

## ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ СТАЛЕЙ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТА ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Изучение поведения холодноштампового инструмента в процессе эксплуатации в цехах Минского тракторного завода показало, что вследствие преимущественного абразивного изнашивания выходит из строя 40–50% пуансонов и матриц. Исследование микрогеометрии и микроструктуры поверхности трения показывает, что при этом преобладает тепловой износ (схватывание 2-го рода). Этому виду износа соответствует температура в зоне трения в диапазоне 400–600<sup>0</sup>С [1]. При работе самых различных видов холодноштампового инструмента эти температуры могут колебаться и в значительно более широких пределах (от 200 до 1000<sup>0</sup>С) [2, 3]. В связи с этим весьма важными представляются вопросы оптимизации режимов термообработки сталей, в том числе и диффузионно-упрочненных в зависимости от условий эксплуатации инструмента, а также проведение износных испытаний при параметрах трения, обеспечивающих протекание теплового износа.

В настоящей работе испытаны диффузионные покрытия на основе боридов, карбидов, гетерогенных структур на основе металлоподобных соединений и твердых растворов. При этом использованы процессы борирования из технологических обмазок, хромирование в порошковых смесях, а также традиционные газовая цементация и азотирование.

Испытание на износ проводили по методике [4] при параметрах, обеспечивающих температуру в зоне трения порядка 400<sup>0</sup> (скорость – 0,42 м/с, давление – 130 кгс/см<sup>2</sup>). В качестве материала контртела использованы диски из нормализованной стали 25ХГТ.

В результате испытаний установлена сравнительная износостойкость исследуемых материалов (рис. 1). Наиболее высокое сопротивление износу стали Х12Ф1 обусловлено наличием в ее структуре специальных карбидов высокой твердости (М<sub>7</sub>С<sub>3</sub>), легированностью α-твердого раствора, а также присутствием остаточного аустенита.

Специальная серия экспериментов позволила изучить кинетику износа как самих диффузионных, так и более глубоких слоев, вплоть до матрицы стали. Одна из таких зависимостей представлена на рис. 2. Наилучшие показатели износостойкости имеют место в случае борвольфрамирания и боромолибденирования. После процессов боромеднения и бороцирконирования износостойкость сталей оставалась на том же уровне, что и в случае 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. Цементация и азотирование не оказывают существенного влияния на кинетику износа исследуемых сталей.

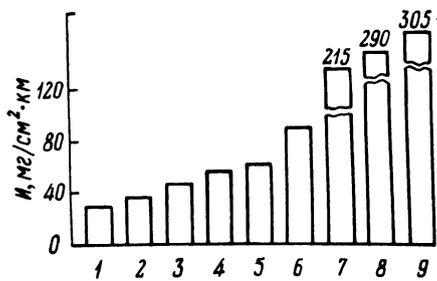


Рис. 1. Сравнительная износостойкость (И) диффузионно-упрочненной стали X12Ф1:

1 — боромолибденирование; 2 — борхромирование; 3 — бортитанирование; 4 — борирование; 5 — хромирование; 6 — боролитирование; 7 — цементация (газовая); 8 — азотирование; 9 — термическая обработка по стандартным режимам.

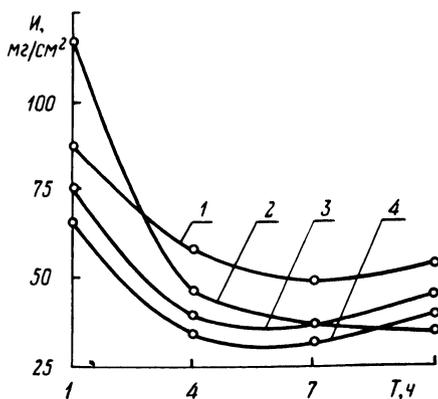


Рис. 2. Износостойкость диффузионных покрытий на стали У8 в зависимости от времени насыщения (Т):

1 — борирование; 2 — хромирование; 3 — боромолибденирование; 4 — борвольфрамирование.

Таким образом, эффективными мерами борьбы с тепловым видом износа являются оптимизация режимов термической обработки и применение некоторых высокоэффективных процессов химико-термической обработки. Для инструмента из стали X12Ф1, работающего в условиях интенсивного истирания, может быть рекомендовано увеличение температуры закалки, в результате чего стойкость повышается в 1,1–1,3 раза. Применение диффузионных покрытий на основе боридов железа при одновременном легировании карбидообразующими элементами позволяет повысить износостойкость в 1,3–1,6 раза в сравнении с борированием.

#### Л и т е р а т у р а

1. Крагельский И.В. Трение и износ. — М., 1968. 2. Шашин М.Я. Увеличение сопротивляемости разрушению при повторных ударах. — Вестник машиностроения, 1963, № 9. 3. Дональд Б. Износ и межповерхностный перенос материала. — Metallurgia, 8И533, 1976. 4. Бельский Е.И., Пкулов В.М. К методике прецизионных испытаний на износ диффузионноупрочненных сталей. — В сб. Metallurgia, сер. Metallovedenie i termicheskaya obrabotka. Минск, 1973, вып. 4.