

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУСИНТЕТИЧЕСКИХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Л.М. АКУЛОВИЧ, Л.Е. СЕРГЕЕВ, М.А. ЗАЛУЦКИЙ

**Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Беларусь**

Важнейшим требованием к смазочно-охлаждающим технологическим средствам (СОТС) при магнитно-абразивной обработке (МАО) является удаление из зоны обработки шлама, состоящего из продуктов диспергирования обрабатываемого материала и износа ферроабразивных зерен. Применение синтетических СОТС и эмульсолов для МАО характеризуется снижением интенсивности процесса резания из-за засаливания режущей кромки инструмента. Альтернативой указанным СОТС являются полусинтетические с кинематической вязкостью (30÷40) сСт, и добавкой нефтяного масла до 10 %.

Применение СОТС при финишной абразивной обработке поверхностей деталей решает ряд задач, основными из которых являются: уменьшение температуры в зоне обработки, снижение шероховатости обработанной поверхности, удаление продуктов диспергирования материала из зоны резания. Рекомендации по применению СОТС того или иного состава носят, как правило, эмпирический характер, базирующийся на конкретных условиях абразивной обработки. Однако, несмотря на большое количество разработанных составов СОТС, задача прогнозирования их использования для МАО во многом еще не решена.

При магнитно-абразивной обработке важнейшей функцией СОТС является удаление из зоны обработки и с поверхности детали пленки шлама, состоящей из продуктов диспергирования материала и частиц износа и разрушения зерен ферроабразивного порошка (ФАП). Проблема реализации указанной функции состоит в неуправляемом изменении свойств СОТС под действием нестационарного электромагнитного поля (ЭМП).

Механизм действия ЭМП на СОТС при МАО представляется следующим образом: в СОТС происходит разрушение агрегатов, состоящих из субмикронных ферромагнитных частиц Fe, находящихся в определенной концентрации, которая по мере увеличения продолжительности процесса МАО возрас-

тает, так как зерна ФАП обладают ферромагнитной матрицей. Подобное разрушение агрегатов приводит к резкому повышению центров кристаллизации масляных глобулей и формированию на поверхности ферроабразивных частиц пузырьков газов микронных размеров, обеспечивая газлифтный эффект. В результате разрушения агрегатов парафинированные масляные глобули выпадают в виде тонкодисперсной и объемной взвеси, осаживаемой на микрорельефе зерен ФАП. Определенную роль при этом играет повышение температуры в зоне обработки, но решающим фактором более быстрого засаливания ФАП при МАО, в отличие от шлифования, выступает значительное ускорение коагуляции и коалесценции масляных глобулей под действием ЭМП.

В настоящее время для МАО в качестве СОТС применяются эмульсии на основе эмульсолов ЭТ, ЭГТ, Э-2. Однако, наличие грубодисперсной ((1,0 ÷ 0,1) мм) фазы таких эмульсий приводит к прекращению фильтрации СОТС ферроабразивной «щеткой» [1]. Движение СОТС под влиянием градиента давления производится вынужденным путем через нерегулярно расположенные поры между частицами ФАП. Нерегулярность порового распределения обусловлена морфологией частиц ФАП и их перемещением относительно обрабатываемой поверхности детали в трех координатных плоскостях, что обеспечивает перекрытие порового пространства как функции от времени. Это приводит к изменению проницаемости СОТС по причине изменения сопротивления ФАП, в том числе и гидравлического, которое в свою очередь определяется течением СОТС в капиллярах пористой среды [2, 3]. Интенсивность накопления субстрата обработки после МАО зависит от соотношения частиц субстрата и поровых сужений (горло поры). В случае если характерный размер частиц субстрата больше характерного размера порового сужения, то частицы оседают на поверхности ФАП, образуя внешнюю фильтрационную корку с отсутствием проницаемости. В массе порошка имеет место расслоение СОТС, масляная составляющая концентрируется в зоне обработки и на поверхности детали, увеличивает вязкость и прочность пленки. В итоге снижается интенсивность процессов резания и выглаживания обработанной поверхности, а также затрудняется ее очистка-мойка.

Поэтому следующим фактором подбора СОТС для МАО является уменьшение вязкости, но это приводит при сохранении развитого микрорельефа частиц ФАП, к падению диспергирующей и смазывающей способностей. Исследованиями [4] установлено, что наиболее приемлемой заменой СОТС с высокой вязкостью является введение в их состав поверхностно активных веществ (ПАВ) на базе гликолей. Однако синтетические СОТС СинМА-1 и СинМА-2, ТУ 38.5901176-91, изготовленные на основе

ПАВ и синтетических жирных кислот, обладая рядом положительных свойств, при своем использовании не обеспечивают такой производительности, как эмульсии, что приводит к повышенному износу частиц ФАП режущего контура. Стоимость данных СОТС ввиду резкого удорожания их компонентов в современных условиях оказывается достаточно высокой, что снижает конкурентоспособность изделий, поверхности которых обработаны методом МАО.

Требуемыми свойствами обладают представители полусинтетических СОТС, которые в своем составе имеют некоторое количество нефтяных масел. Примером эффективного использования полусинтетических СОТС при МАО является применение Аквапол-1 ТУ 38.1011061-86, диапазон значений кинематической вязкости которых составляет $(30 \div 40)$ сСт и в состав которого входят $5 \div 10$ % нефтяного масла [1]. Полусинтетические СОТС позволяют ограничить использование нефтепродуктов. К достоинствам полусинтетических СОТС относятся более высокие охлаждающая способность и пожаробезопасность, меньшая токсичность, низкая стоимость. Кроме того, они в полной мере отвечают современным требованиям производства и представляют собой равноценную замену эмульсиям, широко применяемым в различных отраслях машиностроения, в том числе и для МАО [5].

Таким образом, в качестве СОТС для МАО рекомендуется использовать класс полусинтетических СОТС, в состав которых входит небольшое количество (до 10%) нефтяных масел. Применение таких СОТС при МАО позволяет обеспечить стабильность моющих свойств при увеличении диспергирующей способности, что позволяет осуществлять МАО различных материалов при учете ковариантности свойств ФАП и СОТС и отсутствии накопления субстрата обработки после МАО.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулович, Л. М. Магнитно-абразивная обработка сложнопрофильных поверхностей деталей сельскохозяйственных машин / Л. М. Акулович, Л. Е. Сергеев. – Минск : БГАТУ. – 2019. – 272 с.
2. Швидлер, М. И. Статистическая гидродинамика пористых сред / М. И. Швидлер. – М. : Недра. – 1985. – 288 с.
3. Куршин, А. П. Гидравлическое сопротивление насыпных слоев при фильтрации жидкости / А. П. Куршин, Л. В. Гусева // Теплоэнергетика. – 1989. – № 9. – С. 51.
4. Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости для магнитно абразивной обработки металлов : а. с. № 1300931 СССР / Б. С. Шаповал, И. Б. Фролова, И. С. Гирняк, Н. Я. Скворчевский // Открытия. Изобретения. – 1985. – № 1. – 3 с.
5. Astakhov V.P., Joksch S. Metalworking fluids (MWFs) for cutting and grinding – Woodhead Publishing Limited. – 2012. – 424 p.