МЕТАЛЛУРГИЯ

СТРУКТУРА КУРСА

ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИИ

Металлургией называется наука о способах производства металлов и сплавов на их основе, а также отрасль промышленности, производящая металлы и сплавы.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

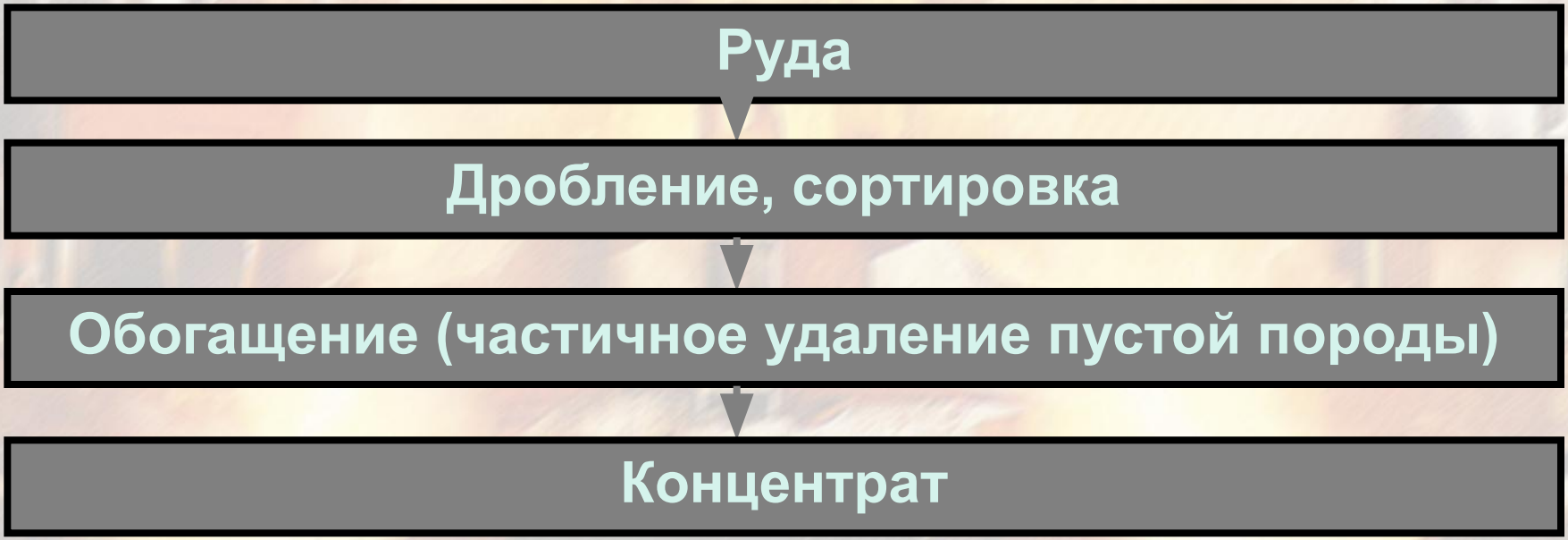
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Для производства чугуна, стали и цветных металлов используют руду, флюсы, топливо

Промышленной рудой называют горную породу, из которой извлекают металлы или их соединения

Добыча железной руды открытым способом

Подготовка руды к плавке



ОБОГАЩЕНИЕ

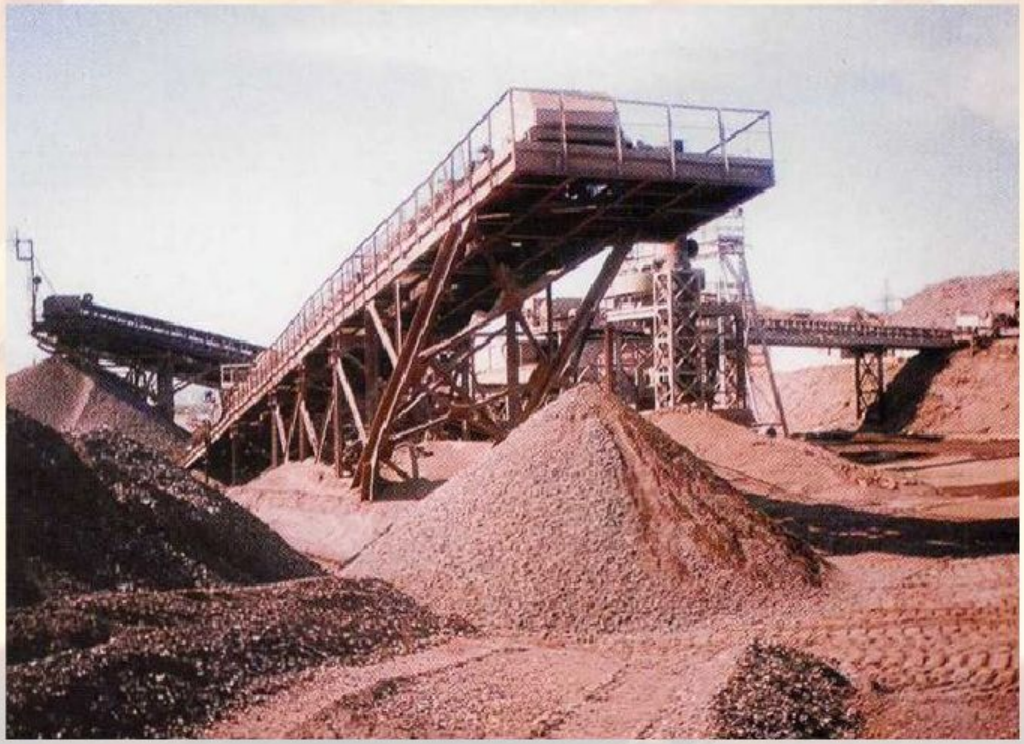
Обогащение – процесс отделения пустой породы от рудного тела, проходящий вне металлургического агрегата. Обогащение основано на различных физических свойствах рудного тела и пустой породы.

Виды обогащения

- **Магнитное обогащение**
- **Флотация**
- **Сепарация**
- **Гравитация (отсадка)**

ФЛЮСЫ

Флюсы - это материалы ($CaCO_3$ – известняк; $CaCO_3xMgCO_3$ – доломитизированный известняк), которые служат для образования легкоплавкого соединения с пустой породой руды. Такое соединения называют **шлаком.**



Обычно шлак имеет меньшую плотность, чем металл, поэтому он располагается в печи над металлом и может быть удален в процессе плавки. Шлак защищает металл от печных газов и воздуха. Шлак называют кислым, если в его составе преобладают кислотные оксиды (SiO_2, P_2O_5), и основным, если в его составе больше основных оксидов (CaO, MgO, FeO и др.)

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО

Топливом в металлургических печах являются кокс, природный газ, мазут, доменный газ

Кокс получают в коксовых печах сухой перегонкой **каменного угля** при температуре 1000°С (без доступа воздуха). Куски кокса должны иметь размеры 25…60 мм.

каменный уголь

кокс

Природный газ содержит 90…98 % углеводов (CH_4 - метан, C_2H_6 - этан)

Мазут содержит 84…88% углерода, 10…12% водорода

ПРОИЗВОДСТВО КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Флюс

Доломитизированный известняк

Концентрат

Обогащенная руда

Твердое топливо

Коксующийся уголь

Окусковывание (агломерация, окатывание)

Агломерационная шихтовая смесь

Транспортировка горячего агломерата

Производство окатышей

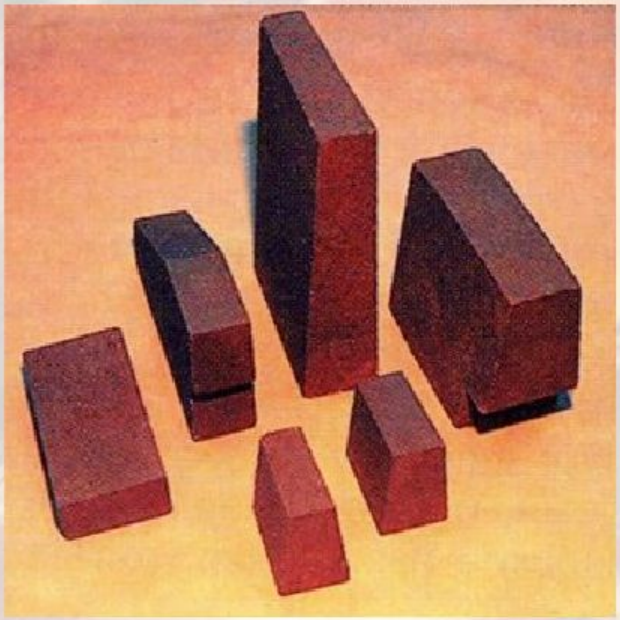
Агломерат, окатыши

Агломерат

Окатыши и руда, из которой их получают

ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для изготовления внутреннего облицовочного слоя (футеровки) металлургических печей и ковшей применяют огнеупорные материалы



Огнеупорные материалы	Химические свойства	t, °C	Главная составная часть
Динас	Кислый	1700	SiO_2 - 93%
Магнезит	Основной	2000	MgO - 92%
Доломит	Основной	1800	CaO • MgO (50%, 35%)
Шамот	Нейтральный	1700	Al_2O_3 • SiO_2 (40%, 60%)
Графит	—	2000	C - 92%

ТРЕБОВАНИЯ К ОГНЕУПОРНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Огнеупорность

Огнеупорностью называется свойство материала противостоять воздействию на него высоких температур (900-20000С). Она зависит преимущественно от химического состава материала.

Прочность

Химическая активность

Химическая активность (или шлакоустойчивость) определяется способностью огнеупорного материала противостоять химическому воздействию расплавленного металла, шлака, горячего печного газа. Во избежание химического взаимодействия шлака и огнеупора последние подбираются по следующему принципу: кислый шлак- кислый огнеупор; основной шлак- основной огнеупор.

Термическая прочность

Термическая устойчивость

Термическая устойчивость- способность противостоять резкому перепаду температур. Она зависит от теплопроводности материала и коэффициента линейного расширения.

СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА ИЗ РУДЫ

ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА

Чугуном называется сплав железа с углеродом, с содержанием углерода более 2,14%. Кроме того, в чугуне имеются постоянные примеси: кремний < 3,75%, марганец <2,5%, фосфор <1,2% и сера <0,07%.

Благодаря сочетанию высоких литейных свойств, достаточной прочности и износостойкости, а также относительной дешевизне, чугуны получили широкое распространение в машиностроении, в том числе и в автомобилестроении.

Исходным материалом для получения чугуна являются: железные и марганцевые руды, кокс и природный газ, как топливо, и флюс. Все это вместе называется **шихтой**.

Подготовка шихты к плавке проводится с целью увеличения содержания железа в шихте и уменьшения в ней вредных примесей – серы и фосфора:

а) дробление и сортировка руды;

б) обогащение руды (промывка от глины и песчаной массы; обжиг) – железной руды (40…50%), известняка (15…20%), возврата мелкого агломерата (20…30%), кокса (20…30%);

в) агломерация (спекание шихты при 1300..1500^{o}C) и окатывание (шарики ∅10..30 мм).

Горение топлива. В близи фурм при температуре 1800…1900^{0}С углерод кокса, взаимодействуя с кислородом воздуха, сгорает:

$$C + O_2 = CO_2 + Q_1;$$
$$C + CO_2 = 2CO - Q_2;$$
$$Q_1 » Q_2$$

В результате горения выделяется теплота. Горячие газ, поднимаясь, отдают теплоту шихтовым материалам и нагревают их.

Шихта (агломерат) опускается на встречу потоку газов, и при температуре 570^{0}С начинается восстановление оксидов железа.

Восстановление железа в доменной печи. Восстановление железа из руды в доменной печи происходит в несколько стадий, от высшего оксида к низшему:

$$Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$$

$$3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2 + Q$$
$$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3FeO + CO_2 + Q$$
$$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2 + Q$$

В результате процесса восстановления оксидов железа и части оксидов марганца и кремния, в доменной печи образуется чугун, а в результате сплавления оксидов Al_2O_3, CaO, MgO, пустой породы руды, флюсов образуется шлак. Шлак стекает в горн и скапливается на поверхности жидкого чугуна благодаря меньшей плотности.

Чугун выпускают из печи через каждые 3…4 ч, а шлак – через 1…1,5 ч, средняя производительность доменной печи 1000 т в сутки, срок службы ≈ 25 лет.

Продукт доменной плавки.

Чугун – основной продукт доменной плавки. В доменных печах получают чугун различного химического состава в зависимости от его назначения.

Передельный чугун выплывают для передела его в сталь в конвертерных или мартеновских печах.

Литейный чугун используют на машиностроительных заводах при производстве фасонных отливок. Он содержит 2,75…3,25% Si.

Побочными продуктами доменной плавки являются **шлак и доменный газ**. Из шлака изготавливают шлаковату, цемент, а доменный газ после очистки используют как топливо, для нагрева воздуха, вдуваемого в доменную печь.

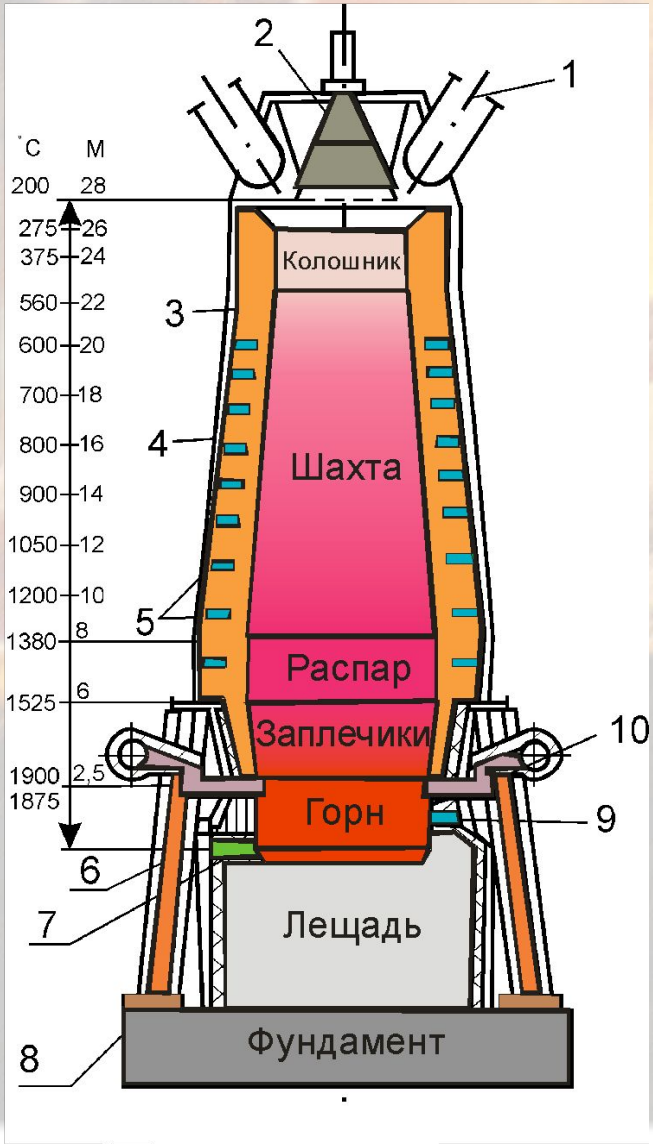
Технико-экономические показатели доменной печи

КИПО - это отношение полезного объема печи (V, $м^3$) к ее среднесуточной производительности Р(т) выплавленного чугуна. На практике значения КИПО лежит в пределах 0,5…0,7.

$$КИПО = \frac{V}{P}, \frac{м^2}{Т}$$

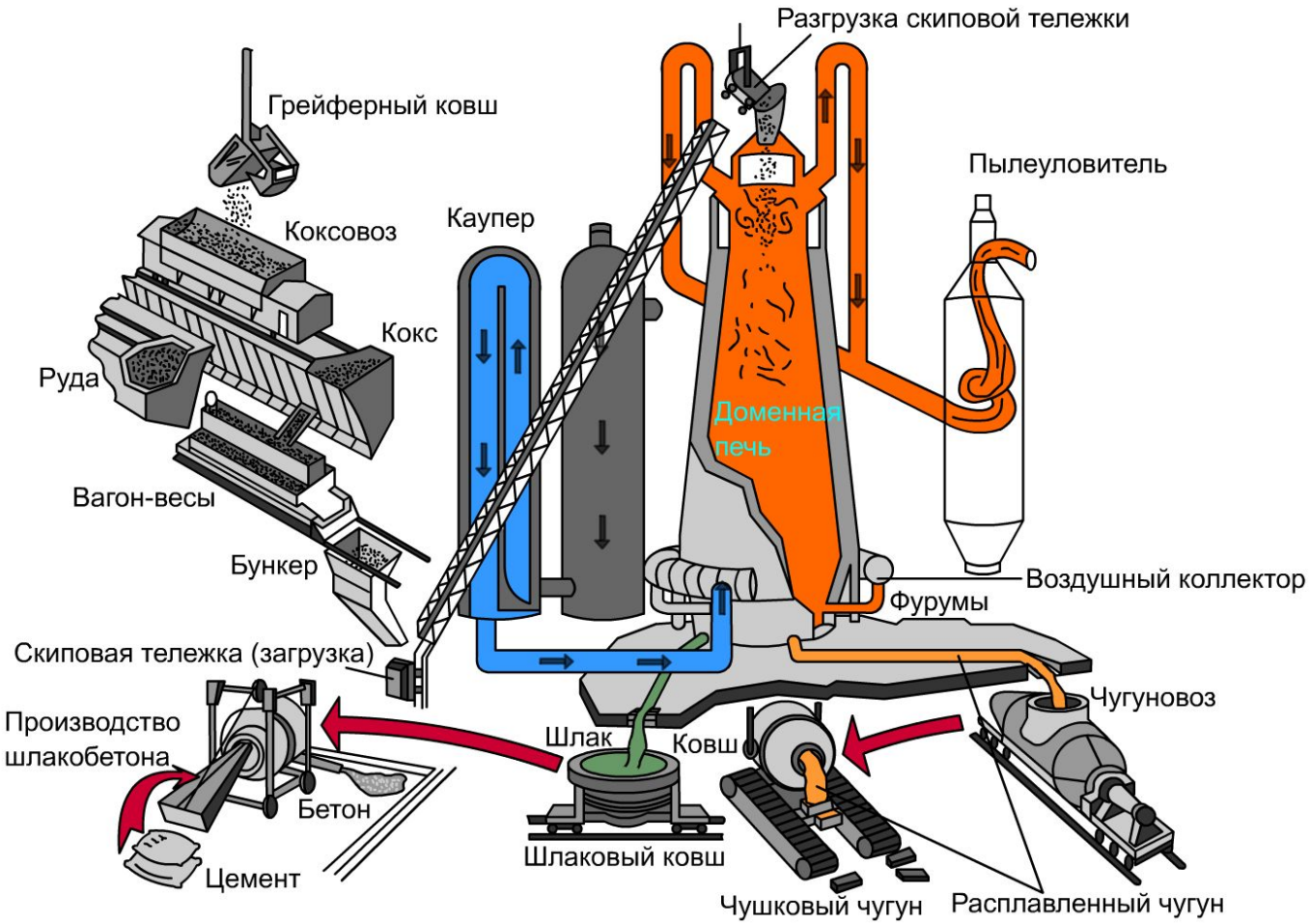
ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ

Конструкция доменной печи. Доменная печь – это печь шахтного типа, работающая по принципу противотока (газы к верху, шихта вниз).



1 - газоотводящий патрубок
2 - засыпной аппарат
3 - футеровка (огнеупорная кладка)
4 - сварные стальные листы
5 - стальные трубки с водой (для охлаждения футеровки)
6 - стальные колонны
7 - нижняя летка (для выпуска чугуна)
8 - нижнее металлическое кольцо
9 - верхняя летка (для выпуска шлака)
10 - кольцевой коллектор с втулками (для подачи под давлением воздуха в горн печи)

СХЕМА РАБОТЫ ДОМЕННОГО ЦЕХА



ФЕРРОСПЛАВЫ

Кроме чугуна в доменной печи выплавляют **ферросплавы** – сплавы железа с кремнием, марганцем и другими элементами. Их применяют для раскисления и легирования стали.