

# Технология производства сварных труб на Волжском трубном заводе.



ПРОИЗВОДСТВО  
ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ  
ПРЯМОШОВНЫХ  
ТРУБ В ТЭСЦ  
(ТРУБОЭЛЕКТРОСВАР  
ОЧНОМ ЦЕХЕ)  
НА ОАО «ВТЗ».

# ОАО «Волжский трубный завод»







## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА.

**Производство сварных прямошовных труб**

**большого диаметра 508 - 1422 мм**

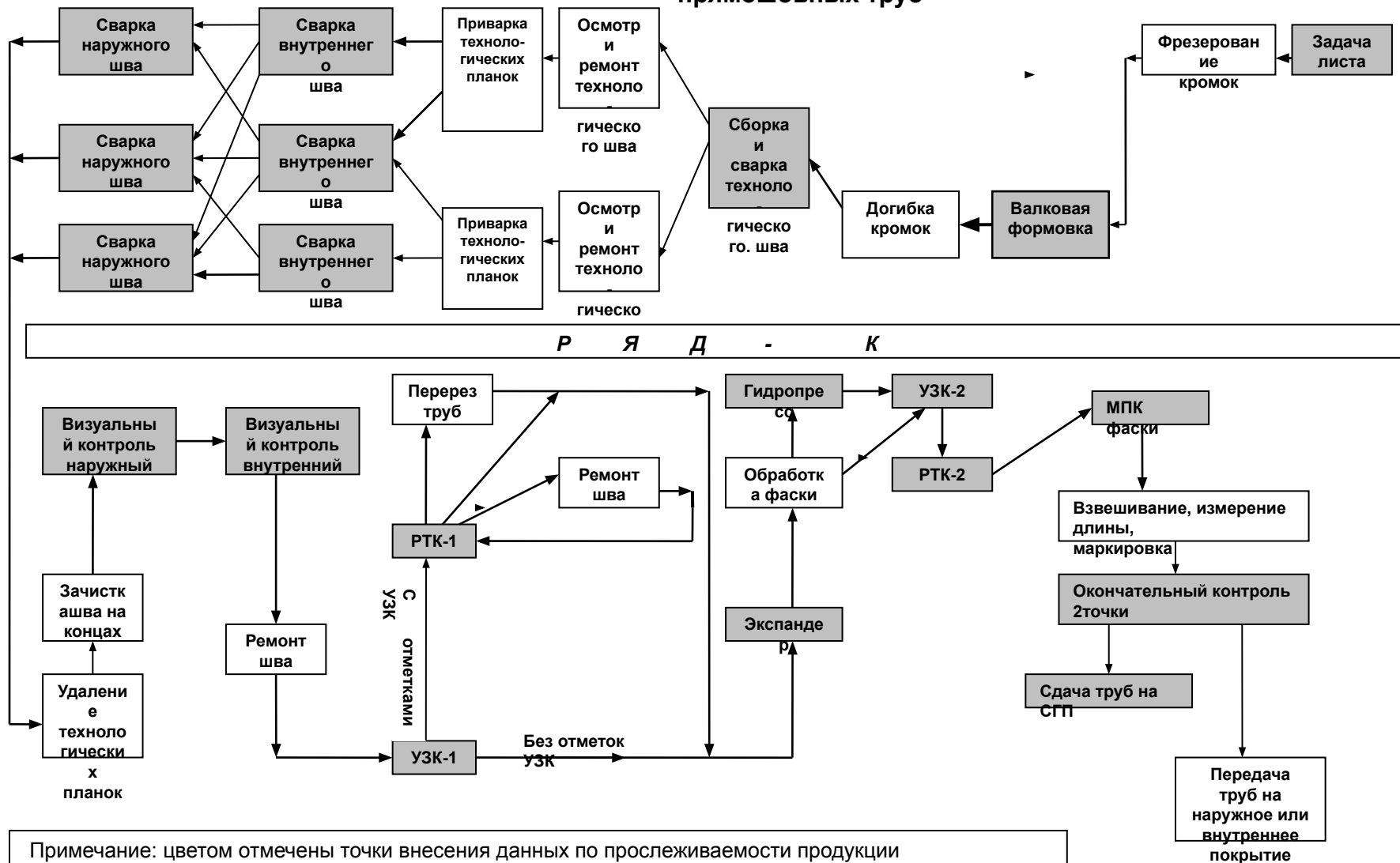
**с толщиной стенки 6,4 - 42 мм.**

**Класс прочности – до X 100.**

- **Линия по производству сварных прямошовных труб смонтирована и пущена в эксплуатацию в соответствии с проектом технического перевооружения ТЭСЦ ДТ – 252148, выполненным ГП «УКРГИПРОМЕЗ».**
- **Основное оборудование линии произведено компанией «HAEUSLER» (Швейцария).**



Рис. 1.1. Схема технологического потока линии по производству сварных прямошовных труб



Примечание: цветом отмечены точки внесения данных по прослеживаемости продукции

# Схема производства электросварных прямошовных труб

**Исходной заготовкой являются горячекатанные листы мерной длины.**

**1. Подготовительная линия осуществляет строгание или фрезерование кромок, придание кромкам параллельности и снятие фасок, необходимым по условиям сварки.**

**2. Формовка листов в трубную заготовку производится в прессах, гибочных вальцах или валковых формовочных станах.**

**3. Сварка – включает в себя несколько стадий: предварительную сборку заготовки путем наложения технологического (прихваточного) шва, приварку концевых технологических планок, окончательную сварку рабочих швов.**

**Основные рабочие швы получают дуговой сваркой под слоем флюса. Трубы ответственного назначения свариваются двусторонним швом - внутренним и наружным, которые накладываются с перекрытием в корне шва, составляющем 30-40% толщины стенки.**



# Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



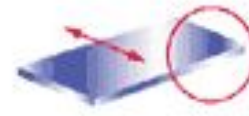
Склад листов  
Plate piling



Задача  
Unpiling



Правка листов  
Plate leveling



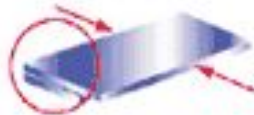
Контроль геометрии листа и УЗК  
Plate dimensional examination and ut



Приварка технологических планок  
TAB Welding-up



Разделка продольных кромок листа  
Edge Gouging



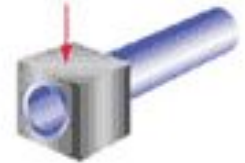
Контроль качества фасок  
Edge Visual&Dimensional examination



Подгибка кромок листа  
Edge bending



Предварительная формовка трубной заготовки  
U-forming



Окончательная формовка трубы  
O-forming



Клеймение трубы  
Pipe marking



Гидросбив окалины  
Water flushing



Сушка трубы  
Hot drying



Сборка и сварка шва  
Tack welding



Сварка внутреннего шва  
Inside welding



Сварка наружного шва  
Outside welding



АУЗК сварного шва  
Weld AUT



Рентгеновизионный контроль  
X-Ray



Осмотр РУЗК и ремонт шва  
Visual examination weld MUT repair

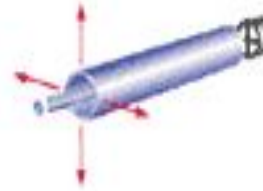
# Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



Обрезка технологических планок  
Tab trimming



Промывка трубы  
Water flushing



Экспандирование концов труб  
Expansion of pipe ends



Снятие усиления внутреннего шва  
на концах трубы  
Inside weld bead removal  
on pipe ends



Калибрование и гидроиспытание  
Sizing; Hydrostatic test



АУЗК шва (сдаточный)  
Weld final UT



АУЗК концов трубы по периметру  
End AUT



Рентгенотелевизионный  
контроль концов швов  
X-Ray TV testing of pipe  
end welds



Торцовка трубы  
Facing



Магнитолуминесцентный контроль  
MPI of pipe ends



Контроль геометрии трубы  
Sized test



Окончательная приемка  
и маркировка трубы  
Final inspection & marking



Складирование труб  
Product storage

## Исходной заготовкой являются горячекатанные листы мерной длины.

Листы поставляются  
толщиной от 6,4 до 42,0 мм,  
длиной 11000-12500 мм,  
ширина листов 1480-4392 мм.

Листы предназначены для изготовления труб повышенной категории надежности. Конкретные размеры листов должны оговариваться в заказе.



Листы должны быть обрезаны под прямым углом. Косина реза и серповидность не должны выводить листы за номинальные размеры по ширине и длине. Допустимые отклонения по серповидности и косине реза оговариваются в ТУ на листовой прокат.

Для изготовления труб используется низколегированная сталь, поставляемая в состоянии после нормализации, нормализации с отпуском, либо прокатанная по контролируемому режиму с ускоренным охлаждением или без него, с отпуском или без него. Сталь подвергается вакуумированию, внепечной обработке или обработке твердыми шлакообразующими смесями и продувке аргоном.



**Маркировка проката должна соответствовать требованиям ГОСТ 7566.**

- На внешней поверхности каждого листа на расстоянии не более 500 мм от его конца должно быть выведено несмываемой краской по трафарету:
- товарный знак Производителя стали;
- марка или тип стали, способ прокатки или вид термообработки;
- номер плавки;
- номер партии;
- номер листа;
- величина углеродного эквивалента и параметра  $P_{CM}$ ;
- номинальные размеры листа (если оговорено Контрактом, после номинальной толщины в скобках указывается фактическая толщина проката);
- месяц и год изготовления листа.
- Другие данные согласно требованиям, указанным в Заказе

**Листы для фрезеровки из штабелей полукозловым вакуумным краном укладываются на задающий рольганг, расположенный на линии кромкофрезерной установки перед устройством очистки листа и кромкофрезерной установки.**

## Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



Склад листов  
Plate piling



Задача  
Unpiling



Правка листов  
Plate leveling

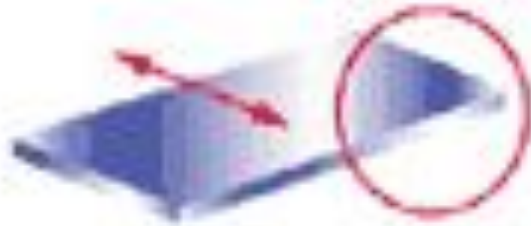
### Описание и характеристики основного технологического оборудования.

#### Основное оборудование участка

Полукозловой вакуумный кран **VAN ROLL (Нидерланды)**.

Грузоподъемность – макс. 25 тн нетто Общая мощность -25 кВт

- Устройство для очистки листа
- Роликовый конвейер
- Машина для фрезеровки кромок листа PFM 3000/1000 с устройствами подачи и выгрузки листа, модель PFM-CNC



Контроль геометрии листа и УЗК  
Plate dimensional examination and ut



Приварка технологических планок  
TAB Welding-up

**Исходные данные:**  
**ширина планки  $150 \pm 2$  мм;**  
**длина планок  $350 - 0 / + 20$  мм**

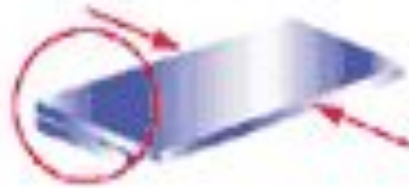
Технологические планки вырезаются газопламенной резкой из:

- обрезки листов после отбора проб для входного контроля.
- кольца трубы отрезанного после отбора проб для сдаточных испытаний.
- труб оставшихся после отбора проб для исследовательских работ по отдельным программам.
- труб переведенных в пониженное качество и оформленных актом на расхиловку и списание.
- труб (колец) отрезанных по причинам отбраковки по концевым дефектам металла или сварного шва, если ширина кольца составляет не менее 300 мм.

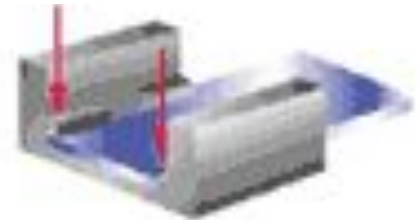
## Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



Разделка продольных  
кромки листа  
Edge Gouging



Контроль качества фасок  
Edge Visual&Dimensional examination



Подгибка кромки листа  
Edge bending

### Описание и характеристики основного технологического оборудования.

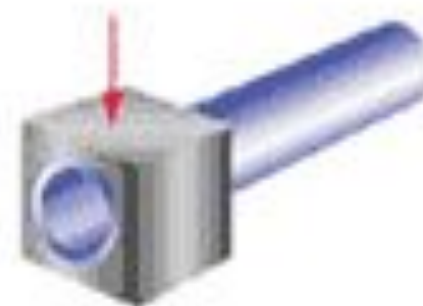
#### Основное оборудование участка

- Полукозловой вакуумный кран
- Устройство для очистки листа
- Роликовый конвейер
- Машина для фрезеровки кромки листа PFM 3000/1000 с устройствами подачи и выгрузки листа, модель PFM-CNC





Предварительная формовка  
трубной заготовки  
U-forming



Окончательная  
формовка трубы  
O-forming

*Расчет установок для гибки*

*Характеристики трубы*

- 01 Наружный диаметр
- 02 Длина листа
- 03 Толщина листа
- 04 Предел текучести
- 05 Модуль E
- 06 Модуль H
- 07 Развертка листа

$D_a$	36.00	дюймов
$L$	12000.00	мм
$s$	20.00	мм
$R_{eL}$	350.00	Н/мм <sup>2</sup>
$E$	210000	Н/мм <sup>2</sup>
$H$	1000	Н/мм <sup>2</sup>
$L_{sheet}$	2810	мм

*Характеристики нижнего ролика*

- 08 Расстояние между нижними роликами
- 09 Диаметр нижнего ролика

$X_{ниж}$	800	мм
$D_{ниж}$	500	мм

*Характеристики верхнего ролика*

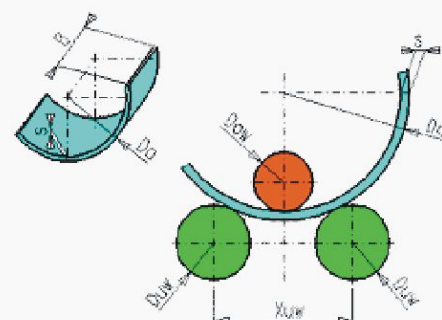
- 10 Диаметр верхнего ролика

$D_{верх}$	650	мм
------------	-----	----

*Варианты гибки*

- 11 Количество проходов для гибки
- 12 Проходы ролика
- 13 Поправочный коэффициент для величины натяга

$i$	4				
$n_i$	40.0	30.0	20.0	10.0	%
$k_v$	1.0	1.0	1.0	1.0	



*Параметры*

- 14a Глубина погружения без полного упругого восстановления
- 14 Глубина погружения с полным упругим восстановлением
- 15 Наружный диаметр без давления на верхний ролик
- 16 Давление в цилиндре натяга
- 17 Давление в опорном цилиндре
- 18 Напряжение изгиба на верхнем ролике

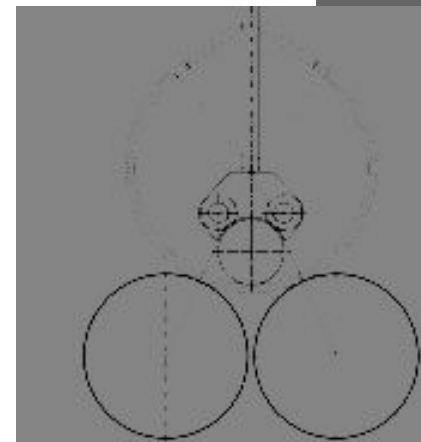
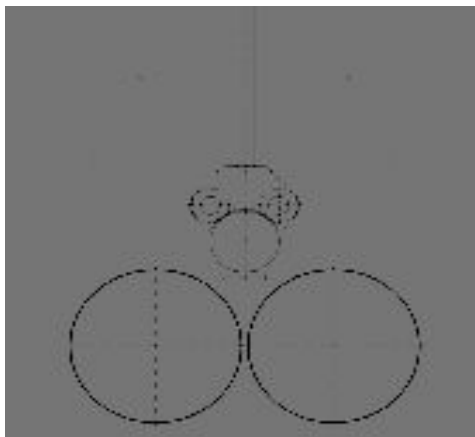
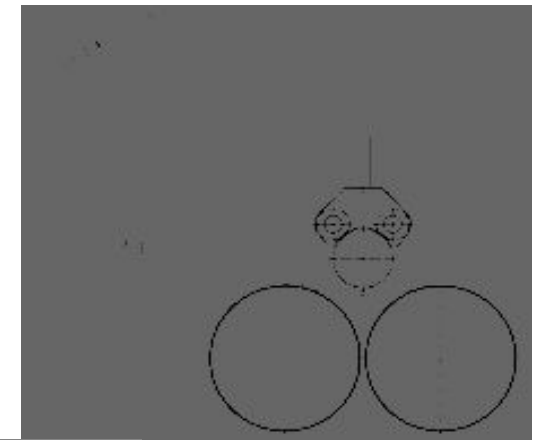
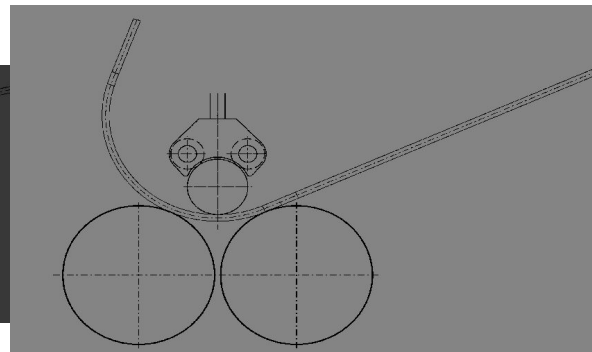
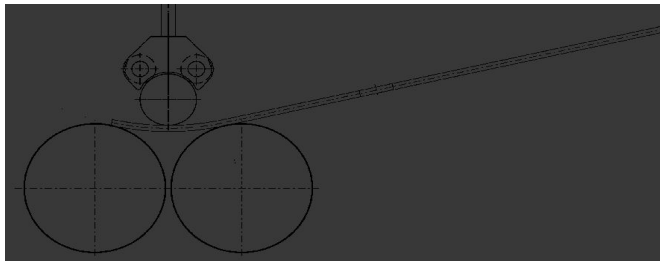
$i$	1-й проход	2-й проход	3-й проход	4-й проход	
$Z_{1,abs}$	49.6	86.8	111.6	124.0	мм
$Z_{1,rel}$	64.0	99.1	122.9	134.9	мм
$D_a(i)$	2776	1430	1045	914	мм
$P_{M1}$	35	42	47	50	бар
$P_{1,2}$	39	46	52	55	бар
$\sigma_b (MPa)$	126	151	171	182	Н/мм <sup>2</sup>

## Технология формовки трубных заготовок диаметром 508-762 мм на листогибочной машине

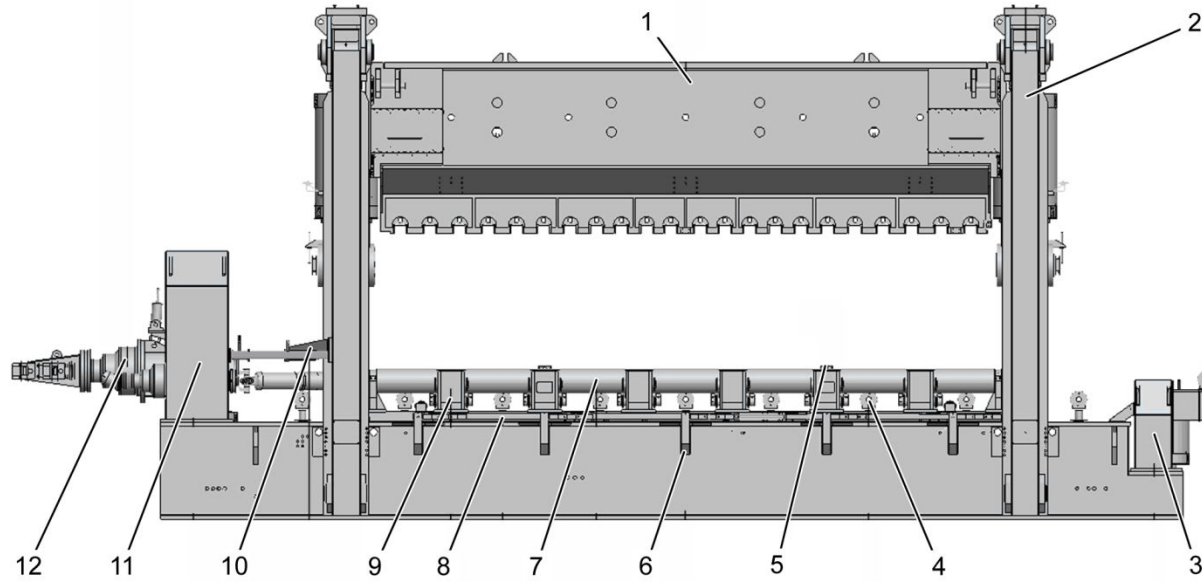
Схемы операций формовки с применением вспомогательного опорного портала верхнего валка диаметром 260 мм приведены на рисунках

Для формовки заготовок труб диаметром 508-762 мм устанавливается вспомогательный опорный портал (мост) с верхним валком диаметром 260 мм.

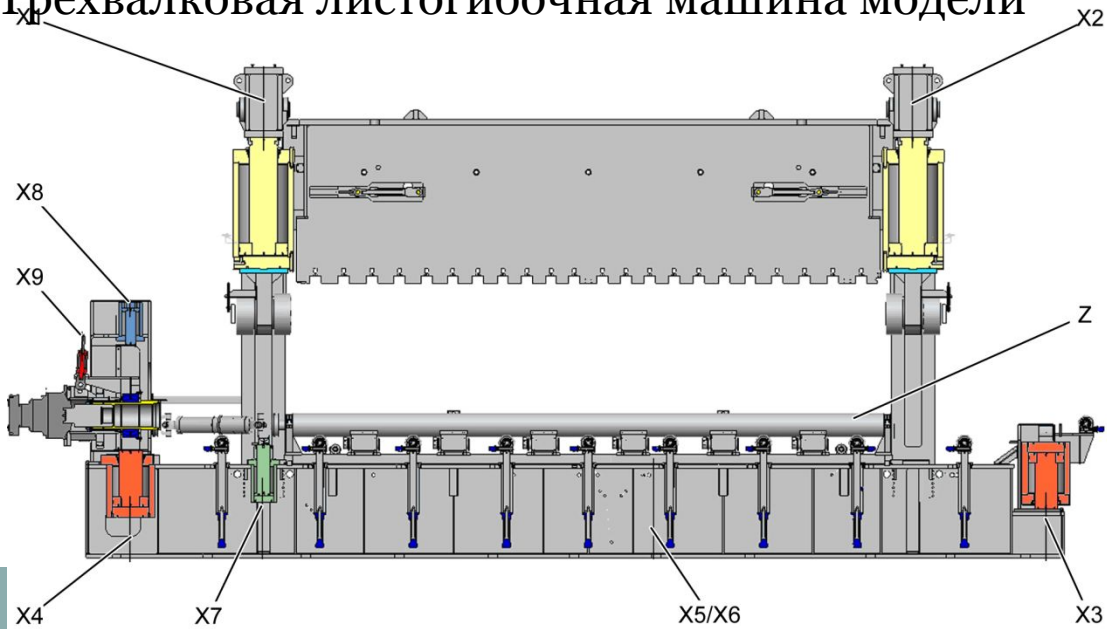
Операции транспортировки листа к ЛГМ, его центровки по длине относительно рабочих валков, подачи в ЛГМ, а также центровки листа по ширине выполняются аналогично технологии формовки трубных заготовок диаметром 762-1422 мм.



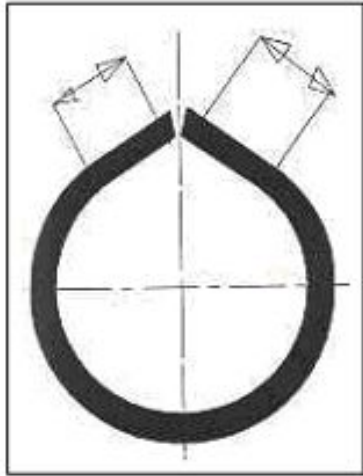
# Конструкция машины валковой формовки.



## Трехвалковая листогибочная машина модели



## Возможные дефекты и методы их устранения.



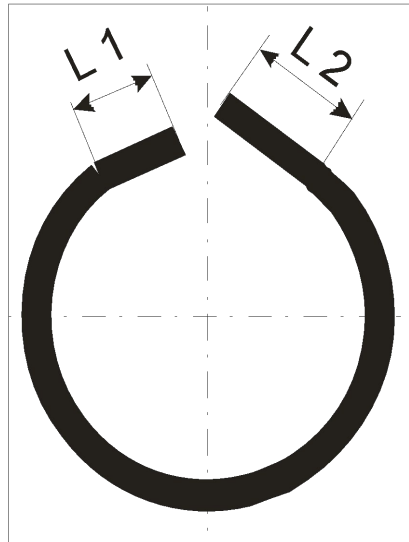
**Угловатость кромок**

**Причина дефекта формовки**

Слишком длинные края предварительной гибки.

Раствор нижних валков слишком велик.

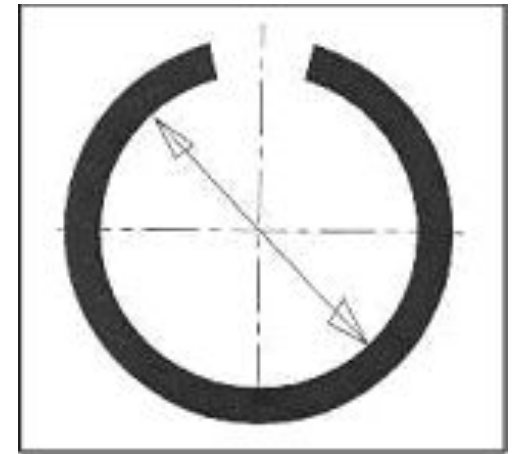
**Поперечные  
дефекты формовки**



**Превышение кромок**

**Причина дефекта формовки**

Неодинаковая длина прямых участков –  $L1 \neq L2$ . Формовка смещена к одной из боковых кромок листа.

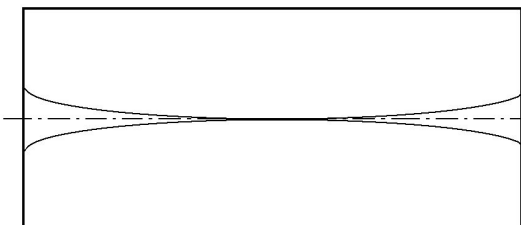


**Недоформовка**

**Причина дефекта формовки**

Слишком велик диаметр изгиба, слишком большой раствор нижних валков. Большая упругость листа.

# Продольные дефекты формовки



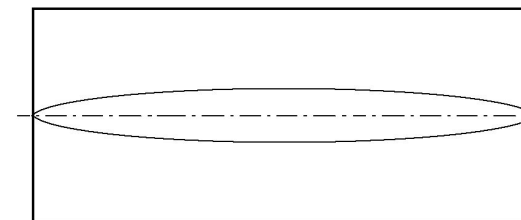
**Переформованная середина**

**Причина дефекта гибки**

Слишком высокое давление противоизгиба верхнего валка.

**Устранения дефекта гибки**

Снизить давление противоизгиба



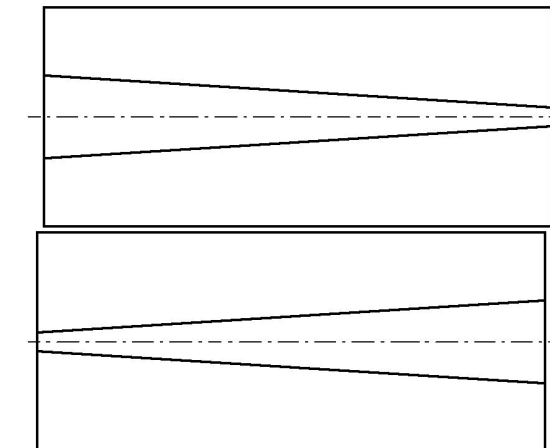
**Недоформованная середина**

**Причина дефекта гибки**

Слишком низкое давление в цилиндрах противоизгиба X3, X4.

**Устранения дефекта гибки**

Повысить давление противоизгиба.



**Неравномерная формовка по длине трубы**

**Причина дефекта гибки**

Верхний валок не установлен параллельно нижним.

**Устранения дефекта гибки**

Установить верхний валок параллельно нижним валкам.

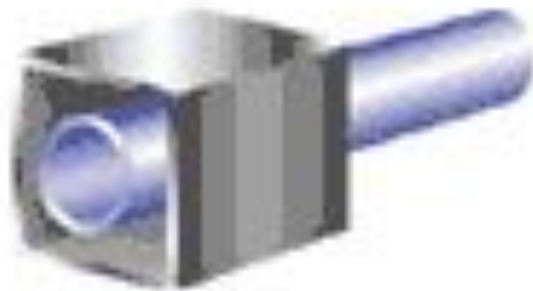
# Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



Клеймение трубы  
Pipe marking



Гидросбив окалины  
Water flushing



Сушка трубы  
Hot drying



Сборка и сварка шва  
Tack welding

**Для сварки соединительного (технологического) шва в защитном газе применяются:**

**Сварочная проволока диаметром 3 – 4 мм (при необходимости 5 мм),**

**марок Св-08Г2С (в сочетании с углекислым газом);**

**Св-08ГСМТ (в сочетании со смесью газов CO<sub>2</sub> – 10-18 % - + Ar – 78-88 % + O<sub>2</sub> – 0-3 %).**

**Состав смесей защитных газов указывается в спецификациях сварочных**

**Для ремонтной сварки – исправления дефектов и пороков сварного соединения применяются следующие способы сварки:**

- **Ручная дуговая сварка штучными электродами на постоянном токе обратной полярности с использованием электродов с основным покрытием марки УОНИ – 13/55, диаметром 3÷4 мм или других, в том числе зарубежного производства.**
- **Полуавтоматическая сварка в среде защитных газов с использованием сварочной проволоки Св-08Г2С или Св-08ГСМТ Ø 1,2 или 1,6 мм и смеси защитных газов аналогичных указанным в п. 2.2.1. Ремонт соединительного шва при необходимости производится только полуавтоматической сваркой в среде защитного газа с использованием сварочной проволоки аналогичного сварке соединительного шва химсостава и аналогичного состава защитной газовой смеси.**

**Для сварки под флюсом внутреннего и наружного швов используются сварочные керамические флюсы.**

**Для сварки под флюсом (в зависимости от требований технологической инструкции, назначения, категории прочности, надежности и исполнения) применяются:**

- **сварочные проволоки диаметром 3-5 мм марок Св-08, Св -08А, Св -08ГА, Св -10 Г2, Св-08ХМ, Св-08ГМ, Св-08ГНМ, Св-08Г1НМА, Св-07Г1НМ, Св-07Г1НМА, Св-07Г1НМАА, Св-08ГМА, Св-08Г1МА, Св-08Г2МА, Св-04Н2ГТА, ОК Autrod 13.64 или других марок согласно требованиям технологии сварки;**
- **сварочные флюсы марок, ОК Flux 10.71, ОК Flux 10.74, ОК Flux 10.62, 995N, ОР132, ОР139 или других марок согласно требованиям технологии сварки.**

**При сварке труб применяются сертифицированные сварочные материалы, проверенные на соответствие заданным техническим требованиям.**



**Все швы труб свариваются в три слоя:  
сплошным технологическим (соединительным)  
швом в среде защитных газов,  
а также внутренним и наружным швами под  
флюсом.**

**В качестве флюсов должны использоваться  
керамические флюсы.**

**В сварных соединениях не допускаются трещины, непровары,  
выходящие на поверхность свищи и поры, подрезы глубиной более  
0,4 мм, несплавления.**

# Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



Сварка внутреннего шва  
Inside welding



Сварка наружного шва  
Outside welding



АУЗК сварного шва  
Weld AUT



Рентгенотелевизионный  
контроль  
X-Ray



Осмотр РУЗК и ремонт шва  
Visual examination  
weld MUT repair

# Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



Обрезка технологических планок  
Tab trimming



Промывка трубы  
Water flushing



Экспандирование концов труб  
Expansion of pipe ends



Снятие усиления внутреннего шва  
на концах трубы  
Inside weld bead removal  
on pipe ends

## **ЭКСПАНДИРОВАНИЕ**

**[expanding] - операция правки и калибровки, а также исправления формы поперечного, сечения и упрочнения труб большого диаметра раздачей внутреннего давления, создания нагнет, в заглушенную трубу в цилиндрических матрицах жидкости (воды) под давлением либо протягав, через трубу короткой оправки, либо спец. разжимной длинной оправкой. При этом диам. трубы увеличив, на 1— 3 %, существ. повыш. предел прочн. в направл., перпендик. оси трубы.**

**Expanding — Экспандирование.** Процесс, используемый для увеличения диаметра манжеты, оболочки или трубы.

## Схема сварки прямошовных труб из листового проката.



Калибрование и гидроиспытание  
Sizing; Hydrostatic test



АУЗК шва (сдаточный)  
Weld final UT



АУЗК концов трубы по периметру  
End AUT

Гидроиспытания труб являются обязательной технологической операцией, предусмотренной техническими условиями на трубы. Труба помещается в гидропресс, герметизируется с торцов планшайбами с уплотнительными манжетами, наполняется водой, после чего испытывается гидростатическим (испытательным) давлением. Труба считается удовлетворительно прошедшей гидроиспытание при условии отсутствия прорывов тела трубы или сварного соединения и нарушений геометрии после испытания.



Рентгенотелевизионный контроль концов швов  
X-Ray TV testing of pipe end welds



Торцовка трубы  
Facing



Магнитолюминесцентный контроль  
MPI of pipe ends



Контроль геометрии трубы  
Sized test

## Схема сварки прямошовных труб из листового проката.

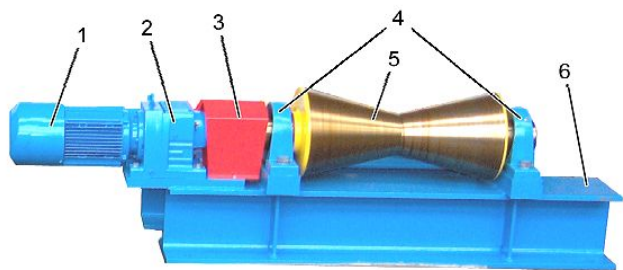
После прохождения магнитопорошкового контроля трубы взвешиваются на электронных весах, автоматически измеряется их длина и поступают на окончательный контроль. На окончательном контроле трубы проходят визуальный контроль, все необходимые замеры и в зависимости от результатов отправляются либо на сдачу, либо на доработку. На участке сдачи трубы маркируются в соответствии с их назначением и техническими условиями на трубы. После этого трубы заносятся сортировщиком сдатчиком в компьютерную систему прослеживаемости труб «МАХ» и оформляются ведомости о сдаче труб.



Окончательная приемка  
и маркировка трубы  
Final inspection & marking

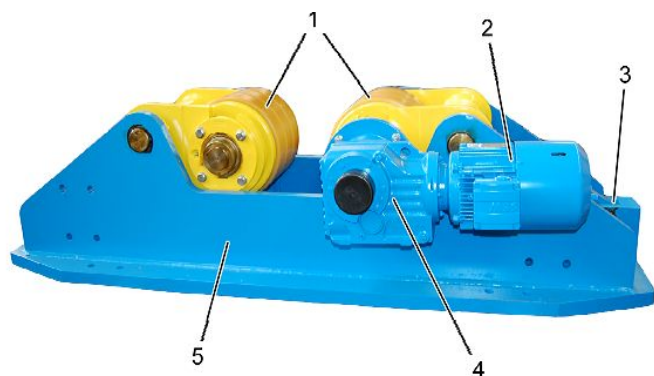


Складирование труб  
Product storage



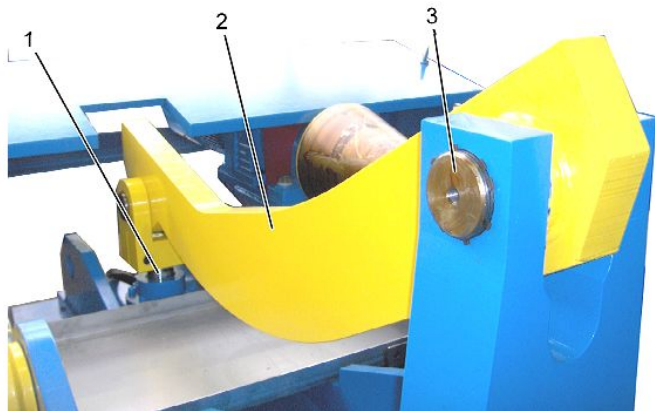
### Конвейер.

- 1- электродвигатель;
- 2 – редуктор;
- 3 – защитный кожух;
- 4 – опоры с подшипниками;
- 5 – ролик;
- 6-основание.



### Вращающие ролики.

- 1- Ролики;
- 2 – электродвигатель;
- 3 – гидроцилиндр;
- 4 – редуктор;
- 5 – основание.



### Выталкиватель.

- 1 – Гидроцилиндр;
- 2- выталкивающий рычаг;
- 3 – ось выталкивающего рычага.

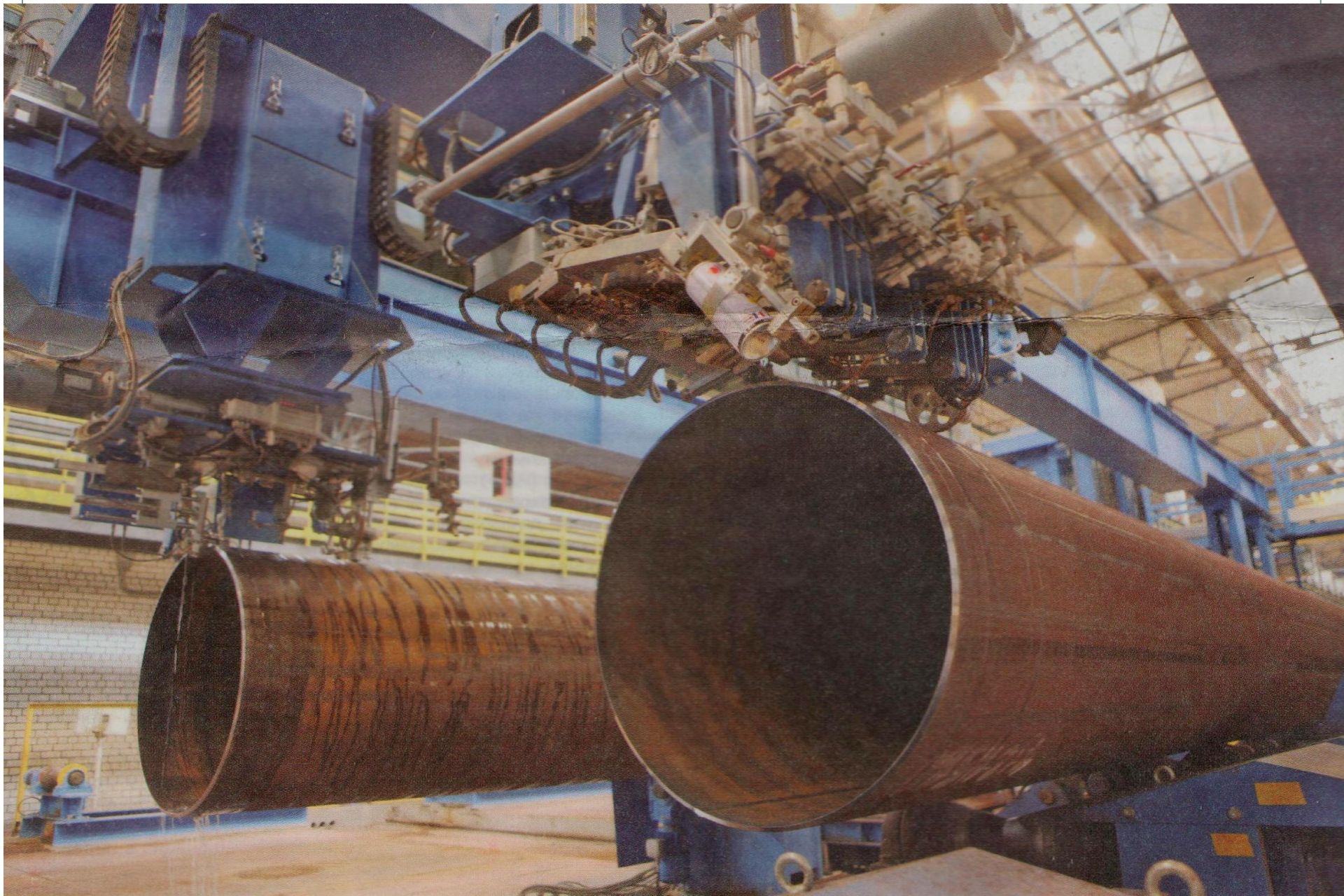


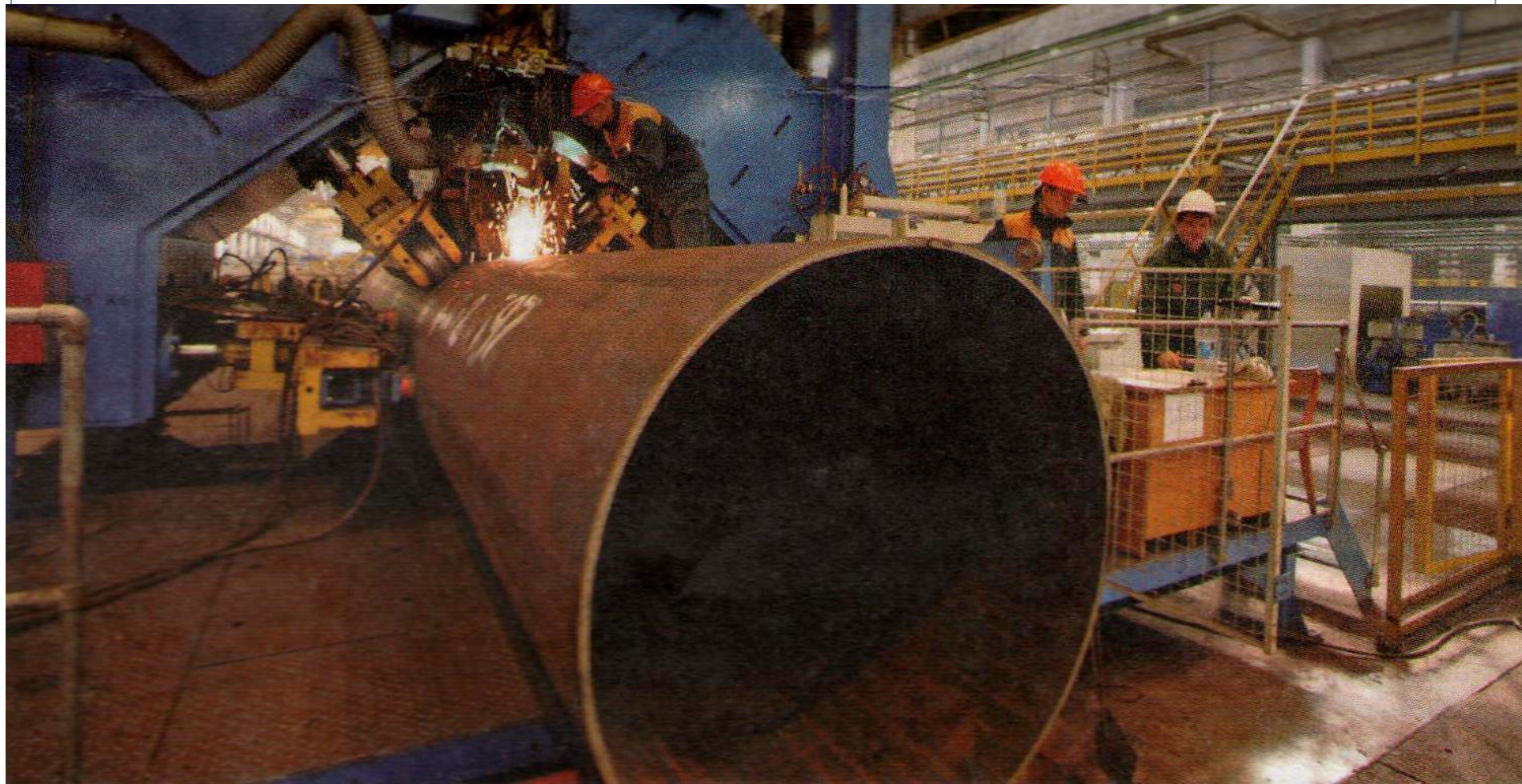








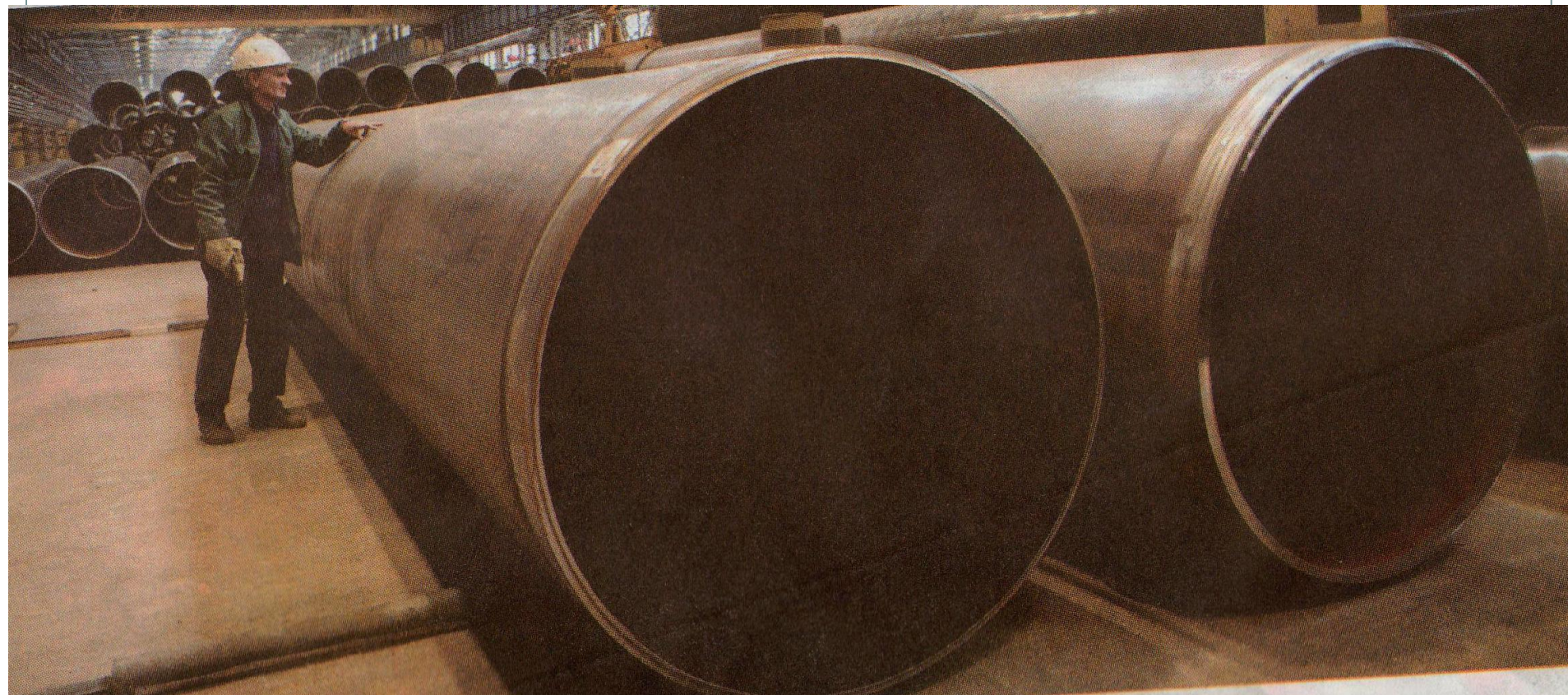


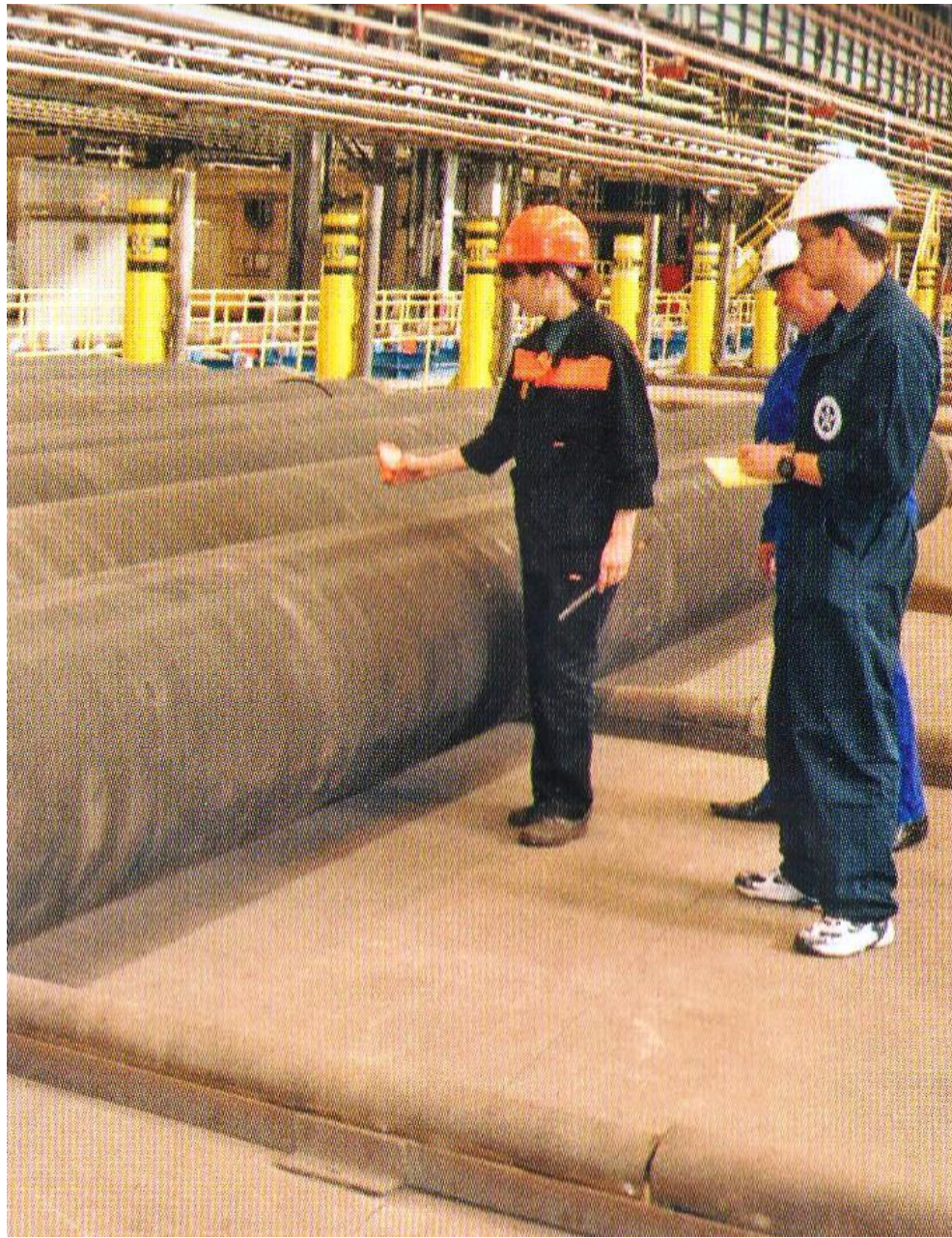




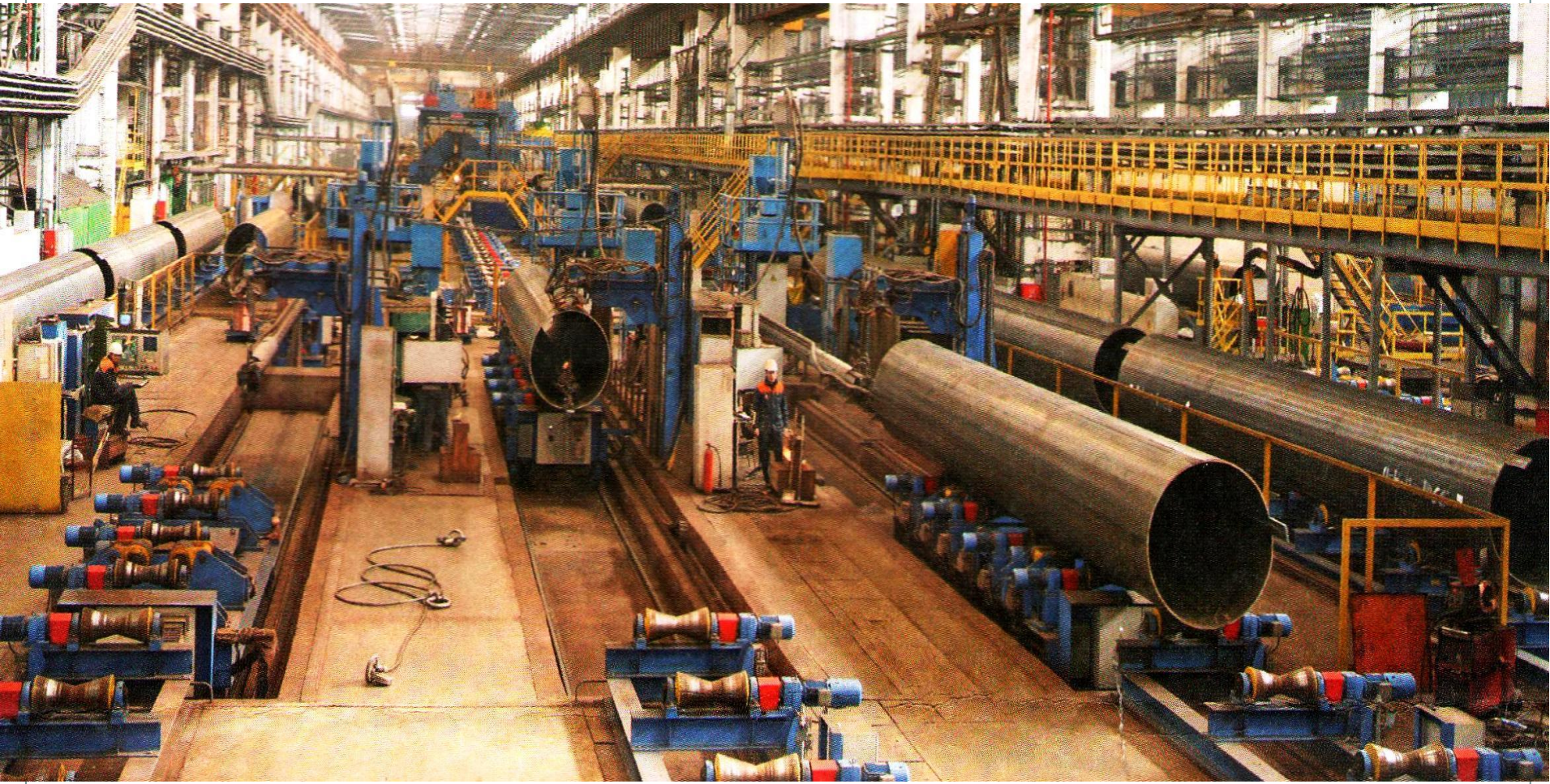








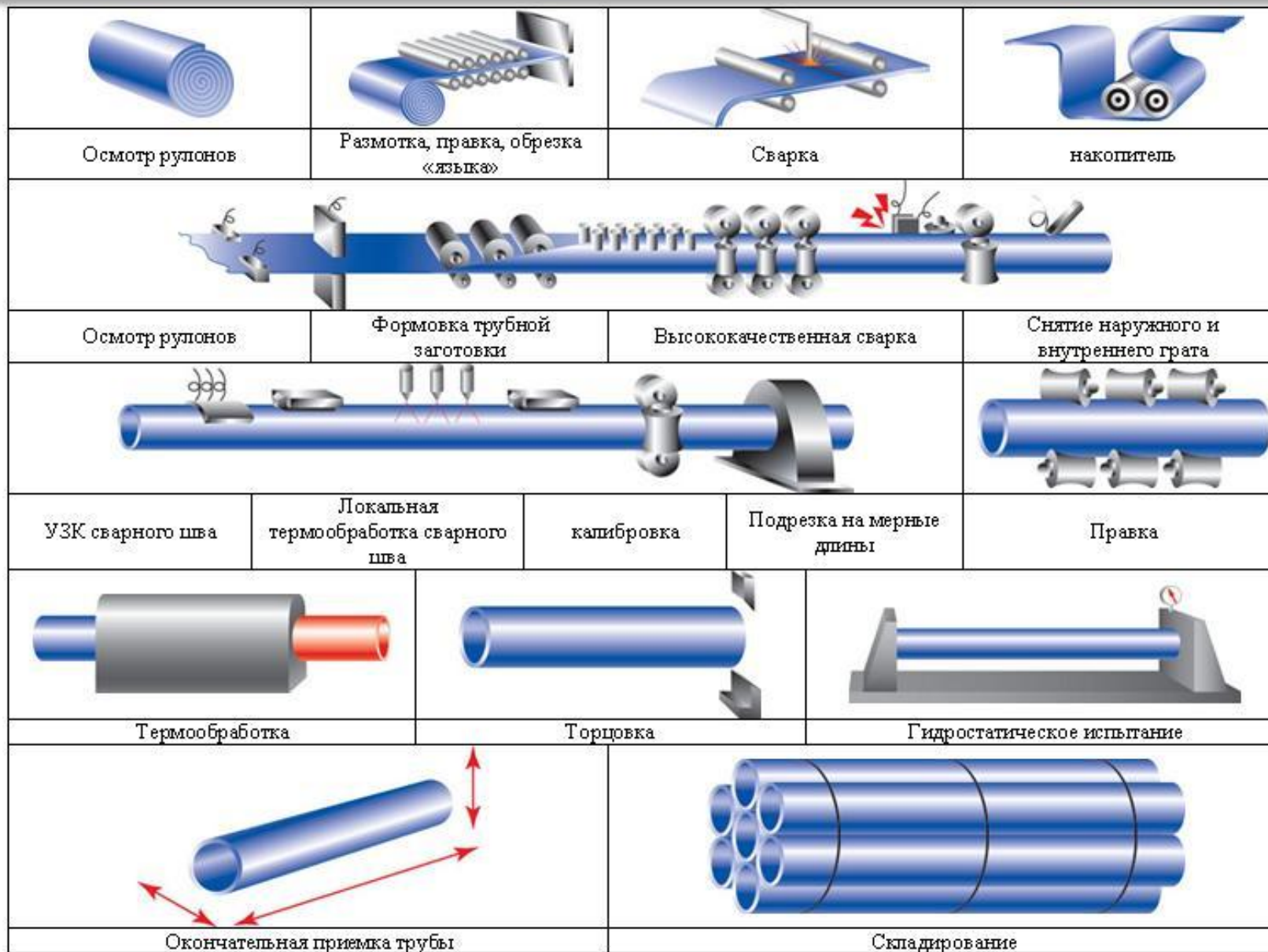






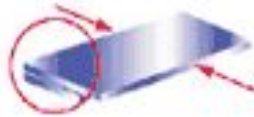


# Схема производства электросварных прямошовных труб



# Практические занятия

## Составить маршрут технологии изготовления прямошовных сварных труб





# Практические занятия

## Составить маршрут технологии изготовления прямошовных сварных труб

