

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ ПРИ РЕЗАНИИ ЕДИНИЧНЫМ АЛМАЗНЫМ ЗЕРНОМ

При изучении сил микрорезания единичным зерном в диапазоне скоростей 10..40 м/с измерительная техника должна иметь разрешающую способность по частоте сигнала и чувствительности соответственно порядка 1 МГц и 0,01 Н. Механико-электрические преобразователи такими свойствами не обладают [1-3].

Одним из путей повышения чувствительности измерительной системы является динамическая тарировка динамометра совместно с регистрирующей аппаратурой в условиях, идентичных процессу резания единичным зерном. Это позволяет при относительно невысоком быстродействии механической части системы (рис. 1) удовлетворительно оценивать амплитуду силовых импульсов, возникающих в процессе резания единичным зерном.

Частота высшей гармоники, оценка которой необходима для удовлетворительного приближения при разложении регистрируемого сигнала в ряд Фурье, определяется из условия $f_0 \geq 5f$ и при собственной частоте динамометра $f_0 = 125$ Гц [2,4] равна 25 Гц, что соответствует длительности импульса $\tau = 0,04$ с. Необходимая длина царапины l единичным зерном, соответствующая τ при скорости резания $v = 3$ м/с, определяется из соотношения $\tau = l/v$ и равна 120 мм.

Для получения необходимых начальных данных образец закреплялся в двухкомпонентном динамометре [4], изготовленном на основе восьмиугольного кольцевого преобразователя. Алмазным индентором на универсально-заточном станке мод. 3Д642Е на образец наносились риски длиной 120 мм и 5,1 мм при скорости резания 3 м/с (рис. 2). Параметры импульсов регистрировались с помощью осциллографа Н117/1. Длительность импульса при длине риски 5,1 мм составляла 0,0017 с.

По показаниям осциллографа определялись коэффициенты k_1 и k_2 , характеризующие инерционность измерительной системы на данном отрезке времени при регистрации тангенциальной и нормальной составляющих силы резания:

$$K_1 = \frac{I_{0,04}^{(1)}}{I_{0,0017}^{(1)}} ;$$

$$K_2 = \frac{I_{0,04}^{(2)}}{I_{0,0017}^{(2)}} ,$$

где $I_{0,04}^{(1)}$, $I_{0,0017}^{(1)}$ — показания осциллографа (мм), соответствующие тангенциальной составляющей силы резания при длительности импульса 0,04 и

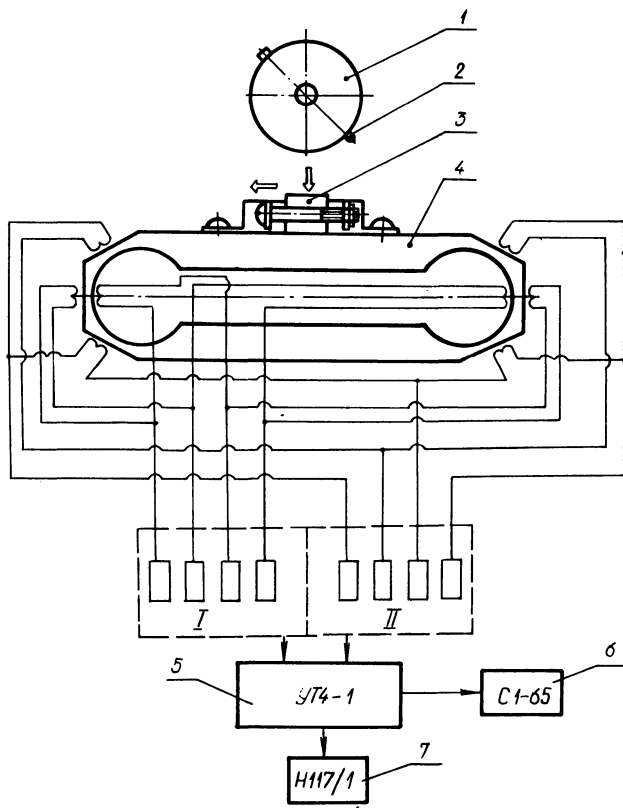


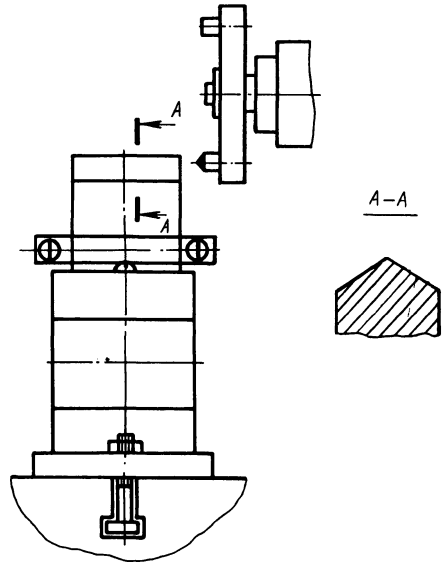
Рис. 1. Принципиальная схема для определения сил при резании единичным зерном: I – канал для измерения нормальной составляющей силы резания; II – канал для тангенциальной составляющей; 1 – диск; 2 – алмазный индентор; 3 – образец; 4 – динамометр; 5 – усилитель тензодатчик УТ4-1; 6 – осциллограф универсальный С1-65; 7 – светолучевой осциллограф Н117/1

$0,0017$ с; $I_{0,04}^{(2)}$, $I_{0,0017}^{(2)}$ – показания осциллографа, соответствующие нормальной составляющей силы резания, мм.

Тарировка динамометра проводилась на плоскошлифовальном станке высокой точности мод. 3Е711В. Алмазным зерном, закрепленным на торце алюминиевого диска, при скорости резания 35 м/с на поверхность образца наносили ряд царапин. Число импульсов, регистрируемых с помощью осциллографа, соответствовало числу встреч алмазного индентора с образцом, причем с увеличением длины царапины возрастала длительность импульса. В результате на динамометрическую схему последовательно поступали силовые импульсы разной длительности. Длина царапины изменялась от 2 мм до 60 мм, что при скорости резания 35 м/с соответствовало времени контакта от 0,00006 до 0,0017 с.

Модулированные таким способом импульсы регистрировались осциллографом, по показаниям которого определялись поправочные коэффициенты

Рис. 2. Схема установки для динамической галвировки



для каждой длительности импульса. Рабочие частоты гальванометров осциллографа при этом выбирались выше собственной частоты динамометра.

Поправочные коэффициенты для тангенциальной и нормальной составляющих силы резания:

$$k_{\tau} = k_1 \frac{I_{0,0017}^{(3)}}{I_{\tau}^{(3)}} ;$$

$$K_y = k_2 \frac{I_{0,0017}^{(4)}}{I_y^{(4)}} ,$$

где $I_{0,0017}^{(3)}$, $I_{0,0017}^{(4)}$ — показания осциллографа (мм), регистрирующего тангенциальную и нормальную составляющие силы резания при длительности импульса 0,0017 с и скорости резания 35 м/с; $I_{\tau}^{(3)}$, $I_y^{(4)}$ — показания осциллографа при соответствующей длительности импульса, для которого определяется поправочный коэффициент, мм.

Для любого по длительности импульса тангенциальная составляющая

$$I_{\tau} = k_{\tau} I_1 ,$$

нормальная составляющая

$$I_y = k_y I_2 ,$$

где I_1, I_2 — показания осциллографа, регистрирующего тангенциальную и

нормальную составляющие силы в процессе резания единичным зерном с переменным заглублением при плоском шлифовании.

Применяя динамическую тарировку динамометра, определяют значения составляющих силы резания.

Итак, разработанная методика позволяет оценивать влияние быстродействия применяемой динамометрической аппаратуры на регистрируемые силы; производить динамическую тарировку динамометра совместно с регистрирующей аппаратурой в условиях, идентичных процессу резания единичным зерном; определять характеристики динамометра и сводить до минимума погрешности измерения, вызванные инерционностью как отдельных элементов, так и всей измерительной системы; использовать для измерения сил при резании единичным зерном традиционный способ динамометрирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.А., Мифлиг Д.М., Мельник В.А. Силовые и энергетические параметры при царапании гранита единичным алмазным зерном // Сверхтвердые материалы. – 1985. – № 3. – С. 52–58.
2. Измерение сил резания на единичном алмазном зерне / Х. Зайфарт, А.А. Марченко, Г.Ф. Скрипко и др. // Синтет. алмазы. – 1978. – № 6. – С. 18–23.
3. Химач О.В. О силовых зависимостях при резании единичным зерном // Синтет. алмазы. – 1972. – № 6. – С. 52–56.
4. Янг. Вопросы проектирования динамометров для измерений усилий в процессе плоского шлифования // Тр. америк. о-ва инженеров-механиков. Конструирование и технология машиностроения. – М., 1968. – № 1. – С. 131–136.

УДК 621.923.02

В.И. ТУРОМША, канд.техн.наук,
А.П. ПАРХУТИК, канд.физ.-мат. наук,
С.В. БИЧАНИН (БПИ)

ВЛИЯНИЕ ПОДАТЛИВОСТИ СИСТЕМЫ СПИД И ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА НА СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Действительную скорость съема материала при шлифовании нельзя задать кинематической настройкой станка [1]. Это вызвано тем, что глубина резания меньше глубины, заданной настройкой, вследствие упругих деформаций в системе СПИД и размерного износа инструмента. Поскольку скорость съема материала является основным параметром, влияющим на стоимость и производительность операции шлифования, учет названных параметров позволяет существенно повысить точность математической модели оптимизации режимов резания.

При плоском шлифовании действительная скорость подачи на глубину шлифования, которая определяет скорость съема материала [2],

$$\frac{dy}{d\tau} = n\Gamma P_y,$$

где y – текущая координата обрабатываемой поверхности (рис. 1); n – чис-