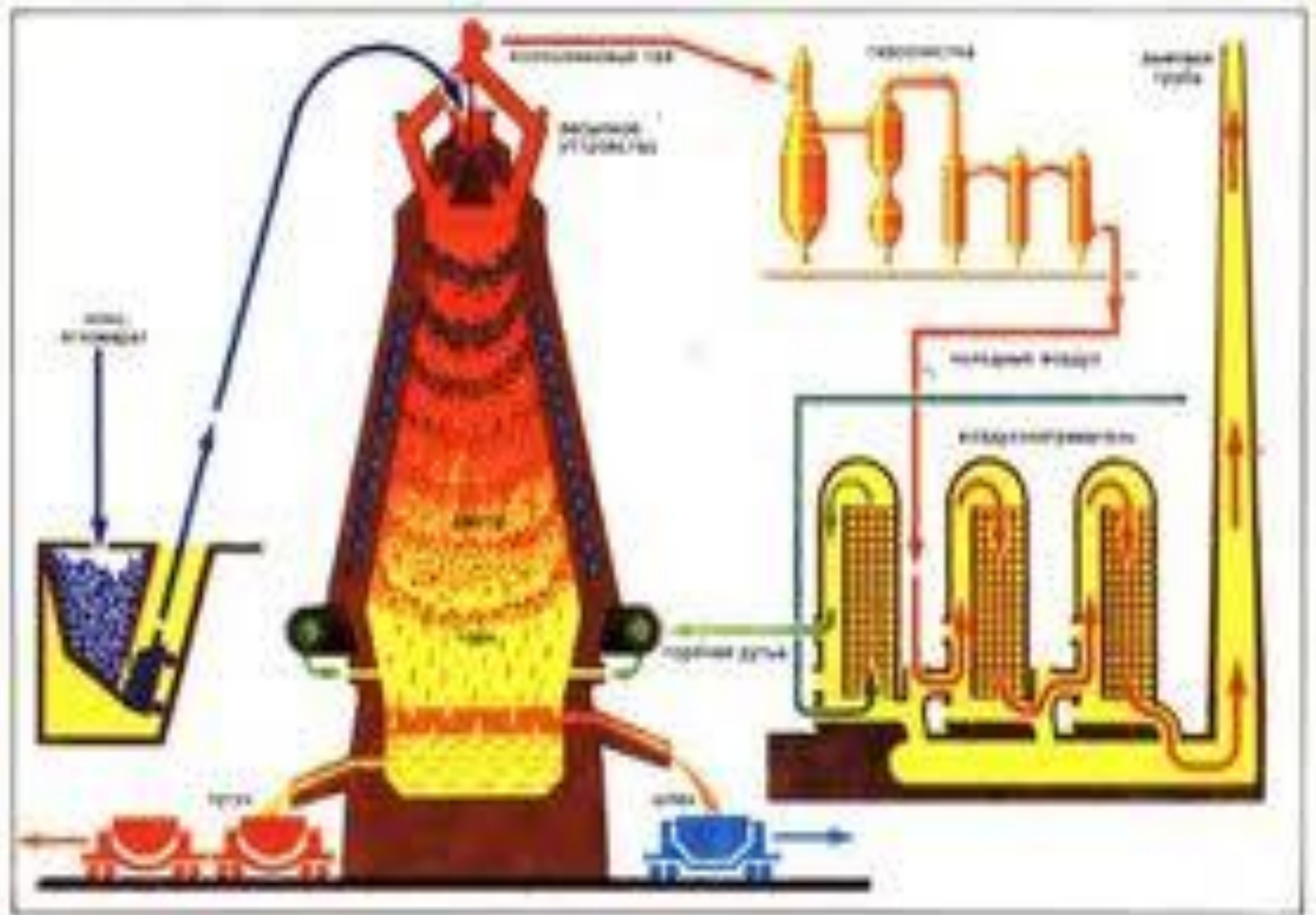
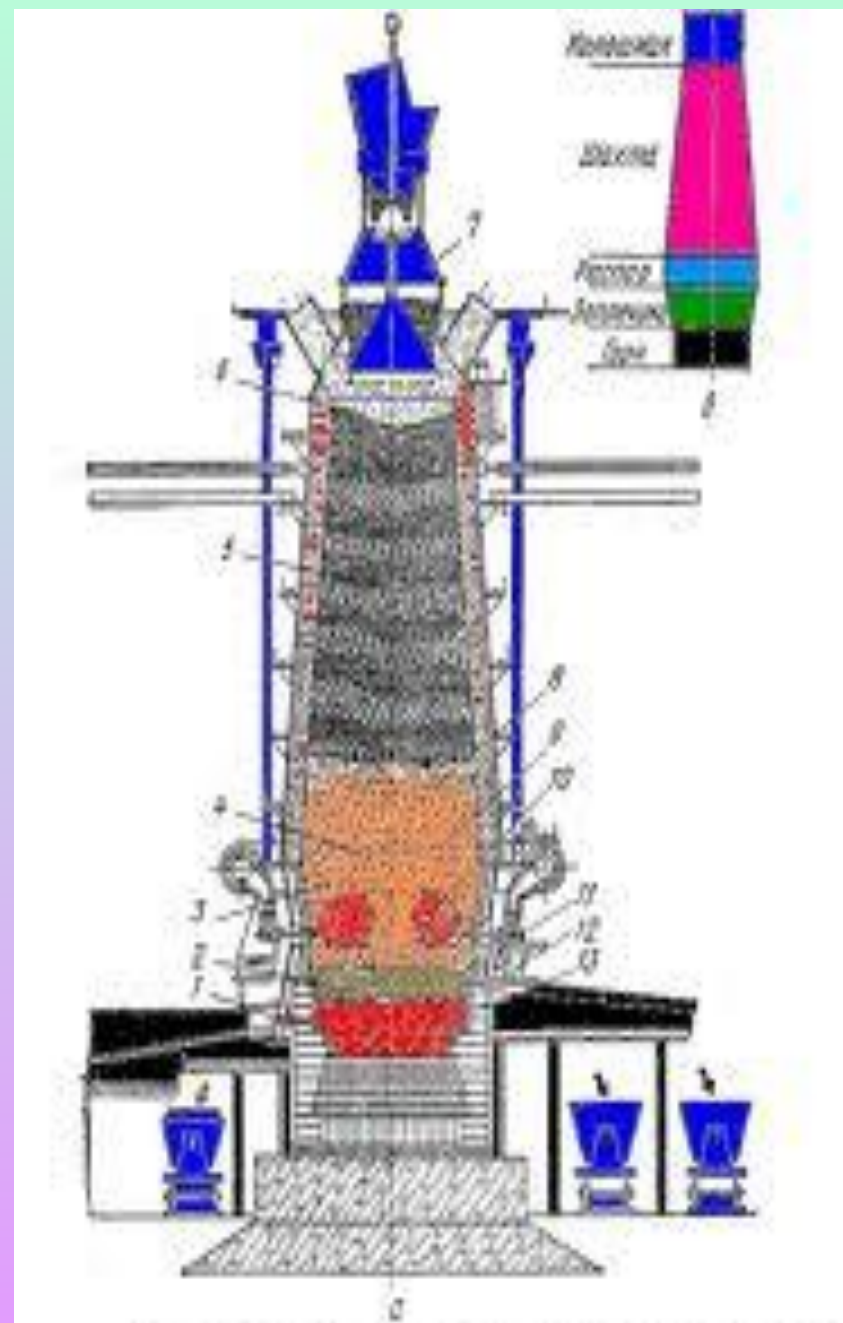


# ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА











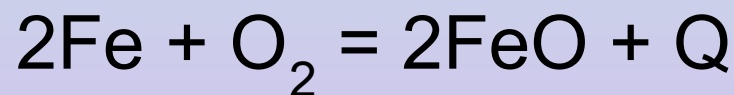
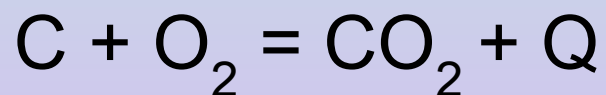
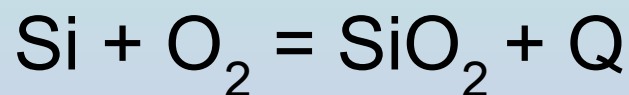
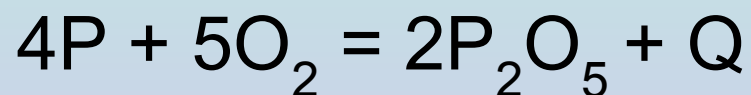
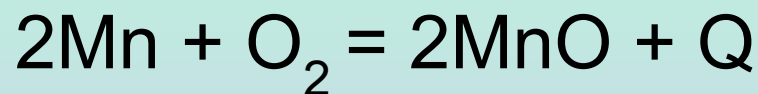
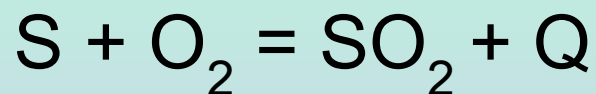
**ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ**

**Состав стали:** **C** - до 2%, **Si** - 0,5%, **Mn** – 0,8%,  
**P** - 0,08%, **S** - 0,05%.

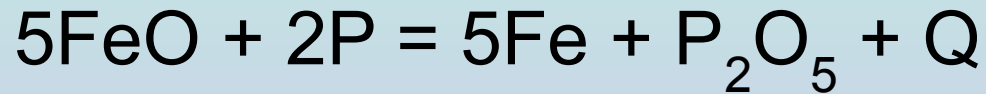
Основной процесс при производстве стали - **окисление**. Передел чугуна в сталь заключается в уменьшении количества углерода путём его окисления, в возможно более полном удалении серы и фосфора, и в доведении в стали до нужных пределов содержания кремния, марганца и других элементов.

Повышенное содержание **серы** в стали вызывает **красноломкость**, а содержание **фосфора** – **хладноломкость**.

***Примеси частично окисляются кислородом:***

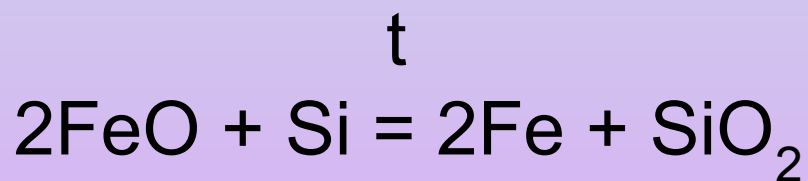
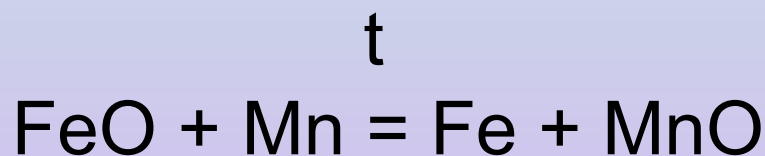


**Основным окислителем** является **FeO**, который получился при частичном окислении железа:



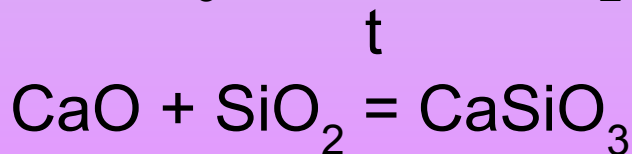
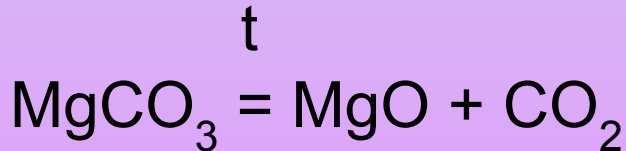
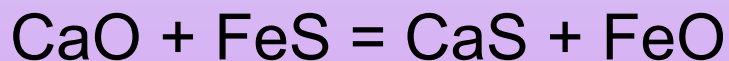
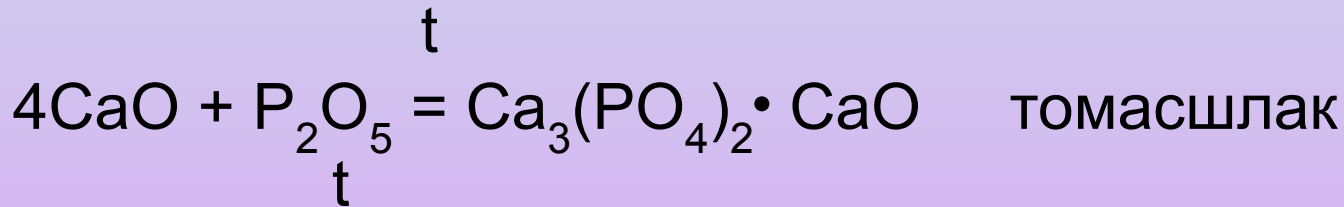
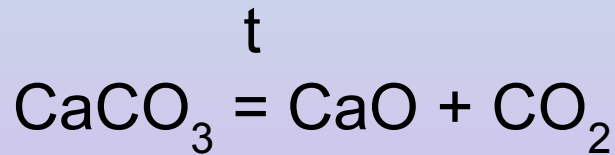


Для полного восстановления железа из FeO при разливе стали добавляют *раскислители*. В качестве раскислителей применяются *ферросплавы* (ферромарганец, феррокремний).

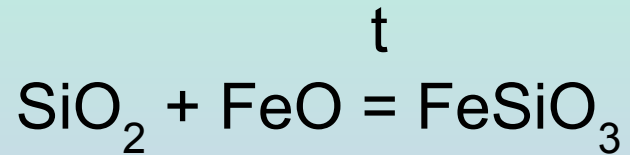
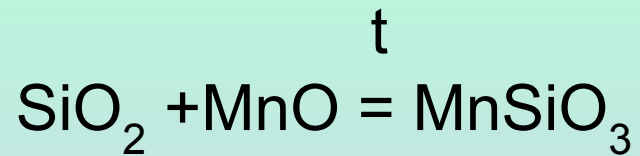


Для понижения содержания примесей, для образования шлака используют **флюсы**. Они бывают **кислыми и основными**.

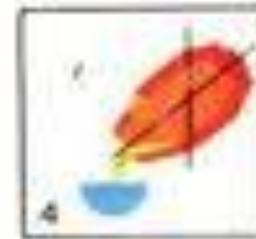
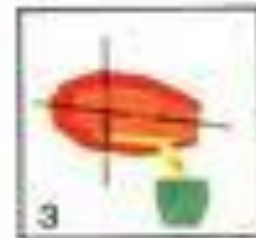
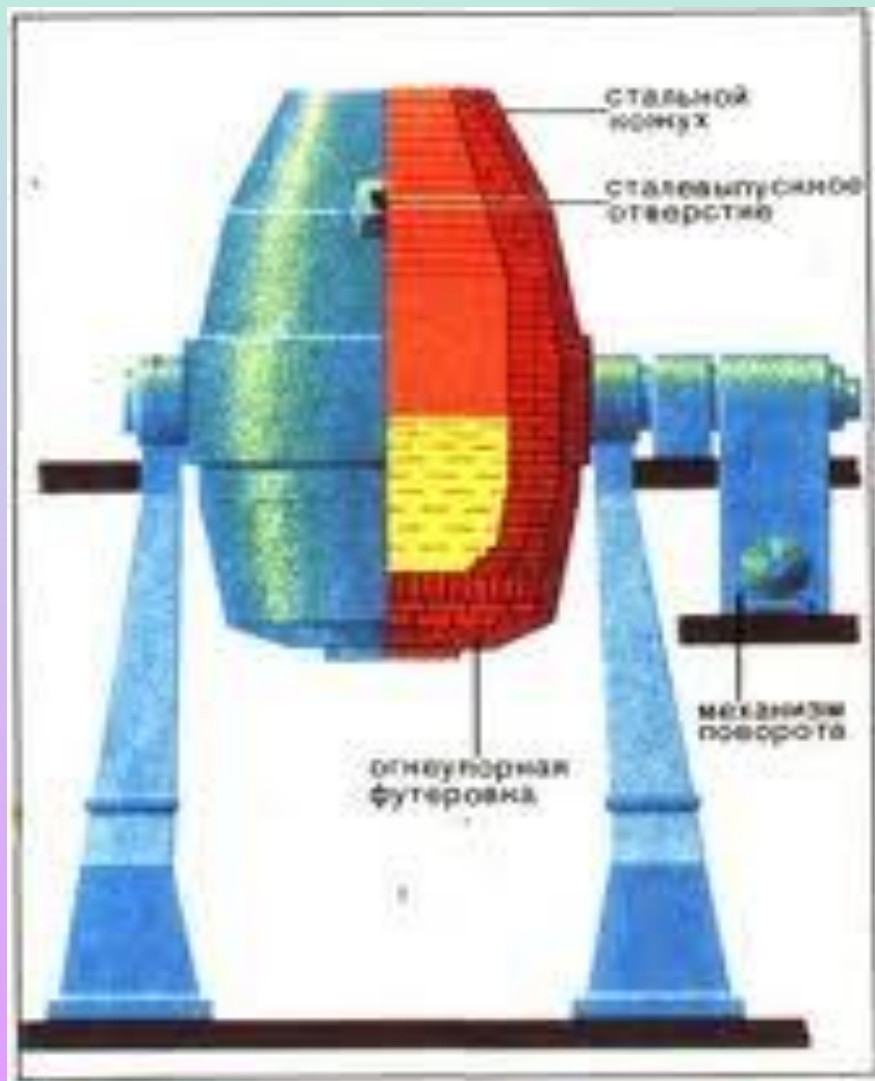
**Основные флюсы:** известняк  $\text{CaCO}_3$   
доломит  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ .



**Кислый флюс:**  $\text{SiO}_2$  – диоксид кремния.



# КИСЛОРОДНО - КОНВЕРТОРНЫЙ СПОСОБ

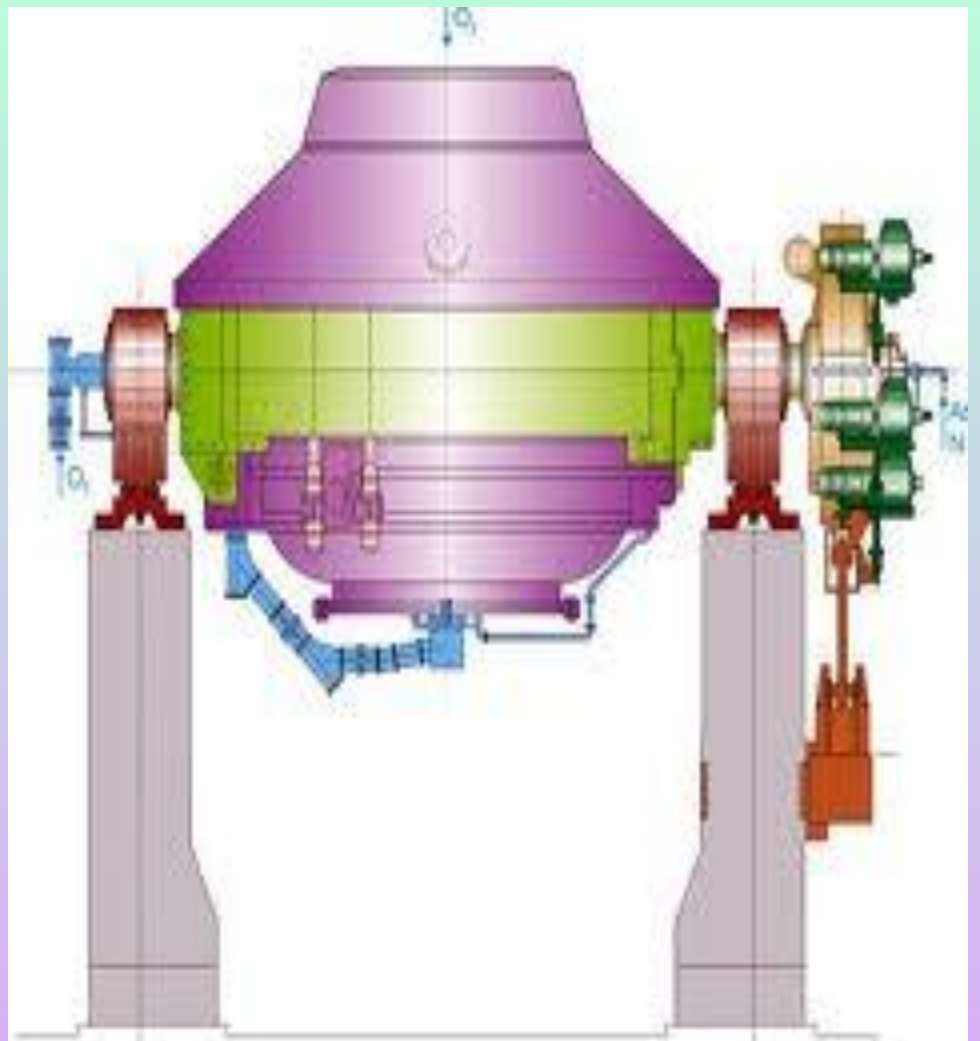


Был предложен Бессемером в 1856 году. Он заключается в продувании кислорода расплавленный чугун.

Процесс высокопроизводительный, длится 30-45 минут, за одну плавку получают 300-350 тонн стали.







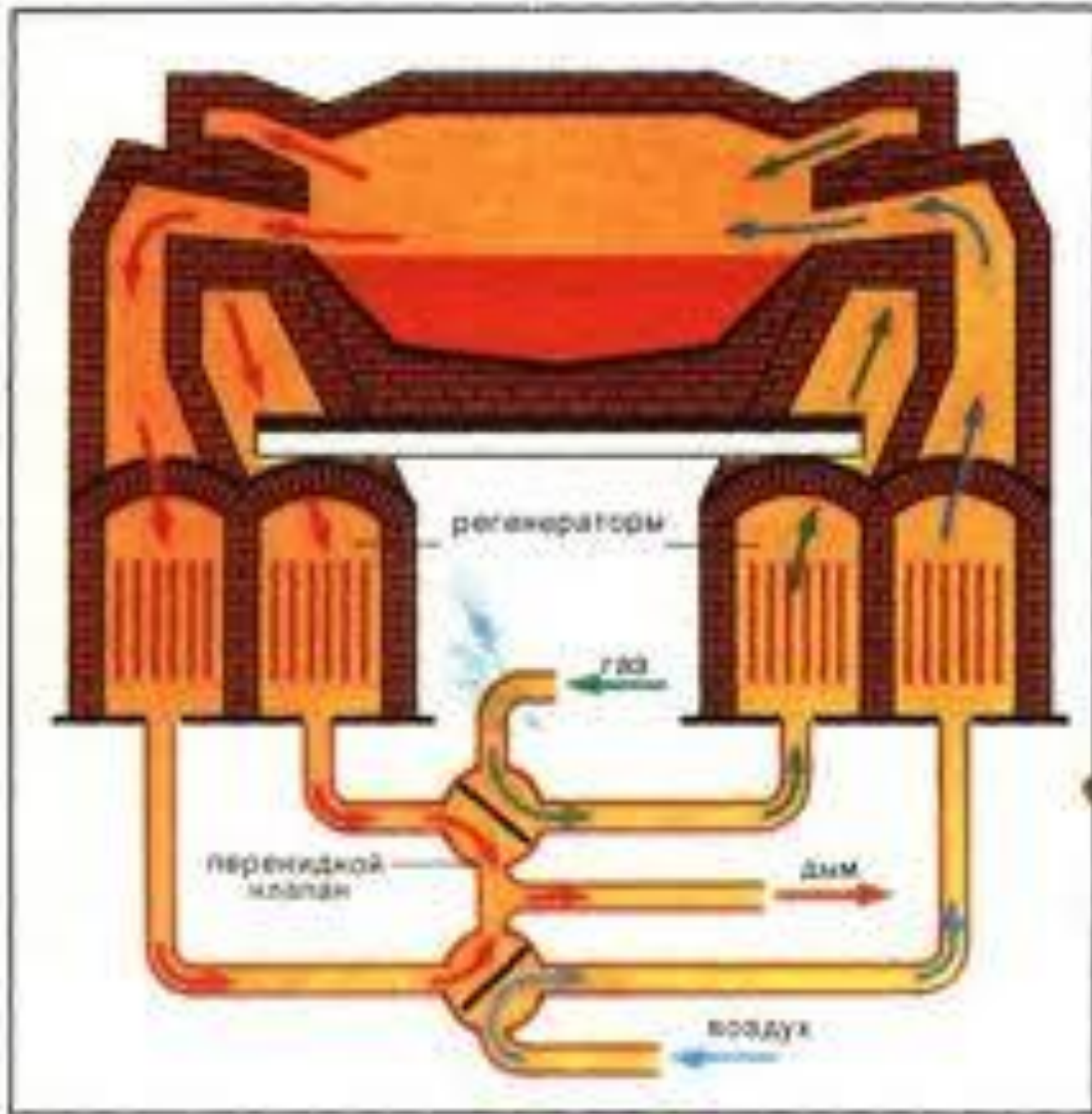
## **Преимущества:**

1. Простота обслуживания конвертора.
2. Отсутствие расхода топлива (процесс идёт без подогрева за счёт экзотермических реакций. Температура достигает  $2500^{\circ}\text{C}$ ).

## **Недостатки:**

1. Переделке подвергают только жидкий чугун с минимальным содержанием серы и фосфора.
2. Процесс быстротечен и трудно контролировать ход плавки.
3. Изменить состав стали в ходе плавки невозможно.
4. Конвертор – аппарат периодического действия.

# МАРТЕНОВСКИЙ СПОСОБ



Этот способ был предложен *Мартеном* в 1864 году. В настоящее время 85% стали выплавляется в мартеновских печах

Процесс низкопроизводительный, длится 6-7 часов, за одну плавку получают 900 тонн стали (двухванновые мартеновские печи - 1800 тонн стали).

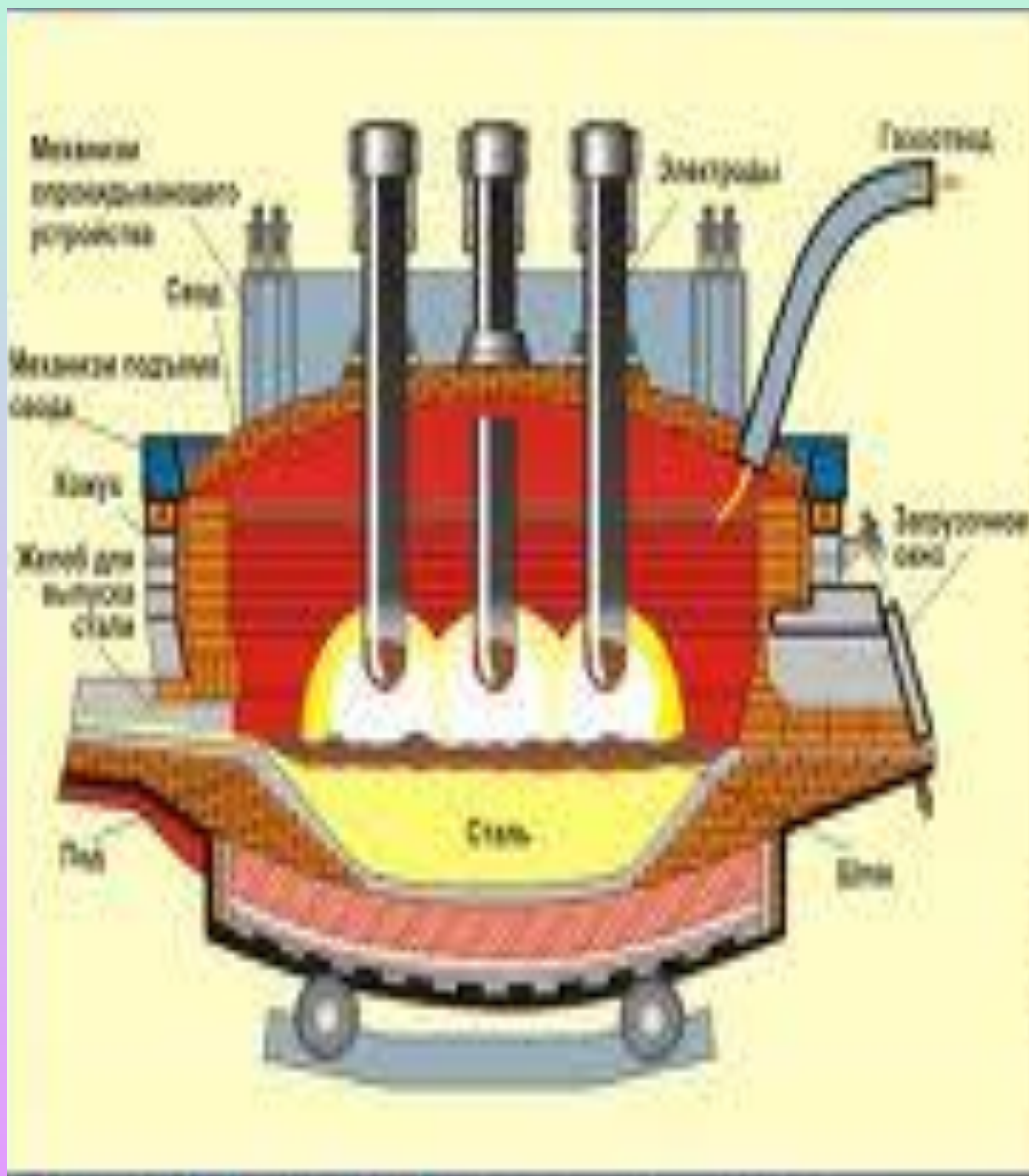
## Преимущества:

1. Переделывается любой чугуи.
2. Процесс легко контролируется.
3. В ходе плавки можно изменить состав стали.

## Недостатки:

1. Низко производительный процесс.
2. Требуется подогрев.

# ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СПОСОБ



Таким способом получают нержавеющие стали, содержащие тугоплавкие металлы: вольфрам, молибден, хром и другие.

В электропечах реакция идёт в вольтовой дуге, температура достигает  $3500^{\circ}\text{C}$ .

Потери легирующих элементов меньше, чем в других печах.



## Преимущества:

1. Применение электрической энергии даёт возможность достигать более высоких температур и точнее её регулировать.
2. Высокое качество стали.

# Разливка стали

Расплавленную сталь из мартеновской печи или кислородного конвертора выпускают в специальные ковши, выложенные изнутри огнеупорным кирпичём.

Из ковшей сталь выливают в *изложницы*, где она затвердевает.

Полученные слитки извлекают из изложниц, прокатывают на обжимных станах – *блюмингах*.

# Термическая обработка стали

## Закалка

до  $950^{\circ}\text{C}$  быстрое охлаждение

Закалка придаёт стали твёрдость, прочность, но хрупкость. Закалённую сталь подвергают отпуску.

## Отпуск

$150-200^{\circ}\text{C}$  – низкотемпературный отпуск

$500 - 620^{\circ}\text{C}$  – высокотемпературный отпуск

Медленное охлаждение

Отпуск снижает внутреннее напряжение стали. Она становится менее хрупкой. Приобретает упругость, пластичность.