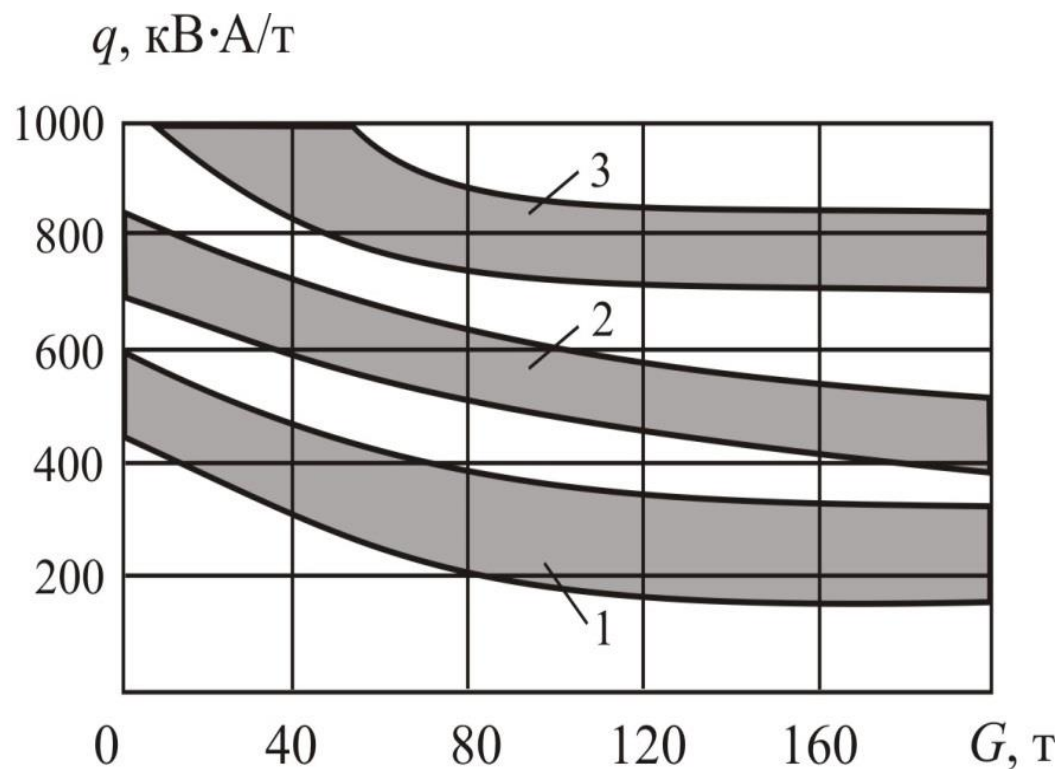


Традиционная технология плавки стали в дуговой сталеплавильной печи

Лекция №4

Удельная мощность ДСП



- 1 – обычная мощность;
- 2 – высокая мощность;
- 3 – сверхвысокая мощность.

Характеристика ДСП для традиционной плавки

- До 70-х годов XX века считали, что ДСП должна обеспечить полный цикл производства стали.
- Дуговые печи использовали в основном для производства высококачественной, легированной стали специального назначения.
- Удельная мощность трансформатора у дуговых печей составляла 200...300 кВт·А/т.
- Наибольшая мощность трансформаторов достигала 50 МВ · А, вторичное напряжение – 560 В, сила рабочего тока – 60 кА.
- Исходное сырье – металлолом.
- В ДСП металлолом расплавляется, над расплавом наводится шлак – расплав окислов, при взаимодействии с которым из металла в различные этапы плавки удаляются основные вредные примеси
- В процессе плавки удаляются основные вредные примеси – сера и фосфор.
- Качественная сталь должна содержать фосфора менее 0,035%, серы – менее 0,04% (ГОСТ 1050-88).
- Для стали обычного качества допустимое содержание фосфора и серы равно соответственно 0,04% и 0,05% (ГОСТ 380-2005).

Роль шлаков в металлургических процессах :

- источник питания металлической ванны кислородом при окислительных процессах в соответствии с требованиями технологии;
- защитный покров против поглощения металлом газов (азота и водорода);
- регулятор направления процесса в желаемую сторону для тех или иных компонентов металла (в сторону окисления или восстановления;
- фактор, обеспечивающий наиболее благоприятные условия для рафинирования металла от вредных примесей (фосфора, кислорода, серы);
- растворитель всплывающих неметаллических включений; фактор, обеспечивающий минимальные потери железа и легирующих примесей;
- проводник тепла от источника тепла в металл;
- экран от излучения электрических дуг для внутренней поверхности плавильного пространства;
- сырье для других технологических процессов.

Источники шлака

- продукты окисления примесей чугуна и скрапа: SiO_2 , MnO , P_2O_5 , Cr_2O_3 ;
- продукты разрушения футеровки плавильной ванны (магнезитовая – MgO , магнезито-хромитовая - $\text{MgO} + \text{Cr}_2\text{O}_3$, динасовая - SiO_2);
- загрязнения, вносимые шихтой (песок, грязь и т.п., в основном состоят из Al_2O_3 и SiO_2);
- ржавчина, покрывающая скрап, особенно легковесный (стружка, кровельное железо и т.п.), состоит из FeO , Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$;
- добавочные материалы и окислители (известняк, известь, боксит, плавиковый шпат, железная и марганцевая руда): CaCO_3 , CaO , Al_2O_3 , CaF_2 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , MnO и т.д.

Окислы, образующие шлак, делятся на 3 группы:

- кислотные: SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , V_2O_5 ;
- оснóвные: CaO , MgO , FeO , MnO ;
- амфотерные: Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , V_2O_3 .

$(\text{CaO}\%) / (\text{SiO}_2\%)$ - это отношение называется оснóвностью шлака.

По величине этого отношения шлаки делят на:

- 1) низкооснóвные (до 1,5),
- 2) среднеоснóвные (1,6 ÷ 2,5),
- 3) высокоосновные (более 2,5)

Кратность шлака -

Это его количество на единицу выпущенной продукции.

Для ДСП кратность шлака – это количество шлака на тонну полученной стали.

Плавка стали в ДСП характеризуется кратностью шлака порядка 50...100 кг/т.

Условия удаления фосфора из металла в ДСП

- Фосфор растворяется в железе в значительных количествах и существенно ухудшает свойства металла.
- Источниками фосфора в ванне металла являются: чугун, шихта, ферросплавы.
- Окисление растворенного в металле фосфора может происходить в результате взаимодействия его с кислородом: газовой фазы, растворенным в металле, содержащимся в оксидах железа шлака.
- При окислении фосфора происходит выделение тепла.
- Для эффективной дефосфорации металла шлак должен иметь основность более 2,0. Основная составляющая извести CaO взаимодействует с P_2O_5 и FeO , образуя прочные соединения по реакции: $2[\text{P}] + 5(\text{FeO}) + 4(\text{CaO}) = (\text{CaO})_4 \cdot (\text{P}_2\text{O}_5) + 5\text{Fe}$

Основные условия проведения дефосфорации

- наличие окислительной атмосферы и соответственно большая активность FeO в шлаке;
- высокая осно́вность шлака;
- быстрое формирование FeO-CaO шлака;
- относительно низкая температура (особенно при средних и высоких концентрациях углерода);
- малая активность / содержание P_2O_5 в шлаке.

Технологические приемы для дефосфорации

- введение в агрегат оксидов железа в виде железной руды;
- введение в агрегат CaO в виде кусковой или порошкообразной извести или известняка;
- введение кислорода или воздуха;
- максимальное удаление фосфора в начальный период, когда температура металла еще относительно невысока;
- возможно более раннее формирование активного жидкоподвижного шлака;
- обновление шлака.

Условия удаления серы из металла

- Процесс перехода серы из металла в шлак происходит на границе со шлаком.
- Источниками серы в ванне металла являются: шихта, чугун, стальной лом и особенно замасленная стальная стружка.
- Сера – поверхностно активный элемент. Значит, наибольший эффект дают такие способы ведения плавки, которые обеспечивают увеличение поверхности контакта металла с десульфуризирующей фазой.
- Приходится учитывать, что другие примеси тоже могут быть поверхностно активными и между ними происходит «борьба за поверхность». Таким является и кислород.
- Элементы, у которых тепловой эффект при взаимодействии с серой меньше, чем при соединении серы с железом, могут быть десульфураторами. Такими элементами являются Mn, Mg, Na, Ca, а также редкоземельные металлы. Самым дешевым и доступным десульфуратором является известь.
- Химическое взаимодействие CaO шлака и серы металла может быть представлено как: переход серы из металла в шлак и взаимодействие ее с оксидом кальция в шлаке по реакции $(FeS) + (CaO) = CaS + FeO$.
- Соединение CaS очень прочно. Практически сера, перешедшая в шлак, обратно в металл не переходит.

Основные условия проведения десульфурации:

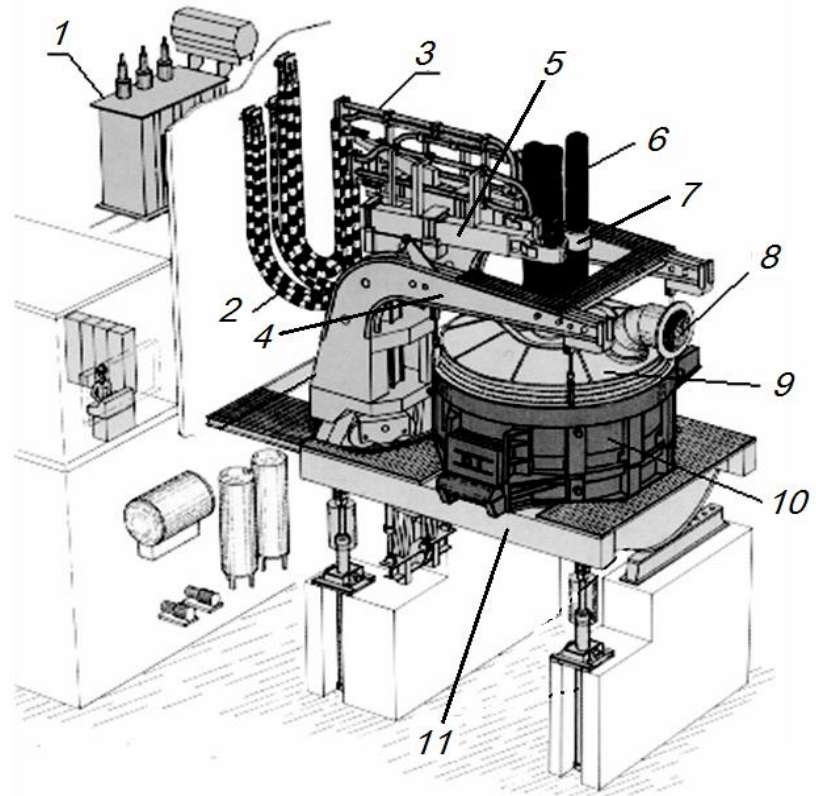
- высокая активность оксида кальция в шлаке;
- низкая активность оксида железа в шлаке;
- низкая активность кислорода в металле (раскисление);
- малая активность серы в шлаке;
- высокая температура;
- большая площадь контакта с десульфурующей фазой (шлаком).

Технологические приемы для десульфурации:

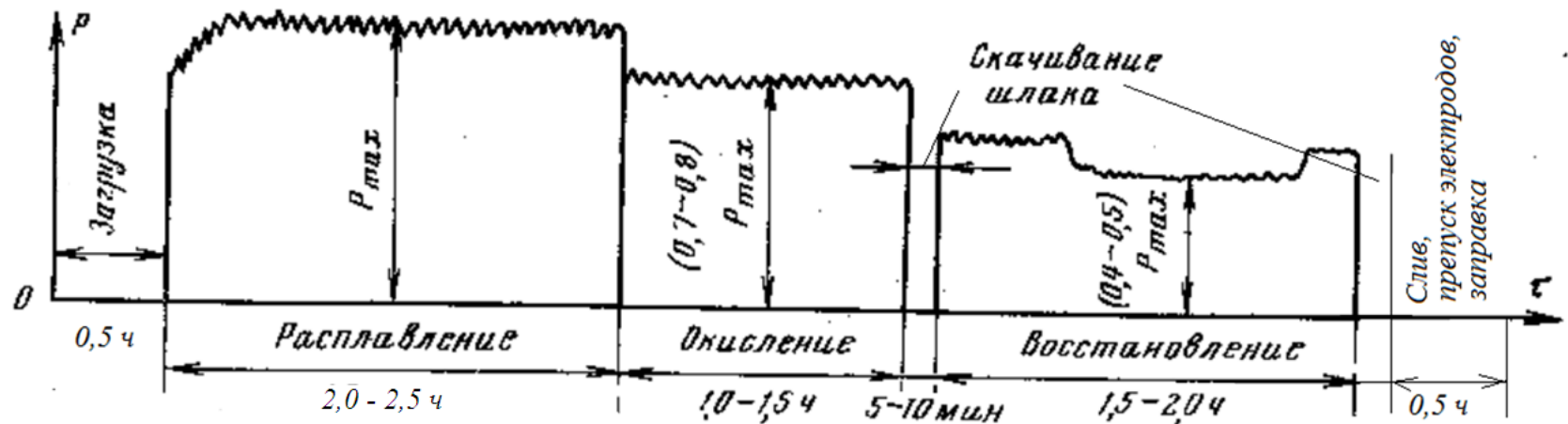
- 1) вводят добавки извести или известняка;
- 2) раскисляют металл присадками восстановителей, в основном ферросилиция;
- 3) повышают жидкоподвижность шлака добавками глинозема, плавикового шпата, оксида марганца и др.
- 4) обновление шлака;
- 5) используют для десульфурации периоды, в которые металл максимально нагрет, при этом энергично окисляется углерод ($[C] + (FeO) = CO + Fe$) и активность оксида железа в шлаке понижается.

Этапы плавки стали в ДСП

- Заправка
- Завалка.
- Расплавление.
- Окислительный период.
- Восстановительный период.
- Слив металла.
- Наращивание и перепуск электродов.



Изменение мощности по ходу плавки в ДСП



Коэффициент использования мощности трансформатора:

$$K_{и} = \frac{\sum P_i \cdot \tau_i}{P_{max} \cdot \tau_{ц}}$$