

УДК 621.9.015

**ОПТИМИЗАЦИЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ:
МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ**

М. И. Лискович, Р. М. Лискович, Д. А. Шатон

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

Описано моделирование магнитно-абразивной обработки внутренней сферической поверхности. Рассмотрено влияние геометрических параметров магнитопровода на магнитную индукцию в рабочем зазоре, что существенно влияет на производительность и стабильность обработки. Моделирование проводилось в ANSYS.

Ключевые слова: магнитно-абразивная обработка, моделирование магнитных полей, геометрические параметры индуктора, сферическая поверхность, финишная обработка.

**OPTIMIZATION OF MAGNETIC-ABRASIVE MACHINING:
MODELING OF MAGNETIC FIELDS TO IMPROVE THE QUALITY
OF FINISHING PARTS**

M. I. Liskovich, R. M. Liskovich

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

This paper describes the modeling of magnetic-abrasive machining of an internal spherical surface. The influence of the geometric parameters of the magnetic circuit on the magnetic induction in the working gap is considered, which significantly affects the performance and stability of the machining process. The modeling was conducted in ANSYS.

Keywords: Magnetic-abrasive machining, magnetic field modeling, geometric parameters of the inductor, spherical surface, finishing.

Качество финишной обработки деталей гидравлического оборудования критично для их функциональности и надежности. Традиционные методы доводки или шлифования показывают низкую эффективность в паре трения плунжер–подпятник аксиально-поршневых гидромашин. Наиболее приемлемым методом является магнитно-абразивная обработка (МАО), где используются абразивные смеси под воздействием магнитного поля. Величина магнитной индукции влияет на жесткость абразивной щетки и интенсивность съема металла.

Магнитно-абразивная обработка представляет собой процесс, в котором абразивные частицы, находящиеся в магнитном поле, образуют жесткую щетку, способную эффективно обрабатывать поверхности различных форм. Этот метод позволяет достигать высокой точности и качества обработки, что особенно важно для деталей с высокими требованиями к шероховатости и геометрической точности [1].

Целью данного исследования является разработка математических моделей индукторов с использованием ANSYS и анализ влияния геометрических параметров индуктора на магнитную индукцию в схеме МАО для достижения шероховатости $Ra = 0,63$. Это исследование позволит оптимизировать процесс обработки и улучшить его производительность.

Основой для моделирования служит схема индуктора, предложенная Ю. М. Бароном [2] для полирования внутренних беговых дорожек шарикоподшипников. Индуктор состоит из магнитопровода и обмотки, создающей магнитное поле.

Подпятник АЗ-100 (рис. 1) изготовлен из немагнитного материала (бронза Бр АЖ 9–4), что позволяет избежать влияния его магнетизма на процесс обработки.

В качестве абразива используется порошок Ж-15КТ с зернистостью 25–50 мкм, состоящий из 85 % Fe и 15 % TiC. Такой состав обеспечивает необходимую жесткость и эффективность обработки. Исследование показало, что использование различных типов абразивов также может влиять на результаты обработки.

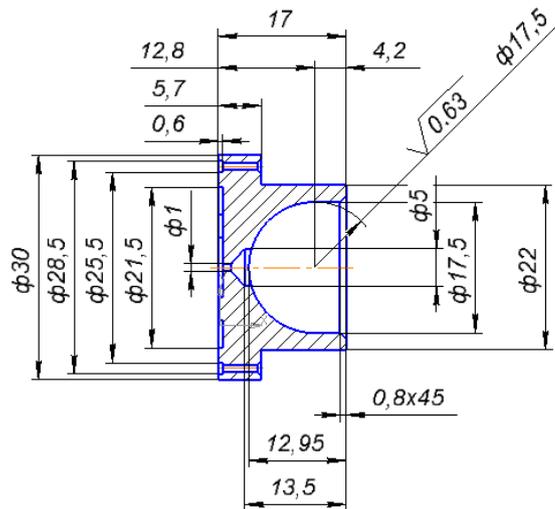


Рис. 1. Чертеж подпятника АЗ-100

Схема МАО сферической поверхности подпятника показана на рис. 2.

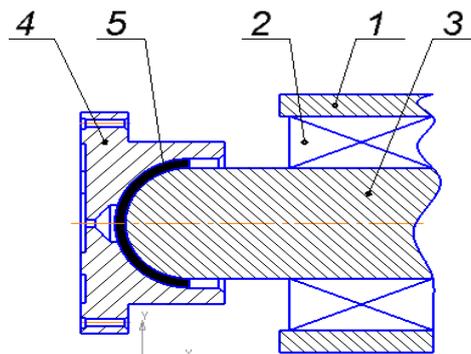


Рис. 2. Схема обработки внутренней сферической поверхности подпятника:
 1 – корпус электромагнита; 2 – обмотка электромагнита;
 3 – обрабатывающий полюс электромагнита; 4 – обрабатываемый подпятник;
 5 – магнитно-абразивный порошок

Моделирование проводилось в среде ANSYS, которая позволяет проводить численные расчеты магнитных полей с высокой точностью. В рамках моделирования были изучены различные конфигурации магнитопровода и их влияние на распределение магнитной индукции в рабочем зазоре.

Геометрические параметры индуктора, такие как форма и размеры магнитопровода играют ключевую роль в создании эффективного магнитного поля. Изменение этих параметров может привести к значительным изменениям в величине маг-

нитной индукции и, следовательно, в качестве обработки [3].

Моделирование показало, что параметры магнитопровода существенно влияют на магнитную индукцию. При изменении геометрии индукторов наблюдаются следующие результаты:

1. Изменение формы магнитопровода: при переходе от цилиндрической формы к более сложным геометрическим формам (например, с закруглениями или выемками) наблюдается увеличение концентрации магнитного потока в определенных зонах, что приводит к повышению жесткости абразивной щетки.

2. Размеры магнитопровода: увеличение размеров магнитопровода ведет к увеличению общей силы магнитного поля, однако при этом необходимо учитывать возможные затраты на материалы и размеры оборудования.

3. Положение обмотки: расположение обмотки также влияет на распределение магнитного поля. Оптимизация положения может привести к более равномерному распределению индукции по всей рабочей поверхности.

4. Интенсивность съема металла: увеличение магнитной индукции прямо пропорционально увеличивает интенсивность съема металла, что подтверждает важность оптимизации геометрических параметров для повышения производительности.

Эти результаты подтверждают гипотезу о том, что правильный выбор геометрии индуктора может значительно улучшить качество обработки.

Полученные данные подчеркивают важность детального анализа магнитных полей при проектировании оборудования для MAO. Оптимизация геометрических параметров индуктора не только улучшает качество обработки, но и позволяет снизить затраты на производство и эксплуатацию оборудования.

Кроме того, необходимо учитывать влияние других факторов, таких как скорость вращения детали и состав абразивной смеси. Эти параметры могут существенно изменить результаты обработки и требуют дальнейшего изучения.

Моделирование магнитных полей в процессе MAO позволяет оптимизировать параметры оборудования и улучшить качество финишной обработки деталей. Будущие исследования должны быть направлены на интеграцию полученных результатов в практическое применение и разработку новых методов повышения эффективности MAO.

В дальнейшем предполагается исследовать влияние различных типов абразивов на эффективность процесса обработки и провести эксперименты по тестированию моделей в реальных условиях. Также стоит обратить внимание на автоматизацию процессов MAO и внедрение современных технологий контроля качества для достижения максимальной эффективности.

Л и т е р а т у р а

1. Петров, А. И. Современные методы финишной обработки / А. И. Петров. – СПб.: СПбГТУ, 2018.
2. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная обработка / Ю. М. Барон. – Москва : МГТУ, 2015.
3. Кузнецов, В. Н. Инновационные технологии в машиностроении / В. Н. Кузнецов. – Минск : БГТУ, 2019.