

УДК 621.791.01

**МЕТОД РАСЧЕТА ФЕРРИТО-ПЕРЛИТНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ В
ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ДИАГРАММЕ РАСПАДА АУСТЕНИТА**Фу Чжиин⁽¹⁾*Магистр 2 года⁽¹⁾,**кафедра «Сварка, диагностика и специальная робототехника»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.С. Куркин,**доктор технических наук, профессор кафедры «Сварка, диагностика и специальная робототехника»*

Диаграмма изотермического распада аустенита является важными данными для изучения структурных превращений стали в процессе сварки и других термических обработок. Из-за высокой температуры превращения и сложности процесса, точное моделирование и предсказание ферритно-перлитного превращения всегда было затруднительным.

Уравнение кинетики ферритно-перлитного превращения имеет вид

$$F(p) = (vt)^n, \quad (1)$$

где p – степень превращения, t – время от начала превращения, v и n – параметры процесса.

Функция $F(p)$ вида

$$F(p) = -\ln(1 - p), \quad (2)$$

предложена Колмогоровым и Аврами [1], а другая функция

$$F(p) = \frac{p}{1 - p} \quad (3)$$

была предложена в работе Остина и Рикетта [2].

После логарифмического преобразования уравнение Колмогорова-Аврами имеет вид

$$\bar{p} = \ln[-\ln(1 - p)], \bar{t} = \ln t, \quad (4)$$

а уравнение Остина и Рикетта

$$\bar{p} = \ln \left[\frac{p}{1 - p} \right], \bar{t} = \ln t. \quad (5)$$

Уравнения (4) и (5) приобретают линейный вид

$$\bar{p} = n \cdot \bar{t} + b, \quad (6)$$

где $b = n \cdot \ln v$ [3].

Было установлено, что график, построенный на основе уравнения Остина-Рикетта, состоит из двух прямых линий, что указывает на изменение угла наклона прямой, соответствующее началу перлитного превращения (см. рис. 1).

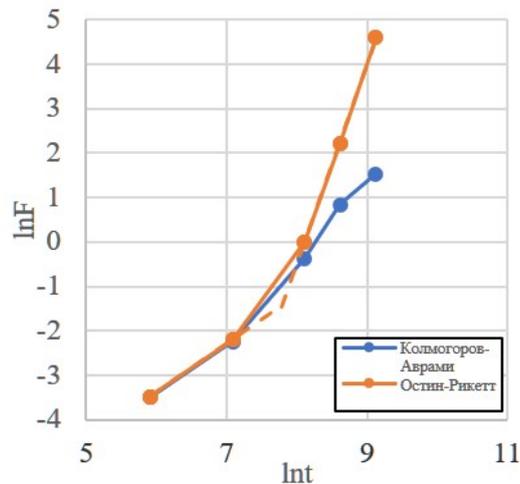


Рис. 1. Диаграмма ферритно-перлитного превращения в логарифмических координатах

С помощью программного обеспечения Statistics были построены множественные линейные регрессионные модели коэффициентов уравнений ферритного и перлитного превращений и температуры «носа» превращения в зависимости от химического состава стали, в результате были получены следующие модели с высоким коэффициентом регрессии:

$$n_{\Phi} = 0,398 + 1,838 \cdot C + 0,806 \cdot Si + 0,079 \cdot Cr - 0,477 \cdot Mo, R = 0,95 \quad (7)$$

$$b_{\Phi} = -0,552 - 14,585 \cdot C - 0,925 \cdot Ni - 0,872Cr, R = 0,93 \quad (8)$$

$$n_{\Pi} = 0,11 + 15,748 \cdot C - 2,076 \cdot Si - 1,133 \cdot Mn + 0,277Cr, R = 0,97 \quad (9)$$

$$b_{\Pi} = -5,764 - 2,547 \cdot Cr - 58,383 \cdot Mo, R = 0,97 \quad (10)$$

$$T_{\text{нос}} = 651,86 + 21,584 \cdot Cr + 63,806 \cdot Mo - 30,347 \cdot Mn - 17,878 \cdot Ni, R = 0,98 \quad (11)$$

На основе регрессионных уравнений можно отделить область перлитного превращения в диаграмме изотермического распада аустенита от области ферритно-перлитного превращения.

Литература

1. Колмогоров А.Н. К статистической теории кристаллизации металлов. // Изв. АН СССР. Серия математическая, 1937, № 3, С. 355–359.
2. Austin J.B., Rickett R.L. Kinetics of the decomposition of austenite at constant temperature. // Transactions of the American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, 1939, Vol. 135, P. 396-443.
3. Куркин А.С., Бобринская В.Ю. Обработка диаграмм изотермического распада аустенита для построения полных С-образных кривых. // Сварка и диагностика, 2019, № 2, С. 32-37.