

УДК 621.923

**Сергеев К.Л.**, магистр технических наук  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

## **ЗАВИСИМОСТЬ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ ЭМУЛЬСИОННОЙ СОЖ ОТ ДИСПЕРСНОСТИ МАСЛЯНОЙ ФАЗЫ И ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ**

***Аннотация.** Экспериментально исследована зависимость краевого угла смачивания эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости от дисперсности масляной фазы и шероховатости поверхности.*

В настоящее время обработка лезвийным режущим инструментом является доминирующим методом формообразования деталей в машиностроении, эффективность которого в значительной мере определяется применением смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС). Наибольшую долю (до 95%) таких средств составляют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).

Применение СОЖ при обработке резанием приводит к улучшению качества поверхности, повышает производительность обработки, снижает деформацию деталей вследствие регулирования теплового режима, удаляет отходы обработки из зоны резания, что в дальнейшем способствует постоянному протеканию процесса течения [1]. В процессе резания СОЖ обладают комплексом функциональных свойств: смазывающее, охлаждающее, моющее, диспергирующее (режущее) [2].

Наибольшее влияние при обработке резанием на обрабатываемую поверхность оказывает смазывающее действие. Суть смазывающего действия СОЖ состоит в образовании граничной пленки, которая защищает поверхность контакта обрабатываемого и инструментального материалов от физико-химической и механической деструкции. Смазывающее действие важно как средство уменьшения термических напряжений в поверхностном слое пластичных

материалов, которые могут приводить к появлению дополнительных дефектов в обработанной поверхности.

Исходя из положений теории П.А. Ребиндера, можно сформулировать требования к физико-механическим свойствам сред, применяемых с целью интенсификации процессов механической обработки. СОЖ необходимо обладать высокой скоростью растекания, соизмеримой со скоростью образования микросколов при резании, для чего они должны иметь низкое поверхностное натяжение [3,4]. Чем ниже поверхностное натяжение СОЖ, тем стабильнее система. Смачивание жидкостью поверхностей заготовки и инструмента является необходимой предпосылкой для проявления смазывающего действия СОЖ, которое влияет на проникновение жидкости в зону резания, на размер эффективной площади теплопереноса при охлаждении, зависящее от материала и микрогеометрии поверхности, химического состава жидкости, наличия микронеровностей и трещин на обрабатываемой поверхности. Оценка степени смачивания по поверхностному натяжению жидкости на границе раздела фаз «тело-жидкость» выполняется по краевому углу смачивания.

Значительное влияние на смачивание поверхностей СОЖ оказывает микрорельеф поверхности. Подобное влияние можно объяснить тем, что на поверхности с меньшей шероховатостью СОЖ проникает в углубления поверхности подобно тому, как она всасывается в смачиваемые ею капилляры и вследствие чего улучшается смачивание поверхностей [5]. Большое значение имеет также и увеличение вязкости жидкостей в различных технологических процессах. Так по ряду экспериментов, проводившихся с разными видами СОЖ, вязкость эмульсий зависит от их дисперсности, т.е. от размеров капель дисперсной фазы, что в свою очередь приводит к увеличению смазывающего действия СОЖ [6,7].

Цель исследования – произвести оценку изменения краевых углов смачивания в зависимости от дисперсности водомасляных эмульсионных СОЖ и шероховатости обработанной поверхности.

Для экспериментальных исследований применялась 5%-ая водная эмульсия СОЖ, приготовленная на основе концентрата, в состав которого входят отходы масложирового производства [8].

Для проведения экспериментов эмульсии СОЖ подвергали ультразвуковому (УЗ) диспергированию. Диспергирование осуществляли с помощью низкочастотного ультразвукового диспергатора погружного типа (производство БГУИР, Беларусь) по методике аналогичной описанной ранее [8]. Для определения среднего размера масляных капель использовали компьютерный микроскоп (производство ЧНПУП «Спектравтоматкомплекс», Беларусь) и специальную для обработки и анализа изображений «AutoScanStudio» (ЗАО «Спектроскопические системы», Беларусь).

Результаты экспериментов по диспергированию эмульсии СОЖ показаны в таблице.

Таблица – Результаты экспериментов по изменению среднего размера  $R_{\text{ср}}$  масляных капель СОЖ от длительности  $t$  ультразвуковой обработки

Эмульсия СОЖ	До обработки	10 мин	20 мин	30 мин	40 мин
$R_{\text{ср}}$ , мкм	5,36	3,77	2,60	1,96	1,33

Для измерения краевого угла смачивания использовали метод лежащей капли [9]. В основе метода – определение параметров профиля капли, лежащей на плоской поверхности твердого тела. Для измерения краевого угла смачивания был предложен комплекс устройств, структурная схема которого представлена на рисунке 1 [10].

Процесс измерения заключается в следующем. На столик устанавливают образцы материала Ст.3 ГОСТ 380-2005, имевших шероховатость  $R_a = 1,6; 1,25; 0,8$  мкм, измеренную предварительно при помощи профилометра-профилографа Mitutoyo SurfTest SJ-201 (Япония).

На поверхность пластин, которые предварительно обезжирили ацетоном, затем промывали спиртом и просушивали, формировались капли одинакового размера эмульсии СОЖ, диаметр которых составляли  $\approx 2$  мм. Далее каплю освещали лампой и ее профиль фиксировали при помощи фотоаппарата (Canon EOS 1200D). Изображение капли обрабатывали в CorelDraw при помощи которой производили измерения краевых углов смачивания эмульсии СОЖ различной дисперсности. Для каждого из образцов эмульсии формировали по несколько капель и фотографировали их по два-три

раза во избежание погрешности. Полученные данные обрабатывали статистически.

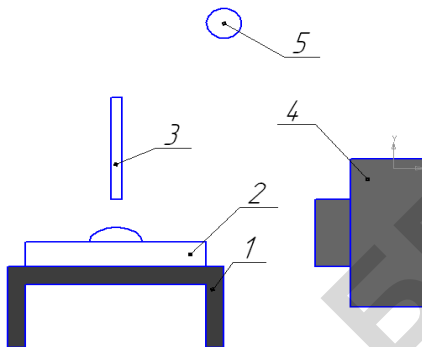


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса устройств для определения краевого угла смачивания: 1 – столик, 2 – образцы материала (пластины), 3 – устройства формирования капли (шприц), 4 – фотоаппарат, 5 – источник света (лампа)

Результаты экспериментальных исследований показаны на рисунках 2 и 3.



Рисунок 2 – Образец из Ст.3 с нанесенным на его поверхность каплей водомасляной эмульсионной СОЖ ( $R_d = 1,6$  мкм)

Смачивающее действие СОЖ возрастает прямо пропорционально увеличению дисперсности. Изменение краевых углов от шероховатости в отношении различных СОЖ носит линейный характер. Исходя их полученных результатов, можно сделать вывод, что повышение дисперсности масляной фазы водомасляных эмульсионных СОЖ оказывает существенное влияние на изменение крае-

вого угла смачивания. По мере увеличения дисперсности СОЖ и уменьшения микрорельефа обрабатываемого материала эффект смачивания становится более заметным.

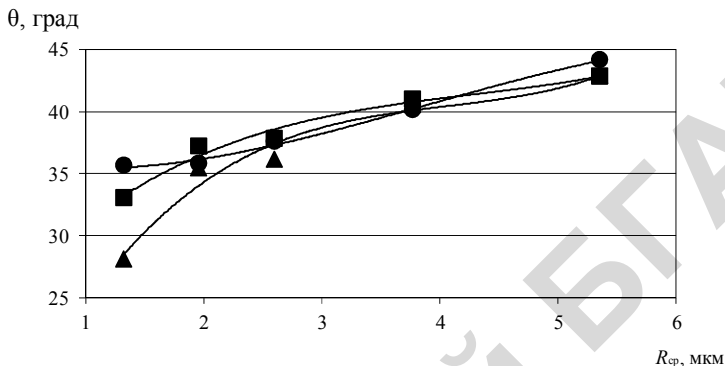


Рисунок 3 – Зависимость изменения краевого угла смачивания  $\theta$  от среднего размера масляных капель эмульсии СОЖ: ● – для пластины с  $R_a = 1,6$  мкм, ■ – для пластины с  $R_a = 1,25$  мкм, ▲ – для пластины с  $R_a = 0,8$  мкм

Полученные экспериментальные результаты могут быть использованы для улучшения функциональных свойств СОЖ при их использовании в процессах обработки металлом резанием.

#### Список использованных источников

1. Латышев, В.Н. Повышение эффективности СОЖ / В.Н. Латышев. - М.: Машиностроение, 1975. – 89 с.
2. Худобин, Л.В. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: справочник / Л.В. Худобин – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.
3. Зимон, А.Д. Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон. – М.: Химия, 1974. – 413 с.
4. Абрамзон, А.А. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества: справочник / А. А. Абрамзон, Е. Д. Щукин. – Л.: Химия, 1984. – 392 с.
5. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий – М.: Химия, 1975. – 512 с.

6. Виноградов, Д. В. Применение смазочно-охлаждающих технологических средств при резании металлов: учеб. пособие. Ч.1: Функциональные действия. / Д.В. Виноградов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 90 с.

7. Pal, R. Effect of Droplet Size on the Rheology of Emulsions / R. Pal // AIChE J. – 1996. – Vol. 42, Is. 11. – P. 3181-3190.

8. Толочко, Н.К. Влияние дисперсности эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости на эффективность магнитно-абразивной обработки / Н.К. Толочко, К.Л. Сергеев // Технология машиностроения. – 2014. – №.10. – С.31-35.

9. Круглицкий, Н. Н. Основы физико-химической механики / Н.Н. Круглицкий. – К.: Вища школа. – 1975. – 268 с.

10. Киселев, М.Г. Определение краевого угла смачивания на плоских поверхностях / М.Г. Киселев, В.В. Савич, Т.П. Павич // Вестник БНТУ. – 2006. – № 1. – С. 38-41.

**Abstract.** The dependence of wetting angle of water-oil cutting emulsion on oil phase dispersion and surface roughness is studied experimentally.

664.6:621.31

**Панасенко С.И.**, аспирант

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЁТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ЛИНИИ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты работы внедрения на хлебопекарной линии автоматизированной системы технического учёта электроэнергии и анализа полученных результатов.

По назначению АСТУЭ предприятия подразделяют на системы коммерческого и технического учета. Коммерческим, или расчет-