

Значительный интерес представляет получение и исследование свойств не только борированных слоев, но и двухкомпонентных покрытий на основе боридов железа. В результате широкого комплекса экспериментов были разработаны составы смесей, позволяющие получать как чисто боридные слои, так и боридные слои, легированные хромом, молибденом, медью, вольфрамом, цирконием, кремнием. Присутствие легирующих элементов в бориде железа привело в некоторых случаях к значительным изменениям эксплуатационных характеристик диффузионно-упрочненных сталей.

Установлено, что насыщение стальной поверхности бором совместно с элементами подгруппы хрома (Cr, W, Mo) приводит к увеличению износостойкости диффузионно-упрочненных образцов в 1,3–1,6 раза. При этом наилучшие результаты достигаются в случае процесса боровольфрамирования. В результате процесса боросилицирования износостойкость образцов возрастает в 1,2 раза по отношению к процессу борирования. В результате процессов боромеднения и бороцирконирования износостойкость инструментальных сталей оставалась на том же уровне, как и в случае процесса борирования. Однако металлографические исследования поверхностей трения испытанных образцов показали, что боридные слои, легированные медью и цирконием, менее склонны к трещинообразованию и хрупкому выкрашиванию в процессе трения.

УДК 621.785.5

Д.М.МАХАРОВ, Б.В.БАБУШКИН

### ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В СТАЛИ 38ХМЮА ПОСЛЕ НАСЫЩЕНИЯ ХРОМОМ

Определение остаточных напряжений после диффузионного наполнения стали 38ХМЮА хромом проводили на образцах 50 x 10 x 3 мм по методике [1] с целью выявления влияния на величину остаточных напряжений: продолжительности насыщения (рис. 1, а); скорости охлаждения после насыщения и термической обработки (рис. 1,б).

Приведенные данные показывают, что увеличение времени насыщения приводит к увеличению значений сжимающих остаточных напряжений на поверхности с  $15 \text{ кг/мм}^2$  (4 ч) до  $50 \text{ кг/мм}^2$  (8 ч). Такое изменение напряженного состояния связано с большим увеличением удельного объема поверхностного слоя при увеличении времени насыщения. В случае медленного охлаждения от температур насыщения вместе с тиглем и отсутствием фазовых превращений в слое и сердцевине уменьшение объема в последних происходит в соответствии с законом линейного сжатия. Если сердцевина стремится принять объем, имевший место до насыщения, то увеличившийся в объеме поверхностный слой оказывается упруго сжатым, а сердцевина — растянутой.

Сопоставление эпюры распределения остаточных напряжений с данными металлографического анализа показывает, что сжимающие напряжения соответствуют глубине карбидной зоны, и переход последних в растягивающие происходит на границе этой карбидной зоны и основного металла.

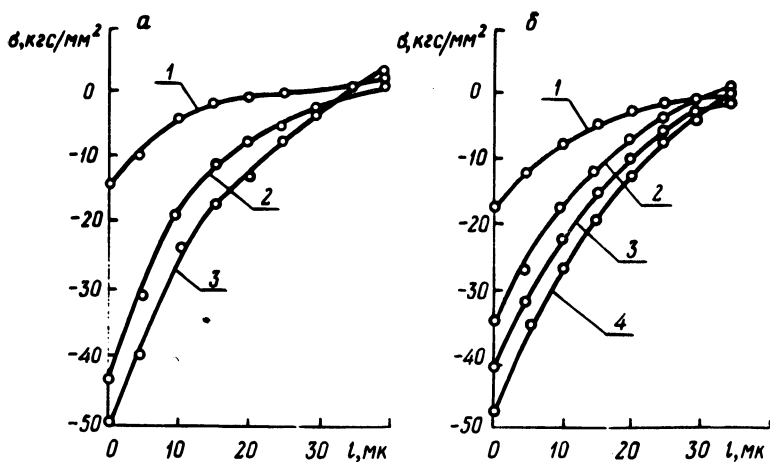


Рис. 1. Остаточные напряжения ( $\sigma$ ) в стали 38ХМЮА после насыщения хромом: а — время насыщения: 1, 2, 3, 4, 6, 8 ч соответственно; б) 1 — закалка + высокий отпуск; 2 — закалка + средний отпуск; 3 — закалка + низкий отпуск; 4 — закалка  $940^{\circ}\text{C}$  в масло.

Закалка с повторного нагрева хромированных образцов приводит к образованию в диффузионном слое сжимающих напряжений, а повышение температуры отпуска — к их снижению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков Б.З., Бабушкин Б.В. Остаточные напряжения в хромированной стали. Тездокл. Всесоюз. конф. по химико-термической обработке металлов и сплавов. — Минск, 1971.

УДК 621.785.5

Л.Г.ВОРОШНИН, Н.Г.КУХАРЕВА,  
Б.С.КУХАРЕВ, В.В.КАЗАК

#### ДИФФУЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИИ И ЕГО СПЛАВАХ

Эксплуатационные характеристики алюминиевых сплавов могут быть улучшены химико-термической обработкой (ХТО). Для нормального проте-