

УДК 621.91

**ПРИМЕНЕНИЕ РАБОЧЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ
ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ
СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Л.М. Акулович, д-р техн. наук, профессор,

Л.Е. Сергеев, канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Разработана инновационная технология для финишной абразивной обработки деталей типа тел вращения со сложнопровильными поверхностями с применением концентрированных потоков энергии магнитного поля, что увеличивает производительность труда, повышает качество и снижает себестоимость выпускаемых изделий.

Abstract: An innovative technology has been developed for finishing abrasive machining of parts of the type of bodies of rotation with complex surfaces using concentrated magnetic field energy flows, which increases labor productivity, improves quality and reduces the cost of manufactured products

Ключевые слова: сложнопровильные поверхности, магнитно-абразивная обработка, смазочно-охлаждающие технологические средства, ферроабразивный порошок, рабочая технологическая среда, синергический подход.

Keywords: complex profile surfaces, magnetic abrasive treatment, lubricating and cooling technological means, ferroabrasive powder, working technological environment, synergistic approach.

Введение

В настоящее время в мировом машиностроении одним из основных критериев рентабельности любого производства является возможность быстро перестроиться на производство новых изделий. Достаточно показательным является постоянное обновление производимого модельного ряда у мировых лидеров авто- и тракторостроения.

Развитие современного машиностроения характеризуется повышенным использованием деталей типа тел вращения со

сложнопрофильными поверхностями (СПП), что обусловлено расширением производств, оснащенных станками с ЧПУ.

Среди СПП номенклатура тел вращения составляет около 50 % от всего их объема и представлена в конструкциях деталями авто- и тракторостроения (копиры, распределительные и кулачковые механизмы, зубчатые колеса) и в оборудовании по переработке сельскохозяйственного сырья (пресс-формы, шнеки). В настоящее время при финишной абразивной обработке этих изделий применяют, в основном, ручные операции, доля трудоемкости которых достигает 70 %.

Важной и ответственной задачей, стоящей перед машиностроением, является создание инновационных технологий, в которых все элементы технологической системы используются с максимальной эффективностью без нанесения ущерба окружающей среде и принципиально новых машин и оборудования для реализации этих технологий, что увеличивает производительность труда, повышает качество и снижает себестоимость выпускаемых изделий. Достигнутый уровень исследований в области применения концентрированных потоков энергии позволил разработать технологию магнитно-абразивной обработки (МАО) СПП тел вращения.

Основная часть

Разработка высокопроизводительного процесса МАО СПП тел вращения, являющегося многопараметрическим, требует определения закономерности взаимного влияния физических явлений, происходящих при контактировании пары инструмент-деталь, и обусловлена механизмом действия магнитного поля (МП). Состояние и функционирование МАО определяется следующими параметрами: магнитная индукция, скорости резания и осцилляции, амплитуда осцилляции, величина рабочего зазора и режимами, диапазоны значений которых обеспечивают производительность и качество обработки СПП тел вращения [1].

Проведенные ранее исследования, в основном, были направлены на обработку поверхностей простой геометрической формы, в то время как работы, связанные с МАО СПП, носят стохастический и разрозненный характер. Например, в [2] установлено, что стойкость метчиков в результате использования МАО увеличивается в 2–3 раза, в то время как по данным работы [3], стойкость подобных

метчиков повысилась только на 50–90 %. Согласно [4] выявлено, что при МАО лезвий режущих сегментов из стали 65Г замена ферроабразивного порошка (ФАП) Ж15Т на Царамам-А и смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) Аквол-10 на Син-МА-1 при прочих равных условиях приводит к увеличению производительности в 2,6 раза.

В [5] представлены данные, что после МАО резцов достигнуто повышение их стойкости в 2–3 раза с варьированием величины магнитной индукции в зоне резания путем изменения положения индуктора на постоянных магнитах. Несмотря на наличие больших кольцевых зазоров, которые применены в [1], повышение работоспособности резцов после МАО в 1,3–1,5 раза гарантировано тем, что одно из главных условий получения лучшей шероховатости и выглаженного микрорельефа заключалось в изменении положения детали в зоне обработки относительно линий магнитной индукции на 20–30 % и 5 %-й добавке в ФАП алмазного порошка.

Это указывает на необходимость исследования структуры и химического состава ФАП и различных составов СОТС, их взаимодействия на процесс обработки и диспергирования при наложении МП на основе синергического подхода. Знание топографии МП в рабочем зазоре устанавливает характер распределения сил, действующих на зерна ФАП путем их самоорганизации в зоне обработки, условия теплообмена, процесс микрорезания и стружкообразования, кинетику изнашивания вышеуказанной пары и достижение этой полноты обеспечивает правильную конструкцию технологической оснастки и оборудования, приводя к равномерности давления по всей площади обрабатываемого изделия. Основные воздействия РТС на обрабатываемую поверхность детали представлены в таблице.

Таблица. Основные воздействия РТС на обрабатываемую поверхность детали

| Действия | Компонент РТС | Характер протекающих процессов |
|----------------|---------------|---|
| Режущее | ФАП | пластическая деформация материала с отделением стружки от матрицы, образование микрорельефа |
| Диспергирующее | ФАП + СОТС | создание инструмента, состоящего из пористого и твердого тела, расклинивающий эффект |

| | | |
|------------------|------------|---|
| Моющее | СОТС | адсорбция с образованием многослойных структурных пленок |
| Смазывающее | СОТС | физическая или химическая адсорбция с образованием граничного слоя |
| Охлаждающее | СОТС | тепловой на основе теплообмена |
| Химическое | СОТС | образование химических пленок |
| Пластифицирующее | ФАП+ МП | пластическая деформация микрорельефа поверхностного слоя, наклеп |
| Упрочняющее | ФАП+ МП | структурно-фазовые переходы, связанные с трансформацией аустенита в мартенсит |

Таким образом, рост производительности и качества MAO СПП тел вращения связан с формированием принципа управления их обрабатываемостью через определение топографии МП и создание рабочей технологической среды (РТС), которая приводит к образованию требуемого уровня деформационно-теплого баланса в зоне обработки. Наиболее эффективным методом топографического исследования магнитной индукции в рабочем зазоре является компьютерное моделирование при использовании программных комплексов Femm, позволяющих оптимизировать численное решение и существенно сократить сроки разработки и создания алгоритмов и программ.

Повышение эффективности применения ФАП связано с их созданием, полученных методом распыления расплава. Показатели магнитной проницаемости таких ФАП должны превышать 6,5 мкГ/м, абразивная способность достигать уровня 5–10 мг/(см²·мин). В качестве СОТС необходимо использовать класс полусинтетических СОТС, диапазон значений кинематической вязкости которых составляет 30–40 сСт и в составе которых имеется определенное количество (5–10 %) нефтяных масел.

Наличие таких показателей обеспечивает стабильность моющих свойств при увеличении диспергирующей способности, гарантирующих рост обрабатываемости различных материалов при учете ковариантности свойств ФАП и СОТС и отсутствии накопления субстрата обработки после MAO. Методология управления процессом MAO заключается в стабилизации требуемого температурного

режима (70–80 °С) и равномерности давления по всей площади СПП тел вращения путем изменения потоками магнитной индукции для повышения производительности и качества обработки.

Заключение

Синергический подход, выявляющий наиболее важные стороны каждого из компонентов РТС, обеспечивает интенсификацию МАО СПП тел вращения на основе их самоорганизации. Статистический анализ параметров МАО (магнитная индукция, скорости резания и осцилляции, величина рабочего зазора и др.), основанный на показателях производительности и качества процесса, позволяет выделить наиболее значимые параметры и выявить их взаимосвязи. Осуществление процесса микрорезания постоянно обновляющимися режущими кромками зерен ФАП на основании предлагаемых режимов МАО обеспечивает интенсификацию массы срезаемого металла и качества обработки. Областью рационального использования метода МАО являются такие сферы производства как система агропромышленного комплекса, машиностроительная отрасль, авто- и тракторостроение.

Список использованной литературы

1. Майборода, В.С. Магнитно-абразивная обработка многогранных неперегачиваемых твердосплавных пластин в условиях больших рабочих зазоров / В.С. Майборода // Наукові праці ДонНТУ. – 2009. – № 6. – С. 157–165.
2. Барон, Ю.М. Повышение стойкости метчиков и производительности резьбонарезания в высокопрочных сталях / Ю.М. Барон, С.Ю. Иванов / Прогрессивные методы обработки резанием, 1981. – № 6. – С. 70–73.
3. Хоменко, В.А. Магнитно-абразивная обработка метчиков / В.А. Хоменко, А.М. Иконников, А.В. Богданов // Ползуновский вестник, 2012. – № 1. – С. 318–320.
4. Ефремов, В.Д. Технологическое обеспечение качества рабочих кромок инструмента и деталей / В.Д. Ефремов, П.И. Ящерицын. – Минск : БАТУ, 1997. – 252 с.
5. Татаркин, Е.Ю. Проектирование магнитных индукторов для полирования рабочих поверхностей режущих инструментов / Е.Ю. Татаркин, А.М. Иконников // Обработка металлов. – 2012. – № 1. – С. 66–68.