



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ НАУКА И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ РАСПАДА ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО АУСТЕНИТА В БЕЙНИТНОЙ ОБЛАСТИ ХРОМОНИКЕЛЬМОЛИБДЕНОВЫХ СТАЛЕЙ

Куклина Александра Александровна

аспирантка кафедры термообработки и физиков металлов, Уральского федерального университета имени первого президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, РФ

Юдин Юрий Вячеславович

научный руководитель, док. техн. наук, профессор кафедры термообработки и физиков металлов, Уральского федерального университета имени первого президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, РФ

Майсурадзе Михаил Васильевич

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры термообработки и физиков металлов, Уральского федерального университета имени первого президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, РФ

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МК- 7929.2016.8

Существует достаточно большое число уравнений для аналитического описания превращений переохлажденного аустенита в сталях, В основе большинства методик лежат классическая теория зарождения и роста [6,7] и уравнение Колмогорова-Джонсона-Мела-Аврами (КДМА) [3–5], позволяющие оценить кинетику формирования новых фаз и структурных составляющих, как при изотермической выдержке, так и при непрерывном охлаждении

$$P=1-\exp(-k\tau^n),$$

где: P – доля превращенного аустенита, τ – время, k – температурно-зависимый коэффициент, n – показатель степени. При этом подразумевается, что коэффициент n должен иметь постоянное значение (определяемое типом превращения, химическим составом стали и т.д.) на протяжении всего процесса изотермического превращения. В ряде работ утверждается конкретное значение, которое должен принимать коэффициент n для исследуемого процесса. Однако на практике, при анализе экспериментальной кинетики изотермического превращения переохлажденного аустенита наблюдаются весьма существенные отклонения от общепринятой теории:

- коэффициент n может принимать любое положительное действительное значение, зависящее не только от типа превращения, но также от температуры и других факторов, достигая в ряде случаев величин, существенно превышающих допускаемый теорией интервал;

· коэффициенты k и n зависят не только от температуры изотермического превращения, но также немонотонно изменяются во времени, в течение которого протекает превращение.

В случае соблюдения всех условий теории расчетные результаты весьма неудовлетворительно описывают экспериментальные данные.

Решение проблемы состоит в отыскании функции, которая обеспечила бы максимально точное математическое описание наблюдаемых явлений при минимальном количестве параметров оптимизации.

Исходными данными для расчета кинетики образования бейнита в изотермических условиях являлись экспериментальные изотермические диаграммы распада переохлажденного аустенита сталей 34ХН3М, 12ХН4М, 20Х2Н2М, 30ХН3М [2]. Для описания изотермической кинетики бейнитного превращения использовалось уравнение КДМА.

Проведена оцифровка изотермических диаграмм распада переохлажденного аустенита доэвтектоидных конструкционных сталей, опубликованных в [2] с помощью программы «GetData Graph Digitizer 2.26», определено время для линий условного начала, 10%, 50%, 90%, 95% бейнитного превращения

На рисунках 1-3 приведены графики зависимости двойного логарифма доли бейнитного превращения $\ln(-\ln(1-P))$, кинетических коэффициентов n и $\ln k$ от логарифма времени для стали 30ХН3М.

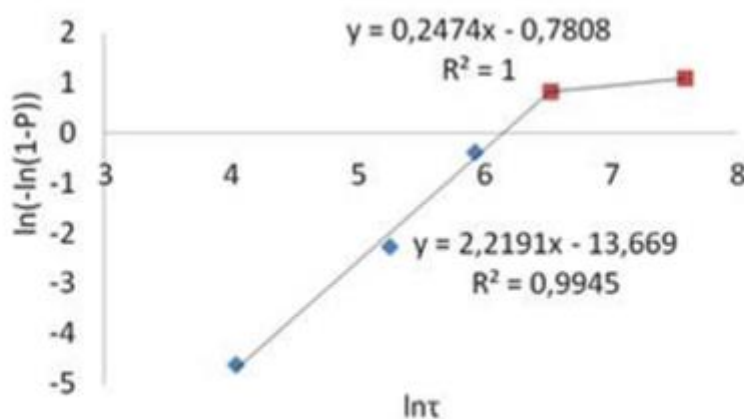


Рисунок 1. Зависимость двойного логарифма доли бейнитного превращения $\ln(-\ln(1-P))$ от логарифма времени $\ln \tau$; сталь 30ХН3М, температура изотермической выдержки 340 °C

С течением времени изотермической выдержки при температуре 340°С параметр n изменяется от 0,2 до 2,8 (рисунок 2). Аналогичным образом ведет себя временная зависимость логарифма коэффициента k ($\ln k$) (рисунок 3).

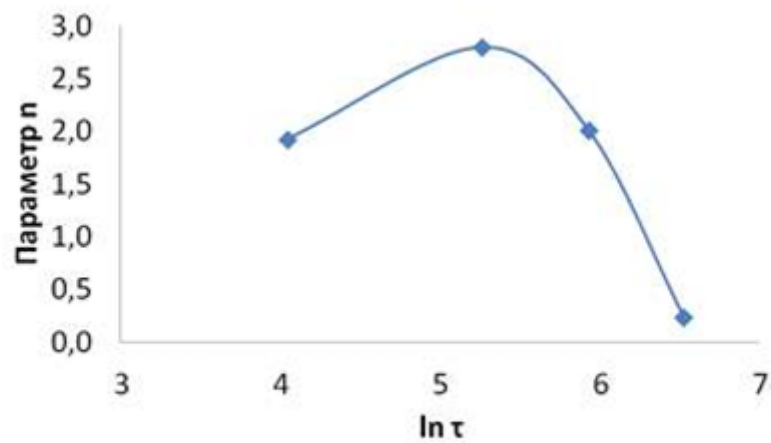


Рисунок 2 Зависимость параметра n от логарифма времени $\ln \tau$; сталь 30ХНЗМ, температура изотермической выдержки 340°C

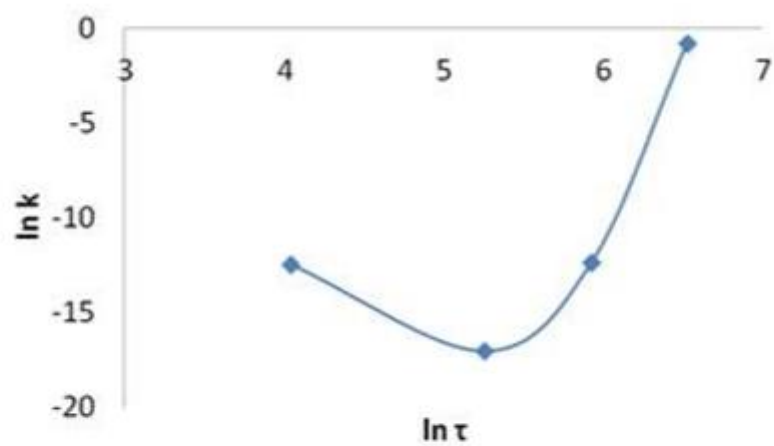


Рисунок 3 Зависимость $\ln k$ от логарифма времени $\ln \tau$; сталь 30ХНЗМ, температура изотермической выдержки 340°C