

изменению структуры, что в свою очередь влияет на механические свойства стали. В результате термоциклирования может происходить измельчение зерна, преимущественное растворение или выделение избыточных фаз, существенное изменение формы и размеров структурных элементов, выделяющихся из аустенита.

Изучение кинетики роста диффузионных слоев показало, что маятниковая обработка приводит к увеличению толщины борированного слоя на 20-25%. Результаты исследования подтвердили литературные данные о положительном влиянии термоциклирования на кинетику диффузионного насыщения [2].

На основании проведенной работы можно сделать вывод, что термоциклическая маятниковая обработка при борировании повышает комплекс механических свойств (особенно ударную вязкость) сталей 45 и У8.

Литература

1. А. с. 406971 (СССР). Состав расплава для борирования / Л.С.Ляхович, Л.Н.Косачевский, М.Г.Крукович, Ю.В.Туров. - Оpubл. в Б. И., 1973, № 46. - 93 с. 2. Панич Г.Г., Лепешева С.Д. О возможности интенсификации процессов роста диффузионных слоев циклическими термическими воздействиями: Тез. докл. II Всесоюзн. науч. конф. по химико-термической обработке металлов и сплавов. Минск, 1974. 51 с.

УДК 669.781

Б.С.Кухарев, канд. техн. наук,
С.А.Тамело, аспирант,
М.Шипош, инженер (БПИ)

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ БОРИРОВАННОЙ СТАЛИ У8

Целью настоящей работы явилось получение сравнительных данных по износостойкости боридных слоев на стали У8, полученных при использовании различных насыщающих сред.

Испытания на износ были выполнены на экспериментальной установке, сконструированной в институте Металловедения и Технологии Чепельского комбината (г. Будапешт). Установка создана на основе элементов универсальной системы промышленной пневмоавтоматики. Изнашивание упрочненных образцов осуществлялось при возвратно-поступательном их движении по

контртелу. В качестве контртела использовалось покрытие "ИТР-НА8", которое, по данным фирмы, содержит элементы и соединения W - Ni - Si - B - C - Cr. Твердость такого покрытия составляет 65-70 HRC. Испытания проводились при давлении 9,16 МПа и скорости скольжения 0,08 м/с.

Линейный износ образца определялся при помощи измерительного микроскопа M1TOTOYO-S250 через каждые 200 м пути трения.

Составы смесей и условия борирования приведены в табл. 1. После насыщения образцы не подвергались термообработке. Для сравнения с износостойкостью боридного слоя параллельно испытывалась термообработанная на твердость 62HRC сталь X12.

По данным рентгеноструктурного анализа установлено, что независимо от состава насыщающей среды боридные покрытия состоят из двух фаз: FeB и Fe₂B с микротвердостью H_D 15600-16500 и 12600-13300 соответственно.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на идентичность фазового состава боридных покрытий, линейная скорость их износа различна (рис. 1). Объяснением этому может служить различный уровень остаточных напряжений в боридном слое, что является вполне очевидным с учетом скорости их формирования. Существенное влияние на кинетику износа оказывает также качество боридного слоя - его сплошность.

Полученные в результате измерений данные линейного износа образцов были образованы на мини-ЭВМ РТК-1072 по специальной программе на регрессионный анализ. При этом исходили из предположения, что износ подчиняется линейному закону

Таблица 1. Составы смесей и режимы борирования стали У8

Состав смеси, % по массе	Режим ХТО		Толщина слоя, мкм
	t, °C	τ, ч	
99(50 Al ₂ O ₃ + 50(45 Al + 55 B ₂ O ₃))+ + 1 NaF	900	4	50
98(96(50 Al ₂ O ₃ + 50(45 Al + + 55 B ₂ O ₃)) + 4 NiO) + 1 NaF + + 1 NH ₄ Cl	900	4	120
98(96(50 Al ₂ O ₃ + 50(45 Al + + 55 B ₂ O ₃)) + 4 FeO) + 1 NaF + + 1 NH ₄ Cl	900	4	110

$$y = ax + b, \quad (1)$$

где y – линейный износ; x – путь трения; a – скорость износа; b – пересечение линии регрессии с осью y .

Параметры a и b находились по методу наименьших квадратов. Для оценки силы линейной связи переменных x и y находился коэффициент корреляции r . Проверка гипотезы о линейной зависимости сводилась к проверке значимости коэффициента корреляции. Для этого определяли функцию T :

$$T = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \quad (2)$$

где n – число пар значений x и y ; r – коэффициент корреляции.

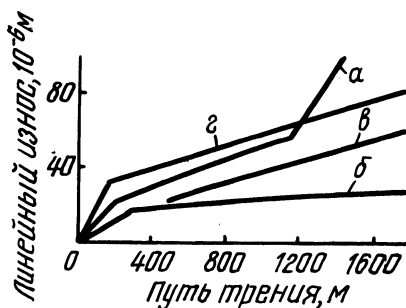


Рис. 1. Борирование стали У8 без активирующих добавок (а), с добавками NiO (б), FeO (в) и термообработанная сталь X12 (г).

Если $T \geq t_{\alpha/2; \nu}$, то коэффициент корреляции значимо отличается от нуля, а переменные x и y связаны линейной регрессионной зависимостью. Квантиль находили по таблицам квантилей распределения Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $\nu = n - 2$.

Для всех испытанных образцов коэффициент корреляции отличается от нуля, следовательно, процесс износа подчиняется зависимости (1).

В результате можно сделать вывод о том, что использование составов для борирования, содержащих добавки FeO и NiO, позволяет получать боридные слои, по своей износостойкости превышающие износостойкость стали карбидного класса X12 при данных условиях испытания.