

УДК 621.91.01

Изменение контактной зоны при резании сплавов в присутствии кислородсодержащих смазочно-охлаждающих сред

А.Г. Наумов¹, С.А. Сырбу^{1,2}, Н.А. Таратанов¹, А.С. Митрофанов¹

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
проспект Строителей, 33, г. Иваново 153040, Россия

²МИРЭА – Российский технологический университет,
Проспект Вернадского, д. 78, ЦФО, г. Москва 119454, Россия

Поступила в редакцию 11.07.2023.

После доработки 10.10.2023.

Принята к публикации 13.10.2023.

Методом простой коацервации получены микрокапсулы с желатиновыми оболочками без ядра, с желатиновыми оболочками с магнетитом, с желатиновыми оболочками и озонированной водой в ядре (озонированная вода ядра микрокапсулы адсорбировалась активированным углём), с желатиновыми оболочками, обработанными озоном, с желатиновыми оболочками с магнетитом, обработанными озоном и с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре. Была исследована эффективность использования их водных эмульсий в качестве смазочно-охлаждающих технологических средств при резании на операции точения на токарно-винторезном станке модели 16К20 с использованием упорно-проходных резцов из быстрорежущей стали Р6М5. В качестве обрабатываемых материалов использовались нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, хромистая сталь 40Х, титановые сплавы ВТ5-1 и ВТ-6. Установлено, что введение озона в состав микрокапсул увеличивает период нормального износа режущего инструмента. Кроме того, увеличивается продолжительность периода его начального износа. Выявлено, что наибольший эффект повышения износостойкости режущего инструмента был достигнут при использовании микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре. Эффект повышения износостойкости режущего инструмента можно объяснить образованием на границе раздела инструмента с обрабатываемым материалом смазочных пленок, в состав которых могут входить металлополимеры и комплексные соединения атомарного железа, закрывающие стерически недоступные для металлополимеров неровности поверхности. На основе выдвинутой гипотезы предложен подход, с помощью которого с использованием методов квантовой химии можно прогнозировать потенциальную эффективность смазочно-охлаждающих технологических средств.

Ключевые слова: стали, титановые сплавы, микрокапсулы, озон, магнетит, квантово-химическое моделирование, комплексы.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-446-455

Адрес для переписки:

С.А. Сырбу
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
проспект Строителей, 33, г. Иваново 153040, Россия
e-mail: syrbye@yandex.ru

Address for correspondence:

S.A. Syrbu
Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency
Situations of Russia,
Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo 153040, Russia
e-mail: syrbye@yandex.ru

Для цитирования:

А.Г. Наумов, С.А. Сырбу, Н.А. Таратанов, А.С. Митрофанов
Изменение контактной зоны при резании сплавов в присутствии
кислородсодержащих смазочно-охлаждающих сред.
Трение и износ.

2023. – Т. 44, № 5. – С. 446–455.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-446-455

For citation:

A.G. Naumov, S.A. Syrbu, N.A. Taratanov, and A.S. Mitrofanov
[Contact Zone Changes During Alloys Cutting in the Presence of
Oxygen-Containing Lubricating and Cooling Mediums].
Trenie i Iznos.

2023, vol. 44, no. 5, pp. 446–455 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-446-455

Contact Zone Changes During Alloys Cutting in the Presence of Oxygen-Containing Lubricating and Cooling Mediums

A.G. Naumov¹, S.A. Syrbu^{1,2}, N.A. Taratanov¹, and A.S. Mitrofanov¹

¹Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia,
Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo 153040, Russia

²MIREA – Russian Technological University,
Vernadsky Avenue 78, Central Federal District, Moskva 119454, Russia

Received 11.07.2023.

Revised 10.10.2023.

Accepted 13.10.2023.

Abstract

Microcapsules with gelatin shells without a core, with gelatin shells with magnetite, with gelatin shells and ozonated water in the core (ozonated water of the microcapsule core was adsorbed by activated carbon), with gelatin shells treated with ozone, with gelatin shells with magnetite treated with ozone and with gelatin shells with magnetite and ozonated water in the core were obtained by simple coacervation method. The using effectiveness of their aqueous emulsions as lubricating and cooling technological means during cutting in the turning operations process on a screw-cutting lathe model 16K20 using thrust cutters made of high-speed steel R6M5 was investigated. The processed materials were stainless steel 12X18H10T, chromium steel 40X, titanium alloys VT5-1 and VT-6. It has been established that the introduction of ozone into the composition of microcapsules increases the period of normal wear of the cutting tool. In addition, the duration of the initial wear-out period increases. It was revealed that the greatest effect of increasing the wear resistance of cutting tools was achieved when using microcapsules with gelatin shells with magnetite and ozonated water in the core. The effect of increasing the wear resistance of a cutting tool can be explained by the formation of lubricant films at the interface between the tool and the material being processed, which may include metal polymers and complex compounds of atomic iron, covering surface irregularities that are sterically inaccessible to metal polymers. Based on the hypothesis put forward, an approach has been proposed in which, using quantum chemistry methods, it is possible to predict the potential effectiveness of lubricating and cooling technological means.

Keywords: steels, titanium alloys, microcapsules, ozone, magnetite, quantum chemical modeling, complexes.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-446-455

Адрес для переписки:

С.А. Сырбу
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
проспект Строителей, 33, г. Иваново 153040, Россия
e-mail: syrbue@yandex.ru

Address for correspondence:

S.A. Syrbu
Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency
Situations of Russia,
Stroiteley Avenue, 33, Ivanovo 153040, Russia
e-mail: syrbue@yandex.ru

Для цитирования:

А.Г. Наумов, С.А. Сырбу, Н.А. Таратанов, А.С. Митрофанов
Изменение контактной зоны при резании сплавов в присутствии
кислородсодержащих смазочно-охлаждающих сред.
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 5. – С. 446–455.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-446-455

For citation:

A.G. Naumov, S.A. Syrbu, N.A. Taratanov, and A.S. Mitrofanov
[Contact Zone Changes During Alloys Cutting in the Presence of
Oxygen-Containing Lubricating and Cooling Mediums].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 5, pp. 446–455 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-446-455

Список использованных источников

1. **Zhang Si-wei** Green Tribology: Fundamentals and Future Development // Friction. — 2013, no. 1(2), 186—194
2. **Myshkin N.K., Pesetskii S.S., and Grigoriev A.Ya.** Polymer Tribology: Current State and Applications // Tribology in Industry. — 2015 (37), no. 2, 284—290
3. **Guo L., Qi H., Zhang G., Wang T., and Wang Q.** Distinct Tribological Mechanisms of Various Oxide Nanoparticles Added in PEEK Composite Reinforced with Carbon Fibers // Composites, Part A. — 2017 (97), 19—30
4. **Wei Wang, Zhao F., Zhang J., Myshkin N.K., and Zhang G.** Significant Friction and Wear-Reduction Role of Attapulgite Nanofibers Compounded into PEEK-Based Materials // Composite Science and Technology. — 2022, 109449
5. **Лебедев В.А., Алиев М.М., Фоминов Е.В., Марченко А.А., Мироненко А.Е.** Термоэлектрические характеристики процесса точения стальных заготовок твердосплавными пластинами с комбинированными покрытиями // Трение и износ. — 2023 (44), № 2, 114—121
6. **Мигаль Ю.Ф., Колесников И.В.** Влияние состава и толщины нанопокрывтий типа TiAlN на прочность их связи с железом: квантово-химический анализ // Трение и износ. — 2022 (43), № 4, 433—442
7. **Скакун В.В., Джемалидинов Р.М., Ваниев Э.Р.** Повышение стойкости быстрорежущего инструмента путем активации масляных СОТС ионизированным воздухом // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: материалы. конструкции. технологии. — 2022, № 3, 24—33
8. **Исакин И.А., Гнусов С.Ф.** Модификация быстрорежущих сталей концентрированными потоками энергии: обзор // Упрочняющие технологии и покрытия. — 2018 (14), № 5(161), 209—216
9. **Гуревич Я.Л.** Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник. — М.: Машиностроение. — 1986
10. **Лоладзе Т.Н.** Прочность и износостойкость режущего инструмента. — М.: Машиностроение. — 1982
11. **Латышев В.Н., Наумов А.Г.** О смазочном и химическом действии внешней среды при резании металлов // Трение и износ. — 2001 (22), № 3, 342—348
12. **Вейс А.** Макромолекулярная химия желатина. — М.: Пищевая промышленность. — 1971
13. **Наумов А.Г., Латышев В.Н., Раднюк В.С., Наумова О.А.** Развитие теории радикально-цепного механизма действия СОТС при резании металлов // Металлообработка. — 2016, № 4(94), 26—33
14. **Репин Д.С., Наумов А.Г.** Об эффективности ак-

тивации полимерсодержащих смазочно-охлаждающих технологических средств при механической обработке металлов резанием // Вестник УГАТУ. — 2020 (24), № 2(88), 36—42

15. **Sheinin V.B., Shabunin S.A., Bobritskaya E.V., Ageeva T.A. and Koifman O.I.** Protonation Equilibriums of Porphin, 5,10,15,20-Tetra-phenylporphin, 5,10,15,20-Tetrakis(4'-sulfonylphenyl) porphin in Methanol // Macroheterocycles. — 2012 (5), 252—259

References

1. **Zhang Si-wei.** Green Tribology: Fundamentals and Future Development // Friction. — 2013, no. 1(2), 186—194
2. **Myshkin N.K., Pesetskii S.S., and Grigoriev A.Ya.** Polymer Tribology: Current State and Applications // Tribology in Industry. — 2015 (37), no. 2, 284—290
3. **Guo L., Qi H., Zhang G., Wang T., and Wang Q.** Distinct Tribological Mechanisms of Various Oxide Nanoparticles Added in PEEK Composite Reinforced with Carbon Fibers // Composites, Part A. — 2017 (97), 19—30
4. **Wei Wang, Zhao F., Zhang J., Myshkin N.K., and Zhang G.** Significant Friction and Wear-Reduction Role of Attapulgite Nanofibers Compounded into PEEK-Based Materials // Composite Science and Technology. — 2022, 109449
5. **Lebedev V.A., Aliev M.M., Fominov E.V., Marchenko A.A., and Mironenko A.E.** Thermoelectric Characteristics of the Process of Steel Turning by Carbide Inserts with Combined Coatings // Journal of Friction and Wear. — 2023 (44), no. 2, 71—76. <https://doi.org/10.3103/S1068366623020058>
6. **Migal Yu.F. and Kolesnikov I.V.** Composition and Thickness Effect of TiAlN-Type Nanocoatings on the Strength of Their Bond with Iron: Quantum Chemical Analysis // Journal of Friction and Wear. — 2022 (43), no. 4, 286—292
7. **Skakun V.V., Dzhemalyadinov R.M., Vaniiev E.R.** Povyshenie stojkosti bystrorezhushhego instrumenta putem aktivacii maslyany`x SOTS ionizirovanny`m vozduxom // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta. Seriya: materialy`. konstrukcii. tehnologii. — 2022, no. 3, 24—33 (in Russian)
8. **Isakin I.A., Gnyusov S.F.** Modifikaciya by`strozrezhushhix stalej koncentrirovannyimi potokami e`nergii: obzor // Uprochnyayushhie tehnologii i pokry`tiya. — 2018 (14), no. 5 (161), 209—216 (in Russian)
9. **Gurevich Ya.L.** Rezhimy rezaniya trudnoobrabatyvaemyx materialov: Spravochnik. — М.: Mashinostroenie. — 1986 (in Russian)
10. **Loladze T.N.** Prochnost i iznosostojkost rezhushhego instrumenta. — М.: Mashinostroenie. — 1982 (in Russian).
11. **Latsyshev V.N. and Naumov A.G.** Lubricity and

- Chemical Effect of Environment in Cutting of Metals // Journal of Friction and Wear. — 2001 (22), no. 3, 94—99
12. **Vejs A.** Makromolekulyarnaya ximiya zhelatina. — М.: Pishhevaya promyshlennost. — 1971 (in Russian)
13. **Naumov A.G., Latyshev V.N., Radnyuk V.S., Naumova O.A.** Razvitie teorii radikalno-cepного mexanizma dejstviya SOTS pri rezanii metallov // Metalloobrabotka. — 2016, no. 4(94), 26—33 (in Russian)
14. **Repin D.S., Naumov A.G.** Ob effektivnosti aktivacii polimersoderzhashhix smazочно-oxlazhdayushhix texnologicheskix sredstv pri mexanicheskoy obrabotke metallov rezaniem // Vestnik UGATU. — 2020 (24), no. 2(88), 36—42 (in Russian)
15. **Sheinin V.B., Shabunin S.A., Bobritskaya E.V., Ageeva T.A., Koifman O.I.** Protonation Equilibriums of Porphin, 5,10,15,20-Tetraphenylporphin, 5,10,15,20-Tetrakis(4'-sulfonatophenyl) porphin in Methanol // Macroheterocycles. — 2012 (5), 252—259

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.
Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь. Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11
Full text of articles can be purchased from the editorial office.
Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050. Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11
E-mail: FWJ@tut.by