

колесу (диаметры окружности вершин и впадин, модуль зацепления и т.д.) и магнитному полю (магнитная индукция), можно определить наиболее приемлемые условия обработки и установить возможности процесса MAO для получения необходимых его качеств и производительности.

Список использованных источников

1. Ящерицын, П.И. Магнитно-абразивная обработка мелкомодульных зубчатых колес / П.И. Ящерицын [и др.] // Инструментальный світ, г. Киев, № 2, 2003. С. 11–13.

2. Ящерицын, П.И. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / П.И. Ящерицын [и др.] – Минск: Физико-технический институт, 1997. – 416 с.

УДК 621.923

МЕТОДЫ КОНЦЕНТРАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В РАБОЧЕМ ЗАЗОРЕ

*Студенты – Филипеня А.А., 40 тс, 3 курс, ФТС;
Русских В.В., 15 тт, 3 курс, АМФ*

*Научные
руководители – Сергеев Л.Е., к.т.н., доцент¹;
Мендалиева С.И., к.т.н.²*

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь
²«Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина»,
г. Нур-Султан, Республика Казахстан*

Аннотация. Для обеспечения повышенной производительности и качества процесса MAO, необходимо гарантировать рост коэффициента усиления магнитного потока, выбор материала, минимальные размеры концентраторов и их правильное расположение относительно обрабатываемого изделия в магнитных полях.

Ключевые слова: концентрация магнитного потока, индукция магнитного поля, коэффициент усиления магнитного потока, концентраторы магнитного потока.

Применение принципов концентрации магнитного потока позволяет существенно увеличить (более чем на 50 %) индукцию магнитного поля (МП) в рабочем зазоре. Для процесса MAO концентраторы магнитного поля – это конструктивные элементы рабочей поверхности магнитопровода, обеспечивающие создание неоднородности МП в рабочем зазоре и максимальных значений магнитной индукции. Как показано в работах [1, 2], пространственное распределение магнитного

потока преимущественно зависит от формы и размеров концентраторов. Искусственно изменяя форму рабочего зазора, можно создать зоны с повышенным давлением порошка на поверхность заготовки и таким образом управлять интенсивностью съема металла либо на всей обрабатываемой поверхности, либо на отдельных ее участках. В настоящее время наибольшее распространение получили магнитомягкие концентраторы, выполненные в виде осесимметричных фигур (длинные стержни, в том числе конусообразные или с закруглением и др.), а также плоские концентраторы магнитного потока, рисунок 1.

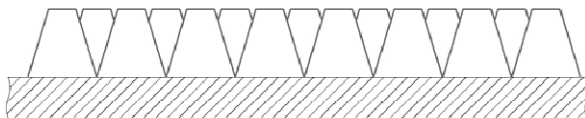


Рисунок 1 – Концентраторы, выполненные в виде осесимметричных фигур

Выбор правильного материала и минимальных размеров концентраторов в магнитных полях достаточно затруднителен. Важной задачей для их проектирования и оптимизации является установление взаимосвязи геометрических размеров, конфигурации и магнитных свойств для прохождения магнитного потока по концентратору, рисунок 2. Коэффициент усиления k магнитного потока (или индукции магнитного поля) является главной характеристикой концентратора и определяется как отношение индукции магнитного поля в месте расположения концентратора B к индукции внешнего однородного магнитного поля B_0 , в которое он помещен [3]. Основное требование к концентратору заключается в том, что значение коэффициента усиления k в слабых магнитных полях (до 1,2 Тл) должно стремиться к максимуму, а геометрические размеры – к минимуму. В работе [4] показано, что в области слабых магнитных полей при длине каждого концентратора магнитного потока $L = 100$ мм обеспечивается максимальный $k = 404$, а при $L = 30$ мм коэффициент усиления равен 177 при угле заострения 20° . В новом разработанном концентраторе магнитного поля на эффекте Холла получены более высокие показатели.

Концентраторы магнитного потока выполнены из материала с высокой индукцией магнитного насыщения $B_s = 2,8$ Тл (из супермендюр), что позволяет получить значение $B_{max} \approx 19,1$ мТл. Полученные расчетные данные свидетельствуют о том, что оптимальным является диапазон угла, равный $17,5\text{--}22,5^\circ$, это соответствует величине угла при вершине конуса $35\text{--}45^\circ$.

В работах ряда исследователей [5, 6] рассмотрены факторы, влияющие на производительность и качество магнитно-абразивной обработки, однако возможности увеличения производительности МАО за счет конструктивных изменений электромагнитной системы, не связанных с повышением энергоемкости установок, изучены недостаточно.

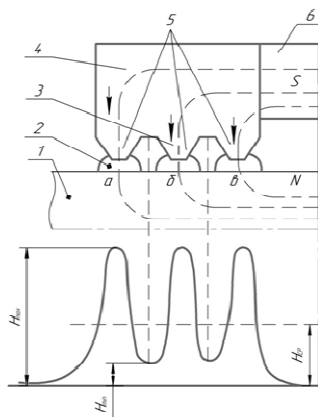


Рисунок 2 – Распределение напряженности в зазоре магнитопровода
 1 – деталь; 2 – ферромагнитный порошок; 3 – магнитный поток;
 4 – полюсный наконечник; 5 – концентраторы магнитного потока;
 6 – магнитопровод; H_{\max} – напряженность в зоне концентратора;
 H_{\min} – напряженность в зоне впадины; H_{cp} – средняя напряженность

Например, в работе [5] были изготовлены 16 пар полюсных наконечников (рисунок 3, а) и выполнен трехфакторный эксперимент, в котором переменными факторами были количество i пазов на рабочей поверхности полюсника, глубина пазов h , отношение ширины паза к ширине выступа, a/b . Известно, что кромки ферромагнитного тела являются концентраторами магнитного потока и градиент магнитной индукции в ближайшей области направлен к кромке. Каждый из названных факторов варьировали на четырех уровнях в диапазонах: $i = 1 \div 4$, $h = 5 \div 20$ мм, $a/b = 0,5 \div 2,0$. Из этого эксперимента следует, что оптимальные полюсные наконечники типа I должны иметь на рабочей поверхности длиной 80 мм два паза глубиной $1 < 5$ мм и с отношением $a/b < 0,5$. В соответствии с этими рекомендациями изготовлены полюсники типа II (рисунок 3, б). При использовании наконечников с зубчатой конфигурацией за счет увеличения тока не удастся достичь в рабочей зоне значения индукции, получаемого при использовании наконечников с гладкой рабочей поверхностью (1,2 Тл). Анализ полученных результатов исследований показывает, что наконечники первого типа обеспечивают наибольший съем металла. Однако шероховатость поверхности при этом выше, чем при использовании наконечников второго типа. Наконечники третьего типа дают наименьший съем металла и самую большую шероховатость поверхности (рисунок 3, в). Это объясняется тем, что участки концентрации порошка в рабочей зоне перемежаются с пустотами, что вызывает динамические перепады давления порошка на обрабатываемую поверхность

при движении детали в рабочей зоне. Четвертый тип наконечников без концентраторов обеспечивает наименьшую шероховатость поверхности при достаточно высоком съеме металла. Следовательно, форма рабочего зазора должна изменять топографию магнитного поля и пространственное распределение магнитного потока созданием концентраторов магнитного потока, которые до настоящего времени в полной мере не исследовались.

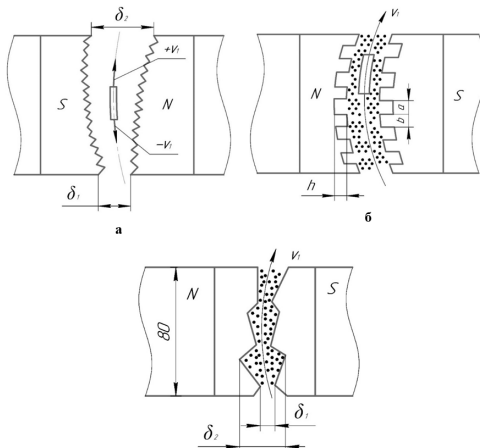


Рисунок 3 – Полусные наконечники с различной конфигурацией
 а – зубчатая, б – шахматная, в – комбинированная, δ – рабочий зазор,
 h – глубина впадины,
 а – ширина паза, b – ширина концентратора

В работе [7] предложены три типа концентраторов магнитного потока, однако и за счет увеличения силы тока в рабочей зоне не удастся достигнуть значения магнитной индукции получаемой наконечником с гладкой рабочей поверхностью. Это связано с тем, что применение графических методов определения топографии ЭМП в зоне обработки не позволяет провести более строгий анализ динамического и кинематического факторов процесса МАО.

Поэтому по данной причине не удалось получить положительного результата при финишной обработке беговых дорожек обойм подшипников [8] и при использовании кольцевых и винтовых канавок на рабочей поверхности полусных наконечников в работе [9].

Таким образом, чтобы обеспечить повышение производительности и качества процесса МАО, необходимо гарантировать рост коэффициента усиления k магнитного потока, выбор материала, минимальные размеры концентраторов и их правильное расположение относительно обрабатываемого изделия в магнитных полях.

Список использованных источников

1. Костин, В.Н. Измерение относительных значений магнитных свойств вещества контролируемых изделий в составных замкнутых цепях / В.Н. Костин, Т.П. Царькова, Е.Ю. Сажина // Дефектоскопия. – 2001. – № 1. – С. 15–26.
2. Муравлев, О.П. Численное исследование проблем концентрации магнитного потока для синтеза высокоэффективных магнитных систем / О.П. Муравлев, С.В. Леонов, Д.В. Полунин. // Проблемы информатики. – № 2. – 2012 – С. 30–35.
3. Яромлович, В.А. Параметры миниатюрного элемента Холла с концентраторами магнитного потока как четырехполюсника. / В.А. Яромлович // Приборы и методы измерений. 2013 – №1 – С. 23–28.
4. Барон, Ю.М. Влияние состояния кромок лезвий на эффективность режущих инструментов / Ю.М. Барон // Инструмент и технологии. – Спб., 1997. – Вып. 5. – С. 1–11.
5. Барон, Ю.М. Повышение стойкости метчиков и производительности резбонарезания в высокопрочных сталях / Ю.М. Барон, С.Ю. Иванов / Прогрессивные методы обработки резанием, 1981. – № 6. – С. 70–73.
6. Скворчевский, Н.Я. Эффективность магнитно-абразивной обработки / Н.Я. Скворчевский, Э.Н. Федорович, П. И. Ящерицын. – Минск: Наука і техника, 1991. – 216 с.
7. Сакулевич, Ф.Ю. Объемная магнитно-абразивная обработка / Ф.Ю. Сакулевич, Л.М. Кожуро.– Минск: Наука и техника, 1978. – 238 с.
8. Минин, Л.К. Магнитно-абразивное полирование наружных поверхностей вращения высокоточных деталей: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Л.К. Минин; Физико-технический ин-т АН БССР. – Минск, 1975. – 24 с.
9. Baron, Y.M. Characterization of the Magnetic Abrasive Finishing Method and Its Application to Deburring / Y.M. Baron, S.L. Ko, J.I. Park // Key Engineering Materials. – Vol. 6. – 2005. – P. 291–296.

УДК 621.43

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ АВТОТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАГРУЗКИ

*Студент – Карлюкевич И.И., 19 рпт, 2 курс, ФТС
Научный
руководитель – Чугаев П.С., ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Проведено компьютерное моделирование изменения температуры выхлопных газов двигателя в зависимости от числа оборотов и коэффициента избытка воздуха.

Ключевые слова: искры; температура выхлопных газов; коэффициент избытка воздуха; энтальпия; индикаторный КПД; потери тепла за цикл.