

УДК 621.923

**Акулович Л.М.<sup>1</sup>**, доктор технических наук, профессор;  
**Сергеев Л.Е.<sup>1</sup>**, кандидат технических наук, доцент;  
**Сенчуров Е.В.<sup>1</sup>**, начальник отдела внедрения НТР;  
**Дубновицкий С.К.<sup>2</sup>**, директор

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Филиал УО «Брестский государственный технический университет»  
Пинский индустриально-педагогический колледж,  
г. Пинск, Республика Беларусь

### **СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО НА ОСНОВЕ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ**

***Аннотация.** Предложена рецептура и состав смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС) на основе лигносульфонатов технических для магнитно-абразивной обработки деталей из сталей и алюминиевых сплавов. Установлено, что по совокупности характеристик предлагаемый состав СОТС не уступает или превосходит существующие.*

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), используемые при магнитно-абразивной обработке (МАО), непосредственно влияют на характеристики макро- и микрогеометрии обрабатываемой поверхности изделий, и, следовательно, определяют их износ- и коррозионную стойкость [1, 2]. При МАО предпочтение отдается СОТС с высокими смазывающей, охлаждающей и диспергирующей способностями, которые зачастую обеспечиваются содержанием в их составе полимерных соединений типа солей и эфиров сульфонатов.

При этом особый интерес вызывает наличие и поведение комплексообразователей, регулирующих радикализацию свойств и структуру лиганда СОТС. Данная лиганд представляет собой комплексное соединение молекул, непосредственно связанные с центральным атомом [3, 4]. Решение вопроса регулирования процессом резания при МАО связано с правильным сочетанием и концен-

трацией комплексообразователей СОТС и присутствием различных заместителей как из одного, так и из нескольких гомологических рядов. Изменение значений молекулярной массы в пределах одного состава химического соединения обеспечивает либо инициирование, либо замедление, например, степень гель-эффекта, что крайне важно для реализации процесса МАО.

Усложненная структура макромолекулы и наличие различных функциональных групп позволяют использовать такое химическое соединение как лигносульфонаты в реакциях синтеза и комплексообразования. Лигносульфонаты технические жидкие (ЛСТ) марки А ТУ 2455-028-00279580-2004 представляют собой однородную густую жидкость темно-коричневого цвета и являются побочным продуктом переработки древесины, включающем в себя смесь натриевых и магниевых солей лигносульфоновых кислот (с примесью редуцирующих и минеральных веществ), получаемых из щелоков бисульфитной варки целлюлозы. Будучи водорастворимыми в любых соотношениях, ЛСТ обладают универсальными свойствами поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Процесс резания материалов при МАО носит сложный характер, и по данной причине требует детального исследования при использовании лигносульфонатов, как одного из компонентов СОТС. Правило, которым следует пользоваться при создании подобных композиций как СОТС в частности является то, что рост поверхностно-активных свойств неионогенных и ионогенных ПАВ тем выше, чем больше разность в значении критической концентрации мицеллообразования (ККМ) исходных компонентов. Особенностью лигносульфонатов является необратимость образования полимеризатов при условии высокой температуры и понижении показателя pH. Недопустимость столь глубокой полимеризации связана с тем, что полученные таким путем продукты с очень высокой молекулярной массой выпадут из раствора СОТС, создавая трудноудаляемые органические отложения. В целом это приводит к изменению качественного состава при возрастании доли менее полимерных фракций в СОТС и снижению вязкости, приводя к потере ее оптимального значения. Также полимеризация сопровождается отщеплением функциональных групп или структурных элементов, приводящим к новообразованию летучих органических веществ, главным представителем которых является уксусная кислота. Посколь-

ку процесс MAO реализуется в определенном динамическом режиме, то рост давления интенсифицирует окислительно-деструкционные реакции и кислотность конденсатов резко возрастет. Для исключения подобного поведения требуется создание достаточно узкого коридора зоны показателя pH равного 7,5...8,5. Это обеспечивается использованием при подготовке концентрата СОТС операции этерификации и модифицирования за счет присутствия триэтаноламиновых эфиров синтетических жирных кислот (СЖК) фракции  $C_7-C_9$ .

С целью установления эффективности MAO при использовании различных составов СОТС, были предложены и экспериментально исследованы химические составы (таблица 1), физико-химические свойства которых представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Химический состав СОТС на основе лигносульфонатов

Компонент	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Триэтаноламиновые эфиры СЖК фракции $C_7-C_9$	65	70	75
Лигносульфонат	7,5	10	12,5
Нитрит натрия	2	2	2
КОН	2	2	2

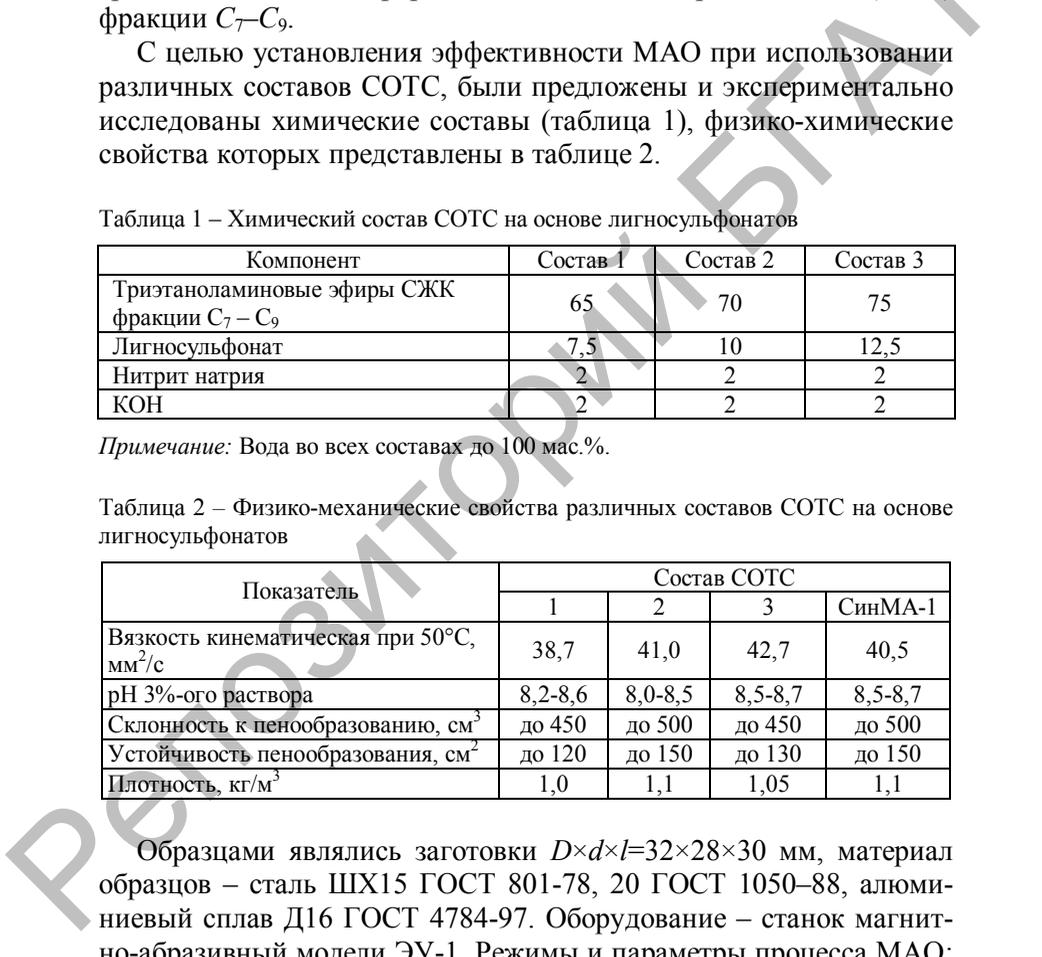
Примечание: Вода во всех составах до 100 мас.%.  


Таблица 2 – Физико-механические свойства различных составов СОТС на основе лигносульфонатов

Показатель	Состав СОТС			
	1	2	3	СинМА-1
Вязкость кинематическая при 50°C, мм <sup>2</sup> /с	38,7	41,0	42,7	40,5
pH 3%-ого раствора	8,2-8,6	8,0-8,5	8,5-8,7	8,5-8,7
Склонность к пенообразованию, см <sup>3</sup>	до 450	до 500	до 450	до 500
Устойчивость пенообразования, см <sup>2</sup>	до 120	до 150	до 130	до 150
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1,0	1,1	1,05	1,1

Образцами являлись заготовки  $D \times d \times l = 32 \times 28 \times 30$  мм, материал образцов – сталь ШХ15 ГОСТ 801-78, 20 ГОСТ 1050-88, алюминиевый сплав Д16 ГОСТ 4784-97. Оборудование – станок магнитно-абразивный модели ЭУ-1. Режимы и параметры процесса MAO: величина магнитной индукции  $B=0,9$  Т; скорость резания

$V_p=2,1-2,4$  м/с; скорость осцилляции  $V_o=0,2$  м/с; амплитуда осцилляции  $A=1-3$  мм; коэффициент заполнения рабочего зазора,  $K_3=1$ ; величина рабочего зазора  $\delta=1$  мм при его концентричности; время обработки  $t=180$  с. Исходная шероховатость образцов,  $Ra_1=1,6-2,0$  мкм. В качестве ферроабразивного порошка применялся ФТ-2, размерность зерна,  $\Delta=200/315$  мкм. СОТС – СинМА-1 ТУ 38.5901176–91, 3% водный раствор (базовый), составы 1, 2 и 3 (таблица 1), расход СОТС – 60 мл/мин. Производительность процесса оценивалась по величине удельного массового съема,  $mg/cm^2 \times min$ . Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Производительности процесса MAO при различных видах СОТС

Вид СОТС	Величина удельного массового съема обрабатываемых материалов, $mg/cm^2 \cdot min$		
	ШХ15	Д16	сталь 20
СинМА-1	10,31	6,25	12,35
Состав 1	6,12	4,78	8,07
Состав 2	10,55	7,39	11,74
Состав 3	7,44	5,31	7,98

Анализ полученных результатов показывает, что новый состав СОТС для MAO деталей машин из сталей 20 и ШХ15, а также алюминиевого сплава Д16 на основе триэтаноламиновых эфиров СЖК фракции  $C_7 - C_9$  и лигносульфонатов технических, которые характеризуется доступностью исходных материалов, простотой технологического процесса изготовления и эффективностью использования. Товарная стоимость концентрата нового вида СОТС в 2-3 раза ниже по отношению к стоимости СинМА-1. Уровень удельного массового съема при MAO образцов для состава СОТС 2 по сравнению с СинМА-1 составил: для стали ШХ15 – 102%; для стали 20 – 95%; для алюминиевого сплава Д16 – 118%.

#### Список использованной литературы

1. Маталин, А. А. Технологические методы повышения долговечности деталей машин / А. А. Маталин. – Минск: Тэхніка, 1971. – 144 с.
2. Миронов, А. М. Повышение эффективности магнитно-абразивной обработки зубчатых колес механическим уплотнением

ферроабразивного порошка в рабочей зоне : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / А. М. Миронов. – Минск : 2007. – 153 л.

3. Киселев, Ю. М. Химия координационных соединений / Ю. М. Киселев – М.: Интеграл-Пресс, 2008. – 728 с.

4. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1 : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. – 10-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. — 215 с.

**Abstract.** A formulation and composition of a lubricating-cooling technological agent based on technical lignosulfonates for magnetic abrasive processing of parts made of steels and aluminum alloys is proposed. It has been established that the proposed composition of the lubricating-cooling technological equipment is not inferior to or superior to the existing ones in terms of the combination of characteristics.

УДК 336.5

**Михайловский Е.И.**, кандидат экономических наук, доцент  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВОВ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

*Аннотация.* Предложена методика формирования системы резервов снижения затрат материальных ресурсов для повышения эффективности экономики предприятий.

Потенциальные возможности – резервы снижения затрат и повышения эффективности использования материальных ресурсов образуют систему, элементы которой находятся между собой в определенных качественных и количественных соотношениях [1, 2].

Систему резервов условно можно подразделить на две образующие территориальную подсистему резервов основные группы: группу резервов, реализуемых производителями и образующих