

В.Н. Хромов, проф., д-р техн. наук, Е.М. Свиридов, асп.

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел, Россия

Восстановление и упрочнение деталей машин сверхзвуковым электродуговым напылением

В статье представлена технология сверхзвукового электродугового напыления, как одной из наиболее перспективных технологий газотермического напыления.

детали машин, электродуговое напыление, технология

Для ремонта и восстановления работоспособности машин затрачиваются большие материальные и трудовые ресурсы. Это объясняется низкой прочностью деталей машин и невысокой износостойкостью рабочих поверхностей деталей. Часто традиционные способы упрочняющих технологий, например, термическое или химико-термическое упрочнение, оказываются недостаточно эффективными при решении задач создания новой техники. Это приводит к тому, что в последнее время стали появляться методы поверхностной обработки или нанесения поверхностных покрытий, в основе которых лежат приемы, позволяющие интенсифицировать многие физико-химические процессы за счет использования природы материалов и особенностей протекающих в них структурных превращений.

По сравнению с другими способами электродуговое напыление имеет ряд существенных преимуществ: высокую производительность нанесения покрытия – до 45 кг/ч (при дуговой наплавке порошковой проволокой с помощью прибора ЭДМ-9ШД – до 18 кг/ч); позволяет получать износостойкие покрытия толщиной от 0,1 до нескольких миллиметров; не требует значительных тепловложений (температура 100...120°C), что исключает деформацию деталей. Способ даёт возможность наносить покрытия с заданными свойствами на детали, изготовленные из различных материалов, характеризуется простотой и технологичностью. Нанесенные покрытия обладают хорошей маслостойкостью. Электродуговое напыление характеризуется низкой удельной себестоимостью.

Наличие пористости создает благоприятные условия для работы подвижных соединений. При исследовании пористых материалов на трение установлено, что они обладают самосмазываемостью. Это объясняется различием в коэффициентах расширения смазки и материала детали. С повышением температуры трущихся поверхностей масло за счет большего объемного расширения выступает из пор и капилляров и смазывает поверхности трения. Особенно желателен этот эффект в начальный период работы соединения, когда между поверхностями трения находится мало смазки и возможно схватывание трущихся поверхностей. Также ценным свойством является способность напыленных покрытий длительное время работать без смазки. Например, шейки вала с напыленным стальным покрытием толщиной 0,5 мм при прекращении доступа смазки работают до момента заедания в 14 раз дольше, чем ненапыленные шейки из закаленной стали. Кроме того, заедание напыленных шеек происходит при нагрузках, в 3...4 раза превышающих нагрузки, вызывающие заедание

шеек из закаленной стали. Это объясняется тем, что напыленный слой имеет низкий модуль упругости, примерно 70000 Н/мм^2 , тогда как у литой стали – 200000 Н/мм^2 .

Электродуговое напыление применяется для восстановления изношенных поверхностей деталей цилиндрической и плоской формы из чугуна, высокоуглеродистых, высоколегированных сталей и цветных металлов, работающих в условиях трения-скольжения, смазки и неподвижных посадок, а также для устранения дефектов (трещин, литейных раковин).

Для защиты от коррозии трубы, наружные и внутренние поверхности резервуаров и сварные металлоконструкции различного назначения напыляют алюминием, цинком и кадмием. Для повышения жаростойкости сталь напыляют алюминием с последующим отжигом (алитирование). Напыление поверхностей деталей медью производится для их защиты от науглероживания при цементации и в качестве подслоя при получении электролитических декоративных покрытий.

Однако, новый метод сверхзвукового электродугового напыления не нашел широкого внедрения в производство в связи с тем, что не были проведены глубокие теоретические и экспериментальные исследования получаемых покрытий.

Успешное моделирование сложных существенно нелинейных термомеханических процессов, протекающих в деталях при восстановлении сверхзвуковым электродуговым напылением обусловлено решением двух основных задач.

Сущность первой из них состоит в выборе и конкретизации определяющих уравнений материала, способных адекватно описывать эффекты пластичности и ползучести при соответствующих комбинациях температуры и деформации, а также учета температурной зависимости теплофизических характеристик материала.

Вторая задача состоит в разработке эффективных численных подходов к решению соответствующих краевых задач термомеханики.

Подход к моделированию процесса восстановления деталей машин, основанный на модели вязкопластичности Боднера-Партома и методе конечных элементов, развит в работах [1-2]. Вместе с тем, в настоящее время еще не изучены достаточно глубоко механизмы и закономерности направленного пластического формоизменения, лежащие в основе данной технологии. Можно взять за основу исследования W. Tillmann и J. Nebel в работе [4], где они описали ход и результаты исследований с электродуговым напылением сплава WC-FeCSiMn на образец из стали и провести аналогичные испытания для сверхзвукового электродугового напыления. Недостаточно исследованы зависимости временных и остаточных характеристик напряженно-деформированного состояния детали от технологических и геометрических параметров.

Список литературы

1. Сенченков И.К., Козлов В.И., Матвиенко О.И., Хромов В.Н. и др. Конечноэлементный анализ и оптимизация процесса восстановления деталей машин типа полый цилиндр методом термопластического деформирования // Пробл.прочности.-1996.-№3.- С.73-82.
2. Хромов В.Н., Сенченков И.К. Моделирование процесса термопластического деформирования для расчета распределения остаточных напряжений и деформаций // Металловедение и термическая обработка металлов.-1999, №5.-С.24-28.
3. Хромов В.Н. // Научные проблемы и перспективы развития, ремонта, обслуживания машин, восстановления и упрочнения деталей / Всерос. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации маш.-тракт. парка.-Москва, 2004.-С. 59-63. Шифр 05-776.
4. Tillmann W. and Nebel J. Analysis of the Mechanical Properties of an Arc Sprayed WC-FeCSiMn Coating: Compression, Bending, and Tension Behavior // Journal of Thermal Spray Technology. Volume 20(1-2) January 2011- p. 317-327.

В.Хромов, Є.Свіридов

Відновлення і зміцнення деталей машин надзвуковим електродуговим напиленням

У статті представлена технологія надзвукового електродугового напилення, як однієї з найбільш перспективних технологій газотермічного напилення.

V.Hromov, E.Sviridov

Restoration and hardening of details of cars the ultrasonic arc spray

This article is about the ultrasonic arc spray technology as one of the most perspective technology of the thermal spraying.

Получено 15.09.11