

# Производство стали



Сталь- это сплав железа с углеродом содержание которого не превышает 2.14%. Кроме того в ней содержится постоянные примеси ( Mn, Si, S, P) и в ряде случаев легирующие элементы ( Ni, Cr, V, Mo, W и др.). Сырьем для производства сталей является предельный чугун, выплавляемый в доменных печах лом и ферросплавы. Если сравнить содержание основных примесей в чугуне и сталей, можно сделать вывод, что сталь отличается от чугуна только их количеством: в чугуне содержание углерода, кремния, марганца, серы и фосфора выше, чем в стали. Поэтому основная задача передела чугуна в сталь состоит в удалении части этих примесей с помощью окислительных процессов. Механизм этого окисления не зависит от типа сталеплавляющей печи. Наиболее часто для этой цели

используется мартеновский конвертер и

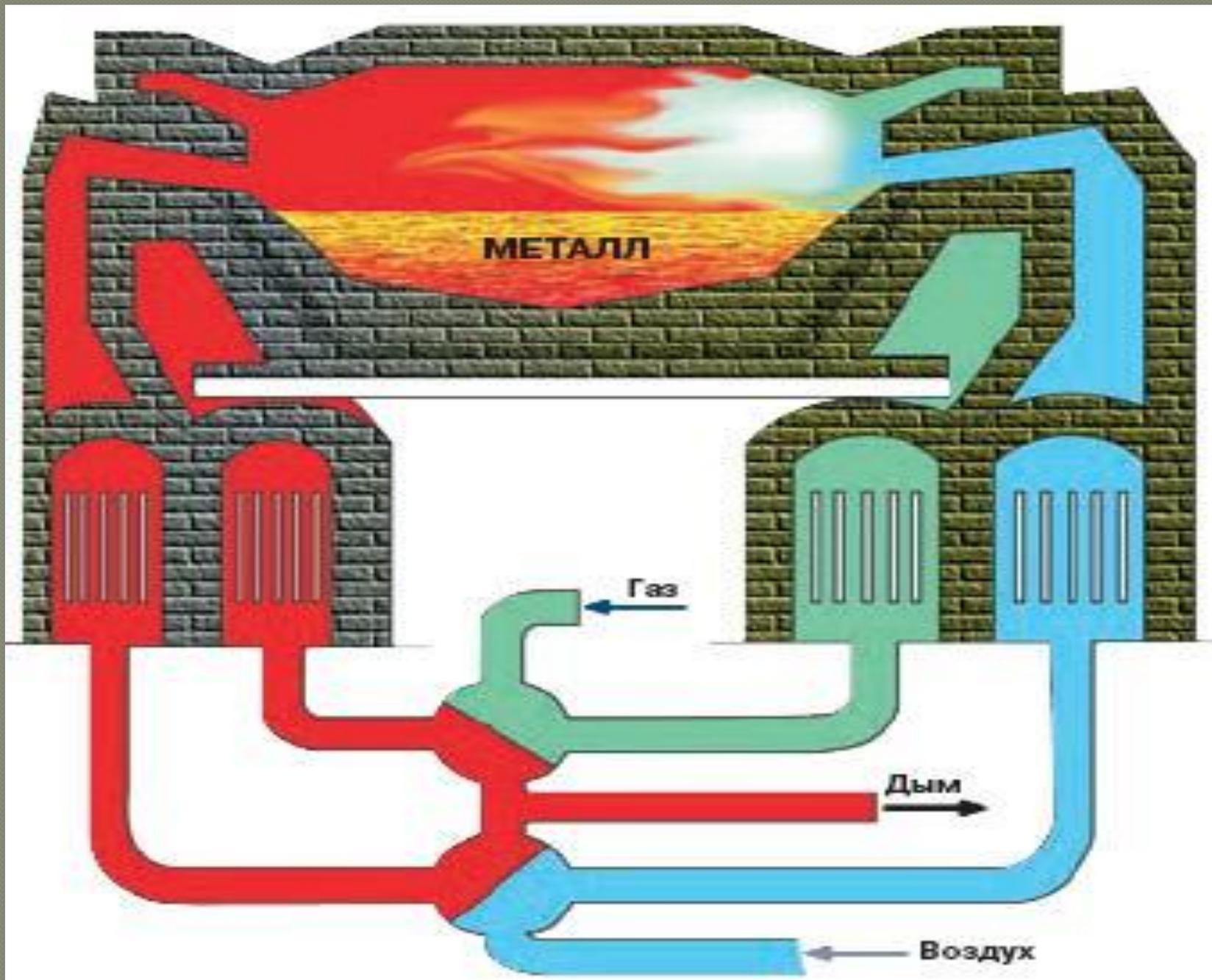
Для вылавки стали используется следующие исходные материалы металлошхта (передельный чугуна+ стальной лом), металлодобавки фмосы и окислители.

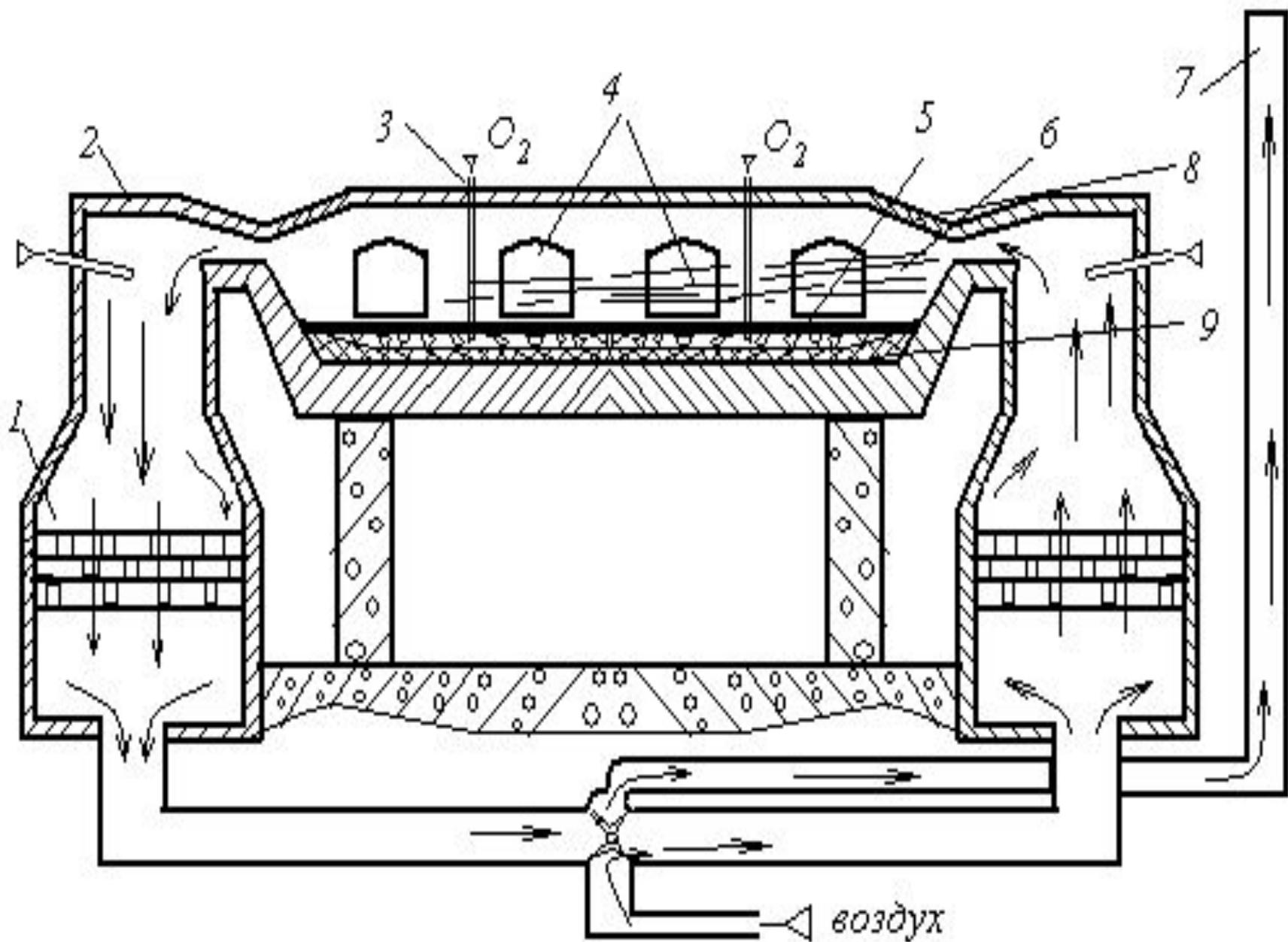
Металлодобавки в виде ферросплавов вводится в сталь для ее раскисления и легирования. Фмосами служит известняк (способствует возникновению шлака) боксей и плавиковый шкат (для гладко текучести). Основное назначение предела чугуна в сталь – это смешанные содержания в нем С, Si, Mn, P. Путем окисления и перевода их в шлак или газы.

# Производство стали в мартеновских печах

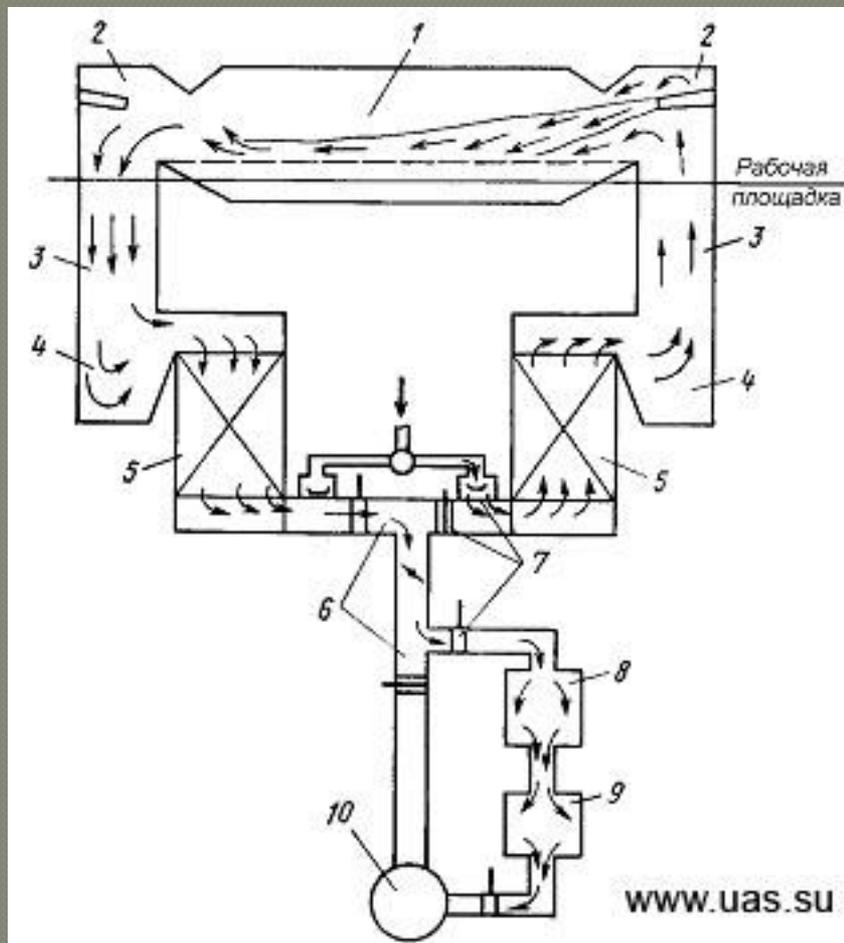
Мартеновский процесс передела чугуна в сталь осуществляется в пламенный отражательной печи, оснащенной системой регенерации, направленной на использование теплоты отходящих при горении газов д/подогрева воздуха и газообразного топлив. 1- кладка из динасового кирпича, 2- крошка (того же состава) 3- свод закрывающий ванну

Устройство мартеновской печи схематично укреплено показаны на рисунке 1. Мартеновская печь была изобретена в середине **19** века и с тех пор ее конструкция не претерпела принципиальных изменений. Она отапливается газом или мазутом 4-загрузочное окно; 5- расплавленный металл; 6-слой шлака; 7- форсунка; 8- регенератор воздуха; 9- клапан ( меняет направление газового потока )





# Устройство мартеновской печи



Передняя стенка с заволоченными окнами 2, задняя стенка со сталевыпускным отверстием и сводом образует рабочее (плавильное) пространство печи. С торцов плавильного пространства 1 расположены головки 3 для смешивания топлива с воздухом, подача горючей смеси в плавильное пространство и отвода продуктов сгорания. Головки с помощью вертикальных клапанов 4 соединены шлаковиками 5, регенераторами 6, боровыми (каналами) 7.

Топливом для мартеновских печей служит природный газ или мазут. На схеме воздух и газ поступают с правой стороны печи. Проходя через предварительно нагретые насадки, воздух и газ нагреваются до 1000... 1200 градусов. При сгорании топлива в рабочем пространстве возникает факел с температурой 1800...1900 °С., достаточной для расплавления шахты. Кроме того, температура факела обеспечивает нагрев металла до 1600... 1650 гр., что создает условия для выпуска стали и разливки ее. Раскаленные продукты сгорания (дымовые газы) проходят через левую головку попадают в шлаковики, в которых улавливается частицы плавильной пыли и шлака, а затем в левые регенераторы. В них газы разогревают насадки. Охлажденные до 500...600 градусов дымовые газы из регенераторов проходят по боровам, через котел утилизатор 9 и устройство для очистки газов 10, а затем удаляются с помощью дымовой трубы 11. При достаточном охлаждении насадок правых регенераторов и нагреве левых изменяют направление движение газов с помощью перекидных клапанов 8. Циклы повторяются. В зависимости от огнеупорных материалов из которых выполнены под, стены и свод рабочего пространства мартеновские печи делятся на основные и кислые ( динасовый кирпич, кварцевый песок, молотый кварцит )

Наибольшее распространение получила плавка стали в мартеновских печах с основной футеровкой, так как в них можно перерабатывать металл шихту со значительным содержанием серы и фосфора и получать качественную сталь.

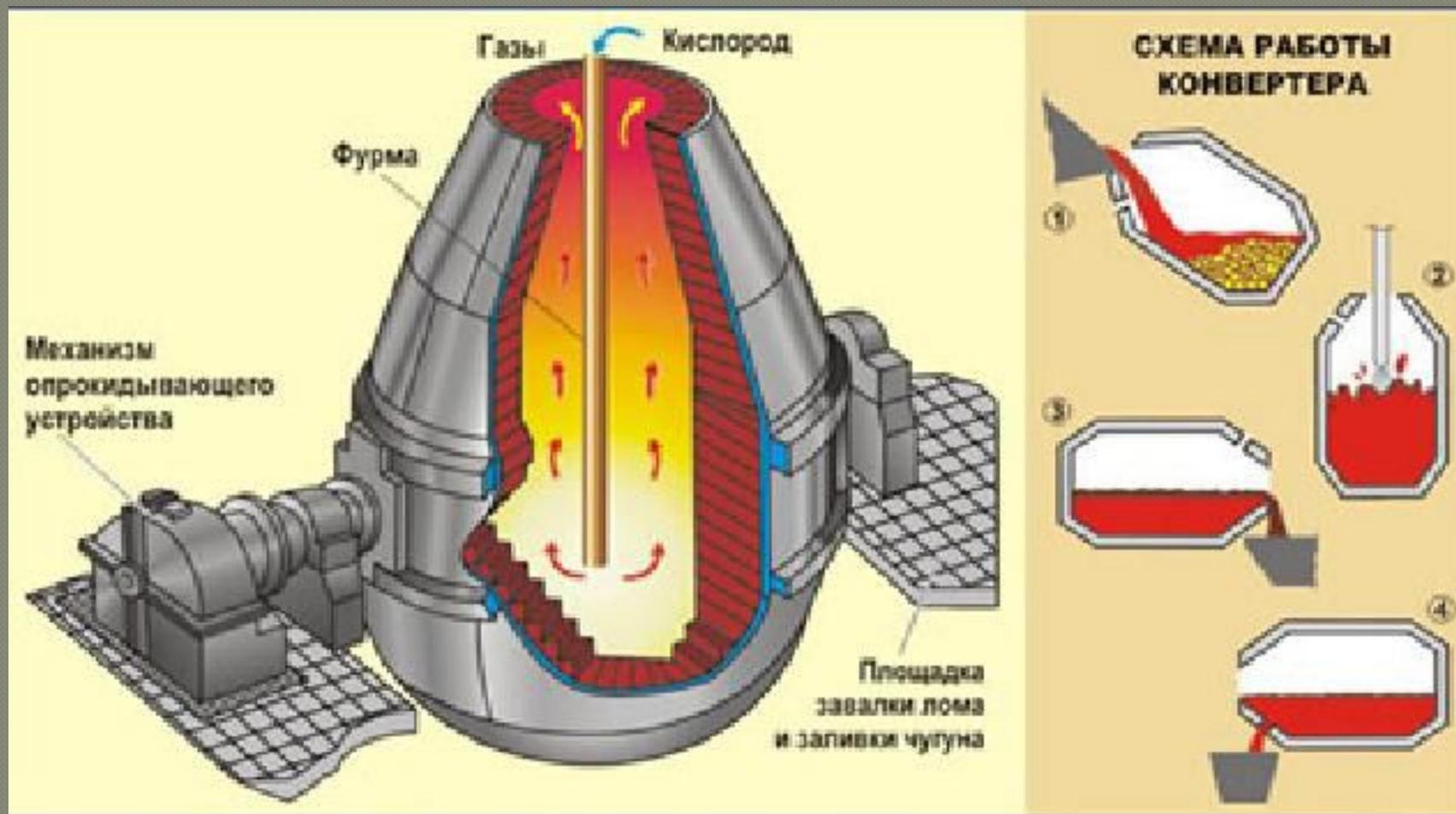
В зависимости от загружаемых в печь материалов мартеновский процесс делится на скрап-процесс и скрап-рудный процесс. Более прогрессивный *скрап-процесс* характеризуется применением шихта следующего состава: стальной скрап (основная часть), чушковый чугун (25...45%) и др. компоненты.

На под печи с помощью завалочных машин загружают скрап и попеременно с ним известняк или известь. После этого загружается чугун.

При завалки печи и расплавления шихты окисляется часть углерода кремний, большая часть марганца и большая часть железа. Оксиды кремния, марганца и железа с поднявшейся вверх жидкой известью образуют большое количество основного шлака. Роль шлака при мартеновской плавки великан. Еще при плавлении шихта из печи выпускается так называемый первичный «сбегающий» шпак, уносящий

Главной операцией плавки в мартеновских печах является *кипение металла* вследствие окисление углерода. Избыточный углерод вводится в ванную с чугуном. Кипение приводит к выравниваю температуры и химического состава ванны; удаление из металла газов, вредных примесей и не металлических включений. Так же поднимается уровень шлака. Тогда отключают подачу топлива над ванной снижается давление, что позволяет проводить «скачивание» шлака более высокой основности, вместе с которым уходит большая часть фосфора и часть серы. Через некоторое время в печь подается топливо, и шлак оседает. Для более полного удаления фосфора и серы вновь наводится уже высокоосновный шлак. В случае необходимости сталь легируют. Периоды кипения, раскисления и легирования называю еще общим периодом рафинирования стали. Обща продолжительность плавки основных мартеновских печах вместимостью 180...600 т составляет 6... 15 часов. Повышение эффективности мартеновского производства добиваются применением двух ванн мартеновских печей. Преимущество :- высокая производительность; - в 4÷ 6 раз меньше расход топлива.

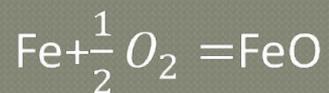
# Производство стали в кислородных конвертерах

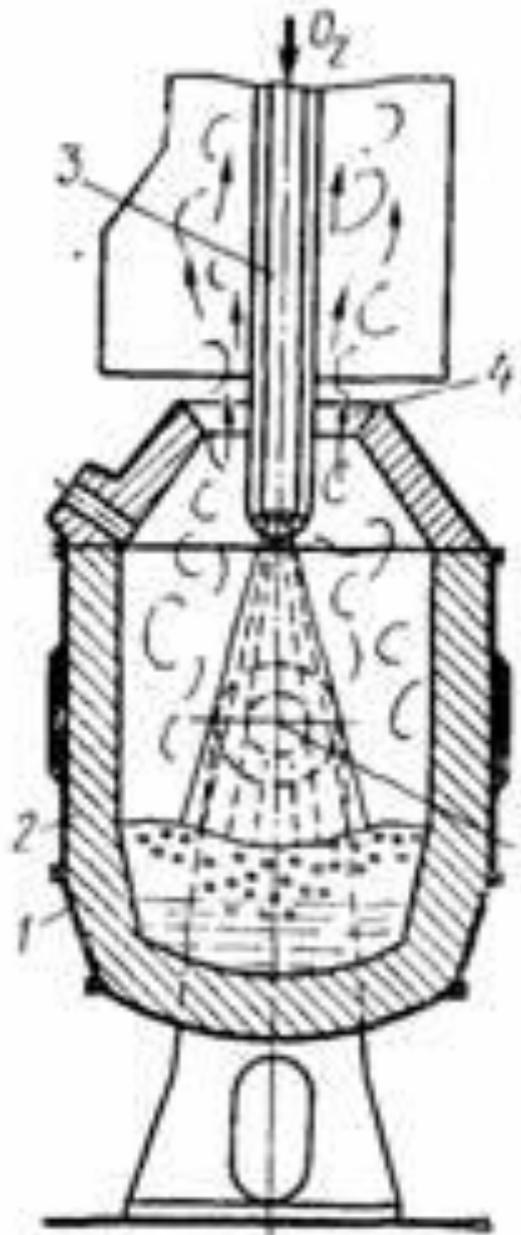


Основой конвертерного получения стали является обработка жидкого чугуна газообразными окислителями. Современный кислородные конвертеры( преобразователи) изготовляют из стального листа. Изнутри конвертер футерован основными огнеупорными материалами. Футеровка выдерживает без дополнительной обработки до 2000 плавов. Конвертеры (рис 2.2) имеют горловину 3 в виде усеченного конуса с леткой 1; цилиндрическую часть 4 и сферическое днище 6. Нижний усеченный конус конвертера служит ванной для металла. Цилиндрическая часть является рабочем пространством, заполняемым металлом, шлаком и газом при продувке. Верхней усечённый конус сокращает потери металла и теплоты. Через горловину загружают шихтовые материалы, отводят образующие газы, сливают шлак и ремонтируют футеровку. Слив стали проводят через отверстие для выпуска стали. Разделенный слив металла и шлака необходим, так как при это исключается переход из шлака в металл серы и фосфора.

Конвертер поворачивается вокруг своей горизонтальной оси на цапфах 5 при помощи приводных механизмов. Рабочее положение конвертера вертикальное. По вертикальной оси конвертера сверху опускается охлаждаемая водой фурма 2, по которой под давлением 1,6 ...1,8 Мпа попадает технически чистый кислород. Вместимость кислородных конвертеров 50...500 тон.

В конвертерном производстве стали 70...85% металлошихты составляет жидкий чугун, остальное - лом. В свободный конвектор загружают скран. Затем заливается необходимое количество жидкого чугуна с  $t \geq 1230^\circ\text{C}$ . Загрузка и заливка конвертера вместимостью 300т длится 5 мин. В поставленной вертикально конвертер заводится фурма и начинается продувка металла кислородом. При воздействии струи кислорода в основном окисляется железо (в выше его 95% остальные примеси) образуется оксид железа растворяясь в шлаке, перемешивается с металлом.





По этому примеси чугуна на границе металл-шлак интенсивно окисляется оксидом Fe.



Окисление примесей может проводится так же кислородом, вдуваемым в конвертер через форму.

В конверторе идет и реакция дефосфорации  $2P + 5FeO + 4CaO = (CaO)_4 \cdot P_2O_5 + 5Fe$ , образуется фосфат кальция удаляется в шлак.

Фосфат кальция удаляется в шлак. Продукты реакции десульфурации, сульфиды, так же удаляется в шлак ( )

Продувка конвертера прекращается по достижению заданного химического свойства и t металла.

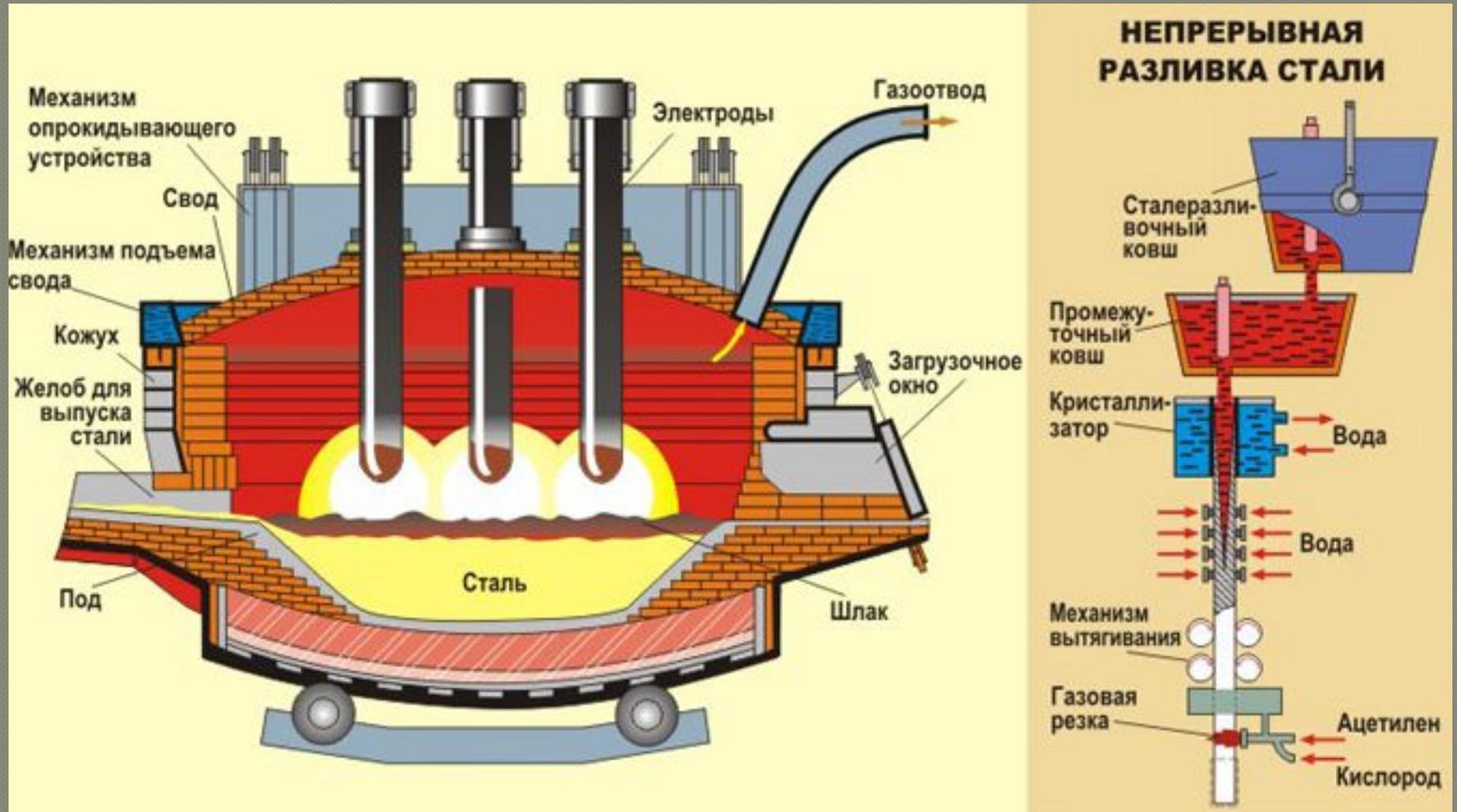
Время продувки конвертера вместимостью 300 тон 12-20 мин.

Для отбора проб его наклоняют (на 6 минут). Одновременно с выпуском стали проводится ее раскисление и легирование ферромарганцем, ферросилицием, алюминием, а так же л.э.

Последними операциями плавки являются сливы металла и затем шлака. Таким образом передел чугуна в сталь в кислородном конвертере емкостью 300 тон составляет 35-40 минут что обеспечивает очень высокую производительность процесса 400-500 т/час стали.

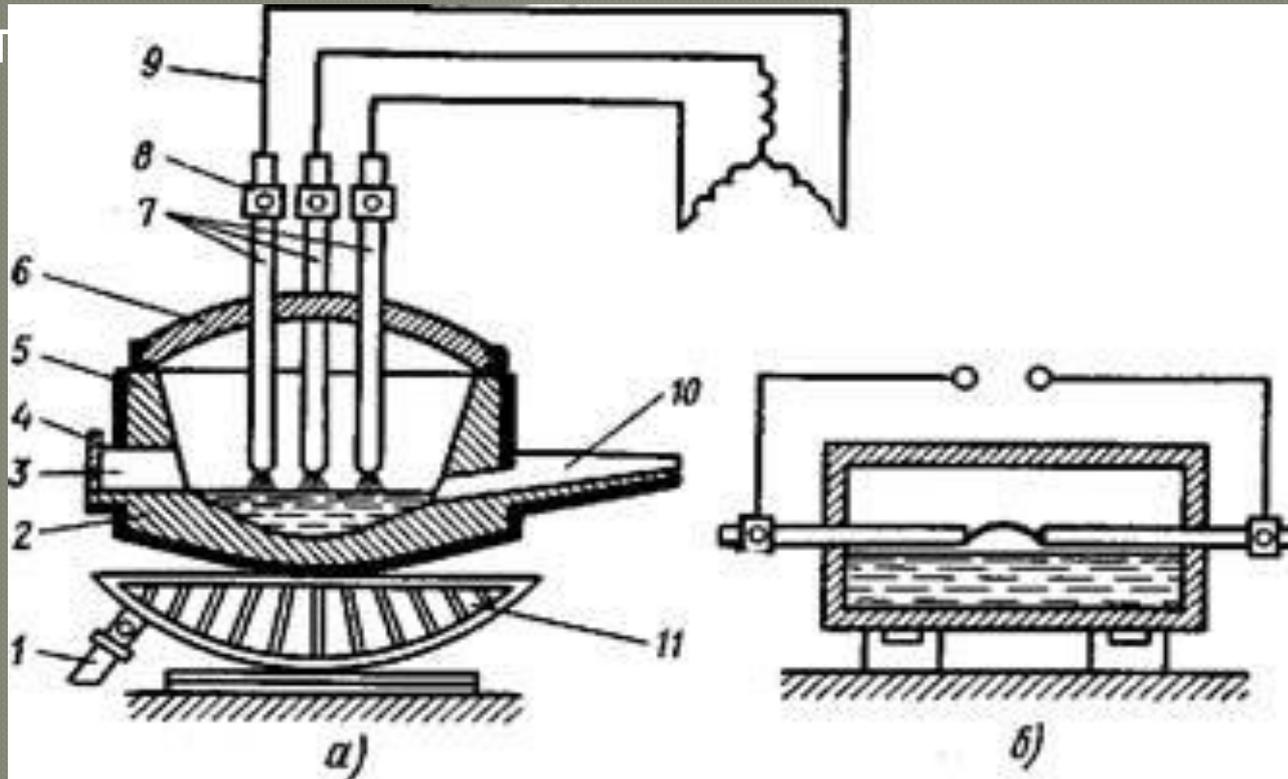
Для сравнения: производительность мартеновских печей и электропечей  $\cong$  80 т/час.

# Производство стали в электропечах



Электросталеплавильный процесс более совершенный, чем кислородно- конвертерный и мартеновский, поэтому находит все большее применение, так как возможно получение качественной и высоко легированной стали.

а – г



Корпус электропечи состоит из конусов 5, рабочего окна 3, днище 2 и сливного носка 10. В корпусе имеется два отверстия: . рабочее окно 3 – для управления плавки, загрузки ферросплавов, взятие проб и скачивание шлака, а так же метка для слива стали и шлака. Наклоны печи в сторону желоба(40 – 45 град.) осуществляется с помощью механизма 11 с гидроприводом 1.

В своде 6 имеется отверстие, через которое пропускается при градитизированных электрона 7 диаметром 300 – 610 мм. Электрический ток() подводится к электродам электрическим держателем 8 с гибким кабелем 9. Емкость печи 0,5 – 200 т.

В дуговых электрошлаках(а) прямого нагрева дуга горит между электродами и расплавленным металлом.

В дуговых электропечах косвенного нагрева (б) часть энергии между двумя электродами передается металлу излучением.

При производстве стали имеется шихтовые материалы:

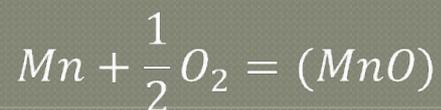
- Металлическая часть – основная составляющая;
- Шлакообразующие;
- Окислители;
- Раскислители и легирующие;
- ( )

В производстве имеются 2 технологии плавки:

1. Углеродистый( свежей шихте);
2. На шихте из отходов легированных сталей( метод переплава).

В состав углеродной шихты входит стальной лом( приблизительно 90%), передельный чугун( менее 10%), агломерат( 1,0 – 1,5%), электродный бой или кокс для науглероксивания металла и известь (2-3%). После загрузки шихты электроды опускаются в низ, включают ток и шихта плавится.

Интенсивное окисление Fe, Si, Mn, углерода происходит в результате продувки ванны кислородом  $Fe + \frac{1}{2}O_2 = (FeO)$ ,  $Si + O_2 = (SiO_2)$ ,  $C + \frac{1}{2}O_2 = CO$ ,



После расплавления шихты и перемешивание содержание ванны берут пробу на хим. анализ. Для дальнейшего окисления углерода и P проводят неоднократную загрузку руды и извести. Кислород руды через шлак окисляет углерод:  $C + O = CO$ .

Окисление интенсифицируется продувкой кислорода по реакции:  $C + \frac{1}{2} O_2 = CO$

Выделяющиеся пузырьки оксида углерода CO заставляют кипеть металл, что ускоряет удаление из металла газов и неметаллических включений, а так же P.

Шлак скачивают 2-3 раза и содержание большого P доводится до 0.01%. Когда содержание углерода в стали становится равным нижнему пределу его содержания в плавной марки стали (%) кипения и окисления заканчиваются.

Затем проводится раскисление стали – вводится ферросилиций, ферромарганец, феррохром.

После 10...20 мин раскисления в печи сталь выпускают в ковш где производится окончательное раскисление ферросилицием и алюминием. Общее продолжительность вналивки стали при вместимости печи 5...100 тон-3,5-6,5 часов.





