

УДК 621.9:621.2.082.18

Влияние радиационного модифицирования на износостойкость резцов из твердосплавного материала ВК-8

В.Д. Онискив, В.Ю. Столбов, В.Ф. Макаров, М.В. Песин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Комсомольский пр., д. 29, г. Пермь 614990, Россия

Поступила в редакцию 27.03.2025.

Исследовано влияние воздействия гамма-облучения на некоторые физико-механические и трибологические свойства твёрдосплавного материала ВК-8. Образцами служили предназначенные для токарной обработки резанием сменные многогранные пластины CNMG 120408-46 (производитель «Сандвик МКТС», Россия). Они были подвергнуты радиационному воздействию гамма-облучением различными дозами от 20 до 200 кГр и в различных газовых средах (воздух и азот). Облучение проводилось на промышленной установке ГУД-300М с использованием источников ^{60}Co . Испытания показали, что после радиационного воздействия наблюдается снижение электросопротивления образцов, что подтверждает гипотезу об упорядочивании микроструктуры облучённого материала. Измерения твёрдости материала до и после облучения не обнаружили значимых изменений. При этом установлено, что происходит значительное повышение износостойкости материала при резании различных сталей в 1,5—6 раз в зависимости от поглощённой дозы облучения обрабатываемой стали и режимов резания. Высказано предположение о существовании некоторого «оптимального» уровня гамма-облучения, ниже и выше которого эффект радиационного модифицирования снижается. Определение этого уровня требует проведения отдельных испытаний для каждого исследуемого материала. Вместе с тем, в настоящей статье установлены общие тенденции повышения износостойкости.

Ключевые слова: твёрдосплавные материалы, резцы, гамма-облучение, механизмы радиационного воздействия, физико-механические свойства, износ резцов, токарная обработка, повышение износостойкости.

DOI: 10.32864/0202-4977-2025-46-5-502-510

Адрес для переписки:

В.Д. Онискив
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Комсомольский пр., д. 29, г. Пермь 614990, Россия
e-mail: oniskivf@gmail.com

Address for correspondence:

V.D. Oniskiv
Perm National Research Polytechnic University,
Komsomolsky av., 29, Perm 614990, Russia
e-mail: oniskivf@gmail.com

Для цитирования:

В.Д. Онискив, В.Ю. Столбов, В.Ф. Макаров, М.В. Песин.
Влияние радиационного модифицирования на износостойкость резцов из твердосплавного материала ВК-8.
Трение и износ.
2025. — Т. 46, № 5. — С. 502—510.
DOI: 10.32864/0202-4977-2025-46-5-502-510

For citation:

V.D. Oniskiv, V.Yu. Stolbov, V.F. Makarov, and M.V. Pesin
[The Influence of Radiation Modification on the Wear Resistance of Cutters Made of Carbide Material VK-8].
Trenie i Iznos.
2025, vol. 46, no. 5, pp. 502—510 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2025-46-5-502-510

The Influence of Radiation Modification on the Wear Resistance of Cutters Made of Carbide Material VK-8

V.D. Oniskiv, V.Yu. Stolbov, V.F. Makarov, and M.V. Pesin

Perm National Research Polytechnic University,
Komsomolsky av., 29, Perm 614990, Russia

Received 27.03.2025.

Abstract

The effect of gamma irradiation on some physico-mechanical and tribological properties of VK-8 cemented carbide was investigated. Samples were CNMG 120408-46 indexable cutting inserts (manufacturer “Sandvik MKTS”, Russia) intended for turning. They were subjected to gamma irradiation at various doses from 20 to 200 kGy and in different gaseous environments (air and nitrogen). Irradiation was carried out on an industrial GUD-300M facility using ^{60}Co sources. Tests showed that after irradiation, a decrease in the electrical resistivity of the samples was observed, confirming the hypothesis of microstructure ordering in the irradiated material. Hardness measurements before and after irradiation did not reveal significant changes. However, a significant increase in the wear resistance of the material during cutting of various steels was established, from 1.5 to 6 times, depending on the absorbed irradiation dose, the steel being machined, and the cutting parameters. It is suggested that there exists an “optimal” level of gamma irradiation, below and above which the effect of radiation modification decreases. Determining this level requires separate tests for each material studied. Nevertheless, general trends of increased wear resistance have been established in this article.

Keywords: carbide materials, cutters, gamma irradiation, radiation damage mechanisms, physical and mechanical properties, cutter wear, turning, wear resistance enhancement.

DOI: 10.32864/0202-4977-2025-46-5-502-510

Адрес для переписки:

В.Д. Онискив
Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Комсомольский пр., д. 29, г. Пермь 614990, Россия
e-mail: oniskivf@gmail.com

Address for correspondence:

V.D. Oniskiv
Perm National Research Polytechnic University,
Komsomolsky av., 29, Perm 614990, Russia
e-mail: oniskivf@gmail.com

Для цитирования:

В.Д. Онискив, В.Ю. Столбов, В.Ф. Макаров, М.В. Песин.
Влияние радиационного модифицирования на износостойкость
резцов из твердосплавного материала ВК-8.
Трение и износ.
2025. – Т. 46, № 5. – С. 502–510.
DOI: 10.32864/0202-4977-2025-46-5-502-510

For citation:

V.D. Oniskiv, V.Yu. Stolbov, V.F. Makarov, and M.V. Pesin.
[The Influence of Radiation Modification on the Wear Resistance of
Cutters Made of Carbide Material VK-8].
Trenie i Iznos.
2025, vol. 46, no. 5, pp. 502–510 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2025-46-5-502-510

Список использованных источников

1. **Онискив В.Д., Столбов В.Ю., Макаревич Ю.Л., Чунаев В.Ю.** Некоторые результаты исследования прочности и радиационной стойкости углеродо-базальтового композиционного материала // Все материалы. — 2024, № 3, 11—16
2. **Woods R. and Pikaev A.** Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing. — New York: Published by Jong Wiley and Sons Inc. — 1994
3. **Oniskiv V., Stolbov V., and Ibragimova E.** Effect of Gamma Irradiation on Morphology and Local Element Composition of Basalt-Based Composite Material // Journal of Digital Science. — 2023 (5), no. 2, 8—18
4. **Тимошенко Ю.А., Клопотов А.А., Иванов Ю.Ф.** Изменение структурно-фазового состояния сплава ВК-8 под действием потока гамма-квантов // Известия вузов. Черная металлургия. — 2001, № 4, 40—43
5. **Макаров В.Ф., Песин М.В., Никитин С.П.** Современный режущий инструмент для цифрового машиностроения. — Пермь: Изд-во ПНИПУ. — 2025
6. **Вас Г.С.** Основы радиационного материаловедения. Металлы и сплавы. Серия: Мир материалов и технологий. — М: Техносфера. — 2014
7. **Ободовский И.М.** Радиационные технологии. Применение в лабораторных исследованиях, материаловедении и нанотехнологиях. — М: Интеллект. — 2015
8. **Keizo M. and Song C.** Radiation Processing of Polymer Materials and Its Industrial Applications. — New Jersey: Published by Jong Wiley and Sons Inc. Hoboken. — 2012
9. **Онискив В.Д., Сотин А.В., Столбов В.Ю., Никулин С.В., Южакова Е.В.** Биомеханические аспекты радиационной стерилизации медицинских изделий из пористого углерод-углеродного композиционного материала // Российский журнал биомеханики. — 2023 (24), № 4, 212—219
10. **Ершов Б.Г.** Радиационные технологии: возможности, состояние и перспективы применения // Вестник Российской академии наук. — 2013 (83), № 10, 885—895
11. **Осколкова Т.Н., Глезер А.М.** Современное состояние научной проблемы поверхностного упрочнения карбидовольфрамовых твердых сплавов (обзор) // Известия вузов. Черная металлургия. — 2017 (60), № 12, 980—991
12. **Feynman R., Leighton R., and Sands M.** Feynman Lectures on Physics 9. Quantum Mechanics. 2nd edn. — Moscow: MIR. — 1965
13. **Чернов И.П., Мамонтов А.П.** Упорядочение структуры кристаллов ионизирующим излучением (эффект малых доз ионизирующего излучения) // Известия Томского политехнического университета. — 2000 (303), № 1, 74—80
14. **Воробьев В.Л., Быков П.В., Гильмутдинов Ф.З., Баякин В.Я.** Влияние имплантации ионов N^+ на морфологию поверхности,

химический состав и атомную структуру поверхностных слоев нержавеющей стали и титанового сплава // 14-й Международный Уральский семинар Радиационная физика металлов и сплавов. Тезисы докладов. — 2022, 61—62

15. **Дидык А.Ю., Вишневецкий Р., Вилчинска-Китовска Т., Мышинский Г.В., Семин В.А.** Синтез химических элементов при облучении гамма-квантами палладия в среде конденсированных газов. // РЭНСИТ. — 2019 (11), № 2, 143—157

Reference

1. **Oniskiv V.D., Stolbov V.Yu., Makarevich Yu.L., and Chunaev V.Yu.** Some Results of Research into the Strength and Radiation Resistance of Carbon-Basalt Composite Materials // Polymer Science. Series D. — 2024 (17), no. 3, 725—730
2. **Woods R. and Pikaev A.** Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing. — New York: Published by Jong Wiley and Sons Inc. — 1994
3. **Oniskiv V., Stolbov V., and Ibragimova E.** Effect of Gamma Irradiation on Morphology and Local Element Composition of Basalt-Based Composite Material // Journal of Digital Science. — 2023 (5), no. 2, 8—18
4. **Timoshenko Yu.A., Klopotov A.A., Ivanov Yu.F.** Changes in the structural and phase state of the WC8 alloy under the influence of a gamma-quantum flux // News of universities. Ferrous metallurgy. — 2001, no. 4, 40—43 (in Russian)
5. **Makarov V.F., Pesin M.V., Nikitin S.P.** Modern cutting tools for digital engineering. — Perm: Published by PNRPU. — 2025 (in Russian)
6. **Vas Gary S.** Fundamentals of radiation materials science. Metals and alloys. Series: World of materials and technologies. — Moscow: Technosfera. — 2014 (in Russian)
7. **Obodovsky I.M.** Radiation technologies. Application in laboratory research, materials science and nanotechnology. — Moscow: Intellect. — 2015 (in Russian)
8. **Keizo M. and Song C.** Radiation Processing of Polymer Materials and Its Industrial Applications. — New Jersey: Published by Jong Wiley and Sons Inc. Hoboken. — 2012
9. **Oniskiv V.D., Sotin A.V., Stolbov V.Yu., Nikulin S.M., and Yuzhakova E.V.** Biomechanical Aspects of Radiation Sterilization of Composite Material “Carbon FC” for Medicine // Russian Journal of Biomechanics. — 2023 (27), no. 4, 175—179
10. **Ershov B.G.** Radiation technologies: possibilities, status and application prospects. // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. — 2013 (83), no. 10, 885—895 (in Russian)
11. **Oskolkova T.N., Glezer A.M.** Current state of the scientific problem of surface hardening of tungsten carbide hard alloys (review) // Bulletin of universities. Ferrous metallurgy. — 2017 (60), no. 12, 980—991 (in Russian)

12. **Feynman R., Leighton R., and Sands M.** Feynman Lectures on Physics 9. Quantum Mechanics. 2nd edn. — Moscow: MIR. — 1965
13. **Chernov I.P., Mamontov A.P.** Ordering of the crystal structure by ionizing radiation (the effect of low doses of ionizing radiation) // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. — 2000 (303), no. 1, 74—80 (in Russian)
14. **Vorobyov V.L., Bykov P.V., Gilmutdinov F.Z., Bayakin V.Ya.** Effect of N⁺ ion implantation on the surface morphology, chemical composition and atomic structure of the surface layers of stainless steel and titanium alloy // In: 14th International Ural Seminar Radiation Physics of Metals and Alloys. Abstracts of reports. — 2022, 61—62 (in Russian)
15. **Didyk A.Yu., Vishnevsky R., Wilczynska-Kitowska T., Myshinsky G.V., Semin V.A.** Synthesis of chemical elements under palladium gamma-ray irradiation in a condensed gas environment // RENSIT — 2019 (11), no. 2, 143—157 (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: FWJ@tut.by