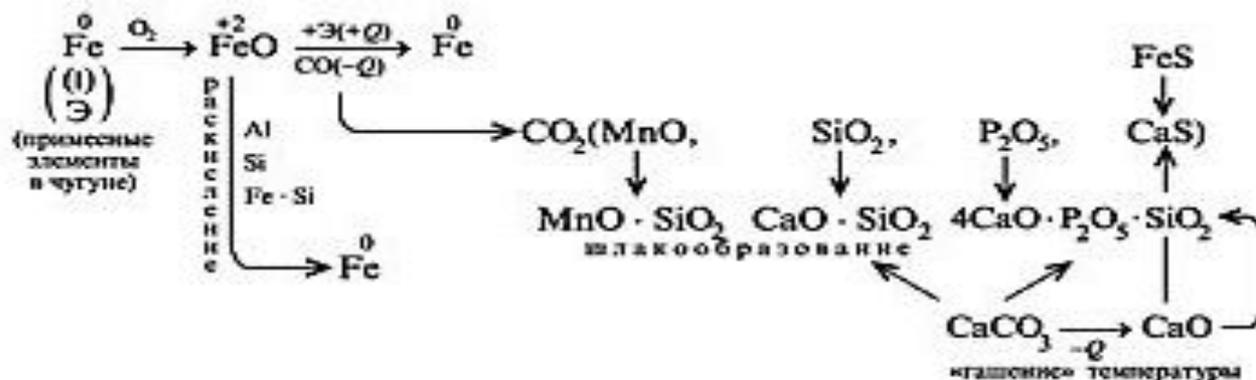
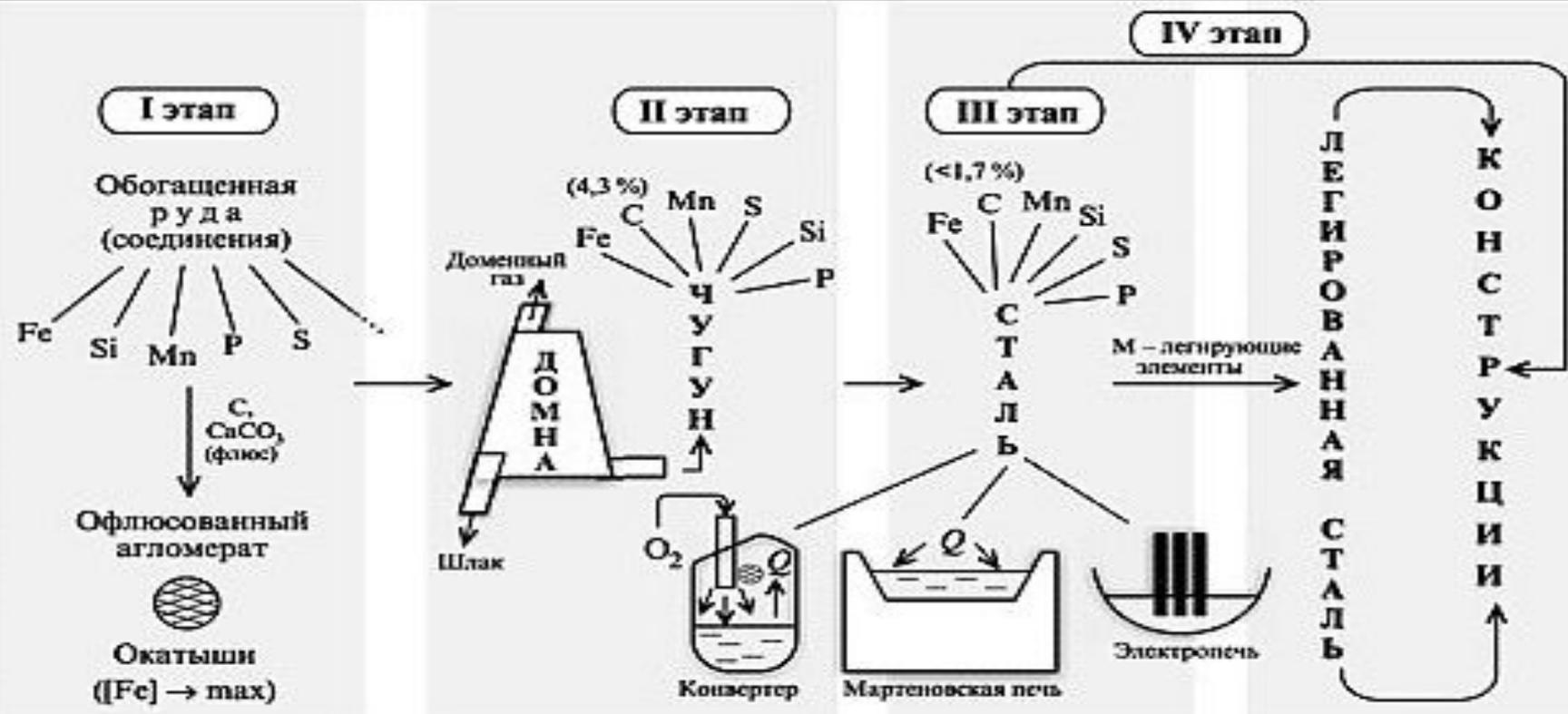


Производство стали

1. Сущность процесса
2. Этапы выплавки стали
3. Производство стали в конвертере
4. Производство стали в мартеновской печи
5. Производство стали в электропечах
6. Разливка стали
7. Способы повышения качества стали
8. Способы бездоменного получения стали
9. Производство цветных металлов



Основными материалами для производства стали являются:

Передельный чугун;

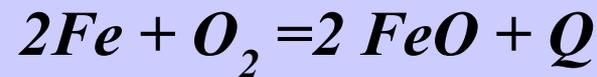
Стальной лом (*скрап*)

Состав передельного чугуна и низкоуглеродистой стали

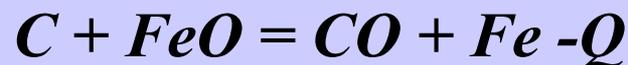
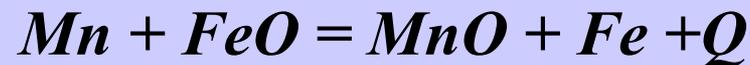
материал	Состав, %				
	C	Si	Mn	P	S
передельный чугун	3,8-4,4	0,3-1,2	0,2-1,0	0,15-0,20	0,03-0,07
низкоуглеродистая сталь	0,15-0,2	0,12-0,30	0,40-0,65	0,035	0,035

Основные реакции протекающие при переделе чугуна в сталь

1. окисление железа



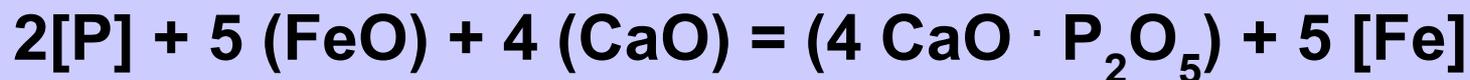
2. растворение FeO в чистом железе за счет отдачи своего кислорода более активным элементам



Этапы выплавки стали

1 этап - расплавление шихты и нагрев ванны жидкого металла

Удаление фосфора



2 этап - «кипение» металлической ванны

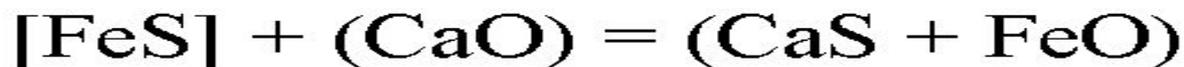


При «кипении» ванны происходят следующие процессы:

- уменьшается содержание углерода в металле;
- выравнивается температура и состав ванны;
- удаляются частично неметаллические включения в шлак.

это способствует повышению качества металла

Удаление серы



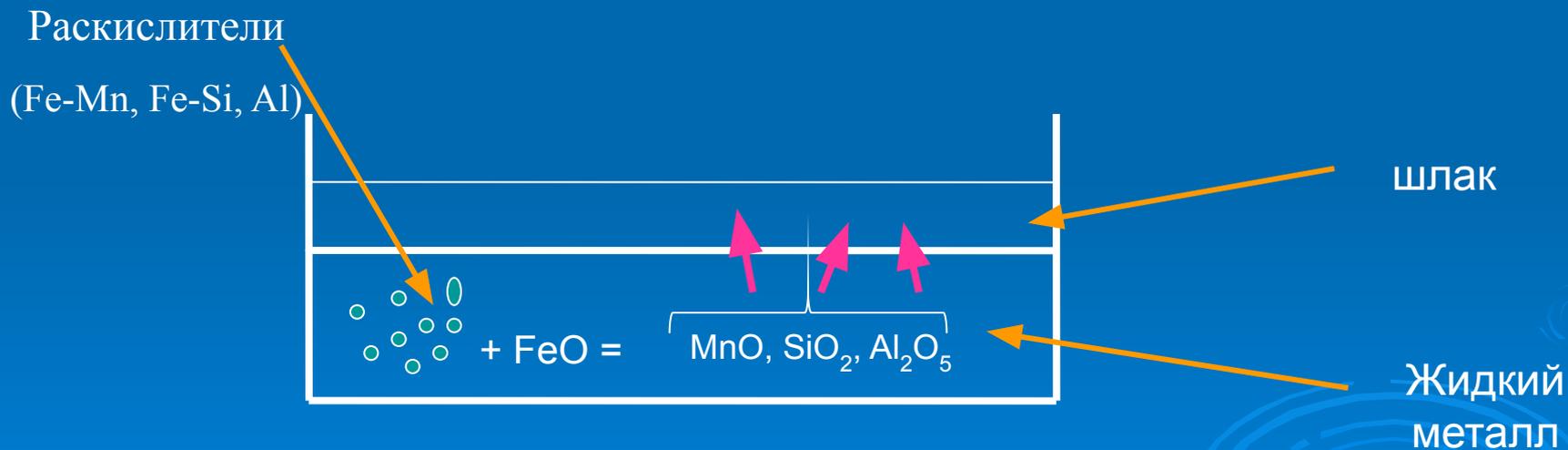
3 этап – раскисление стали

Осаждающее раскисление;

Диффузионное раскисление.

Осаждающее раскисление (глубинное)

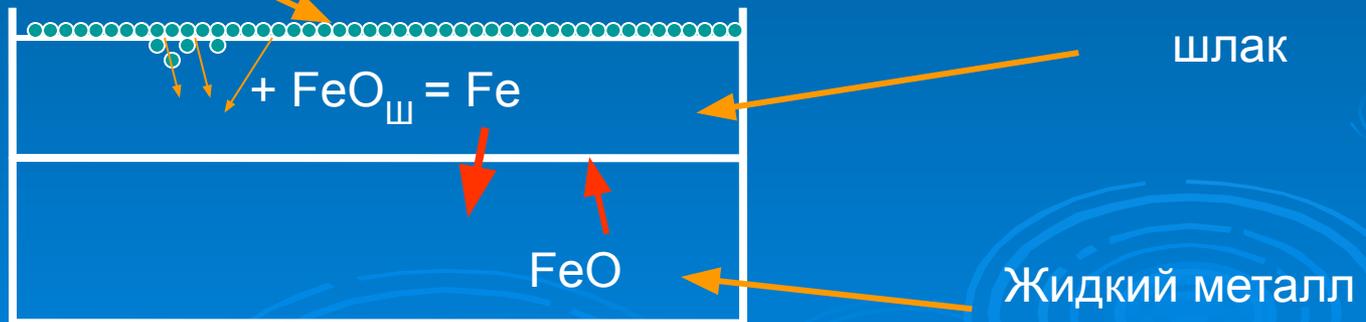
Сущность - раскисление металлической ванны



Диффузионное раскисление

Сущность - раскисление шлака.

Раскислители
(Fe-Mn, Fe-Si, Al)



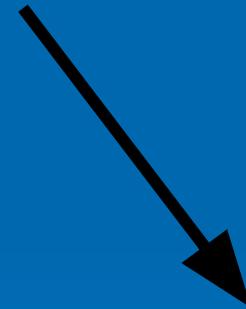
Легирование

В зависимости от сродства с кислородом по отношению к железу

○ ...Si, Mn, Al, Cr, V, Ti... Fe.... Ni, Cu, Co, Mo



легирование можно производить по окончании плавки или одновременно с раскислением.



легирование можно производить на любом этапе плавки.

Факторы влияющие на качество стали

Кислород

азот

водород

сера

фосфор



Технологический процесс получения стали



Основными способами производства стали
являются:

- конвертерный;
- мартеновский;
- электросталеплавильный.

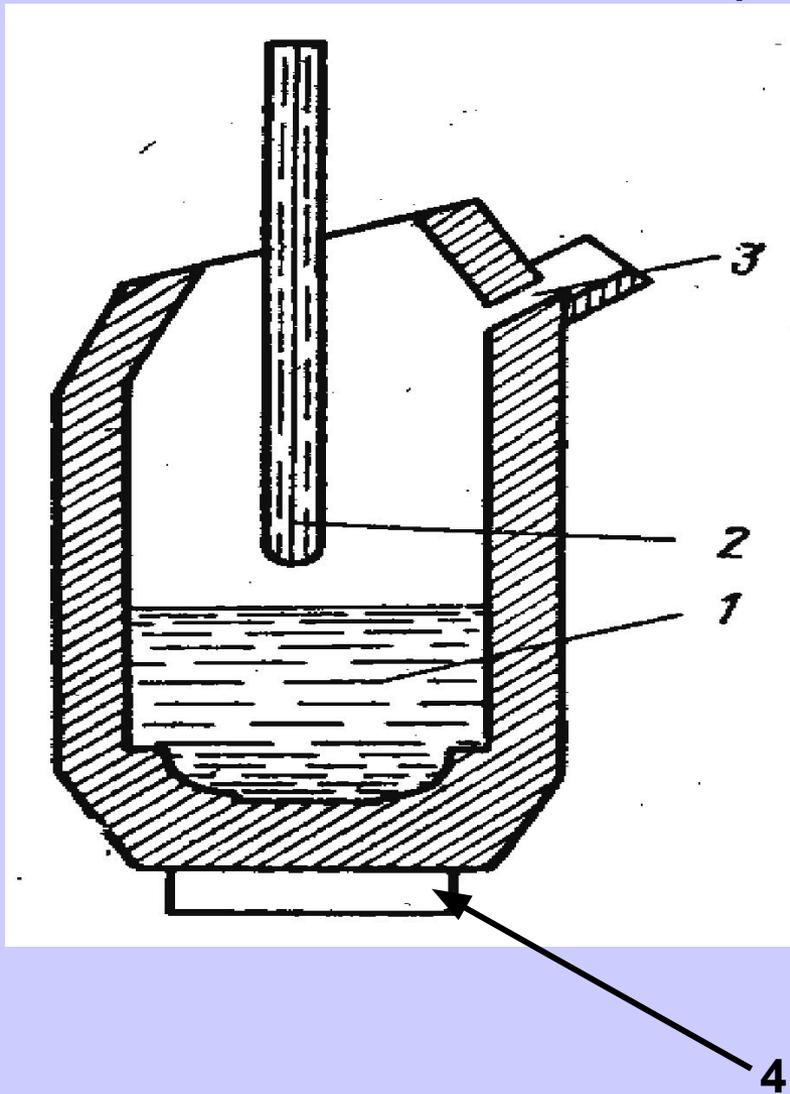
Конвертерное производство

Конвертерный цех металлургического комбината
«Северсталь».



В зависимости от массы жидкой стали установлен следующий типовой ряд емкостей конвертеров :
50, 100, 130, 160, 200, 250, 300, 350
и 400 т.

Устройство конвертера



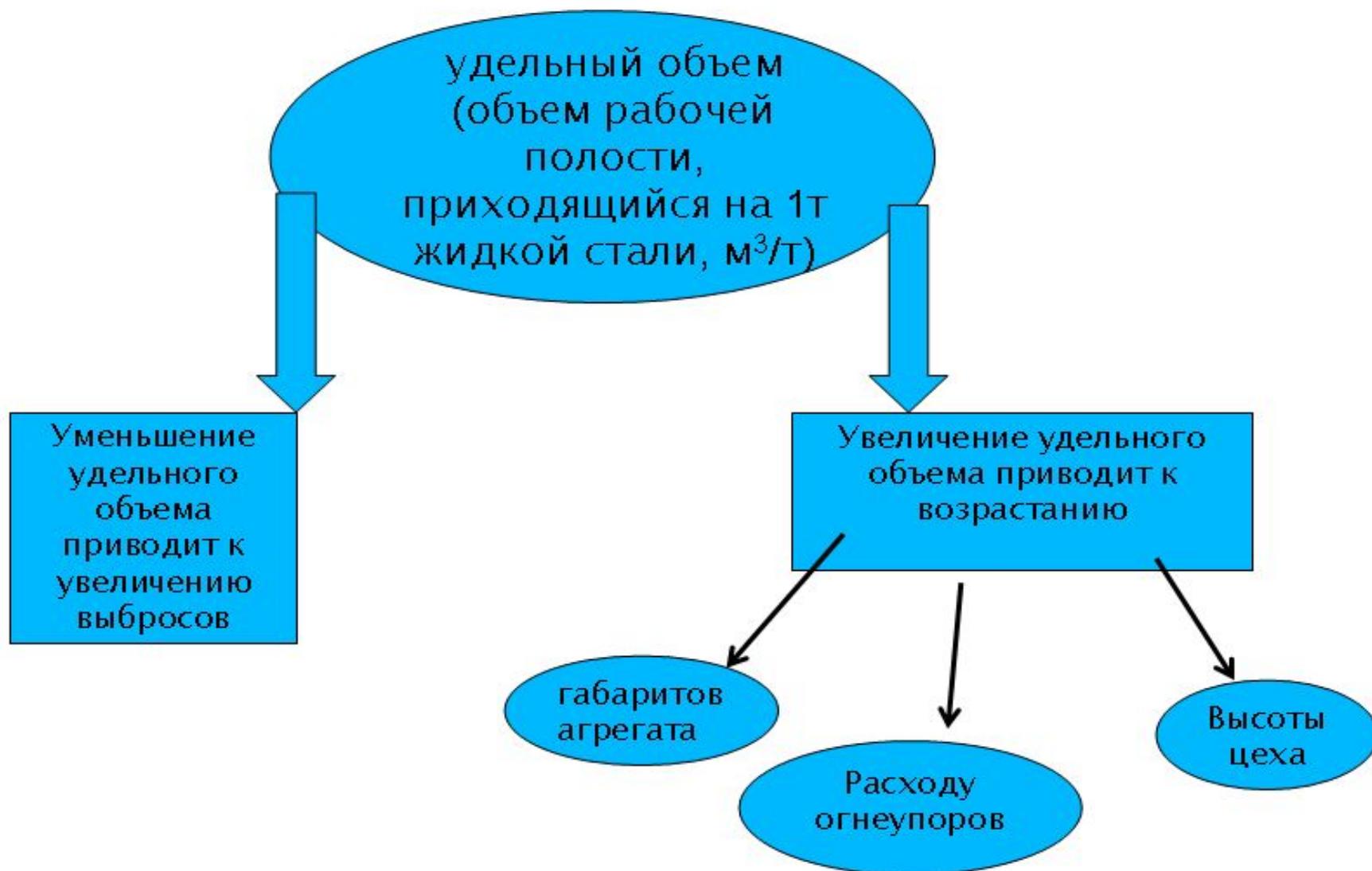
1 – жидкий металл;

2 – фурма;

3 – желоб для выпуска
стали;

4 – станина с поворотным
механизмом

Основные параметры, определяющие работу конвертера без выбросов





Шихтовые материалы

Жидкий передельный чугун

Стальной лом (не более 30 %)

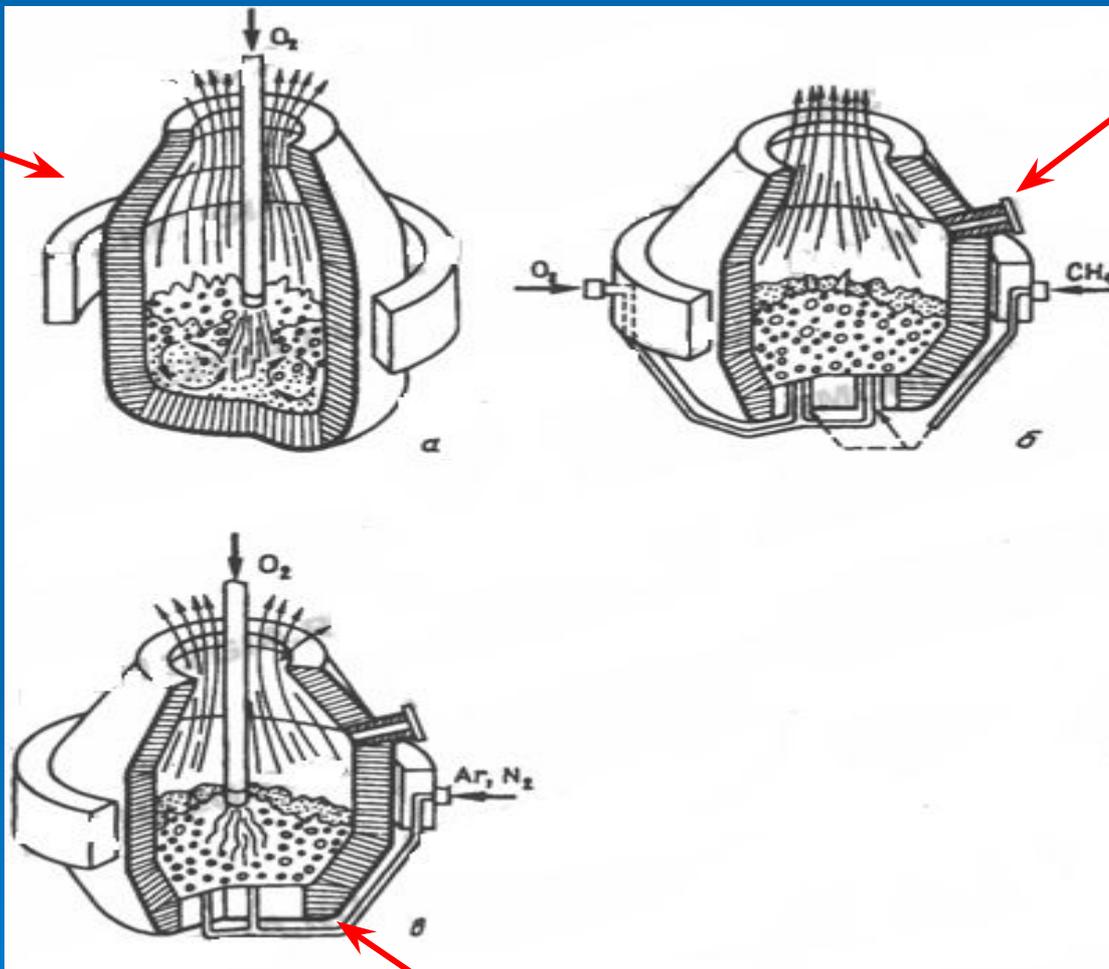
Железная руда

Известь для наведения шлака

Боксит Al_2O_3 и плавиковый шпат CaF_2 для
разжижения шлака

Разновидности кислородно-конверторных процессов

Продувка
сверху (через
фурму)



Продувка снизу
(через
специальные
сопла)

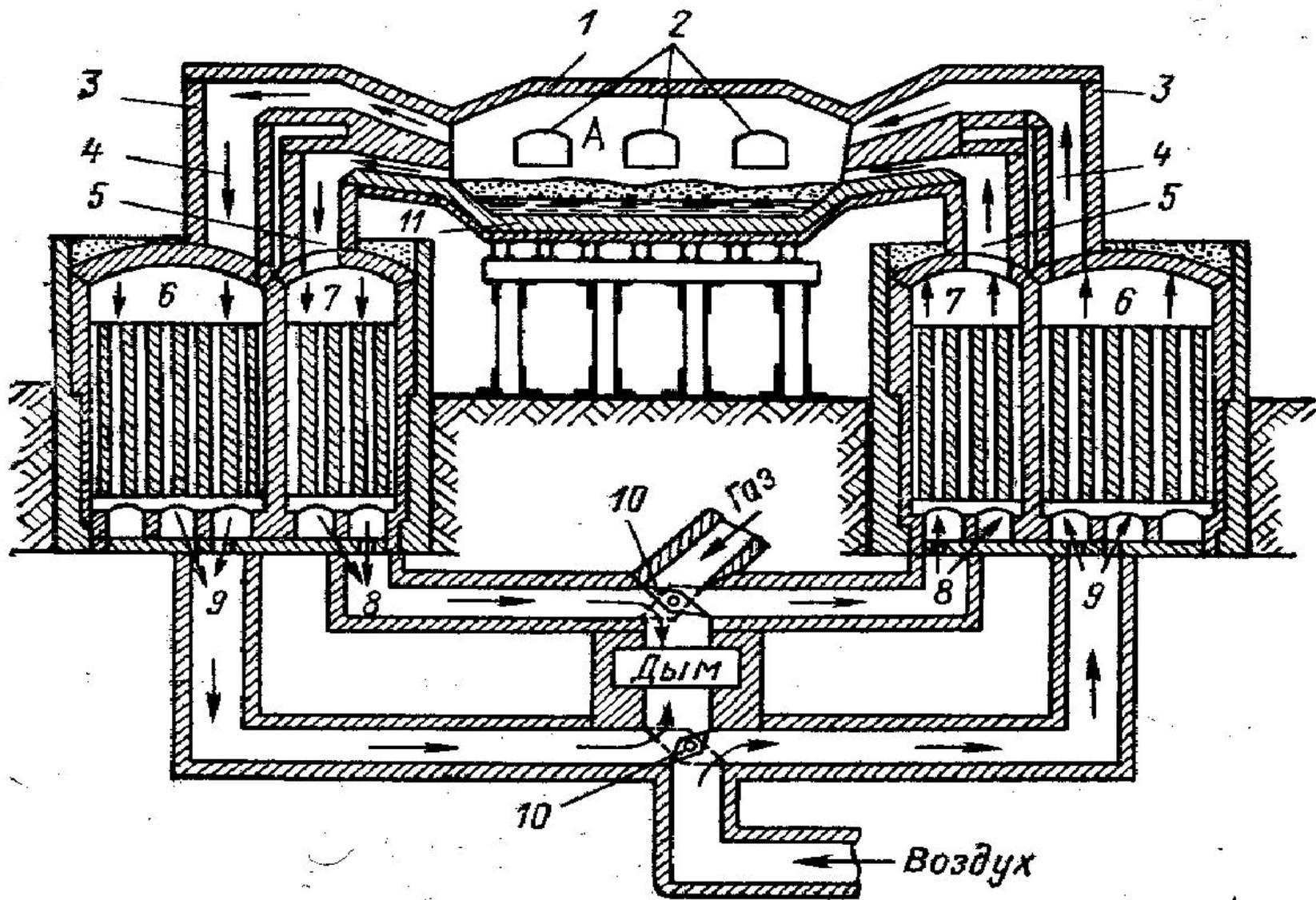
Комбинированная продувка

Производство стали в мартеновской печи



Характерные особенности получения стали в мартеновской печи

- Температура ($2000\text{ }^{\circ}\text{C}$) обеспечивается регенерацией тепла печных газов;
- Низкая производительность;
- Возможность использования вторичного металла – скрапа;
- Большая гибкость и возможность применять его при любых масштабах производства;
- Менее строгие требования к исходным материалам; относительная простота контроля и управления ходом плавки;



Верхнее строение

1 – свод печи

2 – завалочные окна

11 - под печи



рабочее пространство

3 – ГОЛОВКИ

4, 5 – вертикальные каналы



Нижнее строение

6,7– регенеративные камеры

8,9 – каналы

10 –перекидной клапан



Состав шихты

Металлическая часть

чугун,
стальной лом,
раскислители
легирующие добавки

Неметаллическая часть

железная руда
мартеновский агломерат
известняк, известь, боксит,
плавиковый шпат

Топливо
газ -доменный, коксовальный, природный;
мазут или нефть.

Периоды мартеновской плавки

1. Заправка печи

Осмотр печи с целью поддержания в рабочем состоянии всех элементов кладки плавильного пространства.



2. Завалка и прогрев шихты

Завалка осуществляется завалочной машиной. Твёрдые шихтовые материалы подаются к печи в спец. коробах – мульдах. Продолжительность завалки от 1 до 3 ч. Перед заливкой в печь чугуна производится прогрев шихты, продолжительность которого может достигать 1,5 ч.



4. Плавление

Период плавления длится 1 - 5 ч.

3. Заливка жидкого или завалка твёрдого чугуна

Заливка чугуна длится 20 - 60 мин.



В печь подаётся максимальное количество топлива, ванна продувается кислородом. Происходит снижение температуры в печи за счет образования шлака, поэтому в первой половине плавления происходит удаление из печи некоторого количества шлака. В период плавления происходит удаление из металла P.



5. Кипение

Главной реакцией этого периода является реакция окисления растворённого в жидком металле углерода.

Период кипения условно разделяют:

- период рудного кипения, когда в печь вводят добавки руды (кислород), извести, флюсов,
- и период чистого кипения, когда окисление растворенного в металле углерода продолжается без каких-либо добавок

Общая продолжительность периода кипения 1—2,5 ч.



6. Раскисление и легирование

Основное назначение периода состоит в снижении содержания O_2 в металле и доведении состава металла до заданного по содержанию всех элементов, включая легирующие.



7. Выпуск

Выпуск металла из печи осуществляется в сталеразливочный ковш
Общая продолжительность выпуска до 20 мин.

Разновидности мартеновского процесса.

1. В зависимости от состава огнеупорных материалов, из которых изготовлена футеровка печи, мартеновский процесс бывает двух типов:

- основной

- кислый

2. В зависимости от состава шихты мартеновский процесс подразделяют

Скрап-угольный процесс

металлическая часть шихты состоит практически только из стального лома (скрапа), а требуемое количество углерода вводится в шихту углеродсодержащими материалами (карбюраторами): антрацитом, коксом, графитом, каменным углём и т. п.

Скрап-процесс

шихта состоит в основном из скрапа и 25 ...45 % чушкового чугуна.

Скрап-процесс обычно применяется на заводах, не имеющих доменных печей, а также в мартеновских цехах машиностроительных заводов.

Скрап-рудный процесс

твёрдая часть шихты состоит скрапа и руды и чугуна (50-80 % от массы металлической части шихты), заливаемого в печь в жидком виде. Скрап-рудный процесс применяется в мартеновских цехах заводов, имеющих доменные печи.

Рудный процесс

твёрдая часть шихты состоит в основном из железной руды; металлическая часть шихты состоит только из жидкого чугуна. Широкого применения рудный процесс не получил.

Производство стали в электропечах

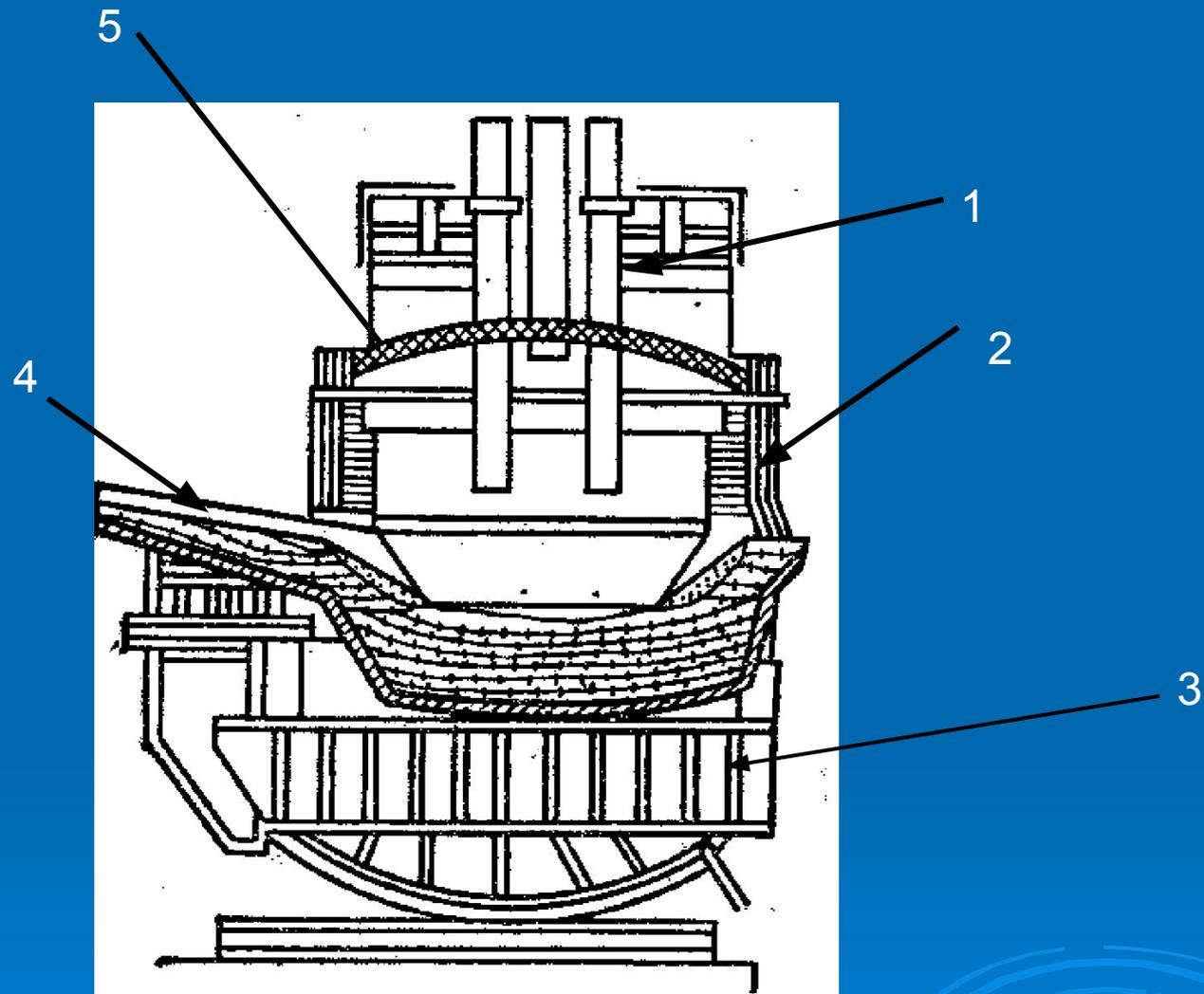


Классификация электропечей
основана на способе превращения
электрической энергии в тепловую.
По этому признаку все электрические
печи подразделяются:

1. печи сопротивления,
2. дуговые печи,
3. индукционные печи ,
4. установки электроннолучевого
нагрева.

Характерные особенности получения стали в дуговой электропечи

1. Высокая температура позволяет вводить большое количество флюсов → *обеспечивается более полное удаление серы и фосфора.*
2. Изменяя параметры тока можно регулировать тепловой процесс.
3. Создание любой атмосферы внутри печи →
уменьшение содержания окиси железа в стали →
образование min количества неметаллических включений → *повышение качества стали.*
4. В электропечи можно получать стали, легированные тугоплавкими элементами.



1 – Графитные или угольные электроды, 2 – стальной клепаный цилиндрический корпус, 3 – поворотный механизм, 4 – желоб для слива стали, 5 - съемный свод

В зависимости от состава огнеупорных материалов, из которых изготовлена футеровка электродуговой печи, процесс бывает двух типов

основной

кислый

Металлургические
цеха

Литейные цеха

плавка на
шихте из
легированных
отходов
Метод
переплава

плавка на
углеродистой
шихте
Метод с
окислением
примесей

плавка на шихте из легированных отходов

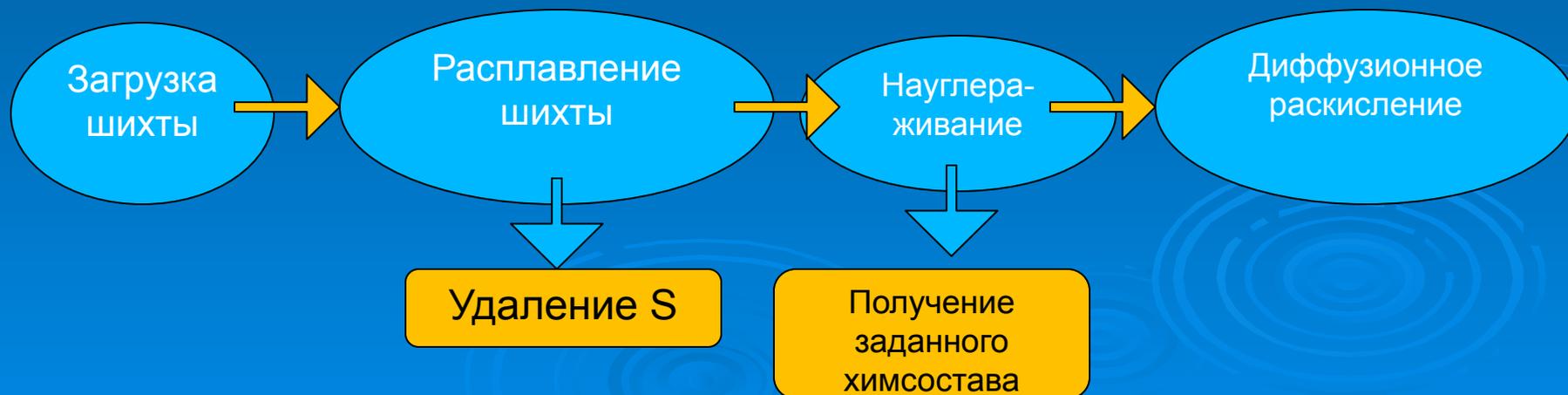
Шихта – скрап (отходы машиностроительных заводов)

+

чугун - для науглероживания,
окалина и железная руда - для окисления примесей

Флюс - известняк

Скрап характеризуется низким, по сравнению с выплавляемой сталью, содержанием P, Mn и Si → плавка идет без окисления примесей.



плавка на углеродистой шихте

Шихта

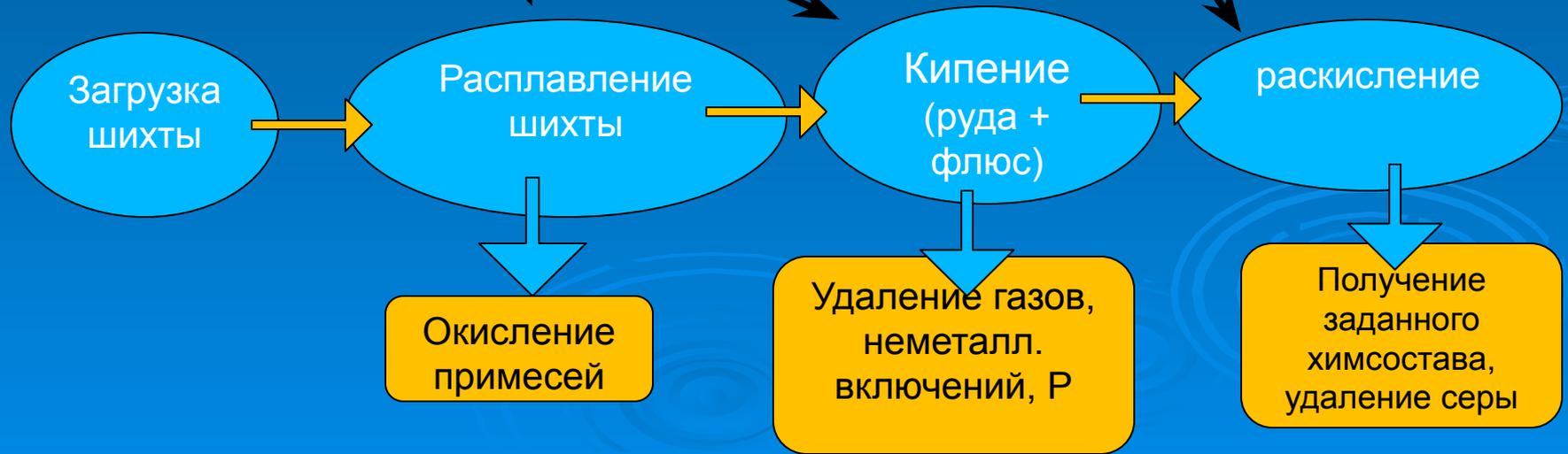
стальной лом + чушковый предельный чугун+ электродный бой + кокс.

Флюс - известняк

Плавка состоит из двух периодов:

Окислительного

Восстановительного



Разливка стали

**ТЕХНОЛОГИЯ РАЗЛИВКИ
И КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ
СЛИТКОВ
СПОКОЙНОЙ И КИПЯЩЕЙ
СТАЛИ**



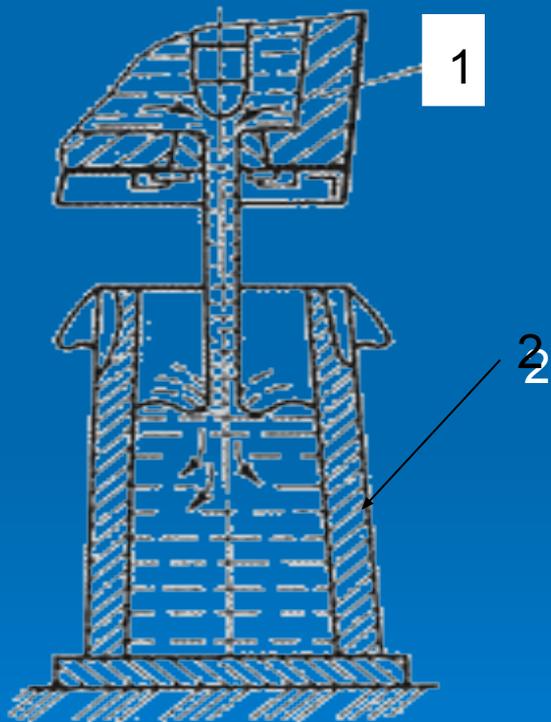
Разливка сверху



Изложница



Разливка сверху



*При разливке сверху каждая изложница
наполняется отдельно
непосредственно из ковша, или через
специальные промежуточные воронки
или ковши.*

1 – промежуточный
сталеразливочный ковш;

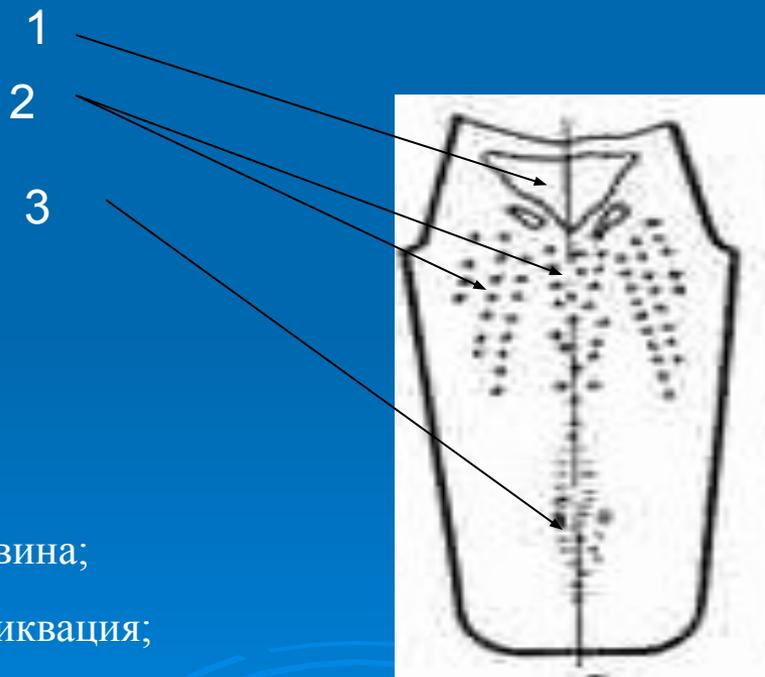
2 - изложница

Достоинства:

1. Простота подготовки оборудования к разливке;
2. Исключается расход металла на литники;
3. В слитке отлитом сверху более благоприятно расположена усадочная раковина.

Недостатки:

1. Получение менее качественной поверхности слитков, из-за наличия пленок оксидов от брызг металла, затвердевающих на стенках изложницы;
2. Изменение скорости разливки по мере уменьшения уровня металла в ковше



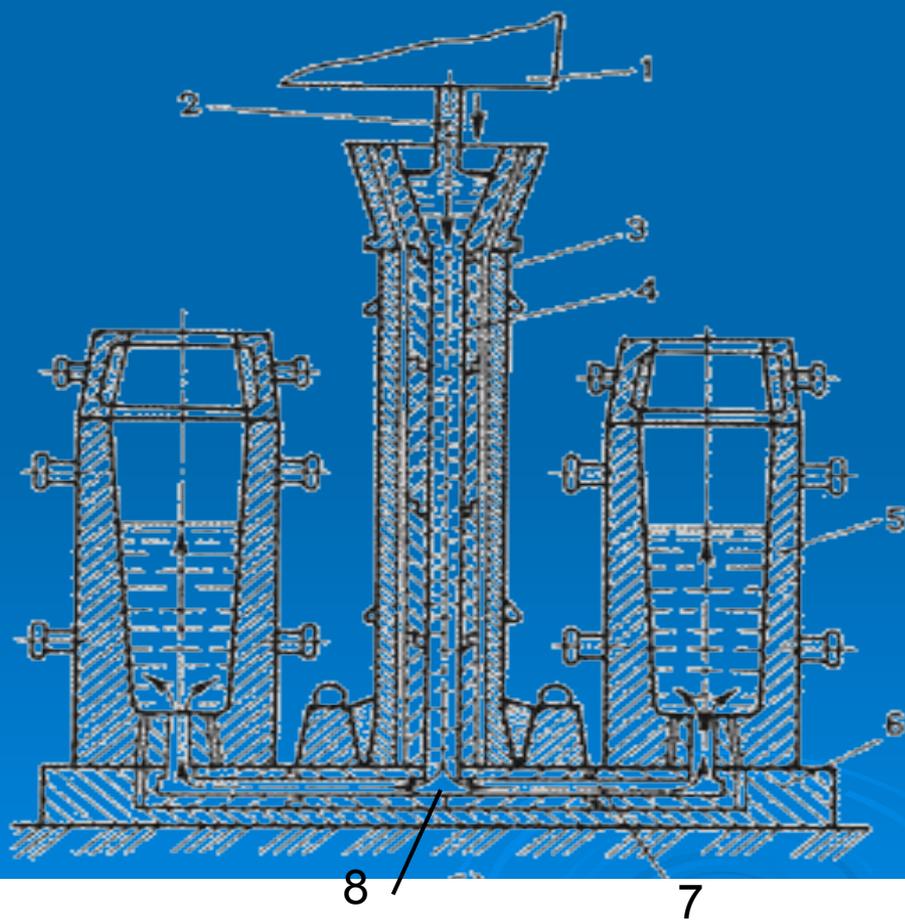
- 1 – усадочная раковина;
2 – V и Л – образная ликвация;
3 – усадочная пористость

Разливка сифоном стали на ОАО «Уральская сталь».



Разливка сифоном

При разливке сифоном металл поступает в изложницу снизу через систему каналов, выложенных из огнеупорного сифонного кирпича



1 – ковш;

2 - жидкая сталь;

3 - центральной литник

4 - огнеупорные трубки;

5 – изложница;

6 - поддон;

7 – каналы;

8 – шамотная звездочка

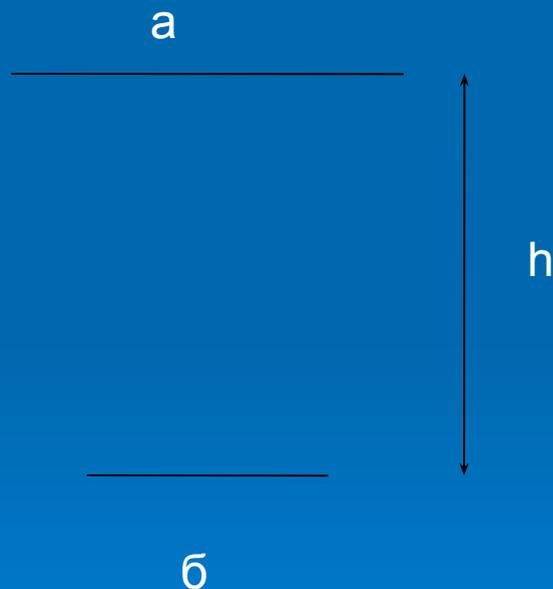
Достоинства способа

Поверхность слитка
получается чистой;
Можно разливать большую
массу металла

Недостатки способа

Возникает опасность загрязнения стали
неметаллическими включениями;
Требуется высокая температура
разливки;
Увеличиваются потери металла за счет
литников.

Конусность – отношение разности линейных размеров
между верхним и нижним основанием к высоте
изложницы



Изложницы уширяющиеся кверху

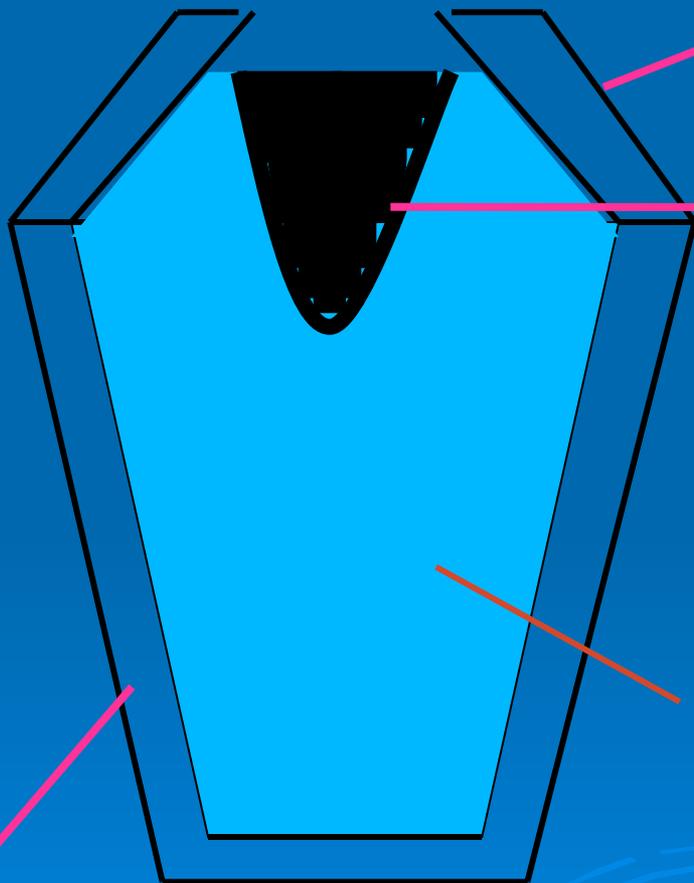
Прибыльная
надставка

Концентрированная
усадочная раковина

H/D для прокатки – 2,5 - 3,5 %
дляковки до 10-12 % на
сторону

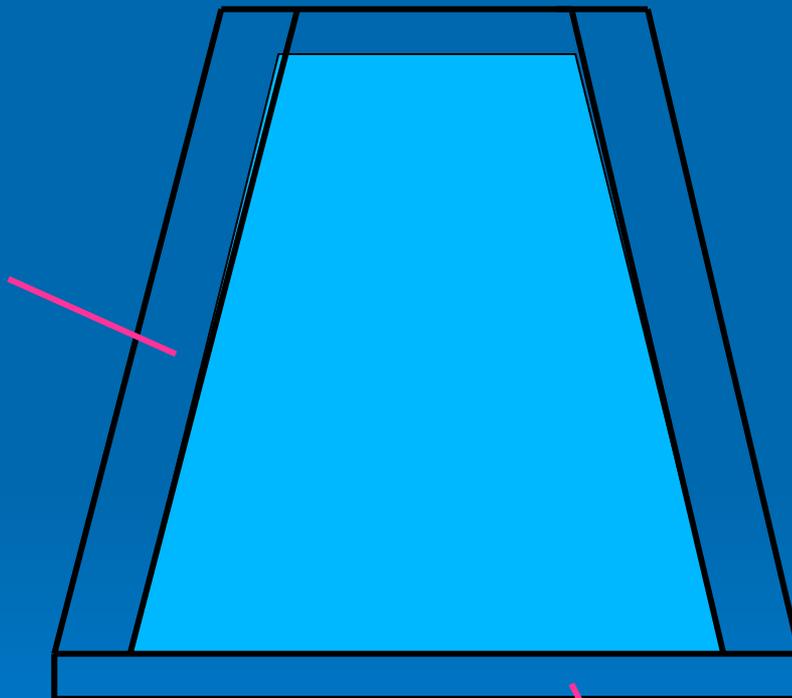
металл

изложница



Изложницы уширяющиеся к низу

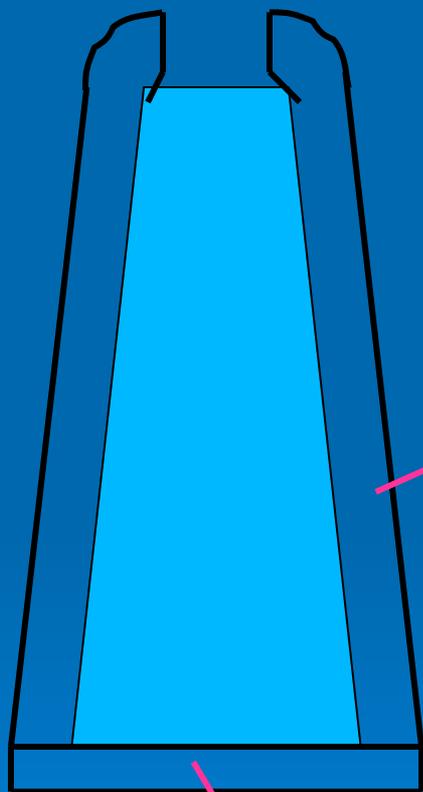
изложница



поддон

H/D для прокатки
– 1,0 - 1,5 %
дляковки до
3-6 % на
сторону

Изложницы бутылочного типа



изложница

H/D для прокатки – 1,0 -
2,5 %

дляковки до 2-3 %
на сторону

поддон

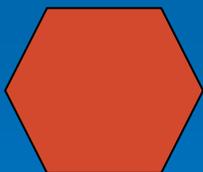
Внутреннее сечение изложницы



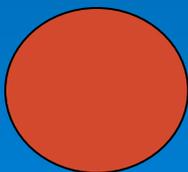
Слитки с таким сечением
передельывают на сортовой прокат



Слитки с таким сечением идут на
листовой прокат



Слитки с таким сечением идут на
поковки



Слитки с таким сечением идут на
изготовление труб, колес

Непрерывная разливка стали





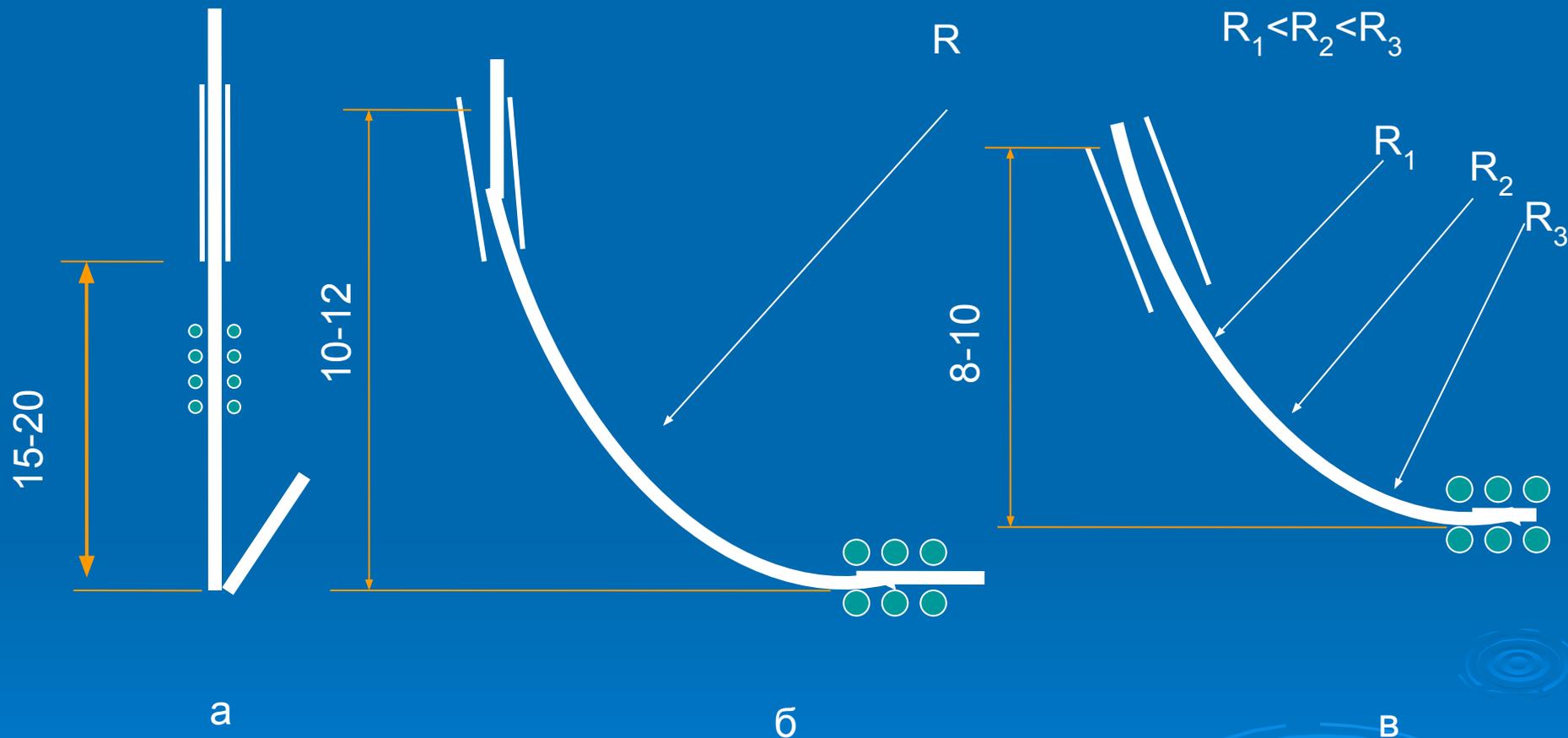


- 1 - сталеразливочный ковш;
- 2 - промежуточное разливочное устройство;
- 3 - водоохлаждаемая изложница – кристаллизатор;
- 4 – зона вторичного охлаждения;
- 5 - затвердевающий слиток;
- 6 – ролики;
- 7 - зона резки.

Достоинства способа

- Слитки имеют плотное строение и мелкозернистую структуру, отсутствуют усадочные раковины;
- Сокращается расход металла на 1 тонну годного проката;
- Сокращаются капитальные затраты на сооружение дополнительных отделений металлургического завода

Типы УНРС



*а- УНРС вертикального типа, б – УНРС радиального типа,
в- УНРС криволинейного типа*

Способы повышения качества стали

Обработка стали в вакууме

Внеагрегатная обработка стали синтетическими шлаками, порошками, нейтральными газами,

Раскисление и модифицирование РЗМ и ЩЗМ и их сплавами

электрошлаковый переплав (ЭШП)

вакуумно-дуговой переплав (ВДП)

переплав металла в электронно-дуговых и плазменных печах и т.д.

способы внепечной обработки стали условно подразделяются:

Простые способы

комбинированные

обработка металла вакуумом;
продувка инертным газом;
обработка стали синтетическим шлаком в ковше;
введение реагентов в глубь металла;
продувка порошкообразными материалами

обработка металла
несколькими способами
одновременно

недостатки

- 1 необходимость перегрева жидкого металла в печи
- 2 ограниченность воздействия на сталь

недостатки

усложнение конструкции ковша и использование более сложного оборудования

Вакуумирование стали проводят используя следующие способы:

В ковше:

- без принудительного перемешивания;
- с принудительным перемешиванием и ЭМП
- с дополнительным подогревом

Порционное и циркуляционное вакуумирование

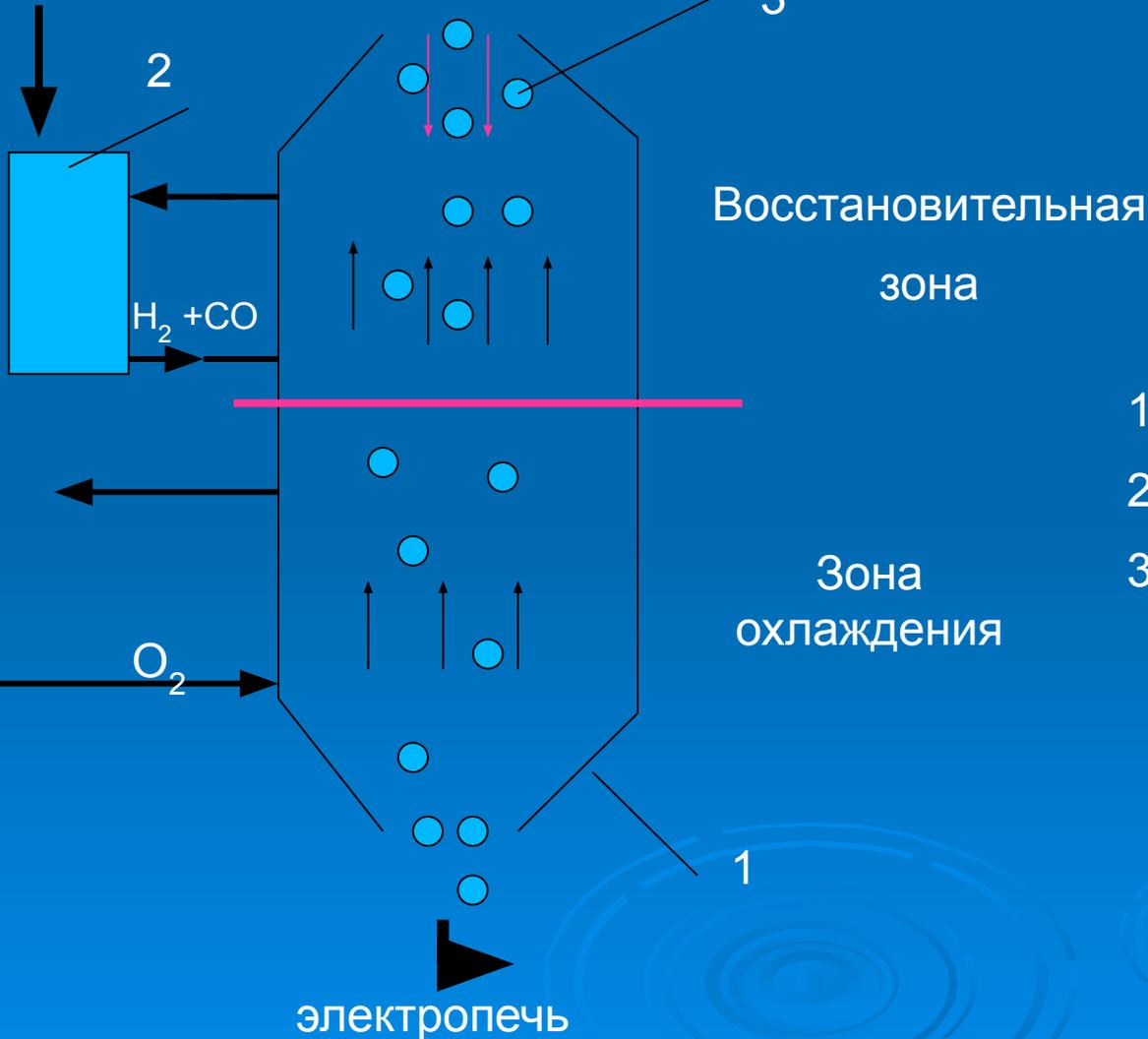
Вакуумирование при разливке

Процессы прямого получения железа из руд



Получение губчатого железа в шахтных печах

природный и доменный газы

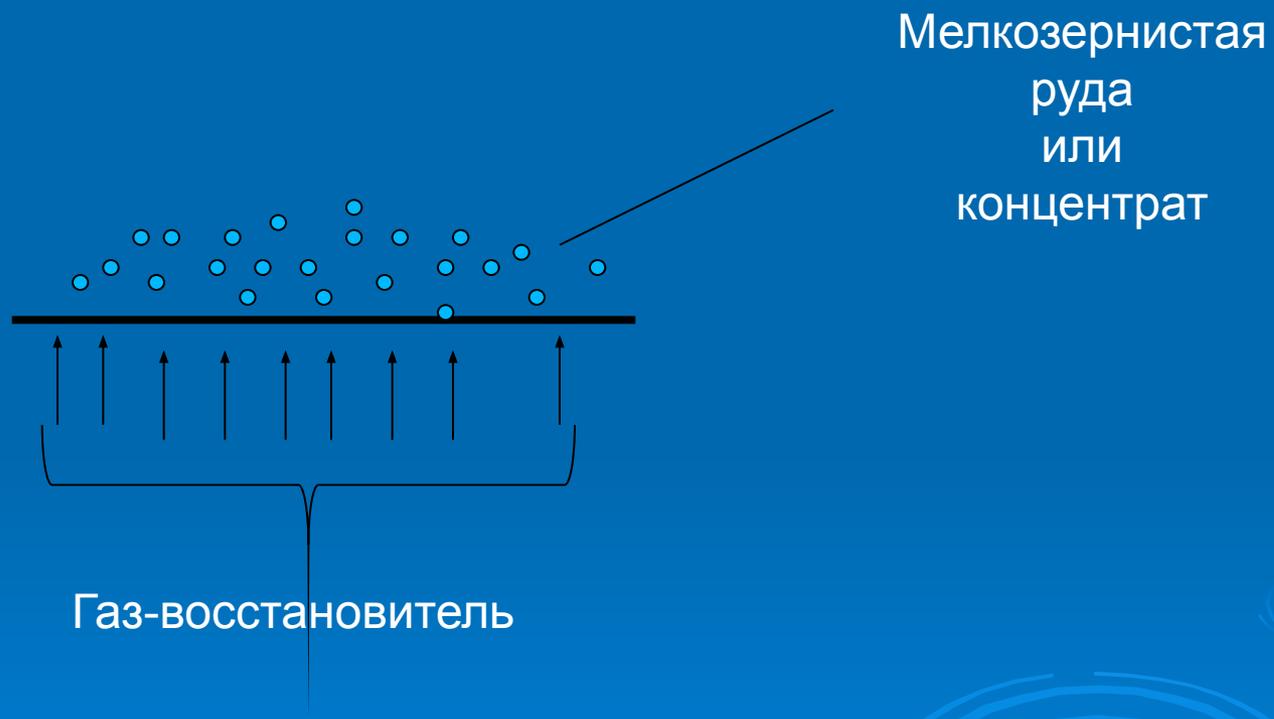


1 – печь шахтного типа

2 – конверсионная установка

3 - окатыш

Восстановление железа в кипящем слое



Получение губчатого железа в капсулах-тиглях

