

УДК 621.9.02

Д. А. Кунгуров, магистрант;  
 А. Ф. Мкртчян, кандидат технических наук, доцент  
 Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Статья посвящена исследованию магнитно-абразивной обработки, а именно оборудованию для полирования внутренних поверхностей длинномерных сложнопрофильных деталей. Было реализовано модульное исполнение устройства для магнитно-абразивной обработки.

**Ключевые слова:** магнитно-абразивная обработка, финишная обработка, полирование

Анализ современных методов и способов абразивной обработки показывает проблемный характер операций обработки отверстий деталей типа длинных втулок.

Обработка отверстий таких деталей в производственных условиях сопряжена с большими технологическими трудностями, содержит значительный объем ручного труда, не всегда обеспечивает требуемое качество. Серийное производство подобных деталей делают актуальной задачу изыскания и разработки новой технологии обработки, позволяющей автоматизировать операцию обработки отверстий и обеспечить стабильное качество обработанной поверхности.

Одним из перспективных методов обработки свободными абразивами является метод магнитно-абразивной обработки (МАО), который легко автоматизируется.

Сущность метода МАО заключается в том, что обрабатываемой поверхности заготовки или порошку с магнитными и одновременно абразивными свойствами, помещенному в магнитное поле, сообщают принудительное движение относительно друг друга. Съем материала осуществляется в результате силового воздействия ферромагнитного абразивного порошка (ФМАП) на поверхность заготовки [1].

МАО целесообразно использовать, когда необходимо:

- снизить в процессе обработки циклические нагрузки и сохранить точность геометрических размеров и форму;
- уменьшить вероятность возникновения в зоне резания критических давлений и температур;
- регулировать величину съема материала и жесткость инструмента;
- осуществить безразмерную обработку при малой величине съема;
- уменьшить шероховатость поверхности с исходной  $R_a = 3,2 \dots 0,32$  мкм до  $R_a = 0,08 \dots 0,01$  мкм;
- исключить засаливание инструмента [2].

В результате выполнения ОКР «Разработка устройств для МАО» изготовленный опытный образец устройства позволяет реализовать процесс МАО отверстий и по принципу работы является электромагнитным индуктором постоянного тока. Реализуемая схема и принцип магнитно-абразивной обработки представлены на рис. 1.

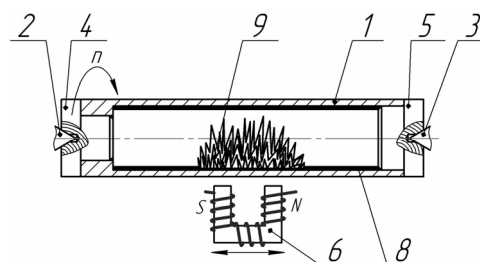


Рис. 1. Схема МАО втулки

Объект обработки – втулка 1, закрепленная в центрах 2 и 3 посредством технологических пробок 4 и 5, герметизирующих отверстие.

Схема реализуется на токарном станке. Привод вращения заготовки осуществляется посредством центра 2, закрепленного в патроне, и центра 3, закрепленного в пиноли задней бабки. Внутри втулки 1 перед установкой пробок 4 и 5 вводится порошок на основе стружки электротехнической стали зернистостью 100 мкм и абразивный порошок на основе зеленого карбида кремния (SiC) зернистостью 100...200 мкм. Электромагнит 6 располагается на расстоянии 0,5...0,8 мм от втулки 1.

Электромагнит 6 и привод вращения заготовки 1 включают, при этом стальные стружки под воздействием магнитного поля, создаваемого электромагнитом 6, собираются в цепочки вдоль линий поля в околополюсном пространстве электромагнита 6, образуя магнитную щетку 9. При вращении втулки 1 с частотой 25–100 об/мин абразивный порошок под действием центробежной силы отбрасывается к стенке отверстия втулки 1, распределяясь по ней и образуя абразивный слой 8. Магнитная щетка 9 при этом располагается через стенку втулки 1 в околополюсной зоне электромагнита 6, оставаясь неподвижной относительно него.

Воздействие магнитной щетки 9 на уплотненный центробежной силой абразивный слой 8 при вращении втулки 1 вызывает процесс магнитно-абразивной обработки. Перемещение электромагнита 6 вдоль оси втулки 1 вызывает перемещение магнитной щетки 9, и осуществляется обработка отверстия на всей длине втулки 1. Общий вид устройства представлен на рис. 2.

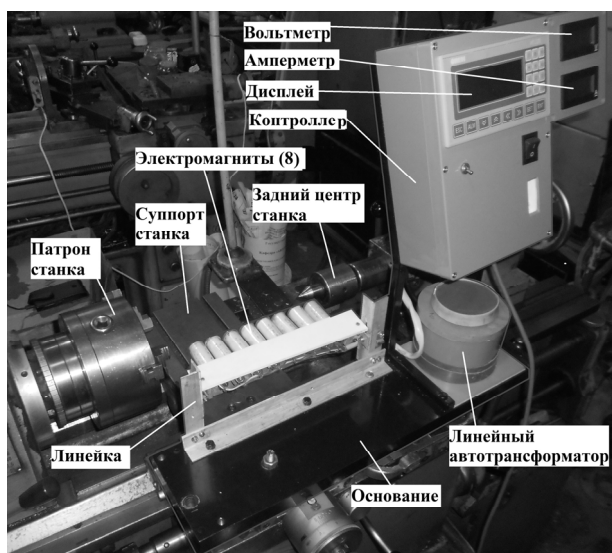


Рис. 2. Общий вид устройства для МАО втулки

В разработанном устройстве для магнитно-абразивной обработки отверстий втулок были учтены и реализованы следующие тезисы:

- модульное исполнение, позволяющее встраивать устройство в станки токарной группы, для чего на основании имеются крепежные отверстия под установку на различные модели металлорежущих станков;

- высокая производительность за счет применения восьми электромагнитов, расположенных в ряд, позволяющих одновременно обрабатывать поверхность отверстия длиной до 300 мм;

- широкий диапазон регулирования электрических и механических параметров процесса МАО изменением напряжения питания электромагнитов и работой их в различных режимах, кратковременном или с паузами, последовательно или параллельно, а также с заданием времени обработки;

- малая энергоемкость и масса.

Приспособление имеет следующую техническую характеристику:

- 1) напряжение питания электромагнитов 10...100 В;
- 2) напряжение питания установки от внешней бытовой сети 220 В;
- 3) количество электромагнитов – 8;
- 4) диаметр отверстия заготовки 5...250 мм;
- 5) толщина стенки заготовки – до 10 мм;
- 6) материал заготовки: нержавеющие стали, цветные металлы и их сплавы;

7) снижение шероховатости поверхности с  $R_a = 3,2...0,32$  мкм до  $R_a = 0,08...0,01$  мкм за 3...5 минут обработки.

Технический результат достигнут тем, что устройство устанавливается на суппорт токарного станка 1 (рис. 2) и содержит: восемь электромагнитов 2, закрепленных на линейке 3 в ряд, линейный автотрансформатор 4 с выпрямителем, контроллер 5, монитор 6, вольтметр 7 и амперметр 8. Электромагниты стержневого типа, постоянного тока. Линейка представляет собой несущую сборочную единицу, предназначенную для крепления и ориентации электромагнитов, монтажа электропроводки и крепления на основании устройства. Контроллер, монитор и электроизмерительные приборы смонтированы в едином блоке управления и располагаются в удобном для наблюдения месте. Режимы работы электромагнитов, последовательность и продолжительность работы программируются контроллером и отображаются на мониторе установки.

Линейный автотрансформатор с выпрямителем подключены к источнику внешнего питания 220 В и позволяют регулировать напряжение питания для электромагнитов. Управление силой притяжения порошка электромагнитами позволяет вести процесс обработки в режиме микрорезания или микровыглаживания. Высокое качество МАО обусловлено отсутствием в приповерхностном слое тепловых дефектов (прижогов, трещин и др.), присущих традиционной абразивной обработке.

Рационально использовать установку на стадии финишных операций обработки точных отверстий с низкой шероховатостью поверхности деталей типа длинных втулок. К деталям такого типа относятся различные цилиндры гидро- и пневмоаппаратуры, автомобильные амортизаторы, стволы стрелкового и пушечного оружия. Установку также можно применить для очистки от отложений отверстий бытовых водопроводных и газовых труб.

#### Библиографические ссылки

1. Барон Ю. М. Магнито-абразивная обработка изделий и режущих инструментов. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 176 с.
2. Скворчевский Н. Я. Научные основы повышения эффективности магнитно-абразивной обработки созданием сверхсильных магнитных полей и новых технологических сред : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.08 ; 05.03.01 / Белорус. гос. политехн. акад. – Минск, 1994. – 35 с.

\*\*\*

D. A. Kungurov, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. F. Mkrichyan, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### The device for magnetic and abrasive processing

The article is devoted to investigation of magnetic abrasive machining, namely, the equipment for polishing the inner surfaces of long length geometrically-complex parts. Modular construction of the equipment for magnetic abrasive machining was implemented.

**Keywords:** magnetic abrasive machining, finishing, polishing

Получено: 14.05.14