

Т а б л и ц а 1. Твердость (HRC) штамповых сталей

Марка стали	Температура отпуска, °С	Температура закалки, °С							
		850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
4ХСМФЦР	200	41	50	51	54	52	—	—	—
	400	36	47	48	49,5	49	—	—	—
	600	32	38	42,5	46,5	48	—	—	—
	700	23	26	30	38	39	—	—	—
5ХЗВЗМФС	200	—	40	—	52	—	55	54	51
	400	—	40	—	48	—	53	52	50
	600	—	34	—	47	—	52	54	53
	700	—	22	—	35	—	41	45	40

твердого раствора легирующими элементами, что также снижает разгаростойкость.

Вследствие коагуляции карбидной фазы нарушается когерентная связь карбидов с матрицей сталей. При этом снижается сопротивление сталей процессам разупрочнения, вызванных возрастанием плотности дислокаций и вакансий, их перемещением, и образуются микротрещины термической усталости. Границы раздела между карбидной фазой и твердым раствором могут быть в свою очередь источниками зарождения трещин. Увеличение ударной вязкости в результате возрастания температуры отпуска не может в полной мере компенсировать снижение разгаростойкости.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. — М., 1975.

УДК 669.14.018.254

С.А.ЛИХАЧЕВ, Н.С.ТРАЙМАК

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ

В настоящее время существует большое многообразие методов испытания материалов на разгаростойкость. Выбор лучшего метода, а также разработка новых, более эффективных методов возможны только в случае определения наиболее важных элементов в испытании. Первостепенными параметрами, на наш взгляд, являются: размер и форма объекта циклирования, температура на его поверхности, уровень термических напряжений, тип источника нагрева и охлаждения, время испытания, критерии оценки и т.д.

Практика показала, что большие возможности в этом плане открываются при испытании на разгаростойкость дисковых образцов.

Для оценки термоупругих напряжений у поверхности такого образца получено выражение

$$\sigma_{\Pi} = \frac{E\alpha}{\lambda} SR (\theta_{\text{ср}} - \theta_{\Pi}), \quad (1)$$

где σ_{Π} – тангенциальные напряжения у поверхности; E, α, λ – соответственно модуль упругости, коэффициенты теплового расширения и теплопроводности; S – плотность (интенсивность) теплового потока на поверхности тела; R – радиус диска; $\theta_{\text{ср}}, \theta_{\Pi}$ – параметры температуры соответственно средней и поверхности.

Температура на поверхности определяется выражением

$$t_{\Pi} = t_0 + \theta_{\Pi} \frac{SR}{\lambda}, \quad (2)$$

где t_{Π}, t_0 – соответственно температура поверхности и начальная тела.

Выражения (1), (2) справедливы, если при нагреве (охлаждении) имеют место ГУ II рода. Предполагается также, что каждый раз нагрев начинается, когда начальная температура тела одинакова по всему объему.

Из (2) выразим θ_{Π}

$$\theta_{\Pi} = \frac{(t_{\Pi} - t_0) \cdot \lambda}{SR}. \quad (3)$$

Подставив в (3) значение критерия Фурье [1], получим

$$\tau = \frac{R^2}{2a} \left(\frac{(t_{\Pi} - t_0)\lambda}{SR} - 0,25 \right). \quad (4)$$

Во многих случаях значением вычитаемого можно пренебречь

$$\tau = \frac{\Delta t \lambda R}{2aS}, \quad (5)$$

где a – коэффициент температуропроводности; τ – время. Выражение (4), связывающее основные параметры термоциклирования, справедливо для $Fo > 0,5$. Для значений $Fo < 0,5$ это выражение имеет другой вид, а расчет основывается на использовании номограммы (рис. 42–1, с. 259 в работе [1]).

В табл. 1 в качестве примера приведены данные влияния источников нагрева на уровень температурных напряжений (выбрано $5 \cdot 10^8$ Па), температуру поверхности (520°C), радиус образца и время нагрева. Расчет проведен для стали 45.

Т а б л и ц а 1

Источник нагрева	S, Вт/м ²	R, мм	$\sigma_p, 10^8$ Па	τ, c
Электродпечь	$10^4 \dots 10^5$	400	5,0	1,28·3600
Расплавы солей, металлов	$10^5 \dots 10^7$	<40	5,0	< 36
ТВЧ	$10^6 \dots 10^8$	< 10	5,0	< 10
Низкотемпературная плазма	$10^8 \dots 10^9$	< 5	5,0	< 2
Лазерный	$> 10^{10}$	$\approx 1,0$	5,0	< 0,01

Данные таблицы свидетельствуют, что применение источников нагрева с большей интенсивностью (ТВЧ, плазменный и лазерный) дают возможность моделировать температурно-силовые условия работы поверхности прессформ на объектах небольшого сечения. При этом, что также важно, время циклирования существенно уменьшается.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Пехович А.И., Жидких В.Н. Расчеты теплового режима твердых тел. — Л., 1976.

УДК 621.785.51.06

М.Г. КРУКОВИЧ, Л.А. ВАСИЛЬЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Процесс борирования является одним из эффективных видов химико-термической обработки (ХТО), повышающий такие эксплуатационные свойства инструмента, деталей машин и технологической оснастки, как износостойкость, коррозионную устойчивость и жаростойкость.

В настоящее время этот процесс можно классифицировать по физическим и технологическим факторам. К физическим факторам следует отнести способ осуществления процесса насыщения и фазовый состав получаемых диффузионных покрытий, к технологическим — температуру насыщения и области применения покрытий. Связь между указанными факторами заключается в том, что, варьируя температурой процесса борирования и фазовым