

Затем в режиме моделирования можно визуализировать работу гидросистемы на основе созданной имитационной модели.

Результатом создания модели в программе FluidSim являются графики изменения расходов на моторах привода питающего аппарата и адаптера (рис. 5).

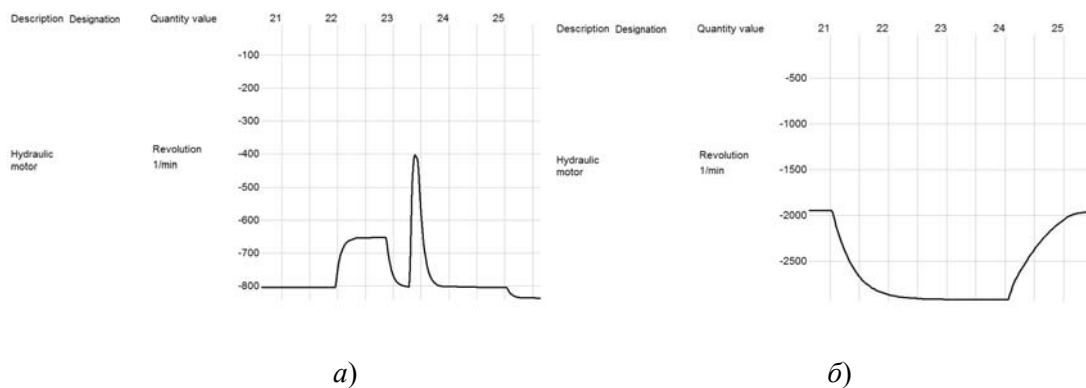


Рис. 5. Графики изменения частоты вращения от времени в гидромоторах:  
а – привода адаптера; б – привода питающего аппарата

Таким образом, на основе гидропривода питающего аппарата и адаптера комбайна создана электрогидравлическая имитационная модель, учитывающая параметры гидросистемы и порядок работы гидродвигателей. Программный пакет FluidSim является сравнительно простым для восприятия, но в то же время достаточно функциональным для проектирования и моделирования гидравлических систем с электронным управлением. Данный программный пакет позволяет визуализировать работу гидросистемы, получать выходные параметры без произведения расчетов и сравнивать их с техническим заданием на проектирование. Однако работа с программой FluidSim требует достаточных знаний в области построения гидро- и электросхем, способности анализировать полученные результаты и знания логики автоматизированного управления.

#### Литература

1. Шорников, Ю. В. Компьютерное моделирование гидравлических систем / Ю. В. Шорников, С. А. Мяндин // Молодой ученый. – 2017. – № 22. – С. 104–110.
2. Боровиков, А. В. Исследование работы гидропривода с помощью программы fluidsim / А. В. Боровиков // Междунар. студ. науч. вестн. – 2019. – № 5 (Ч. 1).

УДК 621.923.044:669

### МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

А. С. Матвеевков, Г. В. Петришин

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

Магнитно-абразивная обработка (МАО) как финишный процесс предназначена для полирования наружных и внутренних поверхностей изготавливаемых деталей, улучшения их качественных характеристик, в том числе упрочения тонкого поверхностного слоя. Режущий инструмент формируется из магнитной и абразивной частей

под воздействием магнитного поля, создаваемого электромагнитом. Микрорезание осуществляется в результате контактного давления на поверхность заготовки режущих кромок ферромагнитного порошка и зависит от плотности магнитного поля [1].

Поскольку жесткость абразивного инструмента определяется величиной магнитной индукции и напрямую влияет на производительность процесса, возникает необходимость прогнозирования распределения магнитной индукции при проектировании обрабатывающей системы, что и достигается благодаря математическому моделированию индукторов.

В настоящей работе будет рассмотрена типовая схема MAO согласно классификации, приведенной Ю. М. Бароном [2], для полирования наружных поверхностей вращения с индуктором на постоянных магнитах (рис. 1). Данная схема выбрана из-за простоты ее реализации в производстве на базе станков токарной группы.

Предполагается осуществить компьютерное моделирование схемы для определения величины электромагнитной индукции в обрабатывающей системе и картины ее распределения при обработке заготовок из неферромагнитных материалов (в нашем случае алюминиевая заготовка).

Цель исследования – разработка математических моделей типового и усовершенствованного варианта схемы магнитно-абразивной обработки тел вращения для качественной и количественной оценки влияния геометрии инструмента на распределение магнитных полей в системе.

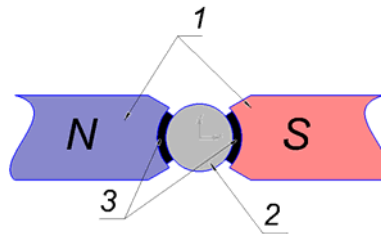


Рис. 1. Общий вид схемы:

1 – постоянные магниты; 2 – обрабатываемая заготовка;  
3 – магнитно-абразивная смесь

Магнитное поле постоянных магнитов удерживает абразивную смесь в зазоре между поверхностями магнитов и обрабатываемой заготовки, а создаваемая ими индукция задает жесткость инструмента. При вращении заготовки происходит обработка ее наружной поверхности.

Распределение магнитной индукции в исходном варианте данной схемы приведена на рис. 2.

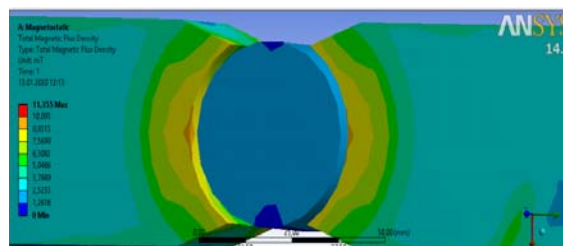


Рис. 2. Распределение магнитной индукции для алюминиевой заготовки (исходный вариант)

При моделировании в качестве материала для постоянных магнитов использовался НмБ 200/80 ГОСТ 24897–81, а в качестве заготовки – алюминий АЛ2 ГОСТ 1583–93. Величина магнитной индукции постоянного магнита 0,3 Тл.

Схема обработки заготовки из алюминия (рис. 2) показывает равномерное распределение магнитной индукции с максимальной ее величиной – 0,11 Тл. В данном случае абразивная смесь у поверхности обрабатываемой заготовки вращается вместе с ней из-за действующих сил трения и малой жесткости инструмента, что приводит к снижению интенсивности процесса. Значит, концентрация магнитной индукции непосредственно в центральной части зоны обработки и еще большее уплотнение магнитной смеси позволит минимизировать миграцию инструмента и тем самым увеличит эффективность МАО.

Поскольку наибольшие величины магнитной индукции достигаются в местах резкого изменения геометрии, можно предположить, что добавление сквозных пазов в постоянных магнитах приведет к концентрации индукции непосредственно в местах между пазами. Конструкция данной обрабатываемой системы представлена на рис. 3.

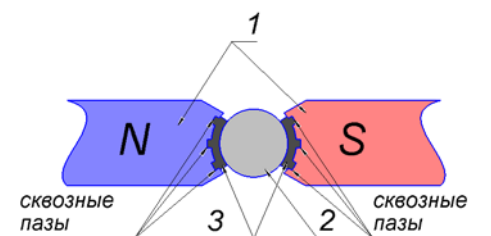


Рис. 3. Общий вид усовершенствованной схемы:  
1 – постоянные магниты; 2 – обрабатываемая заготовка;  
3 – магнитно-абразивная смесь

В данной схеме изменена геометрия рабочей поверхности постоянных магнитов за счет добавления концентраторов магнитной индукции в виде сквозных прямоугольных пазов.

В результате моделирования была получена картина распределения магнитной индукции (рис. 4).

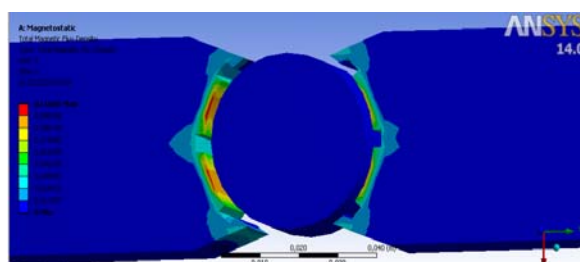


Рис. 4. Распределение магнитной индукции для алюминиевой заготовки

Здесь наибольшая величина электромагнитной индукции 0,11 Тл наблюдается в промежутках между прорезанными в постоянных магнитах пазами, что объясняется прохождением большего числа линий магнитного поля через меньшую площадь постоянного магнита. Такое распределение индукции приводит к уплотнению

магнитно-абразивной смеси непосредственно в зоне обработки. Небольшие участки постоянного магнита на входе и выходе из этой зоны формируют локальное увеличение магнитной индукции, препятствующее миграции абразивной смеси.

По результатам исследования можно сделать вывод, что при изменении геометрии постоянных магнитов за счет добавления концентраторов магнитной индукции наблюдается наибольшее уплотнение магнитно-абразивной смеси непосредственно в зоне обработки, за счет чего и повышается эффективность процесса МАО.

#### Литература

1. Хомич, Н. С. Магнитно-абразивная обработка изделий : монография / Н. С. Хомич. – Минск : БНТУ, 2006. – 218 с.
2. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение ; Ленингр. отд-ние, 1986. – 176 с.

УДК 621.778

### **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИИ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ТОНКОЙ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ**

**Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов, И. А. Цырганович**

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

В современном метизном производстве имеется тенденция к повышению производительности производственного процесса. Самым очевидным решением является повышение скорости производства проволоки путем увеличения скорости волочения. Однако увеличение скорости волочения согласно классической теории пластичности приводит к увеличению показателя скорости пластической деформации, что приводит к изменению деформационной картины, к изменению параметров сопротивления пластической деформации. В некоторых случаях повышение скорости деформации может приводить к изменению комплекса механических свойств проволоки. Для более четкого понимания изменения деформационной картины целесообразно оценивать изменение распределения микротвердости по сечению тонкой проволоки.

Цель работы – изучить влияние скорости деформации на микротвердость тонкой стальной проволоки.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи: группировка и подготовка образцов тонкой проволоки диаметром 0,35 мм класса прочности НТ, изготовленной на различных скоростях (1, 4, 6, 8, 10 м/с); изготовление микрошлифов тонкой проволоки; составление плана и карты эксперимента; проведение испытаний на микротвердость тонкой проволоки на приборе ЛОМО ПМТ-3; построение диаграмм микротвердости, изучение распределения микротвердости по сечению тонкой проволоки.

Микротвердость измеряют путем вдавливания в образец (изделие) алмазного индентора под действием статической нагрузки в течение определенного времени выдержки. Число твердости определяют (как и по Виккерсу) делением приложенной нагрузки в Н или кгс на условную площадь боковой поверхности полученного отпечатка в мм<sup>2</sup>.

Основным вариантом испытания является метод восстановленного отпечатка, когда размеры отпечатков определяются после снятия нагрузки. Для случая, когда требуется определение дополнительных характеристик материала (упругое восстанов-