НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА
НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ
Эл № ФС77 - 48211. Государственная регистрация №0421200025. ISSN 1994-0408
электронный научно-технический журнал

Установка для изучения процесса резания материалов на малых скоростях резания

 # 03, март 2013
DOI: 10.7463/0313.0541420
Ярославцев В. М., Гусенко А. Ю.
УДК 621.979.06

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана
mt13@bmstu.ru

Экспериментальные исследования на малых скоростях резания имеют ряд методических преимуществ [1]. К ним, в частности, относятся: отсутствие влияния температурно-скоростного фактора, делающее процесс стружкообразования более простым, наглядным, лучше поддающимся изучению; минимальное действие инерционных сил, позволяющее обеспечивать высокую точность измерений при использовании простой динамометрической аппаратуры. Малая интенсивность износа инструмента, исключающая учет его влияния на результаты опытов. Создаются благоприятные условия для наблюдения за процессом стружкообразования через микроскоп и др. Малые скорости резания дают возможность выявить отдельные фазы процесса образования стружки и диспергирования отдельных ее элементов.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана разработана лабораторная экспериментальная установка (УИПР-1) для изучения процесса резания материалов на микроскоростях. Установка позволяет с помощью микроскопа непосредственно наблюдать отдельные стадии процесса образования стружки, последовательно фиксировать их с применением фотоаппаратуры и регистрировать действующие при этом силовые факторы. Для определения составляющих силы резания используется специально разработанное динамометрическое устройство, основанное на упруго-электрическом принципе действия.

На рис. 1, 2 представлены общий вид установки УИПР-1 и ее принципиальная схема соответственно.

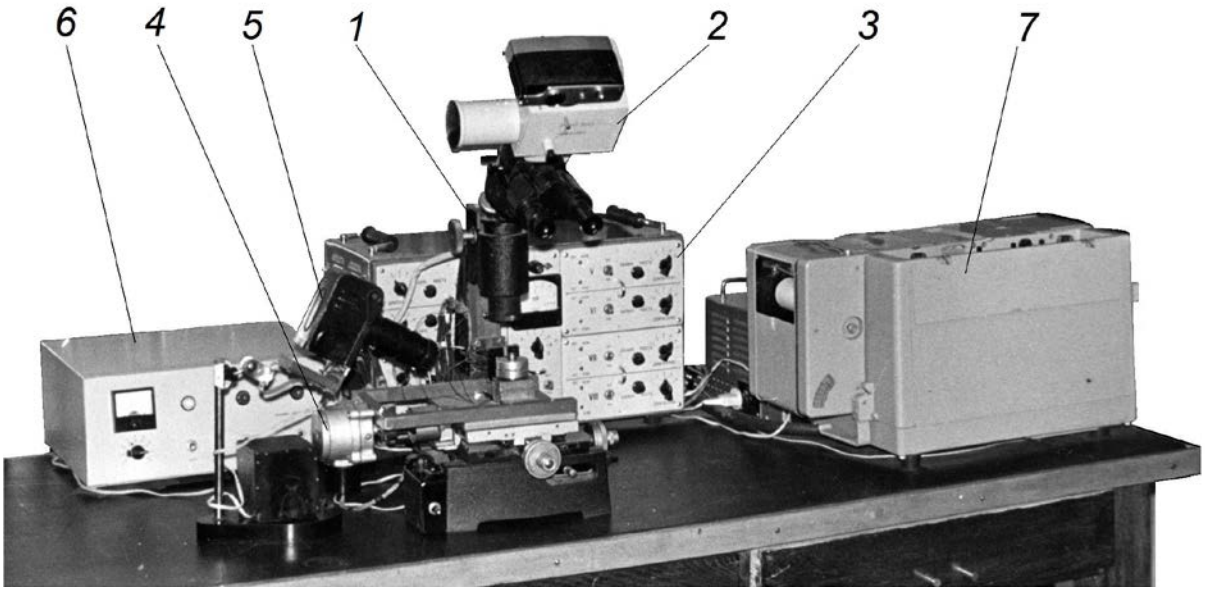


Рис. 1. Общий вид установки для изучения процесса резания (УИПР-1)
1 – микроскоп ТМ 123; *2* – микрофотонасадка МНФЭ-1; *3* – тензометрическая станция 8АНЧ-7М; *4* – привод движения резания; *5* – осветительное устройство; *6* – пульт управления фотонасадкой; *7* – осциллограф Н-700

Установка УИПР-1 смонтирована на базе инструментального микроскопа *1* (см. рис. 1) и дополнительно включает в себя следующие основные конструктивные элементы: оптическую систему с устройством для микрофотографирования *2*, тензометрическую станцию *3*, механизм для осуществления процесса резания *4*, осветительное устройство *5* и осциллограф 7.

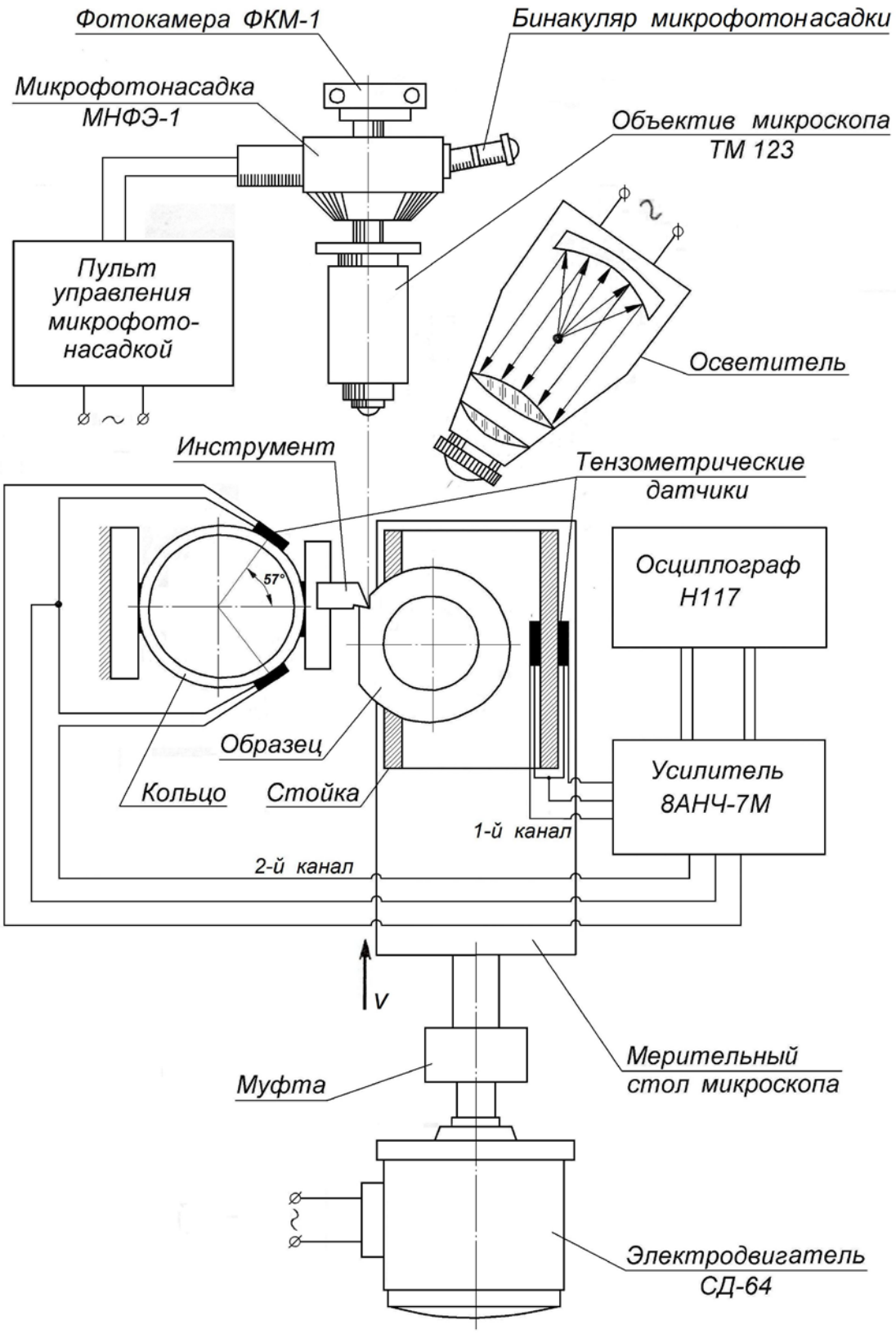


Рис. 2. Схема установки УИПР-1

Большой инструментальный микроскоп Цейса типа ТМ-123 является основной, базовой частью установки. На нем монтируются привод движения резания, стол-салазки со стойкой для установки заготовки и ее правильной ориентации в пространстве, упруго-электрический динамометр, имеющий приспособление для закрепления режущего инструмента, и оптическая система, с помощью которой ведутся наблюдение и регистрация процесса стружкообразования.

Вместо визуального тубуса на микроскоп устанавливается фотонасадка, в состав которой входит (см. рис. 2) автоматическая микрофотонасадка МФНЭ-1, фотокамера ФКМ-1 и пульт управления микрофотонасадкой.

Пульт управления микрофотонасадкой служит для определения времени экспозиции и автоматической перемотки фотопленки на один кадр после каждого экспонирования. Автоматическое устройство регистрирует все колебания яркости света осветителя и корректирует стабильность освещения объекта съемки. Визуальное наблюдение процесса резания с помощью микроскопа и фиксирование характерных фаз механизма образования стружки обеспечивается применением бинокуляров микрофотонасадки (см. рис. 2).

На мерительном столике микроскопа размещается дополнительный подвижный стол–салазки (см. рис. 2), в нашем случае стол от микроскопа типа ММИ-5, ходовой винт которого через муфту соединен с валом электродвигателя типа СД-64, смонтированного на специальном силовом кронштейне. На салазках жестко фиксируется стойка с закрепленным на ней кольцевым образцом исследуемого материала. При вращении вала двигателя происходит перемещение салазок и образца (заготовки) относительно инструмента, который, в свою очередь, неподвижно закрепляется на упругом кольце. Конструктивное исполнение механизма движения резания и крепления заготовки и инструмента предусматривают осуществление процесса свободного резания, когда в срезании слоя материала участвует только одна главная режущая кромка инструмента. Материал и геометрию инструмента выбирают в зависимости от вида обрабатываемого материала и задач исследования. Электродвигатель СД-64 осуществляет движение резания со скоростью $5 \cdot 10^{-5}$ м/с (50 мкм/с).

Неподвижно закрепленное на микроскопе упругое кольцо и стойка, с наклеенными на них тензометрическими датчиками, в совокупности составляют тензометрическое устройство (упруго-электрический динамометр) для измерения главной (P_z) и радиальной (P_y) составляющих силы резания [2-4].

Независимое конструктивное исполнение упругих элементов динамометра обеспечивает отсутствие взаимного влияния составляющих силы резания, т.е.

тензометрические датчики, воспринимающие действие одной из составляющих силы резания, не реагируют на действие другой составляющей. В установке использованы тензометрические датчики марки ПКБ-10-100 с базой 10 мм и сопротивлением 100 Ом.

Применение упруго-электрического динамометра имеет ряд достоинств:

- возможность измерения величин составляющих силы резания во времени;

- выполнение измерений и регистрации нескольких составляющих усилия резания одновременно;

- высокая чувствительность и компактность;

- линейность нагрузочной характеристики.

Необходимым условием при установке режущего инструмента в приспособлении является совмещение его вершины с центром поля зрения объектива микроскопа.

Механические деформации тензодатчиков преобразуются в электрические сигналы при помощи стандартного восьмиканального усилителя 8АНЧ-7М (см. рис. 1, 2). Устройство усилителя позволяет изменять чувствительность восприятия сигнала. Тензостанция 8АНЧ-7М и двенадцатиканальный осциллограф Н117 (рис. 1) входят в комплект тензометрической аппаратуры УИПР-1.

Осциллограф Н117 предназначен для регистрации в процессе стружкообразования изменяющихся величин деформаций упругих элементов тензосистемы и соответствующих значений составляющих силы резания. Запись осциллограмм производится на ультрафиолетовой фотобумаге УФ-67, не требующей химического проявления. В осциллографе применяются рамочные гальванометры с диапазоном регистрируемых частот до 15 кГц. Наличие в осциллографе различных скоростей движения фотоленты дает возможность получать при расшифровке наглядную картину кинетики изменения действующих при резании силовых факторов. Одновременно с записью усилий резания на фотобумагу записывается сигнал отметчика времени.

Для расшифровки осциллографических записей предварительно необходимо провести тарировку тензометрического динамометра. Для этой цели производится статическое нагружение и разгрузка измеряющей системы по направлению действия составляющих силы резания P_z и P_y контрольными разновесами с регистрацией соответствующих значений отклонения луча шлейфа. По полученным данным строится тарировочный график зависимости отклонения луча шлейфа от величины статической нагрузки.

При проведении экспериментов с применением установки УИПР-1 осуществляют предварительную подготовку кольцевого исследуемого образца, в процессе которой на образце необходимой толщины искусственно изготавливают плоскость и заходной уступ,

после чего образец закрепляется на тензометрической стойке. При этом необходимо выдержать параллельность между обрабатываемой поверхностью образца и направлением движения резания (линией среза).

Основные технические характеристики

Схема (кинематика) обработки ……. свободное резание
Скорость резания, мкм/с …….50
Число регистрируемых параметров ……. 2
Увеличение объекта, крат:
при визуальном наблюдении ……13; 19; 30
при фотографировании …… 30; 45; 72
Размеры кадра, мм ……..… 24×36

Установку УИПР-1 в МГТУ им. Н.Э. Баумана применяли для изучения особенностей процесса резания плазменнонапыленных металлокерамических покрытий [5], что позволило установить характерные особенности стружкообразования, их взаимосвязь с силовыми факторами и режимами обработки указанных материалов.

Список литературы

1. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. М.: Машгиз, 1956. 368 с.
2. Раннев Г.Г., Тарасенко А.П. Методы и средства измерений. М.: Academia, 2008. 331 с.
3. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 320 с.
4. ГОСТ 21615-76. Тензорезисторы. Методы определения характеристик. М.: Изд-во стандартов, 1976. 27 с.
5. Ярославцев В.М., Сабельников В.В., Гусенко А.Ю. Исследование процесса стружкообразования при точении плазменнонапыленных металлокерамик // Теория и практика газотермического нанесения покрытий : тез. докл. 10-го Всесоюз. совещ. Дмитров, 1985. С. 230-233.

SCIENTIFIC PERIODICAL OF THE BAUMAN MSTU

SCIENCE and EDUCATION

EL № FS77 - 48211. №0421200025. ISSN 1994-0408

electronic scientific and technical journal

Setup for studying the process of cutting materials at low cutting speeds

 # 03, March 2013

DOI: 10.7463/0313.0541420

Yaroslavtsev V.M., Gusenko A.Yu.

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, Russian Federation

mt13@bmstu.ru

In this article the authors describe the construction and operation of a technological laboratory setup for studying the process of chip formation during cutting at micro speeds; this setup was developed at Bauman MSTU. This setup was developed on the basis of a large Zeiss engineer microscope. The setup includes a special drive for moving a work piece relative to a hard-mounted tool; it also includes an automated photo micrographic attachment for recording separate stages of deformation and destruction of a material of the layer being cut, and a specially designed dynamometric device based on the elastic and electrical operating principle for determining the cutting force components. This set of devices allows to investigate and record separate stages of the chip formation process in more detail and to estimate their influence on formation conditions and quality of machined surfaces.

Publications with keywords: dynamometer, studying of process of cutting, a design of technological device, cutting on microspeeds, elements of a design, a microscope, technical characteristics of a device

Publications with words: dynamometer, studying of process of cutting, a design of technological device, cutting on microspeeds, elements of a design, a microscope, technical characteristics of a device

References

1. Zorev N.N. *Voprosy mekhaniki protsessa rezaniia metallov* [Problems of mechanics of the process of cutting of metals]. Moscow, Mashgiz, 1956. 368 p.

2. Rannev G.G., Tarasenko A.P. *Metody i sredstva izmerenii* [Methods and means of measurements]. Moscow, Academia, 2008. 331 p.

3. Spektor S.A. *Elektricheskie izmereniia fizicheskikh velichin: Metody izmerenii* [Electrical measurements of physical quantities: Methods of measurement]. Leningrad, Energoatomizdat, 1987. 320 p.

4. *GOST 21615-76. Tenzorezistory. Metody opredeleniia kharakteristik* [State Standard 21615-76. Strain gages. Methods for determination of characteristics]. Moscow, Standards Publishing House, 1976. 27 p.

5. Iaroslavtsev V.M., Sabel'nikov V.V., Gusenko A.Iu. Issledovanie protsessa struzhkoobrazovaniia pri tochenii plazmennonapylennykh metallokeramik [Research the process of chip formation during turning metal-ceramic which was sprayed with the help of plasma]. *Teoriia i praktika gazotermicheskogo naneseniia pokrytii : tez. dokl. 10-go Vsesoiuz. soveshch.* [The theory and practice of gas-thermal coatings: abstracts of the 10th all-Union meeting]. Dmitrov, 1985, pp. 230-233.