



# МЕТАЛЛУРГИЯ

# СТРУКТУРА КУРСА

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

МЕТАЛЛУРГИЯ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ЛИТЕЙНОЕ  
ПРОИЗВОДСТВО

ОБРАБОТКА  
МЕТАЛЛОВ  
ДАВЛЕНИЕМ

СВАРОЧНОЕ  
ПРОИЗВОДСТВО

РАЗМЕРНАЯ ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК ЛЕЗВИЙНЫМИ  
ИНСТРУМЕНТАМИ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ  
МЕТОДАМИ

# **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

Руда

Дробление, сортировка

Обогащение (частичное удаление пустой породы)

Концентрат

# 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

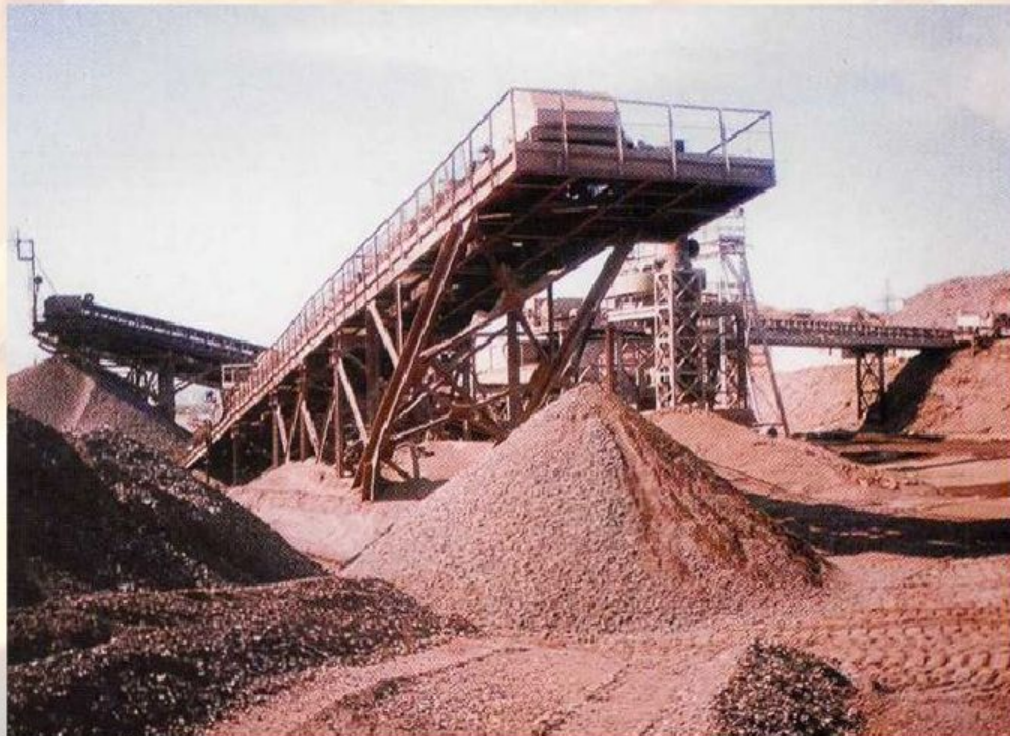
Флотация

Сепарация

Гравитация  
(отсадка)

# ФЛЮСЫ

**Флюсы** - это материалы ( $\text{CaCO}_3$  – известняк;  $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$  – 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 ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), и основным, если в его составе больше основных оксидов ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$  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  $1000^{\circ}\text{C}$  (без доступа воздуха). Куски кокса должны иметь размеры 25...60 мм.



**каменный уголь**



**КОКС**

**Природный газ** содержит 90...98 % углеводородов ( $\text{CH}_4$  - метан,  $\text{C}_2\text{H}_6$  - 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



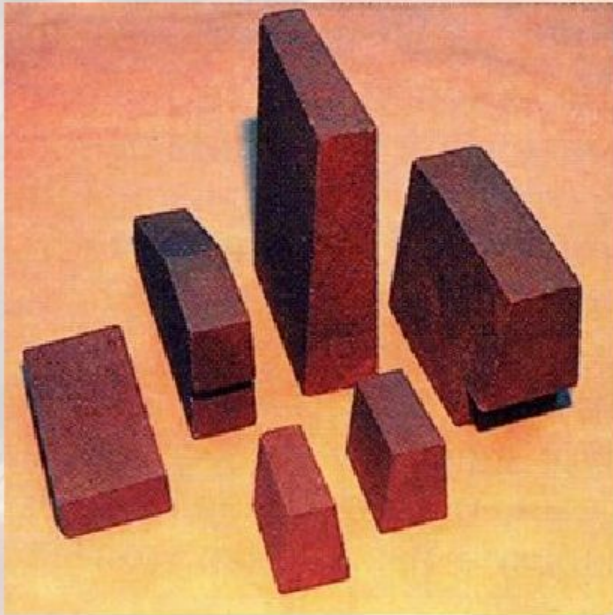
**Агломерат**

**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 <sub>2</sub> - 93%
Магнезит	Основной	2000	MgO - 92%
Доломит	Основной	1800	CaO • MgO (50%, 35%)
Шамот	Нейтральный	1700	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> • SiO <sub>2</sub> (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 (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.

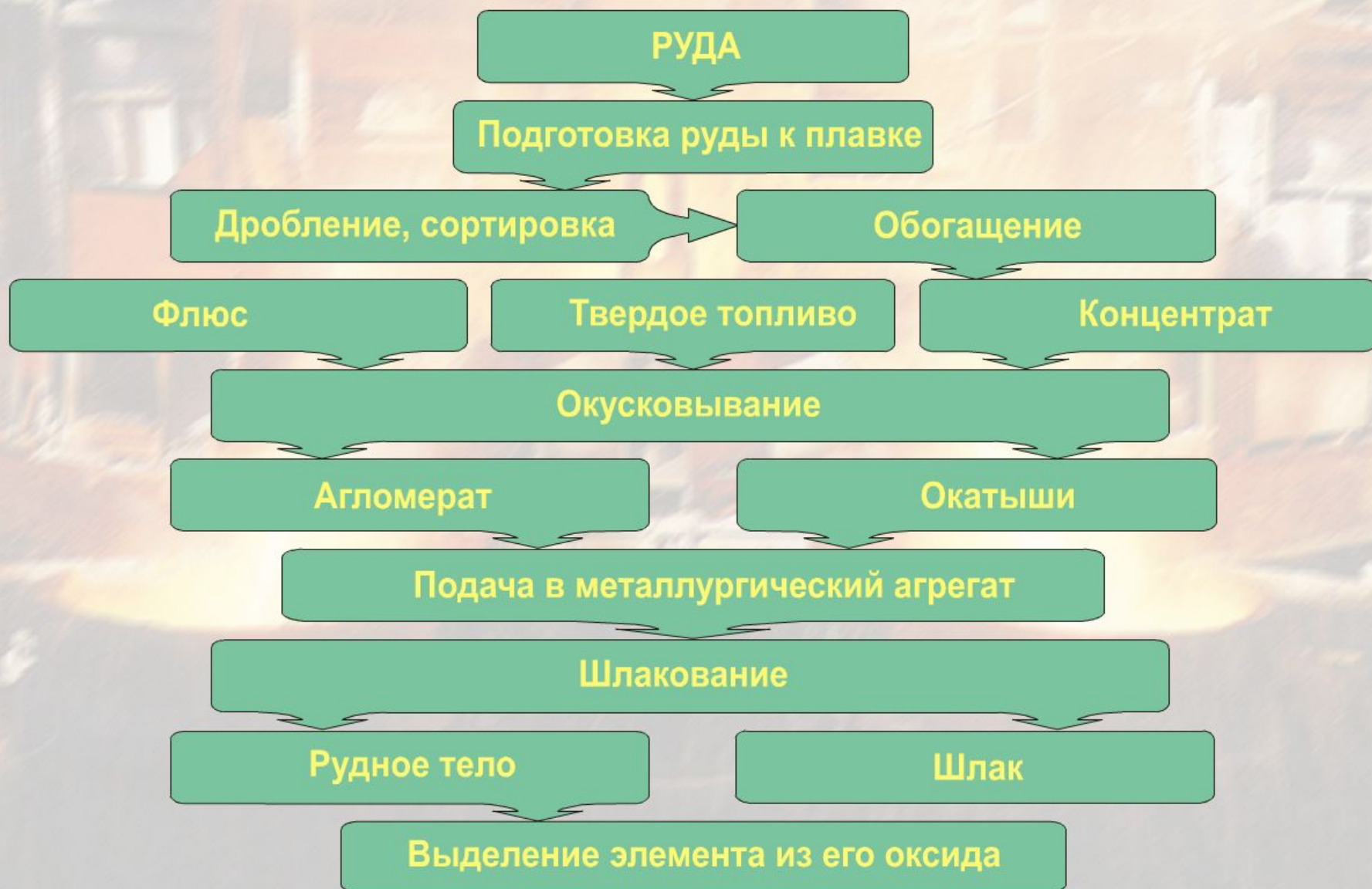
## Химическая активность

## 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%.

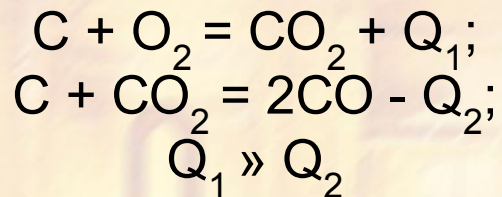
Благодаря сочетанию высоких литейных свойств, достаточной прочности и износостойкости, а также относительной дешевизне, чугуны получили широкое распространение в машиностроении, в том числе и в автомобилестроении.

**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°C) и окатывание (шарики Ø10..30 мм).

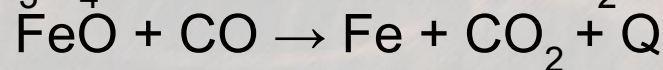
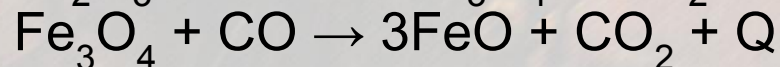
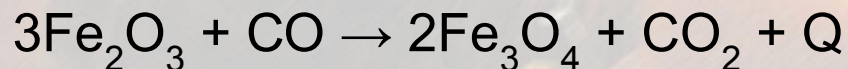
**Горение топлива.** В близи фурм при температуре 1800...1900<sup>0</sup>С углерод кокса, взаимодействуя с кислородом воздуха, сгорает:



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<sup>0</sup>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:



В результате процесса восстановления оксидов железа и части оксидов марганца и кремния, в доменной печи образуется чугу́н, 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  $\approx$  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** выплавляют 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**

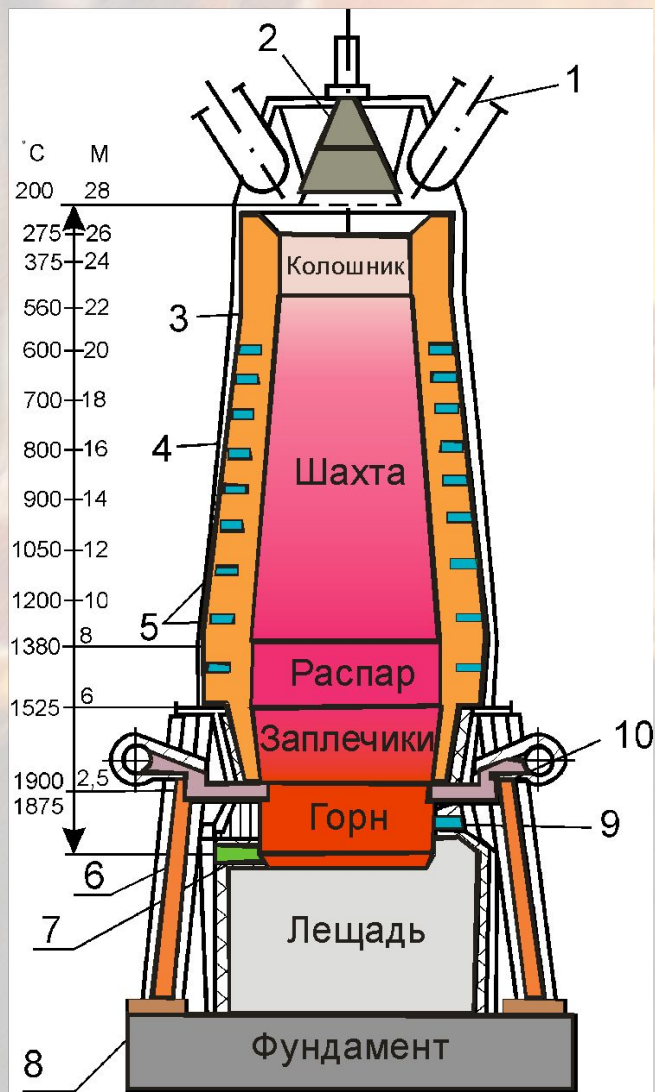
КИПО - это отношение полезного объема печи ( $V$ ,  $m^3$ ) к ее среднесуточной производительности  $P(t)$  выплавленного чугуна. На практике значения КИПО лежат в пределах 0,5...0,7.

$$КИПО = \frac{V}{P} \cdot \frac{m^2}{T}$$



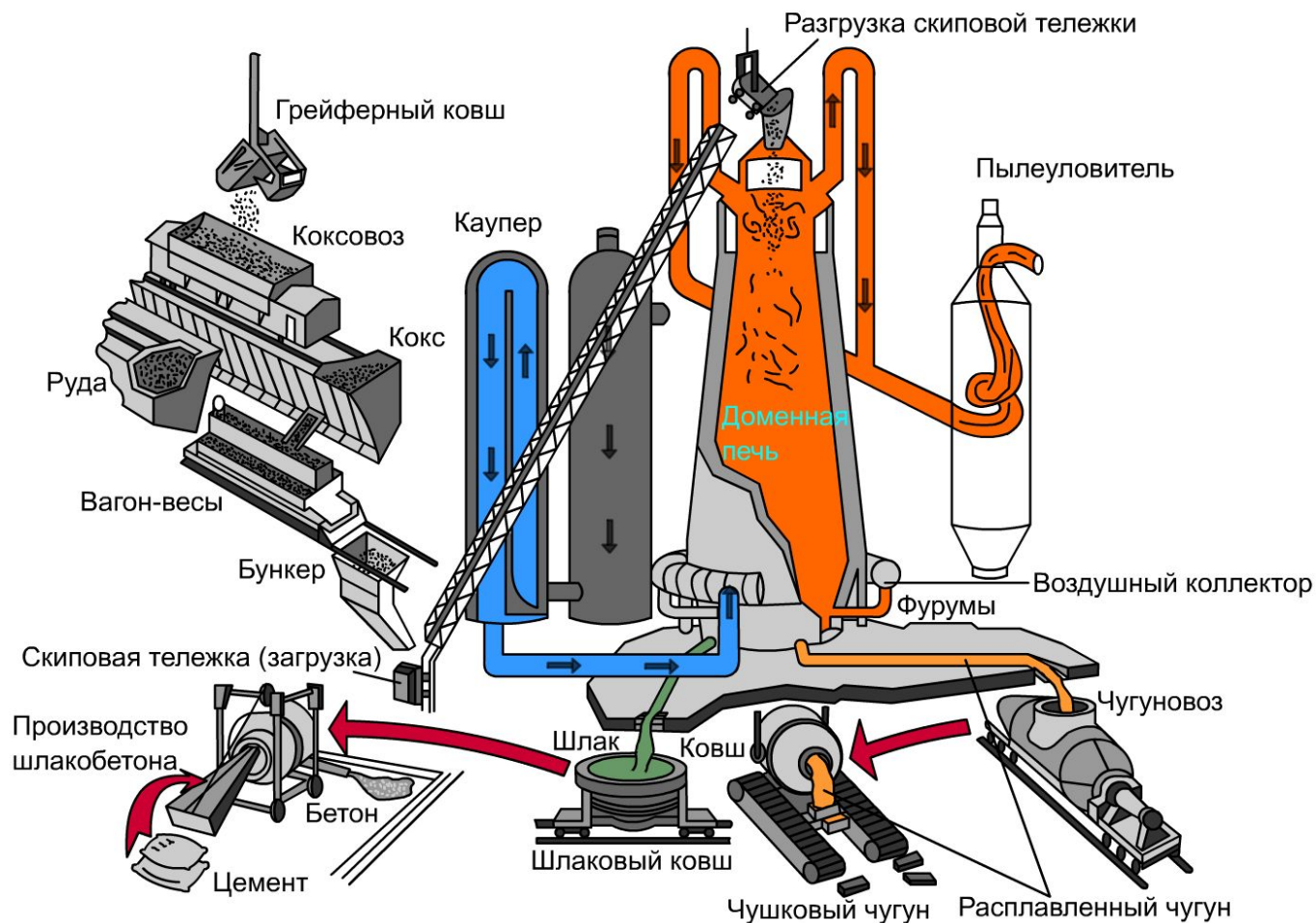
# ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ

**Конструкция доменной печи.** Доменная печь – это печь шахтного типа, работающая по принципу противотока (газы кверху, 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.



