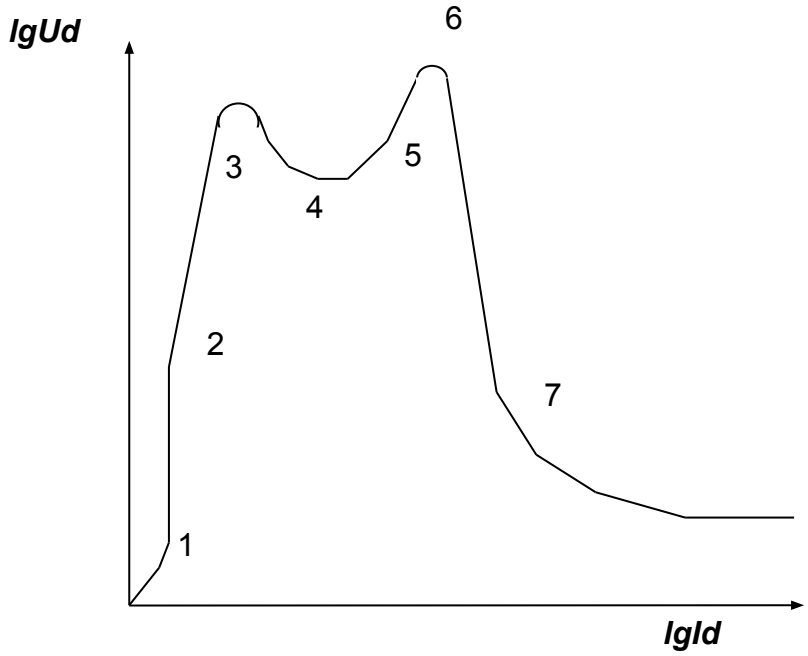
ЭДЕКТРОДУГОВОЙ НАГРЕВ

Виды разрядов в газе



1 - Несамостоятельный разряд – 10^{-12} А/см^2

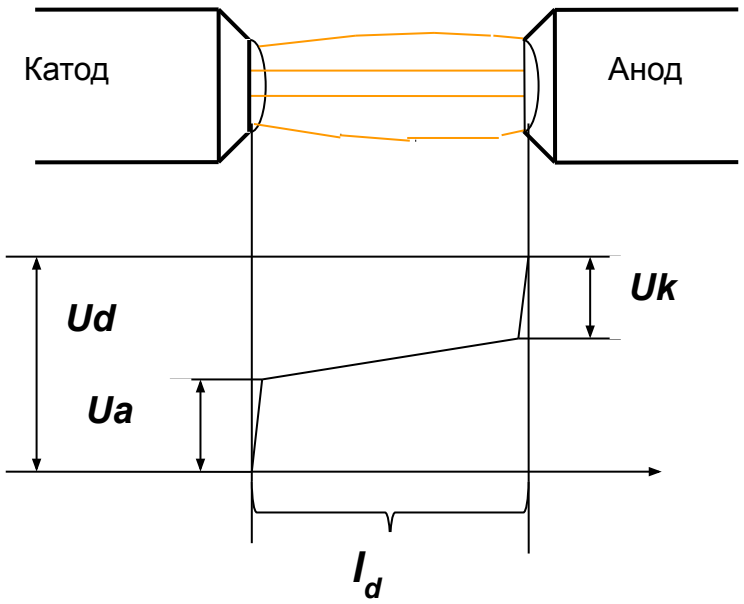
2 - Переход к тлеющему разряду - 10^{-6} А/см^2

3 -Тлеющий разряд – 10^{-4} А/см^2

3-4-5 – аномальный тлеющий разряд – 10^{-4}-10^{-2} А/см^2

6 – Дуговой разряд – 10^{-4}-10^{-2} А/см^2

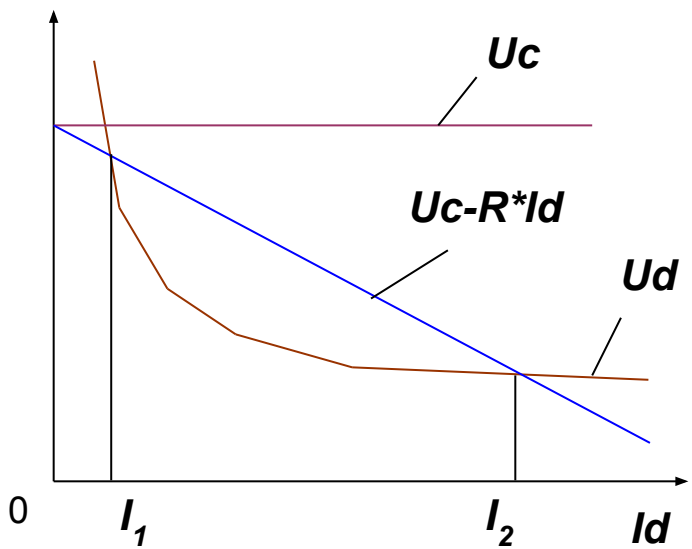
Свойства дуги как разряда в газе



$Ud=\alpha+\beta\times l$

- Малое приэлектродное падение потенциала α (10-40 В)
- Высокая плотность тока (10^2-10^3 А/см^2)
- Термическая ионизация газа в межэлектродном промежутке (Т =4000-6000 К)
- Термоэлектронная эмиссия на катоде

Вольт-амперная характеристика дуги постоянного тока



В точке I_1 горение дуги будет неустойчивым.

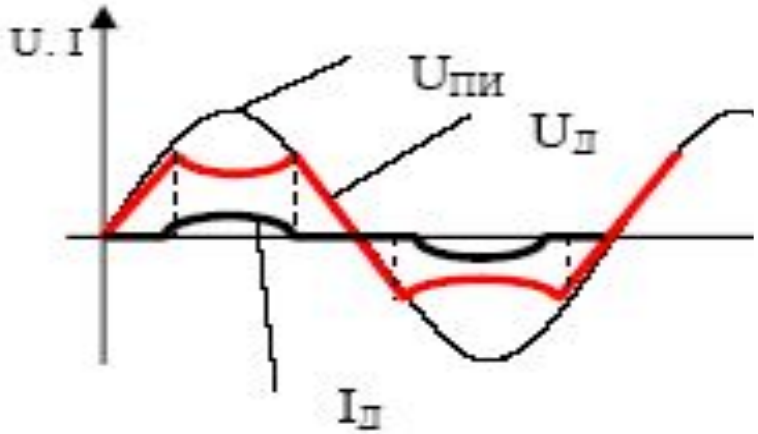
При каждом случайном уменьшении тока дуги напряжение на разрядном промежутке окажется недостаточным для поддержания дуги, поэтому дуга погаснет.

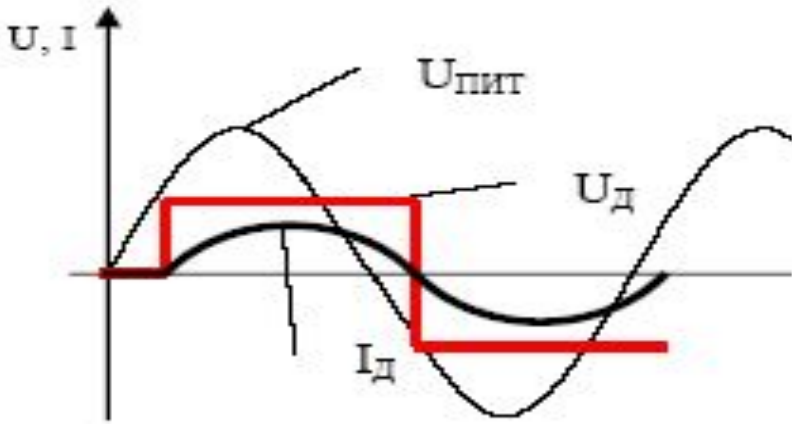
Любое увеличение тока дуги по сравнению с I_1 вызовет увеличение Ud относительно Uc и ток дуги будет увеличиваться до значения I_2 при котором горение дуги устойчиво.

Условие устойчивого горения дуги

$$\frac{dU_d}{dI_d} < \frac{dU_c}{dI_d}$$

Дуга переменного тока





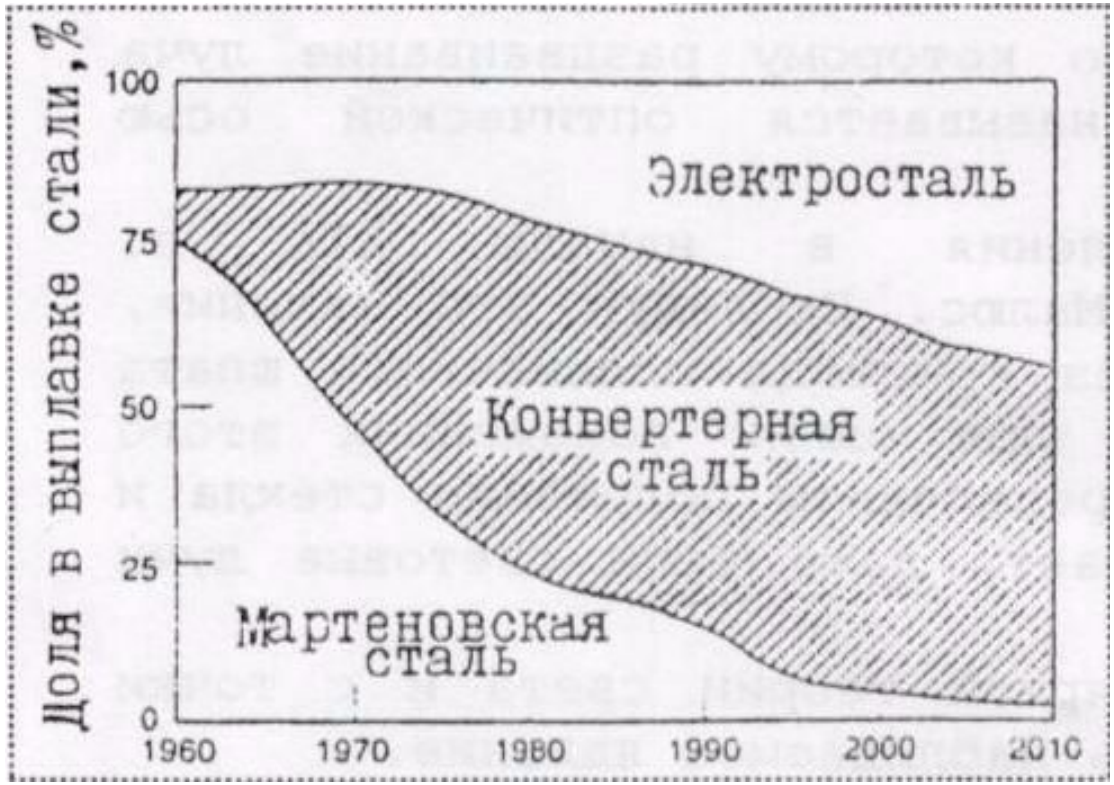
При чисто активном контуре с дугой имеет место прерывистый режим горения дуги. Ток в дуге появляется только когда Uд становится больше потенциала зажигания дуги.

При включении в цепь дуги индуктивности сдвиг фаз между током и напряжением позволяет добиться сокращения промежутков без дуги. При ***cos ф*** < 0,85 имеет место ,как правило, непрерывный режим горения дуги.

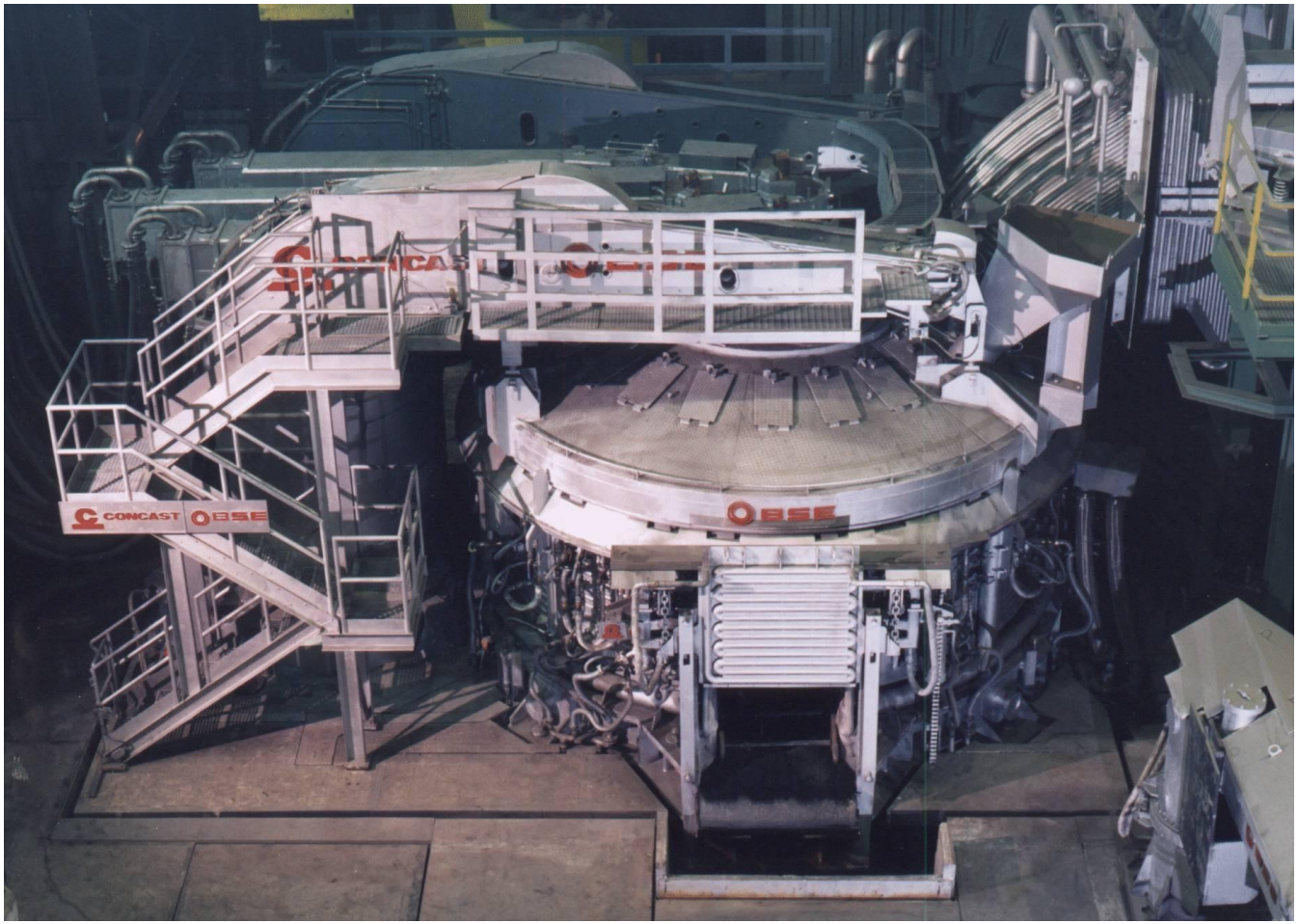
Применение дугового нагрева

- Электроплавка стального лома.
- Плавление меди.
- Восстановление металлов из руд.
- Рафинирование ферросплавов.
- Вакуумно-дуговой переплав металлов.
- Дуговая сварка

Место электростали в черной металлургии



Конструкция ДСП



Основные технико-экономические показатели работы ДСП

- Удельный расход электроэнергии (кВт·ч/т).
- Производительность (т/час, тыс.т/год).
- Удельный расход электродов (кг/т).
- Удельный расход огнеупорных материалов (кг/т).

Преимущества выплавки стали в ДСП

- требует меньших капиталовложений
- отличается более низкими показателями удельной энергоемкости (2,3 против 5,5 Гкал/т),
- отличается гибкостью в использовании различных видов металлошихты,
- характеризуется меньшими издержками производства, расходом сырьевых материалов, выбросами в окружающую среду,
- быстрее реагирует на изменение потребностей по сортаменту и качеству проката, определяемых рынком потребителей.

В результате 20-летнего совершенствования технологии плавки стали в дуговых печах, продолжительность плавки сократилась с 180 до 40 мин, уменьшился расход электроэнергии с 630 до 290 кВтч/т и графитированных электродов - с 6,5 до 1,2 кг/т

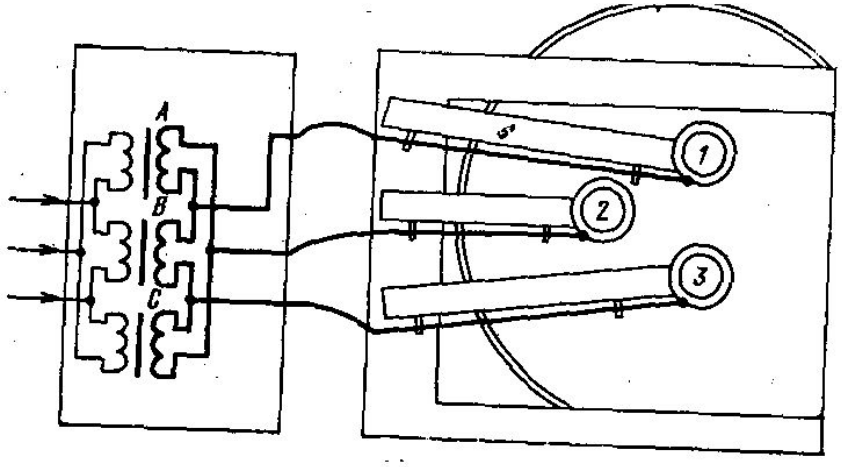
Технология плавки стали в ДСП

1. Заправка печи – восстановление разрушений внутренней поверхности футеровки.
2. Перепуск электродов.
3. Завалка шихты – металлолома, шлакообразующих.
4. Плавление. Быстрое наведение шлака над образующейся лужей расплава и начало удаления фосфора.
5. Окислительный период. Окончание удаление фосфора. Кипение ванны за счет всплывания пузырей CO.
6. Восстановительный период. Удаление кислорода из ванны металла присадками ферросилиция. Удаление серы.
7. Слив металла.

Современная технология электросталеплавильного производства

- Подготовка шихты.
- Плавка стали в ДСП с укороченным окислительным периодом, без восстановительного.
- Слив металла в ковш.
- Доведение металла до нужного состава и состояния на установке внепечной обработки стали.
- Разливка металла на установках непрерывного литья заготовок.

Вторичный токоподвод ДСП

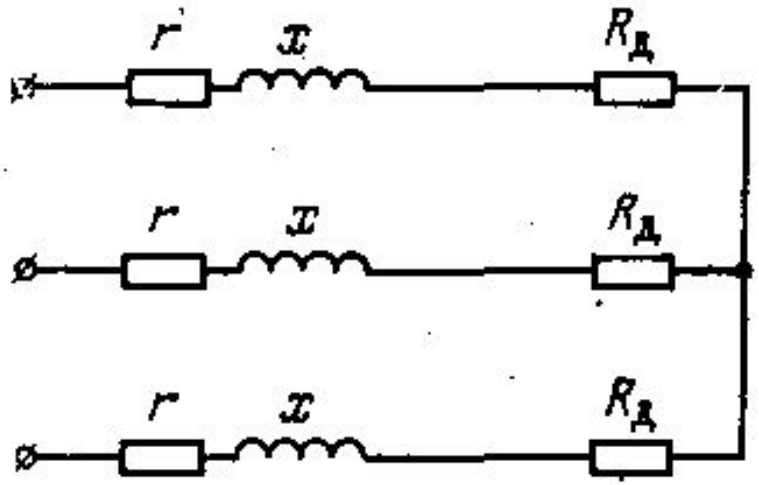


Чаще всего выполняется по схеме треугольник на неподвижных башмаках

Состоит из

- компенсаторов,
- моста расшихтовки,
- неподвижных башмаков,
- кабельной гирлянды,
- подвижных башмаков,
- токоподвода вдоль рукава
- электрододержателя,
- контактной щеки
- электрода.

Схема электропечного контура ДСП



r – активное сопротивление вторичного токоподвода,

x – индуктивное сопротивление вторичного токоподвода,

$R_д$ - сопротивление дуги.

В общем случае токи в таком контуре несимметричны и несинусоидальны.

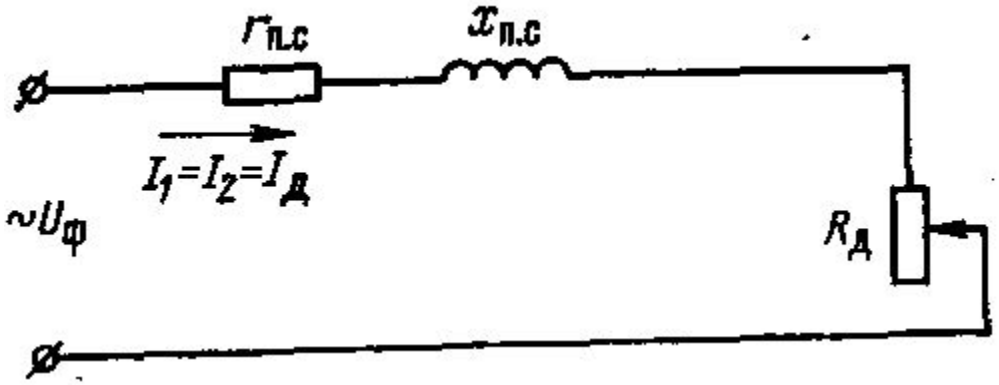
Электрические и рабочие характеристики ДСП

Это функциональные зависимости от тока таких параметров как:

- полная активная мощность Ра,
- мощность дуги Рд,
- мощность электрических потерь Рэп,
- мощность тепловых потерь Ртп
- коэффициент мощности,
- электрический к.п.д.

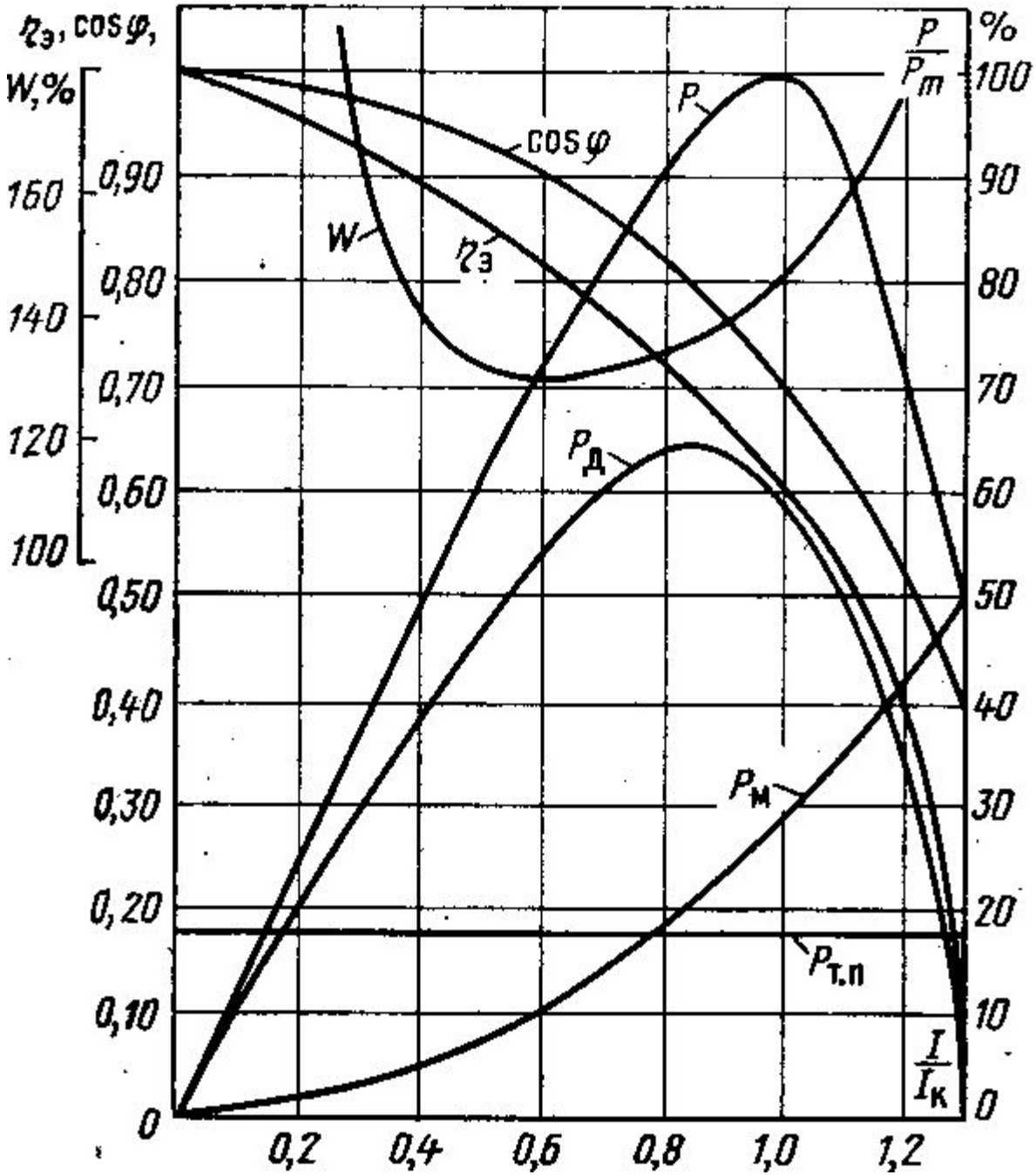
Эти зависимости определяют чаще всего по однофазной схеме замещения при достаточно грубом допущении о симметричности и синусоидальности электропечного контура.

Электрические и рабочие характеристики ДСП



$$P_a = I_2 \cdot \sqrt{U_{2f}^2 - \left(I_2 \cdot x\right)^2}, \quad P_{ep} = I_2^2 \cdot r, \quad P_d = P_a - P_{ep}$$

$$\eta_{el} = P_d / P_a, \quad \cos\varphi = \sqrt{1 - \left(I_2 \cdot x / U_{2f}\right)^2}$$


η_э, cos φ,
W,%
160
140
120
100
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0
cos φ
W
η_э
P
P_д
P_м
P_т.п
P/P_m
%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
I/I_к
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2

Рабочие характеристики ДСП

$$g = (P_d - P_{tp}) / 340$$

$$W = P_a / g$$

- 340 кВт· ч/т – теоретическое количество энергии, необходимое для расплавления 1 т стали.

Это зависимость от тока дуги таких параметров как:

- производительность g,
- удельный расход электроэнергии W .