

ЗАВИСИМОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО РАСПАДА АУСТЕНИТА В ФЕРРИТНО-МАРТЕНСИТНЫХ СТАЛЯХ

Моляров А.В.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г. Москва, Россия
amoliarovv_875@mail.ru

Существующая практическая необходимость в новых конструкционных материалах, способных работать при повышенных температурах длительное время, заставляет разрабатывать большое число критериев для оценки степени достижения их прочностных характеристик требуемым значениям. В качестве стандартных критериев жаропрочности выступают предел ползучести и предел длительной прочности. Кратковременные характеристики прочности – предел текучести и предел прочности могут рассматриваться как эмпирические параметры поведения материалов при длительных температурных выдержках, обеспечивая достоверность лишь в первом приближении.

Немаловажным фактором также является стабильность структуры, которая напрямую определяется режимом эксплуатации изделия, в том числе и в случае возникновения нештатных ситуаций – кратковременного нагрева в аустенитную область (т.е. выше температуры A_{c1}), медленного охлаждения ниже температуры мартенситного превращения и последующего восстановления рабочего режима. Описанный эффект структурной метастабильности в процессе эксплуатации с образованием ферритной фазы вместо мартенсита обуславливает преждевременную деградацию стали и снижение прочностных свойств, что приводит к ускоренному разрушению изделия. Таким образом, степень распада аустенита по диффузионному механизму может служить индикатором жаропрочности стали.

В качестве метода, позволяющего контролировать превращение аустенита при охлаждении, использовали длительные термические выдержки с реализацией технологической схемы изотермической закалки. Исследование проводили на примере целого ряда экспериментальных ферритно-мартенситных сталей с 12 % хрома типа 12X12M2БФР. Характерными параметрами диаграммы изотермического распада аустенита служили следующие величины: температура «носа» С-образной кривой начала распада, время инкубационного периода и критическая температура (точка) A_{c1} .

На основании выполненных исследований в условиях изотермических выдержек было установлено, что кинетика распада переохлажденного аустенита имеет функциональный характер и может быть описана связью типа «один ко многим». В то же время для большого числа факторов, определяющих воздействие процесса изотермического распада аустенита на жаропрочность стали, четкая корреляционная зависимость с явно выраженной математической функцией прослеживается лишь в отдельных случаях. Например, предел текучести монотонно повышается в результате увеличения времени инкубационного периода γ - α превращения или снижения температуры «носа» С-образной кривой. При этом наблюдается закономерность – линейная зависимость между температурой «носа» С-образной кривой и критической температурой A_{c1} (рис. 1), описываемая уравнением $T_{\min} = 0,86 \cdot A_{c1} + 5,70$ с коэффициентом достоверности аппроксимации 0,83.

Отсюда становится понятным, почему показатели кратковременной прочности $\sigma_{0,2}$ и σ_B снижаются при увеличении температуры A_{c1} .

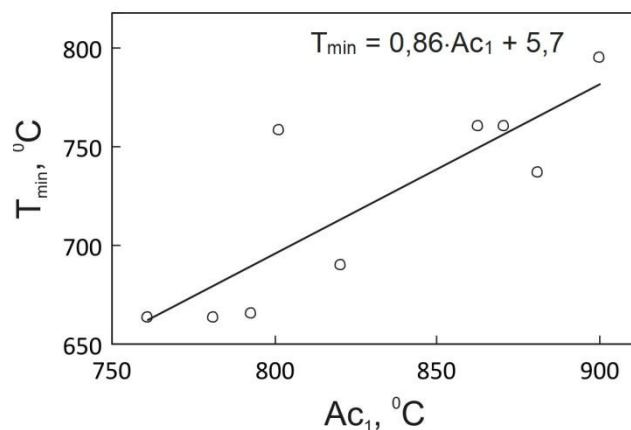


Рисунок 1 – Взаимосвязь температуры «носа» С-образной кривой распада аустенита (T_{min}) и критической точкой Ac_1

Температура Ac_1 , характеризующая начало преобразования феррита в аустенит (α - γ превращения) при нагреве стали, тесно связана с уровнем ее легирования [1]. Косвенным подтверждением данного факта для экспериментальных ферритно-мартенситных сталей являются результаты исследований, свидетельствующие о том, что повышение концентрации ферритостабилизирующих элементов (Cr, Si, Mo, V, Nb, W, Ti) и, как следствие, увеличение содержания первичного δ -феррита в структуре вызывает рост температуры Ac_1 .

Список литературы

1. Пикеринг Ф.Б. Физическое металловедение и разработка сталей. М.: Metallurgy, 1982. - 184 с.