

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

Сергеев К.Л.

*Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет»*

г. Минск, Республика Беларусь

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ УГЛЕРОДНЫМИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Аннотация. Исследовано влияние модифицирования водомасляных эмульсионных смазочно-охлаждающих жидкостей углеродными высокодисперсными материалами на эффективность обработки металлов резанием.

Ключевые слова: эмульсия, углеродный модификатор, дисперсность, резание, сьем металла, шероховатость.

Annotation. The effect of modifying the oil-water cutting emulsions by carbon highly dispersed materials on the metalcutting efficiency is investigated.

Keywords: emulsion, carbon modifier, dispersity, cutting, metal removal, roughness.

Введение. При обработке металлов резанием применяют различные по составу смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Наибольшее распространение имеют водомасляные эмульсионные СОЖ, обладающие рядом функциональных свойств (смазывающих, охлаждающих, моющих, режущих), которые проявляются в соответствующих действиях СОЖ на процесс резания. В основном используются водомасляные эмульсионные СОЖ типа «масло в воде», которые получают разбавлением водой эмульсолов (концентратов эмульсии). Эмульсолы имеют сложный состав: кроме минеральных масел, они содержат эмульгаторы – поверхностно-активные вещества (ПАВ), противоизносные, противозадирные и антипенные присадки, ингибиторы коррозии, бактерицидные добавки и другие компоненты.

В последние годы с целью повышения эффективности резания СОЖ модифицируют углеродными материалами, в частности, углеродными нанотрубками (УНТ) и графитом. Добавки УНТ и графита, введенные в эмульсионную СОЖ, снижают степень контактирования трущихся поверхностей, воспринимая на себя контактные нагрузки и повышая несущую способность формирующейся смазочной пленки [1, 2]. Также они увеличивают теплопроводность СОЖ и тем самым обеспечивают усиление теплоотвода из зоны резания [3, 4]. Графит 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 [5]. Углеродные наночастицы в СОЖ активизируют ПАВ – молекулы ПАВ сорбируются на наночастицах и при этом приобретают ориентацию, благоприятную для последующего взаимодействия с трущимися поверхностями в зоне контакта [4, 6]. Действие наночастиц на СОЖ обусловлено тем, что они обладают электрическим зарядом [7, 8]. Силовое поле наночастиц формирует структурно-ориентированный слой диэлектрической компоненты СОЖ, толщина которого может быть довольно большой, соизмеримой с толщиной граничного слоя смазки.

Влияние углеродных модификаторов СОЖ на процессы резания до сих пор изучено недостаточно. Исследования по этой тематике немногочисленны и в основном связаны с обработкой металлов шлифованием. В настоящей работе экспериментально исследовалось влияние модифицирования водомасляных эмульсионных СОЖ высокодисперсными углеродными материалами на эффективность лезвийной обработки металлов.

Основная часть. Исходная СОЖ представляла собой 5%-ую водную эмульсию, приготовленную на основе специально разработанного концентрата, который содержал отходы масложирового производства вместо обычно применяемых нефтяных масел [9]. 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.

На основе модификаторов готовили водные суспензии, которые подвергали механическому перемешиванию и диспергированию, после чего вводили в них концентрат и полученные таким образом смеси суспензии и эмульсии вновь диспергировали. Параллельно диспергировали водные эмульсии, не содержащие модификаторов. Диспергирование осуществляли с помощью УЗ диспергатора погружного типа по методике, аналогичной описанной ранее [9]. Средний размер масляных капель и частиц модификаторов определяли с помощью компьютерного микроскопа и программного комплекса обработки и анализа изображений.

Было приготовлено 3 пары образцов СОЖ с различными размерами масляных капель в каждой – приблизительно 5,4 и 1,2 мкм, из них одна пара содержала УНТ с размерами частиц приблизительно 2,2 мкм (СОЖ_{УНТ}), другая – ТГ с размерами частиц приблизительно 2,1 мкм (СОЖ_{ТГ}), третья пара была без модификаторов (СОЖ₀). Концентрация модификатора в СОЖ составляла 0,1 масс. %. Приготовленные образцы СОЖ использовали при токарной обработке цилиндрической поверхности деталей типа «вал» диаметром 40 мм (сталь 45) с начальной шероховатостью $Ra_0 \approx 8$ мкм (усредненное значение по всем деталям). Обработка велась на токарно-винторезном станке 16К20 резцом PCLNR3225P12 в СП «УНИБОКС» ООО (Беларусь). Режимы и параметры обработки: глубина резания 0,5 мм, подача 0,125 мм/об, скорость резания 80 м/мин, скорость вращения шпинделя 630 мин⁻¹, расход СОЖ 0,2 л/мин, длительность обработки 70 сек.

В ходе испытаний СОЖ определяли производительность обработки и шероховатость обработанной поверхности (показатели усредняли по результатам обработки 3 деталей для каждого из образцов СОЖ). Производительность обработки оценивали по скорости удельного массового съема металла $\Delta G_{y,0}$. Массовый съем определяли по разности масс деталей до и после обработки. Детали взвешивали на лабораторных весах ВК-1500. Шероховатость поверхности по параметру Ra определяли с помощью профилометра Mitutoyo SurfTest SJ-201. Уменьшение шероховатости в результате обработки оценивали по отношению Ra_f/Ra_0 , где Ra_f – шероховатость после обработки.

Результаты испытаний СОЖ представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний СОЖ

Типы образцов СОЖ	Размеры элементов дисперсных фаз, мкм		$\Delta G_{уд}$, г/см ² ·мин	Ra _f / Ra ₀
	масляные капли	частицы модификатора		
СОЖ _{УНТ}	5,4	2,2	6,83	0,58
	1,2	2,2	7,16	0,54
СОЖ _{ТГ}	5,4	2,1	8,43	0,59
	1,2	2,1	9,14	0,54
СОЖ _о	5,4	-	5,56	0,61
	1,2	-	5,85	0,58

Введение углеродных модификаторов в эмульсию СОЖ приводит к повышению производительности обработки и снижению шероховатости обработанной поверхности. Производительность обработки повышается, а шероховатость обработанной поверхности снижается также при повышении дисперсности масляной фазы эмульсии. Следует отметить, что с повышением дисперсности масляной фазы эмульсии улучшающее действие модификатора на процесс обработки становится заметнее. Такой более значительный эффект совместного влияния дисперсности масляной фазы и модификаторов может быть обусловлен особым характером взаимодействия масляных капель и частиц модификатора. Закономерности этого взаимодействия являются предметом дальнейших исследований.

Заключение. Экспериментально показаны возможности повышения эффективности лезвийной обработки металлов модифицированием СОЖ углеродными высокодисперсными материалами. Результаты выполненных исследований могут быть использованы при совершенствовании технологических процессов обработки металлов резанием.

Список использованной литературы

1. Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками: пат. 2417 253 РФ, МПК С10М 173/02 / А.А. Фомин, В.А. Мышкин. – Опул. 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. 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.

4. 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.

5. Белоус, В.И. Модифицирование смазочно-охлаждающих жидкостей при шлифовании труднообрабатываемых материалов / В.И. Белоус // Авиационно-космич. техника и технология. – 2011. – №7. – С. 66-70.

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. Нанокomпозиционные полимерные материалы и технологии / В.А. Струк, В.И. Кравченко // В кн.: Новые ресурсосберегающие 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., Сергеев, К.Л. Влияние дисперсности эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости на эффективность магнитно-абразивной обработки // Технология машиностроения. 2014. № 10. С. 31-35.