

Литература

1. Павлович, З.А. Ваша аура здорового дыхания/З.А.Павлович//Охрана труда. – 2013. – №4. – с.61-64.
2. Ракевич, А.В. Профилактика профессиональных заболеваний/А.В. Ракевич, И.А. Карчевский//Социальная защита и охрана труда. – 2013 – №5 – с. 14-23.
3. ГУ: Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости в РБ за 2011г. Информационный бюллетень/Сост.: А.В.Ракевич, А.А.Макарчук, Т.И.Бирюк – Минск: ГУ РЦГЭиОЗ, 2012. – 14 с.
4. Сечко, Л.К. О защите временем в условиях воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов/ Л.К. Сечко// Охрана труда. – 2013. – №11. – с. 58-66.

УДК 621.921

**МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ
ИЗ ТОНКОЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА**

Федорович Э.Н., к.т.н., Корнеева В.К.

Белорусский государственный аграрный технический университет

Процесс магнитно-абразивной обработки (МАО) деталей из тонколистового материала (толщиной 0,1–5 мм) позволяет уменьшить их количество и устранить ручной труд на операциях полирования.

Для осуществления процесса применяют дополнительную ферромагнитную массу — оправки для полых деталей типа тел вращения и подложки для плоских деталей, форма деталей может включать элементы цилиндра, конуса и сферы.

При обработке деталей из немагнитного материала необходимо учитывать, что магнитное поле в рабочих зазорах (между рабочими поверхностями полюсных наконечников и поверхностью обрабатываемой детали) состоит из поля излучаемого полюсными наконечниками и поля намагниченной ими дополнительной ферромагнитной массы, а зазор, в котором действуют оба названных поля — это сумма рабочего зазора и толщины обрабатываемой немагнитной детали.

Обработку выполняют ферромагнитным порошком Ж15КТ зернистостью от 100 до 160 мкм, в качестве СОЖ применяют водные растворы поверхностно-активных веществ типа Аквол 10, при этом увеличение продолжительности обработки от 15 до 60 с вызывает возрастание съёма металла и снижение шероховатости до 10-го класса на поверхности стальных деталей.

На поверхности деталей из штампованной латуни при продолжительности обработки от 30 до 60 с увеличивается съём металла и возрастает высота микронеровностей из-за вскрытия штамповочных рисок затянутых металлом по причине пластического деформирования на предыдущей операции шлифования, при обработке более 60 с высота микронеровностей уменьшается.

Величина магнитного поля в рабочем зазоре превышающая 0,8 Тл вызывает увеличение высоты микронеровностей с одновременным возрастанием съёма металла, поэтому для мягких материалов с большой высотой микронеровностей на поверхности можно рекомендовать: в начале процесса обработки — жёсткий режим при котором величина магнитного поля составляет 1,2–1,5 Тл, а затем последующее полирование в продолжении 45–60 с в магнитном поле величиной 0,6–0,8 Тл [1].

В процессе МАО на поверхности деталей, где величина магнитного поля достигает 0,1–1,6 Тл действуют малые силы величиной 0,01–1 Н, а процесс диспергирования металла протекает интенсивно со скоростью 1 мкм/с, шероховатость снижается до 0,1–0,2 мкм, при этом изменяется структура и механические свойства поверхностей из закалённых сталей. В сравнении с шлифованием после МАО износостойкость увеличивается в 1,5–1,7 раза, микротвёрдость на 25–30 %, содержание остаточного аустенита уменьшается в 2–2,5 раза,

наблюдают переход остаточных растягивающих напряжений в сжимающие. Такие значительные изменения свойств вызывают магнитные и электрические поля в сочетании с образующимся телом.

В процессе МАО традиционно применяют постоянное магнитное поле, действующее на зёрна ферроабразивного порошка (ФАП), образующего в обрабатывающей щётке цепочки, в которых возможно наличие токов аналогичных электрическим токам в проводнике и при этом возможно выделение тепла.

Установлено, что при использовании магнитного поля в процессе закалки механическая прочность образцов увеличивается на 15–55 % в сравнении с обычной закалкой. Постоянное магнитное поле $H_e = 0,95$ Тл повышает предел прочности при изгибе на 15 %, а ударную вязкость на 35 % в процессе закалки вала из стали ШХ15СГ-Ш расположенного вдоль силовых линий. При этом наблюдают анизотропию свойств – у образцов из стали ШХ15 расположенных вдоль силовых линий после закалки предел прочности при изгибе и ударная вязкость на 28 % и 58 % выше, чем у образцов расположенных поперёк. С возрастанием величины магнитного поля анизотропия прочностных свойств увеличивается [2].

На образцах из закалённой стали У12 после пребывания в постоянном магнитном поле $H_e = 0,07$ Тл микротвёрдость вблизи мартенситной иглы увеличилась на 25, в результате повторного намагничивания на 13, такое изменение свойств объясняется явлением магнито-стрикции [3].

Кристаллы мартенсита находятся в аустенитной оболочке, которая препятствует их удлинению, поэтому возникают остаточные напряжения сжатия улучшающие свойства закалённой стали, одновременно деформация мартенситного кристалла при намагничивании приводит к его повороту на некоторый угол, из-за чего происходит местная деформация аустенитной оболочки, следствием которой является упрочнение.

Известно, что прочность металлов обусловлена межатомными связями, зависящими от электромагнитных взаимодействий. Изменение прочности электромагнитным взаимодействием ограничено тем, что практически невозможно получить в рабочем зазоре магнитное поле, величина которого соизмерима с величиной внутренних электромагнитных взаимодействий.

Однако любая поверхность, подвергаемая обработке, не обладает идеальной сплошностью — в тонком поверхностном слое присутствуют микротрещины, инородные включения, дислокации и всегда присутствует шероховатость, поэтому есть возможность существенно влиять на диспергирование металла в процессе МАО при магнитном поле, не превышающем 2 Тл. Например, на поверхности детали замкнутые круговые токи остаются не скомпенсированными и так как они перемещаются вместе с деталью по условным рамкам площадью S в магнитном поле B_0 со скоростью ω , индуцируется электродвижущая сила $E = 10^{-8} SB_0\omega$, В.

Поскольку электрические токи замыкаются по наиболее короткому пути, то площадь условных рамок вращающихся со скоростью $\omega = V_d / r$ (V_d — скорость вращения детали, м/с) соответствует поперечному сечению обрабатываемой детали радиуса r .

Допустив, что площадь поперечного сечения предполагаемого провода, из которого образована условная рамка соответствует площади орбиты одного электрона, получаем электрический ток текущий в одной рамке:

$$i = \frac{Ea_0^2}{2\rho}, \text{ А}, \quad (2)$$

где $a_0 = 5,29 \cdot 10^{-11}$, м — боровский радиус; ρ — удельное сопротивление материала изделия, Ом · м.

После преобразований и умножения на количество условных рамок на поверхности изделия формула для расчета индуцированного тока принимает вид:

$$i_{\text{п}} = 2,5 \cdot 10^{-9} \frac{\pi B_0 V_d a_0 l}{2\rho}, \text{ А},$$

где l — длина обрабатываемой детали, м.

Диаметр пятна контакта a_k одного зерна ФАП диаметром 180 мкм с плоскостью равняется 10,8–17,5 мкм, где суммарные микротоки производят разупрочнение микро- и субмикронеровностей, при этом прочность зёрен не нарушается так как их удельное электрическое сопротивление в 10^4 больше чем у стали. Количество тепла вычисляем по закону Джоуля-Ленца считая, что энергия полностью превращается в теплоту:

$$Q = (i_p m)^2 \frac{3a_k \rho'}{\pi a_0^2} \tau, \text{ Дж}, \quad (4)$$

где a_k — диаметр пятна контакта одного зерна с плоской поверхностью, м; m — количество субмикровыступов одновременно находящихся в контакте друг с другом и с обрабатываемой поверхностью ($m \approx 2 \cdot 10^2$); ρ' — удельное электрическое сопротивление зерна ФАП, Ом · м; τ — продолжительность вращения детали в магнитном поле, с.

Так как процесс МАО осуществляют при скоростях до 2 м/с, теплота не успевает распространиться в глубину обрабатываемого изделия, а сосредотачивается в микро- и субмикронеровностях. Известно, что, если в зоне резания наблюдают температуру составляющую 0,25–0,3 от температуры плавления обрабатываемой поверхности, происходит разупрочнение поверхностного слоя – аналогичное явление имеет место в процессе МАО [5]. Под воздействием тепла поверхностный слой металла размягчается и, увлекаемый обрабатывающей щёткой, размазывается по поверхности, при этом обработочные риски покрываются ровным однородным слоем металла.

В процессе МАО зёрна ФАП образуют цепочки, по которым электрические токи замыкаются и усиливаются. В разных точках поверхности электрические разряды различны из-за наличия выступов и впадин, дислокаций, графитных включений, микротрещин, но так как имеет место непрерывное перемещение поверхности, в итоге происходит выглаживание микрорельефа и выравнивание его физико-механических свойств.

Литература

1. Кудинова, Э.Н. Магнитно-абразивная обработка изделий из тонколистового материала / Э.Н. Кудинова // Весті АН БССР. Сер. фіз.-тэхн. навук, 1984. – №4. – С. 52–55.
2. Контер, Л.Я. / Л.Я. Контер, В.Л. Захарова //Тр. ВНИПП, 1963. – №4 (36). – С. 1–12.
3. Гаврилов, Г.М. / Г.М. Гаврилов //Металловедение и термическая обработка металлов, 1977. – № 6. – С. 19.
4. Ящерицын, П.И. К вопросу формирования совокупного режущего контура при магнитно-абразивной обработке / П.И. Ящерицын, Э.Н. Федорович //Докл. АН БССР, 1992. – Т. 36 – № 7–8. – С. 602–606.
5. Ящерицын, П.И. Чистовая обработка деталей в машиностроении / П.И. Ящерицын, А.Н. Мартынов. – Минск: высшая школа, 1983. – 191 с.

УДК 621.357.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ РАСПЛАВОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Малай Л.Г., зав. кафедрой МОП, к.т.н., доцент
Государственный аграрный университет Молдовы

При восстановлении и разработке новых соединений деталей (металлических и полимерных) с точными полимерными покрытиями, а тем более при изготовлении литевых или прессованных изделий из пластмасс первостепенное значение приобретает квалифицированное их проектирование. Большинство конструкторов и технологов (особенно на ремонтных предприятиях), не зная основных принципов проектирования пластмассовых изделий и соединений деталей с полимерными покрытиями конструируют их по аналогии с металлическими деталям и соединениям. Поэтому очень важно, на ряду с имеющейся информацией [1–5] по проектированию полимерных деталей иметь сформулированные основные принципы