

Таблица 1

Ход вверх			Ход вниз		
$ a $ , м/с <sup>2</sup>	$V_{ост}$ , м/с	$t_{тор}$ , с	$a$ , м/с <sup>2</sup>	$V_{ост}$ , м/с	$t_{тор}$ , с
3,8	0,052	0,21	4,2	0,05	0,17

## Л и т е р а т у р а

1. Цуханова Е.А. Расчет тормозных устройств гидропривода автоматических станков и линий по заданному закону торможения. - М., 1963. 2. Брон Л.С., Тартаковский Ж.Э. Гидравлический привод агрегатных станков и автоматических линий. - М., 1974. 3. Хедер Г. Конструирование и расчеты. - Мл.-Л., 1931, т. 1.

УДК 621.91

В.А.Пацкевич, канд. техн. наук (ММИ),  
А.Е.Пацкевич, инженер (ММИ)

### К ВОПРОСУ О ДИНАМИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СТАНОК—ДЕТАЛЬ—ИНСТРУМЕНТ

В настоящее время наиболее простым и самым распространенным методом определения жесткости технологической системы СДИ является статический метод. Статическое нагружение элементов системы СДИ с большей или меньшей точностью дает представление о поведении элементов системы неработающего станка под нагрузкой, но не дает возможности правильно оценить жесткость технологической системы СДИ в условиях ее работы (резания), так как при статическом нагружении не учитываются все факторы, действующие в процессе резания.

Установлено [1], что деформации системы СДИ в динамическом состоянии в 1,2—2 раза больше, чем деформации системы в статическом состоянии. Динамическая жесткость системы зависит от параметров системы, параметров процесса резания и частоты возмущающей силы. Она характеризует способность системы СДИ противостоять деформирующему действию сил при конкретных условиях обработки деталей.

Различными авторами в разное время предложено несколько

способов определения динамической жесткости, которые можно объединить в пять групп.

К первой группе относятся способы определения динамической жесткости посредством обработки заготовок с неравномерным припуском:

- обтачивание эксцентричных заготовок [2];
- обтачивание заготовок, имеющих крутую конусность;
- обтачивание ступенчатых заготовок;
- обтачивание ступенчатых заготовок разной жесткости 3.

Динамическая жесткость системы СДИ для трех вышеприведенных методов определяется из выражения

$$j_{\text{сист}} = \lambda \cdot C_p \cdot s^{0,75} \frac{\Delta_{\text{заг}}}{\Delta_{\text{дет}}}, \quad (1)$$

где  $\lambda = \frac{P_y}{P_z}$  - отношение радиальной составляющей  $P_y$  к тангенциальной составляющей  $P_z$  силы резания;  $C_p$  - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал;  $s$  - подача;  $\Delta_{\text{заг}}$  - погрешность заготовки;  $\Delta_{\text{дет}}$  - погрешность детали.

Формула для определения динамической жесткости станка с помощью ступенчатого резания на двух оправках имеет вид

$$j_{\text{станка}} = \frac{(\Delta_{g_1} - \Delta_{g_2}) \cdot j_{\text{опр1}} j_{\text{опр2}}}{j_{\text{опр2}} \Delta_{g_2} - j_{\text{опр1}} \Delta_{g_1}}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{g_1}$  и  $\Delta_{g_2}$  - величины перепада в радиусах на ступенчатом образце, обработанном на оправках, имеющих жесткость  $j_{\text{опр1}}$  и  $j_{\text{опр2}}$ .

Ко второй группе относятся способы определения динамической жесткости путем обработки гладких заготовок:

последовательная обработка заготовок при прямой и обратной подаче [4];

способ, основанный на сравнении заданной и фактической глубины резания [5].

Значение динамической жесткости для первого способа определяется по формуле

$$j_{\text{сист}} = \frac{\frac{2}{3} C_p s^{0,75} t}{D_{\text{II}} - D_{\text{по}}}, \quad (3)$$

где  $D_{\Pi}$  – диаметр поверхности, обработанной с прямой подачей;  $D_{\text{по}}$  – диаметр поверхности, обработанной с прямой и обратной подачами.

Значение динамической жесткости для второго способа определяется по формуле

$$j_{\text{сист}} = \frac{t_{\text{факт}}}{Y} \cdot C_p \cdot s^{UP} \cdot HB^n, \quad (4)$$

где  $t_{\text{факт}}$  – фактическая глубина резания;  $Y$  – величина упругого отжатия.

К третьей группе относятся специальные устройства [6], позволяющие определять динамическую жесткость системы непосредственно в процессе обтачивания контрольной заготовки.

Четвертую группу составляют расчетно-экспериментальные способы определения динамической жесткости [1, 7].

К пятой группе относятся аналитические способы определения динамической жесткости. Динамический коэффициент  $\mu$  при обработке гладкого цилиндрического валика в центрах с высокими скоростями резания определяется по формуле

$$\mu = \frac{1 - \alpha}{(1 - \alpha - \beta)(1 - \alpha + \beta)}, \quad (5)$$

где  $\alpha = \frac{V_{\Pi} l}{a \pi}$ ;  $a = \sqrt{\frac{Ej g}{F \gamma}}$ ;  $V_{\Pi}$  – скорость перемещения реза;  $l$  – длина обрабатываемой заготовки;  $F$  – площадь поперечного сечения заготовки;  $\gamma$  – удельный вес обрабатываемого металла;  $Ej$  – жесткость заготовки;  $\beta = \frac{\tau}{\tau_1}$  – отношение периода основного типа колебания обрабатываемой детали к периоду  $\tau_1 = \frac{2\pi}{\nu_{\Pi}}$  пульсирующей силы.

Недостатком формулы (5) является то, что рабочие узлы станка не абсолютно жестки, как принято при выводе формулы.

Способы определения динамической жесткости по формулам (1, 3, 4) не являются точными по следующим причинам: во-первых, отношение составляющих усилия резания  $\lambda = \frac{P_Y}{P_Z}$  колеблется в пределах 0,3...0,65; во-вторых, величина  $C_p$  колеблется в пределах 144...251; в-третьих, показатель степени при глубине резания в большинстве случаев не равен единице; в-четвертых, величина  $\frac{\Delta_{\text{заг}}}{\Delta_{\text{дет}}}$  зависит от точности измерения

перепадов в диаметрах, при этом особенно низкая точность измерения перепада  $\Delta_{\text{дет}}$ .

В связи с этим авторами предложен новый метод определения динамической жесткости системы СДИ при резании металлов, исключая вышеприведенные недостатки.

#### Л и т е р а т у р а

1. Колев К.С., Колев Н.С. О динамической жесткости технологической системы. – Вестник машиностроения, 1960, № 2. 2. Скраган В.А. Производственный метод определения жесткости металлорежущих станков. – М., 1950. 3. Якимов А.В., Казимирчик Ю.А. Оценка производственных методов определения жесткости металлорежущих станков. – В сб.: Изв. вузов. Машиностроение, 1962, № 2. 4. Кораблев П.А. Точность обработки на металлорежущих станках в приборостроении. – М., 1962. 5. Корсаков В.С. Точность механической обработки. – М., 1961. 6. Скраган В.А., Домажидов А.П. Устройство для контроля жесткости токарных станков производственным методом. – В кн.: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.: "Жесткость машиностроительных конструкций". Брянск, 1976. 7. Колев К.С. Вопросы точности при резании металлов. – М., 1961.

УДК 621.822.6

И.П.Филонов, канд. техн. наук (БПИ),  
В.И.Клевзович, инженер (БПИ)

#### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РАССЕИВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ПРИВОДЕ ПОДАЧ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

При расчете реальных механических систем существенными факторами, влияющими на прочность, надежность и долговечность колеблющихся элементов, являются энергетические потери в системе. Причинами, приводящими к энергетическим потерям, являются: рассеяния энергии на необратимые процессы в циклически деформируемом материале колебательной системы, на трение в сочленениях и т. п. Из свойств колебательных систем станков способность демпфирования колебаний наименее изучена, что снижает, а часто и исключает возможность учета параметров колебательного движения при расчете их деталей на