

Основой конструкции служит тороидальный соленоид, который, согласно положениям теории электромагнетизма, обеспечивает минимальные магнитные потери. В результате проведенных исследований, расчета и проектирования разработана и создана ЭМС для МАО внутренних поверхностей, а на ее основе установка для реализации этого процесса, при воздействии которого на обрабатываемую поверхность ее шероховатость уменьшается с  $Ra_1 = 1,6-2$  до  $Ra_2 = 0,1-0,2$  мкм согласно ГОСТ 2789-73.

#### Список использованных источников

1. Барон, Ю.М. Технология абразивной обработки в магнитном поле / Ю.М. Барон. – Л.: Машиностроение, 1975. – 128 с.
2. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле / П.И. Ящерицын [и др.]; под общ. ред. П.И. Ящерицына. – Мн.: Физико-технический ин-т, 1997. – 416 с.

УДК 621.923

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРРОАБРАЗИВНОГО ПОРОШКА ДЛЯ МАГНТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ АМОРФНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ

*Студент – Залуцкий М.А., 33 тс, 4 курс, ФТС*

*Научные*

*руководители – Сергеев Л.Е., к.т.н., доцент;*

*Сенчуров Е.В., ст. преподаватель*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** Перспективное направление создания ферроабразивного порошка (ФАП) как однородных и одновременно с высокой степенью магнитных и режущих свойств заключается в использовании аморфных металлических сплавов. Данные сплавы не имеют кристаллического строения, и технология их получения связана со сверхскоростной закалкой из жидкого или газообразного состояния в твердое. Ферроабразивный порошок для магнтно-абразивной обработки (МАО) на основе аморфных металлических сплавов обладает высоким уровнем экологической безопасности и низкой стоимостью в сравнении с Ж15КТ.

**Ключевые слова:** магнтно-абразивная обработка, ферроабразивный порошок, аморфный металлический сплав, шероховатость поверхности.

Развитие машиностроения и решение связанных с этим проблем, как общего, так и частного порядка требуют использования системного подхода с целью получения требуемого уровня показателей качества производственного процесса. В настоящее время ведутся работы, направленные на создание новых видов материалов для твердотельной электротехники, медицинской и аэрокосмической промышленности и восстановления деталей машин. Как известно, финишная обработка изделий из таких материалов занимает до 40% в общей доле трудоемкости механической обработки. Поэтому одной из первоочередных задач, стоящих перед технологией машиностроения, как в области научного обеспечения, так и в промышленном производстве является снижение этой доли путем интенсификации традиционных и разработкой новых высокоэффективных методов. Однако каждому из них сопутствует определенный набор из «узких мест», что уменьшает эффективность использования указанных выше методов для получения заданных качественных и эксплуатационных показателей. Поэтому введение в рабочую зону концентрированного потока энергии в виде электрических разрядов, магнитного, плазменного и температурного воздействия позволяет интенсифицировать удаление требуемого слоя материала. Реализация наложения этого концентрированного потока представляет собой определенную научно-техническую проблему, решение которой позволяет повысить выходные показатели процесса. Примером может служить магнитно-абразивная обработка. В настоящее время достигнуто решение такой задачи, как применение МАО для наружных и внутренних конических поверхностей, деталей сферической формы, плоских поверхностей с целью получения их высокой светоотражательной способности, зубчатых колес. Вместе с тем общее решение требует интеграции составляющих элементов процесса МАО для получения полноты картины явлений, происходящих в системе СПИД данного процесса. Один из этапов исследований заключается в создании высокоэффективного инструмента, характеризующегося не только ростом его магнитных и режущих свойств, но и наличием экологической проблемы, крайне актуальной в настоящий период. Также, например, магнитная проницаемость  $\mu$  разработанных рабочих сред в виде ферроабразивного порошка и смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) находится в пределах 8–20 мкГн/м в то время, как у пермаллоя она составляет 100–120 мкГн/м, что указывает на потенциальные возможности МАО [1, 2]. Поскольку, существующие способы получения ФАП характеризуются определенными трудностями, то их решение требует дальнейшего усовершенствования, либо создания качественно новых. Исследование данной проблемы позволяют резко повысить показатели  $\mu$  что обеспечит при ныне используемых величинах силы тока  $I$  рост магнитной индукции  $B$  в 1,3–1,5 раза. Давление рабочей среды (ФАП + СОТС) в этом случае может достигнуть

4–6 МПа, что сопоставимо с обработкой методами хонингования и чистового шлифования.

Первоначальным этапом в использовании ФАП для процесса МАО являлось применение однородных материалов типа альсифера, чугунной стружки и т.п. Магнитные свойства таких материалов находились на удовлетворительном уровне, но режущая способность ввиду полного отсутствия абразивного компонента была низкой. Создание композиционных материалов при использовании СВС – метода, механического перемешивания, литья и т.п. приводит к уменьшению диапазона магнитной проницаемости и росту указанной выше режущей способности. Однако содержание абразивного компонента достигает 85% от всего объема композиционного ФАП, что приводит к повышению магнитного сопротивления рабочей среды и соответственно либо к потерям магнитного потока  $\Phi$ , либо к его утечкам. Это связано с тем, что данный поток стремится осуществить свое протекание по энергетически выгодному участку магнитной цепи.



Рисунок – Внешний вид частиц ФАП на основе аморфного металлического сплава (100-кратное увеличение)

Поэтому одним из перспективных направлений создания ФАП как однородных и одновременно с высокой степенью магнитных и режущих свойств является использование аморфных металлических сплавов. Данные сплавы не имеют кристаллического строения, и технология их получения связана со сверхскоростной закалкой из жидкого или газообразного состояния в твердое. Следствием такой аморфной структуры являются нетрадиционные для подобных кристаллических сплавов магнитные, механические и коррозионные свойства. Например, наряду с таким уровнем коэрцитивной силы, который относится к магнитомягким материалам, диапазон гистерезисных потерь вместе с тем намного ниже, чем у кристаллических сплавов. Данные материалы обладают исключительно высокой механической твердостью и пределом прочности при растяжении. Также следует указать на крайне низкий коэффициент теплового расширения, что позволяет осуществлять сохранение режущих свойств в течение продолжительного периода

контактирования инструмента и поверхности детали. Размерность зерен ФАП, используемая в процессе МАО в зависимости от вида обработки находится в пределах 63–630 мкм и более. Склонность к образованию аморфного металлического сплава определяется кинетикой процесса зарождения или кинетикой ранних стадий роста кристаллов и поскольку скорость закалки ( $\sim 10^6$  К/с) протекает быстро, то теплота конденсации эффективно отводится на данный момент только через тонкую пленку. Поэтому полностью аморфные металлические расплавы представляют собой фольгу толщиной 10–20 мкм, полученную методами сплитинга и или спиннингования или ленты той же толщины путем непрерывной расплавки состава. Также подавление кристаллизации должно быть обеспечено отводом теплоты через вещество, которое характеризуется низкой теплопроводностью и теплообменом образца с охлаждающей средой посредством передачи теплоты и конвекции. Отсюда возникает ограничение размеров образцов и исходным материалом для создания ФАП является лента, полученная путем закалки из расплава. Измельчение ленты производилось на шаровой мельнице до получения порошка с размерами частиц 10–20 мкм. Форма этих частиц в случае измельченного порошка представляет собой неправильные многогранники. В качестве оборудования использовался станок СФТ 2.150.00.00.000. Образцами служили заготовки из стали ШХ-15 ГОСТ 801-78, 58-62 *HRC*<sub>3</sub>, меди МЗ 495, алюминиевого сплава Д16 ГОСТ 4784-74. В качестве базового ФАП применялся Ж15КТ, размер зерна,  $D=100/315$  мкм, СОТС – СинМА-1 ТУ38.5901176-91, 5% водный раствор. Параметры и режимы МАО: магнитная индукция,  $B = 1$  Т; величина рабочего зазора,  $\delta = 1$  мм; скорость резания,  $V_p = 1,5$  м/с; скорость осцилляции,  $V_o = 0,1$  м/с; время обработки,  $t = 60$  с; коэффициент заполнения рабочего зазора,  $K_3 = 1$ ; амплитуда осцилляции,  $A = 1$  мм. Исходная шероховатость всех образцов до обработки МАО составляет  $Ra_1=1-1,6$  мкм, выходными показателями являлись достигаемая шероховатость  $Ra_2$ , мкм и величина массового съема материала,  $Q$ , мг, измерение шероховатости производилось на профилографе-профилометре 252-«Калибр», массового съема на весах аналитических ВЛА с точностью до 0,1 мг. Степень очистки образцов оценивалась органолептическим способом. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Обрабатываемость материалов различными видами ФАП

Вид ФАП	Обрабатываемый материал	Достигаемая шероховатость, $Ra_2$ , мкм	Величина массового съема, $Q$ , мг
Порошок на основе аморфного металлического сплава	МЗ	0,08	250
	Д16	0,1	260
	ШХ15	1,2	180
Ж15КТ	МЗ	0,11	340
	Д16	0,12	290
	ШХ15	0,07	540

Анализ этих полученных результатов показывает, что абразивная способность ФАП на основе аморфных металлических сплавов имеет пониженные показатели в сравнении с Ж15КТ для легированной стали ШХ-15. Это объясняется меньшими по значению величинами физико-механических характеристик типа твердости, что характерно для абразивных материалов. Однако применение таких ФАП для финишной обработки цветных сплавов показало, что эффективность их использования является вполне достаточной. Также данному виду ФАП присущи высокий уровень экологической безопасности и низкая стоимость в сравнении Ж15КТ.

#### **Список использованных источников**

1. Магнитореологические суспензии на основе аморфных магнитных порошков / И.В. Прохоров [и др.] // Магнитные материалы и их применение: Тез. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 30 сент. – 2 окт. 1998 г. / НАН Б. ФТИ. – Минск, 1998. – С. 157.

2. Барон, Ю.М. Физические основы работы магнитно-абразивных материалов / Ю.М. Барон // Магнитно-абразивные материалы и методы их испытания. – Киев: ИПМ АН УССР, 1980. – С. 10–17.

УДК 621.43

### **МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СЕТЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ ИСКРОГАСИТЕЛЯ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Студент – Глаз Е.Ю., 24 мо, 1 курс, ФТС*

*Научные*

*руководители – Капцевич В.М., д.т.н., профессор;*

*Корнеева В.К., к.т.н.;*

*Чугаев П.С., ст. преподаватель*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** Рассмотрены методы испытания сетчатых материалов на искрогасящую и огнепреграждающую способность.

**Ключевые слова:** сетчатый материал; огнепреграждающая способность; искрогасящая способность.

Анализ пожаров, происходящих при эксплуатации автотракторной и сельскохозяйственной техники, показывает [1], что создание чрезвычайных ситуаций начинается с образования искр в выхлопных газах автотранспортных средств. В большинстве случаев, образующиеся искры представляют собой твердые горящие частицы – нагар.

Для предотвращения образования источников зажигания на сельскохозяйственных объектах согласно нормативно-правовым актам [2], действующим в Республике Беларусь, на системах выпуска отработанных газов сельскохозяйственной техники должны быть установлены искрогасители.