

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
СМАЗОЧНО–ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
НА ОСНОВЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ТАЛЛОВОГО МАСЛА ПРИ  
МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Русских Виктор Владимирович, студент-бакалавр  
Сергеев Леонид Ефимович, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** произведена разработка и создание смазочно–охлаждающего технологического средства на основе жирных кислот таллового масла для финишной обработки деталей сельскохозяйственной техники. Анализ показал, что оптимальным по сравнению с другими является состав, имеющий содержание жирных кислот таллового масла, 24 мас. %, что повышает производительность магнитно–абразивной обработки в 1,11-1,25 раза и снижает шероховатость обрабатываемой поверхности в 1,41-1,91 раза.*

***Ключевые слова:** смазочно-охлаждающее технологическое средство, талловое масло, финишная обработка, магнитно–абразивная обработка, триэтаноламиновое мыло фракции C<sub>7</sub>–C<sub>9</sub>, олеиновая кислота, ферроабразивный порошок, массовый съём металла, шероховатость поверхности*

Предъявленные требования к конкурентоспособности выпускаемой продукции не могут быть обеспечены без создания и внедрения новых видов финишной обработки деталей сельскохозяйственной техники. Финишная обработка, к которой относят механические, немеханические и комбинированные способы удаления материала с заготовки [1], обладает свойством управляемости и обеспечения гибкости производства, что является эффективным средством получения изделий требуемого качества. Поэтому её развитие представляет важный резерв сельскохозяйственного машиностроения. Финишной обработке подвергается до 80 % всех деталей машин [2], а её удельная трудоемкость составляет 20-45 % в общей трудоемкости машиностроительного производства [3].

К одному из перспективных способов финишной обработки относится магнитно–абразивная обработка (МАО) [4-5]. Применение смазочно–охлаждающих технологических средств (СОТС) при МАО деталей сельскохозяйственной техники решает ряд задач: снижение температуры резания, шероховатости обработанной поверхности, удаление продуктов диспергирования материала из зоны обработки, а также с поверхности режущего контура инструмента. Однако несмотря на большое количество

разработанных составов СОТС, задача их использования для МАО во многом еще не решена. Перспективным направлением разработки СОТС для МАО является переход от грубодисперсных систем типа эмульсий к высокодисперсным полукolloидным, размер частиц дисперсной фазы которых равняется  $10^{-4} - 10^{-6}$  мм. Это обусловлено как интенсивным фильтрованием вязких компонентов эмульсий рабочей средой, так и магнитно-электрическими явлениями, способствующими расслоению сложных грубодисперсных систем. Однако наибольшее влияние на выбор СОТС при МАО оказывают экономические и производственные факторы, включающие сырьевую базу, технологию изготовления, энергетические ресурсы. Такими свойствами обладает смесь органических соединений, получаемая разложением сульфатного мыла серной кислотой, которым является талловое масло. Талловое масло нашло свое применение во многих сферах производства: изготовление эмульсии для обработки дорожного покрытия, производство мыла, смачивающих веществ, использование в качестве пластификатора каучука, как источник жирных кислот таллового масла и смоляных кислот таллового масла [6-7].

Задачей исследования является расширение технологических возможностей СОТС повышающих производительность МАО и снижающих шероховатость обрабатываемых поверхностей. Состав для получения концентрата СОТС для МАО представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Полученные пропорции состава концентрата СОТС для МАО

Триэтаноламиновое мыло синтетических жирных кислот фракции $C_7-C_9$	45–47
Олеиновая кислота	5–7
Нитрит натрия	2–3
Жирные кислоты таллового масла	23–25
Гидроксид калия	2–3
Неонол	5–6
Вода	Остальное

Поставленная задача достигается тем, что в состав для получения концентрата СОТС вводится триэтаноламиновое мыло фракции  $C_7-C_9$  по ТУ 2423–061–05807977–2002, которое приводит к улучшению смачивающих, моющих и эмульгирующих свойств, а также способствует образованию стабильной эмульсии и при хранении в течение длительного времени не расслаивается. В качестве вещества улучшающего эмульгируемость масел и смазывающих свойств, служит олеиновая кислота по ГОСТ 7580–91. Роль триэтаноламинового мыла синтетических жирных кислот фракции  $C_7-C_9$  заключается в том, что его используют в сочетании с олеиновой кислотой как эмульгатор, обеспечивающий образование высокодисперсных и высокоустойчивых эмульсий масла в воде с хорошими моющими свойствами, бактерицидную и

антикоррозионную защиту эмульсий при длительной эксплуатации. В качестве пассиватора используется нитрит натрия по ГОСТ 19906–74, который изолирует соли жесткости и предотвращает их реакцию с мылом, что влияет на производительность процесса в целом. Роль гидроксида калия по ГОСТ 24363–80 состоит в том, что его применяют как смазочный материал. Присадка жирных кислот таллового масла по ГОСТ 23239–78 вводится как антифрикционная и противоизносная, улучшая эксплуатационные свойства концентрата. В качестве омыляющей добавки вводится неонол по ТУ 2483–077–05766801–98. Приготовление состава для получения концентрата СОТС осуществляли механическим смешиванием компонентов при температуре 50-70 °С.

Для сравнительных испытаний приготовили составы концентратов СОТС (таблица 2).

Таблица 2 – Подготовленные для испытаний составы

Компонент, мас. %	Примеры		
	1	2	3
Триэтаноламиновое мыло синтетических жирных кислот фракции С <sub>7</sub> –С <sub>9</sub>	43	46	48
Олеиновая кислота	4	6	8
Нитрит натрия	1	2,5	3,5
Жирные кислоты таллового масла	22	24	27
Гидроксид калия	1	2,5	3,5
Неонол	4	6	7
Вода	Остальное		

Как видно из таблицы 2, оптимальным является состав 2, концентрат СОТС обладает хорошими технологическими свойствами, повышающими производительность МАО и снижающими шероховатость обрабатываемых поверхностей. При увеличении количества воды (состав 1) концентрат СОТС теряет комплекс свойств, а именно снижается режущая и моющая способности. При уменьшении количества воды (состав 3) происходит не полное растворение нитрита натрия и гидроксида калия, в результате чего снижаются смазочные и моющие свойства СОТС.

Рабочие растворы в воде с концентрацией 2–5 % обладают хорошими антикоррозионными свойствами, рН растворов находится в пределах 8–9. Для МАО металлов используют 3 % раствор концентрата в воде. Режимы и параметры МАО представлены в таблице 3. В качестве образцов использовали втулки из алюминиевых сплавов АМГ–6 и Д–16 диаметром 36 мм, длиной 32 мм, толщиной стенки 1 мм, которые крепились на ферромагнитной оправке. Исходная шероховатость

поверхности образцов находилась в пределах  $Ra = 1,25\text{--}1,6$  мкм. В процессе испытаний оценивали массовый съём металла ( $\Delta G$ ) и шероховатость поверхности ( $Ra$ ). Массовый съём металла определяли как соотношение масс образцов до и после МАО.

Таблица 3 – Режимы и параметры МАО

Магнитная индукция в рабочем зазоре, Тл	1,1
Скорость вращения детали, м/с	2,5
Скорость осцилляции детали, м/с	0,12
Амплитуда осцилляции, мм	1
Рабочий зазор, мм	1
Режущий инструмент	ферроабразивный порошок Ж15КТ с размерами зерен порошка 200–315 мкм
Время обработки, с	45

Масса исходных образцов – 125,0 г, взвешивание образцов производилось на лабораторных весах модели ВЛА–200–2М с точностью до  $\pm 0,001$  г. Исследование шероховатости поверхности образцов выполнялось на профилографе–профилометре модели 250 завода «Калибр» посредством фиксации данных на профилограмме. Значения показателей для данных условий МАО определялись как среднее арифметическое результатов замеров на пяти образцах по сравнению с СОТС СинМА 1 и приведены на рисунке 1.



Рис. 1. Результаты обработки образцов

Анализ показал, что заявляемый состав № 2 по сравнению с № 1,3 повышает производительность магнитно–абразивной обработки в 1,11–1,25 раза, а также снижает шероховатость обрабатываемой поверхности в 1,41–1,91 раза. При обработке металлов резанием с использованием СОТС на основе жирных кислот таллового масла, обрабатываемая поверхность деталей после МАО имеет меньшую шероховатость, повышая тем самым качество обрабатываемых изделий.

### Список литературы

1. Дальский, А.М. Энциклопедия машиностроения. Т. III. Технология изготовления деталей машин / А. М. Дальский [и др.]. – Машиностроение, 2000. – Т. 3. – 420 с.
2. Радзевич, С.П. Формообразование сложных поверхностей на станках с ЧПУ / С. П. Радзевич. – Киев: Вища школа, 1991. – 192 с.
3. Данилов, В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резанием / В.А. Данилов. – Минск: Наука и техника, 1995. – 264 с.
4. Сакулевич, Ф.Ю. Магнитно-абразивная обработка точных деталей / Ф.Ю. Сакулевич, Л.К. Минин, Л.А. Олендер. – Минск: Вышэйшая школа, 1977. – 286 с.
5. Акулович, Л.М. Микрорезание абразивными зернами при магнитно-абразивной обработке / Л.М. Акулович, Л.Е. Сергеев // Весці НАН Беларусі, Сер.фіз.-тэхн. Навук, №3, 2015. – С.49-59.
6. Акимова, Г.С. Химия и технология компонентов сульфатного мыла / Г.С. Акимова, А.В. Курзин, О.С. Павлова, А.Н. Евдокимова. – Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2008. – 105 с.
7. Химическая энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_3627.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_3627.html)

УДК 631.3-6

### ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ В АНАЛИЗЕ ЧАСТИЦ ИЗНОСА В МОТОРНОМ МАСЛЕ

*Рыхлик Антон Николаевич, студент-магистрант  
Капцевич Вячеслав Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор  
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н., доцент  
УО БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* показана возможность использования оптической микроскопии для анализа размеров, формы, количества и природы продуктов износа, содержащихся в моторном масле.

*Ключевые слова:* феррография, моторное масло, продукты износа, оптическая микроскопия

Аналитическая феррография является одним из перспективных методов исследования частиц износа, осажденных из масла с помощью магнита на предметном стекле с получением феррограмм. Примеры феррограмм представлены на рис. 1 [1].