

ПОВЫШЕНИЕ ЖАРОПРОЧНОСТИ СТАЛЕЙ

С.М. Шевченко, В.Н. Сахарова, Г.В. Пачурин, В.А. Иняев
Нижегородский государственный технический университет,
Нижегородский государственный педагогический университет
Нижний Новгород, Россия

E-mail: Inyaev@mail.ru, PachurinGV@mail.ru

В работе рассматривается проблема повышения срока службы металлоизделий, работающих в условиях повышенных температур.

Решение этой задачи может осуществляться путем использования различных методов упрочнения: легирования, термомеханической обработки, методов поверхностного упрочнения и т.д. Оценка эффективности использования того или иного метода возможна на основании глубокого изучения особенностей развития процессов ползучести и разрушения.

При повышенных температурах ($T \approx 0,5T_{пл}$) и низких напряжениях ($G/E \approx 10^{-4}$) начинает проявляться такой вид деформации как зернограничное проскальзывание (ЗГП), который вносит существенный вклад, как в зарождение, так и рост микротрещин.

Известно [1,2], что ЗГП зависит от таких факторов как напряжение и размер зерна. Максимальная величина ЗГП наблюдается на поверхности образца, с уменьшением диаметра рабочей части образца величина зернограничного проскальзывания уменьшается. Формирование межкристаллитных трещин начинается с поверхности материала в тех местах, где ЗГП достигает некоторой критической величины. Поэтому следует ожидать, что наибольший эффект в этих условиях эксплуатации (повышенные температуры и низкие напряжения) будут давать методы поверхностного упрочнения.

Среди методов поверхностного упрочнения для этих условий эксплуатации следует выделить обработку поверхности лазерными лучами и металлоорганическими соединениями хрома (МОС).

В работе исследовалось влияние лазерной обработки поверхности и хромовых покрытий на долговечность и ползучесть сталей аустенитного и перлитного классов. Количественный анализ ЗГП осуществлялся по методу Мак-Лина. Испытания проводились в вакууме не ниже 10 Па . Температура испытания ($850 - 950 \text{ }^\circ\text{C}$) не превышала температуру рекристаллизации пиролитических хромовых покрытий.

Установлено, что лазерная обработка приводит к существенному увеличению стойкости исследованных стальных изделий.

Так, например, стойкость изделий из стали 1Х18Н9Т после лазерной обработки возрастает \sim в 2,5 раза. А упрочнение поверхностного слоя покрытием из МОС толщиной $d_{покр} = 5 - 7 \text{ мкм}$ увеличивает их стойкость в ~ 10 раз. Скорость ползучести при этом уменьшается от $\dot{\epsilon} = 0,035 \text{ мин}^{-1}$ до $\dot{\epsilon} = 0,0034 \text{ мин}^{-1}$.

Повышение стойкости при высокотемпературной ползучести можно объяснить следующим образом. Поверхностное покрытие из МОС хрома при дальнейшем нагреве упрочняет поверхностный слой металла за счет диффузии хрома в основной материал. Упрочнение поверхностного слоя ведет к уменьшению деформации как за счет скольжения, так и за счет ЗГП. Снижение скорости ЗГП приводит к замедлению процесса образования и роста трещин и, как следствие, к увеличению долговечности. Этот способ упрочнения дает максимальный эффект. При этом при нагреве до $950 \text{ }^\circ\text{C}$ отсутствуют рекристаллизационные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грант Н. Разрушение В условиях высокотемпературной ползучести.- В кн.: Разрушение./ Под ред. Либовица Г.- М.: Мир,1976, т.3, - С. 528-578.
2. Лихачев В.А. Повреждаемость металлов в условиях длительного нагружения.- В кн.: Радиационная физика металлов и сплавов.: Материалы научного семинара, Бакуриани, 1976, - С. 177-212.