

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ИНДУКТОРОВ ДЛЯ ПОЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

*Е.Ю. ТАТАРКИН, доктор техн. наук, профессор
А.М. ИКОННИКОВ, канд. техн. наук, доцент
(АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул)*

Статья получена 10 февраля 2012 года

Татаркин Е.Ю. – 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46,
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
e-mail: agtu-otm2010@mail.ru

Рассматривается проектирование индукторов для магнитно-абразивной обработки на постоянных магнитах. Приведены результаты моделирования магнитно-абразивной обработки резов.

Ключевые слова: магнитно-абразивная обработка, повышение стойкости, режущий инструмент, полирование.

Развитие современного машиностроения невозможно без постоянного совершенствования режущего инструмента. От качества инструмента, состояния режущей кромки зависят способность инструмента выполнять свои функции, качество поверхности изделий, стойкость инструмента, затраты на инструмент и на его переточки, силы резания и затрачиваемая мощность при резании.

Высокая шероховатость режущих кромок существенно снижает их прочность. Выступы микронеровностей на кромках из-за малой их механической прочности разрушаются в первые секунды резания. Впадины микронеровностей являются местом зарождения микротрещин, развивающихся в процессе резания и приводящих к образованию сколов.

На рис. 1 представлены графики износа лезвия с острой кромкой после заточки шлифованием (кривая 1) и после дополнительной доводки режущей кромки (кривая 2). На графике 1 выделяют три этапа: I – этап приработки инструмента; II – этап нормального износа; III – этап катастрофического износа. Если высота допустимой фаски износа режущего лезвия равна h_a , то стойкость инструмента будет соответствовать времени T_1 . Этап I износа возникает из-за низкой прочности острой режущей кромки после заточки вследствие описанных выше дефектов. Стойкость инструмента можно уве-

личить до значения T_2 , если каким-либо способом перед началом процесса резания устранить дефекты острой кромки и тем самым сократить время приработки этапа I (кривая 2) [1].

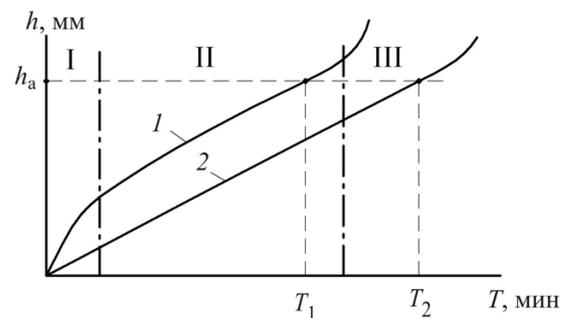


Рис. 1. Графики износа лезвия:

1 – с острой кромкой после заточки;
2 – после дополнительной доводки кромки

Режущие кромки инструмента после заточки необходимо подвергать дополнительной финишной обработке путем создания на кромке упрочняющей фаски на инструментах для черновых операций либо предварительным округлением кромок на инструментах разного назначения. И то и другое обеспечивает длительное сохранение геометрической формы кромки, повышенную ее прочность и соответственно повышенную стойкость всего инструмента. Округление кромок приемлемо для широкого перечня инструментов.

Возрастающие требования к поверхностям вызывают потребность совершенствоваться и создавать новые способы отделочной и упрочняющей обработки. Совершенствуются процессы поверхностного пластического деформирования, методы обработки абразивом на гибкой связке (обработка свободным абразивом, уплотненным инерционными силами, струйно-ударная обработка, виброабразивная обработка и магнитно-абразивная обработка) и многие другие виды обработки рабочих поверхностей.

Наиболее производительным способом обработки абразивом на гибкой связке является магнитно-абразивная обработка (МАО). Сущность МАО заключается в воздействии на обрабатываемую деталь порошковой ферромагнитной массы, уплотненной магнитной индукцией. При МАО инструментом является ферромагнитный порошок, который находится в рабочем зазоре в подвижно-связанном состоянии. Роль связки между абразивными зёрнами выполняет магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на зёрна порошка. Этот метод прост в осуществлении, экологически чист, обеспечивает высокое качество обработанных поверхностей деталей и существенное повышение их сопротивляемости износу, коррозии и механическим нагрузкам, обладает высокой производительностью и успешно заменяет процессы химической и электрохимической обработки поверхностей инструментов со специальными свойствами.

МАО не нашла широкого применения при изготовлении инструментов. Причин несколько: главная – невозможность обеспечения равномерного зазора между рабочей поверхностью магнитного индуктора и обрабатываемого изделия без конструирования и изготовления специального индуктора. Проектирование рабочего профиля такого индуктора возможно путем расчета магнитного поля в рабочем зазоре, например, методом конечных элементов.

Метод конечных элементов основан на разбиении всей расчетной области на конечные элементы. На первом этапе расчета производят ограничение расчетной области. На втором этапе – разбивают расчетную область на конечные элементы. Форма конечных элементов может быть прямоугольной или треугольной. Вся расчетная область покрывается этими конечными элементами. Чем больше область и меньше эле-

мент по размерам, тем больше элементов N и размерность задачи. Для одной области возможно применение конечных элементов различной формы и различного размера. Наиболее мелкие элементы применяются в области более резкого изменения картины поля. Крупные – при плавном изменении картины поля. В дальнейшем для каждой узловой точки рассчитывается напряженность магнитного поля и магнитная индукция по формулам

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{J}, \quad (1)$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

где H – напряженность магнитного поля; J – электрический ток, вызывающий магнитное поле; B – магнитная индукция

$$\vec{B} = \mu \vec{H}, \quad (3)$$

где μ – магнитная проницаемость материала.

Алгоритм расчета магнитного поля при моделировании процесса магнитно-абразивной обработки представлен на рис. 2. По приведенному выше алгоритму в программной среде MATLAB (приложение PDE Toolbox) были рассчитаны параметры магнитного поля при магнитно-абразивном полировании инструмента.



Рис. 2. Алгоритм расчета магнитного поля

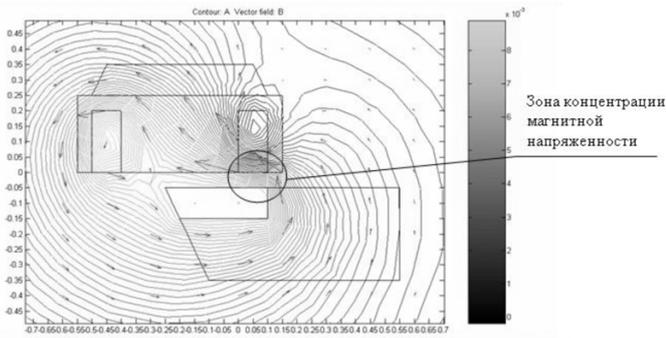


Рис. 3. Напряженность магнитного поля при МАО инструмента плоским индуктором

Моделирование МАО плоским индуктором (рис. 3) показало, что напряженность магнитного поля в рабочем зазоре распределена неравномерно. Неравномерность напряженности магнитного поля в рабочем зазоре объясняется различной магнитной проницаемостью окружающей среды, режущей пластины, корпуса, расположением магнитов. Вследствие данного обстоятельства создается неравномерное давление магнитных зерен абразивного порошка на обрабатываемую поверхность, неравномерный съем материала, что, в свою очередь, приводит к отклонению от плоскостности обработанной поверхности различной шероховатости. Наиболее простой и эффективный путь создания равно-

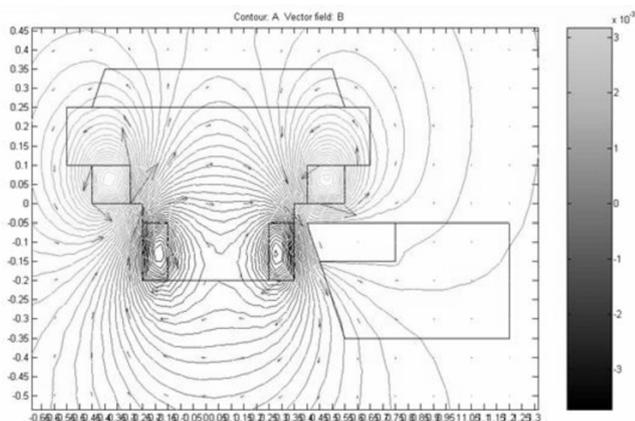


Рис. 4. Напряженность магнитного поля при МАО инструмента с твердосплавной пластинкой

Designing of magnetic inductors for polishing of working surfaces of cutting tools

E.J. Tatarkin, A.M. Ikonnikov

In article designing of inductors for magnitno-abrasive processing on constant magnets is considered. Results of modeling of magnitno-abrasive processing of cutters are resulted.

Key words: magnitno-abrasive processing, the firmness increase, the cutting tool, polishing.

мерно распределенной напряженности в рабочем зазоре является путь рационального расположения магнитов.

Результаты моделирования МАО фасонным индуктором показаны на рис. 4 и 5. Применение предложенных фасонных индукторов для полирования режущих инструментов создаст равномерную напряженность магнитного поля в рабочем зазоре, что повысит параметры точности магнитно-абразивной обработки.

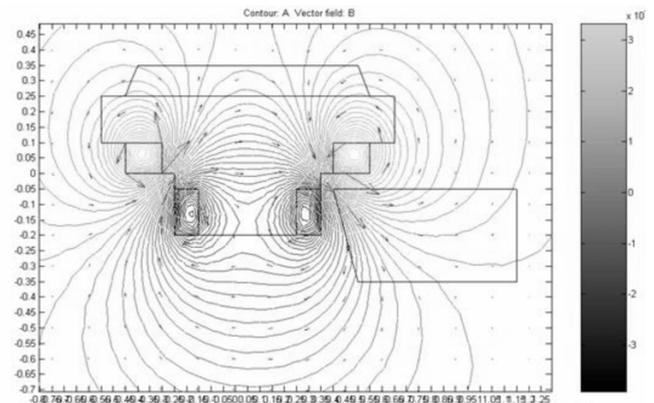


Рис. 5. Напряженность магнитного поля при МАО инструмента из быстрорежущей стали

Режущие кромки являются важными элементами инструментов. Исследования свидетельствуют, что округление режущих кромок на инструментах с помощью магнитно-абразивной обработки способно повысить стойкость инструментов в 2–3 раза, улучшить качество поверхностей изделий.

Список литературы

1. Барон Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отдел., 1986. – 176 с.
2. Иконников А.М., Федоров В.А. Расчет параметров процесса магнитно-абразивной обработки поверхностей сложного профиля// Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2003. – № 4. – С. 10–11.