

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов А.А., Бунин К.П. и др. Механизм деления кристаллов цементита при сфероидизирующем отжиге //Металловедение и термобработка металлов. 1969, №6 с.2-3
2. Скобло Т.С., Рудюк С.И. и др. Износ литых валков стали 910. /Сборник трудов УКРНИИМЕТА: Сортопрокатное производство. Харьков. 1975. Вып. III с.161-166.
3. Костецкий Б.И., Колесниченко Н.Ф. Качество поверхности и трение в машинах. Киев. Техника. 1969. с.216
4. Сандлер Н.И., Скобло Т.С., Кухоль В.В. Износ литых чугунных валков //Литейное производство 1967. №7. с.31-32

УДК 620.19

Сидашенко А.И., канд.техн.наук

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

Знание процессов происходящих в металле рабочего слоя деталей позволит правильно определить период восстановления, подобрать наиболее эффективный материал или композицию для наращивания, параметры обработки, а также технологический процесс.

Большое количество деталей работает в условиях воздействия значительных деформаций, в том числе и знакопеременных (коленчатые валы, шатуны, распределительные валы, оси и др.). При эксплуатации наряду с механическим воздействием имеет место и термическое, а иногда и знакопеременное — нагрев \rightleftharpoons охлаждение (термическое). В таких условиях работают гильзы, головки цилиндров, клапаны и др. Рассмотрим различные причины разрушения и происходящие при этом процессы.

Обычно считают, что при напряжениях меньше предела упругости пластическая деформация вообще не может развиваться, а разрушение тела происходит мгновенно тогда, когда напряжения достигнут предела прочности. В последние годы разрушение материала рассматривают не как критическое состояние, а как постепенный кинетический термоактивационный процесс, развивающийся в механически напряженном материале с момента приложения к нему нагрузки, в том числе меньше критической.

При низких температурах (близкие к абсолютному нулю) или при действии напряжений, равных пределу теоретической прочности, разрушение является безактивационным процессом.

Согласно этой кинетической теории одним из фундаментальных свойств прочности является ее зависимость от времени и деформа-

ции. Разрушение должно характеризоваться не предельными напряжениями, а скоростью деформации и временем, требующимся для разрушения. Пределы упругости, текучести и прочности являются только условными характеристиками.

Разрушение твердого тела и время его протекания определяются структурой, свойствами и напряжениями от воздействия нагрузки и температуры.

Существует ряд эмпирических зависимостей [1], описывающих связь времени до наступления разрушения от основных факторов. Чаще всего для оценки используют экспериментально установленную зависимость между напряжением σ , температурой T и временем τ от момента приложения постоянной механической нагрузки до разрушения

$$\tau = \tau_0 \exp\left(\frac{U_0 - \gamma\sigma}{RT}\right) \quad (1)$$

где τ_0 , U_0 , γ , — параметры, характеризующие прочностные свойства материалов.

Скорость процесса разрушения можно определить из уравнения:

$$V_{\tau} \approx \tau^{-1} = \tau^{-1} \exp\left(-\frac{U_0 - \gamma\sigma}{RT}\right) \quad (2)$$

Выражение $U = U_0 - \gamma\sigma$ характеризует активацию процесса разрушения, а U_0 — начальную энергию активации (при $\sigma=0$) для данного материала, T — соответствует широкой температурной области и не зависит от способа обработки материала; τ и $\tau_0^{-1} = \omega_0$ — параметры, совпадающие с частотой собственных тепловых колебаний атомов в кристаллической решетке металла; σ — напряжение обусловленное механической нагрузкой и снижает начальную энергию активации на величину $\gamma\sigma$, способствуя процессу разрушения. Структурный коэффициент γ оценивает степень уменьшения начального энергетического барьера под действием приложенного напряжения.

Значение γ может быть вычислено из зависимости, полученной для заданной температуры:

$$\gamma = \alpha RT \quad (3)$$

где α — тангенс угла наклона прямой $\lg \tau = f(\sigma)$.

У металлов температурно-временная зависимость прочности, зарождения и развитие микротрещин обусловлены в основном двумя процессами: разрывом межатомных связей вследствие тепловых флуктуаций и направленной диффузией вакансий к трещинам.

Первый процесс характеризуется уравнением (1). Нарушения сплошности металла возникает и развиваются в результате направ-

ленной диффузии вакансий к трещинам. В этом случае скорость разрушения обусловлена соотношением скоростей накопления и движения (взаимодействия) вакансий. Для диффузионного механизма разрушения может быть использована следующая температурно-временная зависимость прочности:

$$\tau = c \frac{(RT)^2 E}{\delta^3 \alpha^4 D} \exp\left(-\frac{\sigma \alpha^3 \sqrt{n_0}}{RT}\right) \quad (4)$$

где $c=1=\text{const}$;

E — модуль упругости;

α — атомный радиус;

n_0 — количество объединившихся вакансий.

Увеличение коэффициента самодиффузии D уменьшает долговечность материала; величина начального активационного процесса определяется объемной диффузией; напряжение σ уменьшает начальную энергию активации движения вакансий на величину $\sigma \alpha^3 \sqrt{n_0}$ и создает область повышенной диффузии.

По данным [2] энергия активации процесса разрушения U_0 по своей природе, характеру влияния соответствует не энергии диффузии, а энергии разрыва межатомных связей в решетке, т.е. этот параметр описывает силы связи в материале.

Наряду с рассмотренной существуют и другие физические теории процессов деформирования и разрушения. Так, согласно одной из них, зависимость долговечности от величины напряжений объясняется плавлением и вязким течением на границах кристаллов. В этом случае разрушение металла связывают с возникновением в зоне нарушения кристаллической структуры зародышей жидкой фазы.

Рассмотрены различные механизмы разрушения сплошности при эксплуатации деталей, работающих в условиях трения, механического и усталостного (термического) воздействий, которые могут быть использованы для оценки протекающих процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свечников Е.А. Механика, Киев. 1969 - 372с.
2. Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчеты деталей машины на прочность. -М.: Машгиз, 1963.-451с.