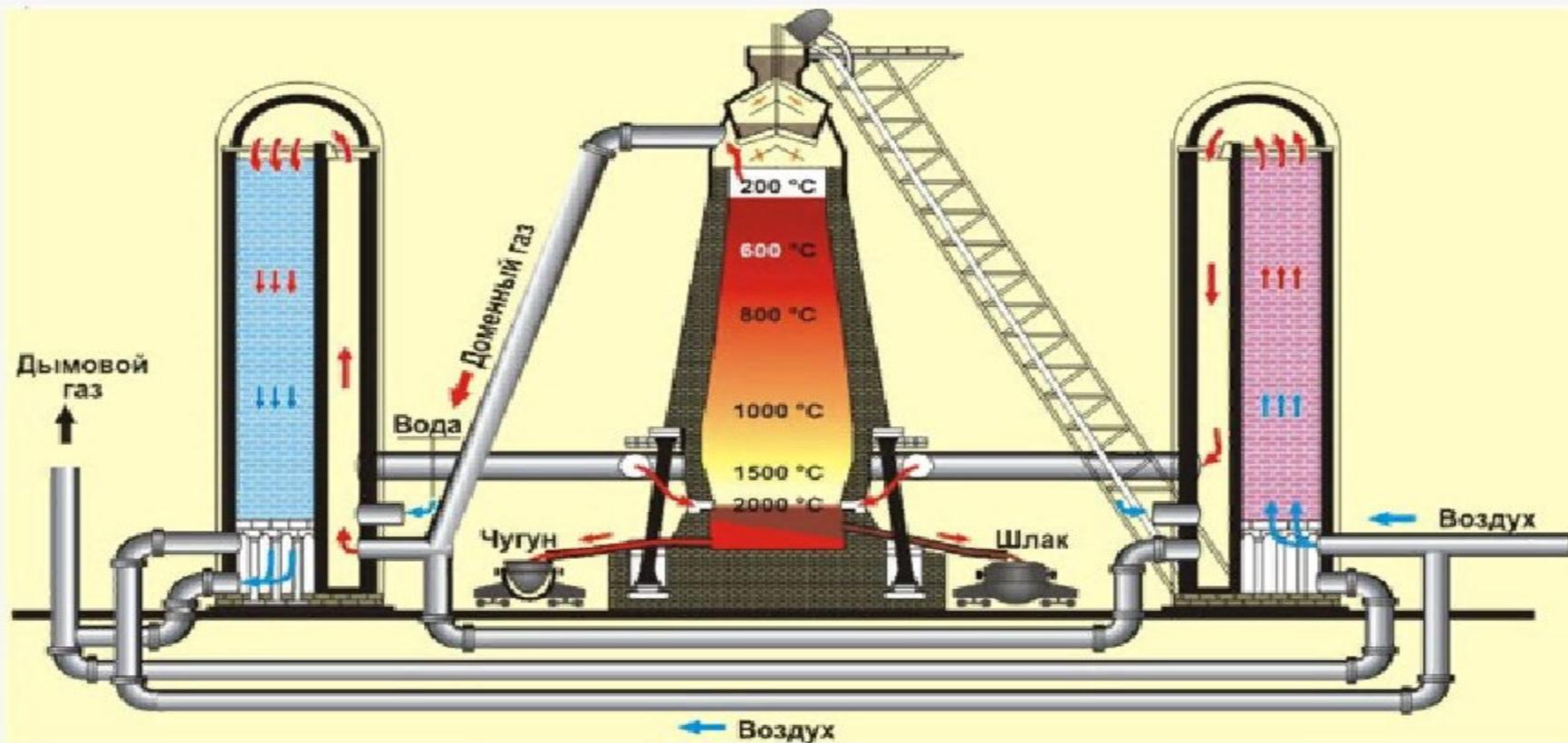


Производство чугуна и стали



Выполнила: Фёдорова Анастасия
11 класс

Производство чугуна



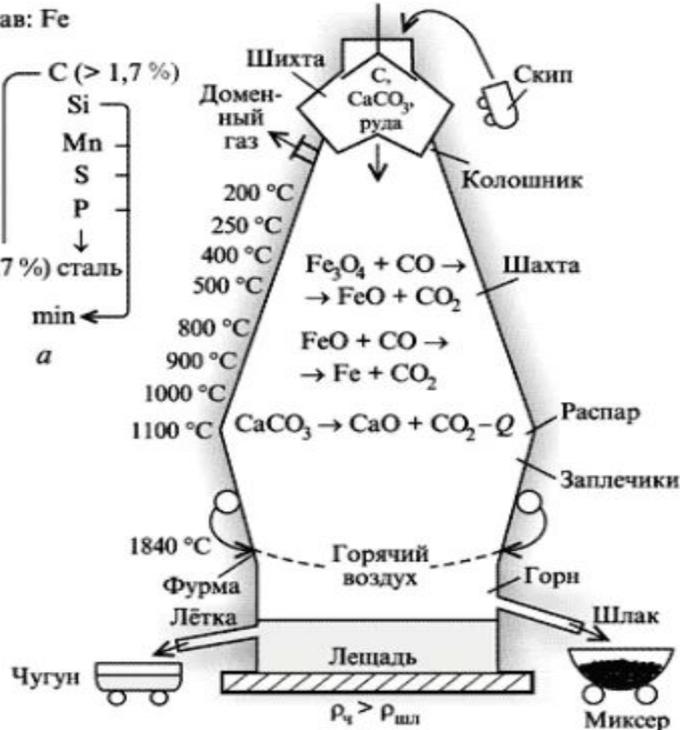
Производство чугуна

Чугун

состав: Fe

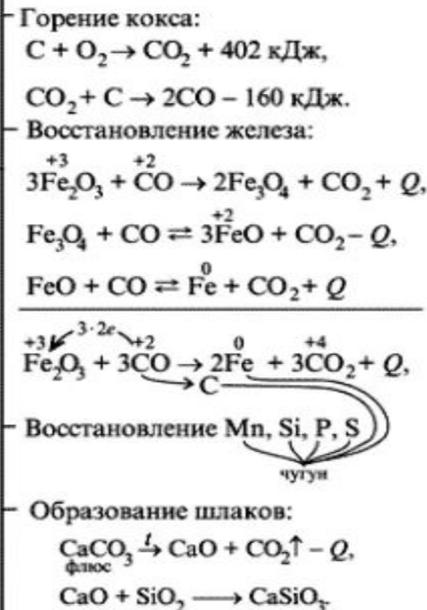
C (> 1,7 %)
Si
Mn
S
P
↓
(< 1,7 %) сталь
min ←

Схема доменной печи



б

Химические процессы

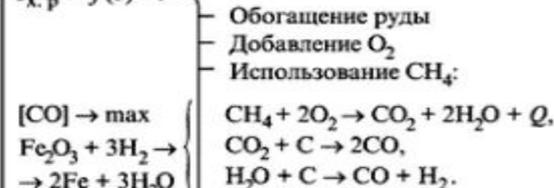


в

Условия оптимизации процессов

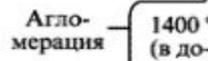
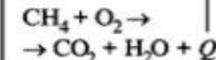
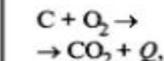
$$Pr = f(V_{л.п}, n, v_{x.p})$$

$$v_{x.p} = f(c) \Rightarrow$$

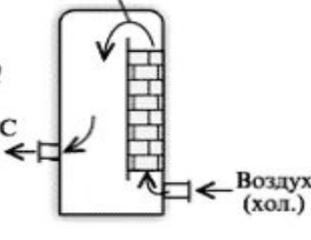


$$v_{x.p} = f(S)$$

$$v_{x.p} = f(t \text{ } ^\circ\text{C})$$



Нагрев воздуха в регенераторах (кауперах)



г

Экономические показатели

КИПО

УРК

Примечание. Скип – сосуд для загрузки шихты в доменную печь; лещадь – под (дно) в доменной печи, место скопления расплавленного металла; ρ_ч – плотность чугуна; ρ_{шл} – плотность шлака; КИПО – коэффициент использования полезного объема печи; УРК – удельный расход кокса; c – концентрация; S – площадь поверхности частиц.

Производство чугуна

Железо и сплавы на его основе в технике называют чёрными металлами, а отрасль их производящую, - **черной металлургией**. Чистое железо мягкое, это ограничивает его использование в технике. Для увеличения твёрдости в железо вводят углерод. Сплав железа с углеродом (>2%) называется **чугуном**.

Источником получения железа является **железная руда**. В руде основными компонентами являются соединения железа:

- 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 колчедан, серный колчедан).

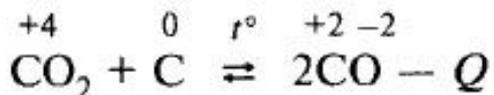
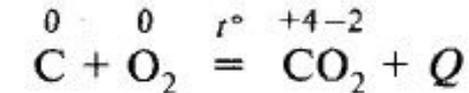
Пирит сначала обжигают (в ходе производства серной кислоты), а огарок (Fe_2O_3) используют в производстве чугуна.



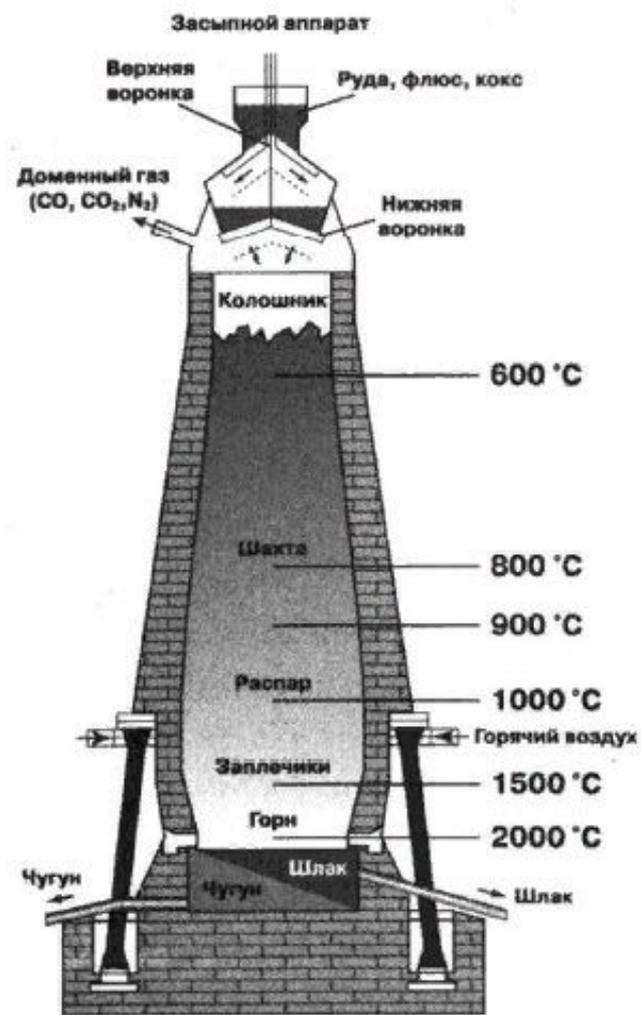
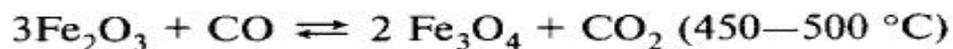
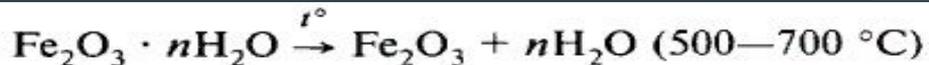
Производство чугуна осуществляют в доменных печах (см. рис).

Сырьём для производства являются железная руда, кокс, известняк и горячий воздух.

Доменную печь загружают сначала коксом, а затем послойно агломератом и коксом. (Агломерат – это определённым образом подготовленная руда, спечённая с флюсом, в данном случае – с известняком.) Через специальные отверстия (фурмы) в нижнюю часть домны подаётся горячий воздух, обогащённый кислородом. В нижней части домны кокс сгорает, образуя CO_2 , который, поднимаясь вверх и проходя сквозь слои накалившегося кокса, взаимодействует с ним и образует CO :



Руда последовательно претерпевает превращения:



Доменная печь

В руде присутствует также пустая порода, которую образует главным образом кремнезём – SiO_2 . Это тугоплавкое вещество. Для превращения его в легкоплавкие соединения к руде добавляется флюс. Обычно это известняк. При взаимодействии его с кремнезёмом (SiO_2) образуется силикат кальция: $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ (800 °C)

Образующийся силикат легко отделяется в виде шлака.

При восстановлении руды железо получается в твёрдом состоянии. Постепенно оно опускается в более горячую часть печи – распар – и растворяет в себе углерод. Образуется чугун. Последний плавится и стекает в нижнюю часть домны, а жидкие шлаки собираются на поверхности чугуна, предохраняя его от окисления. Чугун и шлаки периодически выпускают через особые отверстия.

Когда металлическое железо выделяется в жидком состоянии, в нём сравнительно хорошо растворяется углерод. При кристаллизации такого раствора образуется чугун – сплав железа с углеродом. Он обладает высокой хрупкостью из-за большого содержания в нём карбида железа Fe_3C (цементита), который образуется в результате побочных реакций:



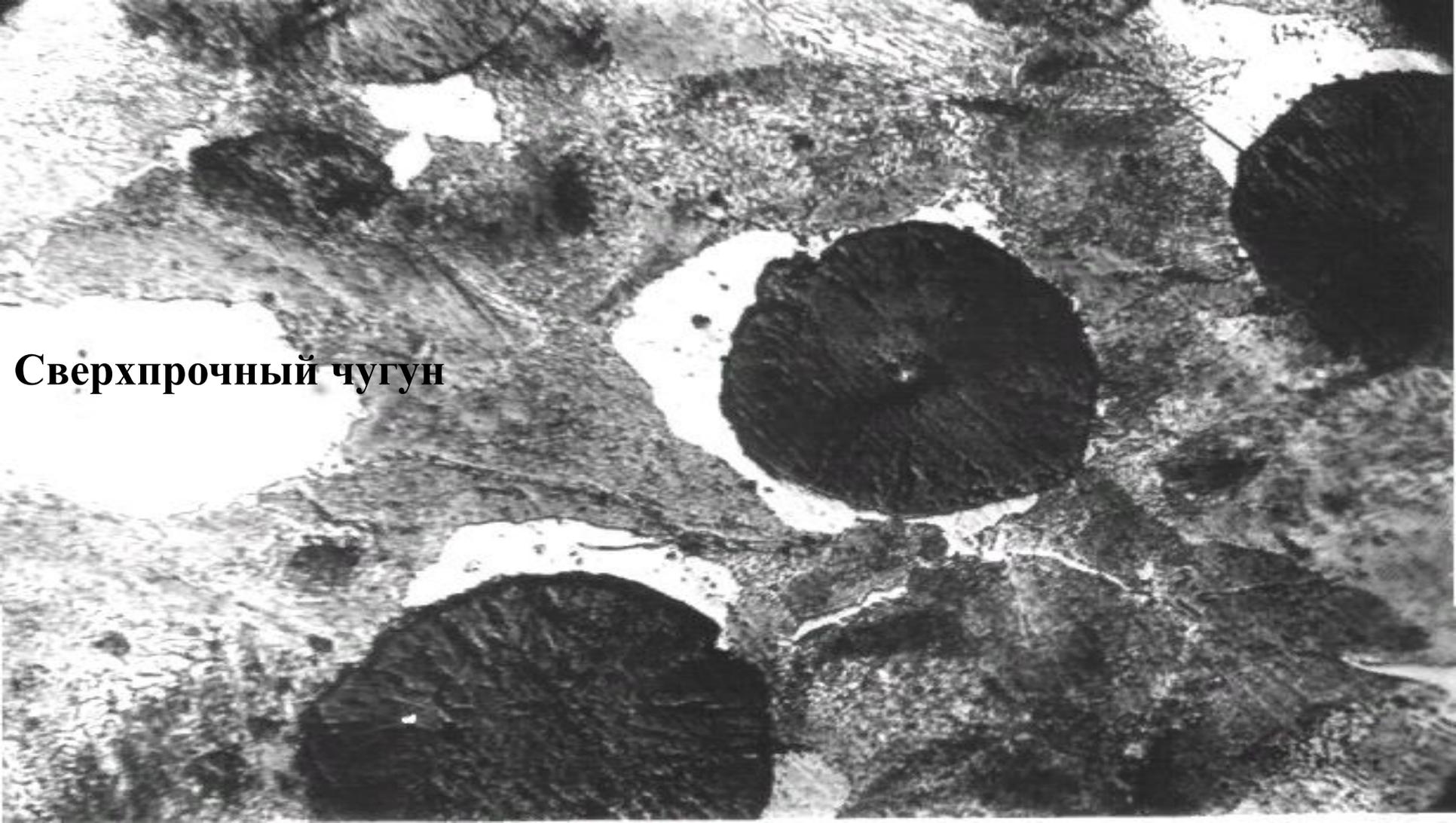
В чугуне содержатся примеси фосфора, серы. Сера ухудшает текучесть чугуна и вызывает красноломкость стали – хрупкость при нагревании до температуры красного каления. Фосфор вызывает хладноломкость стали – хрупкость при обычной температуре.

Серый чугун содержит включения графита-они хорошо видны под микроскопом. Он менее хрупок, чем белый, и используется для изготовления маховых колес, радиаторов водяного отопления, отливки скульптуры. Добавка в расплав магния вызывает выделение графита не в виде пластинок, а в форме шарообразных включений. Модификация таким образом чугун обладает высокой прочностью и используется для изготовления коленвалов двигателей. Зеркальный чугун, содержит 10-20% марганца и около 4% углерода, используют в качестве восстановителя при производстве стали.

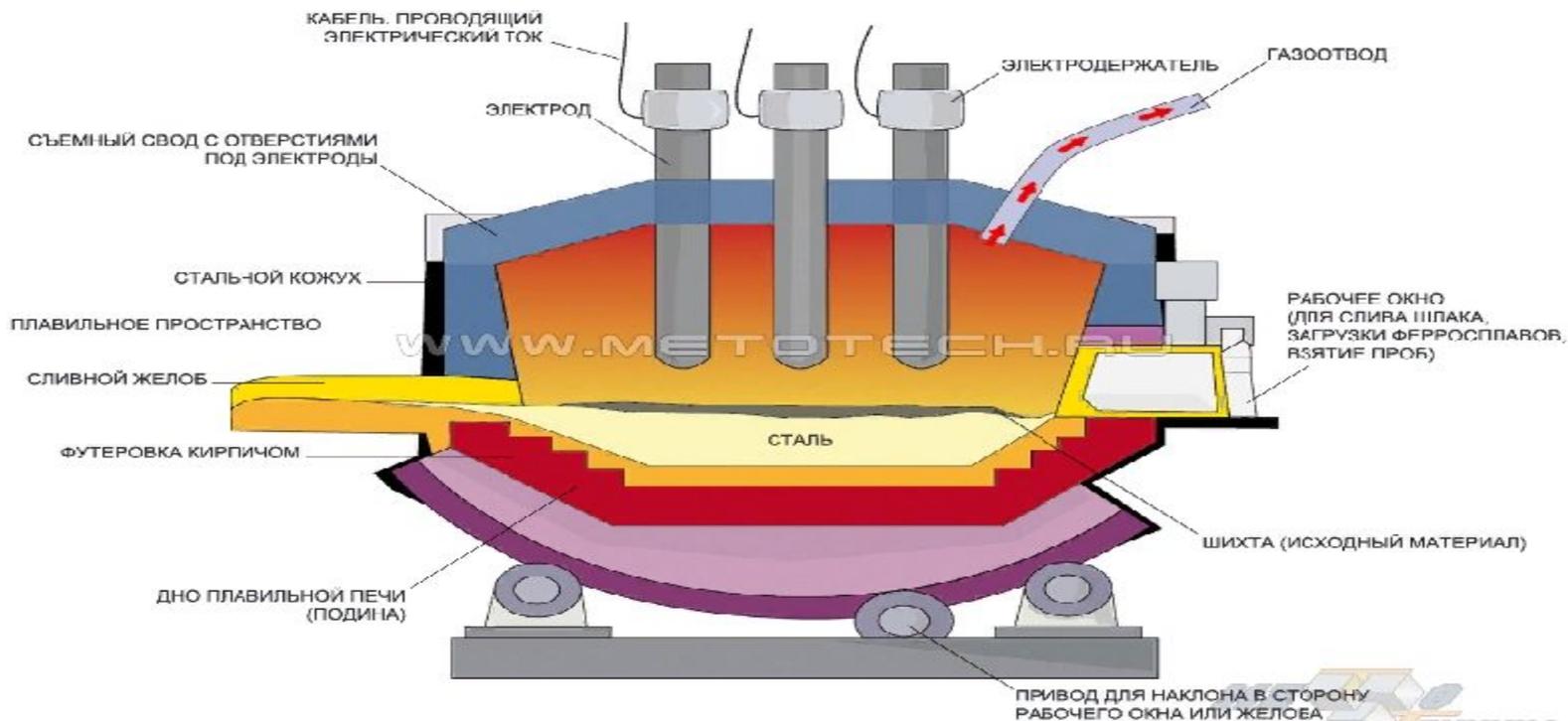


**Серый литейный чугун на ферритной основе.
Крупнопластинчатый графит. x200.**

Сверхпрочный чугун



Печь для выплавки стали





Производство стали

Сталь, в отличие от чугуна, содержит меньше 2% углерода. Она пластична - легко поддается ковке, прокату, прессованию. Существует несколько *способов переработки чугуна в сталь*: мартеновский, бессемеровский и томасовский. Они различаются методами окисления. В бессемеровском и томасовском способах окисление осуществляется кислородом воздуха, продуваемого через расплавленный металл. Во всех процессах углерод, содержащийся в металле, окисляется до CO и CO₂, удаляемых из реакционной зоны. Кремний Si, марганец Mn, хром Cr и другие металлы, окисляясь, переходят в шлак в виде SiO₂, MnO и т. д.

Механизм процесса окисления может быть представлен следующим образом. В первую очередь окисляется часть железа. Часть образующихся оксидов растворяется в металле и взаимодействует с примесями: $C + FeO \rightleftharpoons Fe + CO$

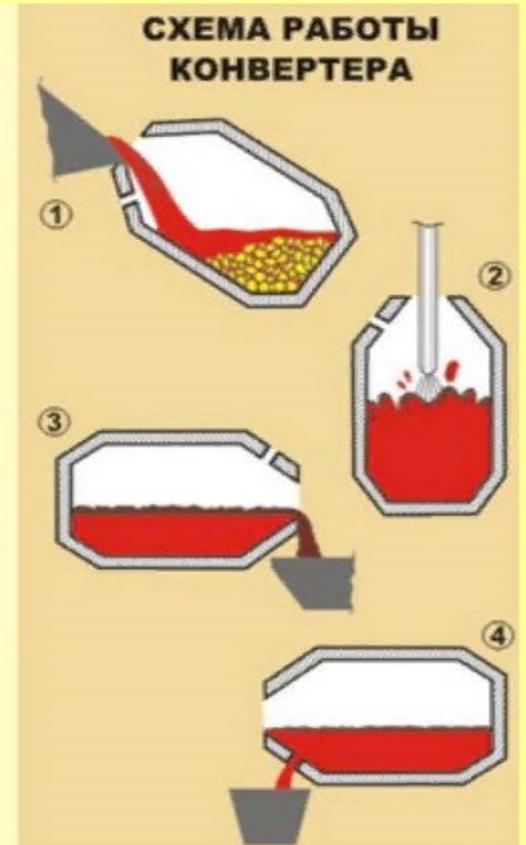
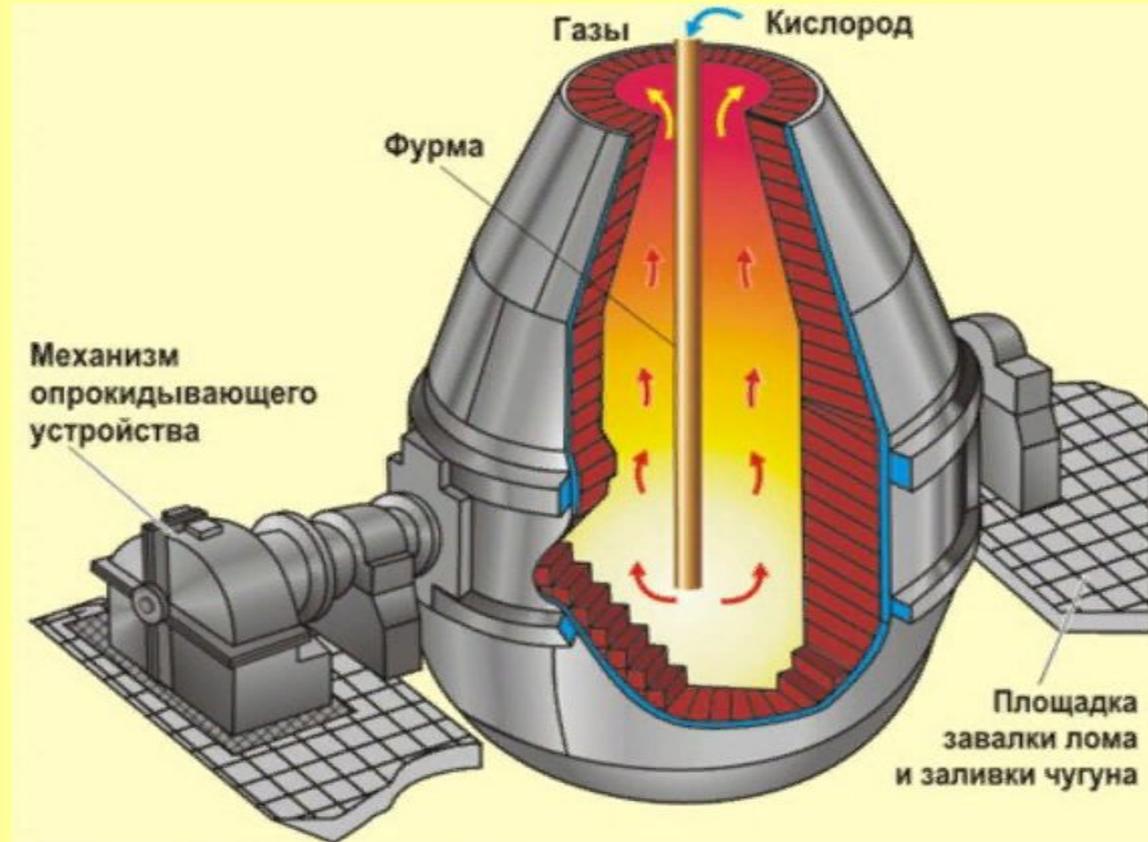


Для максимального удаления примесей серы и фосфора необходимо, чтобы в процессе передела чугуна получались основные шлаки; это достигается путём добавления известняка или извести. Сера, содержащаяся в чугуне в виде FeS, реагирует с оксидом кальция CaO: $FeS + CaO = CaS + FeO$

Образующийся сульфид кальция переходит в шлак. Образовавшийся P₂O₅ также взаимодействует с известью, образуя фосфат кальция, переходящий в шлак: $3CaO + P_2O_5 = Ca_3(PO_4)_2$

Бессемеровский и томасовский способы осуществляют в конвертерах. **Конвертеры** – аппараты грушевидной формы, изготовленные из специальной котельной стали (кожух) и футерованные изнутри огнеупорными материалами.

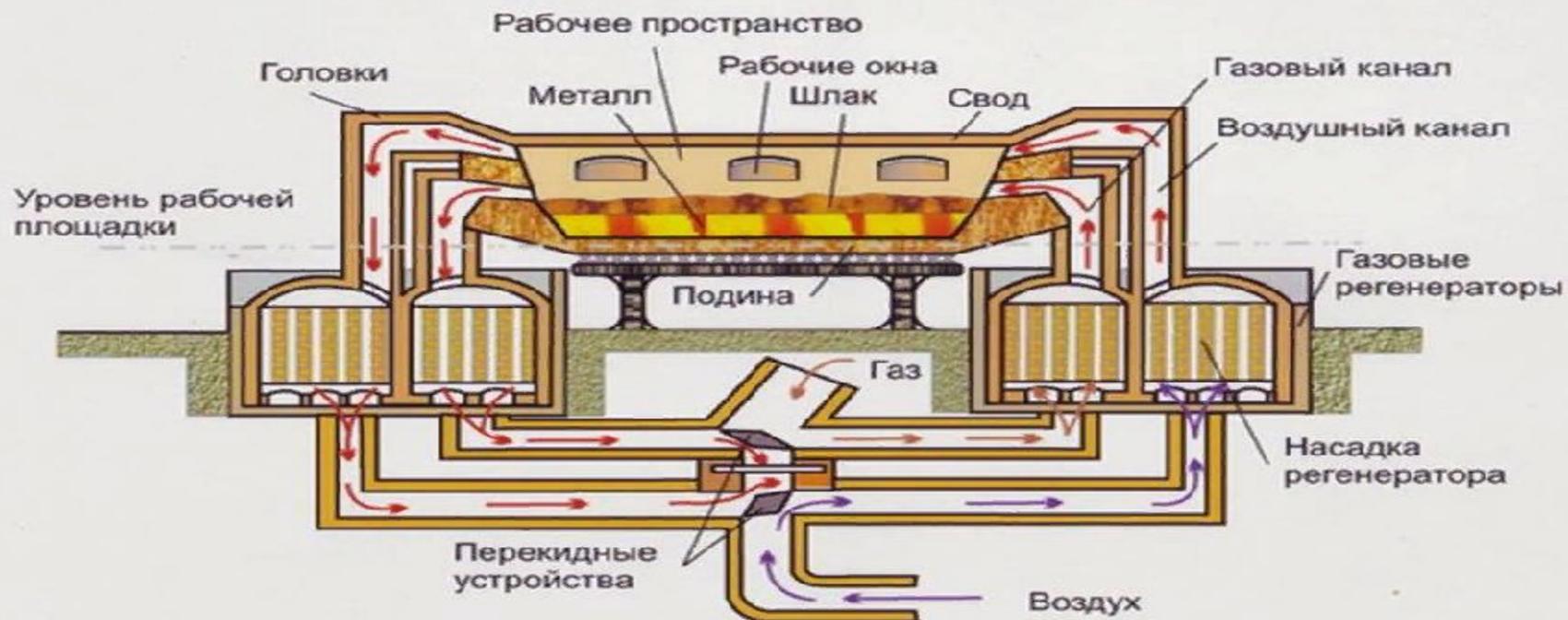
Кислородно-конверторный способ



Под воздействием воздуха в расплавленном чугуна образуется закись железа FeO , которая реагирует с примесями (кремнием, марганцем, фосфором), образуя оксиды, которые переходят в шлак или выгорают, а закись железа при этом восстанавливается до чистого железа. Этот процесс продолжается всего 15-30 мин, что является большим преимуществом данного способа. Емкость современных конвертеров достигает **600 т**. Этот способ отливки стали высокопроизводителен и наиболее экономичен.

Мартеновский способ получения стали в настоящее время наиболее распространен. **Мартеновская печь** представляет собой агрегат, рабочее пространство которого имеет форму вытянутой в горизонтальном направлении камеры. Нижнюю часть камеры, имеющей вид ванны, называют подом. Его делают набивным из огнеупорных материалов, а стенки и свод печи выкладывают из огнеупорного кирпича. В верхней части имеются каналы, соединяющие рабочую камеру с газовыми и воздушными регенераторами. Емкость современных мартеновских печей до 1000 т.

Мартеновская печь



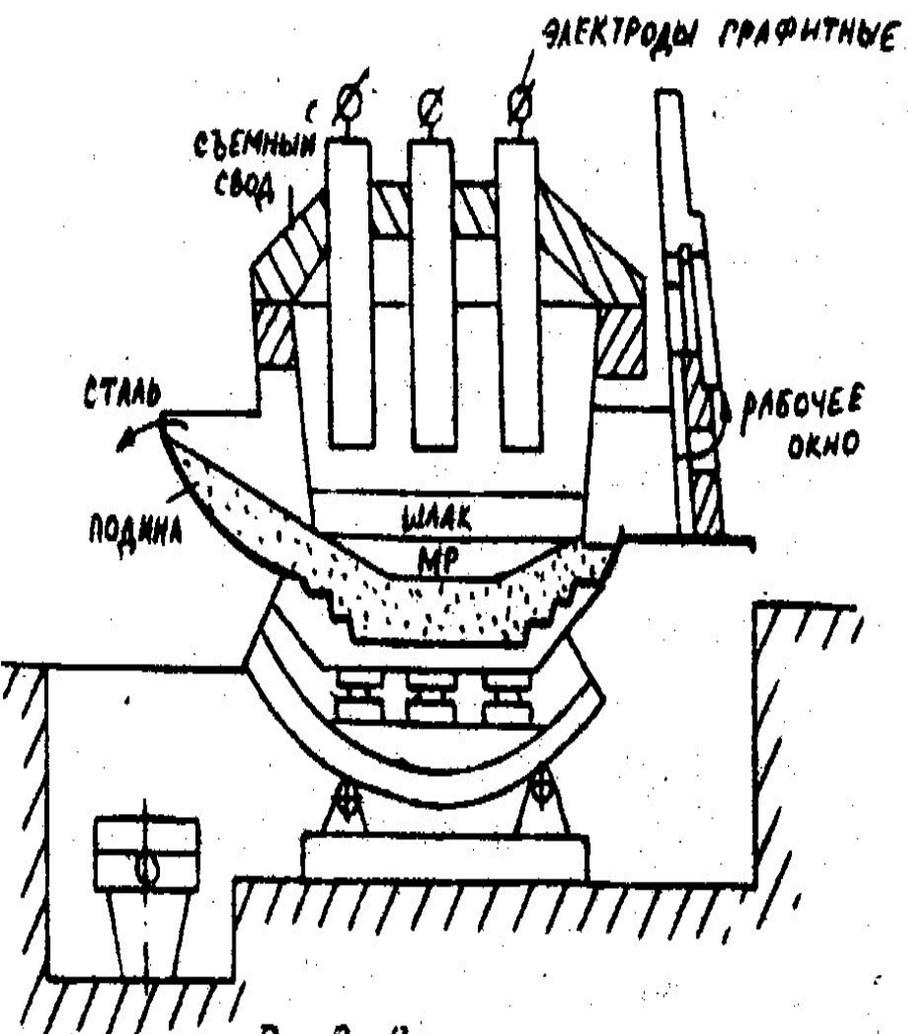
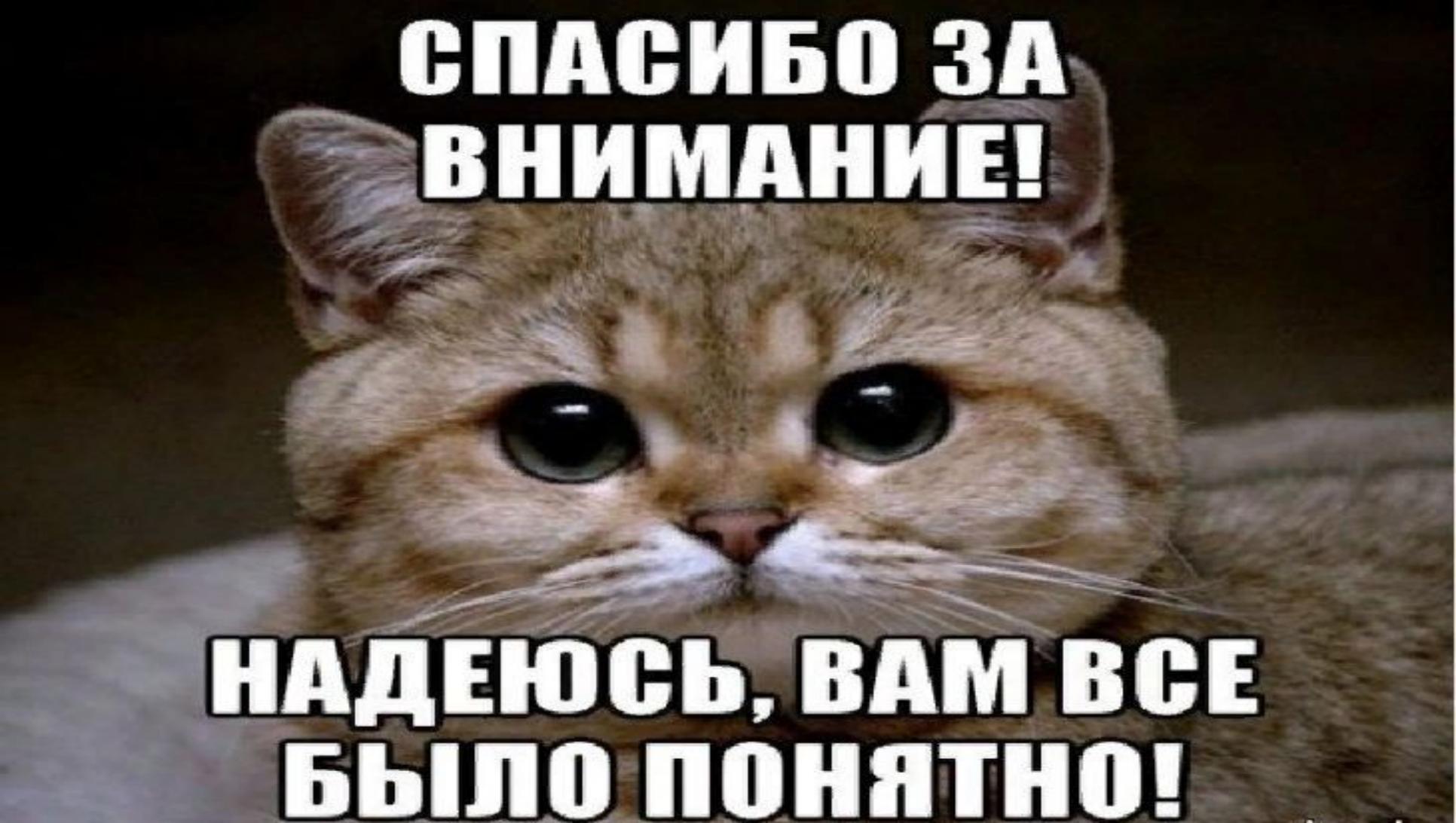


Рис.3. Схема электродуговой печи

Электроплавка - наиболее совершенный способ производства специальных и высококачественных сталей. Сталь выплавляют в дуговых или индукционных электропечах. Наиболее распространены **дуговые электропечи емкостью до 200 т.**

В качестве сырьевой шихты для электроплавки стали используют как стальной скрап и железную руду, так и жидкие стали, поступающие из мартеновской печи или конвертера. Кроме того, в состав шихты вводят флюсы и легирующие добавки. Источником тепла является электродуга, образующаяся между вертикально установленными угольными электродами и расплавленным металлом. По существу протекающих процессов электроплавка не отличается от мартеновского способа производства стали. Однако **существенным недостатком электроплавки является низкая производительность и высокая себестоимость стали.**

A close-up photograph of a ginger cat's face. The cat has large, dark, round eyes and a white patch on its chin. The background is dark and out of focus.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**

**НАДЕЮСЬ, ВАМ ВСЕ
БЫЛО ПОНЯТНО!**