

Исследованиями установлено - при индукционной термической обработке происходят изменения геометрических размеров деталей связанные с значительным количеством факторов. Часть факторов влияющих на коробление можно устранить, но исключить деформации при термической обработке невозможно. Данные факторы необходимо учитывать при термообработке, а количественное выражение этого фактора следует определять опытным путем уже в процессе изготовления детали.

УДК 621. 762

### **Термическое упрочнение стали 60ПП с использованием импульсной обработки**

Андрушевич А.А., Овчинников В.И., Васильев А.В., Кодолитч А.А.  
Белорусский государственный аграрный технический университет  
ОХП «НИИИП с ОП» НАН Беларуси

Перспективными направлениями в области разработки новых процессов упрочнения является создание комбинированных методов их обработки. В технологиях динамического (импульсного) упрочнения введение в дополнение к процессу воздействия ударной волной термической обработки улучшает целый комплекс технологических и механических свойств обрабатываемых материалов

Изучали термическое упрочнение углеродистой конструкционной стали 60ПП после импульсной обработки непосредственно ударной волной и в режиме сверхглубокого проникания (СГП) потоком. порошковых частиц с последующей термической обработкой изготовления. Спецификой импульсной обработки является достижение высоких давлений в обрабатываемом материале в диапазоне малых временных интервалов, менее 0,1 с.

Образцы стали 60ПП подвергались следующим видам упрочнения: Серия 1.-термическая обработка - (закалка + низкий отпуск); Серия 2.-импульсная (ударно - волновая) обработка + термическая обработка; Серия 1.-импульсная обработка с СГП + термическая обработка.

Твердость при использовании импульсного воздействия после термической обработки возросла на 5 - 7 единиц и составила 63 - 68 HRC.

Импульсная обработка в режиме СГП осуществлялась с однократным нагружением порошком карбида кремния SiC с размерами частиц 10 - 50 мкм с использованием взрывного ускорителя. Фоновое давление ударной волны составляло порядка 10 ГПа, время воздействия не более 300мкс.

Импульсная обработка в сочетании с СГП и последующей термической обработкой, существенно изменяют характер износа. Внедрение в

поверхностные слои стали 60ГП частиц карбида кремния приводит к образованию бугристой поверхности износа, которая образуется в результате повышенной твердости внедрённых частиц.

Проведенные исследования показали, что традиционная термическая обработка - закалка и отпуск не обеспечивают достаточно высокой твердости и износостойкости углеродистых сталей пониженной прокаливаемости. Комбинированный способ термического упрочнения конструкционной стали 60ГП в сочетании импульсной обработкой, позволяет существенно увеличить ее износостойкость (в 3-4 раза), с существенным изменением структуры поверхностных слоёв.

УДК 621.762

### **Исследование структуры и свойств материалов и покрытий из экзотермически реагирующих порошков**

Соколов Ю.В., Мурашова И.В.

Белорусский национальный технический университет

Одним из методов нанесения защитных покрытий на детали машин и механизмов является электронно-лучевая (ЭЛ) обработка с использованием экзотермически реагирующих порошков композиционного типа, в которых при нагреве протекают химические реакции, обусловленные взаимодействием компонентов композиции с формированием на поверхности основы слоя с высокой износостойкостью.

Исследованы покрытия NiCr-Ti, полученные механическим нанесением на основу из стали 45 с последующим ЭЛ оплавлением. Предварительно смесь компонентов конгломерировали с использованием связующего.

Установлено, что структура покрытий представлена участками содержащими светлую матрицу с вкраплениями серых включений, имеющих глобулярную и неправильную форму и областями эвтектического состава. Расчет размеров структурных составляющих с использованием программы «Image SP» показал, что размер серых включений глобулярной формы находится в пределах от 2,12 до 5,84 мкм, диаметр от 1,42 до 6,19 мкм; неправильной формы - ширина 7,2...38,9 мкм, диапазон значений площади - 66,3...866,6 мкм<sup>2</sup>. Микротвердость включений не зависит от их формы и составляет - 870 HV, светлой матрицы - 910 HV.

Проведен анализ триботехнических характеристик покрытий. Установлено, что коэффициент трения покрытия NiCr-Ti находится в пределах 0,8 - 0,9. Для сравнения коэффициент трения покрытия Ni-Ti с тем же процентным содержанием титана составляет 0,85 - 0,95.