

Необходимость подогрева обусловлена тем, что при прокатке тонкий внешний слой за несколько оборотов на холодном инструменте теряет температуру и происходит срыв процесса: смятие внешнего слоя, его растрескивание, прокручивание и проскальзывание.

Нормальная рабочая температура в этом случае составляет 200–250 °С.

При выполнении всех указанных условий процесс прокатки слоистой заготовки происходит без срывов, с получением детали необходимой формы и размеров и образованием сварного соединения между слоями металлов (рис. 7).

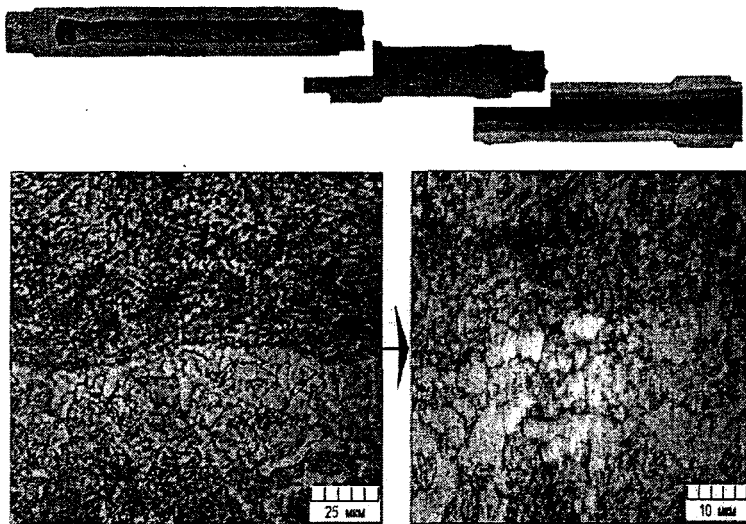


Рис. 7. Сварные слоистые детали из однородных и разнородных сталей

Список использованных источников

1. Заявка на патент РБ №а20081431 от 13.11.08, МКИ В21 Н 1/00
Способ изготовления осесимметричных деталей с поверхностными слоями / Щукин В.Я., Кожеевникова Г.В.

УДК 621.923

Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев,
В.Е. Бабич, Е.В. Сенчуров,
В.В. Шабуня

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ОБОЙМ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ

Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь

It is shown, that on the basis of the lead theoretical researches and modeling of technological process a magnet-abrasive of processing the opportunity of its effective application with use of a double polar tip is established at processing apertures and conditions for achievement of demanded parameters of quality and reliability of details of machines are certain.

Обработка отверстий является более сложной технологической задачей, чем обработка наружных цилиндрических поверхностей. При обработке отверстий особая роль отводится финишным методам, таким как шлифование, хонингование, суперфиниширование, доводка. Однако каждому из этих методов присущи определенные недостатки, снижающие эффективность их использования. В связи с этим, актуально проведение работ по созданию новых финишных способов обработки, одним из которых является магнитно-абразивная обработка (МАО) [1, 2].

Поскольку диаметры отверстий деталей машин ISOO определены в диапазоне от 1 мм до 10000 мм, то по технологическим соображениям допускается их произвольная классификация по размерным признакам. Согласно [2], имеется два варианта схем МАО отверстий (рис. 1). По первому варианту (рис. 1, а) заготовка располагается между полюсными наконечниками. Эта схема приемлема для обработки отверстий диаметром до 30 мм в заготовках из пара- и диамагнитных материалов. Во втором варианте (рис. 1, б) полюсный наконечник вводится внутрь отверстия. Однако для обработки больших диаметров это является технически сложно-реализуемым и неэффективным с позиции энергозатрат.

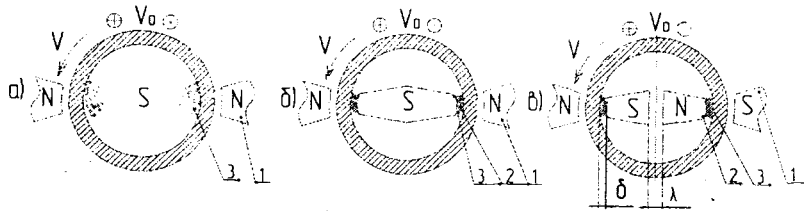


Рис. 1. Схема магнитно-абразивной обработки

Поэтому предлагается третий вариант (рис. 1, в) схемы МАО с двойным полюсным наконечником. Однако при близком расположении двух полюсных наконечников происходит, согласно законам электромагнетизма, их взаимное отталкивание, либо сближение. В связи с этим, возникает необходимость в расчете минимального расстояния λ между полюсными наконечниками. Это необходимо чтобы, с одной стороны, минимизировать данное воздействие магнитных полей друг на друга, а с другой, — достичь оптимальных габаритных размеров электромагнитной системы (ЭМС) и снизить ее материалоемкость.

По результатам проведенных теоретических исследований распределения магнитного поля был произведен расчет магнитопровода с двойным полюсным наконечником и изготовлен его опытный образец. При проведении экспериментов обрабатывали внутренние обоймы подшипников ТУ 37.006.162-89, диаметры 180 мм и 240 мм, материал — сталь ШХ15 ГОСТ 801-78, 58–62 HRC. Исходная шероховатость поверхности образцов составляет $Ra_1=1,6-2,8$ мкм. Оборудование — станок ЭУ-6, ФАП-Ж15КТ ТУ 6-03-09-483-81, размерность частиц $\Delta = 100/160$ мкм, смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) — СинМА-1 ТУ 38.5901176-91, 2 %-й водный раствор. Параметры и режимы обработки: магнитная индукция, $B = 0,9$ Тл; скорость вращения детали $V_{sp} = 2,5$ м/с; скорость осцилляции $V_o = 0,15$ м/с; амплитуда осцилляции $A = 3$ мм; величина рабочего зазора $\delta = 1$ мм; время обработки $t = 90$ с. Выходными показателями служили: достигаемая шероховатость поверхности Ra_2 , мкм; величина размерного съема, мкм; величина остаточных напряжений, МПа. Для их установления использовалось: профилограф-профилометр «Калибр-252», микроскоп «БМИ-1», прибор «УРС-50И» при учете смещения рентгеновских линий (211)а.

Расчет ЭМС: Потери в проводнике или системе проводников можно определить, если известно распределение плотности тока вдоль их контура, что адекватно распределению зарядов на поверхности данных проводников. Поскольку глубина проникновения является величиной конечной, то и плотность тока изменяется по величине вследствие изменения расстояния. В нашем случае в качестве приближения к модели, реально отображающей физику процесса, применяется то условие, что проводники, то есть левая и правая ветви двойного полюсного наконечника для ЭМС, представляют собой правильное круговое сечение. Эту задачу можно решить конформным отображением данного профиля проводника по окружности, электростатическое поле которой известно. Поскольку имеется поле плоскости $z=x+ji$ для кривой контура сечения, заданной соотношением $F(x;y) = 0$, то контур несет общий заряд. Пусть на плоскости $w = u+jv$ лежит окружность $|w|=r, u^2+v^2=r^2$ с тем же общим зарядом. Скалярный потенциал электрической индукции этой окружности в комплексной форме:

$$v = \frac{Q}{l} \ln w + c.$$

Если известна функция $w=f(z)$, конформно отображающая указанную окружность на кривую $F(x;y) = 0$ в плоскости z , потенциал в этой плоскости будет:

$$v = \frac{Q}{l} \ln f(z) + c. \quad (1)$$

Продифференцировав v по z , получим поле электрической индукции. Если подставим вместо $z = x+jy$ значения, соответствующие заданному контуру $F(x;y) = 0$, то получим распределение электрической индукции вдоль контура. Так как линии индукции перпендикулярны поверхности, они одновременно являются искомым распределением заряда:

$$D = \sigma_0 = \left| -\frac{dv}{dz} \right| l, \quad (2)$$

где l — распределение вдоль контура сечения тела, проводящего ток.

Производится переход от величин заряда $\frac{Q}{l}$ к величинам тока $\sigma_0 = \frac{I\sqrt{2}}{a}$, где a — глубина проникновения, уравнение (1) имеет вид:

$$v = \frac{I\sqrt{2}}{2\pi a} \ln f(z) + c. \quad (3)$$

Неизвестные потери в проводнике определяются:

$$I^2 R = \rho \frac{a}{2} \oint \sigma_0^2 ds, \quad (4)$$

где R — сопротивление проводника; ρ — радиус кривизны в данном месте указанного контура; a — глубина проникновения тока.

Таким образом, потери в двух параллельных проводниках круглого сечения при большой магнитной проницаемости определяются согласно уравнения:

$$(x+d)^2 + y^2 = r^2 \quad (5)$$

На рис. 2 показано расположение проводников.

Функция $w = f(z) = \frac{z+b}{z-b}$ отображает вне окружностей в плоскости z на пространство между двумя окружностями в плоскости w . Окружность $(x+d)^2 + y^2 = r^2$ в левой плоскости z отображается в плоскости w на внутреннюю окружность радиусом $\frac{r}{d+b}$; правой окружности $(x-d)^2 + y^2 = r^2$ соответствует внешняя окружность радиусом $\frac{r}{d-b}$.

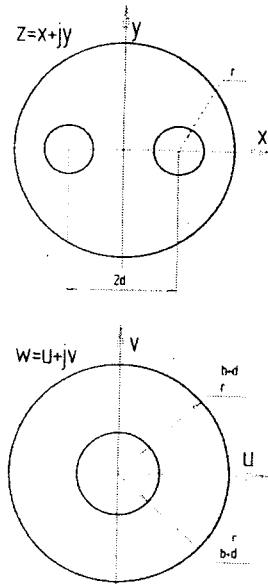


Рис. 2. Схема сечения цилиндрических проводников

Выполняя операции в следующей очередности (1)–(2)–(5), получаем:

$$v = \frac{I\sqrt{2}}{2\pi a} \ln \frac{z+b}{z-b},$$

$$-\frac{dv}{dz} = \frac{I\sqrt{2}}{2\pi a} \cdot \frac{2b}{z^2 - b^2},$$

$$|z^2 - b^2| = |x^2 - y^2 + 2jxy - b^2| = 2xr,$$

$$\sigma_0 = \frac{I\sqrt{2}}{2\pi a} \cdot \frac{b}{x},$$

$$I^2 R = \rho \frac{a}{2} \oint \sigma_0^2 ds. \quad (6)$$

Для правого проводника:

$$ds = \frac{r dx}{\sqrt{r^2 - (x-d)^2}},$$

следовательно,

$$I^2 R = \oint \frac{a}{2} \left(\frac{I\sqrt{2}}{2\pi r a} \right)^2 \cdot 2 \int_{d-r}^{d+r} \frac{br^2 dx}{x^2 \sqrt{r^2 - (x-d)^2}} = I^2 \frac{\rho b^2}{2\pi r a} \int_{d-r}^{d+r} \frac{dx}{x^2 \sqrt{r^2 - (x-d)^2}}.$$

Вычисление интеграла дает выражение:

$$\frac{d}{b^3} \left[\frac{b}{x} \sqrt{r^2 - (x-d)^2} + \arcsin \frac{xd - b^2}{2x} \right]_{d-r}^{d+r} = \frac{\pi d}{b^3}.$$

Потери в правом проводнике равны:

$$I^2 R = I^2 \frac{\rho}{2\pi r a} \cdot \frac{d}{\sqrt{d^2 - r^2}}. \quad (7)$$

Из уравнения (7) следует, что потери в левом проводнике определяются аналогично. Потери имеют наибольшую величину при соприкасающихся проводниках. Проведенный расчет показывает, что увеличение размера λ (рис. 1 в) не является препятствием для конструирования такого рода ЭМС, ввиду незначительной разницы этих потерь по зоне обработки. Следовательно, в этом случае утечки магнитного потока в ЭМС с двойным полюсным наконечником, будут находиться в диапазоне реализации процесса MAO, которая была использована для обработки. Результаты проведенных испытаний представлены таблице. Кроме того, установлено, что в данном случае зона обработки каждого полюсного наконечника представляет большую величину, чем при использовании только одинарного. Это связано с необходимостью всякий раз с увеличением диаметра обрабатываемого отверстия производить уменьшение зоны контакта одинарного полюсного наконечника для сохранения показателя магнитной индукции, являющейся силовым фактором процесса MAO. Поэтому применение одинарного полюсного наконечника имеет место для финишной обработки крупногабаритных подшипников, однако по мере роста их диаметральных размеров резко падает производительность процесса по ранее указанной причине. В связи с этим возникает вопрос о создании уже двойного полюсного наконечника, использование которого обеспечивает технико-экономические показатели процесса MAO отверстий данных подшипников, но проблемой становятся утечки магнитного потока из зоны обработки. На основании произведенного расчета выявлено, что существует возможность как создания этой схемы, так и практической реализации. Путем регулирования изменения размеров $2d$, r и λ определена опти-

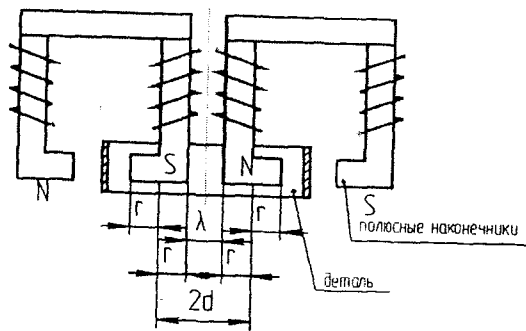


Рис. 3. Схема ЭМС с применением двойного полюсного наконечника

мальная конструкция двойного полюсного наконечника, обеспечивающая эффективность ее применения, заключающегося в достижении требуемых выходных показателей процесса МАО отверстий крупногабаритных подшипников (рис. 3).

Табл.

Сравнительные показатели производительности МАО и качества поверхностей подшипников с использованием одинарного и двойного полюсных наконечников

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Достижимая шероховатость поверхности, Ra_2 , мкм		Величина размерного съема, G мкм		Величина остаточных сжимающих напряжений, МПа	
	одинарный	двойной	одинарный	двойной	одинарный	двойной
Ø160	0,44–0,69	0,09–0,24	5–12	25–45	840–900	950–1100
Ø240	0,36–0,58	0,12–0,23	8–14	35–55	760–870	870–980

В результате проведенных исследований установлена возможность использования двойного полюсного наконечника, разработана и создана его конструкция, определены технологические режимы обработки, что в совокупности обеспечивает достижение заданных показателей качества и производительности при сокращении энергопотребления.

Список используемых источников

1. Скворчевский Н. Я., Федорович Э. Н., Яцерицын П. И., Эффективность магнитно-абразивной обработки. Мн.: Наука і тэхніка, 1991, — 216 с.
2. Барон Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущего инструмента. Л.: Машиностроение, 1986, — 256 с.

В.Я. Шукин, Н.В. Суша,
Г.В. Кожевникова

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШУРУПА РЕЛЬСОВОГО

Физико-технический институт НАН Беларуси
г. Минск, Беларусь

An automated line for manufacturing rail screws has been designed. It includes operations of heating, stamping and hot cross-wedge rolling of the threaded part of screws by plane-parallel mills.

Содержание железнодорожных путей в качественном эксплуатационном состоянии требует большого количества крепежных рельсовых шурупов. Актуальным является вопрос создания высокопроизводительного и дешевого производства этих деталей. Учитывая наш опыт изготовления различных головок на концах стержней методом горячей штамповки на прессах и опыт горячей поперечно-клиновой прокатки резьбовой части шурупов на плоскопараллельных станах, мы решили создать автоматическую линию, включающую все операции: нагрева, штамповки и прокатки вместе.

В табл. 1 приведена краткая техническая характеристика созданной автоматической линии. На рис. 1 показана схема этой автоматической линии. На рис. 2 показан эскиз шурупа рельсового.

Табл. 1

Технические характеристики автоматической линии изготовления шурупа рельсового

Производительность, дет/час	600
Потребляемая мощность нагревателей, кВт	
– головки шурупа	120
– резьбовой части	160
Установленная мощность электродвигателей, кВт	75
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	2
Расход охлаждающей воды, м ³ /час	15
Размер занимаемой площади (ВхL), м	6х8,5