

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АГРОИНЖЕНЕРНОЙ ОТРАСЛИ: ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 621.923

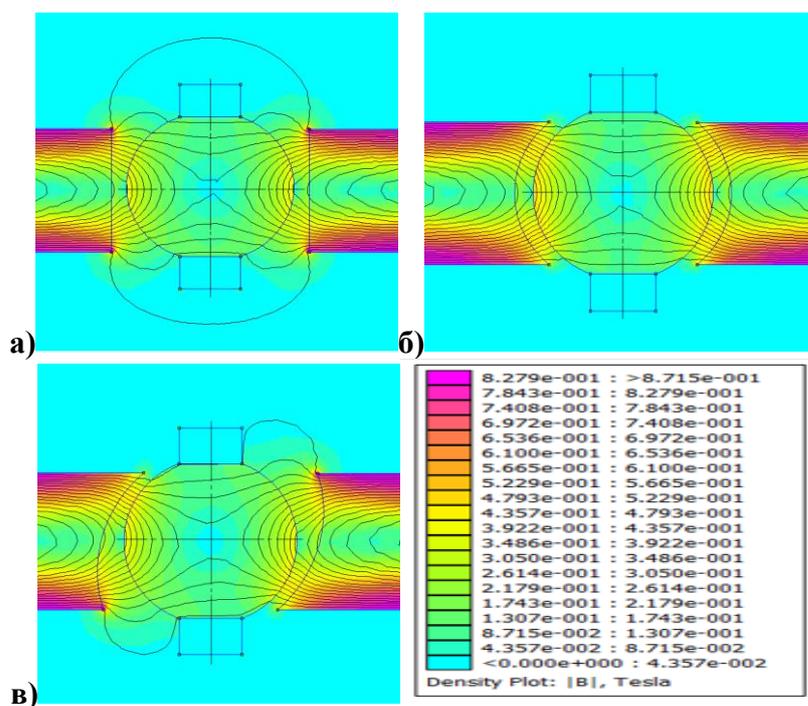
ФИНИШНАЯ АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПЕРЕКИДНЫХ

Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.В. Красильщик

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
Республика Беларусь, Минск, l.sergeev.mail@gmail.com*

В конструкциях машин и механизмов широко применяют детали с неполными сферическими поверхностями, например, шарниры рулевого управления, шаровые заглушки запорной арматуры, переключатели контактных коммутационных аппаратов для ручного управления наводными и воздушными судами [1]. Для изготовления деталей с неполными сферическими поверхностями используют обработку резанием на станках с числовым программным управлением, либо специальные станки, позволяющие осуществлять совокупность взаимосвязанных формообразующих движений. В настоящее время среди финишных методов доминирует абразивная обработка, которая нередко является единственно возможным способом обеспечения требуемого качества сферической поверхности. Общим недостатком шлифования при жестком закреплении абразивного зерна в связке является наличие у абразивных зерен отрицательных передних углов и скругленных вершин, что при малых глубинах микрорезания и высоких скоростях вызывает интенсивное их проскальзывание по обрабатываемой поверхности. В результате этого температура обрабатываемой поверхности резко возрастает, что может привести к структурным изменениям, появлению в поверхностном слое прижогов и внутренних растягивающих напряжений. Кроме этого, для шлифования профильными кругами сферических поверхностей требуется для каждого диаметра обрабатываемой поверхности изготавливать специальный абразивный инструмент и периодически его править. Альтернативным вариантом финишной обработки сферических поверхностей является технология магнитно-абразивной обработки (МАО), для реализации которой не требуется изготавливать профилирующий абразивный инструмент, а также периодически его править, так как он автоматически формируется магнитным полем, что в 2÷3 раза снижает затраты на инструмент [2]. В отличие от шлифования, где реализуется «точечный контакт», при МАО сформированная магнитным полем абразивная «щетка» из зерен ферроабразивного порошка (ФАП) охватывает обрабатываемую поверхность и обеспечивает, согласно [3], «поверхностный контакт» режущего абразивного контура, что повышает производительность и качество обработки. Вместе с тем, существует задача

обеспечения шероховатости неполных сферических поверхностей деталей, изготавливаемых из алюминиевых сплавов, обусловленная трудностью удаления дефектов, образованных предшествующей механической обработкой. Вариант решения этой задачи с применением MAO рассмотрим на примере обработки переключателей перекидных коммутационной аппаратуры с размерами $L = 30$ мм, $d = 8$ мм, изготавливаемых из алюминиевых сплавов АЛ3 ГОСТ 2685-75 и шероховатость поверхности, которых должна составлять $Ra_2 = (0,08 \div 0,04)$ мкм, поскольку они работают в условиях шарового сочленения. Также существует проблема анализа топографии магнитных полей (МП) при MAO, так как теоретический подход является довольно громоздким и сложным для инженерных расчетов. Компьютерное моделирование и программная среда *Femm* дает широкие возможности при расчете МП, что позволяет проводить комплексное моделирование физических полей при MAO как одной из самых современных и многофункциональных программных платформ. Распределение магнитного поля электромагнитной системы (ЭМС) в виде двумерной модели, развернутой в пространстве, представлено на рисунке 1.



а) плоский; б) эквидистантный; в) серповидный

Рисунок 1 - Топография МП в рабочем зазоре, образованном различной формой наконечников магнитопровода при MAO наружных сферических поверхностей

В области плоского зазора наибольшая концентрация линий магнитной индукции достигается в его средней части между поверхностью разрыва магнитопровода и максимальным диаметром неполной сферы исследуемого образца (0,74 Тл). На верхней и нижней границах рабочего зазора величина магнитной индукции у поверхности разрыва магнитопровода составляет величину $0,16 \div 0,18$ Тл. Изменение рабочего зазора на два порядка (от 0,5 до 5 мм) существенно уменьшает величину поля до 0,05 Тл. В пространстве вне

рабочего зазора происходит выпучивание магнитного потока, заключающееся в вытеснении магнитного потока из рабочего зазора и образование флоккуляции, величина которой равна 0,13 Тл, что не превышает 15% от общей величины магнитного потока (рисунок 1). В эквидистантном зазоре (рисунок 1, б) наблюдается достаточно равномерное распределение магнитного поля по радиусу объекта и низкий уровень образования флокул за границами рабочего зазора. Преодоление указанных ограничений заключается в уменьшении локального межполюсного расстояния при использовании встречно направленных асимметрично серповидных наконечников на полюсах электромагнита (рисунок 1, в). Величина магнитной индукции на поверхности разрыва магнитопровода на верхней границе рабочего зазора составляет величину 0,57, на нижней – 0,83, в средней части – 0,72 Тл. При величине рабочего зазора $\delta = 1$ мм происходит наиболее равномерное распределение магнитного поля в рабочей зоне (от 0,83 до 0,33 Тл). При увеличении зазора до 5 мм осуществляется плавное уменьшение магнитной индукции при удалении от центра ЭМС (от 0,83 до 0,25 Тл). При равных геометрических размерах обрабатываемого изделия значение магнитной индукции в межполюсном пространстве превышает 0,9 Тл, а на высоте 4 мм индукция меняется в пределах $0,3 \div 0,22$ Тл, что значительно превышает индукцию вблизи поверхности плоского зазора ЭМС (0,13 до 0,03 Тл). В пространстве вне рабочего зазора происходит выпучивание магнитного потока, заключающееся в его вытеснении из рабочего зазора и образование флоккуляции, величина которой равна 0,07 Тл, что достигает порядка 7% от общей величины МП



Рисунок 2 - Фотография рабочей зоны станка МАРС-15

На рисунке 2 представлена рабочая зона роторного станка МАРС-15, поскольку использование роторных машин приводит к сокращению производственных площадей и рабочей силы в 4÷5 раз, а продолжительность рабочего цикла обработки уменьшается многократно [3]. Исходная шероховатость поверхности перекидных переключателей коммутационной аппаратуры составляла $Ra_1 = 0,32$ мкм. После обработки на трех поперечных сечениях измерялась достигаемая шероховатость поверхности, которая составила величину $Ra_2 = (0,08 \div 0,04)$ мкм. Значения шероховатости были определены контурографом-профилографом ХСР-20. Параметры и режимы

МАО перекидных переключателей коммутационной аппаратуры: скорость вращения перекидных переключателей, $V_{вр} = (0,5 \div 1,5)$ м/с; частота вращения ротора, $n = 0,5$ об/мин; амплитуда осцилляции, $A = 2,5$ мм; величина рабочего зазора, $\delta = 1$ мм; магнитная индукция, $B = 0,9$ Тл; коэффициент заполнения рабочего зазора, $K_z = 1$; ФАП – $FeB_x - B_4C$, патент РБ № 6028; СОТС – патент РБ № 23142, 3%-ный водный раствор; расход СОТС, 250 мл/мин; скорость подачи СОТС, $w = 0,25$ м/с; время обработки, $t = 10$ с.

Указанный комплекс режимов перекидных переключателей коммутационной аппаратуры на станке МАРС-15 обеспечивает повышение съема металла 20 %.

Вывод: Финишная МАО поверхностей переключателей коммутационной аппаратуры из алюминиевого сплава АЛ3 ГОСТ 2685-75 обеспечивает шероховатость поверхности $Ra_2 = 0,08 \div 0,04$ при исходной $Ra_1 = 0,32$ мкм.

Список литературы

1. Попов, В. Б. Подъемно-навесные устройства универсальных энергетических средств / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2016. – №1. – С.3-11.
2. Акулович, Л.М. Технология и оборудование магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей различного профиля / Л. М. Акулович, Л. Е. Сергеев. – Минск: БГАТУ. – 2013. – 372 с.
3. Кошкин, Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. / Л. Н. Кошкин. – Москва: Машиностроение. – 1986. – 320 с.

УДК 669.018:621.793

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ДЕТАЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Андрушевич, А.И. Парфёнов

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
Республика Беларусь, г. Минск, entoni654@gmail.com*

Повышение износостойкости поверхностей деталей в узлах трения сельскохозяйственных машин являются одной из приоритетных задач эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП). При эксплуатации машин и оборудования, сельскохозяйственной техники, важную роль играет снижение расходов на техническое обслуживание, плановые и текущие ремонты. Для их решения необходимо переходить к использованию новых перспективных материалов и технологий, включая композиционные материалы (КМ) [1, 2].

Композиционные материалы характеризуются повышенным комплексом необходимых механических, технологических, эксплуатационных и экономических характеристик, отвечающих поставленным требованиям.

Из-за высокой технологичности их получения и сравнительно невысокой стоимости широко применяются для повышения износостойкости деталей в узлах трения КМ, получаемые различными методами литья [3, 4].