

# **ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ. Производство чугуна и стали**



# Черная металлургия

Это производство - чугуна и стали

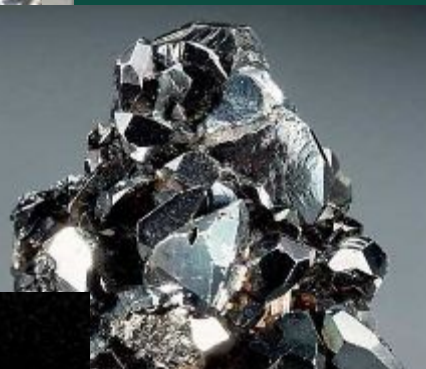
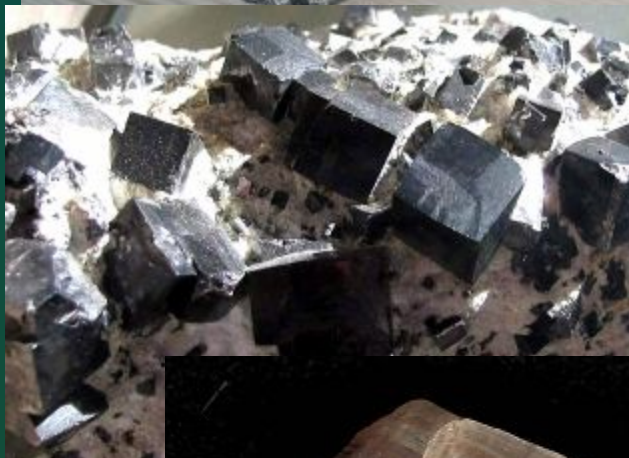


# Из чугуна и стали изготавливают:



# Самое важное сырье для черной металлургии: железная руда.

Ее главные минералы:

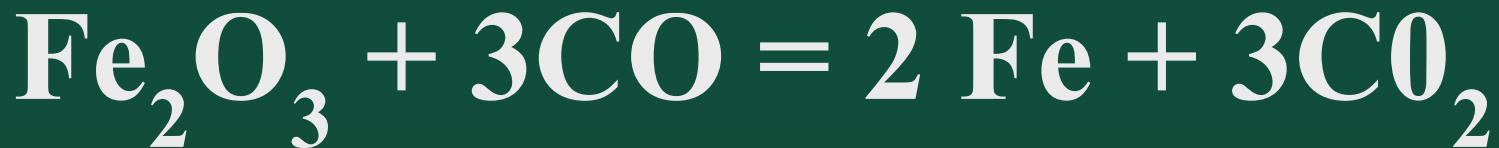
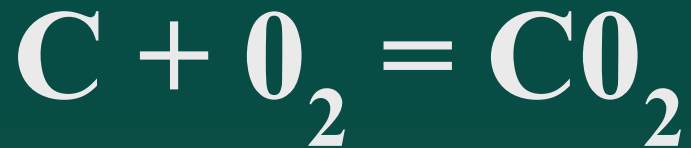


нетит,  
матит,  
нетит,  
ит.

# Каменный уголь



# Чугун



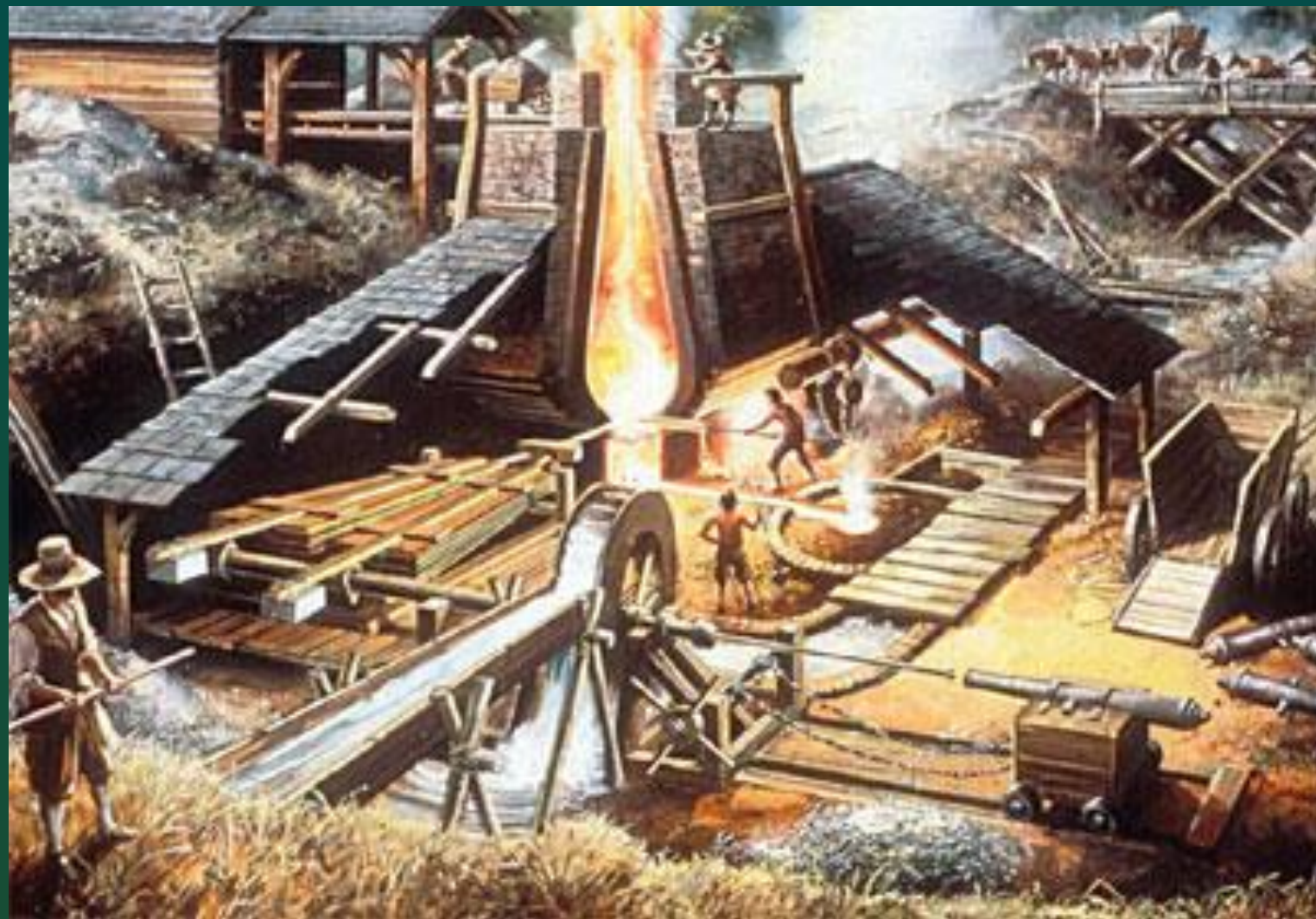
диоксид кремния -  $\text{SiO}_2$

известняк -  $\text{CaCO}_3$



При взаимодействии ( $\text{CaCO}$ ) с  $\text{SiO}_2$   
образуется  $\text{CaSiO}_2$

# «Доменная печь» XIV века

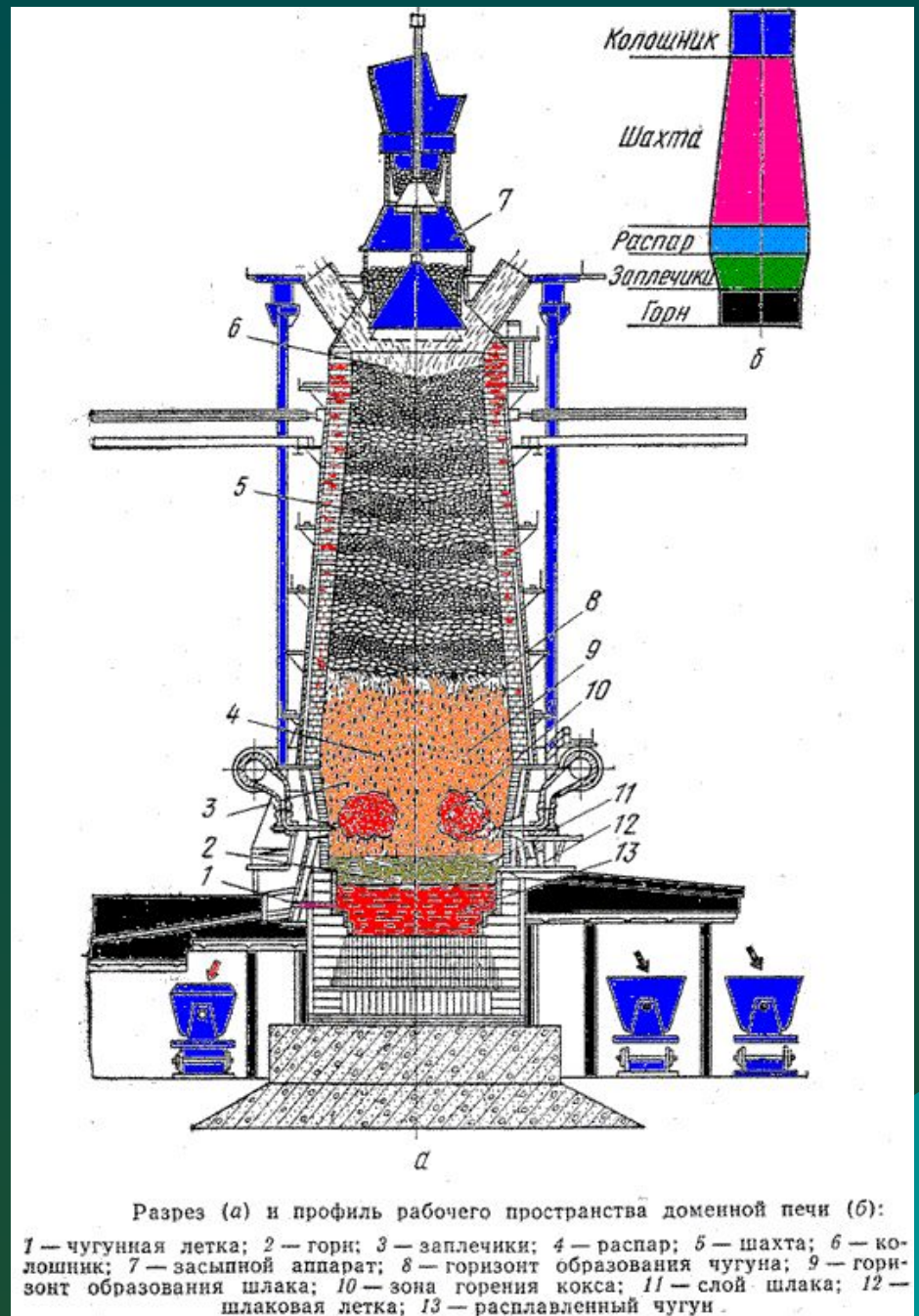
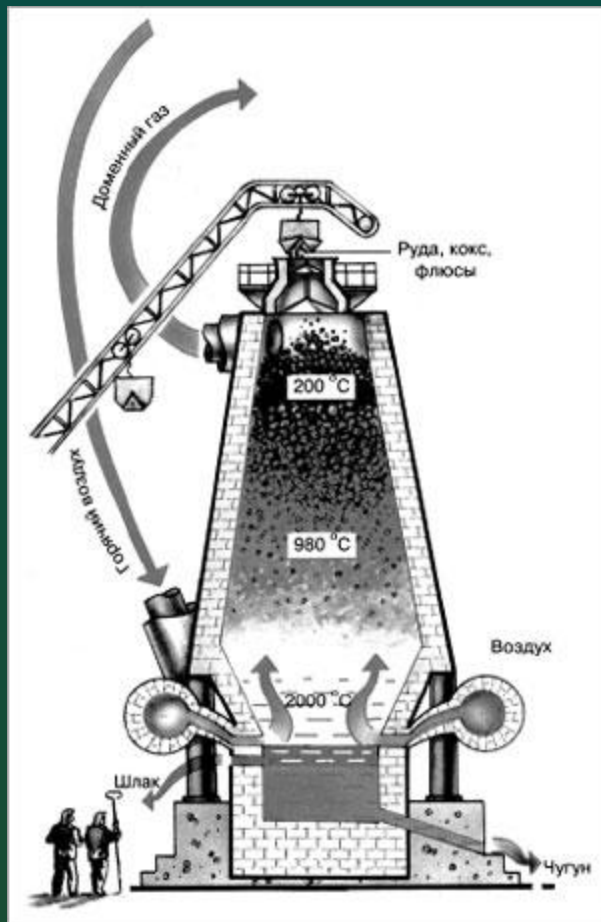




# При выплавке чугуна решаются задачи:

- ◆ Восстановление железа из окислов руды, науглероживание его и удаление в виде жидкого чугуна определённого химического состава.
- ◆ Оплавление пустой породы руды, образование шлака, растворение в нём золы кокса и удаление его из печи.

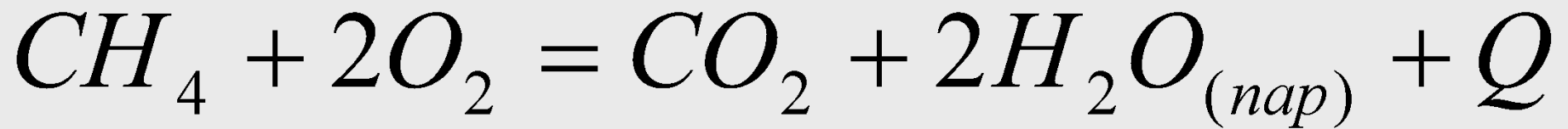
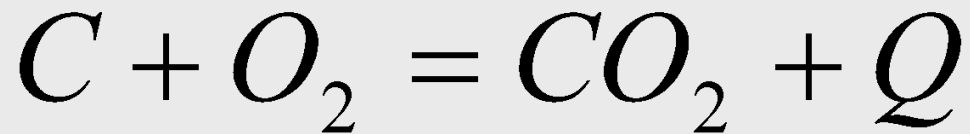
# Схема доменной печи:



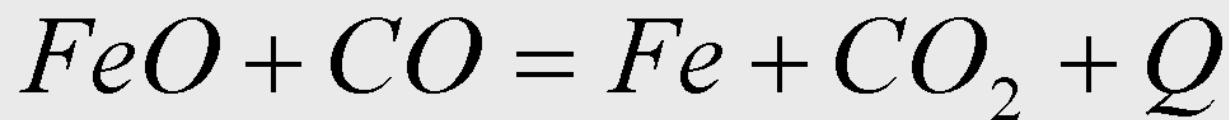
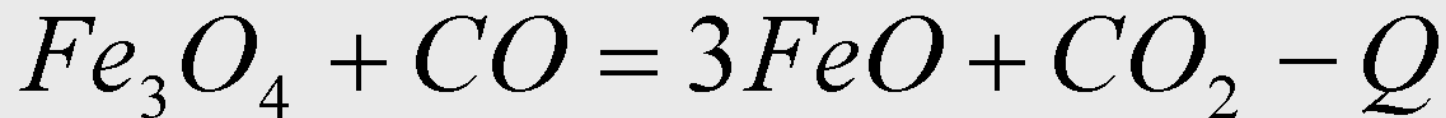
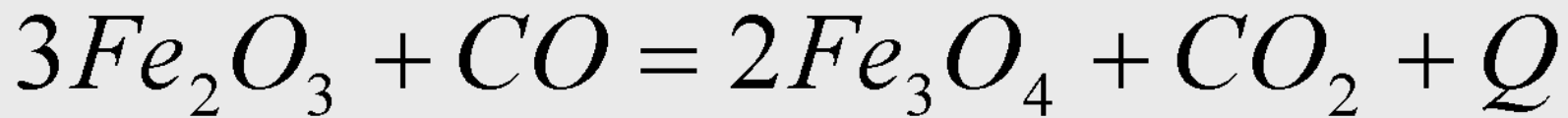
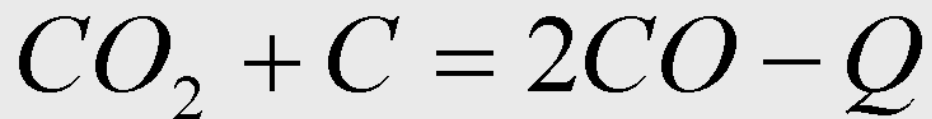
# Технические характеристики

- ◆ Полезная высота доменной печи ( $H$ ) достигает 35 м, а полезный объем – 2000...5000 куб.м.
- ◆ Чугун выпускают из печи каждые 3...4 часа через чугунную летку, а шлак – каждые 1...1,5 часа через шлаковую летку (летка – отверстие в кладке, расположенное выше лещади).

# Горение топлива



# Восстановление железа из руды



# В доменных печах выплавляют:

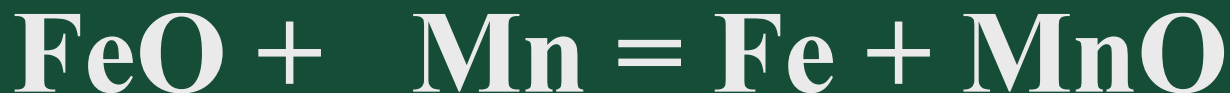
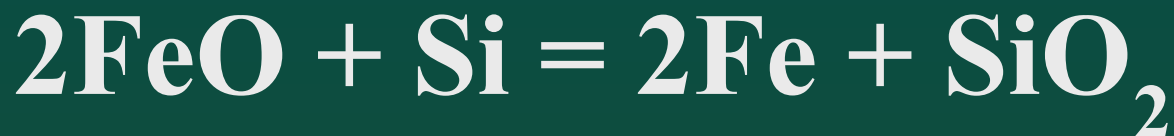
- ◆ Передельный чугун 80-90% (мартеновский М-1, М-2; бессемеровский чугун Б-1, Б-2; томассовский чугун Т-1).
- ◆ Литейный чугун 8-17% (ЛК-00, ЛК-0, ЛК-1 и до ЛК-5).
- ◆ Специальный чугун (ферросплавы) 2-3%

# В современной металлургической промышленности сталь выплавляют в основном в трех агрегатах:

- ◆ в мартеновских печах,
- ◆ конвертерах,
- ◆ электрических печах.



# Кислородно-конвертерный метод

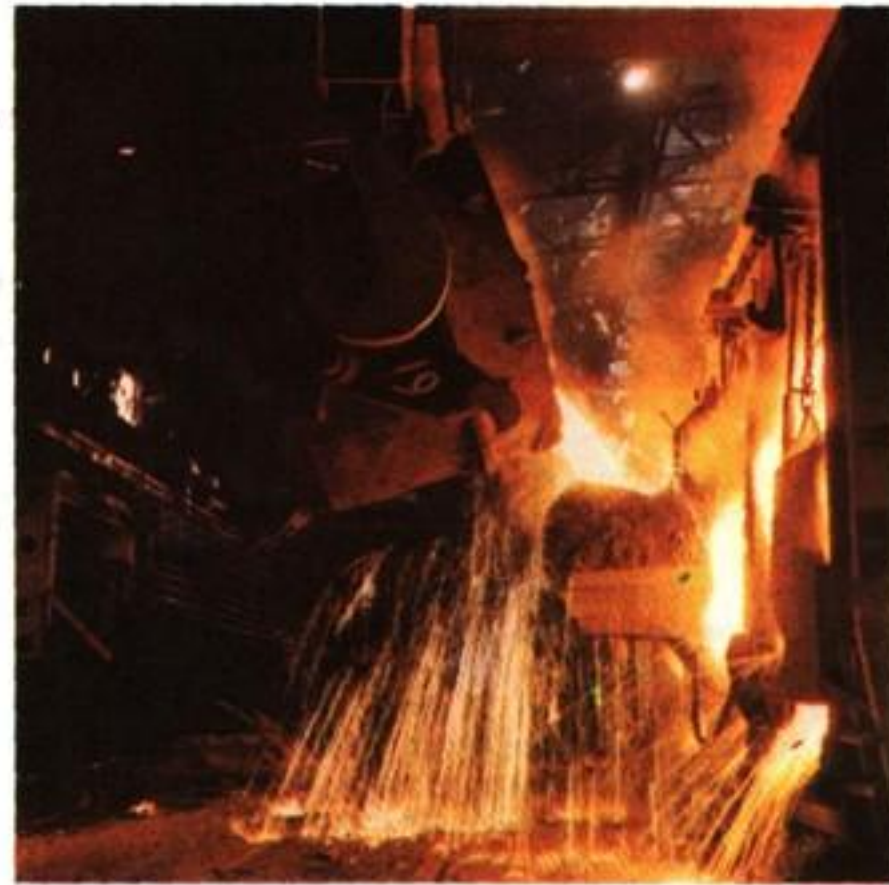
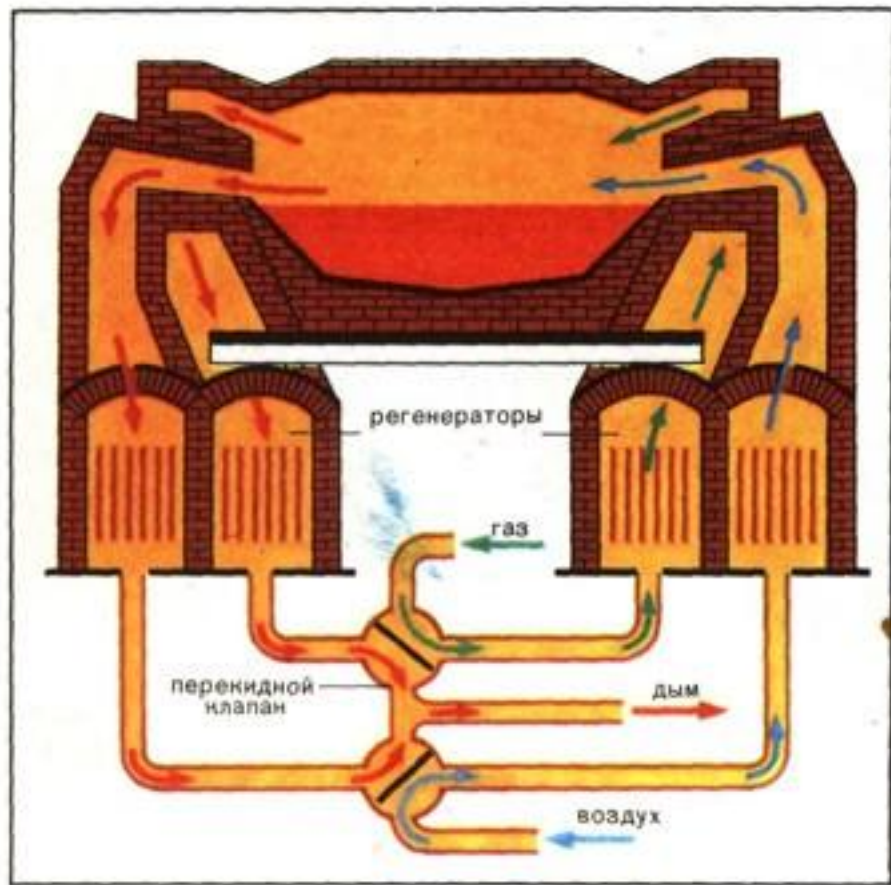




# *Производство стали в мартеновских печах*

- ◆ Мартеновский процесс (1864-1865, Франция). В период до семидесятых годов являлся основным способом производства стали. Способ характеризуется сравнительно небольшой производительностью, возможностью использования вторичного металла – стального скрапа. Вместимость печи составляет 200...900 т. Способ позволяет получать качественную сталь.

# Производство стали в мартеновских печах



# Технические характеристики

- ◆ Продолжительность плавки составляет 3...6 часов, для крупных печей – до 12 часов.
- ◆ Печи работают непрерывно, до остановки на капитальный ремонт – 400...600 плавов.

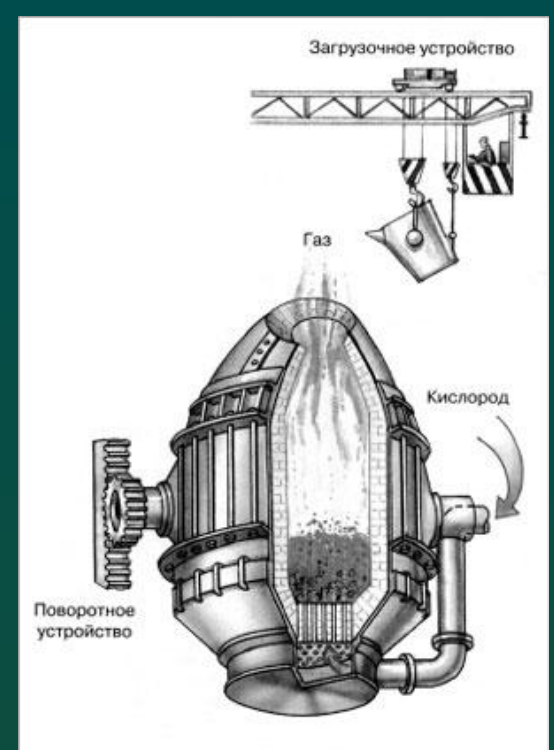
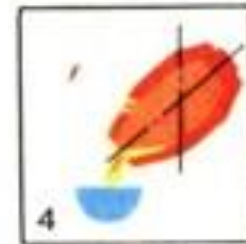
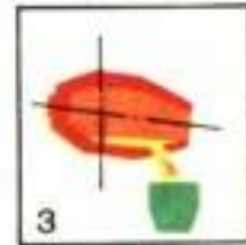
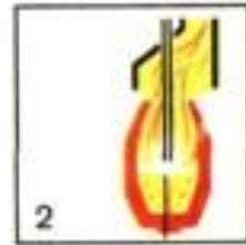
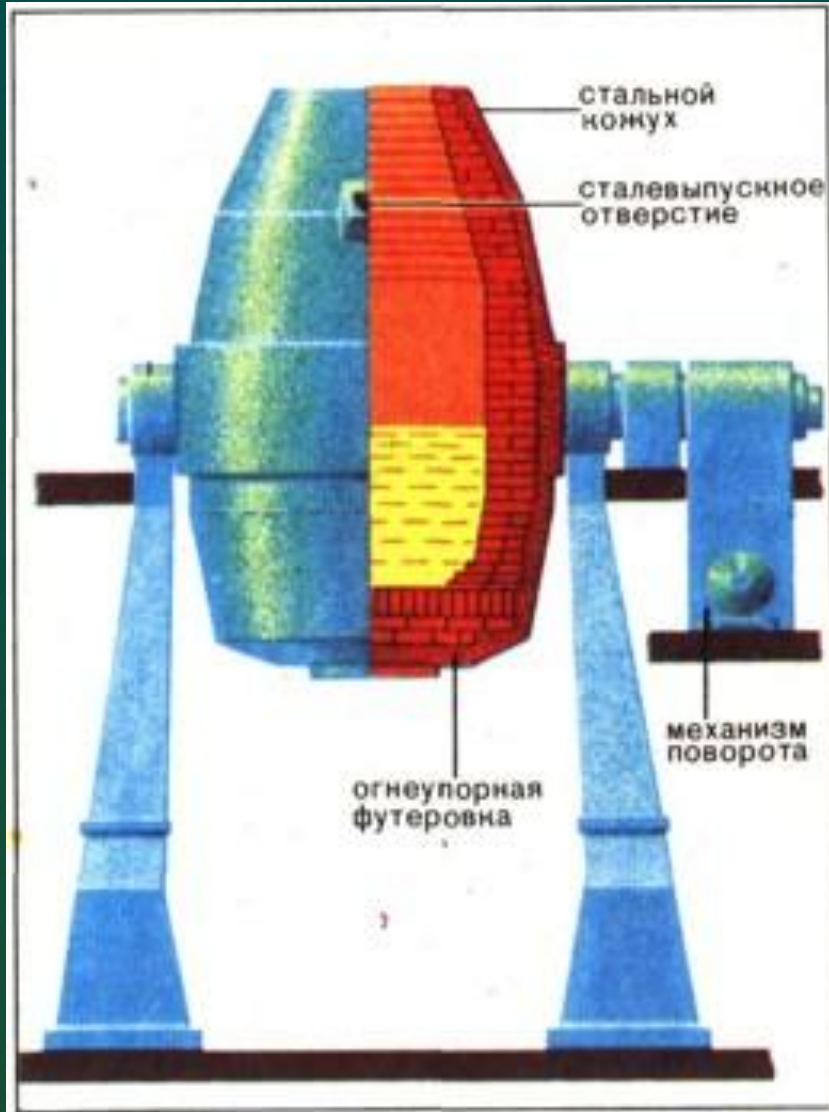
# Разновидности мартеновского процесса:

- ◆ скрап-процесс, при котором шихта состоит из стального лома (скрапа) и 25...45 % чушкового предельного чугуна, процесс применяют на заводах, где нет доменных печей, но много металлолома.
- ◆ скрап-рудный процесс, при котором шихта состоит из жидкого чугуна (55...75 %), скрапа и железной руды, процесс применяют на металлургических заводах, имеющих доменные печи.

# Основными технико-экономическими показателями производства стали

- ◆ производительность печи – съем стали с  $1\text{ м}^2$  площади пода в сутки ( $\text{т}/\text{м}^2$  в сутки), в среднем составляет  $10\text{ т}/\text{м}^2$ ;
- ◆ расход топлива на  $1\text{ т}$  выплавляемой стали, в среднем составляет  $80\text{ кг}/\text{т}$ .

# Выплавка стали в конверторах

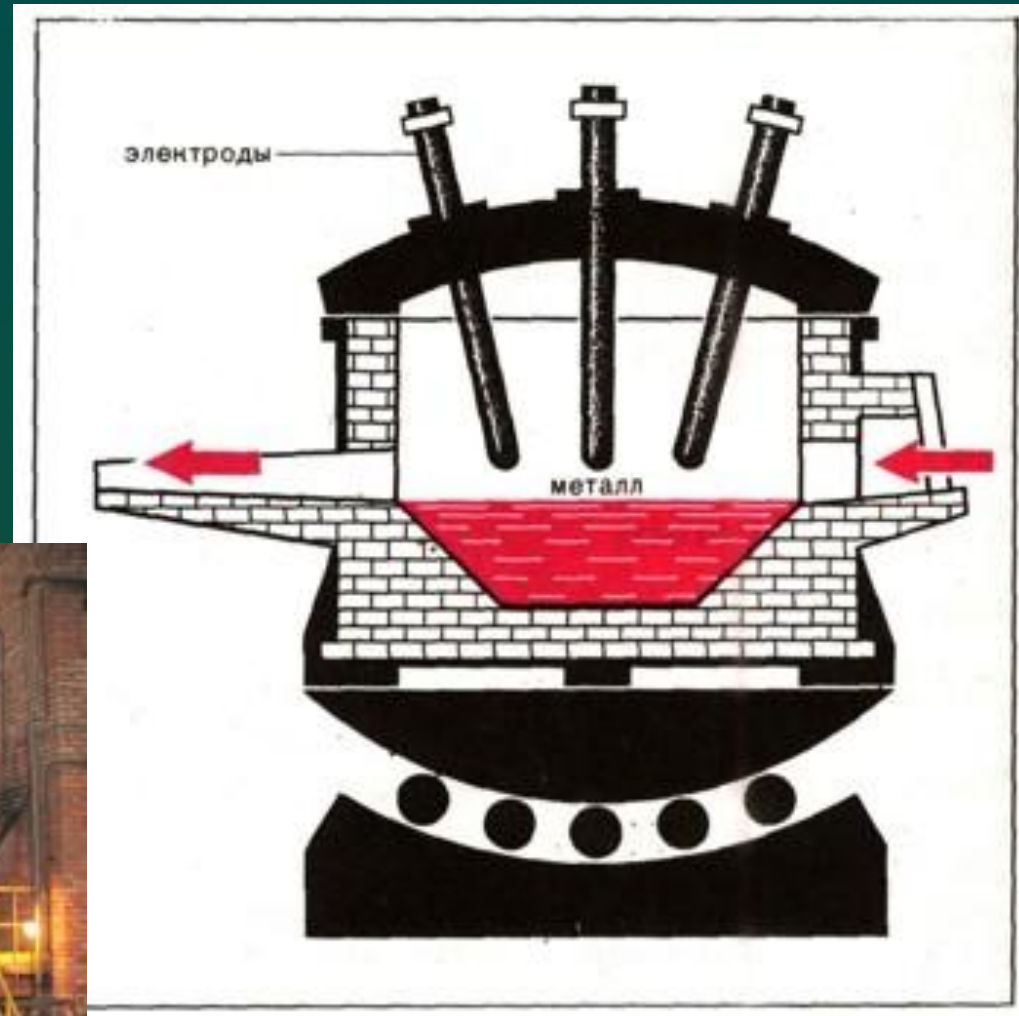


# Технические характеристики:

- ◆ Вместимость конвертера – 130...350 т жидкого чугуна.
- ◆ В процессе работы конвертер может поворачиваться на 360 град. для загрузки скрапа, заливки чугуна, слива стали и шлака.
- ◆ Плавка в конвертерах вместимостью 130...300 т заканчивается через 25...30 минут.

# Выплавка стали в электропечах

В дуговой печи осуществляется плавка двух видов:  
а) на шихте из легированных отходов (методом переплава),  
б) на углеродистой шихте (с окислением примесей).



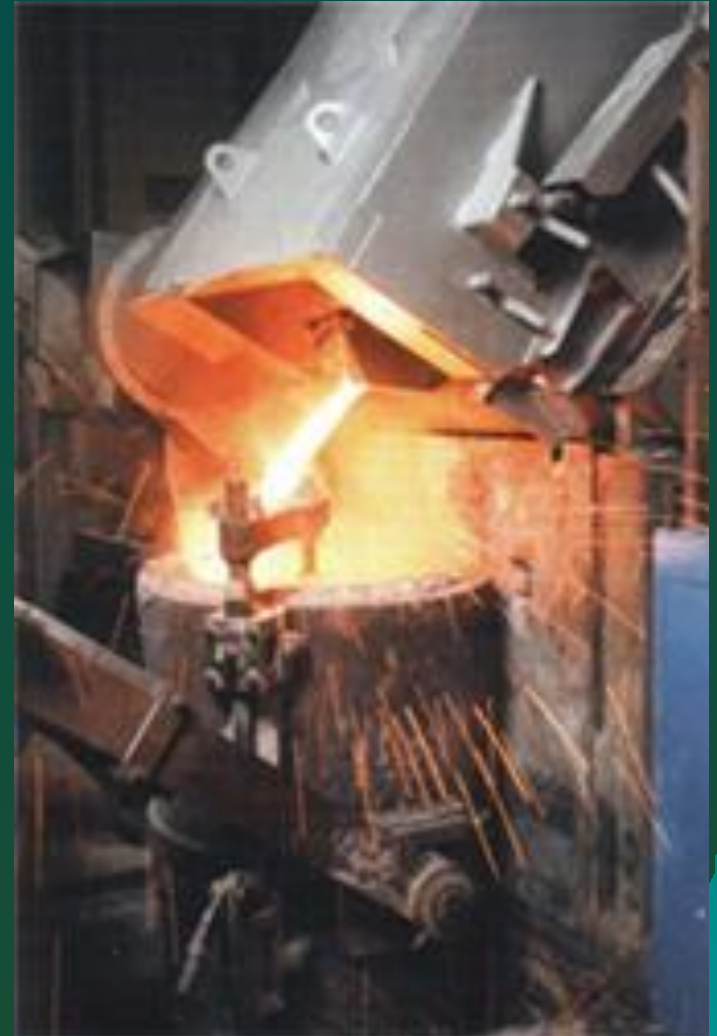
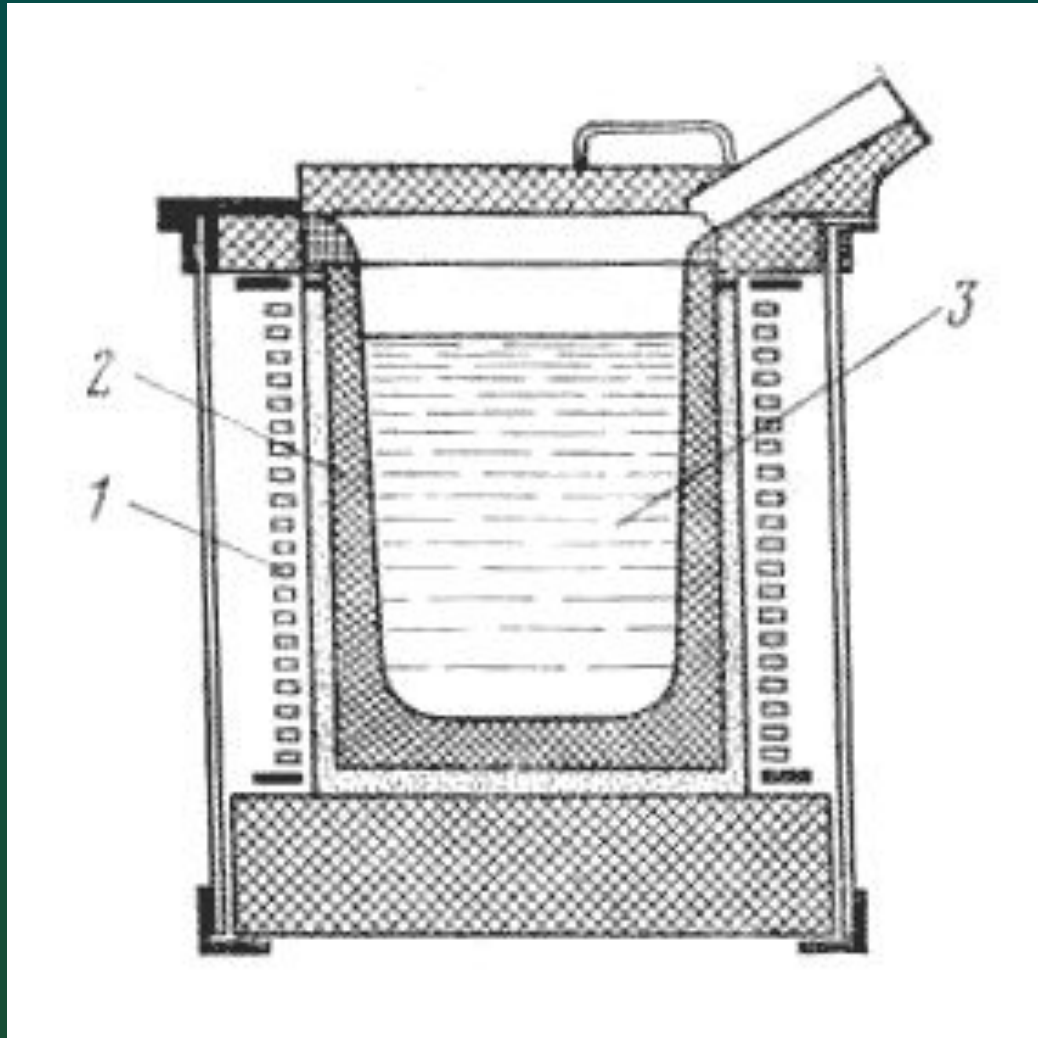
Вместимость печей составляет 0,5...400 тонн.



# Преимущества электропечи

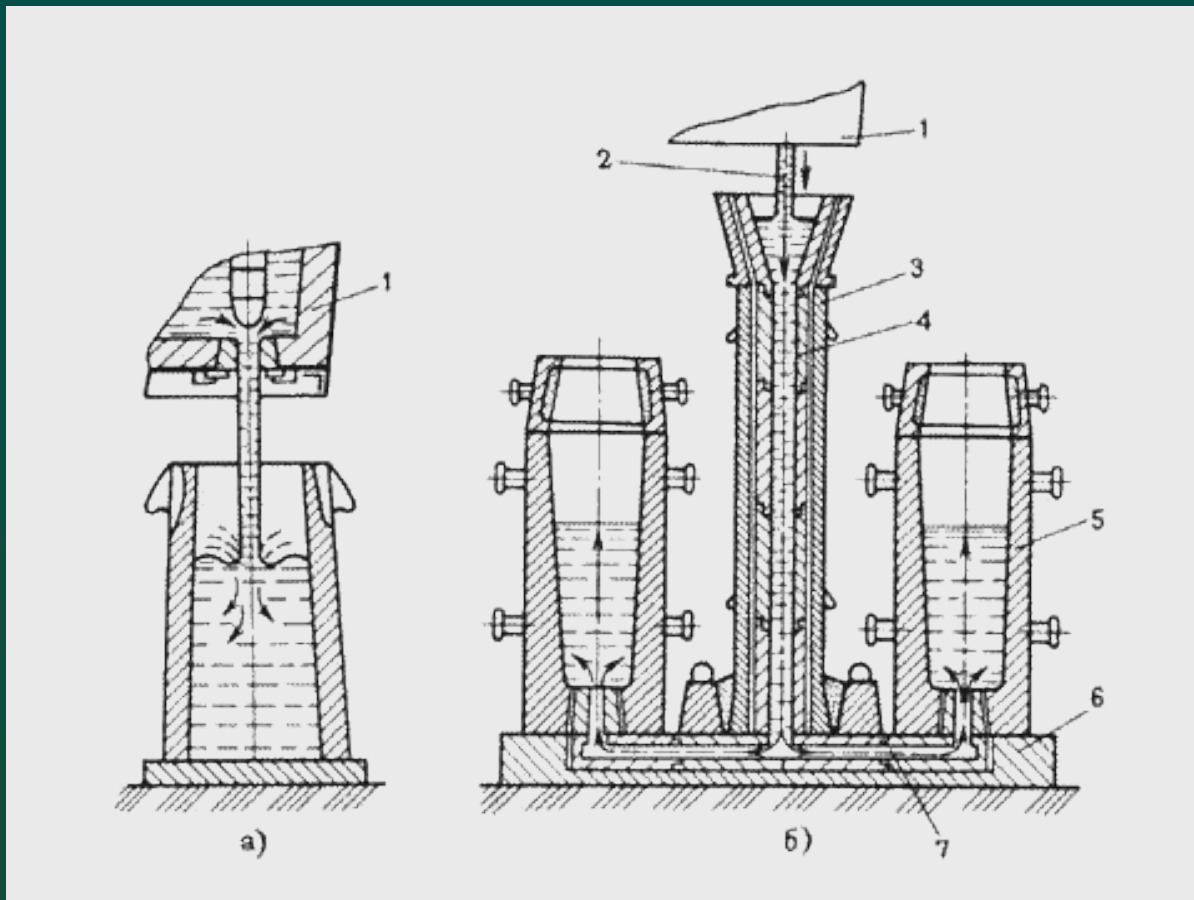
- ◆ а) легко регулировать тепловой процесс, изменяя параметры тока;
- ◆ б) можно получать высокую температуру металла,
- ◆ в) возможность создавать окислительную, восстановительную, нейтральную атмосферу и вакуум, что позволяет раскислять металл с образованием минимального количества неметаллических включений.

# Получение стали в индукционной печи



Вместимость от десятков килограммов до 30

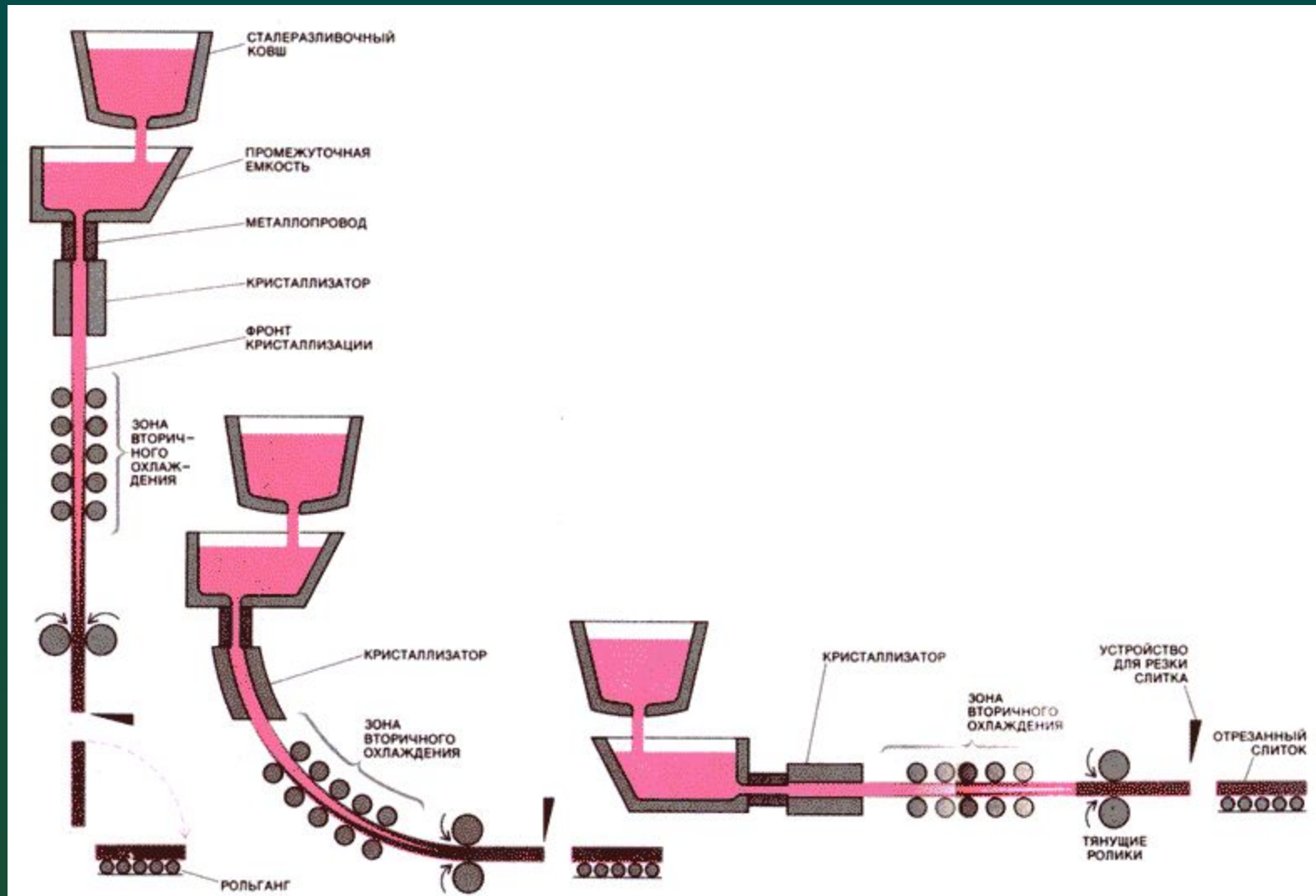
# Разливка стали в изложницы



а – сверху; б – снизу  
(сифоном)

Спокойные и кипящие углеродистые стали разливают в слитки массой до 25 тонн, легированные и высококачественные стали – в слитки массой 0,5...7 тонн,

# Непрерывная разливка



# Основные центры производства



# Воздействие черной металлургии на окружающую среду

- ◆ **Загрязнение атмосферы.** Основными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу от мартеновских печей, являются те же газообразные продукты сжигания топлива, что и на предприятиях теплоэнергетики. Значительными являются выбросы пыли, основная составляющая которых оксиды железа. Наибольшее пылевыведение - при погрузочно-разгрузочных работах, приготовлении шихты; пыли и газов - при обжиге известняка и производстве стального проката.

- ◆ **Сточные воды.** В процессе производства стали расходуется большое количество охлаждающей воды.
- ◆ Эта охлаждающая вода содержит вальцовочный шлак, окалину, мельчайшие частицы пыли, в зависимости от рода смазки вальцов и их опор - различные масла.
- ◆ Содержание одной из самых тяжелых по удельному весу примесей сточных вод - окалины - составляет более 1 г/л. Ее охлаждение затруднено, иногда невозможно вследствие большой дисперсности, а также наличия на поверхности окалины пленки масел или жиров.

- ◆ **Твердые отходы и осадки сточных вод.**

К твердым отходам сталеплавильного производства следует отнести мартеновские шлаки (кислые и щелочные).

