

УДК 621.9.025.7

Термоэлектрические характеристики процесса точения стальных заготовок твердосплавными пластинами с комбинированными покрытиями

В.А. Лебедев, М.М. Алиев, Е.В. Фоминов, А.В. Фоменко, А.А. Марченко, А.Е. Мироненко

Донской государственный технический университет,
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону 344000, Россия

Поступила в редакцию 07.02.2023.

После доработки 05.04.2023.

Принята к публикации 17.04.2023.

Работа посвящена оценке влияния наноструктурных покрытий TiN, ZrN, TiN+ZrN, (Ti–Zr)N, ZrN–(Ti–Zr)N–TiN, нанесённых на пластинки твёрдого сплава T15K6 методом катодно-дугового осаждения, на износ инструмента и термоэлектрические параметры процесса токарной обработки заготовок из сталей 45, 38ХС и 12Х18Н10Т. Наибольшее снижение температуры в зоне резания зафиксировано при обработке сталей 45 и 38ХС, характеризующихся высокими коэффициентами теплопроводности, при этом максимальный эффект был достигнут за счёт покрытий TiN+ZrN и ZrN, для низко теплопроводной стали 12Х18Н10Т наименьшую температуру обеспечили композиции ZrN, (Ti,Zr)N и ZrN+(Ti–Zr)N+TiN. Анализ переменной составляющей сигнала относительных термоЭДС в процессе резания показывает снижение амплитуды колебаний для покрытий, которые обеспечивают наибольшую износостойкость инструмента. По результатам проведённых опытов такой эффект при точении сталей 45 и 38ХС на оптимальных скоростях продемонстрировали покрытия ZrN+(Ti–Zr)N+TiN и TiN+ZrN, а для нержавеющей стали 12Х18Н10Т — композиции ZrN, ZrN+(Ti–Zr)N+TiN и TiN. Установленная зависимость между износостойкостью твёрдосплавных пластин и амплитудой флуктуаций переменной составляющей термоЭДС позволяет использовать её в качестве косвенного критерия для подбора оптимального состава износостойкого покрытия с точки зрения теплофизической совместимости с инструментальным и обрабатываемым материалами.

Ключевые слова: твердые сплавы, многослойные (комбинированные) покрытия, температура резания, интенсивность изнашивания, флуктуации термо-ЭДС.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-114-121

Адрес для переписки:

В.А. Лебедев

Донской государственный технический университет,
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону 344000, Россия
e-mail: va.lebedev@yandex.ru

Для цитирования:

В.А. Лебедев, М.М. Алиев, Е.В. Фоминов, А.В. Фоменко,
А.А. Марченко, А.Е. Мироненко.

Термоэлектрические характеристики процесса точения стальных заготовок твердосплавными пластинами с комбинированными покрытиями.

Трение и износ.

2023. — Т. 44, № 2. — С. 114–121.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-114-121

Address for correspondence:

V.A. Lebedev

FSBEI HE “Don State Technical University”,
sq. Gagarina, 1, Rostov-on-Don 344000, Rostov region, Russia
e-mail: va.lebedev@yandex.ru

For citation:

V.A. Lebedev, M.M. Aliev, E.V. Fominov, A.V. Fomenko,
A.A. Marchenko, and A.E. Mironenko.

[Thermoelectric Characteristics of the Process Steel Turning by Carbide Inserts with Combined Coatings].

Trenie i Iznos.

2023, vol. 44, no. 2, pp. 114–121 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-114-121

Thermoelectric Characteristics of the Process Steel Turning by Carbide Inserts with Combined Coatings

V.A. Lebedev, M.M. Aliev, E.V. Fominov, A.V. Fomenko, A.A. Marchenko, and A.E. Mironenko

FSBEI HE “Don State Technical University”,
sq. Gagarina, 1, Rostov-on-Don 344000, Rostov region, Russia

Received 07.02.2023.

Revised 05.04.2023.

Accepted 17.04.2023.

Abstract

This work is devoted to assessing the effect of nanostructured coatings TiN, ZrN, TiN+ZrN, (Ti–Zr)N, ZrN–(Ti–Zr)N–TiN, deposited on plates of hard alloy T15K6 by the PVD method, on tool wear and thermoelectric parameters of the process of turning work pieces from steels 45, 38HS and 12H18N10T. The greatest decrease in temperature in the cutting zone was recorded during the processing of steels 45 and 38HS, characterized by high thermal conductivity coefficients, while the maximum effect was achieved due to TiN+ZrN and ZrN coatings, for low thermal conductivity steel 12H18N10T, the lowest temperature was provided by the ZrN, (Ti–Zr)N and ZrN+(Ti–Zr)N+TiN compositions. Analysis of the variable component of the thermo-EMF signal during cutting shows a decrease in the amplitude of oscillations for coatings that provide the greatest wear resistance of the tool. According to the results of the experiments, such an effect when turning steels 45 and 38HS at optimal speeds was demonstrated by coatings ZrN+(Ti–Zr)N+TiN and TiN+ZrN, and for stainless steel 12H18N10T — compositions ZrN, ZrN + (Ti–Zr)N+TiN and TiN. The established relationship between the wear resistance of carbide inserts and the amplitude of fluctuations of the variable thermo-EMF component makes it possible to use it as an indirect criterion for selecting the optimal composition of the wear-resistant coating from the point of view of thermophysical compatibility with tool and machined materials.

Keywords: hard alloys, multilayer (combined) coatings, cutting temperature, wear intensity, thermo-EMF fluctuations.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-114-121

Адрес для переписки:

В.А. Лебедев
Донской государственный технический университет,
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону 344000, Россия
e-mail: va.lebedev@yandex.ru

Для цитирования:

В.А. Лебедев, М.М. Алиев, Е.В. Фоминов, А.В. Фоменко,
А.А. Марченко, А.Е. Мироненко.
Термоэлектрические характеристики процесса точения стальных
заготовок твердосплавными пластинами с комбинированными
покрытиями.
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 2. – С. 114–121.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-114-121

Address for correspondence:

V.A. Lebedev
FSBEI HE “Don State Technical University”,
sq. Gagarina, 1, Rostov-on-Don 344000, Rostov region, Russia
e-mail: va.lebedev@yandex.ru

For citation:

V.A. Lebedev, M.M. Aliev, E.V. Fominov, A.V. Fomenko,
A.A. Marchenko, and A.E. Mironenko.
[Thermoelectric Characteristics of the Process Steel Turning by
Carbide Inserts with Combined Coatings].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 2, pp. 114–121 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-2-114-121

Список использованных источников

1. Рыжкин А.А., Бурлакова В.Э., Моисеев Д.В. [и др.] Оценка работоспособности высокоэнтропийных инструментальных режущих материалов // Трение и износ. — 2016 (37), № 1, 60—69
2. Фоминов Е.В., Шучев К.Г., Алиев М.М. Триботехнические свойства экспериментальных твёрдых сплавов с модифицированной кобальтовой связкой // Advanced Engineering Research. — 2022 (22), № 1, 50—56. Doi:10.23947/2687-1653-2022-22-1-50-56
3. Григорьев С.Н., Табаков В.П., Волосова М.А. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента. — Старый Оскол: ТНТ. — 2011
4. Григорьев С.Н., Фёдоров С.В., Павлов М.Д. [и др.] Комплексное модифицирование поверхностей карбидного инструмента Nb+Hf+TiC с последующим нанесением покрытия TiN+AlN // Трение и износ. — 2013 (34), № 1, 21—27
5. Kovalev A.I., Vakhrushev V.O., Konovalov E.P. et al. Features of the Oxidation of Multilayer (TiAlCrSiY)N/(TiAlCr)N Nanolaminated PVD Coating during Temperature Annealing // Coatings. — 2023 (13), 287. Doi: 10.3390/coatings13020287
6. Frank F., Tkadletz M., Czettl C., and Schalk N. Microstructure and Mechanical Properties of ZrN, ZrCN and ZrC Coatings Grown by Chemical Vapor Deposition // Coatings. — 2021 (11), 491. Doi: 10.3390/coatings11050491
7. Алиев М.М., Фоминов Е.В., Тороп Ю.А., МIRONENKO А.Е. Исследование влияния комбинированных покрытий на износ твердосплавных режущих инструментов // Перспективные направления развития финишных и виброволновых технологий: сборник трудов научного семинара, посвященного памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ, д-ра техн. наук, почётного профессора ДГТУ А.П. Бабичева, Ростов-на-Дону, 25 февраля 2022 года. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет. — 2022, 119—126
8. Мигранов М.Ш., Шустер Л.Ш. Износостойкость режущего инструмента с многослойными покрытиями // Трение и износ. — 2005 (26), № 3, 304—307
9. Рыжкин А.А., Пучкин В.Н., Моисеев Д.В., Висторонская Ф.А. Температура резания инструментами с износостойкими покрытиями // Вестник Донского государственного технического

- университета. — 2014 (14), № 4(79), 103—116
10. Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. — М.: Машиностроение. — 1981

References

1. Ryzhkin A.A., Burlakova V.E. et al. Performance Evaluation of High-Entropy Cutting Tool Materials // Friction and Wear. — 2016 (37), no. 1, 47—54
2. Fominov E.V., Shuchev K.G., Aliev M.M. Tribological properties of experimental hard alloys with a modified cobalt binder // Advanced Engineering Research. — 2022 (22), № 1, 50—56 (in Russian). Doi:10.23947/2687-1653-2022-22-1-50-56
3. Grigoriev S.N. Technological methods for increasing the wear resistance of the contact pads of the cutting tool. — Stariy Oskol: TNT — 2011 (in Russian)
4. Grigoriev S.N., Fedorov S.V., Pavlov M.D. et al. Complex Surface Modification of Carbide Tool Nb+Hf+TiC with Subsequent Formation of TiN+AlN Coatings // Friction and Wear. — 2013 (34), no. 1, 14—18
5. Kovalev A.I., Vakhrushev V.O., Konovalov E.P. et al. Features of the Oxidation of Multilayer (TiAlCrSiY)N/(TiAlCr)N Nanolaminated PVD Coating during Temperature Annealing // Coatings. — 2023 (13), 287. Doi: 10.3390/coatings13020287
6. Frank F., Tkadletz M., Czettl C., and Schalk N. Microstructure and Mechanical Properties of ZrN, ZrCN and ZrC Coatings Grown by Chemical Vapor Deposition // Coatings. — 2021 (11), 491. Doi: 10.3390/coatings11050491
7. Aliev M.M., Fominov E.V. et al. Investigation of the effect of combined coatings on the wear of hard-alloy cutting tools // Promising directions for the development of finishing and vibrowave technologies: Proceedings of scientific seminar dedicated to memory of honorary professor of DSTU A.P. Babichev, Rostov-on-Don, 25.02.2022. — Rostov-on-Don: Don State Technical University. — 2022, 119—126 (in Russian)
8. Migranov M.S. and Shuster L.Sh. Wear Resistance of Cutting Tools with Multilayer Coatings // Friction and Wear. — 2005 (26), no. 3, 71—74
9. Ryzhkin A.A., Puchkin V.N. et al. Cutting temperature for tools with wear-resistant coatings // Vestnik DGTU. — 2014 (14), № 4(79), 103—116 (in Russian)
10. Reznikov A.N. Thermophysics of mechanical processing of materials — M.: Mashinostroyeniye. — 1981 (in Russian)

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: FVJ@tut.by