

Ленинградская область, Волховский район,
МОБУ «Сясьстройская СОШ №2»

ОБЩИЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Понятие о металлургии

Автор:
учитель химии

высшей
квалификационной
категории
Бочкова Ирина
Анатольевна

2013-2014
учебный год

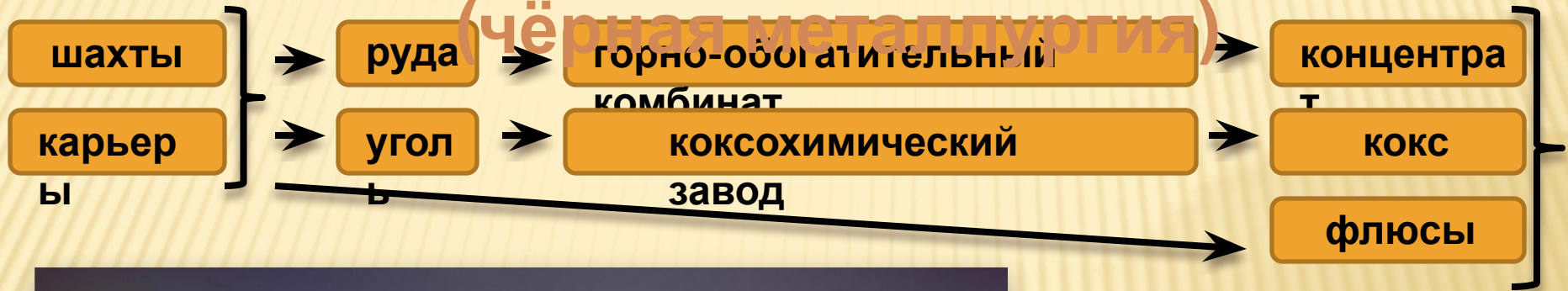
900igr.net

Содержание презентации

- Схема металлургического производства
- Журнал «Национальная металлургия»
- Журнал «Металлургия машиностроения»
- Журнал «Металлург»
- Журнал «Чёрные металлы»
- Журнал «Экология производства»
- Журнал «Экология и жизнь»
- Телеканал RTG
- Задачи производственного характера
- Источники информации

Схема металлургического производства

(чёрная металлургия)



Металлургический комбинат



Металлургический комбинат

04.05.2014



Значение металлургии

- основа индустрии
- фундамент машиностроения
- крупнейшими потребителями являются:
 - металлообработка,
 - строительная индустрия,
 - железнодорожный транспорт,
 - военно-промышленный комплекс,
 - топливно-энергетический комплекс,
 - химическая промышленность



Металлургические процессы

- извлечение металлов из руд и использование отходов производства

Стадии

*Подготовка
руды*

*Восстановление
химического
соединения*

*Вторичная
обработка
металла*



Методы восстановления

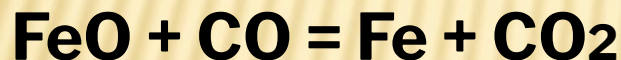
- зависят от фазы, в которой проводят восстановление
(раствор, расплав, твёрдая)

1. **Гидрометаллургическое восстановление** –

восстановление химическими восстановителями из водных растворов

2. **Пирометаллургическое восстановление** –

восстановление химическими восстановителями при высокой температуре из расплавов или твёрдой фазы



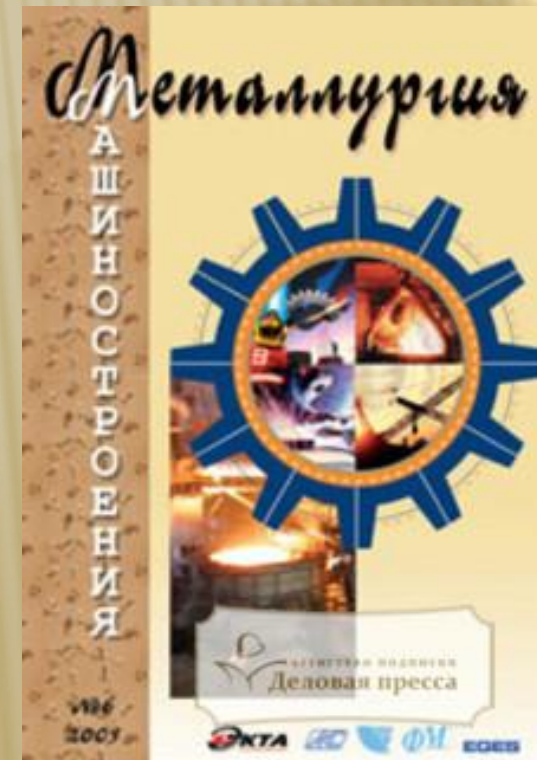
3. **Электрогидрометаллургическое восстановление** –

восстановление электрическим током из водных растворов или расплавов



Классификация металлических руд

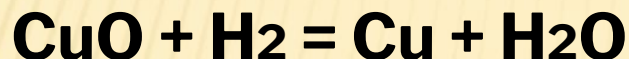
- По качеству и количеству металла
 - 1. Промышленные (до 0,4%)
 - 2. Непромышленные
- По числу содержащихся в руде металлов
 - 1. Монометаллические (простые)
 - 2. Полиметаллические (комплексные)
- По содержанию металла
 - 1. Богатые; 2. Средние
 - 3. Бедные
- По форме нахождения металла
 - 1. Самородные (Me); 2. Окисленные (MeO)
 - 3. Сульфидные (MeS); 4. Галогенидные (MeHal)



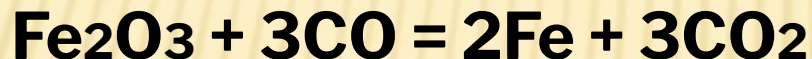


Важнейшие восстановители

Водород – при нагревании водород восстанавливает многие металлы из их оксидов

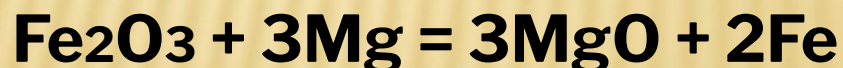


Оксид углерода (II) – является одним из сильнейших восстановителей в металлургии



Углерод – процесс *карботермия*, дешёвый восстановитель

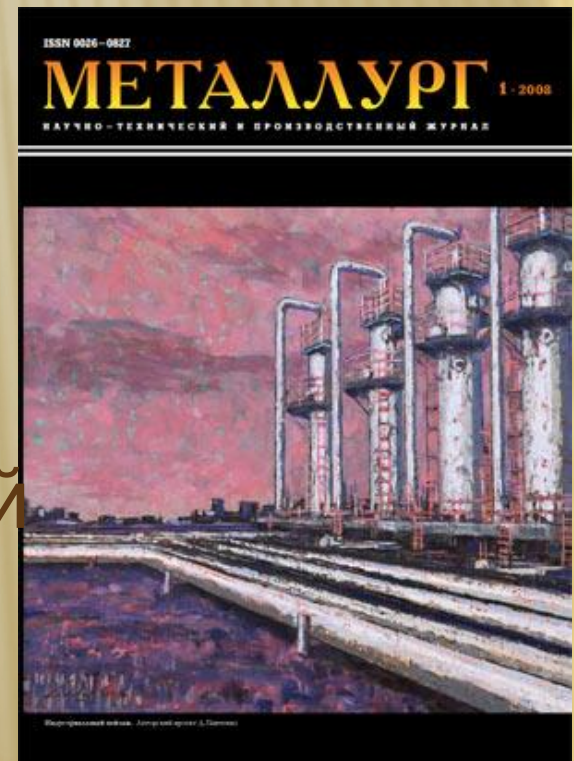
Металлы – процесс *металлотермия*: Al - *алюмотермия*; Mg - *магнийтермия*; Ca – *кальцийтермия*



Доменное производство (выплавка чугуна)

Источник получения железа – *железная руда*:

- Fe_3O_4 – магнетит (магнитный железняк)
- Fe_2O_3 – гематит (красный железняк)
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – лимонит (бурый железняк)
- FeS_2 – пирит (железный или серный колчедан)



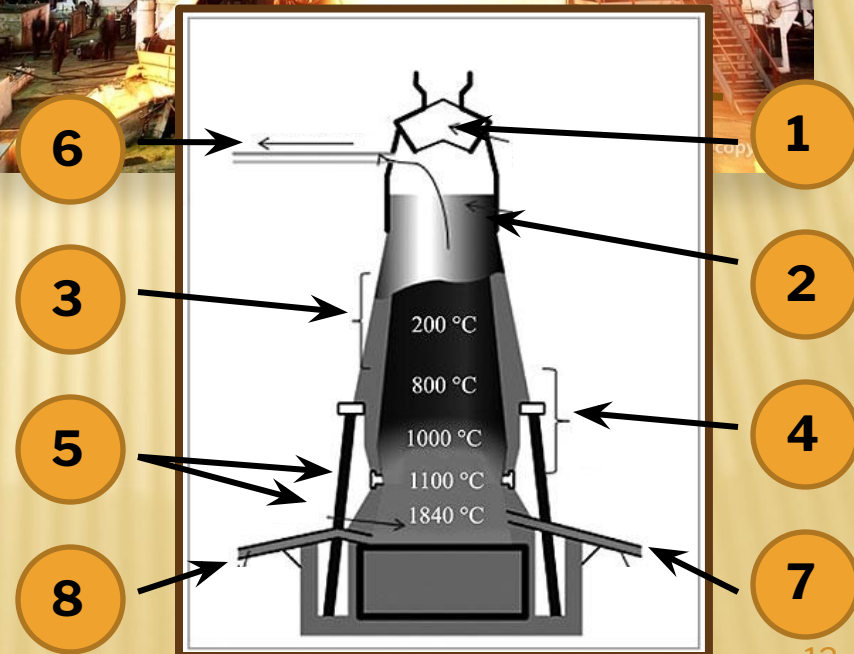
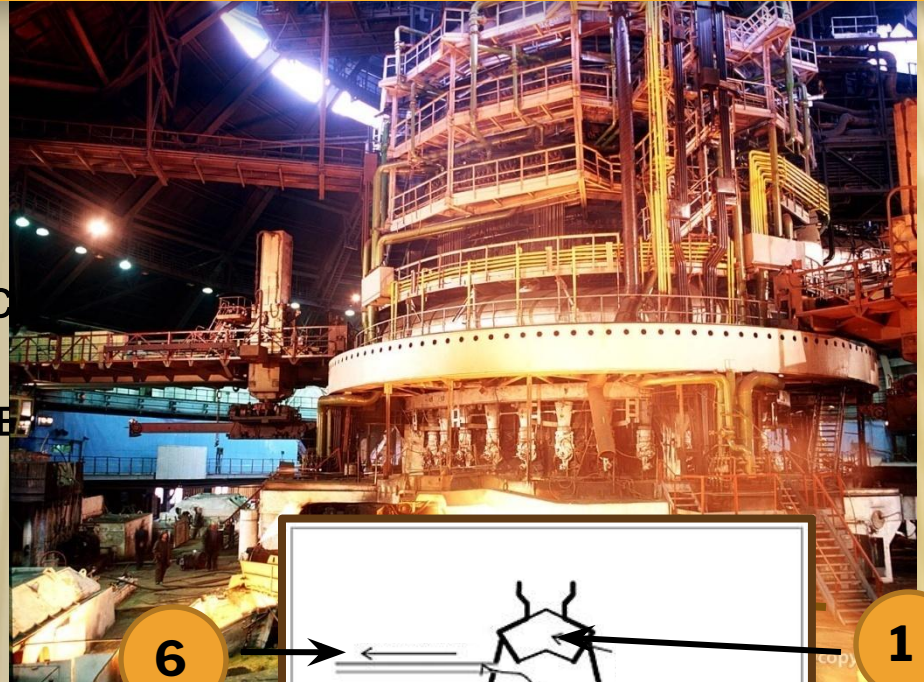
История доменного производства

- Первые доменные печи появились в Европе в середине XIV века.
- Отцом русской доменной металлургии, считают **Андрея Денисовича Виниуса**.
- 29 февраля 1632 года получил жалованную грамоту царя Михаила Федоровича на монопольное устройство на Урале заводов с правом безоброчного владения на 10 лет.
- 24 марта 1636 г. заводчик объявил 144 пуда железа «первого своего дела».
- Построил чугунолитейный и железоделательный заводы в 15 км от Тулы.
- Позднее он основал железоделательный завод в Шенкурском уезде, на реке Ваге.
- До А. Виниуса в России пользовались железом, покупавшимся в Швеции по очень высокой цене.
- Тульский завод стал первым предприятием по изготовлению отечественного железа.
- На его базе при Петре I в 1712 году был основан Тульский оружейный завод, который позволил прекратить импорт оружия из Европы.



Устройство доменной печи

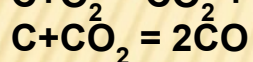
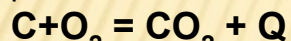
1. Загрузка железорудных материалов, известняка и кокса (*загрузочное устройство*)
2. Зона предварительного нагрева (*колошник*)
3. Зона восстановления Fe_2O_3 (*шахта*)
4. Зона восстановления FeO (*распар*)
5. Зона плавления (*заплечики и горн*)
6. Доменный газ
7. *Летка* выпуска шлака
8. *Летка* выпуска жидкого чугуна



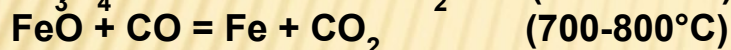
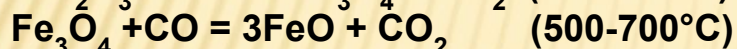
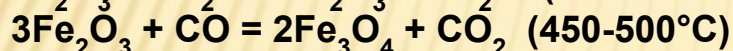
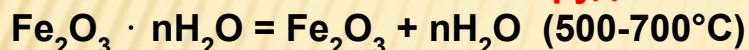


Химизм доменных процессов

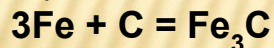
I Образование восстановителя: Проходя через раскалённый кокс (1700°C), CO_2 восстанавливается до CO .



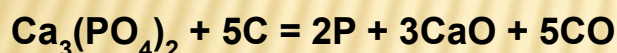
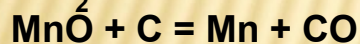
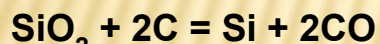
II Восстановление железа из руды:



Железо частично реагирует с углеродом с образованием карбида железа Fe_3C , которое растворяется в жидком железе

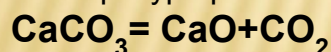


III Частичное восстановление примесей:

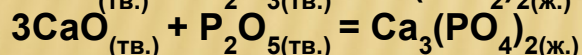
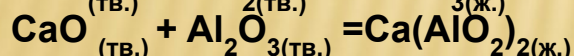
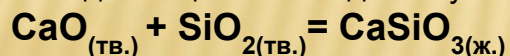


Чугун – это сплав железа с углеродом, содержащий примеси карбида железа, S, P, Si, Mn.

IV Шлакообразование: Известняк CaCO_3 при высокой температуре разлагается:



Оксид кальция взаимодействует с оксидами пустой породы:



Производство

Сущность процесса:

- уменьшение содержания углерода;
- возможно более полное удаление S и P;
- доведение содержания Si и Mn до требуемых уровней.
- передельный чугун;
- железный лом;
- обогащённая железная руда.

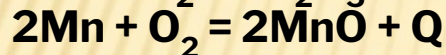
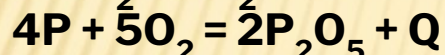
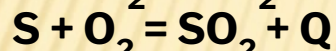
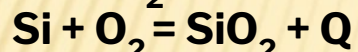
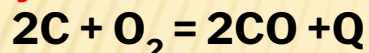
Способы переработки чугуна:

- мартеновский
- бессемеровский
- томасовский
- электродуговой

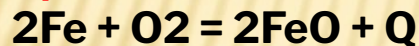


Химизм варки стали

I Окисление примесей кислородом воздуха:



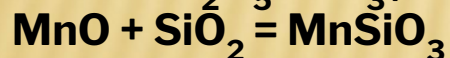
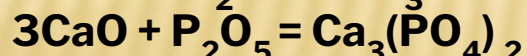
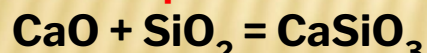
II Частичное окисление железа кислородом:



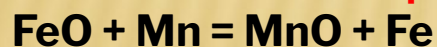
III Окисление примесей оксидом железа:



IV Шлакообразование:

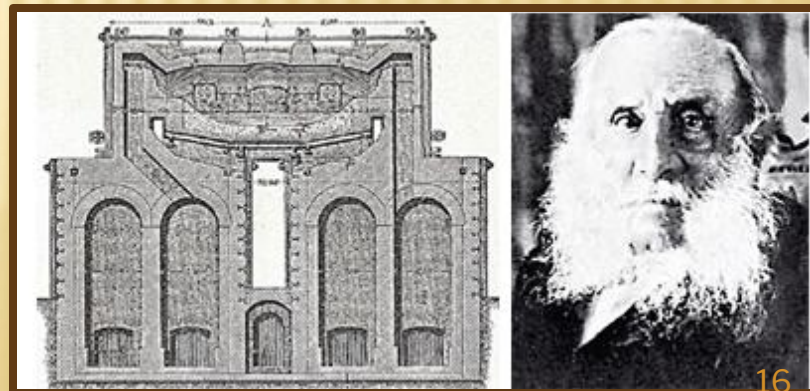
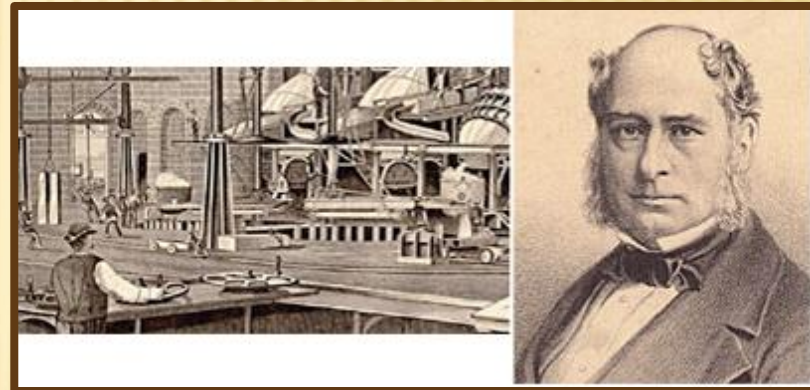


V раскисление железа ферромарганцем:



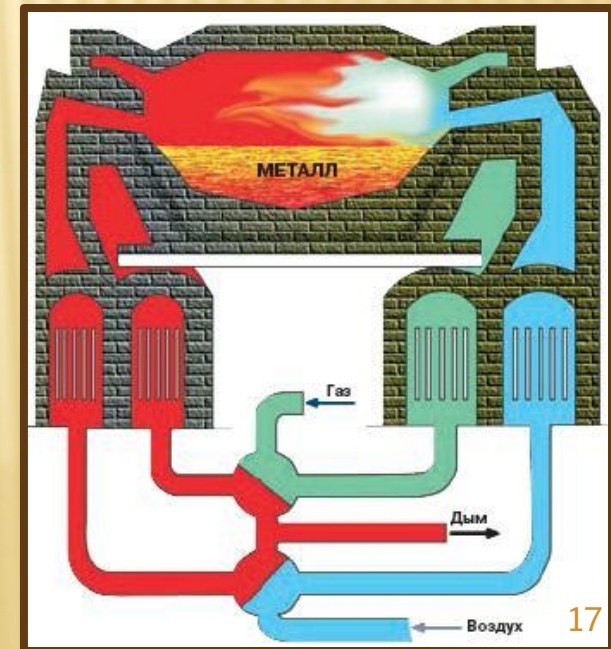
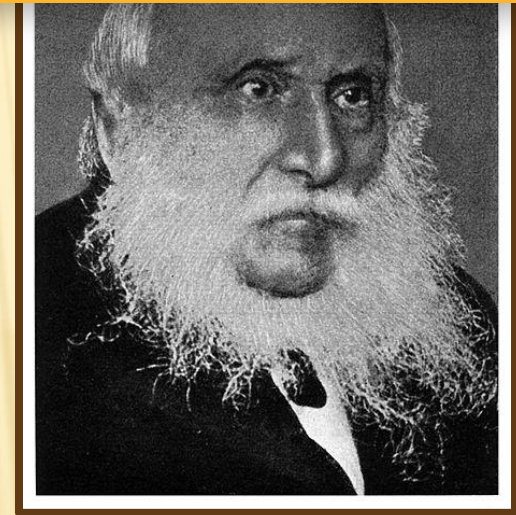
История сталеплавильного производства

- Первым секрет получения дамасской, или булатной стали разгадал в **1828** году генерал-майор **Павел Аносов**, который надзирал над производством металла на заводе в Златоусте;
- англичанин **Генри Бессемер** в **1856** году изобрел конверторный способ изготовления стали. Этот метод стал сегодня основным в черной металлургии;
- французский металлург **Пьер Мартен**, в **1865** году запатентовал печь для выплавки стали нового образца, в производстве стало возможным использовать лом, которого на планете к тому времени накопилось громадное количество;
- **Сидней Джилкрист Томас** а **1878** году придумал, как удалять из железной руды при плавке серу и фосфор.



Мартеновская печь

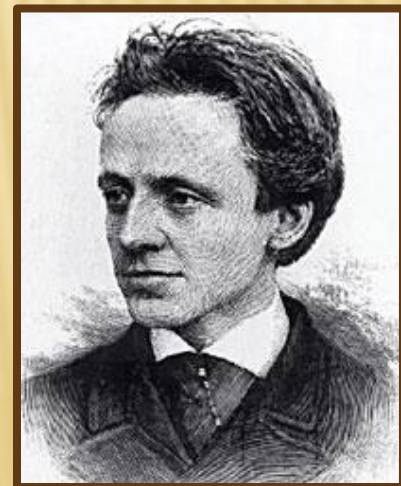
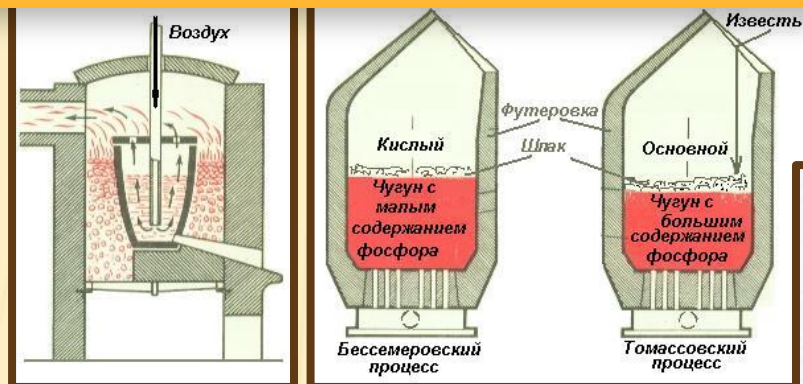
- Название произошло от фамилии французского инженера и металлурга **Пьера Мартена**.
- В 1864 предложил новый способ получения литой стали в регенеративных пламенных печах.
- Использовал принцип регенерации тепла продуктов горения для подогрева не только воздуха, но и газа. Благодаря этому удалось получить температуру, достаточную для выплавки стали.
- Широко применялся в металлургии в последней четверти XIX века.
- Мартеновская печь работает в среднем 1 год, после чего кирпич выгорает и теплоизоляция ухудшается.
- С 1970-х годов новые мартеновские печи в мире более не строятся.
- В России первую мартеновскую печь построили в 1869—1870гг. на Сорновском заводе **А.А.**



Мартен



Кислородный конвертер



- В основе процессов лежит один принцип: чугун, из которого получают сталь, очищают, продувая через него воздух;
- сосуд, где протекает реакция (*конвертер*) имеет грушевидную форму с открытой горловиной вверху; укреплен на горизонтальной оси, что позволяет его наклонять;
- конвертеры Бессемера и Томаса по внешнему виду одинаковы;
- главное различие: **бессемеровский конвертер изнутри выложен - кислой** огнеупорной футеровкой и в нем нельзя удалить фосфор в основной шлак, потому что такой шлак быстро разъедает кислую футеровку.
- **Томасовский** конвертер имеет основную футеровку, поэтому здесь, добавляя известь, можно получить **основной шлак**, который хорошо извлекает **фосфор** из чугуна, но не разрушает **основную футеровку**.
- бессемеровский и томасовский конвертеры позволяют за 20 мин превратить в сталь до 20 т чугуна.

Сталевары



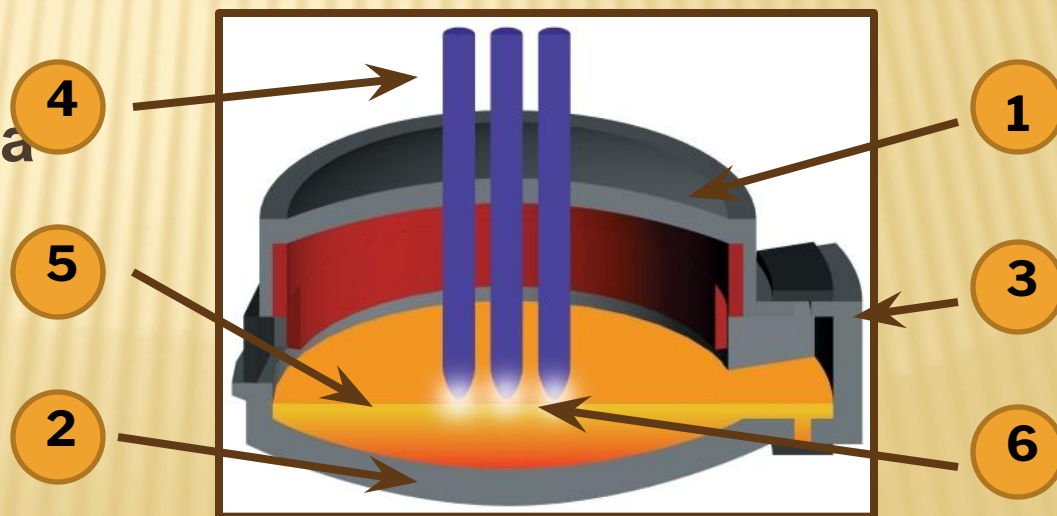
Электродуговая печь

- Основное назначение дуговой печи - выплавка стали из металлического лома (скрапа);
- источником тепла в дуговой печи является электрическая дуга, возникающая между электродами и жидким металлом или шихтой при приложении к электродам электрического тока необходимой силы (температура 3000°C);
- возможность электроплавки металлов впервые была установлена русским физиком **В. В. Петровым**;
- 1909 г. считают началом промышленного производства электростали в России. В этом году на дуговой печи **П. Эру** было выплавлено 192 т высококачественной стали;
- основоположником создания электрометаллургии качественных сталей в нашей стране следует считать металлурга **Н. И. Беляева**. В 1916 г. он получил первую легированную электросталь.



Устройство электродуговой печи

1. Свод печи
2. Под печи
3. Механизм наклона печи
4. Электроды
5. Расплав
6. Электрическая дуга



Дуговая сталеплавильная печь



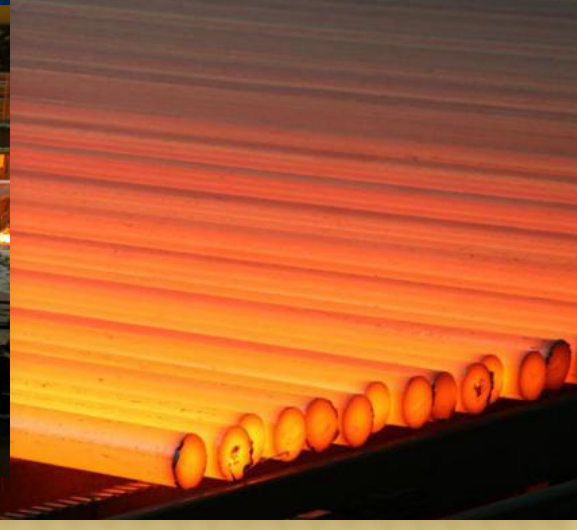
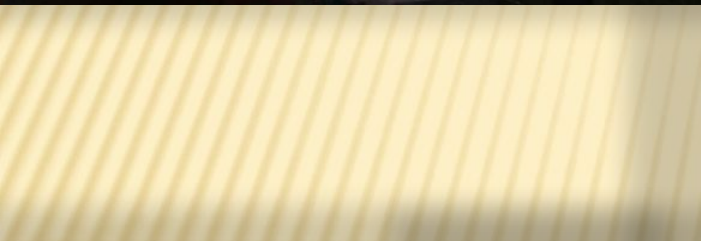
Прокатный стан

- Комплекс оборудования, в котором происходит пластическая деформация металла между вращающимися валками.
- Это система машин, выполняющая вспомогательные операции:
- транспортирование исходной заготовки с склада к нагревательным печам и к валкам стана,
- передачу прокатываемого материала от одного калибра к другому,
- кантовку,
- транспортирование металла после прокатки,
- резку на части,
- маркировку или клеймение,
- правку,
- упаковку,
- передачу на склад готовой продукции и др.





Виды проката



Экологические проблемы

- Современное сталеплавильное производство характеризуется значительным объемом технологических выбросов.
- На **1 т** выплавленного чугуна выделяется **11–13** кг пыли, **190–200** кг оксида углерода, **0,4** кг диоксида серы, **0,7** кг углеводородов и др.
- Концентрация пыли в отходящих газах составляет **5–20** г/м³, размер пыли **35** мкм.
- При литье под действием теплоты жидкого металла из формовочных смесей выделяются бензол, фенол, формальдегид, метанол и другие токсичные вещества.
- При литье под действием теплоты жидкого металла из формовочных смесей выделяются бензол, фенол, формальдегид.





- Общая масса накопленных промышленных отходов составляет около **30** млрд. т.
- Только **15 – 30%** металлургических отходов подвергаются переработке.
- Основная часть отработанных материалов хранится в отвалах (пластах, негодных для выработки), на шламовых полях и т.п.
- По подсчётам экологов, площадь территории России, занимаемая промышленными отходами металлургических предприятий, составляет свыше **1300** кв. км. Зачастую отработанное сырьё складировается на плодородных землях.
- Промышленные отходы изобилуют токсичными веществами, и вещества эти способны мигрировать на огромные дистанции. Поэтому окружающая среда в радиусе **200** км от места захоронения металлургических отходов является загрязнённой.



Способы решения экологических проблем

- При металлургическом производстве необходимо стремиться к созданию безотходного производства.
- Для этого предприятиях помимо основного производства (чугуна, стали и проката) развиты сопутствующие химические производства по выпуску бензола, аммиака, минеральных удобрений, цемента.
- Так как сернистый газ загрязняет окружающую среду, то на многих современных производствах этот газ при помощи специальных устройств улавливается и используется для производства серной кислоты.
- Котлы-утилизаторы используют физическое тепло нагретых газов для получения пара, который идёт на отопление зданий.
- Пылеулавливающие устройства задерживают пыль.
- Перевод сталеплавильного производства на прогрессивную технологию непрерывной разливки стали позволяет снизить вредные выбросы в атмосферу на **5,3** тыс.т. в год.





Использование шлаков

Образующиеся шлаки используют в следующих направлениях:

- извлечение металла;
- получение щебня для дорожного и промышленного строительства;
- использование основных шлаков в качестве известковых удобрений (шлаковой муки) для сельского хозяйства;
- использование фосфорсодержащих шлаков для получения удобрений для сельского хозяйства;
- вторичное использование конечных сталеплавильных шлаков.





Видеоэкскурсия на металлургический комбинат

Russian Travel Guide TV - международный познавательный телеканал, посвященный путешествиям по России, её культурному и географическому разнообразию.

Эфир телеканала состоит из эксклюзивных фильмов собственного производства о культуре и искусстве многонациональной страны, её уникальной природе, российских городах, научных достижениях. Телеканал RTG TV был дважды награжден как лучший познавательный телеканал.

Ссылка на фильм в YouTube

<http://www.youtube.com/watch?v=XJH1VJ1v5As>



RTG

TV

RUSSIAN
TRAVEL
GUIDE



Задачи производственного характера

Задача N°1

Сколько чугуна, содержащего 94% Fe, можно получить из 1000т оксида

Fe(III), содержащего 20% пустой породы?

Дано:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ с прим.}) = 1000 \text{ кг}$$

$$\omega(\text{пуст. пор.}) = 20\% =$$

$$\omega(\text{Fe}) = 94\% = 0,94$$

$$m(\text{чугуна}) = ?$$

Решение:

$$1) \quad m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1000 \cdot (1 - 0,2) = 1000 \cdot 0,8 = 800 \text{ т (800000 кг)}$$

$$2) \quad n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 800000 / 160 =$$

$$5000 \text{ кмоль} \quad 10000 \text{ кмоль}$$



2 кмоль

4 кмоль

$$4) \quad m(\text{Fe}) = 56 \cdot 10000 = 560000 \text{ кг (560 т)}$$

$$5) \quad m(\text{чугуна}) = 560 / 0,94 = 595,74 \text{ т}$$

Ответ: масса чугуна 595,74т



Задача N°2

Какая масса магнетита Fe_3O_4 , содержащая 10% примесей, требуется для

данного получения 4т Fe?

$$m(\text{Fe}) = 4\text{т} = 4000\text{кг}$$

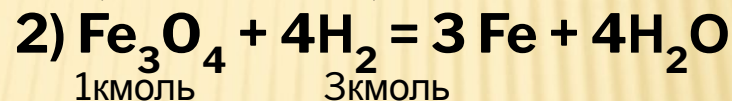
$$\omega(\text{прим.}) = 10\% = 0,1$$

$$m(\text{магнетита}) = ?$$

Решение:

$$1) n(\text{Fe}) = 4000/56 = 71,43 \text{ кмоль}$$

$$23,8\text{кмоль} \quad 71,43\text{кмоль}$$



$$3) m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 23,8 \cdot 232 = 5521,6\text{кг} (5,52\text{т})$$

$$4) \omega(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1 - 0,1 = 0,9$$

$$m(\text{магнетита}) = 5,52/0,9 = 6,14\text{т}$$

Ответ: масса магнетита 6,14т



Задача N°3

Сплав железа с углеродом массой 5,83г растворили в соляной кислоте. При этом выделилось 2,24л (н.у.) водорода. Определите массовую долю углерода

Дано: $m(\text{сплава}) = 5,83\text{г}$ **Решение:** Что представляет собой сплав: чугун или сталь?

$$m(\text{сплава}) = 5,83\text{г}$$

$$V(\text{H}_2) = 2,24\text{л (н.у.)}$$

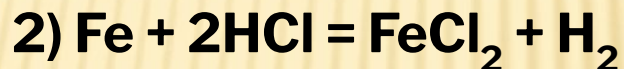
$$\omega(\text{C}) = ?$$

Чугун или сталь?

$$1) n(\text{H}_2) = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

0,1 моль

0,1 моль



1 моль

1 моль

$$3) m(\text{Fe}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6\text{г}$$

$$m(\text{C}) = 5,83 - 5,6 =$$

$$4) \omega(\text{C}) = 0,23/5,83 = 0,039$$

(3,9%)

Ответ: массовая доля углерода 3,9%; это чугун.



Задача №4

Феррохром содержит **65%** хрома и **35%** железа. Определите массовую долю

хрома в стали, полученной при прибавлении к **100кг** стали **2кг** феррохрома

Дано:
(3кг феррохрома).

$$\omega(\text{Fe}) = 35\% =$$

$$0,35$$

$$\omega(\text{Cr}) = 65\% =$$

$$0,65$$

$$m(\text{стали}) = 100\text{кг}$$

$$m(\text{Fe - Cr}) = 2\text{кг}$$

$$(3\text{кг})$$

$$\omega(\text{Cr в стали}) = ?$$

Решение:

$$1) m_1(\text{Cr}) = 2000 \cdot 0,65 = 1300\text{г} (1,3\text{кг})$$

$$m_2(\text{Cr}) = 3000 \cdot 0,65 = 1950\text{г} (1,95\text{кг})$$

$$2) m_1(\text{хромовой стали}) = 100 + 1,3 = 101,3\text{кг}$$

$$m_2(\text{хромовой стали}) = 100 + 1,95 = 101,95\text{кг}$$

$$3) \omega_1(\text{Cr в стали}) = 1,3/101,3 = 0,013$$

$$(1,3\%)$$

$$\omega_2(\text{Cr в стали}) = 1,95/101,95 = 0,019$$

$$(1,9\%)$$

Ответ: массовые доли хрома **1,3%** (**1,9%**)



Задача N°5

Железная руда содержит **85% Fe_2O_3** , **10% SiO_2** и **5% других примесей**, не содержащих железо или кремний. Определите массу железа и хрома в

Дано: 1000 кг железной руды.

$$\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 85\% (0,85)$$

$$\omega(\text{SiO}_2) = 10\% (0,1)$$

$$\omega(\text{других прим.}) = 5\% (0,05)$$

$$m(\text{руды}) = 1000 \text{ кг}$$

$$m(\text{Fe}) = ?$$

$$m(\text{Si}) = ?$$

Решение:

$$1) m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1000 \cdot 0,85 = 850 \text{ кг}$$

$$m(\text{SiO}_2) = 1000 \cdot 0,1 =$$

$$100 \text{ кг}$$

$$2) M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 56 \cdot 2 + 48 =$$

$$160 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{SiO}_2) = 28 + 16 \cdot 2 =$$

$$60 \text{ г/моль}$$

$$3) m(\text{Fe}) = (112 \cdot 850) / 160 = 595 \text{ кг}$$

$$m(\text{Si}) = (28 \cdot 100) / 60 = 46,67 \text{ кг}$$

Ответ: масса железа **595 кг**, масса кремния **46,67 кг**



Задача №6

Определите объём (н.у.) оксида углерода (II), необходимый для восстановления железа из **1000 кг Fe_2O_3** и массу угля, который надо сжечь

для получения требуемого объёма оксида углерода (II).

Дано:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1000 \text{ кг}$$

$$V(\text{CO})_{(\text{н.у.})} = ?$$

$$m(\text{C}) = ?$$

Решение:

$$1) n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1000 / 160 = 6,25 \text{ кмоль}$$

$$6,25 \text{ кмоль} \quad 18,75 \text{ кмоль}$$



$$1 \text{ кмоль} \quad 3 \text{ кмоль}$$

$$3) V(\text{CO})_{(\text{н.у.})} = 18,75 \cdot 22,4 = 420 \text{ м}^3$$

$$18,75 \text{ кмоль} \quad 18,75 \text{ кмоль}$$



$$2 \text{ кмоль} \quad 2 \text{ кмоль}$$

$$5) m(\text{C}) = 18,75 \cdot 12 = 225 \text{ кг}$$

Ответ: объём угарного газа **420 м^3** , масса угля **225 кг**.

Источники информации

- А.А.Карцова, А.Н.Лёвкин Химия 11 класс. Профильный уровень., М., «Вентана-Граф», 2012
- М.А.Рябов. Сборник задач и упражнений по химии. 9 класс. М., «Экзамен», 2013.
- Metallurgical combine
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1829545>
- Basics of metallurgical production
<http://fs.nashaucheba.ru/docs/180/index-170427.html>
- Photographs <http://www.google.ru/imghp?hl=ru&tab=ii>
<http://loveopium.ru/tehnologiya/stalevary.html>
- Revolution of technologies
http://lon-live-metal.narod.ru/Revolution_2_Me.htm
- Metal searchers
http://www.epr-magazine.ru/industrial_history/technologies/metallse/arch/
- How was steel hardened <http://fishki.net/comment.php?id=90823>
- Metallurgical waste
<http://www.dishisvobodno.ru/iron-and-steel-waste.html>