

Литература

1. Барон, Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов // Л.: Машиностроение. Ленинград. отд. – 1986. – 172 с.
2. Шиляев, А.С. Ультразвук в науке, технике и технологии. – РНИУП «Институт радиологии», 2007. – 412 с.
3. Стукин, А.С. Исследование процесса наплавки порошковых материалов в ультразвуковом поле // Мат. 8-й Респ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – Мн., 2003. – С. 159.

Акулович Л.М., Линник А.В., Ефимов А.М.
Белорусский государственный аграрный
технический университет, Минск, Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОРОДНОСТИ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПРИ МАГНИТНО- ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УПРОЧНЕНИИ

Одним из эффективных способов повышения износостойкости поверхностей деталей машин является нанесение покрытий из ферромагнитных порошков с использованием энергии электромагнитного поля – магнитно-электрическое упрочнение (МЭУ) (рис. 1).

Процесс МЭУ обеспечивает формирование тонких слоев покрытий, толщиной 0,1–0,3 мм на сторону, обеспечивая высокую прочность соединения покрытия с основой при минимальном расплавлении материала основы.

Одним из основных условий стабильности процесса МЭУ является дозированная подача порошка в рабочую зону, согласованная с количеством подводимой энергии. Несоблюдение этого условия снижает производительность и ухудшает качество упрочненного слоя, а в ряде случаев дестабилизирует процесс.

Поверхность детали в процессе упрочнения подвержена воздействию множества электрических разрядов, образующих микронеровности в виде лунок, заполненных расплавом частиц ферромагнитного порошка и основного металла. При наложении краевых участков поверхностей этих лунок образуется общая картина шеро-

ховатости упрочненной поверхности. Rz поверхности после МЭУ не менее 80 мкм, а в большинстве случаев шероховатость поверхностей Rz 160–320 мкм.

Стабильность процесса МЭУ и прочность покрытия повышается, если подачу порошка осуществлять в потоке рабочей жидкости, которая должна иметь низкую коррозионную активность к материалам порошков и обрабатываемой заготовке, высокую температуру вспышки, хорошую фильтруемость, отсутствие запаха и низкую токсичность.

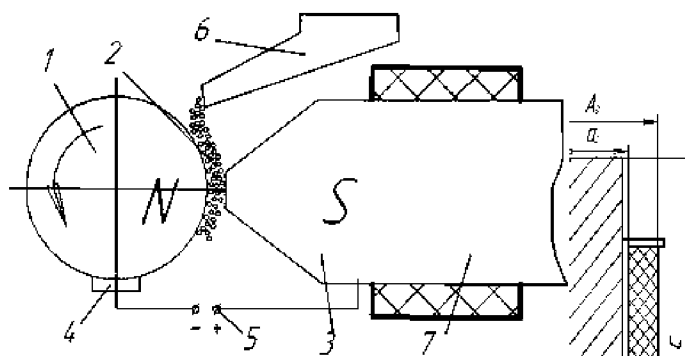


Рисунок 1 – Принципиальная схема магнито-электрического упрочнения.

1 – обрабатываемая деталь; 2 – ферромагнитный порошок; 3 – полюсный наконечник; 4 – скользящий контакт; 5 – источник тока; 6 – бункер-дозатор; 7 – электромагнитные катушки

Рабочая зона в процессе МЭУ должна удовлетворять основному требованию – создавать максимальную индукцию при минимальной магнитодвижущей силе.

Для получения однородного магнитного поля требуется, чтобы векторная сумма напряженностей полей источников была постоянной в заданном объеме. Однородность магнитного поля в зазоре δ лучше всего обеспечивается системой из двух электромагнитных катушек [1], в которой: а) расстояние A между геометрическими центрами катушек равно их среднему радиусу: $A = (y_1 + y_2)/2$ где y_1, y_2 – внутренний и внешний радиусы катушки; б) толщина обмотки $\varepsilon = (y_2 - y_1)$; в) длина катушки l мала по сравнению с расстоянием между геометрическими центрами катушек A .

Магнитный поток Φ от электромагнитов проходит до точки P более короткий путь, чем до точки P_1 . Поэтому между точками P и P_1 возникает разность магнитных потенциалов, которая создает неоднородность магнитного поля по высоте зазора.

В реальных конструкциях электромагнитов потоки рассеяния, как правило, имеют сложную форму и образуемые ими поля не всегда поддаются математическому описанию. Поскольку потоки рассеяния всегда существенно меньше рабочего магнитного потока, то в расчетах магнитных систем для МЭУ их, как правило, не учитывают.

Для реализации процесса МЭУ магнитная индукция не должна превышать 1,2 Тл. Для обеспечения выбранного значения магнитной индукции при конструировании устройств для МЭУ требуется расчет параметров катушек электромагнита (сила тока, диаметр проволоки обмотки катушек, количество витков катушек) и сечения магнитопровода (рис. 2).

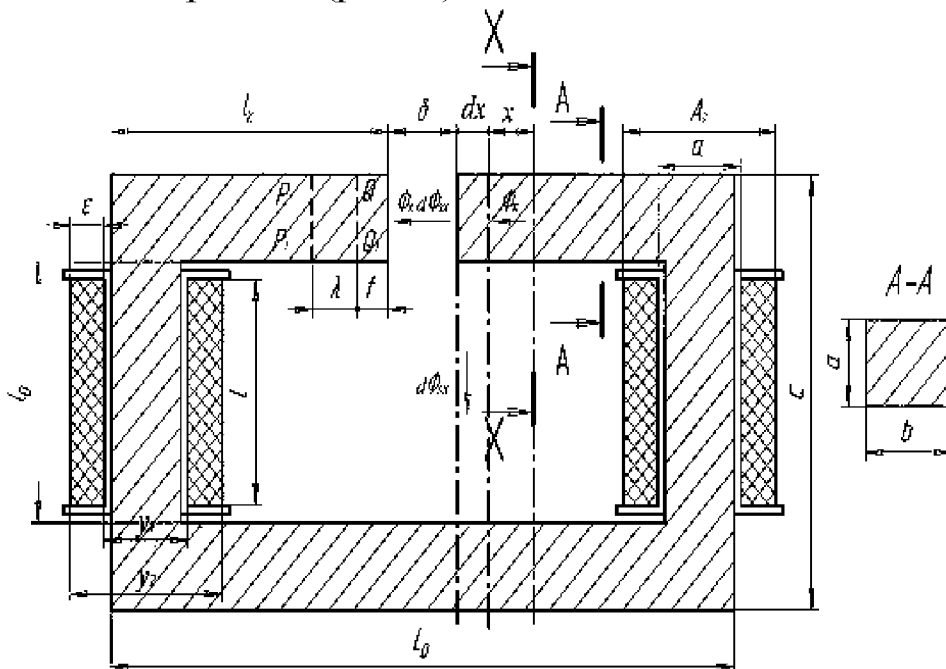


Рисунок 2 – Электромагнитная система

В табл. 1, 2 приведены примеры результатов расчетов распределения магнитной индукции в рабочем зазоре различного размера.

Таблица 1 – Распределение магнитной индукции в рабочем зазоре 4 мм при изменении силы тока в катушках электромагнита

Сила тока в катушках электромагнита, I, А	Величина магнитной индукции В, мТл				Неоднородность магнитной индукции, %
	Сечение А	Сечение В	Сечение С	Среднее значение	
0,5	190	210	250	220	24.0
1	280	330	390	330	28.2
2	580	660	780	670	25.6
3	760	890	990	880	23.2
4	890	1050	1160	1030	24.1
5	990	1180	1340	1170	26.2
6	1060	1220	1400	1225	24.3
7	1130	1300	1440	1290	21.5
8	1140	1360	1500	1330	24.0
Ср.знач.откл.,%	-	-	-	-	22.7

Таблица 2 – Распределение магнитной индукции в рабочем зазоре 1,5 мм при изменении силы тока в катушках электромагнита

Сила тока в катушках электромагнита, I, А	Величина магнитной индукции В, мТл				Неоднородность магнитной индукции, %
	Сечение А	Сечение В	Сечение С	Среднее значение	
0,5	620	665	690	660	10.1
1	810	890	930	880	12,9
2	1635	1740	1780	1720	8.2
3	1950	2030	2090	2020	6.7
4	2030	2150	2180	2120	6.8
5	2140	2190	2280	2200	6.1
6	2075	2260	2280	2205	8.9
7	2150	2280	2320	2250	7.3
8	2180	2320	2350	2280	7.2
Ср.знач. откл., %	-	-	-	-	8.2

Величина несоответствия магнитной индукции полюсных наконечников для МЭУ составляет 21,3 % (табл. 2).

Как видно из таблиц величина магнитной индукции зависит от величины рабочего зазора. Также от величины рабочего зазора зависит и распределение магнитной индукции. Так, при зазоре 4 мм неоднородность магнитной индукции составляет 22,7 %, а при зазоре 1,5 мм – 8,2 %. Это объясняется величиной воздушного зазора, а также неоднородностью магнитного поля.

Литература

1. Барон Ю.М. Технология абразивной обработки в магнитном поле. – Л.: Машиностроение, 1975. – с.128.

*Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Бабич В.Е.,
Сенчуров Е.В., Падаляк В.В.* Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь

ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛООПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В настоящее время в фотометрических приборах типа коллиматоров широко применяют как оптические элементы типа зеркал и