

Уровень твердости литых полутеплостойких сталей типа 5ХНМ выше на протяжении всего интервала измерения. Аналогичный характер изменения твердости имеет сталь 7ХЗ. Это свидетельствует об увеличении сопротивляемости деформированию литых сталей.

Износостойкость литых сталей объясняется соотношением зон упрочнения и разупрочнения, а также уровнем их твердости в сравнении с коваными. Причиной высокой твердости зон упрочнения являются процессы деформационного упрочнения или  $\alpha - \gamma$ -превращений. При этом обнаружены процессы дисперсионного твердения в упрочненной зоне.

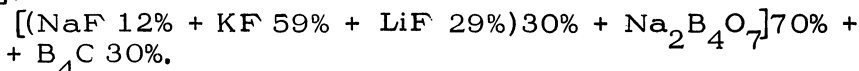
Установлено, что дисперсионное твердение является причиной высокой твердости упрочненной зоны литых сталей типа 5ХЗВЗМФС, а совместно с закалкой поверхностных слоев в результате  $\alpha - \gamma$ -превращения - литых сталей типа 4ХСМФ. Наиболее благоприятным оказывается легирование литых сталей хромом, вольфрамом, молибденом, цирконием (ванадием). Из исследуемых такое сочетание элементов имеет сталь 4ХСМНФЦР.

УДК 621.785.3

Л.А.Бондарь, канд. техн. наук,  
Л.А.Васильев, канд. техн. наук (БПИ)

### ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЕ ПРИ БОРИРОВАНИИ

В работе исследовалась возможность повышения ударной вязкости и прочности диффузионно-упрочненных сталей 45 и У8 за счет применения термоциклической маятниковой обработки. Циклирование должно осуществляться в соответствующем температурном интервале: ниже  $A_{r1}$  - выше  $A_{c1}$ . В связи с этим было выбрано низкотемпературное жидкостное безэлектролизное борирование, которое проводилось в ванне следующего состава [1]:



Приведенный состав обладает жидкотекучестью, позволяющей проводить термоциклирование в интервале температур от 650°C до 840°C. Борирование осуществлялось в керамических тиглях при термоциклических режимах (3, 5 и 7 циклов) и при постоянной температуре. Время одного цикла составляет 30 мин.

Параллельно с основными режимами термоциклического борирования проводился нагрев контрольных образцов в нейтральных расплавах хлористых солей в отдельных тиглях (холостые режимы). Длительность холостых режимов была равна соответственно 3, 5 и 7 циклам.

После борирования образцы подвергались закалке и высокому отпуску. Для исследования влияния маятниковой термоциклической обработки на механические свойства борированию подвергались стандартные ударные и разрывные образцы.

Кроме термоциклического, образцы (для сравнения) подвергались изотермическому борированию при максимальной температуре цикла.

Испытания на ударную вязкость проводились на маятниковом копре МК-30А. Как показали результаты испытаний, термоциклическая маятниковая обработка повышает ударную вязкость исследованных сталей в 1,5–2,3 раза по сравнению с изотермическим борированием (рис. 1). Борирование снижает ударную вязкость (по сравнению с "чистым" термоциклированием – холостые режимы) на 30%.

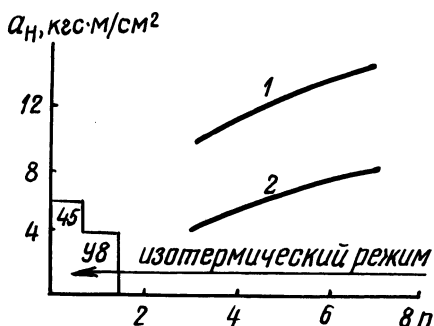


Рис. 1. Влияние числа циклов на ударную вязкость борированных сталей 45 (1) и У8 (2).

Испытания на растяжение проводились на разрывной машине с механическим приводом (максимальное усилие – 5 т). На основании этих испытаний можно сделать вывод, что термоциклирование повышает предел прочности исследованных сталей на 15–30%, причем максимальное повышение прочности наблюдается при пяти циклах.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что характеристики стали повышаются под воздействием следующих факторов: изменение ликвационной структуры, термонаклепа и фазовых превращений. Решающим, очевидно, является последний фактор. Фазовые превращения ведут к существенному

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