

2. Жалнин Э.В. История развития и перспективы внедрения мостового растениеводства / Э.В. Жалнин, Р.С. Муфтеев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 5. – С. 23 – 30.

3. Майсов И.А. Мостовое земледелие в теплицах и фермерских хозяйствах / И.А. Майсов // Техника и оборудование для села. – 1999. – № 10. – С. 21-24.

4. Микаэлян Г.А. Перспективы использования мостовых агрегатов в рассадных комплексах / Г.А. Микаэлян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1985. № 4. – С. 13 – 14.

5. Погорельый Л.В. Сельскохозяйственная техника и технология будущего / Л.В. Погорельый. –К.: Урожай, 1988. – 174 с.

6. Д. п. України № 2860. Гичко-коренезбиральний модуль для машин мостового землеробства. / Автор: Козаченко О.В. Опубл. 16.08.2004. Бюл. № 8.

7. Чудаков Д.А. Основы теории трактора и автомобиля / Д.А. Чудаков. - Издво с.х. литературы.- М.,1962. – 312 с.

8. Козаченко А.В. Энергоемкость основной обработки почвы при мостовом земледелии / А.В. Козаченко // Экология и сельскохозяйственная техника. Т.2. Экологические аспекты производства продукции растениеводства, мобильной энергетики и сельскохозяйственных машин: Материалы 5-й международной научно-практической конференции. – СПб.;СЗНИИМЭСХ, 2007. – С.134-139.

9. Мильцев А.И. Тяговое сопротивление и к.п.д. плуга // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1974. –№ 1. – С. 7 – 8.

### **Abstract**

*The results of studies of various schemes of arrangement and aggregating the working bodies of agricultural units. The effectiveness of using a bridge circuit that reduces energy consumption primary tillage.*

УДК 621.923

## **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ФИНИШНОЙ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Н.К. Толочко, д.ф.-м.н., профессор, К.Л. Сергеев, аспирант**

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

*Экспериментально исследованы закономерности магнитно-абразивной обработки с использованием эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости, подвергнутой ультразвуковому диспергированию. Установлено,*

*что увеличение дисперсности смазочно-охлаждающей жидкости вызывает увеличение производительности обработки и уменьшение шероховатости поверхности.*

Одним из перспективных методов финишной обработки поверхностей металлических деталей сложной формы является магнитно-абразивная обработка (МАО), представляющая собой особую разновидность обработки металлов резанием. Метод МАО прост в осуществлении, экологически чист, обеспечивает высокое качество обрабатываемых поверхностей и существенное повышение их сопротивляемости износу, обладает высокой производительностью и успешно заменяет некоторые виды механической и электрохимической обработки [1].

Сущность МАО состоит в том, что ферромагнитный абразивный порошок (ФАП), уплотненный энергией магнитного поля, оказывает абразивное воздействие на обрабатываемую деталь. Последняя помещается между полюсными наконечниками электромагнита. Рабочий зазор между полюсами и обрабатываемой поверхностью детали заполняется ФАП. Частицы порошка под действием энергии магнитного поля, создаваемого намагничивающими катушками, удерживаются в зазоре и, ориентируясь наибольшей осью по направлению магнитных силовых линий, создают ферроабразивную щетку, которая прижимается к обрабатываемой поверхности. Детали сообщаются вращательное и возвратно-поступательное осциллирующее движения относительно абразивных частиц, которые, прижимаясь к поверхности детали магнитным полем, оказывают давление на деталь практически в каждой точке обрабатываемой поверхности, что в результате приводит к съему металла и сглаживанию микронеровностей. Механическое воздействие ФАП на поверхность детали в значительной степени усиливается при введении в рабочий зазор смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

В общем случае при обработке металлов резанием СОЖ может оказывать смазывающее, охлаждающее, диспергирующее и моющее действия. Характер влияния СОЖ на процессы резания может быть различными для разных видов обработки. Особенности проявления действия различных видов СОЖ зависят от их химического состава. В случае МАО широко применяются СОЖ в виде эмульсий типа «масло в воде» [1, 2], для которых характер влияния на процессы обработки может определяться не только их химическим составом, но и их дисперсностью.

Данная работа посвящена экспериментальным исследованиям влияния дисперсности СОЖ на эффективность их применения при финишной МАО металлических деталей (исследования проводились в рамках выполнения задания 1.101 от 14.02.2012 г. ГНТП «Ресурсосбережение-2015»).

Традиционно используемые при обработке металлов резанием СОЖ эмульсионного типа содержат в своем составе нефтяные масла. Поскольку

такие СОЖ потребляются машиностроительными предприятиями в больших количествах, то это приводит, соответственно, к большим расходам нефти, а также к образованию больших нефтесодержащих отходов. Кроме того, следует заметить, что нефтяные масла являются токсичными и взрывоопасными. С учетом указанных обстоятельств в экспериментах использовали специально разработанную СОЖ, которая вместо нефтяных масел содержит отходы масложирового производства, благодаря чему обеспечивается снижение себестоимости и улучшение экологичности СОЖ [3].

Исследуемая СОЖ представляла собой 5%-ую водную эмульсию, приготовленную на основе концентрата, химический состав которого представлен в табл. 1. В качестве отходов масложирового производства использовали соапстоки растительных масел, масленичный фуз, первичные жировые гудроны. Триэтаноламиновое мыло олеиновой кислоты является высокоэффективным смачивателем и обеспечивает повышенное обезжиривание металлических поверхностей, кроме того, оно предотвращает коррозию обрабатываемого материала. Калия гидроксид играет роль щелочного агента, а силиконовая жидкость служит в качестве противопенной присадки.

Таблица 1 – Химический состав концентрата СОЖ [4]

Компоненты	Содержание, мас. %
Отходы масложировой промышленности	30-40
Триэтаноламиновое мыло олеиновой кислоты	4-6
Калия гидроксид (KOH)	2
полиметилсилоксановая жидкость ПМС 200А	0,1
Вода	остальное

В экспериментах использовали два вида СОЖ: исходную и диспергированную, которые различались своей дисперсностью. Средний размер масляных капель  $R_{cp}$  в исходной эмульсии составлял 6,1 мкм, в диспергированной – 2,9 мкм.

Диспергирование СОЖ осуществляли с помощью ультразвукового диспергатора погружного типа (производство БГУИР, Беларусь). Ультразвуковую обработку вели на рабочей частоте 22 кГц при выходной мощности генератора ~20 Вт в несколько этапов общей длительностью 30 мин. Объем обрабатываемой СОЖ составлял 400 мл. Значения  $R_{cp}$  в исходной и диспергированной СОЖ определяли с помощью компьютерного микроскопа (производство ЧНПУП «Спектравтомат-комплекс», Беларусь) [4].

СОЖ обоих видов использовали при финишной МАО поверхности детали типа «вал» из стали 40Х, имевшей начальную шероховатость  $Ra = 1,25$  мкм. Обработка проводилась на станке МАС-3 в ОАО «Гомельский мотороремонтный завод». Параметры и режимы обработки представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Параметры и режимы МАО

Магнитная индукция в рабочем зазоре, Т	0,9-1,1
Скорость вращения детали, м/с	0,5-2
Скорость осцилляции детали, м/с	0,15-0,25
Амплитуда осцилляции, мм	1-3 мм
Рабочий зазор, мм	1
Коэффициент величины заполнения рабочего зазора	1
Режущий инструмент	ФАП Ж15КТ, зернистость 160-200 мкм

В ходе испытаний СОЖ оценивали производительность обработки и шероховатость обработанной поверхности. Производительность обработки вычисляли по формуле  $q = Q/St$ , где  $Q$  – массовый съём металла с обработанной поверхности,  $S$  – площадь обработанной поверхности,  $t$  – длительность обработки. Величину  $Q$  определяли как разность масс детали до и после обработки. Массы исходной и обработанной детали находили взвешиванием на лабораторных весах модели ВЛТ-1 с точностью до 0,001 г. Шероховатость обработанной поверхности по параметру  $Ra$  устанавливали с помощью профилографа-профилометра модели 252 (производство ОАО «Завод «Калибр», Россия). Значения показателей процесса финишной МАО определяли как среднее арифметическое результатов замеров на пяти образцах детали.

Результаты испытаний СОЖ показаны в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний исходной и диспергированной СОЖ

Параметры процесса и качества обработки	Вид образца СОЖ	
	Исходный	Диспергированный
Производительность обработки, мг/см <sup>2</sup> ·мин	15-18	20-25
Шероховатость поверхности $Ra$ , мкм	0,32	0,2

Как следует из результатов испытаний, диспергированная СОЖ, характеризующаяся более высокой дисперсностью масляных капель эмульсии, обеспечивает более эффективное воздействие на процесс МАО.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. Как известно [5], производительность МАО и шероховатость поверхности, обработанной в процессе МАО, зависят от физико-химических свойств используемой СОЖ. Очевидно, что при увеличении дисперсности СОЖ эти свойства изменяются определенным образом, вызывая соответствующие изменения в характере влияния СОЖ на процесс МАО.

### Литература

1. Акулович, Л.М. Основы магнитно-абразивной обработки металлических поверхностей / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.Я. Лебедев. – Минск: БГАТУ, 2012. – 316 с.

2. Киселева, Е.В. Теоретические предпосылки механической активации технологической жидкости / Е.В. Киселева // Вестник ИГЭУ (Ивановский гос. энерг. ун-т). – 2009 г. – Вып. 4. – С. 1-4.

3. Акулович, Л.М. Создание смазочно-охлаждающих технологических средств для финишной абразивной обработки с использованием отходов масложирового производства / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, В.В. Шабуня // Междунар. науч.-практ. конф. с участием государств-участников СНГ «Технологические тенденции повышения промышленной экологической безопасности, охраны окружающей среды, рациональной и эффективной жизнедеятельности человека»: тезисы докладов. – Минск: ГУ «БелИСА», 2013. – С. 31-35.

4. Толочко, Н.К. Применение компьютерной микроскопии в научной и учебной деятельности аграрных вузов / Н.К. Толочко, А.А. Андрушевич, П.С. Чугаев, К.Л. Сергеев // Агропанорама. – 2013. – № 6. – С.43-48.

5. Акулович, Л.М. Влияние состава смазочно-охлаждающих технологических средств на производительность магнитно-абразивной обработки и шероховатость поверхности / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев, Е.В. Сенчуров, В.В. Падаляк // Весці. НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэх навук. – 2012. – №1. – С. 64-69.

#### **Abstract**

*The regularities of magnetic abrasive machining with the use of emulsion oil dispersed by ultrasound were investigated experimentally. It was established that the increase of emulsion oil dispersity leads to the increase of machining efficiency and the decrease of surface roughness.*

УДК 631.362:53

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПСЕВДООЖИЖЕННОЙ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ПО НАКЛОННОЙ ЧЕШУЙЧАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

**С.А. Харченко, к.т.н., доцент, Ю.П. Борщ, инженер**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, г. Харьков Украина*

*В статье проведено моделирование динамики псевдоожигенной зерновой смеси по наклонной скатной поверхности с рифами-чешуйками в пневмосепарирующих устройствах зерновых сепараторов*

#### **Введение**

В результате исследований предложен способ повышения эффективности пневмосепарирования [1], который заключается в предварительном