

Аннотация

Повышение долговечности деталей нанесением износостойких покрытий плазменно-порошковым методом

Разработанная порошковая композиция на основе Fe легирована системой элементов Ni - Cr - Si - B - Mn - Mo - Cu, которая обеспечила повышение долговечности деталей в 1,5 раза в сравнении с изготовленными по существующей технологии деталями.

Abstract

Increase of machine parts durability by coating wearproof coverages with the use of plasma-powder methods

The powder composition has been developed on the basis of Fe alloyed with the system of elements Ni-Cr-Si-B-Mn-Mo-Cu, which provides durability increase of 1,5 times more in comparison with the parts made according to the existing technology.

УДК 629.113.004.67

АКТИВИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИПЕКАНИЯ ПОРОШКОВ ИНДУКЦИОННЫМ НАГРЕВОМ И СИЛОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Ярошевич В.К., д. т. н., профессор

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Абрамович Т.М., к.т.н., профессор

*Таганрогский государственный педагогический институт,
г. Таганрог, Российская Федерация*

Припекание и технологический процесс получения покрытий заключается в нанесении на поверхность детали порошковой формовки или слоя порошка и нагреве их до температуры, обеспечивающей спекание порошкового материала и образование прочной диффузионной связи с деталью [1] (ГОСТ 17359-82). Использование токов высокой частоты (индукционное припекание) обеспечивает значительное (на 2-3 порядка) ускорение диффузионных процессов при нагреве, резко уменьшает время выдержки порошка при высокой температуре, в результате чего не требуется применение защитно-восстановительных сред [2].

Силовое (механическое) воздействие в сочетании с индукционным нагревом является эффективным средством повышения качества порошковых покрытий. Механическое давление на порошок увеличивает площадь контакта его с основой, разрушает окисные пленки и способствует формированию покрытий с высокой плотностью и прочностью сцепления. В зависимости от вида нагружения его можно разделить на статическое, динамическое и комбинированное (рисунок).

Активирующие силовые факторы могут иметь предварительный или одновременный с температурным характер действия. Наиболее распространенным в порошковой металлургии активирующим механическим фактором является предварительное статическое нагружение («холодное» прессование).



Рисунок – Классификация способов силового активирования процессов индукционного припекания порошковых покрытий

При данной операции происходит пластическое деформирование частиц порошков, разрушение окисных пленок, наведение остаточных напряжений и другие явления. Эффективность предварительного прессования незначительна, так как прижимающее усилие не превышает предела текучести материала на контактных поверхностях [3]. При магнитно-импульсной напрессовке под влиянием высоких скоростей и давлений возрастает количество дефектов кристаллической решетки, в результате чего плотность дислокаций по сравнению с исходным порошком повышается на порядок.

При одновременном воздействии силового и температурного факторов для активирования процессов припекания требуется значительно меньшее прижимающее усилие. Постоянное статическое давление может быть создано действием груза постоянной массы или центробежными силами, возникающими при вращении детали с порошком вокруг своей оси. Эффективность активирования припекания центробежными силами связана с одновременностью действия силового и температурного факторов, что выражается в заметном уменьшении необходимого времени выдержки в индукторе ТВЧ.

При индукционном припекании с постоянным давлением силовое активирование невелико и не превышает 100 кПа. Значительно усиливает роль этого фактора переменное давление, реализуемое при индукционном припекании, совмещенным с роликовой прокаткой.

Внутри полого цилиндра из термостойкого материала в непосредственной близости к упрочняемой поверхности детали размещен индуктор ТВЧ. При работе полый цилиндр прокатывают по слою порошка, при этом давление изменяется от минимального (в месте контакта порошка с роликом) до максимального (в плоскости, проходящей через центр ролика и перпендикулярной поверхности детали).

Приложение давления, превышающего предел текучести пористого слоя при температуре формования, вызывает вытеснение его из очага деформации и образование наплывов по периметру детали, что ведет к увеличению расхода порошка и дополнительным затратам на механическую обработку деталей. Для предотвращения этого явления припекание следует проводить при переменном давлении, величина которого (максимальная при низких температурах) постепенно снижается до минимального значения при температуре спекания. Для реализации процесса припекания с изменяющимся давлением в процессе термического цикла используются устройства, выполненные на базе соленоида Биттера и обеспечивающие автоматическое изменение величины активирующего давления в процессе припекания.

Импульсное давление – эффективный активирующий фактор при применении его совместно с температурным воздействием. Активация процесса припекания при высокоскоростном нагружении происходит за счет выхода дислокаций и вакансий на поверхность фаз в процессе их пластического деформирования и образования активных центров при существенном физическом контакте поверхности основы и частиц припекемого порошка. Одновременное действие температуры нагрева и локального повышения температуры контакта за счет «мгновенной» деформации создает условия для развития процесса припекания [4].

Приложение динамического давления в виде силовых импульсов (вибрации, ударов, магнитного обжата) в процессе нагрева порошка интенсифицирует припекание за счет дополнительной энергии, расходуемой на преодоление энергетического барьера схватывания и повышения прочности связи между атомами соединяемых материалов.

При вибрационном активировании деталь с насыпанным на ее поверхность порошком устанавливают на площадку с вибратором и нагревают индуктором высокочастотной установки. После достижения температуры точки Кюри включают вибрацию (амплитуда 0,3 – 0,4 мм, частота колебаний 50 Гц), что способствует удалению шлаковых включений и пор, измельчает структуру покрытия.

Еще больший эффект достигается при виброударном активировании процесса. Способ реализуется в замкнутой колебательной системе, включающей деталь с засыпанной дозой порошка и пуансон. Возбудителем колебаний является механический вибратор, передающий воздействие на деталь. Конструкция вибратора позволяет осуществлять движение детали по гармоническому закону незатухающих колебаний. Пуансон, вовлеченный в колебательный процесс, совершает свободные полугармонические колебания с частотой, равной собственной частоте его колебаний. При этом в точке встречи с деталью пуансон и деталь движутся с наибольшими, направленными навстречу друг к другу скоростями. Виброударное воздействие значительно активизирует процесс, так же как и импульсное воздействие магнитного поля на предварительно нагретый порошок (горячая магнитно-импульсная напрессовка), позволяя получать практически беспористые покрытия при более низкой температуре.

Силовые воздействия импульсного характера с наложением на постоянное давление от гравитационных сил наиболее изучено в процессах индукционного центробежного припекания [5]. Исследование влияния продолжительности вибрации на степень уплотнения покрытия показывает, что процесс уплотнения протекает неравномерно (с убывающей скоростью), наиболее интенсивно в начальный момент, а затем при воздействии вибрации в течение 10-20 сек. процесс прекращается. Такая неравномерность обусловлена тем, что по мере уплотнения порошка площадь поверхностей контакта между отдельными частицами увеличивается, что снижает эффективность воздействия вибрации.

Для реализации дополнительных силовых воздействий в условиях центробежного припекания порошковых покрытий, когда сыпучая среда и несущая поверхность имеют цилиндрическую форму, предложен ряд устройств, основной принцип действия которых состоит в возбуждении крутильных колебаний в приводе вращения изделия. При этом де-

таль с размещенным в её внутренней полости порошковым материалом совершает вращательное движение и угловые колебания вокруг оси.

Второй способ комбинированного силового воздействия при центробежном припекании предусматривает нанесение покрытия в два этапа. Первый этап технологического цикла осуществляют с вращением изделия вокруг собственной оси и одновременным нагревом изделия и порошка. Затем изделие вращают с той же угловой скоростью вокруг внешней оси, перпендикулярной оси изделия. Перевод изделия во вторичное вращение вокруг внешней оси позволяет заменить ранее действовавшее радиальное давление на осевое, причем уменьшается площадь, воспринимающая давление, и величина удельного давления возрастает. Повышение давления создает возможность для снижения температуры нагрева, обеспечивая вместе с тем получение качественных покрытий с высокой плотностью.

Таким образом, использование различных вариантов силового активирования процессов индукционного припекания порошков позволяет получать покрытия с сохранением исходной структуры, приобретенной при изготовлении порошков, при температурах, не достигающих точки плавления ($0,90 - 0,95 T_{пл}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярошевич, В.К. Припекание/В.К. Ярошевич// Белорусская ССР. Краткая энциклопедия. – Минск: 1980, т.3. – С. 416-417.
2. Ярошевич, В.К. Классификация методов активирования процессов получения покрытий припеканием металлических порошков/В.К. Ярошевич, Т.М. Абрамович// Математические модели физических процессов: Материалы 11-й международной научной конференции. - Таганрог: Издательство ТГПИ, 2005. – С. 44-50.
3. Дорожкин, Н.Н. Упрочнение и восстановление деталей машин металлическими порошками/Н.Н. Дорожкин. – Минск: Наука и техника, 1975. – 152 с.
4. Дорожкин, Н.Н. Технологические основы получения порошковых покрытий с использованием импульсных методов/Н.Н. Дорожкин, В.К. Ярошевич, А.С. Гурский // Математические модели физических процессов: Материалы 11-й международной научной конференции. – Таганрог: Издательство ТГПИ, 2005. – С. 51-56.
5. Дорожкин, Н.Н. Центробежное припекание порошковых покрытий при переменных силовых воздействиях/Н.Н. Дорожкин, Л.П. Кашицын, Т.М. Абрамович. – Минск: Наука и техника, 1993. – 159 с.

Аннотация

Активирование процессов припекания порошков индукционным нагревом и силовым воздействием

Предложена классификация методов активирования процессов индукционного припекания (спекания) порошков механическим воздействием и намечены пути повышения качества покрытий.

Abstract

Activation of processes of sintering of powders by induction heating and power influence

Classification of activating methods of the inductive sintering by mechanical influence has been developed and ways of improving the coatings have been suggested in this summary.