

Установлено, что износостойкость стали У10 после диффузионного хромирования повысилась в 3—3,5, а после ванадирования — 6—8 раз.

Таким образом, диффузионное хромирование и ванадирование в силикотермических смесях является эффективным способом повышения износостойкости. Хромирование в силикотермических смесях эффективно повышает жаростойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение метода металлотермии для химико-термической обработки / Л.С.Ляхович, Л.Г.Ворошин, Г.М.Левченко, Г.В.Борисенко. — В сб.: Защитные покрытия на металлах. Киев, 1975, вып. 9. 2. Салли А., Брендз Э. Хром. — М., 1971. 3. Дубинин Г.Н. Диффузионное хромирование сплавов. — М., 1964. 4. Похмурский В.И., Толстова С.В., Мокрова А.М. Ванадирование металлов и сплавов, строение и свойства диффузионных слоев. — В сб.: Защитные покрытия на металлах. Киев, 1975, вып. 9.

УДК 669.228

Е.И.БЕЛЬСКИЙ, М.В.СИТКЕВИЧ, В.А.РОГОВ

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДИФФУЗИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Химико-термическая обработка (ХТО), изменяя структурное состояние поверхностных слоев, приводит к существенным изменениям целого ряда рабочих характеристик деталей машин и инструмента. Однако отсутствие систематических данных о поведении диффузионно-упрочненных сталей в тех или иных эксплуатационных условиях в большинстве случаев не позволяет объективно подойти к выбору метода ХТО стальных изделий.

Так как истирание является одной из основных причин выхода из строя различных видов технологической оснастки, значительный интерес представляет исследование износостойкости диффузионно-упрочненных инструментальных сталей.

Используя известные методы ХТО, были получены и испытаны покрытия на основе боридов (процессы однофазного и двухфазного борирования) карбидов (процесс хромирования), гетерогенных структур на основе металлоподобных соединений и твердых растворов (процессы бороалитирования, цементации и азотирования).

Износные испытания проводили на установке, позволяющей моделировать температурно-силовые условия работы инструмента. При этом использовалась схема трения, при которой три сектора кольца (исследуемый образец) скользили по вращающемуся контртелу из стали 25ХГТ. Параметры трения (скорость скольжения 0,42 м/с, давление $15 \cdot 10^6$ Па) обеспечивали

температурный режим поверхностных слоев, характерных штамповому инструменту ($\sim 550^{\circ}\text{C}$).

Объектом для исследований были выбраны представители различных групп штамповых сталей: теплостойкая 5ХЗВЗМФС, полутеплостойкая 7ХЗ, углеродистая У8.

Учитывая важную роль размеров диффузионно-упрочненных зон сталей, проведена серия экспериментов по исследованию кинетики износа как самих диффузионных слоев, так и более глубоких слоев, вплоть до матрицы стали. Одна из таких кинетических зависимостей, полученных для стали 7ХЗ, представлена на рис. 1. Наилучшие показатели износостойкости имеют место в случае борирования (однофазного и двухфазного). Боралитирование на начальных стадиях износа заметно уступает хромированию; однако в дальнейшем его защитное влияние проявляется в большей степени, чем у хромирования. Цементация и азотирование лишь незначительно изменяют кинетику износа исследуемых сталей, причем степень замедления износа весьма низка.

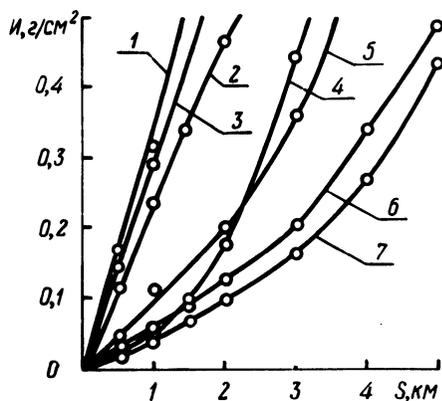


Рис. 1. Кинетика износа (И) диффузионноупрочненной стали 7ХЗ: 1 — закалка + отпуск; 2 — цементация; 3 — азотирование; 4 — хромирование; 5 — боралитирование; 6, 7 — однофазное и двухфазное борирование соответственно.

При борировании переходная зона, в которую оттеснены углерод и легирующие элементы, по уровню износостойкости значительно выше, чем сама матрица стали. При этом в случае стали 7ХЗ она приближается по уровню износостойкости к неупрочненной стали 5ХЗВЗМФС.

Кинетические зависимости износа сталей У8, 7ХЗ, 5ХЗВЗМФС свидетельствуют о том, что наилучшие результаты также обеспечивают однофазное и двухфазное борирование. Следует однако отметить, что при износных испытаниях борированной теплостойкой стали 5ХЗВЗМФС износ распространяется на переходную зону в большей мере, чем у полутеплостойкой стали, вследствие меньшей глубины боридных слоев. В области же переходной зоны износ теплостойкой стали весьма затруднен и приближается по интенсивности к уровню износостойкости цементованных образцов.

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 кг/мм^2 (4 ч) до 50 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.