

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЗВИЙНОГО РЕЗАНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Башмакова Е.В.

*Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,
г.Иваново*

Ключевые слова: приготовление водомасляной эмульсии, дисперсность, поверхностная энергия, межфазная поверхность, износ инструмента.

Аннотация. Приготовление водоземлюсионных смазочно-охлаждающих технологических средств с использованием интенсивного диспергирования существенно повышает триботехнические характеристики этого смазочного материала на операциях лезвийного резания. Экспериментально доказывается, что использование высокодисперсных эмульсий существенно снижает величину радиального размерного износа режущего инструмента и износ режущего инструмента по задней поверхности.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF BLADE CUTTING THROUGH THE USE OF HIGHLY DISPERSED EMULSIONS

Bashmakova E.V.

Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, Ivanovo

Keywords: cooking oil-water emulsion, dispersion, surface energy, interfacial surface, tool wear.

Abstract. The preparation of water-based lubricating and cooling technological means with the use of intensive dispersion significantly increases the tribotechnical characteristics of this lubricant during blade cutting operations. It is experimentally proved that the use of highly dispersed emulsions significantly reduces the radial dimensional wear of the cutting tool and the wear of the cutting tool along the flank surface.

Выделяется, два главных фактора которые определяют смазочную эффективность растворов в процессе резания: во-первых, возможность внешней среды с достаточной скоростью и на достаточное расстояние проникать на контактные площадки и, во-вторых, поверхностная (адсорбционная) активность среды, позволяющая создавать граничный смазочный слой.

С точки зрения кинетики процесса для улучшения трибологии зоны контакта необходимо предпринять меры, которые приводили бы к увеличению концентрации адсорбированного вещества на стенках межповерхностного капилляра, моделирующего элемент геометрии зоны контакта.

Дисперсность – один из первых и основных факторов, влияющих на ее проникающую способность. И, следовательно, на дальнейшее более быстрое и эффективное протекание физико-химических эффектов при резании металлов. Большой вклад в области диспергирования смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) в процессах резания внесли Л.В. Худобин, Е.Г.Бердичевский, А.И. Чулока и др. По средствам диспергирования значительно увеличивается межфазная удельная поверхность на границе раздела фаз и, вероятно, увеличится эффективность СОТС.

В связи с этим исследование направлено на изучение процесса приготовления СОТС с помощью специального гидродинамического кавитационного смесителя циркуляционного типа с элементами механохимической активации [1] для получения высокодисперсных смазочных материалов. В данной работе для исследования были использованы водомасляные эмульсии (ВМЭ) МС-1.

Эффективность применения данного смесителя обеспечивается за счет интенсивной турбулизации потоков жидкости и создания дополнительных ускоренных потоков.

Приготовление СОТС в специальном смесителе привлекает простотой конструктивных решений, незначительным потреблением электроэнергии смесителя, снижением времени приготовления СОТС, возможностью обработки ее вне зоны резания.

Эффективное действие гидродинамического смесителя заключается в сочетании явлений кавитации и интенсивной циркуляции технологической жидкости. В результате кавитации эмульсии активно диспергируется, что способствует более интенсивному протеканию физико-химических процессов [2]. А циркуляция способствует выравниванию состава жидкости по всему объему.

Являясь наиболее простым по технологии, этот метод позволяет формировать частички СОТС, размеры которых находятся в диапазоне от десятых долей микрометров до сотен микрометров (рис. 1, 2) в зависимости от режимов обработки.

По данным различных исследователей [3], согласно теории «микрокапельного взрыва», радиус капилляра может иметь размеры до 50 мкм. Таким образом, если частицы СОТС будут иметь размеры меньше 50-80 мкм, можно рассматривать их проникновение на границе раздела "стружка-инструмент" по капиллярной сети как установленный факт. В настоящей работе принято, что СОТС могут проникать в зону контакта по такому механизму, если их диаметр не превышает 20-30 мкм.

Исследования дисперсности СОТС показали, что с уменьшением частиц эмульсии уменьшается износ режущего инструмента.

На рисунках 3, 4 представлены результаты исследования на износ режущего инструмента по задней поверхности h_z . В качестве обрабатываемых материалов были взяты сталь 45 и сталь 12Х18Н10Т, которые являются эталонами обрабатываемости материалов (сталь 45 – для углеродистых и низколегированных сталей, сталь 12Х18Н10Т – для высоколегированных сталей и сплавов на основе никеля и титана).

Установлено, что применение высокодисперсной системы позволяет снизить величину h_z до 16% при точении стали 45 резцами Р6М5 и до 28% при точении стали 12Х18Н10Т резцами ВК8.

Одним из важных показателей при чистовой обработке является размерный износ инструмента h_p , измеренный в радиальном направлении (радиальный размерный износ [4]). Влияние размера частиц СОТС на величину радиального размерного износа режущего инструмента представлены на рисунке 5.

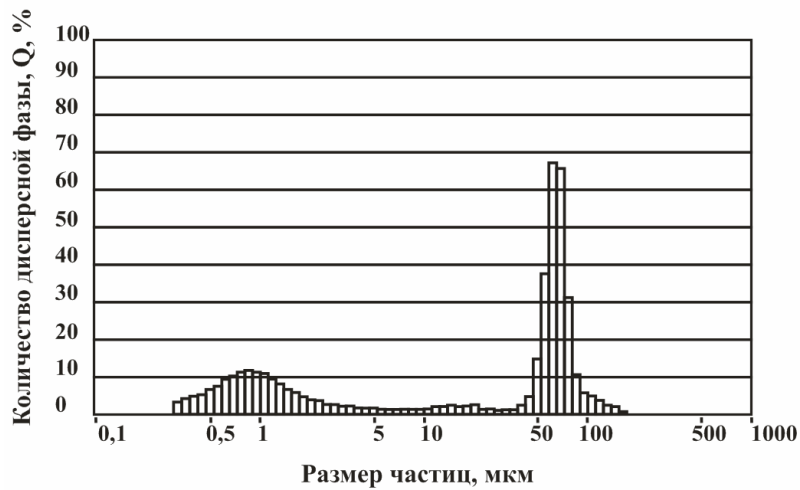


Рис. 1. Функции распределения частиц эмульсии, приготовленной обычным механическим перемешиванием в рамном смесителе

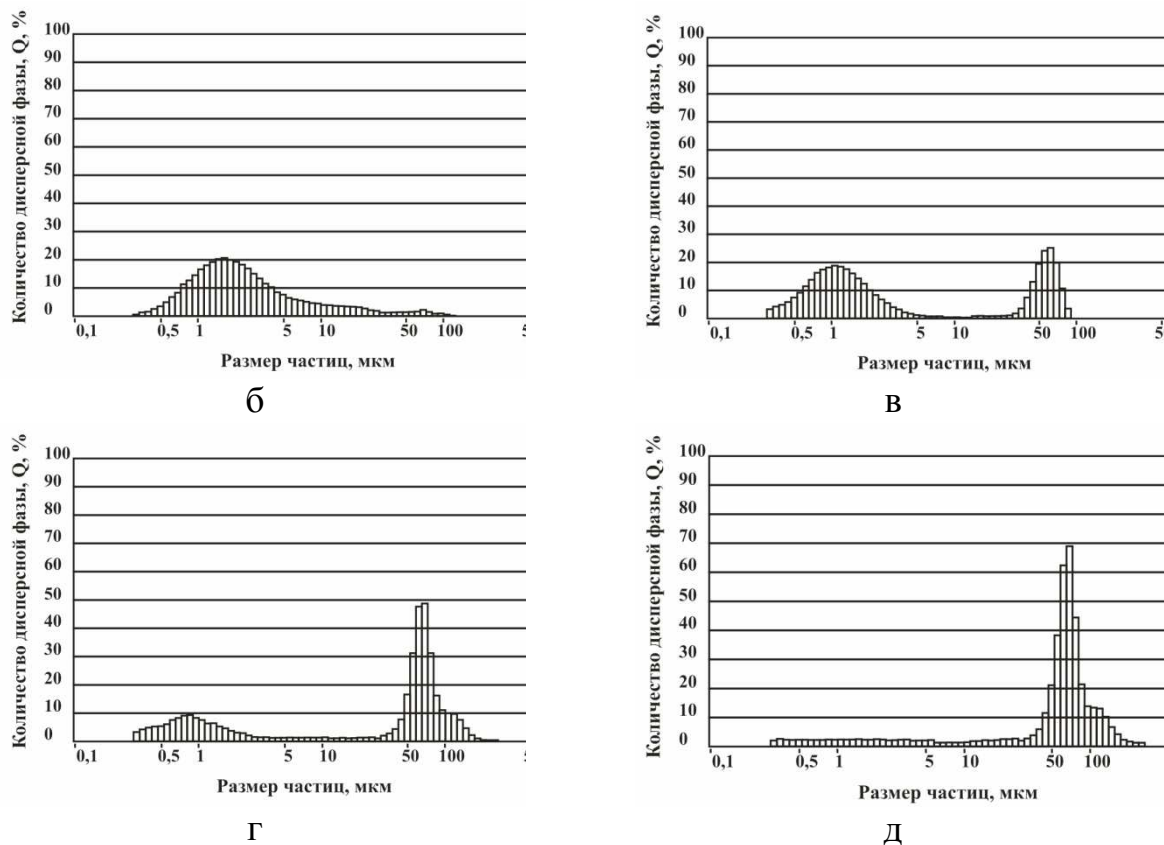


Рис. 2. Влияние способа приготовления СОТС на размер частиц: б – обработка в гидродинамическом смесителе с режимами $N=1000$ об/мин, $T=5$ мин; в – обработка в гидродинамическом смесителе с режимами $N=400$ об/мин, $T=30$ мин; г – обработка в гидродинамическом смесителе с режимами $N=635$ об/мин, $T=20$ мин; д – обработка в гидродинамическом смесителе с режимами $N=635$ об/мин, $T=30$ мин; оборудование: лазерный дифракционный анализатор размера частиц «анализетте 22»

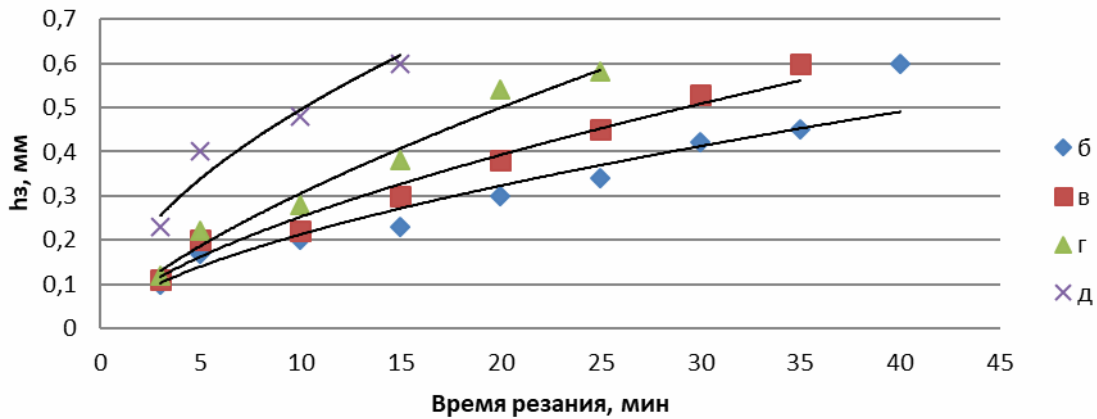


Рис. 3. Износ режущего инструмента по задней поверхности h_3 в зависимости от дисперсности СОТС (б, в, г, д); б, в, г, д – разная степень дисперсности СОТС (см. рис. 2); исследование: точение стали 45 резцами Р6М5; Режимы резания: скорость резания $v = 270$ м/мин; подача $s = 0,1$ мм/об.; глубина резания $t = 0,5$ мм

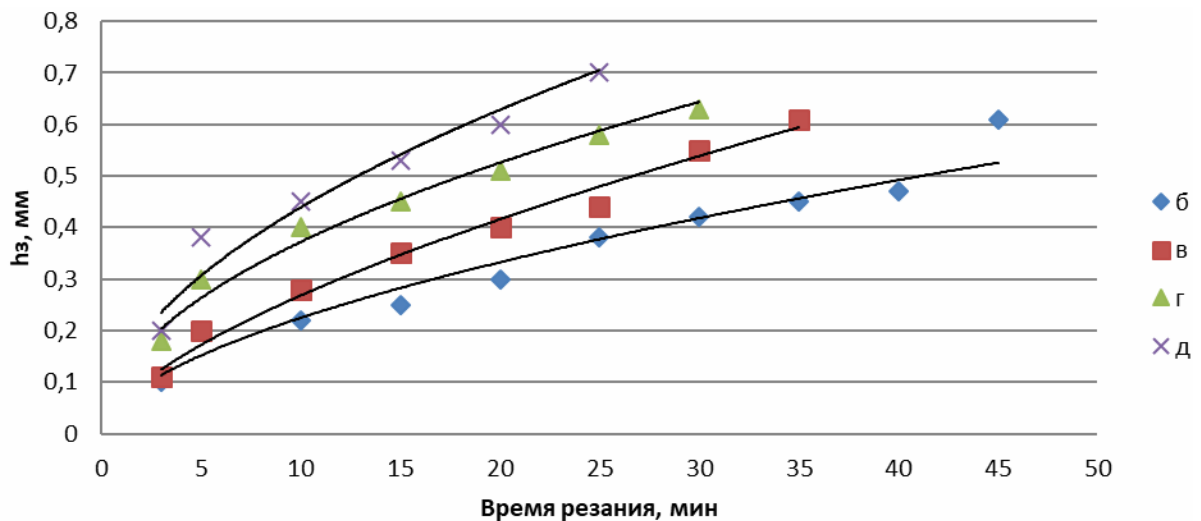


Рис. 4. Износ режущего инструмента по задней поверхности h_3 в зависимости от дисперсности СОТС (б, в, г, д); б, в, г, д – разная степень дисперсности СОТС (см. рис. 2); исследование: точение стали 12Х18Н10Т резцами ВК8; режимы резания: скорость резания $v = 270$ м/мин; подача $s = 0,1$ мм/об.; глубина резания $t = 0,5$ мм

Из зависимостей, представленных на рисунке 5, видно, что применение активированной высокодисперсной СОТС позволяет до 2-х раз снизить величину размерного износа для резцов ВК8 и Р6М5.

В целом, исследования показали, что СОТС одинаковой концентрации, но с меньшим размером частиц проявляют большую эффективность при резании. Это можно объяснить не только улучшением проникающей способности СОТС на ранней стадии процесса резания, но и повышением активности эмульсии за счет увеличения межфазной поверхности на границе раздела фаз. Увеличение межфазной поверхности также способствует увеличению скорости испарения СОТС в процессе резания и более быстрому формированию граничного смазочного слоя.

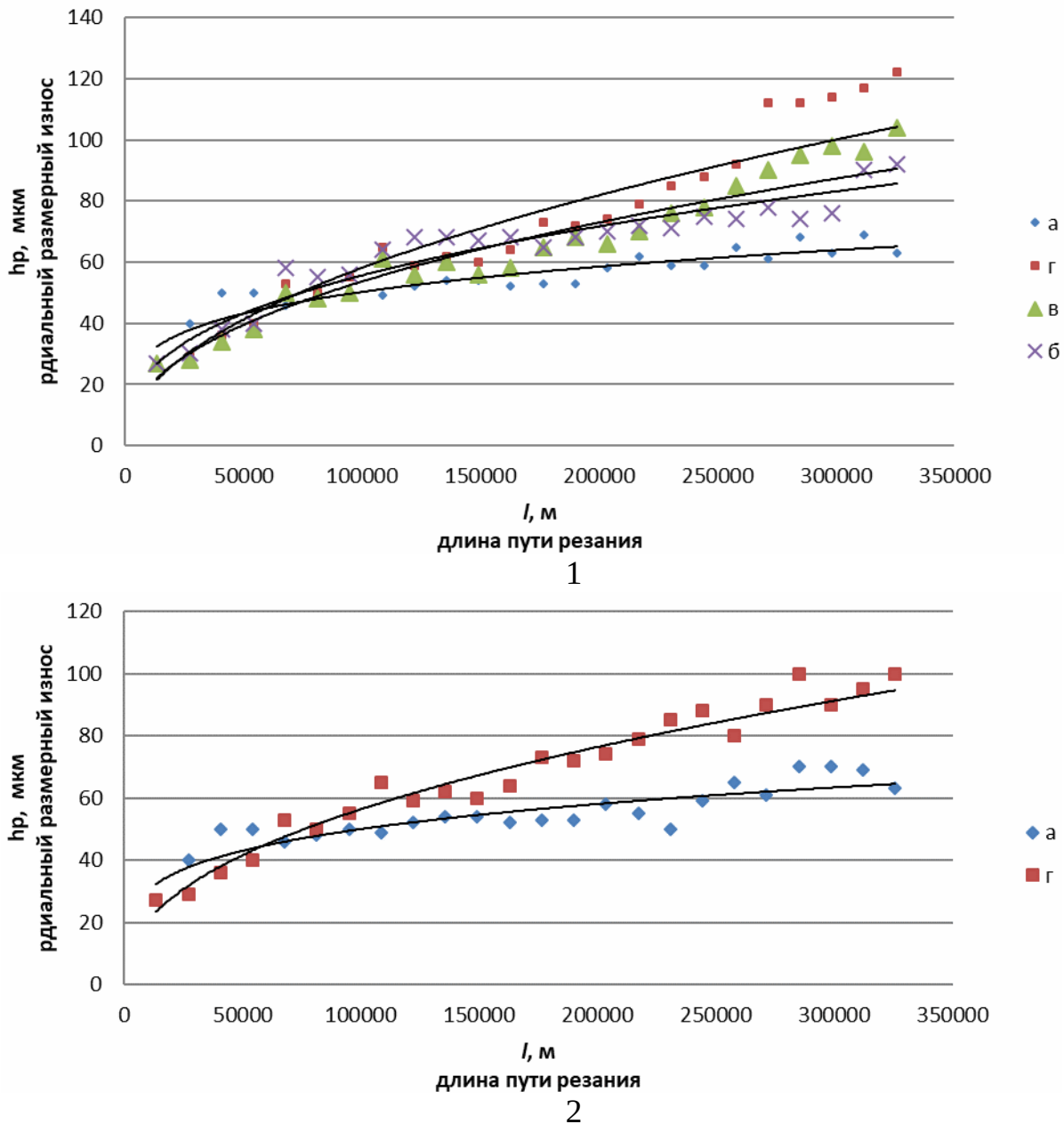


Рис. 5. Влияние размера частиц СОТС на величину радиального размерного износа режущего инструмента; 1 – исследование: точение стали 12Х18Н10Т резцами ВК8; режимы резания: скорость резания $v = 270$ м/мин; подача $s = 0,1$ мм/об.; глубина резания $t = 0,5$ мм; 2 – исследование: точение стали 45 резцами Р6М5; режимы резания: скорость резания $v = 270$ м/мин; подача $s = 0,1$ мм/об.; глубина резания $t = 0,5$ мм; а, б, в, г – разная степень дисперсности СОТС, представленная на рисунке 2

Повышение дисперсности частиц смазки увеличивает межфазную поверхность при резании, в результате ускоряются различные физико-химические явления, такие как капиллярное проникновение, испарение, термокаталитическое разложение компонентов, образование хемосорбированного слоя, физическая адсорбция с формированием граничного смазочного слоя, образование многослойных структурно-упорядоченных пленок.

Список литературы

1. Киселева Е.В. Разработка эффективной технологии приготовления смазочно-охлаждающей жидкости для обработки металлов. // Вестник ИГЭУ. – 2010. – Вып. 2. – С. 60-63.
2. Киселева Е.В. Исследование влияния способа приготовления смазочно-охлаждающих технологических средств на процессы резания металлов / Е.В. Киселева, В.В. Марков // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2012. – Т. 55. – Вып. 3. – С. 100-104.
3. Годлевский В.А. Проникающая способность СОТС как фактор эффективности процесса обработки резанием / В.А. Годлевский, В.Н. Латышев, А.В. Волков, Л.Н. Маурин // Трение и износ. – 1995. – Т. 16. – № 5. – С. 938-949.
4. Процессы и операции формообразования: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.А. Гречишников и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2012. – 320 с.

Сведения об авторе:

Башмакова Елена Валерьевна – к.т.н., доцент, ИГЭУ, г. Иваново