

окно и устанавливают контейнер горизонтально на опорах. Затем закрепляют на ферромагнитной образующей по середине контейнера устройство для намагничивания и включают его через генератор импульсов в промышленную сеть электрического тока, при этом устройство для намагничивания получает импульсы электрического тока от генератора импульсов и осуществляет импульсное намагничивание образующей, которая в свою очередь оказывает импульсное магнитное воздействие на магнитную жидкость с абразивным наполнителем в виде зёрен сообщая таким образом ферромагнитной матрице с зёрнами абразива периодическое движение с ускорением, в процессе которого происходит контакт абразивных зёрен с поверхностью обрабатываемых деталей с приложением усилия, при этом зёрна абразива осуществляют микрорезание и съём металла с поверхности обрабатываемых деталей.

1. Патент на полезную модель ВУ (11) 5833, МПК (2009), В 08В 7/00, F 28G 7/00, опубл. 2009.12.30.

2. Парселл Э. Электричество и магнетизм. - М.: Наука, 1975. - 438 с.

3. В.Е. Фергман Магнитные жидкости - Минск «Вышэйшая школа», 1988.-182 с.

УДК 621.923

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОТС НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДЛЯ МАО ДЕТАЛЕЙ МАШИН

А.В. ИГНАТЧУК

Научные руководители - доцент, к.т.н. Л.Е. СЕРГЕЕВ;

доцент, к.т.н. Т.К. РОМАНОВА

Одним из эффективных и экономически доступных способов повышения производительности процессов резания при обработке поверхностей деталей машин является применение смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС). Современные СОТС представляют собой многокомпонентные композиции, в состав которых входят соответствующие присадки, обладающие целенаправленным действием [1-2].

При магнитно-абразивной обработке (МАО) в роли режущего инструмента выступает ферроабразивная «щетка», которая представляет собой множественно взаимосвязанных цепочек из частиц

ферроабразивного порошка (ФАП). Данная «щетка», прижимаясь к обрабатываемой поверхности и удерживаясь в рабочем пространстве силами электромагнитного поля (ЭМП), осуществляет съём материала. Чтобы уменьшить или полностью предотвратить «засаливание» режущего инструмента и обрабатываемой поверхности детали стружкой и другими отходами обработки (шлам), а также уменьшить силы трения при резании и отвести тепло, применяют СОТС.

Использование СОТС при МАО позволяет достичь заданные характеристики макро- и микрогеометрии поверхностного слоя этих изделий, и следовательно, повышает качество и производительность обработанных изделий. Высокой смазывающей, охлаждающей и диспергирующей способностью обладают СОТС, содержащие в своем составе полимерные соединения типа солей и эфиров сульфатов. При их механическом разрушении макромолекулы полимерсодержащих компонентов образуют свободные макрорадикалы, которые имеют высокую реакционную способность к металлам. Повышение пластичности металлов характеризуется взаимодействием ювенильных поверхностей с продуктами механической деструкции полимерных цепей. Согласно [3], максимальное значение вышеуказанной способности СОТС достигаются при определенном процентном содержании полимеров в их составе. Увеличение его содержания приводит к росту вязкости и возможности гелеобразования, что снижает высокоэффективную обработку методом МАО, из-за падения коллекторских свойств «щетки». Уменьшение содержания полимеров связывается с изменением степени давления и фильтрации, и соответственно не обеспечивает производительность и качества обработки. Воздействие тепловой деструкции полимерной цепочки приводит к интенсивному разрушению макромолекул полимера и образованию свободных макрорадикалов, которые взаимодействуют, как указывалось ранее, с поверхностью металла. Это уменьшает его поверхностную энергию и создает необходимые условия для перемещения и зарождения дислокаций. Быстрое насыщение структуры металла дислокациями делает неустойчивым поверхностный слой и увеличивает скорость диспергирования материала.

Процесс резания материалов носит отличительный характер по сравнению с вышеуказанными и по данной причине требует детального исследования при использовании лигносульфонатов как одного из компонентов СОТС. Правило, которым следует пользоваться при создании подобных композиций и 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. Поскольку 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 С₇ – С₉. Это является следствием образования более сложных ассоциатов, обладающих сильно возросшим электрокинетическим потенциалом.

Поскольку лигносульфонаты по причине возможностей изменения молекулярно-массового распределения фракций обладают высокой функциональной зависимостью вязкости, то в роли стабилизатора композиции выступают триэтаноламиновые эфиры СЖК фракции С₇–С₉.

Макромолекулы при термовоздействии, в ходе протекания MAO, переходят из гибкой структуры в жесткую. С целью установления эффективности MAO, при использовании различных составов СОТС, были проведены экспериментальные исследования (таблица 1 и 2).

Таблица 1 – Химический состав СОТС на основе лигносульфонатов, исследованных при MAO

№ п/п	Компонент	Состав 1	Состав 2	Состав 3
1	Триэтаноламиновые эфиры	65,0	70,0	75,0

	СЖК фракции С ₇ – С ₉			
2	Лигносульфат	7,5	10,0	12,5
3	Нитрит натрия	2,0	2,0	2,0
4	КОН	2,0	2,0	2,0

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

Таблица 2 - Физико-механические свойства различных составов СОТС

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

Были проведены соответствующие исследования. Образцами являются заготовки $D \times d \times l = 32 \times 28 \times 30$ мм, материалы образцов – сталь ШХ15 ГОСТ 801-78, 20 ГОСТ 1050-88, алюминиевый сплав Д16 ГОСТ 21488-76. Оборудование – станок магнитно-абразивный модели ЭУ-1. Режимы и параметры процесса МАО приняты следующими: 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, $K_z=1$; 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.

Измерение шероховатости поверхности осуществлялось на профилографе-профилометре мод. 252-Калибр. Взвешивание образцов – на весах лабораторных ВЛТ-1 с точностью до 0,001 г. Производительность процесса – по величине удельного массового съема, мг/см²·мин. В качестве базового представлен состав СинМА-1 ТУ 38.5901176-91, 3% водный раствор. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость производительности процесса МАО при различных видах СОТС

Вид СОТС	Величина удельного массового съема обрабатываемых материалов, мг/см ² ·мин		
	ШХ-15	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

Примечание: расход СОТС – 60 мл/мин.

Объяснение уменьшению производительности обработки углеродистой стали 20 и алюминиевого сплава Д16 в отличие от стали ШХ15 предполагается в следующем:

Образование комплекса (Fe^+ - лигносульфонат - триэтаноламиновые эфиры СЖК фракции $\text{C}_7 - \text{C}_9$) приводит к падению величины рН раствора, наступлению коагуляции полимерных фракций лигносульфоната с растянутой во времени скрытой стадией [4]. Это является следствием связывания Fe^+ с лигносульфонатом в комплексное соединение и производства астабилизирующего действия, приводящего к нарушению устойчивости лиофильных коллоидов. Для того, чтобы нивелировать данные действия необходимым условием служит повышение расхода партии СОТС в среднем на 50% и использование фракций лигносульфонатов с низкой молекулярной массой.

Стабильное сложное образование в виде гексааква алюминиевых гидратов также вызывает понижение рН при росте сорбирующего алюминиевого шлама и сохранении водорастворимости. Однако, повышение температуры в зоне обработки и динамический фактор приводит к созданию единого агрегата через отдельные фрагменты лигносульфонатов и триэтаноламиновых эфиров. Следует отметить, что данные агрегатированные соединения имеют так называемую «рыхлую» структуру, вследствие чего с большой легкостью по причине высокой реакционной способности диффундируют на поверхность частиц ФАП, придавая им сизый оттенок, наблюдаемый визуально. В случае изготовления концентрата СОТС с использованием как из низкомолекулярных фракций лигносульфоната, так и из высокомолекулярных возможности внесения каких – либо изменений практически отсутствуют. Однако введение в зону обработки слабощелочного (1,5–2%) раствора NaOH показывает, что композиция лигносульфоната алюминия, имеющая склонность к гелеобразованию, со сплошной структурой стабилизируется

путем повышения показателя рН и протекания протолитических реакций. В результате при росте рН образуется нейтральное

соединение $Al(H_2O)_3(OH)_3$, у которых в отличие от гексаакваалюминиевых гидратов процесс конденсации значительно замедлен и поэтому режущая стойкость частиц ФАП повышается. Также отмечается, что введение слабощелочного раствора приводит к возрастанию объема пенного столба, который не отличается особой устойчивостью.

Вместе с тем, во-первых, сохранение в зоне обработки требуемого узкого диапазона pH носит крайне вероятностный характер, во-вторых, наличие раствора NaOH вызывает появление интенсивных пятен и очагов коррозии на оборудовании, что требует повышенное содержание в СОТС ингибиторов коррозии типа нитрита натрия ГОСТ 199906-74, для производства которого требуется только высший сорт нитрата натрия ГОСТ 828-77, а сам нитрит натрия является токсичным продуктом с экологической точки зрения.

При взаимодействии лигносульфонатов с соединениями Сг при $t=20^{\circ}C$ и выше образуются хелатные комплексы. Однако при использовании соединений Сг вязкость раствора не возрастает, что указывает на отсутствие процесса гелеобразования. Поскольку в технических лигносульфонатах всегда присутствуют моносахариды, то они активно вступают в реакцию с бихроматами, образуя щавелевую кислоту, диоксид углерода и воду. Также, если массовая доля сухих веществ ниже 40% , молекулярная масса фракции менее 10000 и водный раствор концентрата СОТС не превышает 5%, то эффективность использования подобных составов, а также их стабильность находится на высоком уровне.

Вывод: в результате проведенных исследований предложен новый состав СОТС для финишной обработки деталей машин из черных и алюминиевых сплавов на основе триэтаноламиновых эфиров СЖК фракции С₇-С₉ и технических лигносульфонатов ЛСТ, 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. Шероховатость образцов после MAO в среднем для состава СОТС 2 и СинМА-1 составляет:

- ШХ15: 0,05 – 0,1 и 0,07 – 0,09;
- Сталь 20: 0,2 – 0,3 и 0,1 – 0,2;
- Алюминиевый сплав Д16: 0,08 – 0,12 и 0,05 – 0,1.

1. Хомич Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий. Мн.: БНТУ, 2006, 200с.
2. Бобров В.Ф. Основы теории резания. М.: Машиностроение, 1975, 344с.
3. Никифоров И.П. Условия стружкообразования при шлифовании // Инструмент и технологии №2.
4. Трение, износ и смазка (трибология и триботехники) / под. общ. ред. Ф.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 2003, 576с.

УДК 621.923

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ И ПРОВОЛОКИ

Е.С. ГЛОБА

*Научные руководители - доцент, к.т.н. Л.Е. СЕРГЕЕВ;
ассистент Е.В. СЕНЧУРОВ*

При изготовлении деталей машин одним из важных факторов выполнения технологического процесса является качество поверхности заготовок для последующей обработки. Предъявляемые при этом требования следующие: отсутствие заусенцев, трещин, расслоений, остатков смазочного материала, а также чистота и гладкость поверхности. Однако даже подготовленные к дальнейшей механической обработке или нанесению покрытий заготовки подвергаются агрессивному воздействию окружающей среды (температурные перепады, влажность и т.д.) при длительной транспортировке или хранении. Грунтование поверхности заготовок с целью предотвращения отрицательных последствий коррозии способно защитить их на 25-30 суток в условиях складских помещений и на 5-15 суток на открытых площадках [1].

В настоящее время разработан метод магнитно-абразивной обработки (МАО) и оборудование для его реализации [2, 3, 4]. Его основная особенность заключается в наличии подвижно-координированного зерна в связке инструмента, обусловленного присутствием магнитного поля (МП) в отличие от жесткого закрепления при шлифовании и свободного – при полировании. Величина размерного съема в зависимости от вида обрабатываемого материала и подаваемого на катушки соленоидов электромагнитной системы тока составляет от 5 до 50 мкм. Образование краевых условий, присущих МП, приводит к увеличению воздействия ферроабразивного порошка (ФАП) на границе раздела сред