



# 5-я НЕДЕЛЯ

*ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ  
ПРОДУКЦИИ*

Неделя 1

Неделя 2

Неделя 3

Неделя 4

Неделя 5

Неделя 6

Неделя 7

Неделя 8

Неделя 9

Неделя 10

Неделя 11

Неделя 12

Неделя 13

Неделя 14

Неделя 15

Неделя 16

Неделя 17



# Краткое содержание:

- Современное металлургическое производство;
- Производство чугуна;
- Производство стали;
- Внедоменное получение железа;
- Рафинирование стали;
- Продукция металлургического производства.



## **Знания, полученные в этой лекции, необходимы для:**

- понимания основных химических процессов, протекающих при выплавке чугуна, стали и их влияние на свойства слитков;
- умения выбирать способы рафинирования выплавляемых сплавов требуемого качества.



Руда

Флюсы

**Для производства  
чугуна, стали и  
цветных сплавов  
используются**

Огнеупорные  
материалы

Топливо



# Промышленная руда

– это горная порода, из которой при данном уровне развития техники целесообразно извлекать металлы и их соединения.

Руда состоит из:

- рудного материала, содержащего один или несколько ценных металлов;
- пустой породы – минералов, которые отделяются при обогащении или переходят в шлак при плавке.



# Обогащение руды

– удаление из руды части пустой породы.

В результате получают концентрат (руды с повышенным содержанием металла).



# Флюсы

- это материалы, загружаемые в плавильную печь для образования легкоплавкого соединения (шлака) с пустой породой руды и золой топлива.



# Шлак

Кислый

( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ )

Основной

( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ )



# Топливо



Кокс:

80 - 85 % углерода;  
0,5 - 1,8 % серы;  
0,02 - 0,2 % фосфора;  
10 - 17 % золы, воды и др.

Природный газ:

90 - 98 % углерода;  
1 % азота.

Мазут:

84 - 88 % углерода;  
10 -12 % водорода;  
небольшое количество серы и кислорода.

Доменный  
(колошниковый) газ:

12 - 20 % углекислого газа;  
20 - 30 % окиси углерода;  
0,5 % метана;  
1 - 4 % водорода;  
55 - 58 % азота.



# Огнеупорные материалы

Кислые

динасовые,  
кварцеглинистые

Основные

магнезитовые,  
магнезитохромитовые

Нейтральные

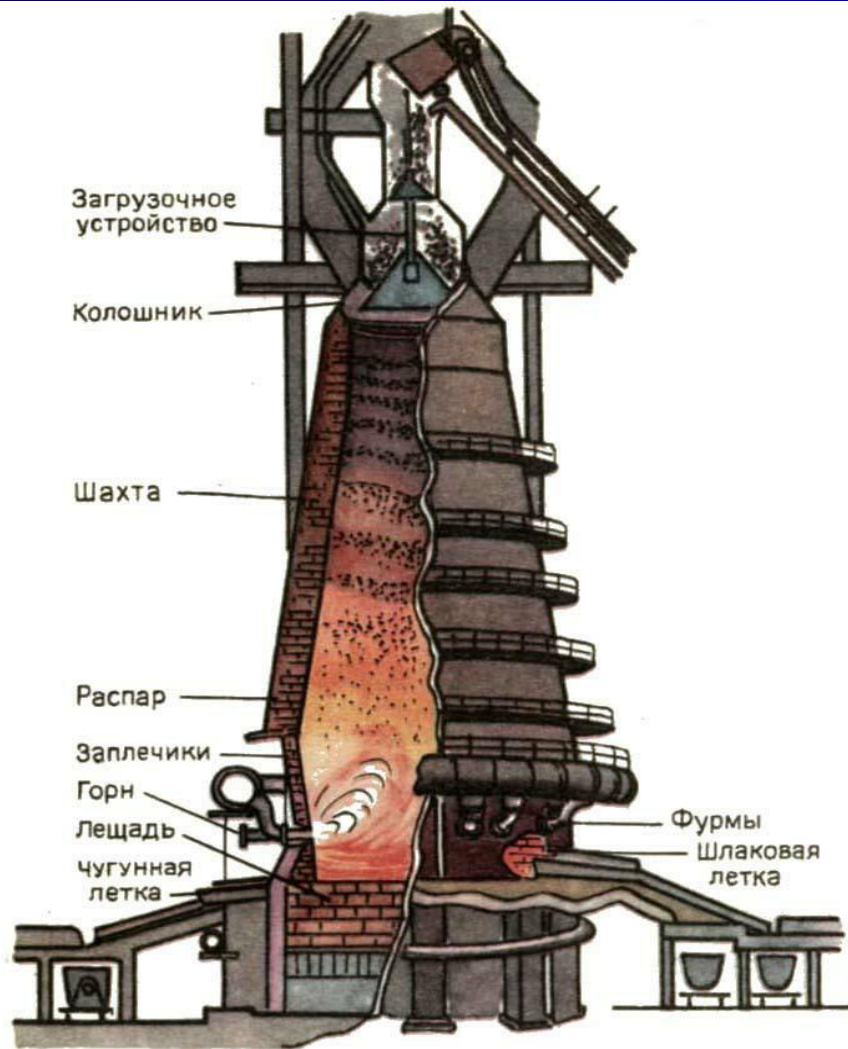
шамотные,  
хромомагнезитовые



# *Производство чугуна*



# Дома





# Шихта доменной печи

Руда

Топливо

Флюс



# Основные стадии восстановления железа

- восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом, выделяющимся при сгорании топлива в печи, и твердым углеродом.





# Чугун



**Передельный чугун**  
для передела его в  
сталь.

**Литейный чугун**  
для получения отливок.  
Предусмотрены 6 марок  
литейного чугуна:  
Л1, Л2, Л3, Л4, Л5, Л6.



# *Производство стали*





# Производство стали:

- Сущность процесса передела чугуна в сталь заключается в снижении содержания углерода и примесей путем их избирательного окисления и перехода в шлак;
- Основными материалами шихты являются передельный чугун и стальной лом (скраб).



*Основные этапы  
выплавки  
углеродистой стали*



# Первый этап

Окисление железа и примесей (Si, P, Mn)  
с выделением теплоты.

Наиболее важная задача этого этапа -  
удаление фосфора. Для этого необходимо  
использовать шлак, содержащий основной  
оксид CaO.



## Второй этап

Окисление углерода, с поглощением  
теплоты.

Происходит уменьшение содержания  
серы в металле, которая находится в  
виде сульфида.



# Третий этап

Раскисление стали, заключающееся в  
восстановлении оксида железа,  
растворенного в жидком металле.



## По степени раскисления выплавляют:

Спокойные стали

Получают при полном раскислении в печи и ковше

Кипящие стали

Сталь раскисляют в изложнице

Полуспокойные  
стали

Частично раскисляют в печи и в ковше, а частично в изложнице



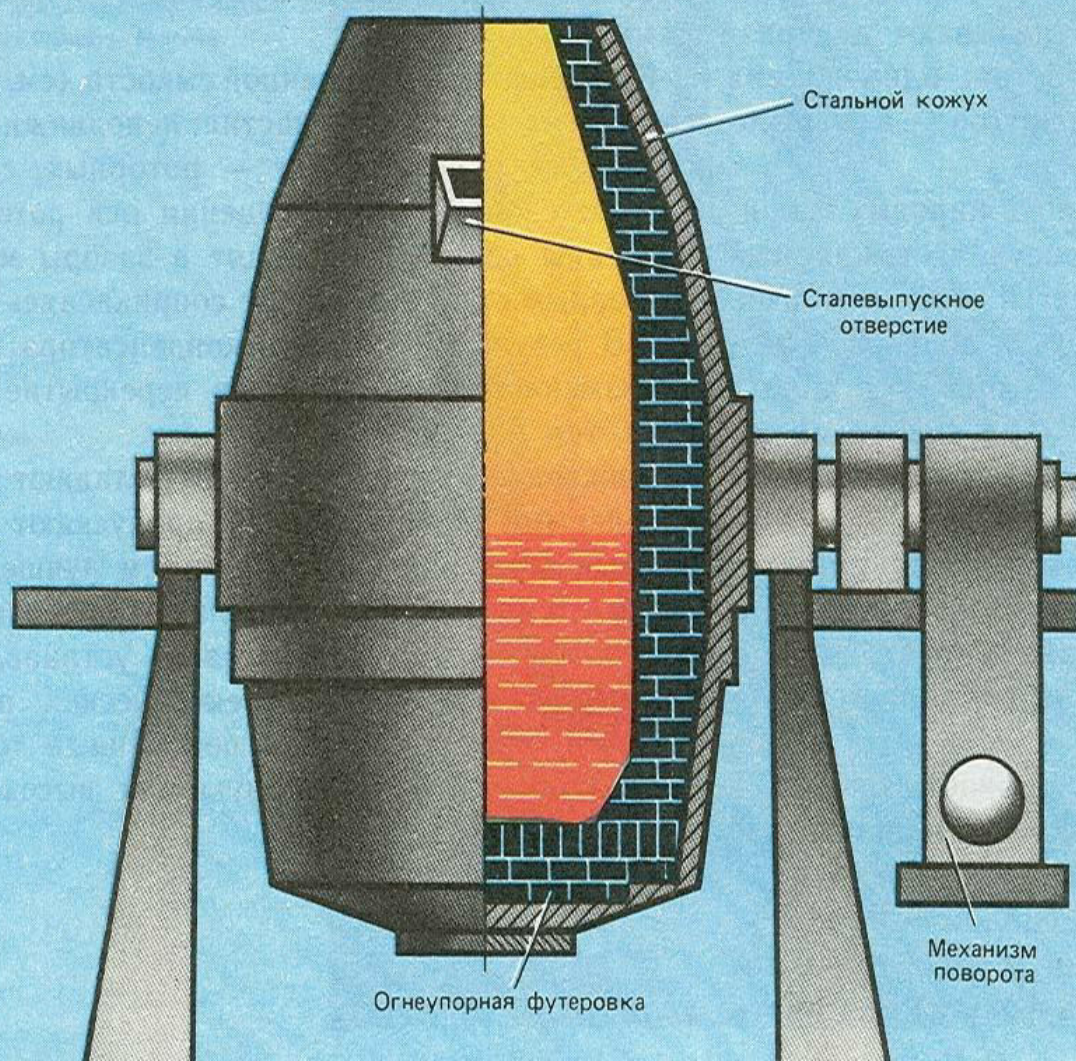
# Чугун переделывают в сталь:

- В мартеновских печах;
- В кислородных конверторах;
- В электропечах.



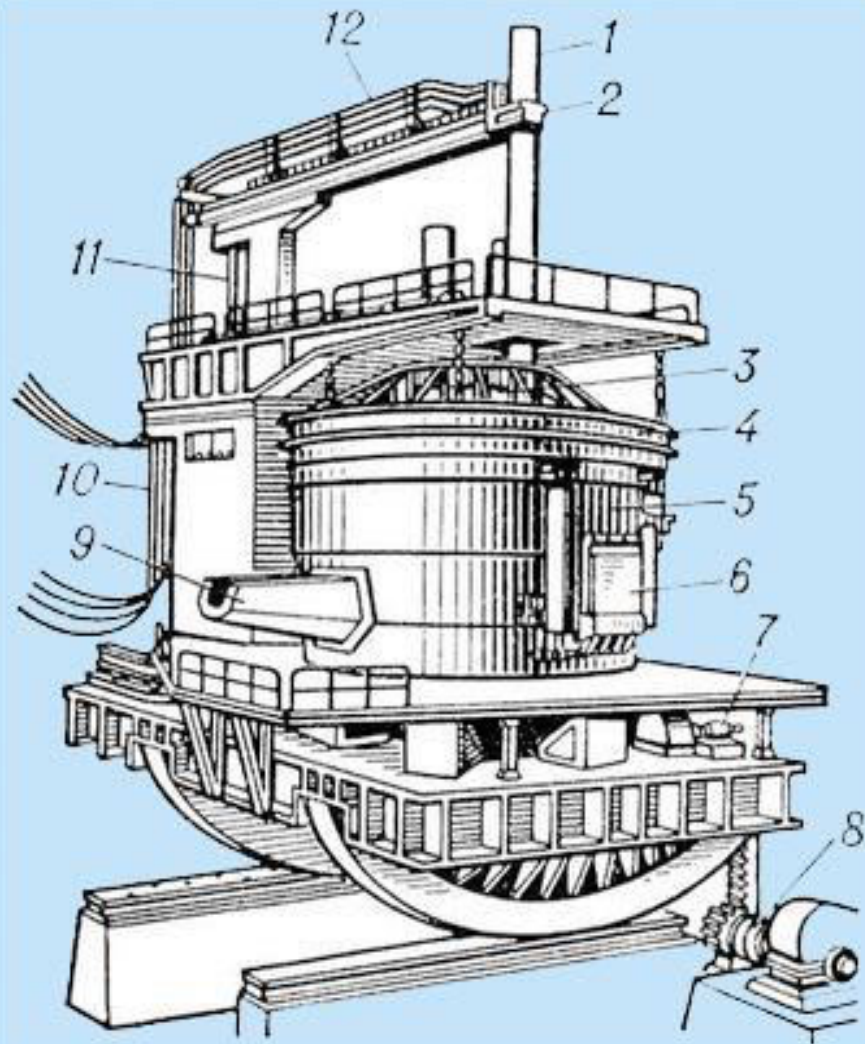
# *Кислородные конверторы*



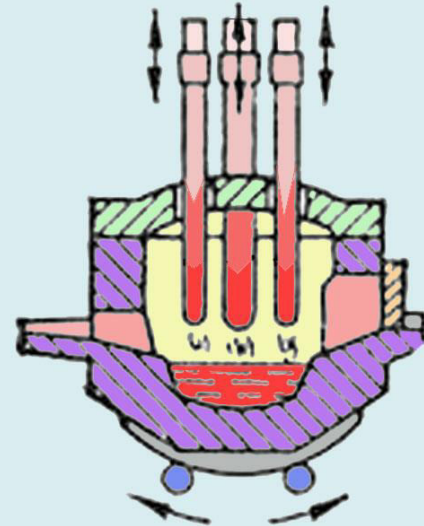




# *Электродуговая печь*



*Дуговая печь прямого действия*



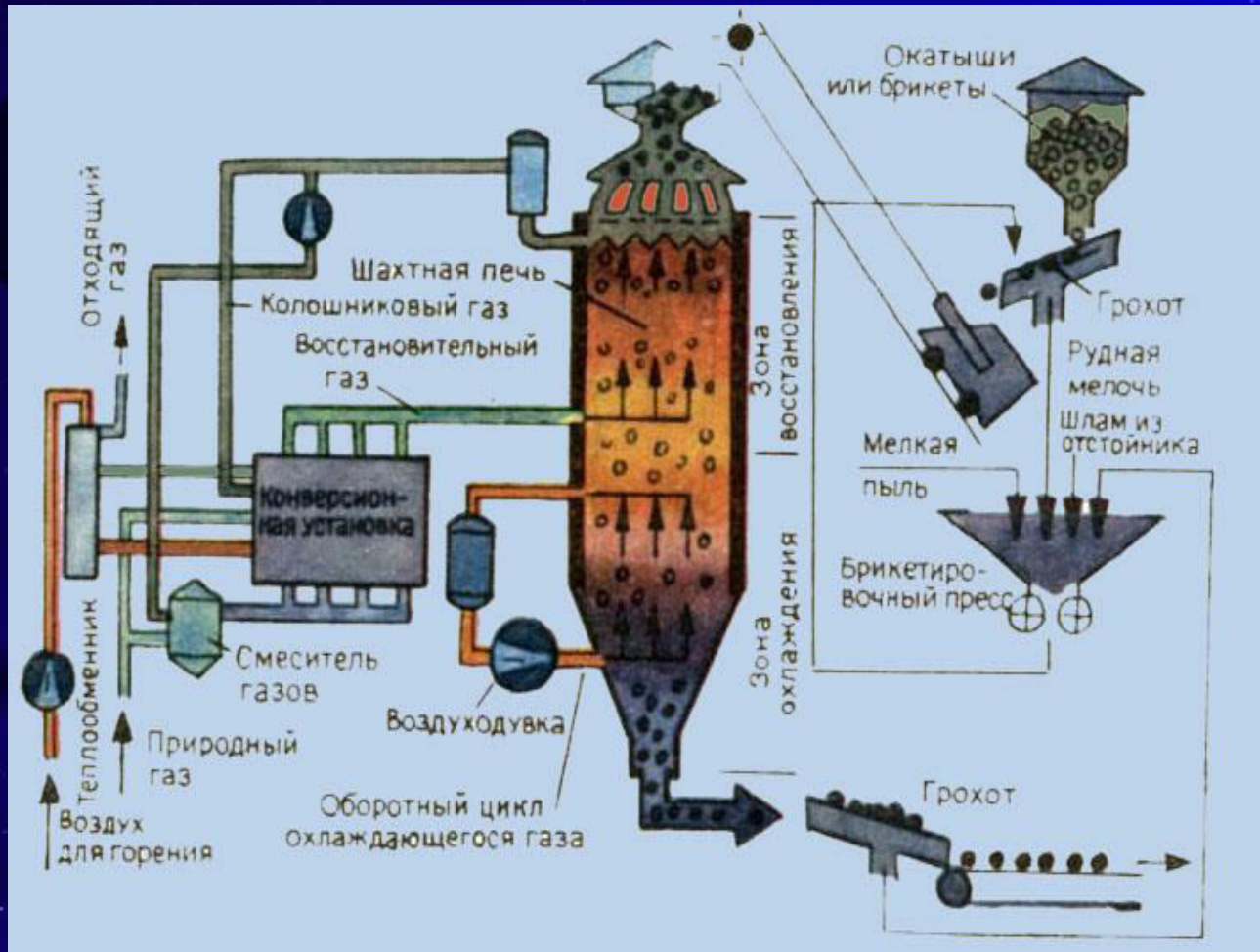


# *Внедоменное получение стали*



## Внедоменное получение стали позволяет:

- получать железоуглеродистый сплав в виде губки непосредственно из руды, минуя доменное производство;
- отказаться от применения кокса, что позволяет получать металл с меньшим содержанием S и P.





# Рафинирование стали



Внепечная  
обработка

Переплавные  
процессы



Обработка  
металла  
вакуумом

Продувка металла  
порошкообразными  
материалами

**Внепечная  
обработка  
стали**

Обработка металла  
синтетическим  
шлаком

Продувка металла  
инертными газами





Электрошлаковый  
переплав (ЭШП)

Плавка в  
электронно-лучевых  
печах (ЭЛП)

## Переплавные процессы

Вакуумно-дуговой  
переплав

Плавка в плазменно-  
дуговых печах (ПДП)



# Электрошлаковый переплав (ЭШП)

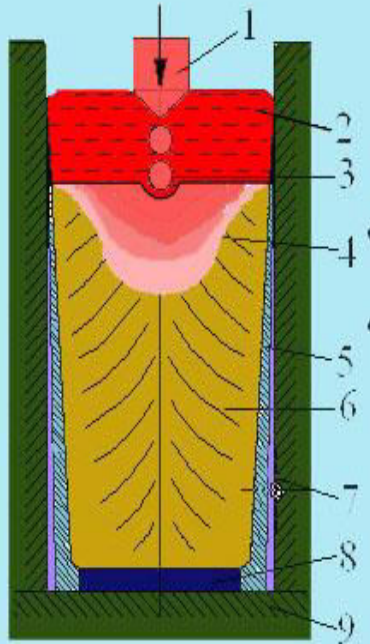


Схема процесса

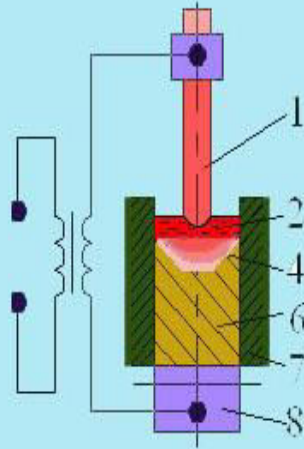


Схема включения  
установки

1 - переплавляемый электрод;

2 - шлаковая ванна;

3 - капли жидкого металла;

4 - металлическая ванна;

5 - шлаковая корочка;

6 - слиток;

7 -

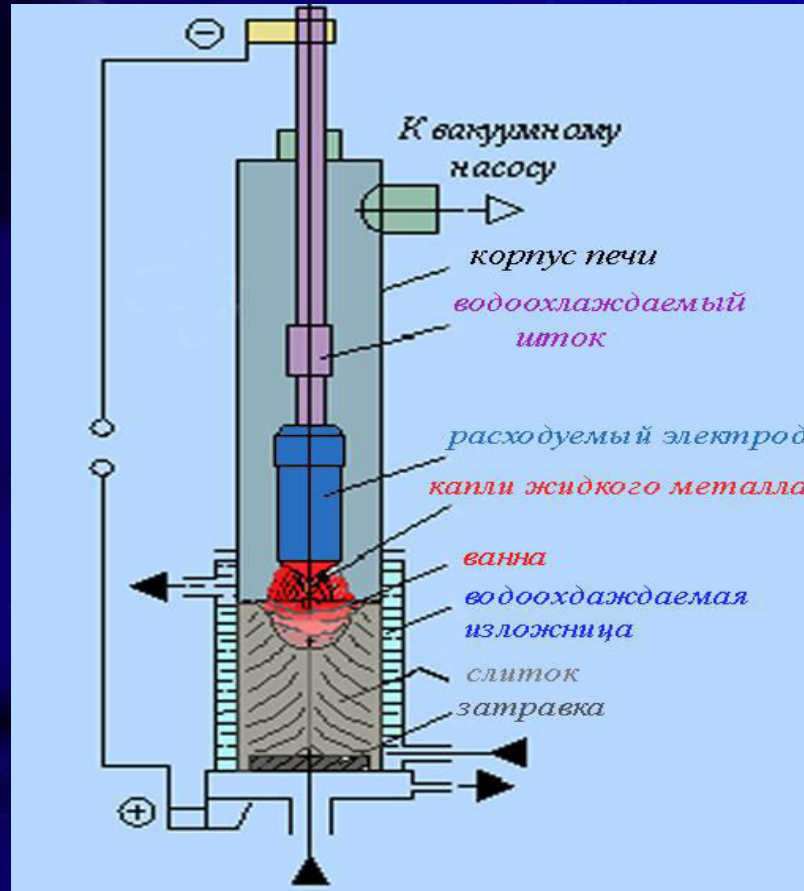
водоохлаждаемый  
металлический  
кристаллизатор;

8 - затравка;

9 - поддон.



# Электродуговой переплав





# Продукция металлургического производства



Слитки

Профили



*Получение слитков на*  
*машинах непрерывного*  
*литья (МНЛЗ)*



# Профили

Простой  
геометрической  
формы

Фасонные

Периодические



# Получение профилей

Прокатка

Прессование

Волочение



Получение заготовок шаров,  
роликов, подшипников качения

**Специальные  
виды прокатки**

Формирование  
резьбы

Формирование  
зубчатых колес





# *Вопросы для самоконтроля*

Тесты(17)



*1. Сформулируйте основные процессы доменного производства. Возможно ли удаление серы и фосфора при плавке чугуна в домнах?*

*2. Назовите этапы плавки углеродистой стали и основные процессы в каждом из них.*



*3. С какой целью проводят повышение качества стали? Назовите основные способы внепечной обработки слитков.*

*4. Почему для слитков, полученных на МНЛЗ, характерны плотное строение, мелкозернистая структура и отсутствие усадочных раковин?*

*5. Какими видами обработки давлением получают профили? Назовите причины, вызывающие анизотропию их свойств.*