

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.95.08:51-74

В.Л. ЗАКОВОРОТНЫЙ, ФАМ ДИНЬ ТУНГ, НГУЕН СУАН ТЬЕМ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНЕРЦИОННЫХ И ДИССИПАТИВНЫХ СВОЙСТВ ПОДСИСТЕМ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ЗАГОТОВКИ ПРИ ТОЧЕНИИ

Рассматривается вопрос математического моделирования и идентификации параметров динамических подсистем инструмента и обрабатываемой заготовки при изучении процесса резания.

Ключевые слова: математическое моделирование, процесс резания, динамические подсистемы.

Введение. Моделирование динамических свойств подсистем режущего инструмента и заготовки, взаимодействующих в процессе обработки через динамическую связь, раскрывает зависимость сил от упругих деформаций инструмента относительно заготовки и технологических режимов [1-3]. При изучении устойчивости и методов формирования стационарных многообразий в окрестности равновесия достаточно анализировать деформационные смещения в плоскости, нормальной к поверхности резания [1, 2]. В этом случае можно воспользоваться уравнением, полученным в предположении, что деформации заготовки отсутствуют:

$$m(X) \frac{d^2 X}{dt^2} + h(X) \frac{dX}{dt} + c(X) = F(X, S_p, t_p), \quad (1)$$

где $F = \{F_1(X, S_p, t_p), F_2(X, S_p, t_p)\}^T$ – вектор-функции динамической характеристики процесса, раскрывающие зависимость сил резания от упругих деформационных смещений инструмента, а также от технологических режимов: величины подачи на оборот S_p и глубины резания t_p при заданной скорости; $X = \{X_1, X_2\}^T$ – вектор упругих деформационных смещений вершины режущего инструмента; $m(X) = [m_{s,k}(X)]$, $h(X) = [h_{s,k}(X)]$, $c(X) = [c_{s,k}(X)]$, $s, k = 1, 2$ – функциональные матрицы инерционных и диссипативных коэффициентов соответственно, а также функциональная матрица формирования упругой составляющей сил в зависимости от вектора деформационных смещений и технологических режимов. Во всех случаях здесь и ниже символ $\{\dots\}^T$ – операция транспонирования.

Моделирование и идентификация параметров инерционных и диссипативных характеристик подсистемы режущего инструмента позволяет наряду с ранее полученными результатами создать полные математические модели подсистем без процесса резания: $m(X) = [m_{s,k}(X)]$ и $h(X) = [h_{s,k}(X)]$. Однако построение математических моделей и идентификация параметров в равной мере могут быть распространены и на подсистему обрабатываемой заготовки, а также на другие технологические операции обработки резанием. Свойства динамической связи процесса обработки будут рассмотрены в следующих наших публикациях.

Динамическая модель подсистемы режущего инструмента. Главное внимание уделим инерционным и диссипативным свойствам подсистемы инструмента в вариациях относительно точки равновесия $X^* = \{X_1^*, X_2^*\}^T$, которая определяется из уравнения (1) для постоянных и