УДК 621.9

Метод контроля износа режущего инструмента при концевом фрезеровании нержавеющей стали

А.С. Пятых, А.В. Савилов, С.А. Тимофеев

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск 664047, Россия.

Поступила в редакцию 07.12.2020.

После доработки 16.08.2021.

Принята к публикации 20.08.2021.

В статье приведены результаты исследования оценки износа режущего инструмента при концевом фрезеровании нержавеющей стали 06X14H6Д2МБТ-Ш методом анализа спектра звуковых сигналов. Для проведения исследования применялись монолитные твёрдосплавные фрезы с защитным покрытием. Режимы резания были рассчитаны на основе модального анализа для исключения вибраций. Фрезерование выполнялось на обрабатывающем центре DMU80P duoBlock оснащённом специальным пакетом для тяжелой механической обработки. Запись звукового сигнала выполнялась узконаправленным микрофоном Shure PGA-81-XLR, размещённым в рабочей зоне обрабатывающего центра. Оценка износа режущего инструмента в ходе фрезерования проводилась на основе анализа частотного спектра звукового сигнала, выполненного методом быстрого преобразования Фурье. Фактический износ режущего инструмента измерялся по задней поверхности зуба на устройстве Zoller Genius 3s. По результатам исследования установлено, анализ частотного спектра звукового сигнала на базе алгоритма быстрого преобразования Фурье позволяет объективно оценить величину и характер износа режущей кромки фрезы в случае нормального износа по задней поверхности. Успешное определение износа в режиме реального времени позволяет исключить поломки режущего инструмента, снизить экономические затраты связанные с дополнительными заготовками вследствие брака, с простоем станка на время ремонта и т.п. Своевременное определение величины износа фрезы позволит повысить коэффициент эффективного использования режущего инструмента без вынужденных остановок процесса механической обработки для визуального контроля состояния режущих кромок. Рассмотренный в статье метод оценки износа в режиме реального времени имеет перспективу последующей автоматизации и использования в производственных условиях при механической обработке на станках с ЧПУ.

Ключевые слова: износ инструмента, фрезерование, нержавеющая сталь, твёрдый сплав, быстрое преобразование Фурье.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-411-417

Адрес для переписки:

А.С. Пятых
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск 664047, Россия
e-mail: pyatykhas@ex.istu.edu

Address for correspondence:

A. Pyatykh
Irkutsk National Research Technical University,
Lermontov st., 83, Irkutsk 664074, Russia
e-mail: pyatykhas@ex.istu.edu

Для цитирования:

А.С. Пятых, А.В. Савилов, С.А. Тимофеев.
Контроль износа режущего инструмента при концевом
фрезеровании нержавеющей стали.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 4. — С. 411—417.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-411-417

For citation:

A. Pyatykh, A. Savilov, and S. Timofeev.
[Method of Tool Wear Control when Stainless Steel End Milling].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 4, pp. 411—417 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-411-417

Method of Tool Wear Control when Stainless Steel End Milling

A.S. Pyatykh, A.V. Savilov, and S.A. Timofeev

Irkutsk National Research Technical University,
Lermontov st., 83, Irkutsk 664074, Russia.

Received 07.12.2020.

Revised 16.08.2021.

Accepted 20.08.2021.

Abstract

The article presents the results of the study of the assessment of the wear of the cutting tool during end milling of stainless steel 06H14N6D2MBT-SH by the method of analyzing the spectrum of sound signals. Monolithic carbide cutters with a protective coating were used for the study. Cutting data were calculated based on modal analysis to eliminate vibration. The milling was carried out on a DMU80P duoBlock machining center equipped with a special package for heavy machining. The sound signal was recorded using a Shure PGA-81-XLR narrow-beam microphone located in the working area of the machining center. The assessment of the wear of the cutting tool during milling was carried out on the basis of the analysis of the frequency spectrum of the sound signal, carried out by the method of fast Fourier transform. Actual cutting tool wear was measured at the back of the tooth on a Zoller Genius 3s. According to the results of the study, it has been established that the analysis of the frequency spectrum of the audio signal based on the fast Fourier transform algorithm makes it possible to objectively assess the magnitude and nature of the wear of the cutting edge of the cutter in the case of normal wear along the flank surface. Successful determination of wear in real time allows you to exclude breakages of the cutting tool, reduce economic costs associated with additional workpieces due to rejects, with machine downtime during repairs, etc. Timely determination of the amount of wear of the cutter will increase the coefficient of effective use of the cutting tool without forced stops of the machining process for visual monitoring of the condition of the cutting edges. The method for assessing wear in real time considered in the article has the prospect of subsequent automation and use in production conditions during machining on CNC machines.

Keywords: tool wear, milling, stainless steel, carbide, fast Fourier transform.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-411-417

Адрес для переписки:

А.С. Пятых
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск 664047, Россия
e-mail: pyatykhas@ex.istu.edu

Для цитирования:

А.С. Пятых, А.В. Савилов, С.А. Тимофеев.
Контроль износа режущего инструмента при концевом фрезеровании нержавеющей стали.
Трение и износ.
2021. – Т. 42, № 4. – С. 411–417.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-411-417

Address for correspondence:

A. Pyatykh
Irkutsk National Research Technical University,
Lermontov st., 83, Irkutsk 664074, Russia
e-mail: pyatykhas@ex.istu.edu

For citation:

A. Pyatykh, A. Savilov, and S. Timofeev.
[Tool Wear Control when Stainless Steel End Milling].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 4, pp. 411–417 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-4-411-417

Список использованных источников

1. Мокрицкий Б.Я., Серебренникова А.Г. Результаты сравнительного исследования работоспособности режущих инструментов при обработке специализированных нержавеющей сталей // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2018, № 22(12), 96–103. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-12-96-103
2. Верещака А.А., Бубликов Ю.И., Оганян Г.В., Садов И.П. Повышение скорости резания и стойкости режущего инструмента при точении конструкционных сталей за счет применения многослойно-композиционных наноструктурированных покрытий // Металлообработка. — 2018, № 6(108), 7–10. DOI 10.25960/MO.2018.6.7
3. Adaskin A.M., Vereshchaka A.A., and Vereshchaka A.S. Study of Wear Mechanism of Hard-Alloy Tools During Machining of Refractory Alloys // J. Frict. Wear. — 2013. DOI: 10.3103/S1068366613030021.
4. Kayhan M. and Budak E. An Experimental Investigation of Chatter Effects on Tool Life // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. — 2009, 223 (11): 1455–1463. DOI: 10.1243/09544054JEM1506
5. Altintas Y. In Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design (pp. I-IV). — Cambridge: Cambridge University Press. — 2012
6. Siddhpura M. and Paurobally R. A Review of Chatter Vibration Research in Turning // Int. J. Mach. Tools Manuf. — 2012 (61), 27–47. DOI: 10.1016/j.ijmachtools.2012.05.007. X.
7. Zhang, Han C., Luo M., and Zhang D. Tool Wear Monitoring for Complex Part Milling Based on Deep Learning // Appl. Sci. — 2020 (10), no. 19, 1–20. DOI: 10.3390/app10196916
8. Nakandhrakumar R.S., Dinakaran D., Pattabiraman J., and Gopal M. Tool Flank Wear Monitoring Using Torsional–Axial Vibrations in Drilling // Production Engineering. — 2019, no. 13(1), 107–118. DOI:10.1007/s11740-018-0866-4
9. Rafezi H., Behzad M., and Akbari J. Time Domain and Frequency Spectrum Analysis of Sound Signal for Drill Wear Detection // Int. J. Comput. Electr. Eng. — 2012, 722–725, DOI: 10.7763/ijcee.2012.v4.593.
10. Матвеев Ю.Н., Симончик К.К., Тропченко А.Ю., Хитров М.В. Цифровая обработка сигналов. — СПб: СПбНИУ ИТМО. — 2013

References

1. Mokritskiy B.Ya., Serebrennikova A.G. Results of Comparative Study of Cutting Tool Performance when Machining Specialized Stainless Steels // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University. — 2018, no. 22(12), 96–103 (in Russian) DOI: 10.21285/1814-3520-2018-12-96-103
2. Vereshhaka A.A., Bublikov Ju.I., Oganjan G.V., Sadov I.P. Povyshenie skorosti rezaniya i stojkosti rezhushhego instrumenta pri tochenii konstrukcionnyh stalej za schet primenenija mnogoslajno-kompozicionnyh nanostrukturirovannyh pokrytij // Metalloobrabotka. — 2018, № 6(108), 7–10 (in Russian)
3. Adaskin A.M., Vereshchaka A.A., and Vereshchaka A.S. Study of Wear Mechanism of Hard-Alloy Tools During Machining of Refractory Alloys // J. Frict. Wear. — 2013. DOI: 10.3103/S1068366613030021.
4. Kayhan M. and Budak E. An Experimental Investigation of Chatter Effects on Tool Life // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. — 2009, 223 (11): 1455–1463. DOI: 10.1243/09544054JEM1506
5. Altintas Y. In Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design (pp. I-IV). — Cambridge: Cambridge University Press. — 2012
6. Siddhpura M. and Paurobally R. A Review of Chatter Vibration Research in Turning // Int. J. Mach. Tools Manuf. — 2012 (61), 27–47. DOI: 10.1016/j.ijmachtools.2012.05.007. X.
7. Zhang, C. Han, M. Luo, and D. Zhang Tool Wear Monitoring for Complex Part Milling Based on Deep Learning // Appl. Sci. — 2020 (10), no. 19, 1–20. DOI: 10.3390/app10196916
8. Nakandhrakumar R.S., Dinakaran D., Pattabiraman J., and Gopal M. Tool Flank Wear Monitoring Using Torsional–Axial Vibrations in Drilling // Production Engineering. — 2019, no. 13(1), 107–118. DOI:10.1007/s11740-018-0866-4
9. Rafezi H., Behzad M., and Akbari J. Time Domain and Frequency Spectrum Analysis of Sound Signal for Drill Wear Detection // Int. J. Comput. Electr. Eng. — 2012, 722–725, DOI: 10.7763/ijcee.2012.v4.593.
10. Matveev Ju.N., Simonchik K.K., Tropchenko A.Ju., Hitrov M.V. Cifrovaja obrabotka signalov. — SPb: SPbNIU ITMO. — 2013 (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