

УДК 621.9.048

Е. А. КУДИНОВ

А. А. ВЛАДИМИРОВ, канд. техн. наук

А. В. МАКАРОВ, канд. техн. наук, доц.

Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал)
Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»
(Старый Оскол, Россия)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДЫ И ЧАСТОТЫ ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ НА ИЗНОС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Аннотация

Объектом исследования выступает процесс токарной обработки образцов с наплавленным слоем методом виброточения. Целью работы является выявление оптимальных показателей режимов амплитудно-частотных колебаний процесса вибрационного точения. Результатами исследования выступают измеренные шероховатости поверхности образцов и значения абсолютных износов режущих пластин.

Ключевые слова:

эксплуатационные характеристики, амплитуда колебаний, частота колебаний, абсолютный износ, изменение геометрии, режущая кромка.

Введение. На сегодняшний день в машинах и механизмах применяются различные материалы с повышенными физико-механическими характеристиками. Таким материалам свойственна повышенная износостойкость, что отрицательно сказывается на обрабатываемости резанием. Следствием этого является повышенный износ режущего инструмента, используемого для их обработки. Для решения этой проблемы создаются и модернизируются уже существующие методы и способы различных механических обработок поверхностей деталей из материалов, принадлежащих к этой группе [4]. В статье рассматривается один из методов вибрационной обработки, а именно вибрационное точение с вынужденными тангенциальными колебаниями маятникового типа.

Этот метод позволяет повысить период стойкости за счет особенностей движения режущего инструмента в процессе механической обработки. Во время вибрационного точения вершина режущей кромки периодически выходит из зоны контакта с обрабатываемой заготовкой, что сопровождается снижением температур в зоне резания и на поверхности режущего инструмента.

Целью исследования является определение оптимальных значений амплитудно-частотных параметров процесса вибрационного точения образцов с наплавленным на них покрытием.

Основная часть. Лезвийная обработка поверхностей деталей с помощью метода вибрационного точения заключается в приложении к вершине режущего инструмента вынужденных колебаний маятникового типа с определенными значениями частот от 10 до 200 Гц. Инструмент, совершая колебания, отклоняется от нулевого положения в положительную и отрицательную амплитуды с диапазоном значений от 10 до 300 мкм [3].

На рис. 1 показаны положения колебаний инструмента во время протекания процесса обработки: *а* – нижнее положение (холостой ход); *б* – нейтральное положение (нулевая точка); *в* – верхнее положение (рабочий ход); *г* – нижнее положение (после образования профиля канавки). Осью колебаний является точка закрепления инструмента *O* в вибрационной установке.

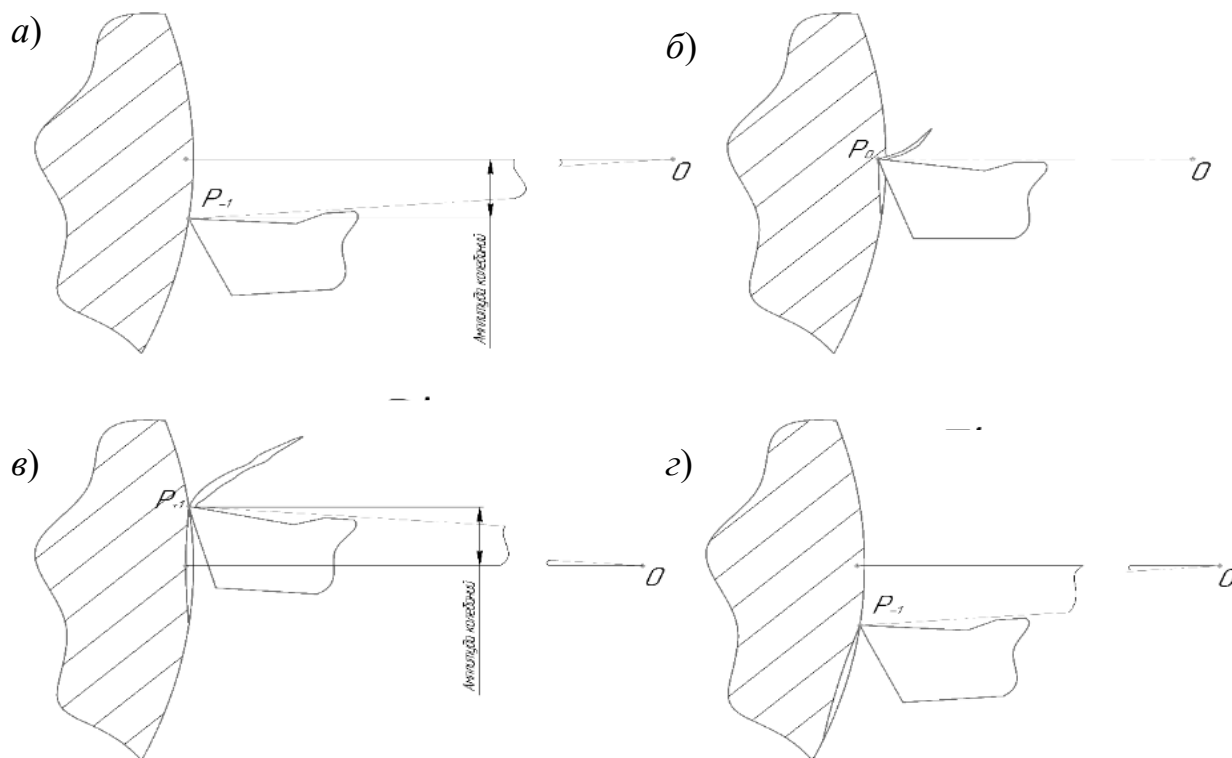


Рис. 1. Схема колебаний режущего инструмента: *а* – нижнее положение инструмента; *б* – нейтральное положение инструмента; *в* – верхнее положение инструмента; *г* – нижнее положение инструмента (после образования профиля канавки)

Материалом образцов при проведении серии экспериментов выступала сталь 20X13 с наплавленным слоем из проволоки ASM 4603 со средним значением твердости по шкале Роквелла HRC 51...54. Наплавляемый на поверхность детали слой имеет химический состав, представленный в табл. 1.

Табл. 1. Химический состав наплавленного материала

Наименование химического элемента	Cr (хром)	V (ванадий)	Mo (молибден)	Mn (марганец)	W (вольфрам)
Процентное содержание, %	6,5	1,1	1,5	2,0	2,6

Режимы вибрационного резания были выбраны из оптимального диапазона амплитудно-частотных параметров на основании предварительных исследований.

После проведения каждого эксперимента шероховатость поверхности образца контролировалась при помощи профилометра TR200, а при помощи

лабораторных весов ВК-300 измерялись массы режущих пластин после обработки поверхностей образцов.

Полученные значения шероховатостей поверхностей образцов и абсолютных износов пластин отображены в табл. 2 и соотносятся с каждым из режимов проведения эксперимента.

Табл. 2. Режимы обработки вибрационного точения и численные значения параметров обработанных поверхностей

Шифр эксперимента	Скорость резания V , м/мин	Глубина резания t , мм	Частота колебаний вершины режущего инструмента f , Гц	Амплитуда колебаний вершины режущего инструмента A , мкм	Продольная подача инструмента S , мм/об	Среднее значение шероховатости поверхности Ra , мкм	Абсолютный износ пластины, г
Э.3.1	70	0,5	24	50	0,057	1,0	< 0,05
Э.4.1					0,11	0,95	< 0,05
Э.5.1					0,2	1,0	< 0,05
Э.6.1				100	0,057	0,95	< 0,05
Э.7.1					0,11	0,65	0,05
Э.8.1					0,2	1,2	0,1
Э.9.1				150	0,057	1,1	0,05
Э.10.1					0,11	1,1	0,05
Э.3.2					0,2	1,8	0,05
Э.4.2				48	50	0,057	1,25
Э.5.2			0,11			1,35	0,1
Э.6.2			0,2			2,45	< 0,05
Э.7.2			100		0,057	0,75	0,1
Э.8.2					0,11	0,9	0,05
Э.9.2					0,2	0,9	0,05
Э.10.2			150		0,057	0,85	0,1
Э.11.1					0,11	0,75	0,05
Э.12.1					0,2	0,9	0,1
Э.13.1			72		50	0,057	0,7
Э.14.1				0,11		0,7	0,1
Э.15.1				0,2		1,1	0,05
Э.16.1				100	0,057	0,75	0,1
Э.17.1					0,11	0,85	0,1
Э.18.1					0,2	0,85	0,3
Э.11.2	150	0,057		1,1	0,2		
Э.12.2		0,11		1,0	0,1		
Э.13.2		0,2		1,2	< 0,05		

Внешний вид и характер износа режущих кромок после измерения численных параметров был запечатлен цифровым микроскопом U500X с кратностью приближения фотографии поверхности в 40 раз.

На фотографиях (рис. 2) приводятся абсолютные износы режущих пластин после обработки экспериментальных образцов. Представлены износы пластин, обрабатываемых образцы с разными амплитудно-частотными режимами процесса вибрационного точения.

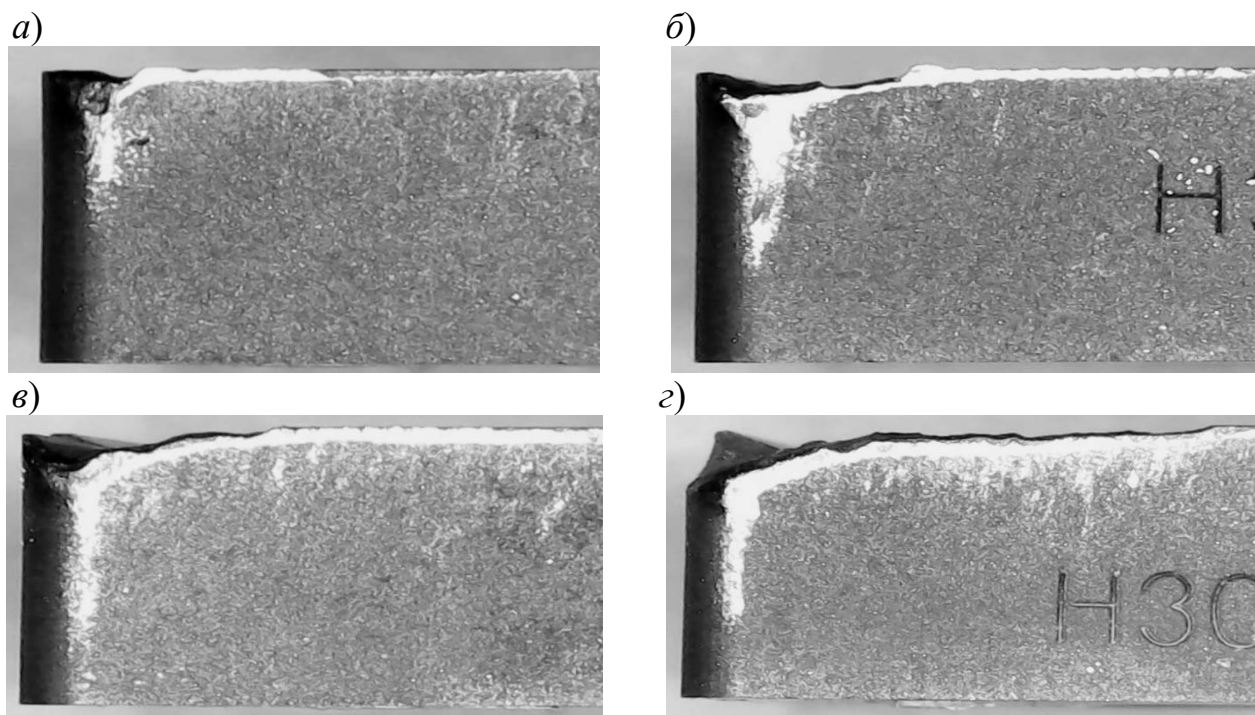


Рис. 2. Износ пластины: *a* – после обработки с режимом обработки № 1, вид сбоку; *б* – после обработки с режимом обработки № 15, вид сбоку; *в* – после обработки с режимом обработки № 19, вид сбоку; *г* – после обработки с режимом обработки № 24, вид сбоку

На рис. 2, *a* показана режущая пластина на виде сбоку после механической обработки с режимом № 1. Как видно из рисунка, величина изношенной зоны небольшая и располагается у вершины режущих кромок пластины. Абсолютное значение износа этой пластины после взвешивания менее 0,05 г [2].

На рис. 2, *б* изображена режущая пластина после обработки с вибрационным режимом точения № 15. Обработка образца таким режимом сопровождается расширением зоны изношенной кромки и увеличением глубины бороздки в месте контакта вершины пластины с обрабатываемой заготовкой, значение абсолютного износа также осталось равным 0,05 г.

Рис. 2, *в* представляет режущие кромки пластины после обработки с вибрационным режимом обработки № 19. Абсолютный износ, равный 0,15 г, проявился в виде образования бороздки, распространившейся на обе режущие кромки пластины.

На рис. 2, *г* изображена фотография режущих кромок пластины после экспериментов с обработкой режимом вибрационного точения № 24, максимальное значение абсолютного износа равно 0,3 г. Наблюдается значительное

изменение геометрии режущих кромок пластины вследствие появления бороздки со сколом частей режущих граней.

Заключение. В ходе проведения практических экспериментов с механической обработкой экспериментальных образцов с наплавленным слоем проволокой марки ASM 4603 с повышенными физико-механическими характеристиками были измерены значения абсолютных износов режущих кромок пластин для 27 режимов обработки виброточением.

Значения износов находились в диапазоне от 0,05 до 0,3 г от начальных масс режущих пластин. При превышении критических значений амплитудно-частотных параметров вибрационного точения происходило механическое разрушение режущих кромок пластин, а именно откалывание части пластины.

Такие разрушения приводили к резкому увеличению износа поверхности режущих пластин, быстрой потере общей массы и невозможности использования такой пластины для дальнейшей механической обработки [1].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Balla Srinivasa Prasad.** Correlation between vibration amplitude and tool wear in turning: Numerical and experimental analysis / Balla Srinivasa Prasad, M. Prakash Babu // Engineering Science and Technology, an International Journal. – 2017. – Vol. 20, iss. 1.

2. **Гаркунов, Д. Н.** Триботехника: учебное пособие / Д. Н. Гаркунов, Э. Л. Мельников, В. С. Гаврилюк. – 2-е изд., стер. – Москва: КНОРУС, 2013. – С. 38–46.

3. **Пегашкин, В. Ф.** Определение условий образования регулярного микрорельефа поверхностного слоя детали при УВКК / В. Ф. Пегашкин, Г. А. Осипенкова, Н. Ю. Кукина // Вестн. машиностроения. – 2004. – № 1. – С. 57–59.

4. **Шнейдер, Ю. Г.** Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом / Ю. Г. Шнейдер. – Ленинград: Машиностроение, 1982. – 240 с.

Контакты:

ekudinov81@gmail.com (Кудинов Егор Алексеевич);

vladimirov.al.an@yandex.ru (Владимиров Александр Андреевич);

makarov.av@mail.ru (Макаров Алексей Владимирович).

E. A. KUDINOV, A. A. VLADIMIROV, A. V. MAKAROV

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF AMPLITUDE AND FREQUENCY OF VIBRATION TURNING ON WEAR OF CUTTING TOOLS

Abstract

The object of the study is the process of mechanical processing of deposited surfaces using the vibration turning method. The purpose of the work is to determine the optimal range of values of the amplitude-frequency parameters of vibrations. The results of the study are the values of the roughness of the machined surfaces and the absolute wear of the cutting inserts.

Keywords:

operational characteristics, vibration amplitude, vibration frequency, absolute wear, geometry change, cutting edge.