

напыления (экспозиция) для всех образцов было равно 3 сек. Из полученных результатов видно, что воздействие на частицы порошка лазерным излучением ($\lambda = 10,6$ мкм) интенсивностью $W = 520$ Вт/см² приводит к повышению эффективности осаждения смеси металлических порошков Al.Zn = 50:50 об. % на подложку из алюминиевого сплава Д16Т приблизительно на 18 %.

Заключение

Эффективность осаждения металлических порошков методом холодного газодинамического напыления может быть повышена за счет воздействия лазерного излучения на частицы порошка. Установлено, что воздействие на смесь металлических порошков Al.Zn = 50:50 об.% размером $d = 5-5-10$ мкм и концентрацией частиц в потоке $n \sim 5 \cdot 10^5$ см³ дополнительной энергией в виде лазерного излучения длиной волны $\lambda = 10,6$ мкм (СО₂-лазер) и плотностью мощности излучения 520 Вт/см² приводит к ~18 % повышению коэффициента осаждения на подложку из алюминиевого сплава Д16Т.

Список использованных источников

1. А.с. 1618778 А1 СССР, МКП С23 С 4/00. Способ получения покрытий [Текст] / А.П. Алхимов, В.Ф. Косырев, Н.И. Нестерович, А.Л. Папырин (СССР). — №4075078/02; заявл. 06.06.86; опубли. 07.01.91, бюл. М. — 2с: ил.
2. Alkhimov A.P., Papyrin A.N., Dosarev V.F., Nestorovich N.I., Shuspanov M.M. Gas dynamic spraying method for applying a coating. /7 US Patent 5,302,414, 12th April; 1994.
3. С.А. Лосев. Газодинамические лазеры. М.: Наука, 1977. 336 с.

УДК 621.923

Л.М. Акулович¹, Л.Е. Сергеев¹, Е.В. Сенчуров¹, В.Е. Бабищ²

О САМООРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

УО «Белорусский государственный аграрный технологический университет»
²ФТИНАН Беларусь
г. Минск, Беларусь

The analysis of formation of secondary structures on a processed surface is made at magneto-abrasive processing of colour alloys which reduce efficiency of process. It is found out, that it is necessary to apply cooling means which do not depend on characteristics of frictional contact to an exception of the given effect, to change in the course of processing giving off force of a current and to apply a polar tip with the reduced corner of coverage. The given conclusions have confirmed the carried out researches on an example of a head of a divider of the dough, made of bronze.

Механическая обработка цветных металлов, в частности финишная, в отличие от обработки черных металлов имеет ряд особенностей, во многом связанных с показателями физико-механических характеристик. Для достижения заданных и эксплуатационных показателей

изделий машиностроения, в частности их надежности и долговечности требуется применение всего сегмента материального и аппаратного обеспечения. Одним из таких решения этих задач является использование высокоэффективных методов финишных операций, в том числе магнитно-абразивной обработки (МАО) [1-3].

Согласно [4], контактирование инструмента и обрабатываемого материала рассматривается как открытая неравновесная термодинамическая система. Явление структурной приспособляемости, характерное при финишной обработке цветных металлов, сопровождается деформационно-адгезионными процессами и рассеиванием энергии при ее переходе от зоны трения в объект контактирующих тел. Самоорганизация процессов обработки обусловлена уровнем развиваемых в зоне резания температур. Вместе с тем, на рабочих поверхностях цветных материалов образуются тонкопленочные объекты в виде вторичных структур (ВС), выполняющие защитные функции. Это является следствием направленности ВС на ограничение интенсивности взаимодействия контактирующих материалов и определяется реализацией принципа Ле Шатенье-Брауна [4].

Ранее проведенные исследования показали, что при МАО цветных металлов (бронза, латунь и т.д.) происходит быстрое затухание размерного и массового съема материала. В результате микроскопического и визуального анализа отмечено, что на поверхности данных материалов происходит создание пленок: матового цвета, как возможный результат вторичной диссипативной гетерогенности. Согласно [5], при эволюции термодинамической системы часть изменения производства энтропии, связанная с фактором динамического воздействия этой системы, может быть отрицательной. Однако, трудно определить, какой знак будет у той части изменения производства энтропии, которая связана с изменением термодинамических потоков и физико-химических превращений. Если производство энтропии системы уменьшается, то оно неизбежно достигает определенного минимума, стабилизируется при определенном состоянии и в дальнейшем остается постоянным [6]. Такую устойчивость система приобретает также и при образования диссипативных структур.

Создание новой гетерогенной структуры, соответствующей упорядочению ее состояния, обеспечивается необходимостью наличия более чем одного независимого источника диссипации энергии: При протекании процесса МАО черных металлов термодинамическая система в большей степени вероятности не теряет устойчивости и в ней, следовательно, может и не проходить самоорганизация в отличие от МАО цветных сплавов. Для этих сплавов ВС, представляются продуктами несамопроизвольных и инициированных трением химических реакций сплава с активными компонентами среды, которые и являются новыми источниками диссипации энергии.

Согласно [7], поток энтропии за счет физико-химических превращений в ВС равен

$$dt$$

где J — скорость химических реакций; X — термодинамическая сила, вызывающая химические реакции.

$$T$$

где A — химическое сродство; T — температура.

Известно, что определенная часть Z -механической энергии трения расходуется на физико-химические превращения в ВС

$$Jx=fPrvZ, \tag{2}$$

где f — коэффициент трения; p^2 — нормальная удельная нагрузка; v — скорость резания (скольжения).

Скорость химической реакции и химическое сродство связаны между собой следующей зависимостью

$$v = LRT \exp \frac{Y}{RT} - 1 \quad (3)$$

где L — коэффициент скольжения; R — газовая постоянная.

После разложения \exp в ряд и отбрасывание членов второй и далее ступеней по причине их малости (3) можно представить:

$$v^x = LA. \quad (4)$$

Тогда выражение (1) принимает вид

$$\frac{d^x}{dt} = \pm J_{p,v} Z^{\pm} \frac{1}{LT} \quad (5)$$

Вероятность отрицательного характера производства энтропии для процесса MAO цветных металлов больше, чем для MAO черных металлов. Появление отрицательного знака связано с различием эндо- и экзотермических, химических реакций, направленных на выявление или поглощение теплоты. С целью снижения риска отрицательно изменения производства энтропии физико-химических превращений и создание неравновесных ВС следует осуществить производство и ввод дополнительных воздействий.

$$\frac{d^x}{dt} = \pm J_{p,v} Z^{\pm} + \frac{J^b X^b}{LT} \quad (6)$$

где J^b — скорость дополнительных воздействий; X^b — термодинамическая сила, вызывающая поток дополнительных воздействий.

Следовательно, для исключения прогнозируемой адаптации поверхностей ферроабразивного порошка (ФАП) и обрабатываемого материала и увеличения интенсивности съема материала система СПИД для реализации процесса MAO должна обладать такими составами смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), которые не зависят от характеристик фрикционного контакта. Необходимо отметить, что в данной работе приводится одно из первых приближений термодинамического подхода к оценке процесса MAO цветных сплавов без рассмотрения условий потери устойчивости и других возможных взаимодействий. Другим моментом, направленным на достижение поставленного результата, служит нестационарность элементов режимов данного процесса, заключающегося в том, что в качестве одного из компонентов термодинамической силы выступает магнитная индукция B . Поскольку плотность электромагнитного поля (ЭМП) составляет $10^7 - 10^{12}$ кг/м³, то скорость распространения в пространстве достаточно велика и крайне низки инерционные эффекты [8].

Ввиду того, что управление плотностью рабочей технологической средой (РТС), включающей в себя ФАП и СОТС, зависит от величины этой индукции, нестационарность процесса MAO обеспечивается изменением подачи силы тока на катушке соленоидов электромагнитной системы (ЭМС).

Примером использования такого свойства системы служит MAO головки делителя теста ШЗ-ХДУ выполненной из бронзы БрАЖНМц ГОСТ 18175-78, внешний диаметр которой составляет 210 мм (рис. 1).

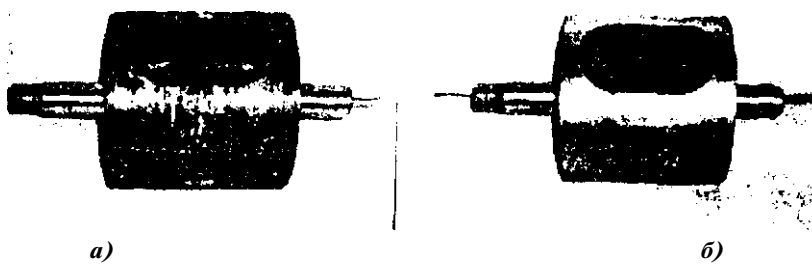


Рис. 1. Головка делителя теста ШЗ-ХДУ-33 до (а) и после (б) восстановления и MAO

Применение метода MAO для финишной обработки данной головки в отличие от шлифования увеличивает срок службы на 20-25 дней в условиях хлебопечкарного производства за счет создания благоприятного микрорельефа поверхностного слоя [9].

Как показали исследования, использование схемы MAO с концентрическим зазором и углом захвата $\alpha = 90^\circ$ приводит к образованию матовой поверхности головки делителя теста с отдельным выглаженным локальным участком. Причинами такого рода отклонений служит активация поверхностного слоя бронзы и перехода из термодинамически устойчивого состояния в пассивное, ввиду химического соединения компонентов РТС и окружающей среды с металлами. Необходимость исключения такого явления связана с анализом данной термодинамической системы, возможность управления которой позволяют исключить негативный характер вышеуказанных отклонений, касающихся РТС. Решение этой проблемы было осуществлено следующим путем, а именно созданием серповидного зазора с уменьшением угла охвата $\alpha = 45^\circ$ (Рис" 2).

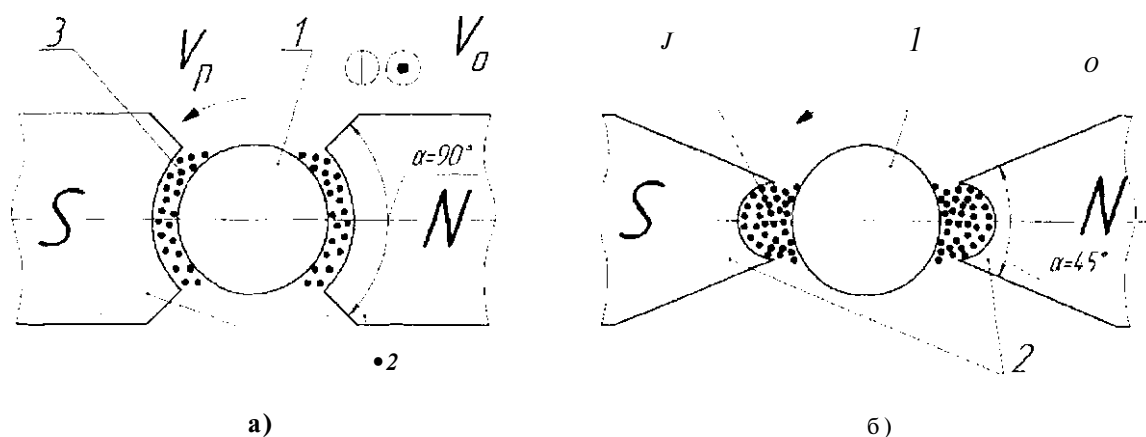


Рис. 2. Схема MAO с концентрическим (а) и серповидным (б) зазорами: 1 — деталь, 2 — полюсные наконечники, 3 — рабочая технологическая среда

Переменность величины зазора от 1 до 3 мм обуславливает изменение удельной нагрузки и обмена тепла между деталью и РТС по причине изменения плотности материала и уменьшения коэффициента трения ввиду роста объема порошковой массы, помещенной в рабочий зазор и удерживаемой силами ЭМП.

В качестве оборудования использовался станок СФТ 2.150.00.00.000 (рис. 3). Параметры и режимы обработки: скорость резания, $V = 1,2$ м/с; скорость осцилляции, $F = 0,1$ м/с; амплитуда осцилляции, $A = 1$ мм; ФАЛ — ФАПД; СОТС СинМа-1 ТУ 38.5901176-91, размерность зерен ФАП, $L = 100/160$ мкм. Варьирование величины магнитной индукции B от 0,5 до 1,1 Т позволяет обеспечить нестабильность данного режима и приводит к изменению плоскости ферроабразивной «щетки», интенсифицируя прохождение потоков СОТС. Данная причина также является источником колебаний контура РТС и формирует сужения поровых каналов вблизи граничных объектов области фильтрации, производя в локализованных этапах их закупоривание. Показатели проницаемости внутри объема серповидного зазора и на его границах отличаются по значению друг от друга, что образует барьеры для вытеснения жидкости из данного объема. Это также может привести к сорбции по тому или иному механизму реализации сгустков поверхностно-активных веществ (ПАВ) всем скелетом пористого тела, что резко

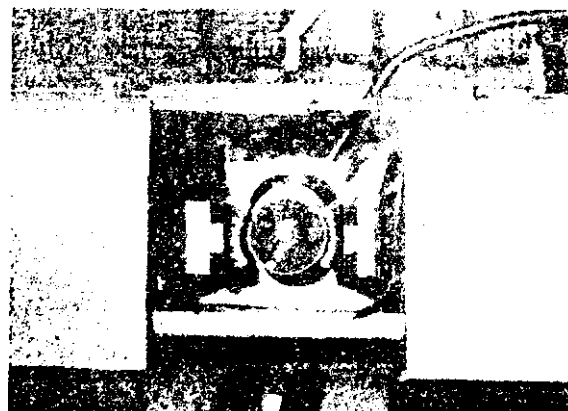


Рис. 3. Рабочая зона станка СФТ 2.150.00.00.000

снизит проницаемость среды. Задачей в таком случае становится предотвращение протекания указанного процесса в необратимый, для чего следует осуществить производство попеременного сжатия и расширения пористой среды с целью воздействия на элемент жидкости путем изменения величины параметров магнитного поля. Такого рода нестационарность режимов обеспечивает флуктуацию подачи жидкости в зону фрикционного контакта и давления зерен ФАП на обрабатываемую поверхность, что создает термодинамическую неустойчивость системы, препятствует ее переходу в пассивное состояние и образованию ВС.

Проведенные испытания с использованием схемы MAO с серповидным зазором, играющего роль резервуара для компонентов РТС, позволили в течение 60 с снизить показатели шероховатости поверхности головки делителя теста с $Ra^t = 1,6-2,2$ мкм до $Ra = 0,2-0,4$ мкм при отсутствии матового оттенка, рис. 1, б. Срок службы данных головок в производственных условиях составил 12 месяцев, при снижении себестоимости изготовления на 40 %.

Список использованных источников

1. Хомич, Н. С. Магнитно-абразивная обработка изделий -' // С. Хомич. — А Гинск: БНТУ, 2006. — 265 с.
2. Сакутевич, Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф.Ю. Сакутевич. — А/инск: Наука и техника, 1981. — 326 с.
3. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / П.И. Ящерицын и др. — Минск: Физико-технический институт, 1997. — 416 с.
4. Бершадский, Л.И. Структурная термодинамика трибосистем / Л.И. Бершадский. — Киев: Знание, 1990. — 254 с.
5. Пригожий, П. Современная термодинамика / И. Пригожий, Д. Кондипуди. — А£: А/ир, 2002. — 460 с.
6. Грот, СР. Неравновесная термодинамика / СР. Грот, Л. Мазур. — Л / . : А/ир, 1964. — 456 с.
7. Реализация диссипативной самоорганизации поверхностей трения в трибосистемах / И. С. Гершмаи, НА. Буше // Трение и износ. — 1995. — Т. 16. — № 1. — С. 61-70.
8. Евдокимов, Ф.Е. Теоретические основы электротехники / Ф.Е. Евдокимов. — М.: АСАДЕМІА, 2004. — 560 с.
9. Технология восстановления деталей оборудования хлебопекарного производства / ПЛ. Ящерицын и др. // Технология машиностроения. — 2001. — № 1. — С. 40-41.

УДК 621.923

В.Я. Лебедев¹, В.Е. Бабич Г.С. Дмитриченко², Ю.Г. Тумарович²

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА СБОРНОГО, ПОРОДРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

'ФТИ НАН Беларуси

г. Минск, Беларусь

ТУО «ИППК МЧС РБ»

Борисовский район, пос. Светлая роща, Беларусь

Using processing of rotary cutting tools of cutter loaders and heading machines as an example it is shown that magnetic-abrasive machining ensures improvement of microgeometry and physicomechanical characteristics