

VALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE INFLUENCE OF MECHANICAL ACTIVATION OF COTS ON CUTTING STRENGTH IN PROCESSING OF BRONZE ALLOYS

Suleymanov R.I.¹, Suleymanov R.R.², Mukhtarov R.T.³ (Russian Federation)

Email: Suleymanov53@scientifictext.ru

¹Suleymanov Rishat Ibraimovich - Candidate of pedagogical sciences, Associate Professor;

²Suleimanov Rustem Rishatovich - Graduate Student;

³Mukhtarov Refat Tairovich - Master Student,

DEPARTMENT OF MACHINE BUILDING TECHNOLOGY,
STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF CRIMEA
CRIMEAN ENGINEERING PEDAGOGICAL UNIVERSITY,
SIMFEROPOL

Abstract: the results of conducted experiments with the purpose of revealing the effectiveness of application of mechanical action (activation) on the physicochemical structure of environmentally safe lubricating-cooling technological equipment based on vegetable oils are presented in the article. The effect of mechanically activated COTS on cutting forces during drilling of blanks from the bronze alloy BS is studied.

Experimentally confirmed the assumption that by the mechanical activation process fluids can largely increase the penetrating ability of vegetable oils in the cutting zone, thus reducing the axial force and torque applied to the drill bit, resulting in improved surface quality.

Keywords: environmentally safe lubricating-cooling technological means, mechanical activation, hard-to-work materials, cutting forces, drilling, surface quality.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ СОТС НА СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ БРОНЗОВЫХ СПЛАВОВ

Сулейманов Р.И.¹, Сулейманов Р.Р.², Мухтаров Р.Т.³ (Российская Федерация)

¹Сулейманов Ришат Ибраимович – кандидат педагогических наук, доцент;

²Сулейманов Рустем Ришатович – аспирант;

³Мухтаров Рефат Таирович – магистрант,

кафедра технологии машиностроения,

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Республики Крым

Крымский инженерно-педагогический университет,

г. Симферополь

Аннотация: в статье приведены результаты проведенных экспериментов с целью выявления эффективности применения механического воздействия (активации) на физико-химическую структуру экологически безопасных смазочно-охлаждающих технологических средств на основе растительных масел. Исследуется влияние механически активированных СОТС на силы резания при сверлении заготовок из литейного бронзового сплава БрА9-ЖЗЛ.

Экспериментально подтверждено предположение о том, что путем механической активации технологических жидкостей можно в значительной степени повысить проникающую способность масел растительного происхождения в зону резания, что позволяет снизить осевую силу и крутящий момент, прикладываемые к сверлу, результатом чего является улучшение качества поверхности.

Ключевые слова: экологически безопасные смазочно-охлаждающие технологические средства, силы резания, механическая активация, труднообрабатываемые материалы, сверление, качество поверхности.

Постановка проблемы. Обработка цветных металлов и сплавов на их основе, из-за особенностей их физико-химических и механических свойств, сопровождается интенсивным износом режущей части инструмента за счет больших сил резания, следствием чего является ухудшение качества поверхности. Это вызывает необходимость использовать все возможные методы повышения стойкости инструмента, а, следовательно, и производительности механической обработки. Применение при обработке металлов резанием, подготовленных механической активацией одно и многокомпонентных смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), явилось наиболее простым и эффективным способом, позволяющим достичь требуемых результатов по стойкости режущего инструмента и качеству обработанной поверхности.

Анализ научной литературы. Роль СОТС как важного элемента в повышении производительности и качества обработки металлов резанием общеизвестна. В зависимости от условий обработки СОТС

должны обеспечивать смазывающее, охлаждающее, диспергирующее или моющее действие. Однако в большинстве случаев от СОТС требуется обеспечить одновременно несколько действий в различной степени.

Так, например, при резании лезвийными инструментами применение СОТС диктуется в большинстве случаев необходимостью увеличения стойкости режущего инструмента. СОТС в этом случае должна обладать хорошей теплопроводностью – для интенсификации теплоотвода из зоны резания и хорошими смазочными свойствами – для уменьшения трения [1].

Наряду с другими, одним из важных факторов снижения трудоемкости обработки и интенсификации процесса резания является использование на операциях лезвийной обработки эффективных поверхностно и химически активных, экологически безопасных смазочно-охлаждающих технологических средств.

По мнению многих ученых, использование СОТС изменяет условия разрушения и пластического деформирования обрабатываемой поверхности и влияет на формирование физико-механических свойств и структуры приповерхностного слоя.

Механизмы действия СОТС, способствующих интенсификации процесса резания металлов, раскрыты в работах П.А. Ребиндера, в которых доказано, что поверхностно-активные вещества, содержащиеся в СОТС, адсорбируясь на поверхности металла, снижают его поверхностную энергию, уменьшают величину работы, необходимую на разрушение поверхностного слоя, облегчая тем самым условия микрорезания и пластического деформирования поверхности детали [2].

В последнее десятилетие наблюдается тенденция применения СОТС на основе растительных масел, которые по сравнению с минеральными маслами обладают большей смачивающей способностью, использование которых оправдано высокой биоразлагаемостью и экологичностью [3].

Ужесточение санитарно-гигиенических, технологических, контрольных и, как следствие, административных мер, связанных с эксплуатацией СОТС, неизбежно влекут за собой увеличение финансовых расходов производственными компаниями. Затраты на СОТС с учетом утилизации составляют до 30% общих затрат на обработку и значительно превышают таковые на режущий инструмент [4].

Сегодня актуальным становится все более широкое повышение уровня требований к экологической безопасности технологических процессов для человека и окружающей среды, стремление к безотходным технологиям и максимальному использованию вторичных ресурсов, применение новых технологий подготовки и активации СОТС, доставки в зону резания (техника минимальной смазки), и утилизации.

Существует большое количество всевозможных исследований в области подготовки и использования СОТС в зависимости от материала детали, технологий обработки, режущего инструмента, методов доставки и подачи в зону резания на различных операциях, которые широко применяются на практике.

Целью статьи является освещение результатов экспериментального исследования и оценка эффективности влияния механической активации СОТС на качество силы резания при обработке отверстий в деталях из бронзовых сплавов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- определены величины сил резания и крутящего момента при сверлении отверстия в сплаве БрА9-ЖЗЛ с подачей в зону резания различных смазочно-охлаждающих технологических средств, в том числе и механически активированного подсолнечного растительного масла распыленного по технологии минимальной смазки (ТМС).

Изложение основного материала. В последнее время наблюдается тенденция применения СОТС предварительно подготовленных к использованию различными методами активации.

В настоящее время, в практике использования активированных СОТС широкое распространение получили физические и химические методы активации.

В работах В.Н. Латышева [5; 6] показано, что физическими методами активации СОТС можно добиваться протекания новых химических и механических процессов в зоне резания.

Различные подходы к методам активации СОТС описаны в литературных источниках [7; 8], и диссертационной работе [9].

Методы физической активации предполагают подачу в зону резания СОТС под большим давлением с применением специальных устройств. Вследствие физической активации, атомы и молекулы СОТС под действием подведенной внешней энергии преодолевают потенциальный барьер, препятствующий их взаимодействию с поверхностью в зоне контакта при резании. Физические методы активации СОТС могут быть использованы в условиях автоматизированного производства.

Химическая активация осуществляется введением в СОТС функциональных присадок различных по природе и химическому строению.

Одним из перспективных направлений совершенствования СОТС является разработка модификаций, которые в своем составе содержат энергоемкие эндотермические присадки [10].

Однако методы химической активации СОТС приводят к непосредственному загрязнению окружающей среды продуктами распада химически активных веществ, входящих в их состав.

Это служит основанием для поиска новых путей усиления эффективности СОТС с целью совершенствования их трибологических свойств.

В научной литературе описываются различные модели специальных активаторов для подготовки технологических жидкостей [14].

В качестве аналога механического активатора для интенсификации процесса приготовления технологических жидкостей нами был использован прототип двуплостной мешалки, принципиальная схема работы которой описана в работе [15].

Нами была разработана и изготовлена новая конструкция механического активатора, представленная на рисунке 1., позволяющая увеличить диспергирование жидкости и эффективность смешивания за счет одновременного использования центробежных и вертикальных сил.

С целью снижения температуры в зоне резания экспериментальное сверление осуществлялось поэтапно: всухую; с подачей керосина; подсолнечного масла и активированного подсолнечного масла.

Режимы резания при сверлении заготовок из сплава БрА9-ЖЗЛ, подбирались согласно рекомендациям [16].



Рис. 1. Механический активатор

Число оборотов шпинделя 1000 об/мин, при подаче 3,2 мм/об, были приняты как минимально допустимые, поскольку, при дальнейшем увеличении числовых коэффициентов этих параметров и соответственно повышении скорости резания, согласно [17] смазывающий эффект растительных масел (при температурах более 200 - 400°C) практически исчезает.

Усредненные значения составляющих сил резания, возникающих при сверлении, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Вертикальные составляющие сил резания и крутящий момент, возникающие при сверлении сплава БрА9-ЖЗЛ ($n = 1000$ об/мин, $s = 3,2$ мм/об, $t = 4,3$ мм)

Обработка	$M_{кр}$ (Нм)	P_0 (Н),
Сухое резание	2,5	860
Керосин	2,6	920
Подсолнечное масло	2,39	800
Активированное подсолнечное масло Время активации - 20 мин.	2,3	735

В качестве режущего инструмента применялось сверло Ø8,6мм из быстрорежущей стали Р6М5.

Геометрические параметры режущего инструмента, при проведении экспериментов, соответствовали нормативным и оставались постоянными, что обуславливало правомочность сравнительного количественного анализа.

Измерение силовых характеристик процессов сверления проводились на экспериментальной установке, сконструированной на базе радиально-сверлильного станка 2К522, снабженного универсальным динамометром УДМ - 600 с возможностью вывода сигнала на ПК и специально

разработанного программного обеспечения для усилителя ЛИС – 16С, позволяющим одновременно измерять взаимно перпендикулярные силы P_o и крутящий момент $M_{кр}$ (рис. 2).



Рис. 2. Схема измерения осевой силы P_o и $M_{кр}$.

Результаты влияния механически активированных смазочно-охлаждающих технологических средств подаваемые методом ТМС на значения силы P_o крутящего момента $M_{кр}$ в процессе сверления представлены в виде гистограмм на рисунках 3 и 4.

Как видно из таблицы 1, при обработке заготовок из сплава БрА9-ЖЗЛ использование в качестве СОТС механически активированного подсолнечного масла дает снижение составляющих сил резания.

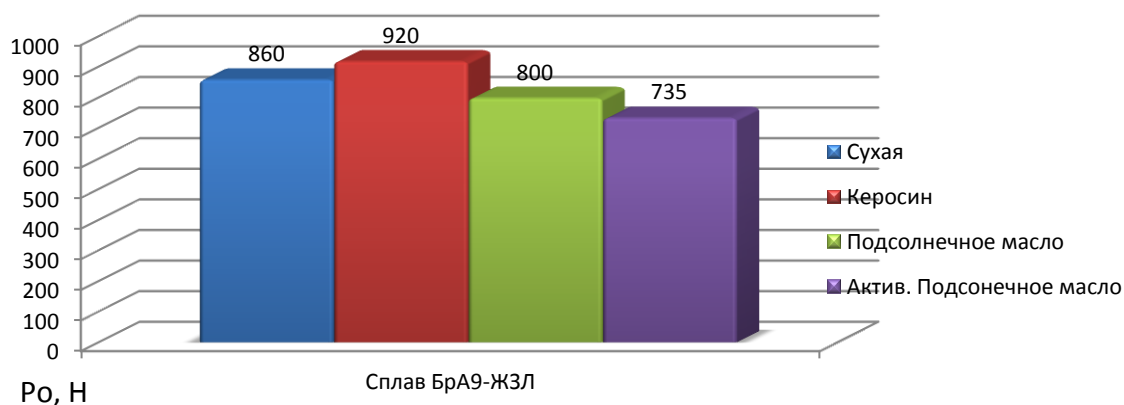


Рис. 3. Гистограмма значения силы P_o в зависимости от среды резания

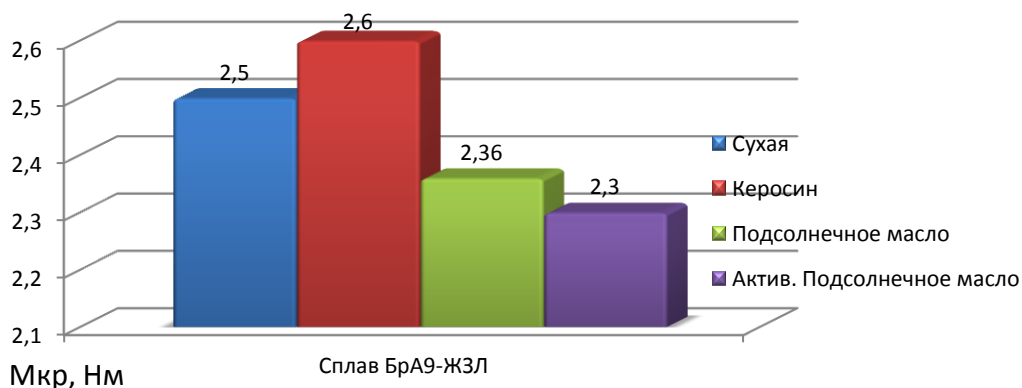


Рис. 4. Гистограмма крутящего момента $M_{кр}$ в зависимости от среды резания

Из гистограмм видно, что использование керосина в качестве СОТС при сверлении отверстий в заготовках из сплава БрА9-ЖЗЛ ведет к заметному увеличению сил трения к увеличению осевой силы и крутящего момента.

Таким образом, применение механически активированных СОТС, показало свою значительную эффективность в сравнении с другими технологическими смазывающими жидкостями.

Выводы. Результаты экспериментальных исследований подтверждают наше предположение о том, что использование механически активированных экологически безопасных СОТС, приводит к снижению величины сил резания при сверлении в бронзовых сплавах.

Список литературы / References

1. Справочник по технологии резания металлов / В 2 кн. Кн. 1 Ред. нем. изд.: Г. Шпур, Т. Штаферле; Пер. с нем. В.Ф. Колотенкова и др.: Под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Машиностроение, 1985. 616 с.
2. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в твердых телах в процессе их деформации и разрушения [Успех физических наук] Т. 108. Выпуск 1, сентябрь. / П.А. Ребиндер, Е.Д. Щукин, 1972. С. 3-41.
3. Голубков Ю.В. Альтернативные смазочно-охлаждающие материалы на основе растительных масел. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса/ Ю.В. Голубков, Н.В. Ермолаева, М.С. Могусева, 2014. № 1. С. 32–35.
4. Якубов Ч.Ф. Упрочняющее действие СОТС при обработке металлов резанием / Ч.Ф. Якубов. Симферополь: СГТ, 2008. 156 с.
5. Латышев В.Н. Исследование механических процессов и эффективности применения смазочных средств при трении и обработке металлов: дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.03.01 / В.Н. Латышев. М., 1973. 412 с.
6. Латышев В.Н. Повышение эффективности СОТС / В.Н. Латышев. М.: Машиностроение, 1975. 88 с.
7. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием : справочник / под ред. С.Г. Энтелеса, Э.М. Берлинера. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.
8. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов: справочник / Е.Г. Бердичевский. М.: Машиностроение, 1984. 224 с.
9. Марков В.В. Повышение эффективности и экологической безопасности лезвийного резания путем применения энергетической активации и оптимизации состава присадок СОТС: дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.03.01 / В.В. Марков. Иваново, 2004. 406 с.
10. Абдулгасис Д.У. Анализ методов активации СОТС при обработке металлов резанием / Д.У. Абдулгасис, У.А. Абдулгасис, Э.Э. Ягъяев, Э.Д. Умеров. // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Выпуск 38. Технические науки. Симферополь: НИЦ КИПУ, 2013. 110 с.
11. Технологические свойства новых СОЖ для обработки резанием / Под ред. М.И. Клушина. М.: Машиностроение, 1979.
12. Киселева Е.В. Разработка эффективной технологии приготовления смазочно-охлаждающей жидкости для обработки металлов. «Вестник ИГЭУ» / Е.В. Киселева. Вып. 2., 2010. С. 10.
13. Марков В.В. Влияние способа перемешивания технологических жидкостей на их структуру. «Вестник ИГЭУ» / В.В. Марков, Е.В. Киселева, Вып. 3, 2009.
14. Худобин Л.В. Техника применения смазочно-охлаждающих средств в металлообработке / Л.В. Худобин, Е.Г. Бердичевский. М. «Машиностроение», 1977. 189 с.
15. Лосева М.В. Интенсификация процесса приготовления технологической жидкости : автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.02.13 / Иван. гос. архитектур.-строит. акад. Иваново, 2005. 16 с.
16. Нефедов Н.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. М.: Машиностроение, 1990. 422. с.
17. Коган Б.И. Выбор смазывающе-охлаждающих технологических средств (СОТС) при обработке материалов резанием. / Б.И. Коган. // Учебное пособие. Кемерово: Куз ГТУ, 2004. 85 с.