

Таким образом, основываясь на опыте использования грейферов зарубежных конструкций определены направления оптимизации формы лепестков грейфера для проектирования отечественного образца грузозахватных приспособлений.

Л и т е р а т у р а

1. Бельский, А. Т. Подъемно-транспортные механизмы: курс лекций для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. и заоч. форм обучения / А. Т. Бельский, Г. П. Тариков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 72 с.

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ

Д. А. Шатон

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

Научный руководитель М. И. Лискович

Рассмотрены основные преимущества и ограничения метода магнитно-абразивной обработки (МАО) как перспективного способа финишной обработки деталей. Приведен аналитический обзор современных технологий, оборудования и материалов, используемых в МАО. Особое внимание уделено возможностям обработки сложнопрофильных поверхностей, снижению температуры резания, повышению производительности и достижению высокой точности и качества поверхности. Рассмотрены ограничения метода, связанные с необходимостью применения специализированного оборудования и абразивных материалов. Сделан вывод о перспективности МАО для различных отраслей промышленности.

Ключевые слова: магнитно-абразивная обработка, финишная обработка, сложнопрофильные поверхности, производительность, шероховатость, магнитно-абразивный порошок, оборудование, моделирование магнитных полей.

Повышение точности и качества поверхности деталей является одной из приоритетных задач современного машиностроения. Для достижения этих целей широко применяется метод магнитно-абразивной обработки (МАО). Особенности МАО являются непрерывный контакт абразива с поверхностью изделия, возможность обработки деталей сложной формы, снижение циклических нагрузок на систему, отсутствие жесткой фиксации абразивного зерна, что способствует самопроизвольному выравниванию инструмента по отношению к сложной фигуре поверхности, а также снижение температуры в зоне резания. Метод обеспечивает достижение параметров шероховатости $Ra\ 0,01\text{--}1\ \mu\text{м}$, увеличение контактной выносливости и износостойкости деталей в 2–3 раза, а также возможность обработки как металлических, так и неметаллических материалов. В связи с этим актуальной является задача повышения производительности отделочной обработки труднообрабатываемых материалов с одновременным обеспечением требуемой шероховатости и точностных параметров детали.

Магнитно-абразивная обработка обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционными методами финишной обработки:

Обработка сложнопрофильных поверхностей. Метод позволяет эффективно обрабатывать фасонные, сферические, внутренние и наружные поверхности тел вращения, а также детали сложной геометрии без переустановки и смены технологической базы.

Высокая производительность. Использование современных диффузионно-легированных порошков (например, борированных и азотированных) позволяет достигать съема металла до 15 мг/мин, что значительно превышает показатели традиционных абразивных материалов.

Снижение температуры обработки. Отсутствие трения связующего о поверхность изделия и непрерывное обновление режущих кромок абразива обеспечивают стабильную низкую температуру в зоне резания, что положительно сказывается на качестве поверхностного слоя.

Улучшение физико-механических свойств поверхности. МАО способствует упрочнению поверхностного слоя, увеличению контактной выносливости и износостойкости деталей.

Возможность автоматизации. Процесс легко поддается механизации и автоматизации, что особенно важно для серийного производства.

Несмотря на значительные преимущества, МАО имеет и ряд ограничений:

Необходимость специализированного оборудования. Для реализации процесса требуются установки с индукторами, способными создавать управляемое магнитное поле, а также системы подачи и сепарации абразивных порошков.

Требования к абразивным материалам. Используемые ферромагнитные абразивные порошки должны обладать не только высокой твердостью, но и определенными магнитными свойствами, что ограничивает выбор материалов и увеличивает их стоимость.

Сложность моделирования и настройки процесса. Для достижения оптимальных результатов необходимо точно моделировать распределение магнитных полей и подбирать параметры обработки для каждой конкретной детали.

Ограничения по материалам. Хотя МАО применима к широкому спектру материалов, эффективность обработки зависит от магнитных и физико-механических свойств заготовки.

В рамках проведенных исследований установлено, что использование диффузионно-борированных и азотированных порошков на основе отходов стали 16MnCr5 позволяет достигать высокой производительности и низкой шероховатости ($Ra\ 0,16\text{--}0,32\ \mu\text{м}$) за короткое время. Моделирование магнитных полей показало, что оптимизация конструкции индукторов позволяет концентрировать магнитное поле в зоне обработки, обеспечивая необходимую жесткость абразивной щетки и равномерный съем металла. Применение новых порошковых материалов способствует увеличению ресурса пар трения и повышению КПД гидравлических машин.

Магнитно-абразивная обработка является перспективным методом финишной обработки деталей сложной формы, обеспечивающим высокую производительность, качество поверхности и износостойкость. Несмотря на необходимость использования специализированного оборудования и абразивных материалов, дальнейшее развитие технологий МАО открывает широкие возможности для ее применения в машиностроении, авиационной, гидравлической и других отраслях промышленности.

Л и т е р а т у р а

1. Ящерицын, П. И. Финишная обработка деталей уплотненным потоком свободного абразива / П. И. Ящерицын, А. Н. Мартынов, А. Д. Гридин – Минск : Наука и техника, 1978.
2. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение, 1986.
3. Сакулевич, Ф. Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф. Ю. Сакулевич. – Минск : Наука и техника, 1981.
4. Кожуро Л. М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Л. М. Кожуро, Б. П. Чемисов. – Минск : Навука і тэхніка, 1995.

5. Повышение производительности магнитно-абразивной обработки использованием диффузионно-легированных порошков / Ф. И. Пантелеенко, В. В. Максаров, Г. В. Петришин, Д. Д. Максимов, А. С. Матвеевков // СТИН–2023.
6. Матвеевков, А. С. Моделирование магнитных полей в магнитно-абразивной обработке тел вращения / А. С. Матвеевков, Г. В. Петришин // Перспективные направления развития финишных и виброволновых технологий. – Ростов н/Д : ДГТУ, 2021.

МЕТОДЫ УСКОРЕННЫХ ИЗНОСОУСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ

М. О. Прядко

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

Научный руководитель С. А. Тюрин

Изложены основные положения разработанных общих научных принципов и методов ускоренных стендовых испытаний материалов и моделей силовых систем при износоусталостных испытаниях. По результатам разработанных методов испытаний и предложенной методике проведены стендовые испытания, подтвердившие эффективность и применимость предложенных методов испытаний на практике.

Ключевые слова: силовая система, износоусталостные испытания, контактно-механическая усталость, ускоренный метод, реализация, эффективность.

Для экспериментального определения за короткий период времени характеристик долговечности и несущей способности при износоусталостных испытаниях (контактно-механическая усталость – КМУ) в широком диапазоне изменения контактных напряжений используют ускоренный метод многоступенчатого нагружения [1]. Полученные с помощью данного метода характеристики могут использоваться: 1) при выборе конструкционных материалов для силовых систем и обосновании конструктивно-технологических решений; 2) при контроле качества металлопродукции; 3) при расчетах на этапе проектирования силовых систем; 4) при сертификации силовых систем по критерию износоусталостного повреждения; 5) при конструировании и создании материалов с заданными физико-механическими свойствами для обеспечения требуемых характеристик сопротивления износоусталостным повреждениям.

Сущность этого метода при испытаниях на прямой и обратный эффект [2] пояснена на рис. 1. На этом рисунке показана программа ступенчатого нагружения: прямой эффект – закон изменения во времени амплитуды напряжений в центре контактной площадки σ_a при постоянном действии $p_0 = \text{const}$ (рис. 1, а); обратный эффект – закон изменения во времени максимального контактного напряжения в центре контактной площадки p_0 при постоянном действии $\sigma_a = \text{const}$ (рис. 1, б).