

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЯ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ

В работах [1, 2, 3] рассмотрены порознь каждый элемент упругой системы и его влияние на горизонтально радиальное положение оси вала относительно режущей кромки инструмента. Таких наиболее существенных элементов оказалось шесть:

1. Изгиб оси вала под действием силы P_y .
2. Смещение линии центров под действием силы P_y .
3. Отжатие суппорта, вызванное действием силы P_y .
4. Смещение линии центров под действием момента M_x .
5. Изгиб оси вала под действием момента M_x .
6. Смещение оси вала, вызванное продольным смещением бабок.

Как было показано, влияние этих факторов на диаметр обтачиваемой поверхности за время одного движения инструмента различно: одни из них вызывают увеличение диаметра обточенной поверхности, другие, наоборот – уменьшение.

Одновременное влияние всех этих факторов выразится алгебраической суммой податливостей элементов системы:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3. \quad (1)$$

Подставив найденные выше значения слагаемых, имеем

$$\varepsilon_i = \frac{K^2 j}{10d} (2j^2 - 3j + 1) + \frac{0,3}{K} \left((\varepsilon_n + \varepsilon_s) \left(\frac{l-i}{l} \right) - \varepsilon_n \right) + \frac{x^5}{3EJ_1 l^2} + \frac{1}{EJ_2} \left(\frac{l^3 - x^3}{3} \right) \left(1 - \frac{x^2}{l} \right) -$$

$$-2\left(\frac{l^2 - x^2}{2}\right)\left(x - \frac{x^2}{l}\right)x(l - x) + \varepsilon_3 \quad (2)$$

Уравнение (2) является общим выражением податливости системы СПИД в любой точке приложения нагрузки.

Из учения о резании металлов известно

$$P_y = C_p K_y t^{x_y} s^{y_y} v^{n_y} \quad (3)$$

Из уравнения (3) можно получить следующую зависимость:

$$S = y_y \sqrt{\frac{P_y}{C_p K_y t^{x_y} v^{n_y}}} \quad (4)$$

Проанализировав зависимость (4), можно сделать вывод, что изменяя значение продольной подачи S , можно регулировать величину P_y , а поскольку величина прогиба вала определяется из соотношения $Y_i = \varepsilon_i P_y$, то это значит, что погрешностью профиля вала можно управлять путем надлежащего изменения подачи. Таким образом, при $Y_i = t_{зад} = const$, подставив (2) в (4), можно записать

$$S = y_y \sqrt{\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_3}{\left(\frac{K^2 i}{10d}(2i^2 - 3i + 1) + \frac{0,3}{K} \left((\varepsilon_n + \varepsilon_3) \left(\frac{l-i}{l} \right) - \varepsilon_n \right) + \frac{x^5}{3EJl^2} + \frac{1}{EJ_2} \left(\frac{l^3 - x^3}{3} \right) \left(1 - \frac{x^2}{l} \right) - 2 \left(\frac{l^2 - x^2}{2} \right) \left(x - \frac{x^2}{l} \right) x(l-x) \right)} K_y C_p t^{x_y} v^{n_y}} \quad (5)$$

Применение систем числового программного управления в металлорежущих станках позволяет с высокой точностью осуществлять позиционирование инструмента. Однако попытка включить сам процесс резания в замкнутую систему управления сталкивается с множеством проблем, связанных с трудностью его точного описания. Управление силами резания в реальном времени увеличивает чистоту поверхности и точность размеров деталей, срок службы инструмента, способствует более рациональному использованию возможностей станка и повышает, таким образом, его производительность. При точении управление силами резания производится обычно надлежащим изменением подачи, определяющей толщину стружки. В установившемся режиме соотношение между силой резания P , толщиной стружки h и глубиной резания b можно записать в виде

$$P = K_u b h^p \quad (6)$$

где K_u представляет собой коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств материала и состояния инструмента. Поскольку качество регулирования определяется характеристиками переходных процессов, при разработке замкнутой системы управления необходимо учитывать зависимость между подачей и толщиной стружки в неустановившемся режиме. Кроме того, необходимо принимать во внимание зависимость сил резания от свойств материала, состояния инструмента и глубины резания. Так как влияние этих параметров трудно рассчитать заранее, управление силой резания целесообразно осуществлять с помощью адаптивных систем.

Известно также, что деформация детали Y равна произведению силы резания P и податливости системы СПИД ε :

$$Y = P \varepsilon \quad (7)$$

В связи с тем что значение податливости системы СПИД ε было определено из предыдущих расчетов, можно записать

$$Y = P_y \left(\frac{K^2 i}{10d} (2i^2 - 3i + 1) + \frac{0,3}{K} \left((\varepsilon_n + \varepsilon_3) \left(\frac{l-i}{l} \right) - \varepsilon_n \right) + \frac{x^5}{3EJ_1 l^2} + \frac{l}{EJ_2} \left(\frac{l^3 - x^3}{3} \right) \left(1 - \frac{x^2}{l} \right) - 2 \left(\frac{l^2 - x^2}{2} \right) \left(x - \frac{x^2}{l} \right) x(l-x) \right) \quad (8)$$

Величина податливости ε является производной от координаты x по длине детали, тем самым внося дополнительную нелинейность в процесс резания. Однако эта нелинейность может быть программно компенсирована дополнительным изменением силы резания P в процессе точения. Следовательно, можно считать величину $\varepsilon = K_\varepsilon = const$. Тогда уравнение (7) примет вид

$$Y = K_u K_\varepsilon b h^p = K_p b h^p. \quad (9)$$

Далее рассматривается дискретная модель, которая в отличие от уравнения (9) позволяет описывать процесс резания в динамике. Моделирование осуществлялось путем идентификации объекта по соотношениям между входными и выходными сигналами, а также на основе геометрических соображений, помогающих установить закономерность изменения толщины стружки.

Из изложенного можно сделать следующие выводы:

- 1) согласно уравнению (8) величина податливости имеет нелинейную зависимость, и при составлении программы необходимо учесть этот фактор за счет изменения силы резания в процессе точения;
- 2) разработанная математическая модель процесса резания позволяет приступить к созданию адаптивной системы управления применительно к токарному станку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усунов С.С. Математическая модель для определения усилия, воспринимаемого центрами станка // Вестник КазАТК. 2006. №1. С. 131-135.
2. Усунов С.С. Деформация обрабатываемой детали от действия осевых сил при резании // Поиск. 2006. №2. С. 298-300.
3. Усунов С. Деформация системы, вызванная действием поперечной силы резания при токарной обработке // Вестник КазАТК. 2006. №1. С. 135-138.

Резюме

Аспаптың жону қырын салыстыра білік осінің горизонталды радиалды орналасуының серпімді технологиялық жүйенің маңызды элементтеріне әсерлері қарастырылған. Жону станогының адаптивті басқару жүйесін құру үшін математикалық модель ұсынылған.

Summary

Were considered, the influences of the most essential elements of an elastic technological system on the horizontal radial position of the axis, shaft relative to tool cutting edge. Were proposed a mathematical model of the process of cutting, which will make it possible to create an adaptive system of control of the turning by a machine tool.

УДК 621.941

Казахстанско-Британский
технический университет, г. Алматы

Поступила 02.06.2006 г.

гии и т.д. рассматривались в обычном праве казахов как особо опасные деяния, и наказания по ним уже не имели ничего общего с возмещением вреда по нормам гражданского права». Так, по законам хана Тауке, вошедшим в историю как Жеты жаргы, наиболее тяжкими и опасными преступлениями (өте жаман қылық) являлись убийства и телесные повреждения, особенно посягательства на личность, честь и достоинство ханов, султанов, биев и родовых старшин, а также посягательства, направленные против главы семьи.

Как было отмечено, у народов Казахстана и Средней Азии имели распространение нормы шариата. В соответствии с традиционным для мусульманского права делением правонарушений, они подразделялись на три категории: 1) действия, за которые в Коране предусмотрено наказание «худ»; 2) все насильственные действия против личности, за которые следует наказание «джинаят»; 3) действия, за которые по определению суда налагаются исправительные наказания «таазир».

Классификация преступлений по степени тяжести в российском законодательстве на тяжкие преступления, преступления и проступки; деление преступлений, имевшее место в адате, нормах шариата; деления, имевшие процессуальное значение, сохранялись до октября 1917 г.

Таким образом, в уголовном законодательстве РК необходимо выделить такую категорию, как «уголовный проступок», и использовать дан-

ную категорию при конструировании норм уголовного законодательства, а также при регламентировании установленного только для нее особого процессуального порядка производства расследования и рассмотрения дел в суде и обособленного статистического учета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кардаев П.С. Классификация преступлений по степени их тяжести в советском уголовном праве: Дис... канд. юрид.наук. Свердловск, 1977.
2. Таганцев Н.С. Русское уголовное право. СПб., 1902. Т.1.
3. Кузнецова Н.Ф. Преступление и преступность. М., 1969.
4. Ответственность за уголовные проступки и преступления, не представляющие большой общественной опасности. М., 1987.
5. Загородников Н.И., Наумов А.В. Теоретические основы классификации преступлений в уголовном праве// Правоведение. 1983. № 2.
6. Кривоченко Л.Н. Классификация преступлений. Харьков, 1983.
7. Коробов П.В. Дифференциация уголовной ответственности и классификация уголовно наказуемых деяний: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. М., 1983.
8. Учебник уголовного права А.Ф.Бернера/ Перевод и изучение магистра уголовного права Н.Неклюдова. СПб., 1965. Т.1.
9. Спасович В. Учебник уголовного права. СПб., 1963. Т.1.
10. Кистяковский А.Ф. Элементарный учебник общего уголовного права. Часть общая. Киев, 1982.
11. Онгарбаев Е.А. Теоретические проблемы классификации преступлений по уголовному праву Республики Казахстан: Автореф. дис. ... докт. юрид. наук. Караганда, 1998.