

## УДК 669.01

### ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО РАСПАДА АУСТЕНИТА

Виктория Юрьевна Бобринская

*Студентка 6 курса,*

*кафедра «Технологии сварки и диагностики»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.С. Куркин,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

Представлена методика численного моделирования феррито-перлитного превращения стали. Исходными данными являются экспериментальные опубликованные изотермические диаграммы распада аустенита. Для описания С-образных кривых использована формула, предложенная К.Окишевым. Показано, что в области полного превращения она охватывает все С-образные кривые для разных степеней превращения. Предложена модификация уравнения кинетики превращения Колмогорова-Аврами для области неполного превращения. Получено хорошее совпадение расчетных С-образных кривых феррито-перлитного превращения с экспериментальными. В связи с трудностью получения необходимого комплекта исходных данных для расчета были предложены упрощения моделей превращений, позволяющие свести к минимуму число параметров, описывающих каждое превращение.

Целью работы было получение параметров уравнения изотермического превращения аустенита в феррито-перлит для нескольких сталей с учетом неполного превращения.

Требовалось получить расчетным путем температурные зависимости времени распада аустенита (С-кривые), с достаточной точностью (в пределах 10-15%) описывающие опубликованные экспериментальные данные. Из экспериментальных диаграмм был извлечен только массив данных кривой начала превращения, остальные кривые получены пересчетом по зависимости времени превращения от количества новой фазы с учетом зависимость экспоненты Аврами от температуры.

Были решены следующие задачи:

1. Оцифровка диаграмм начала феррито-перлитного превращения легированной стали из справочника с помощью специально разработанной программы.
2. Определение параметров модели начала превращения по полученному массиву данных.
3. Определение значений экспоненты Аврами при разных температурах для получения зависимости этого параметра от температуры.
4. Расчетное построение семейства С-образных кривых для различных степеней превращения. и с экспериментальными кривыми.
5. Получение зависимость максимальной степени превращения от температуры.
6. Коррекция участков построенных кривых выше «носа» с учетом неполного превращения.
7. Сопоставление построенных расчетных кривых с кривыми из атласа диаграмм.

Данная работа позволит с помощью минимального количества экспериментальных данных получать параметры изотермического распада аустенита. Планируется накопление массива этих параметров для описания их регрессионными зависимостями от химического состава.

С-кривые каждого диффузионного превращения (феррито-перлитного, бейнитного) могут быть построены независимо от остальных превращений. Итоговая диаграмма изотермического распада аустенита является результатом суперпозиции С-кривых всех протекающих при этом распаде диффузионных превращений.

### **Литература**

1. Куркин А.С., Макаров Э.Л., Куркин А.Б., Рубцов Д.Э., Рубцов М.Э. Параметры моделей структурных превращений легированной стали в условиях сварочного термического цикла // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2017. - № 2 (740). - С. 60-66.
2. Куркин А.С., Макаров Э.Л., Куркин А.Б., Рубцов Д.Э., Рубцов М.Э. Моделирование структурных превращений при нагреве легированной стали // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2017. - № 4 (742). - С. 55-59.
3. Seyffarth P., Kuscher G. *Schweiss-ZTU-Schaubilder*. Berlin: Veb Verlag Technik. - 1983. - 236 p.
4. Brozda J., Pilarczyk J., Zeman M. *Spawalnicze wykresy przemian auste-nitu СТРС-S*. Katowice: "Slask". – 1983. – 140 p.
5. Vander Voort G. F. *Atlas of Time-Temperature Diagrams for Irons and Steels*. - ASM International. - 1991. - 766 p.
6. Яковлева И.Л., Мирзаев Д.А., Счастливцев В.М., Окишев К.Ю., Умова В.М. Кинетика образования феррита в низкоуглеродистом сплаве Fe–9%Cr. // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2000. - № 9. С. 6–10.
7. Куркин А.С., Макаров Э.Л., Куркин А.Б. Численное моделирование фазовых превращений при решении задач термопластичности // *Сварка и диагностика*. – 2012. - № 6. - С. 18-23.