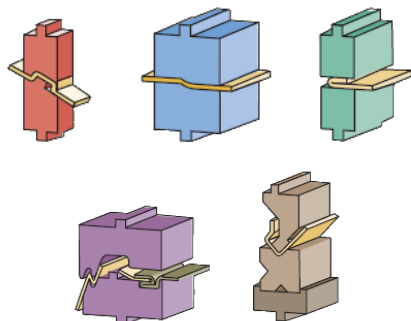


Процесс изготовления золотой отливки  
в Древнем Египте  
(2315–2190 гг. до н. э.)

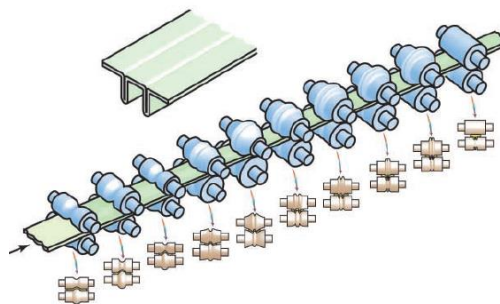
# Технологии формовки профилей

Формовка металла – это целая наука

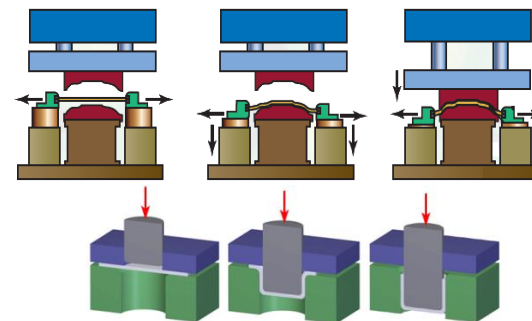
Только методов холодной формовки листового металла придумано множество:



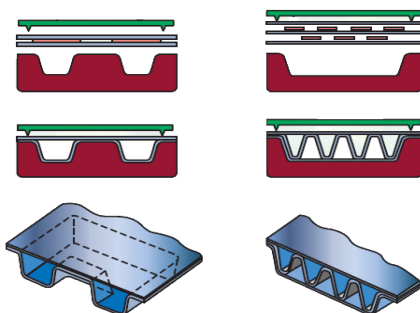
1. Гибка



2. Прокатка



3. Различные  
методы прессования



4. Сверхпластичная формовка

и даже...



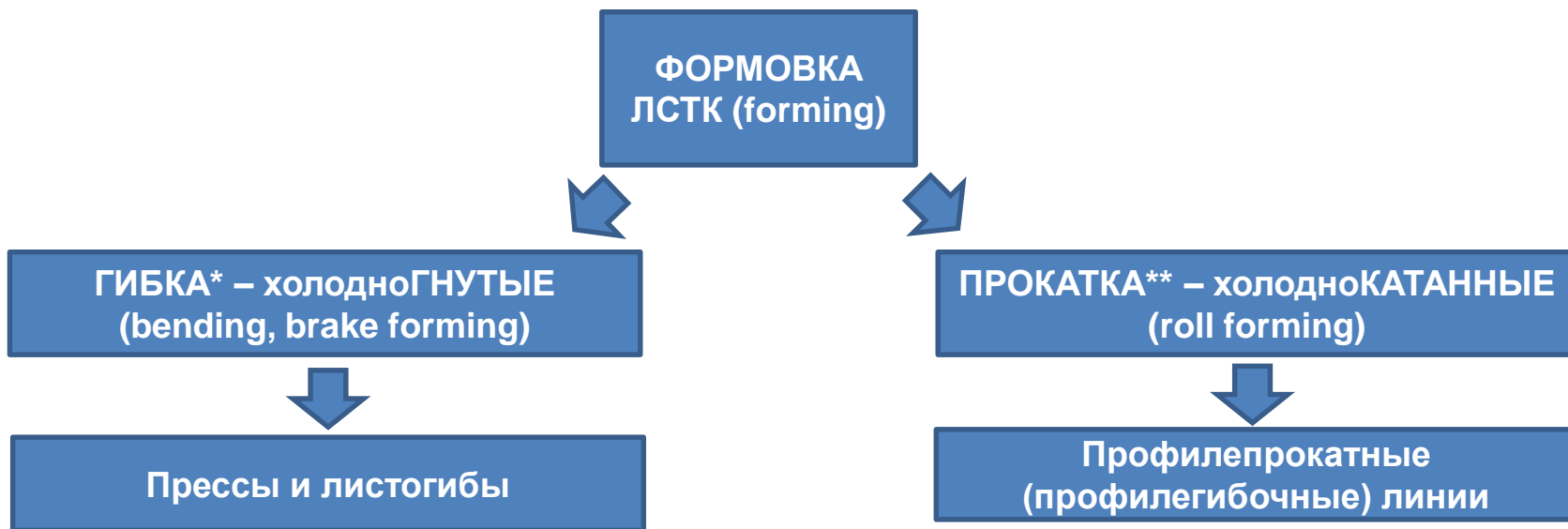
5. Формовка взрывом

# Технологии формовки профилей

## ЛСТК – холодноформованные профили

Термин холодноформованные образуется двумя словами **ХОЛОДНЫЙ** и **ФОРМОВАННЫЕ**. Холодный относится к состоянию, формованный – к методам.

Какими же методами **ФОРМУЮТСЯ** профили ЛСТК?



\* Гибка – процесс изменения формы заготовки с помощью специализированного штампа

\*\* Прокатка - процесс пластического деформирования тел между вращающимися приводными валками

# С точки зрения расчета

## Еврокод 3 учитывает метод формовки тонкостенных профилей

«Если при обозначении предела текучести используется символ  $f_y$ , то допускается использовать среднее значение предела текучести  $f_{ya}$ , при соблюдении условий....»

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

$k$  – коэффициент, зависящий от метода формовки:

$k = 7$  – при формовки **прокаткой**;

$k = 5$  – **для других** методов формовки;

Практическое применение в расчете сильно ограничено полной эффективностью всего сечения либо полок.

**Всегда применимо для растянутых элементов!**

# Гнуть или катать?

**Основой современного производства ЛСТК является метод прокатки**

Достаточная производительность для системного производства ЛСТК возможна благодаря применению поточных профилегибочных линий.

Громадное количество вариантов линий ЛСТК порождает проблему правильного выбора.

**Нужно понимать, что производить:**

Многоэлементные каркасы – коттеджи, настройки, модульные конструкции, панели многоэтажных зданий, административные и социальные объекты, МАФы итд.	<ul style="list-style-type: none"><li>- «легкие» линии</li><li>- толщина профилей от 0,7 до 2,0мм</li><li>- высота от 89 до 250мм</li><li>- С, U профили</li></ul>
Ангараы пролетами более 12м, системы стеновых и кровельных прогонов	<ul style="list-style-type: none"><li>- «мощные» линии</li><li>- толщина профилей от 1,2 до 4,0мм</li><li>- высота от 100 до 400мм</li><li>- С, U, Z, Σ и др. профили</li></ul>

«Мощная» линия не нужна и не окупит себя на небольших объектах частного строительства.



# Примеры линий

## Компактные линии



вплоть до мобильных версий



## Мощные линии

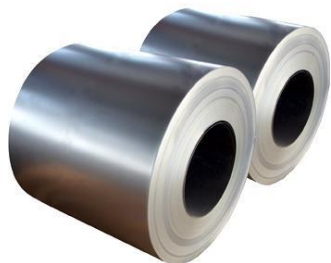


с соответствующей оснасткой



# Процесс

## Технологический процесс прокатки профилей



1. Рулон



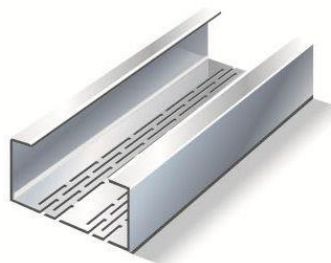
2. Продольная/продольно-поперечная резка



3. Штрипс



4. Формовка



5. Профиль

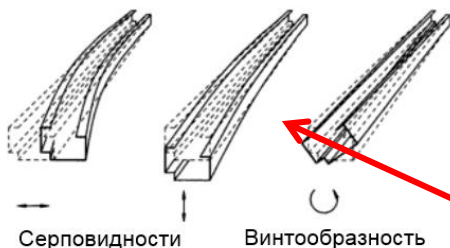


На сборку...



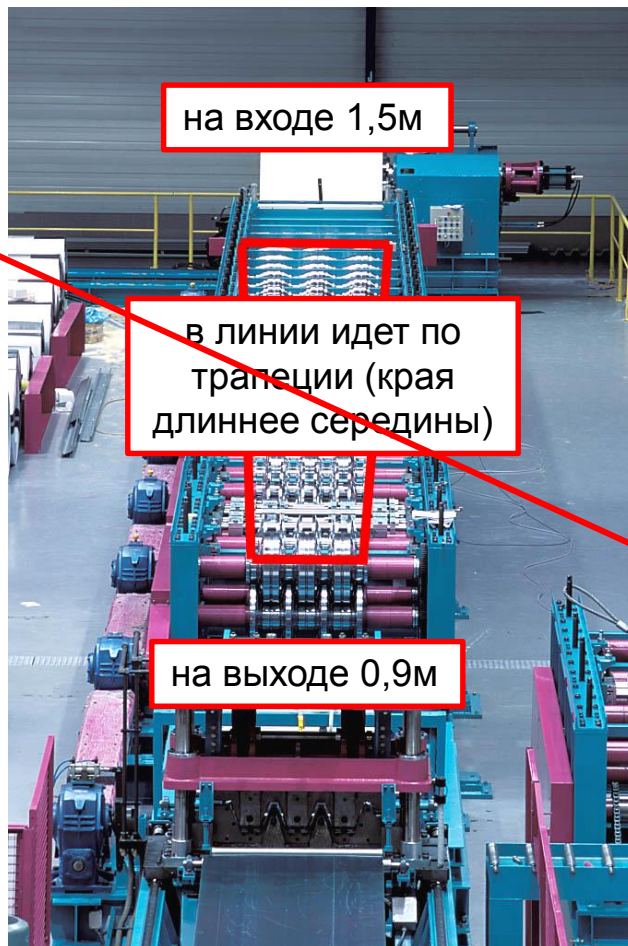
# Немного теории профилирования

## Причины возникновения отклонений при профилировании



В процессе формовки профиля в нем возникают остаточные напряжения, результатом которых может стать деформирование профиля по длине.

Это можно наглядно продемонстрировать на примере высокого несущего профнастила



В результате требуется получить прямой прямоугольный лист, но середина короче краев

Как это решается?

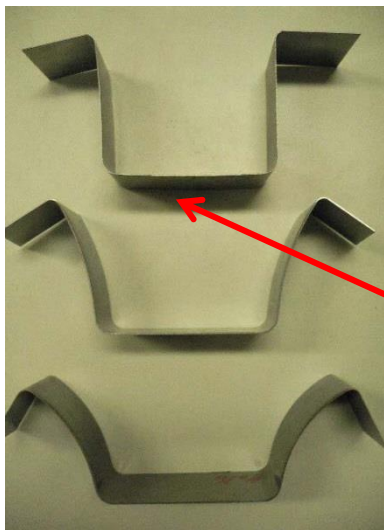
- больше клеток (плавнее трапеция)
- регулировка напряжений

Если технологический процесс не отлажен (материал, настройки линии), результатом станет...

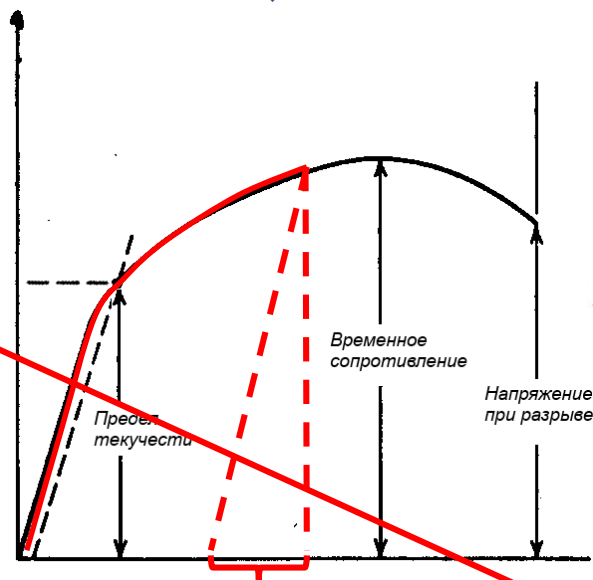
Аналогично с ЛСТК. Поэтому С, U,  $\Sigma$ -профили склонны к серповидности, Z – к закручиванию

# Немного теории профилирования

Еще одним нежелательным эффектом является раскрытие профиля в результате упругой деформации по окончании его формовки (springback).

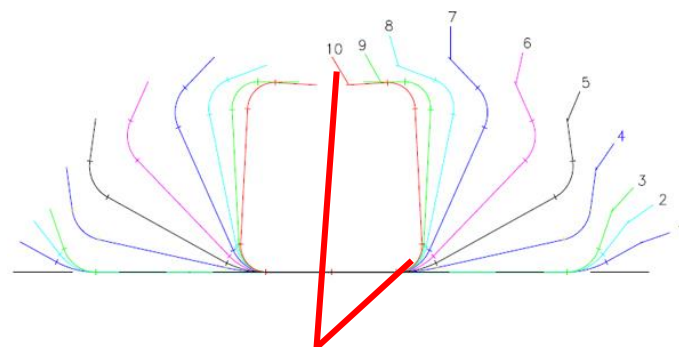


Это естественный процесс, объясняемый упруго-пластическими свойствами стали. Покажем его на примере знакомой всем диаграммы растяжения стали.



Упругая деформация

Поэтому машиностроители предусматривают определенный допуск на упругую деформацию профиля излишними углами вальцовки

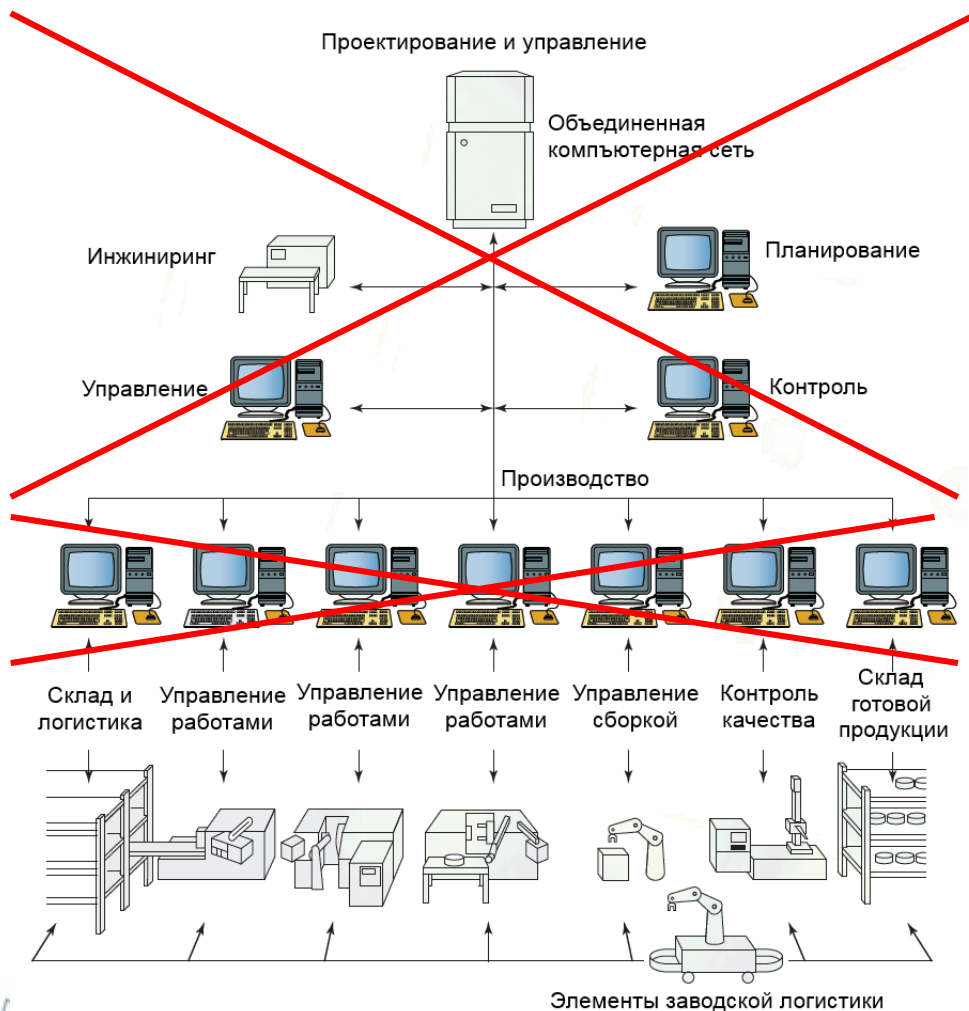


Клеть №10 формирует угол менее 90 градусов в предположении упругой деформации

Если свойства стали значительно отличаются от заложенных в оборудование, результатом станет...

# Не оборудованием единым

Современное производство выглядит так:



Нельзя выкинуть  
проектирование и управление

либо

связь управления  
с производством

и сконцентрировать только  
на автоматизации производства

# Программное обеспечение

**Подбор программного обеспечения не менее важен, чем подбор оборудования**

Тип конструкций	Варианты комплекта ПО	Степень автоматизации проектирования
Здания павильонного типа	ПО для расчета редуцированных характеристик + стандартное ПО для статического расчета + конструкторская программа 3D-моделирования	низкая
	ПО для статического расчета с интегрированным расчетом редуцированных характеристик + конструкторская программа 3D-моделирования	средняя
	ПО BIM-моделирования ЛСТК с модулями расчета отдельных конструктивов	средняя
Каркасно-щитовое строительство	ПО для расчета редуцированных характеристик + стандартное ПО для статического расчета + конструкторская программа 3D-моделирования	низкая
	ПО для статического расчета с интегрированным расчетом редуцированных характеристик + конструкторская программа 3D-моделирования	низкая
	ПО BIM-моделирования ЛСТК	высокая

Не стоит считать программы BIM-моделирования панацеей, поскольку чаще всего они привязаны к определенному оборудованию (профилям) либо не содержат полноценного модуля статического расчета (требуют экспорта).

# Программное обеспечение

Эффективное функционирование современного производства ЛСТК возможно только при комплексной оптимизации

## 1. Проектирование



- Нормы проектирования – Еврокод 3
- Назначение :
  - а) каркасно-щитовое строительство
  - б) здания павильонного типа (ангары)
- Высокая степень интеграции конструкторских программ с оборудованием

## 2. Связь ПО и оборудования



- Возможности ПО = возможности линии
- Автоматическая передача данных

## 3. Производство

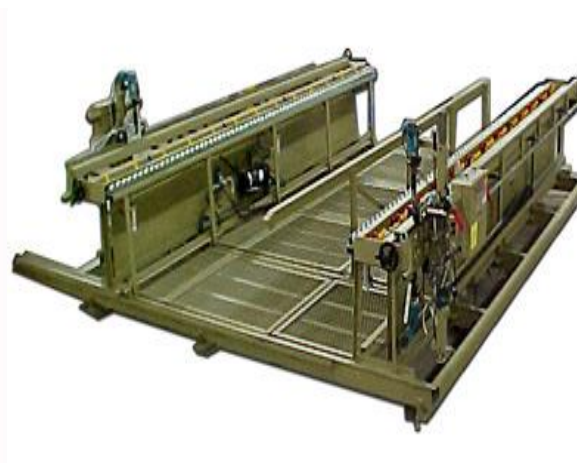
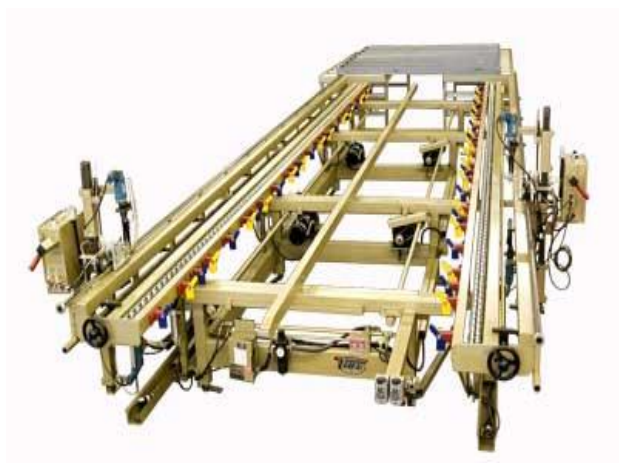


- Надежность оснастки важнее ее автоматизации (не путать с интеграцией ПО)
- Металл = настройкам линии



# Сборка

В автоматизации сборки ЛСТК чаще всего применяются стэнды



Отдельно можно выделить кантователи панелей



# Сборка

Существуют и более «умные» системы с ЧПУ



Некоторые основаны на своих типах соединений



# СПАСИБО!

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

