



2.2. Элементы теплопроводности плазмы

Плазма состоит из трех различных компонентов: нейтрального, ионного и электронного газов.

T_o – температура нейтрального газа;

T_e – температура электронного газа;

T_i – температура ионного газа.

Газы, нейтральный и ионный, в виду приблизительно одинаковой массы, имеют приблизительно одинаковую температуру, т.е. $T_o = T_i$.

Плазма, в которой $T_o = T_i = T_e$ называется *изотермической* или *термической равновесной*

Получению изотермической плазмы способствуют повышение давления газа и силы тока. Обычная сварочная дуга, горящая при атмосферном давлении, считается изотермической.

Для равновесной плазмы на основании теоретических рассуждений индийский физик Саха вывел уравнение, определяющее степень ионизации плазмы.



Степень ионизации – отношение числа ионизированных частиц (электронов и ионов) в плазме к числу первоначально взятых $x = n_i / (n_0 + n_i) = n_e / (n_e + n_0)$

$$[x^2 / (1 - x^2)]P = 2,4 \cdot 10^{-4} a^2 T^{5/2} \exp[-Eu_i / (kT)]$$

где a – квантовый коэффициент; T – температура; Eu_i – энергия ионизации; P – давление; k – постоянная.

Кривые зависимости степени ионизации от температуры, вычисленные по уравнению Саха имеют S – вид (рис. 2.3).

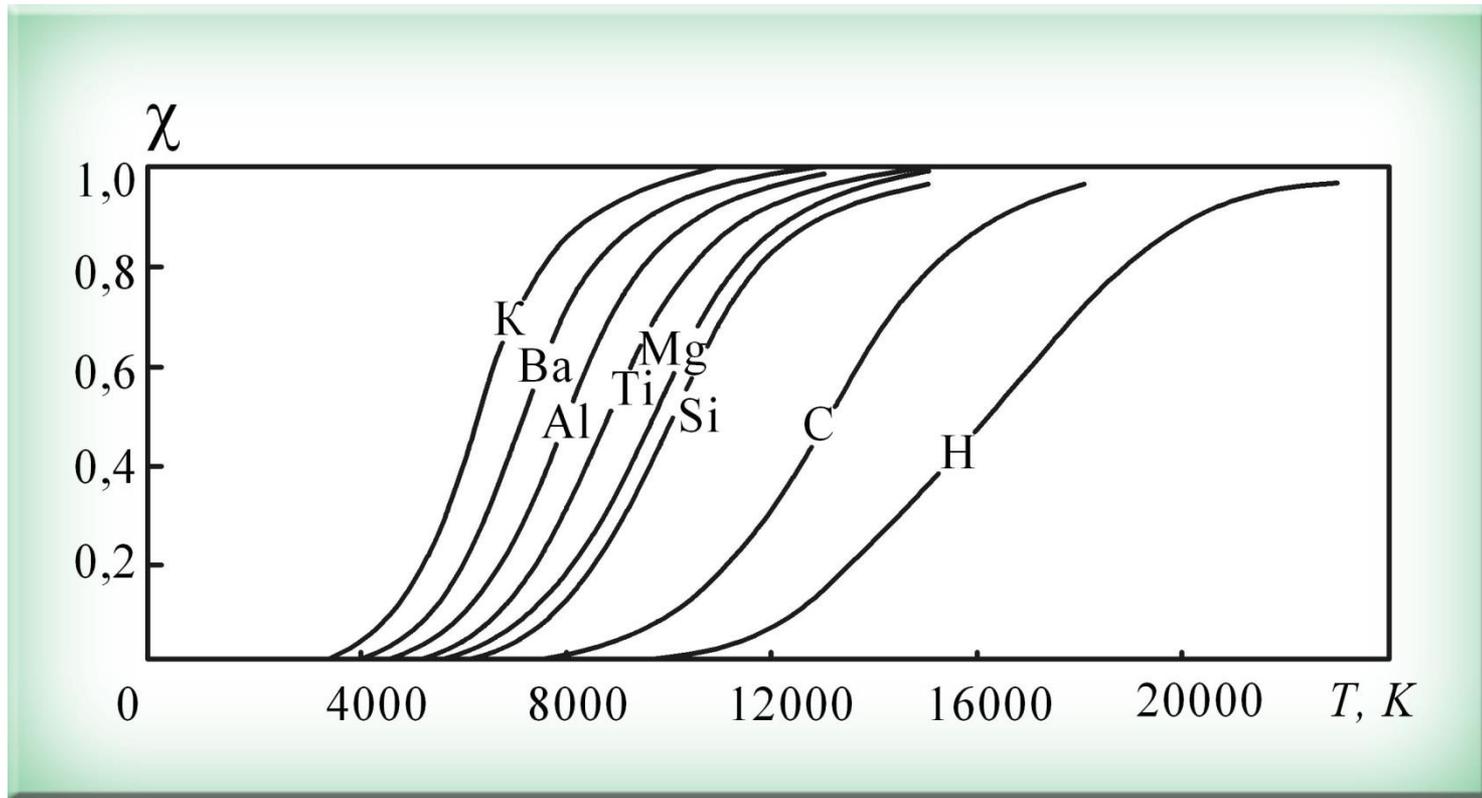


Рис. 2.3. S-образные кривые степени ионизации различных элементов в зависимости от температуры при атмосферном давлении

Физический смысл уравнения Саха:

Чем меньше потенциал ионизации элемента, тем при меньших температурах достигается степень ионизации $\chi=1$.



Так как дуговой разряд обычно существует в неоднородном газе, а в смеси газов и паров, находящихся при высокой температуре, то необходимо знать эффективный потенциал ионизации.

Под *потенциал ионизации* смеси U_0 , обладающей степенью ионизации χ_0 , следует понимать потенциал ионизации некоторого однородного газа, в котором число заряженных частиц такое же, как и в газовой смеси:

$$U_0 = -\frac{T}{5800} \ln \sum_1^k V_i^{1/2} \exp\left(-\frac{5800 \cdot U_i}{T}\right)$$

где k – число газов, находящихся в смеси;

V_i – концентрация i -го газа в смеси

Изменение эффективного потенциала

ионизации в системе паров $K-Fe$

представлено на рис. 2.4.

Уже 5% добавки K значительно снижает потенциал ионизации в смеси.

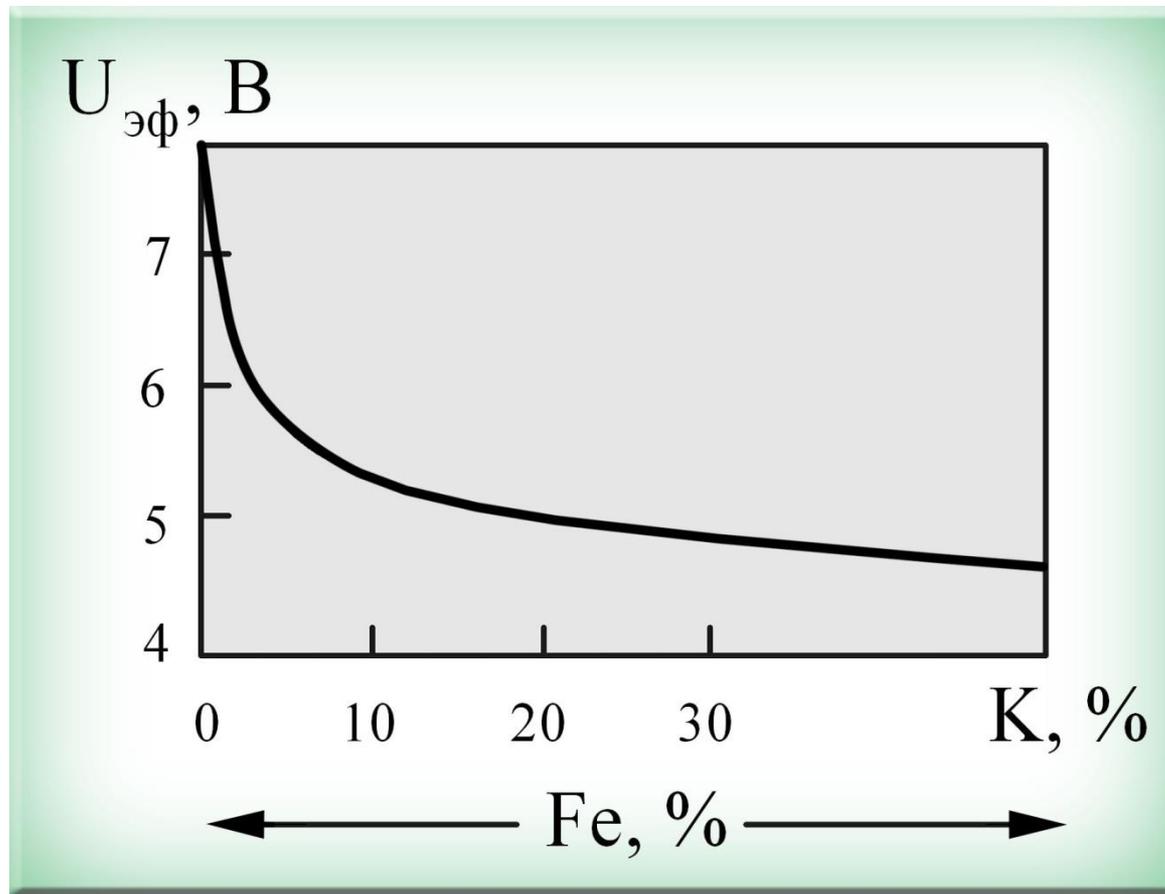


Рис. 2.4. Изменение эффективного потенциала ионизации в системе паров К-Fe в зависимости от процентного содержания калия