

УДК 621.923

Толочко Н.К., доктор физико-математических наук, профессор;
Сергеев К.Л., ассистент

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

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИОННЫХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

***Аннотация.** Изучены структурные особенности водомасляных эмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей, модифицированных высокодисперсными углеродными материалами. Показано, что эти особенности связаны со сложным характером взаимодействий одно- и разнородных элементов дисперсной фазы. Рассмотрены разновидности таких взаимодействий.*

При обработке металлов резанием широко применяются водомасляные эмульсионные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые обладают рядом функциональных свойств (смазывающих, охлаждающих, моющих, режущих), проявляющихся в соответствующих действиях СОЖ на процесс резания. Они представляют собой эмульсии типа «масло в воде», которые получают разбавлением водой эмульсолов (концентратов эмульсии).

В последние годы для повышения эффективности резания эмульсионные СОЖ модифицируют высокодисперсными углеродными материалами, в частности, углеродными нанотрубками (УНТ) и графитом. Улучшающее влияние углеродных модификаторов на процесс резания объясняют разными причинами. Так, считается, что введенные в СОЖ углеродные частицы микронных или субмикронных размеров:

1) приводят к снижению степени контактирования трущихся поверхностей, воспринимая на себя контактные нагрузки и повышая несущую способность формирующейся смазочной пленки [1, 2];

2) легко проникает в микропоры и при высоких значениях давления и температуры резания способен реагировать с железом, образуя карбиды железа, в результате чего на обрабатываемой поверхности детали образуется слой с высокой твердостью, но с низким коэффициентом трения [3];

3) увеличивают теплопроводность СОЖ и тем самым обеспечивают усиление теплоотвода из зоны резания [4, 5];

4) активизируют поверхностно-активные вещества СОЖ, молекулы которые сорбируются на частицах и при этом приобретают ориентацию, благоприятную для последующего взаимодействия с трущимися поверхностями в зоне контакта [5, 6].

5) оказывают действие на СОЖ, обусловленное наличием электрического заряда: силовое поле частиц формирует структурно-ориентированный слой диэлектрической компоненты СОЖ, толщина которого может быть довольно большой, соизмеримой с толщиной граничного слоя смазки [7, 8].

Все эти причины связаны с проявлениями свойств индивидуальных частиц модификаторов без учета роли их возможного взаимодействия с каплями масла. В связи с этим особый интерес представляют результаты экспериментальных исследований по токарной обработке стальных деталей, выполненных в работе [9].

Исследования показали, что введение углеродных модификаторов в СОЖ приводит к повышению производительности обработки и снижению шероховатости обработанной поверхности. Исходная СОЖ представляла собой 5%-ую водную эмульсию, приготовленную на основе специально разработанного концентрата, содержавшего отходы масложирового производства вместо обычно применяемых нефтяных масел. В качестве модификаторов служили порошок углеродного наноматериала в виде конгломератов УНТ (синтезирован в НПП «Перспективные исследования и технологии», Беларусь) и порошок технического графита (ТГ) марки ГК-2. В ходе исследований было обнаружено, что улучшающее действие модификатора на процесс обработки усиливается с повышением дисперсности масляной фазы эмульсии. При этом было сделано предположение о том, что такое совместное влияние модификатора и масляной фазы может быть обусловлено особым характером взаимодействия частиц модификатора и масляных капель. Закономерности этого взаимодействия до сих пор не изучены.

В данной статье представлены предварительные результаты экспериментального исследования структурных особенностей водомасляных эмульсионных СОЖ, модифицированных высокодисперсными углеродными материалами. Методика приготовления модифицированных образцов СОЖ была аналогично той, которая использовалась в работе [9]. Сначала готовили водные суспензии на основе модификаторов, которые подвергали механическому перемешиванию и ультразвуковому диспергированию, после чего вводили в них эмульсол и приготовленные таким образом смеси суспензии и эмульсии вновь перемешивали и диспергировали. В результате получались сложные твердожидкие системы комбинированного эмульсионно-суспензионного типа.

Структурные особенности полученных образцов модифицированных СОЖ изучали с помощью компьютерного микроскопа с разрешающей способностью не хуже 0,5 мкм (ЧНПУП «Спектравтоматкомплекс», Беларусь) и программного комплекса обработки и анализа изображений «AutoScanStudio» (ЗАО «Спектроскопические системы», Беларусь). Элементы дисперсной фазы имели следующие размеры: индивидуальные капли масла – 1–5 мкм, индивидуальные частицы (агломераты) УНТ – 0,8–2 мкм, индивидуальные частицы ТГ – 2–5 мкм. Были выявлены следующие типы структурных формирований, состоящих как из однородных, так и разнородных элементов дисперсной фазы (рис. 1):

- тип 1 – одиночные капли масла;
- тип 2 – одиночные частицы модификатора;
- тип 3 – агрегаты капель масла (скопления соприкасающихся капель масла; обычно содержат до 10, а иногда и более капель);
- тип 4 – агрегаты частиц модификатора (скопления соприкасающихся частиц; обычно содержат 2–3, а иногда и более частиц);
- тип 5 – агрегаты капель масла и частиц модификатора (вариант 1) – одиночная капля масла соприкасается с одиночной частицей модификатора;
- тип 5 – агрегаты капель масла и частиц модификатора (вариант 2) – несколько капель масла (обычно 2–3 капли) соприкасаются с одиночной частицей модификатора;
- тип 5 – агрегаты капель масла и частиц модификатора (вариант 3) – одиночная капля масла соприкасается с несколькими частицами модификатора (обычно 2–3 частицы);

- тип 5 – агрегаты каплеь масла и частиц модификатора (вариант 4) – совмещенные агрегаты каплеь масла и агрегаты частиц модификатора (скопления соприкасающихся каплеь масла и частиц модификатора; обычно содержат до 10, а иногда и более каплеь и 2–3 частицы);

- тип 5 – агрегаты каплеь масла и частиц модификатора (вариант 5) – одиночная частица модификатора расположена внутри капли масла;

- тип 5 – агрегаты каплеь масла и частиц модификатора (вариант 6) – несколько частиц модификатора (обычно 2–3 частицы) расположены внутри капли масла.

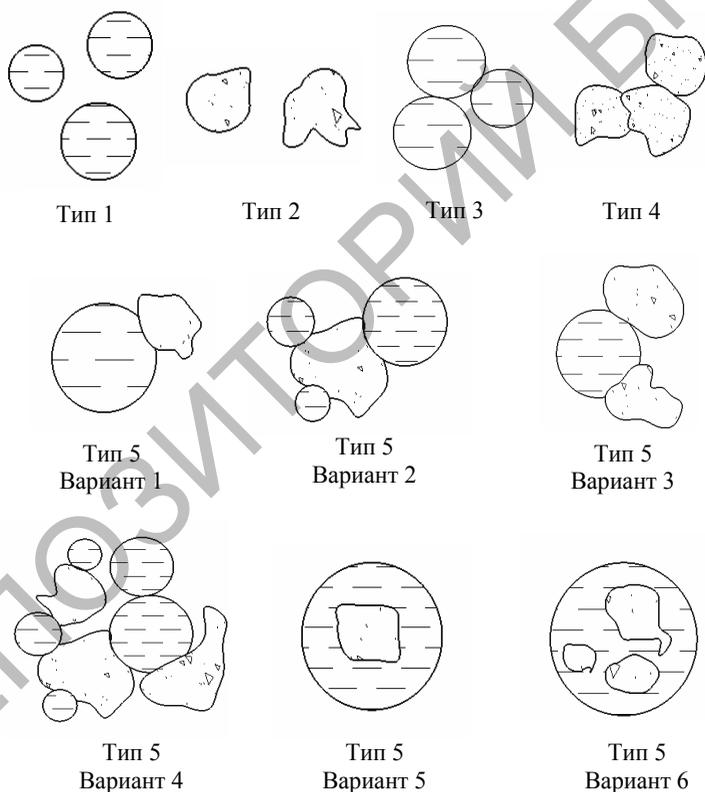


Рисунок 1 – Разновидности структурных формирований из элементов дисперсной фазы эмульсионных СОЖ, модифицированных частицами

Среди всех этих структурных формирований особый интерес представляют формирования типа 5 (варианты 1–6), которые являются результатом взаимодействия частиц модификатора и масляных капель. В свою очередь, среди формирований типа 5 наиболее интересны варианты 5 и 6 – частицы модификатора, расположенные внутри капли масла. Можно предположить, что такие частицы, будучи окруженными масляной оболочкой, будут более легко проникать в зону резания и принимать стабильные положения непосредственной у обрабатываемой поверхности. Как следствие, они будут оказывать наибольшее влияние на процесс резания согласно рассмотренным выше причинам 1 и 2, а именно: повышению несущей способности смазочной пленки и упрочнению обрабатываемой поверхности за счет образования карбидных фаз. Что же касается вариантов 1–4 формирований данного типа, то, по-видимому, они в процессе резания, способствующем развитию интенсивных турбулентных течений в слое смазки, будут переходить в варианты 5 и 6. Действительно, наиболее вероятным является проникновение частиц в капли в тех случаях, когда они до этого уже соприкасались с каплями.

Список использованных источников

1. Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками: пат. 2417 253 РФ, МПК С10М 173/02 / А.А. Фомин, В.А. Мышкин. – Опубл. 27.04.2011.
2. Отчет по проекту № 2.1.2/5384 «Исследование и разработка научных основ процесса трения и износа твердых тел на граничном контакте в экстремальных условиях» аналитич. ведомств. целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2010 годы)». – В. Новгород, Новгородский гос. ун-т. 2009. – 92 с.
3. Белоус, В.И. Модифицирование смазочно-охлаждающих жидкостей при шлифовании труднообрабатываемых материалов / В.И. Белоус // Авиационно-космич. техника и технология. – 2011. – №7. – С. 66–70.
4. Фесенко, А.В. Повышение эффективности шлифования за счет использования новых технологий приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей / А.В. Фесенко, М.С. Степанов, Ю.Н. Любимый // Вестник СумГУ. Сер. «Тех. науки». – 2012. – №2. – С. 123–127.
5. Новиков, Н.В. Наноматериалы в технологиях механической обработки / Н.В. Новиков, С.А. Клименко, А.А. Бочечка. // Процессы механической обработки в машиностроении. Сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 13. – С. 153–170.

6. Никитин, В.А. Повышение износостойкости триботехнических узлов технологической системы при использовании наноструктурированных СОТС / В.А. Никитин, В.М. Петров, А.В. Федосов и др. // Инструмент и технологии. – 2008. – № 25. – С. 146–150.

7. Струк, В.А. Наноконпозиционные полимерные материалы и технологии / В.А. Струк, В.И. Кравченко // В кн.: Новые ресурсоберегающие технологии и композиционные материалы / Ф.Г. Ловшенко, Ф.И. Пантелеенко, А.Р. Рогачев и др. – М.: Энергоатомиздат; Гомель: БелГУТ, 2004. – 519 с.

8. Образцов, Л.Н. Наноалмазы в смазочных композициях // Вестник Полоцк. гос. ун-та. Сер. С. – 2010. – № 9. – С. 83–91.

9. Толочко, Н.К. Модифицирование смазочно-охлаждающих жидкостей углеродными высокодисперсными материалами / Н.К. Толочко, К.Л. Сергеев // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 9 июня 2016 г. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 143–147.

Abstract. The structural features of water-oil emulsion cutting coolant modified with highly dispersed carbon materials are studied. It is shown that these features are associated with the complicated interactions of homogeneous and non-homogeneous elements of the dispersed phase. The types of such interactions are considered.

УДК 621.923

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;

Сергеев Л.Е., кандидат технических наук, доцент;

Сенчуров Е.В., начальник отдела внедрения научно-технических разработок

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

ФЕРРОАБРАЗИВНЫЙ ПОРОШОК ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Аннотация. Предложен состав и технология изготовления ферроабразивного порошка (ФАП) для магнитно-абразивной обра-