

РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЗЕРНА ФЕРРОМАГНИТНОГО ПОРОШКА, В ПРОЦЕССЕ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Кульавик Адам Андржей ¹, Леонов Сергей Леонидович ²,
Иконников Алексей Михайлович ², Гребеньков Роман Вячеславович ²

¹ Ченстоховский политехнический университет, г. Ченстохова,
Республика Польша
sergey_and_nady@mail.ru

² Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия
iamagtu@mail.ru

Возрастающие требования к поверхностям вызывают потребность совершенствовать и создавать новые способы отделочной и упрочняющей обработки [1]. Разработка теоретических основ процесса упрочняющей обработки материалов позволяет обеспечить научно обоснованный технологический процесс с оптимальной последовательностью и минимальным количеством необходимых операций.

К упрочняющим операциям относится и магнитно-абразивная обработка [2]. Сущность магнитно-абразивной обработки заключается в воздействии на обрабатываемую деталь порошковой ферромагнитной массы, уплотненной магнитной индукцией. Именно от величины и распределения магнитной индукции ферромагнитная масса будет тем или иным образом распределяться в рабочем зазоре между магнитным индуктором на постоянных магнитах и плоской поверхностью заготовки из ферромагнитных и немагнитных материалов. При магнитно-абразивной обработке постоянные магниты располагаются в индукторе таким образом, чтобы магнитная система индуктора состояла из магнитных ячеек, каждая из которых состоит из магнита и двух стальных магнитопроводов, размещенных у полюсных боковых поверхностей магнита (рисунок 1).

Данная система спроектирована в среде Ansys, в которой и будут проведены и представлены дальнейшие расчеты [3].

При магнитно-абразивной обработке роль режущего инструмента выполняет порция ферромагнитного порошка, а заготовку для обработки размещают на определенном расстоянии от магнитного индуктора. Данное пространство частично или полностью заполняют магнитно-абразивным порошком. Под воздействием магнитного поля частицы ферромагнитного порошка формируются в цепочки, образуя своеобразную «щетку». Данная щетка удерживается силами магнитного поля в рабочем пространстве, и при движении заготовки относительно индуктора осуществляет съем с поверхности обрабатываемой детали. При этом удаляется припуск и формируется поверхность с новым микрорельефом и измененными физико-механическими свойствами поверхностного слоя [4].

Поэтому, зная распределение сил магнитного поля в рабочей зоне во время работы, возможно смоделировать распределение ферромагнитного порошка по рабочей поверхности магнитного индуктора, а также произвести расчет сил резания.

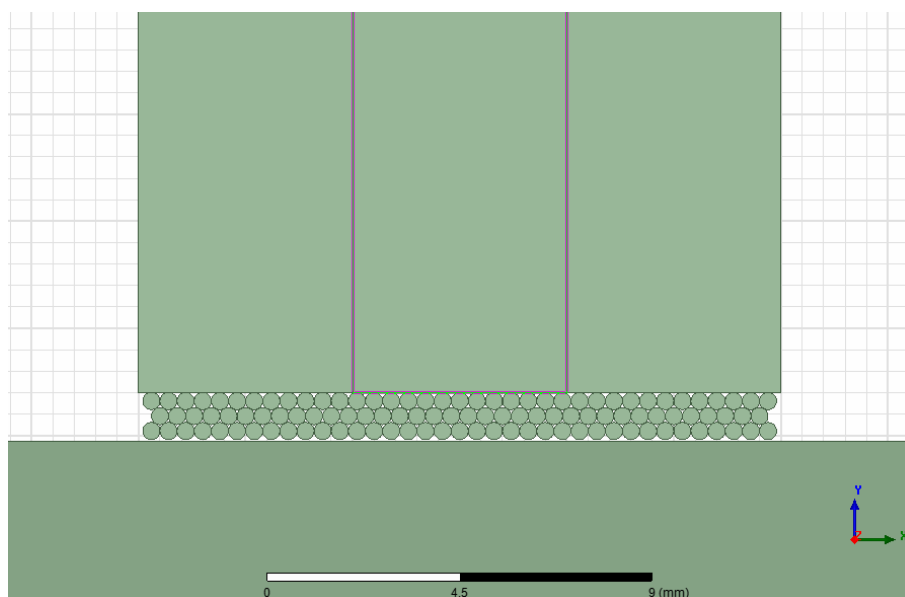


Рисунок 1 – Магнитная система

В данном исследовании был произведен расчет магнитных сил в процессе магнитно-абразивной обработки заготовки из немагнитного материала – алюминия. При полировании немагнитной силовые линии проходят от одного полюса индуктора к другому преимущественно вдоль рабочего зазора под магнитом, концентрируясь у боковых кромок стальных магнитопроводов (рисунок 2).

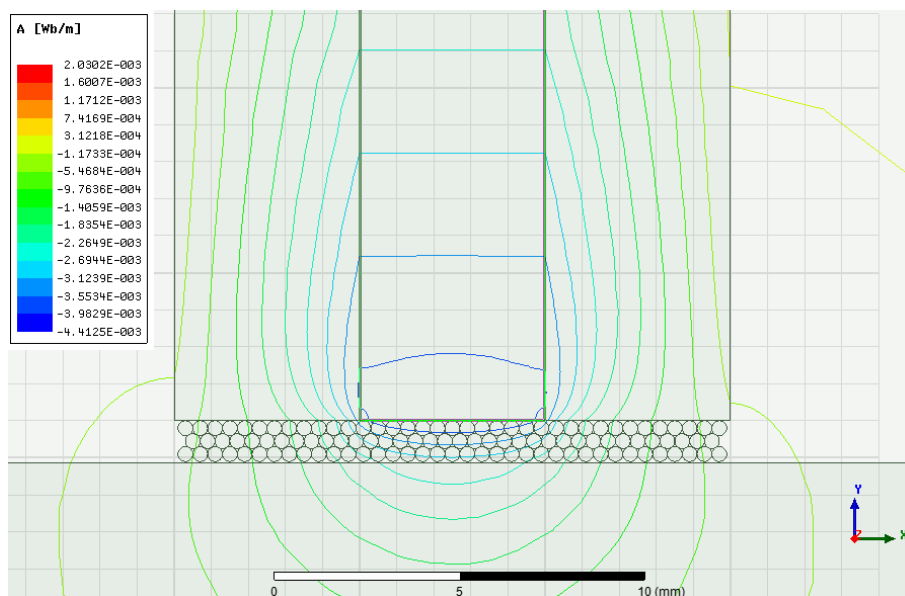


Рисунок 2 – Картина силовых линий магнитного поля

Из-за этого магнитно-абразивный порошок в рабочем зазоре концентрируется под магнитами (рисунок 3).

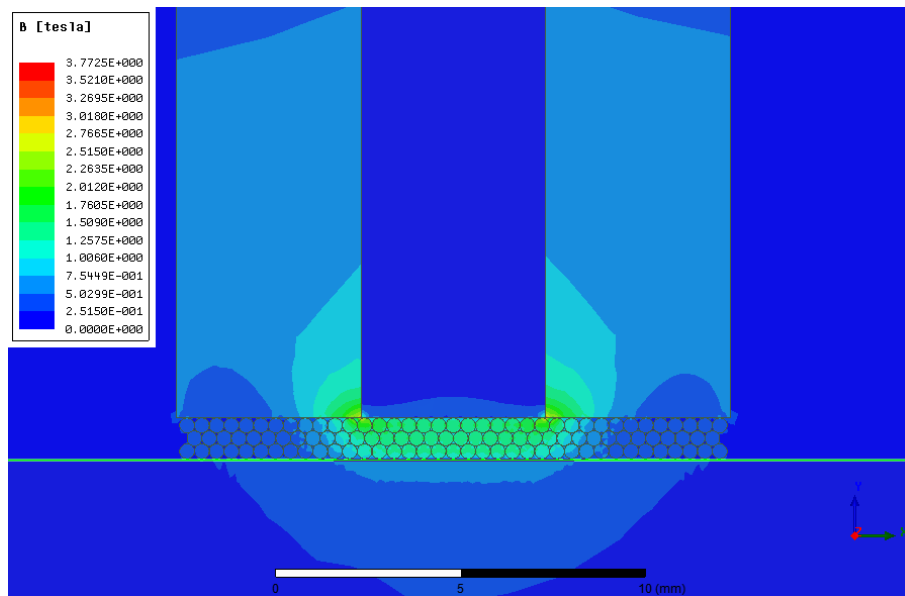


Рисунок 3 – Концентрация магнитно-абразивного порошка

Следующим шагом является расчет магнитных сил, действующих на зерна ферромагнитного порошка со стороны магнитного поля. Данные магнитные силы удерживают порошок на рабочей поверхности магнитного индуктора. В зависимости от расположения каждого конкретного зерна в рабочем зазоре, на зерно действует соответствующая сила магнитного поля, которая тем больше, чем ближе зерно порошка расположено к магниту (в нашем случае, так как обрабатывается немагнитная заготовка).

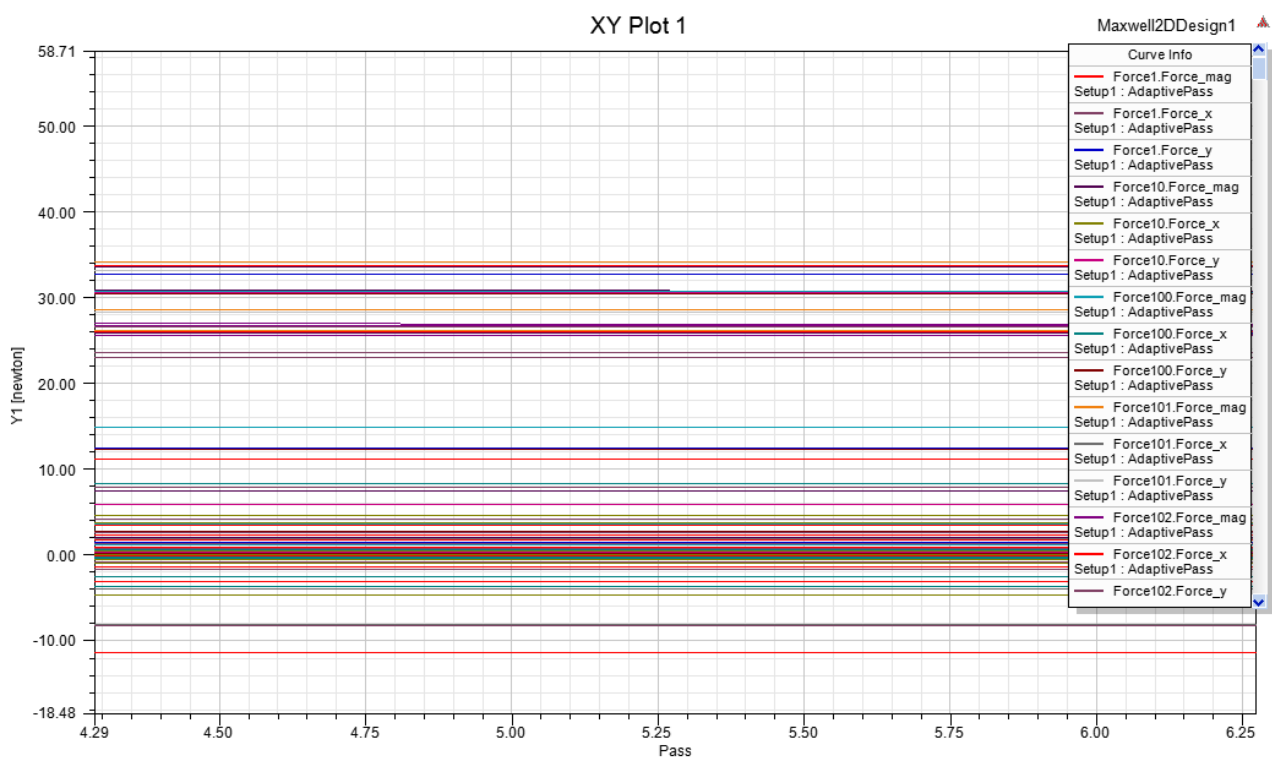


Рисунок 4 – Значения магнитных сил

В итоге получены значения всех магнитных сил, действующих на все зерна ферромагнитного порошка, расположенные в рабочем зазоре. Каждое зерно имеет свой индивидуальный номер, и свое значение магнитной силы (рисунок 4), где по оси ординат указано значение силы, а в приведенной справа форме указаны индивидуальные номера зерен и их соответствующих сил.

Итогом проведенных расчетов является полученная выборка значений магнитных сил для зерен ферромагнитного порошка. Данную выборку возможно экспортировать в другие системы автоматизированного проектирования для дальнейших расчетов сил резания при магнитно-абразивной обработки.

Библиографический список

1. Татаркин, Е. Ю. Совершенствование технологических процессов изготовления деталей с помощью методики функционально-стоимостного анализа / Е. Ю. Татаркин, А. М. Иконников, Р. В. Гребеньков, С. С. Просеков // Ползуновский вестник. - 2016. - №3. - С. 57-62.
2. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л.: Машиностроение, 1986. – 176 с.
3. Леонов, С. Л. Особенности применения метода конечных элементов при моделировании магнитного поля индуктора на постоянных магнитах в процессе магнитно – абразивной обработки / С. Л. Леонов, А. М. Иконников, А. А. Кульавик, Р. В. Гребеньков // Сборник трудов VIII международной научно-практической конференции «Инновации в машиностроении (ИНМАШ-2017)», Изд-во НГТУ, Новосибирск, 28-30 сентября 2017. – С. 140-145.
4. Сакулевич, Ф. Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф. Ю. Сакулевич. – Минск: Наука и техника, 1981. – 328 с.