

## 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  $\gamma$ - $\alpha$  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  $\sigma_B$  снижаются при увеличении температуры  $A_{c1}$ .

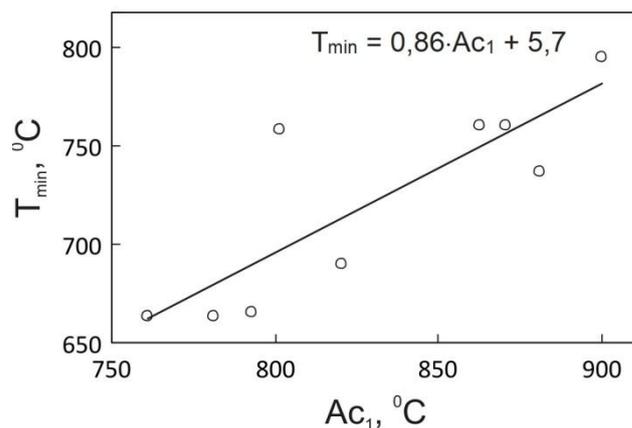


Рисунок 1 – Взаимосвязь температуры «носа» С-образной кривой распада аустенита ( $T_{min}$ ) и критической точкой  $Ac_1$

Температура  $Ac_1$ , характеризующая начало преобразования феррита в аустенит ( $\alpha$ - $\gamma$  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  $\delta$ -феррита в структуре вызывает рост температуры  $Ac_1$ .

#### Список литературы

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