

СЕКЦИЯ 1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.923

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОТОКА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ИНДУКТОРА ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОСКОСТЕЙ

М. П. Кульгейко

*Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель*

А. П. Лепший, Г. С. Кульгейко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

В настоящее время в машиностроении широкое применение находят комбинированные методы финишной обработки деталей машин [1]–[3]. Перспективным методом формирования поверхностного слоя является магнитно-абразивная обработка (МАО). Метод отличается относительной простотой в осуществлении, экологической чистотой, обеспечивает высокое качество микрогеометрии поверхности, формирование остаточных сжимающих напряжений, повышение износостойкости, контактной прочности и сопротивления коррозии [4].

Технология МАО плоскостей предполагает применение в основном одной из двух принципиальных схем реализации процесса: обработка ферроабразивным порошком, сформированным магнитным полем в инструмент на торцовой поверхности или периферии магнитного (электромагнитного) индуктора. В многочисленных устройствах первого варианта магнитный поток, выходящий из торцовой поверхности индуктора, проходит через обрабатываемую поверхность детали. Такие схемы применяются при обработке материалов, обладающих как диамагнитными, так и ферромагнитными свойствами.

Схемы МАО плоских поверхностей по второму варианту основаны на формировании режущего инструмента на периферии (цилиндрической поверхности) магнитного индуктора, т. е. рабочий магнитный поток проходит по касательной к обрабатываемой поверхности. Формирование такого инструмента имеет свои особенности и закономерности. Оценка его эффективности и перспектив практического применения требует проведения соответствующих исследований.

Цель работы – исследование особенностей формирования режущего инструмента для обработки плоскостей на основе обобщенной модели магнитного индуктора с наклонным межполюсным пространством.

В основу исследований положена разработка обобщенной модели магнитного индуктора, реализующего схему кинематического резания, основной особенностью которой является уменьшающийся рабочий зазор между индуктором и обрабатываемой поверхностью при ее обработке, а также комплексный анализ различных форм полюсных наконечников, образующих варианты разной конфигурации межпо-

20 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

люсного пространства при обеспечении сил магнитного поля, достаточных для производительной обработки.

Обобщенная модель индуктора представляет собой конструкцию, состоящую из двух полюсных наконечников 1 и 2, разделенных немагнитной прокладкой 3 (рис. 1), и характеризуется следующими параметрами: d_1 – диаметр шейки под электромагнитную катушку; d_2 – посадочный диаметр; D_1 и D_2 – наружный и внутренний диаметры магнитного индуктора, соответственно; α – угол наклона торцевой поверхности полюса к его оси вращения; ψ и β – внутренний и наружный углы скоса торцевой поверхности полюса соответственно; ε – угол заострения торцевой поверхности полюса; T и ω – шаг и угол направления концентраторов магнитного поля соответственно; t_n – толщина кольцевого полюсного наконечника; a – нормальный межполюсный зазор, т. е. расстояние между полюсами по нормали к их торцевым поверхностям; A – осевой межполюсный зазор, т. е. расстояние между полюсами вдоль оси вращения индуктора.

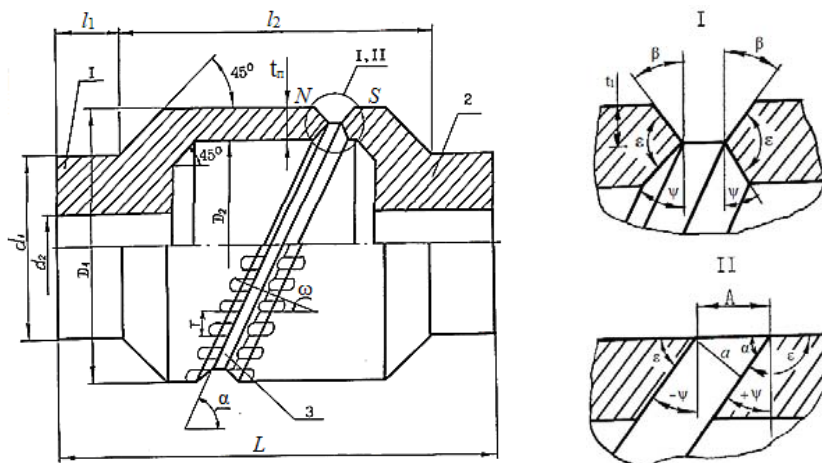


Рис. 1. Обобщенная модель магнитного индуктора

Конструкция данного индуктора обеспечивает формирование абразивного инструмента на цилиндрической поверхности в магнитных потоках выпучивания. Его особенностью является наличие наклонной торцевой поверхности полюсов под углом α к оси вращения, что обеспечивает при создании магнитного поля между полюсами N и S формирование кольцевого наклонного абразивного инструмента также под соответствующим углом к оси индуктора.

В связи с конструктивными особенностями индуктора значительный интерес представляет картина магнитного поля в рабочей зоне при наклонном межполюсном зазоре (рис. 1, тип II). Измерения магнитной индукции потока выпучивания проводились на расстоянии 2,5 мм от периферии индуктора для различных углов α и зазоров a . Результаты измерений представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что при $\alpha = 75^\circ$ магнитная индукция распределяется практически симметрично относительно середины зазора (оси Y). Причем с увеличением зазора a изменение магнитной индукции потока выпучивания B_v носит такой же характер, что и при $\alpha = 90^\circ$, т. е. вначале увеличивается, а затем уменьшается. Этот же вывод относится и к характеру распределения магнитной индукции потока выпучивания, измеренной при $\alpha = 60^\circ$ и $\alpha = 45^\circ$ (см. рис. 2, б, в). Абсолютное значение

индукции по мере уменьшения угла α уменьшается, что связано с соответствующим изменением осевого зазора A .

С увеличением наклона межполюсного пространства, т. е. уменьшением α , происходит асимметричное смещение магнитного поля. Смещение максимума магнитной индукции наиболее значимо при $\alpha = 60^\circ$ и 45° и направлено в сторону острого угла полюсного наконечника. В диаметральной плоскости, где угол заострения ε имеет минимальное значение, величина смещения практически равна половине осевого зазора A . Так как угол заострения ε изменяется вдоль окружности межполюсного зазора, то и смещение магнитного поля будет различное в разных диаметральных сечениях индуктора. Следовательно, изменяется положение рабочей области кольца ферроабразивного порошка, что необходимо учитывать при формировании абразивного инструмента.

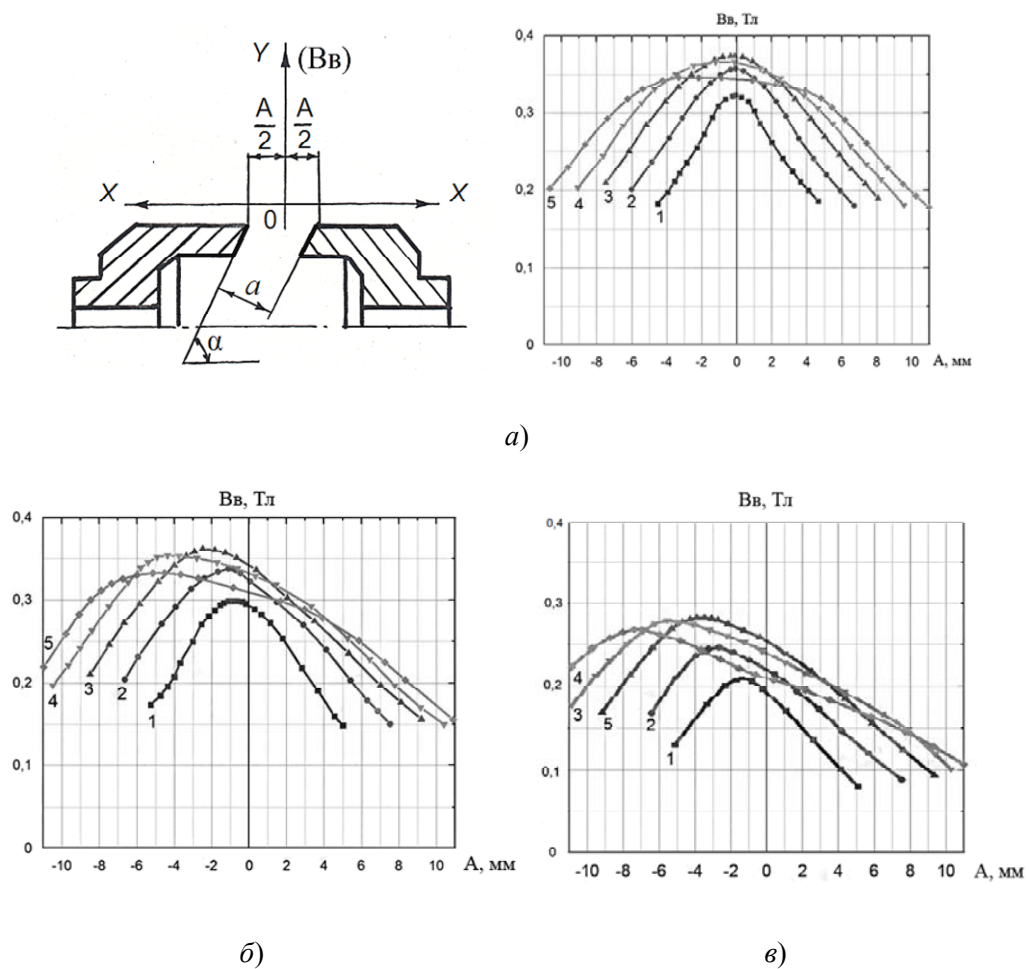


Рис. 2. Распределение магнитного потока выпучивания при наклонном межполюсном пространстве с углом α :
 $a - 75^\circ$; $b - 60^\circ$; $v - 45^\circ$ и зазором a :
 $1 - 3$ мм; $2 - 6$ мм; $3 - 9$ мм; $4 - 12$ мм; $5 - 15$ мм

Анализ обобщенной модели магнитного индуктора позволил установить взаимосвязь конструктивных параметров индуктора и их влияние на распределение магнитного поля в рабочей области инструмента. Выявлены особенности и закономерности формирования абразивного инструмента с наклонным межполюсным пространством индуктора.

Литература

1. Финишная обработка поверхностей при производстве деталей / С. А. Клименко [и др.] ; под общ. ред. С. А. Чижика и М. Л. Хейфеца. – Минск : Беларус. навука, 2017. – 376 с.
2. Григорьев, С. Н. Технология обработки концентрированными потоками энергии / С. Н. Григорьев, Е. В. Смоленцов, М. А. Волосова. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 280 с.
3. Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей / В. И. Бородавко [и др.] ; под общ. ред. М. Л. Хейфеца и С. А. Клименко. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 463 с.
4. Хомич, Н. С. Магнитно-абразивная обработка изделий : монография / Н. С. Хомич. – Минск : БНТУ, 2006. – 218 с.

УДК 621.521

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ЗАТВОРА РЕДУКЦИОННОГО КЛАПАНА ГИДРОСИСТЕМЫ

Д. Л. Стасенко, М. М. Грищенко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

К современным гидроприводам и средствам гидроавтоматики, имеющим самое широкое применение в различных областях машиностроения, предъявляются требования по обеспечению надежности, быстродействия, устойчивой работы, постоянства контролируемых рабочих характеристик потока, точности срабатывания и т. д. Эти требования обеспечиваются регулирующей гидроаппаратурой, к которой относятся, в частности, предохранительно-переливные и редуцирующие клапаны. Клапаны, как наиболее распространенные гидравлические устройства регулирования потока, входят в состав каждой гидросистемы. Их статические и динамические характеристики существенно влияют на работу всего гидропривода. В эксплуатации встречаются различные типы клапанов, которые отличаются по конструкции, и одним из наиболее перспективных видов редуцирующих клапанов является золотниковый, использующий для уменьшения гидродинамической силы специальные конструкции регулирующего затвора – золотника. Основными преимуществами золотниковых редуцирующих клапанов являются их компактность и разгруженность от осевых сил давления рабочей жидкости, что значительно уменьшает усилие, необходимое для управления затвором.

С целью снижения действующих на редуцирующий клапан сил применяются различные технические решения. Наиболее интересным технологичным решением является изменение геометрии затвора клапана, а именно нанесение на его поверхность различных прорезей (канавок), которые являются дросселирующими, т. е. плавно изменяющими перепадно-расходными параметрами системы.

Цель данной работы – исследование влияния формы дросселирующей канавки золотникового редуцирующего клапана на расходно-перепадные характеристики золотника.

В процессе исследования были рассмотрены следующие типы канавок: «прямоугольник», «треугольные запилы», «конус», «кромка–кромка», «цилиндрические круглые окна», «лыска сплошная».

Из графиков расходно-перепадных характеристик золотникового редуцирующего клапана при рабочем давлении 25, 32 и 50 МПа, представленных на рис. 1–3, видно, что при использовании канавки типа «треугольный запил» перепад давления оказался наименьшим. Это связано с плавным изменением рабочей площади канавки. На других характеристиках перепад давления выше, так как площадь сечения канавок изменяется нелинейно. На рис. 1 из графика расходно-перепадных характеристик при рабочем давлении $P = 25$ МПа видно, что канавки «лыска сплошная»