

УДК 669.01

ОБРАБОТКА ДИАГРАММ РАСПАДА АУСТЕНИТА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОЛНЫХ С-ОБРАЗНЫХ КРИВЫХ

Виктория Юрьевна Бобринская

Студент 5 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 извлечения информации о температурных интервалах фазовых превращений легированной стали из опубликованных в атласах диаграмм изотермического распада аустенита. Простые преобразования диаграмм феррито-перлитного и бейнитного превращений позволяют даже по небольшому участку кривой воспроизвести ее форму с точностью, достаточной для практического использования при компьютерном моделировании превращений стали в условиях произвольного термического цикла. Эти данные позволяют построить регрессионные модели для расчета параметров С-образных кривых превращений сталей по их химическому составу.

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.

Ценными источниками исходных данных являются опубликованные атласы диаграмм превращений. При их использовании целесообразно опираться не на отдельную диаграмму, даже если на ней представлена сталь с подходящим химическим составом, а на регрессионные модели, построенные по результатам обработки массива диаграмм. Для их построения были привлечены, главным образом, результаты испытаний образцов в условиях непрерывного охлаждения. Эти испытания ближе к условиям сварочных процессов, чем испытания в изотермических условиях. Однако изотермические диаграммы позволяют извлечь больше данных о зависимости скорости превращений от температуры. В частности, только они позволяют установить нижние границы температурных интервалов фазовых превращений диффузионного типа.

Данная работа направлена не на теоретическое описание протекающих в микрообъемах материала сложных физических процессов, а на решение практической задачи моделирования фазовых превращений при сварке с целью определения теплофизических и механических свойств различных зон сварных соединений. Поэтому важна полнота информации обо всех видах превращений. Необходимо с достаточной точностью (в пределах 10-15%) строить расчетным путем температурной зависимости времени распада аустенита (С-образные кривые) по известному химическому составу стали. Данные для такого расчета могут быть получены эмпирически, на основе обработки и обобщения серии опубликованных диаграмм превращений.

При математическом описании процесса распада аустенита использованы следующие общепринятые допущения:

- кинетика диффузионных превращений при распаде аустенита может быть с достаточной точностью описана уравнением Авраами;

- если при данной температуре распад аустенита идет не до конца, то уравнение Аврами применимо для той части аустенита, которая участвует в данном превращении;
- если при данной температуре одновременно протекают несколько превращений, то каждое из них протекает независимо от остальных, их взаимное влияние связано только с тем, что все они приводят к убыванию концентрации аустенитной фазы;
- параметры уравнения Аврами являются характеристиками материала, для каждой стали они зависят от ее химического состава и степени гомогенизации аустенита (от температуры нагрева и времени выдержки при этой температуре);
- значение экспоненты Аврами n может быть принято постоянным для каждого превращения во всем его температурном интервале;
- период полураспада аустенита является функцией от температуры, которая может быть представлена в виде С-кривой на изотермической диаграмме превращения.

Таким образом, С-кривые каждого диффузионного превращения существуют и могут быть построены независимо от остальных превращений. Итоговая диаграмма изотермического превращения является результатом суперпозиции С-кривых всех протекающих при распаде аустенита 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 усло-виях сварочного термического цикла // *Металловедение и термическая обра-ботка 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. Попова Л. Е., Попов А. А. *Диаграммы превращения аустенита в сталях и бета-растворах в сплавах титана*. - М.: Металлургия. - 1991. - 504 с.
6. Vander Voort G. F. *Atlas of Time-Temperature Diagrams for Irons and Steels*. - ASM International. - 1991. - 766 p.
7. Zhang Zhuyao, Farrar R.A. *An Atlas of CCT Diagrams Applicable to Low Carbon Low Alloy Weld Metals / Institute of Materials, London*. – 1995. - 95 p.
8. Яковлева И.Л., Мирзаев Д.А., Счастливец 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.
9. 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.