

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ

МУСЛИМОВ А.П., ТУНГАТАРОВА А.К.

КГТУ. И.Раззаков

izvestiya@ktu.aknet.kg

Разработка и описание новой технологии для обработки нежестких валов

Обработка наиболее распространенных нежестких деталей, т.е. тех, которые имеют постоянное сплошное симметричное сечение и геометрически характеризуется тем, что их продольные размеры значительно превышают размеры в поперечном направлении. Возникающие трудности заключаются главным образом в том, что даже при небольших силах резания упругая система легко деформируется, и при этом образуются большие погрешности обработки. Кроме того, ось вала может быть легко искривлена вследствие перераспределения внутренних напряжений после снятия каждого слоя металла. Во многих случаях, также из-за неустойчивости системы, легко возбуждаются вибрации, которые бывают иногда столь интенсивными, что делают невозможным нормальное выполнение процесса обработки.

Для предотвращения указанных вредных явлений на практике применяются самые разнообразные меры.

Однако во многих случаях подобные мероприятия снижают производительность работы и далеко не всегда обеспечивают ее удовлетворительные качественные результаты: появившуюся бочкообразность и следы вибраций устраняют дополнительными проходами резца с крайне малыми глубинами резания или даже прибегают к ручному опиливанию. Актуальность проблемы повышения точности и производительности обработки нежестких деталей очевидна.

Системы автоматического (адаптивного) управления (САУ) упругими перемещениями вносят улучшение в обработку резанием, обеспечивают значительное повышение производительности оборудования, точности обработки деталей и создают благоприятные условия для многостаночного обслуживания.

Описание новой технологии обработки нежестких валов

При воздействии составляющей силы резания P_y , мы имеем кривую деформации вала f . Кривая показывает под действием составляющей силы резания P_y , максимальная прогиба f будет находится в середине вала.

Для того, чтобы $f = const$ необходимо менять значения P_y , уменьшая ее значения до середины вала $l/2$, затем повышая его значения от $l/2$ до l . Изменения P_y осуществляется путем управления подачей резца S . Такое автоматическое управление силой P_y возможно применением новой системой автоматического управления режимами, которая разработана нами и представлена на рис. 1.

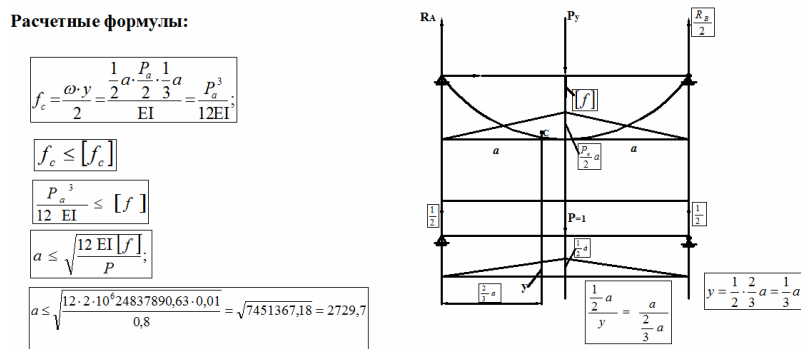


Рис. 1. Математическая модель обработки нежестких валов

Используя математическую модель обработки нежестких валов мы задаем в компьютер программу, которой передает информацию микропроцессору. Управляющие сигналы усиливается к усилителю. Усиленный сигнал поступает в регулятор, что приводит к изменению величины открытия щели h . При этом изменяется расход Q , изменяется подача инструмента. И этим самым осуществляется регулирование P_y . Это показано на рис. 2

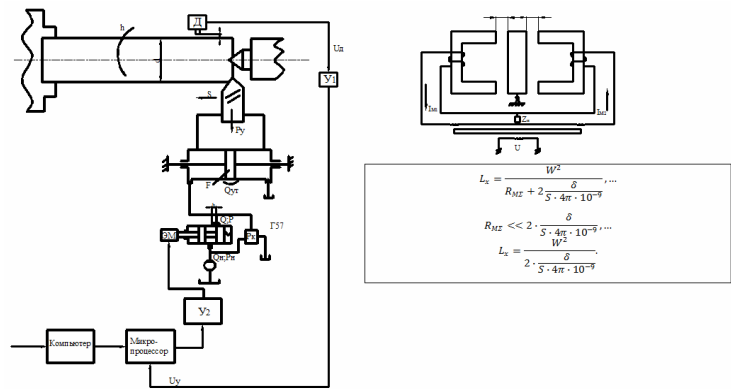


Рис. 2. Структурная схема автоматической системы и ее математическая модель

На рис. 2 показан график изменения величины открытой щели h , которая рассчитывается следующей формулой:

$$T_{мех} \frac{d^2v}{dt^2} + T_0 \frac{dv}{dt} + h = V_0 - L_0$$

В динамики это уравнение будет иметь следующий вид:

$$h = (V_0 - L_0) * (1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

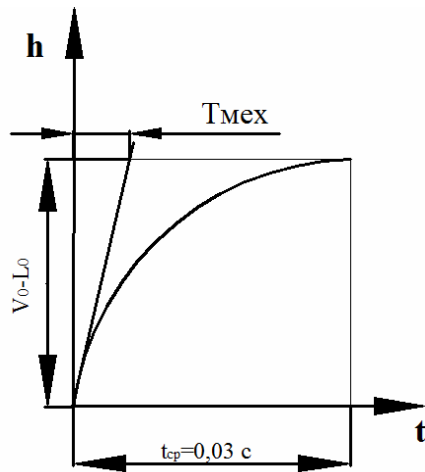


Рис. 3. Переходный процесс регулятора

Для повышения точности обработки нежестких валов предполагается второй контур контроля диаметра детали, в котором информационным устройством является **индуктивный датчик**.

Индуктивные датчики отличаются высокой точностью, позволяют вести дистанционные измерения; сравнительно небольшие габаритные размеры индуктивных преобразователей позволяют создавать компактные измерительные устройства. Наличие единого источника энергии (электрического тока) является существенным преимуществом перед пневматическими приборами, где требуется питание электрическим током и сжатым воздухом. Недостатки следующие: сравнительная сложность электрических элементов, требующих квалифицированного обслуживания в процессе эксплуатации; необходимость надежной герметизации преобразователей.

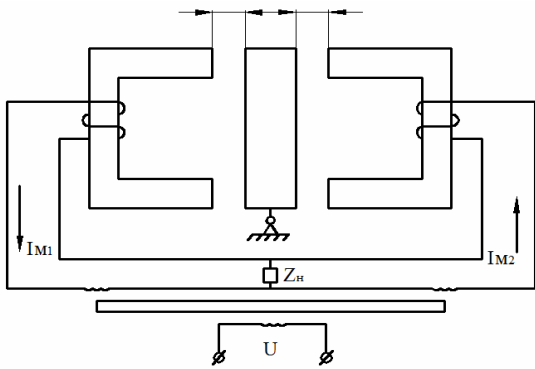


Рис. 4. Схема индуктивного датчика

Принцип действия индуктивного датчика основан на преобразовании линейного перемещения в изменение индуктивности катушки датчика.

Индуктивный метод измерения линейных размеров может быть бесконтактным или контактным. Бесконтактный метод измерения линейных размеров ферромагнитных материалов основан на непосредственном включении контролируемого изделия в магнитную цепь. Большого распространения этот метод не получил из-за намагничивания контролируемых изделий. Контактный индуктивный метод измерения линейных размеров основан на использовании контактных индуктивных датчиков, которые выполняются простыми или дифференциальными.

Индуктивность датчика (рис. 4) будет изменяться в связи с изменением воздушного зазора δ по формуле:

$$L_x = \frac{W^2}{R_{M\Sigma} + 2 \frac{\delta}{S \cdot 4\pi \cdot 10^{-9}}}, \dots \quad (1)$$

где L_x – переменная индуктивность (Гн);

W – число витков катушки;

$R_{M\Sigma}$ – магнитное сопротивление сердечника и якоря (1/Гн).

При насыщенном магнитопроводе:

$$R_{M\Sigma} \ll 2 \cdot \frac{\delta}{S \cdot 4\pi \cdot 10^{-9}}, \dots \quad (2)$$

следовательно, расчет можно вести по формуле:

$$L_x = \frac{W^2}{2 \cdot \frac{\delta}{S \cdot 4\pi \cdot 10^{-9}}}. \quad (3)$$

Для дифференциального индуктивного датчика (рис. 1) точки в обеих катушках будут равны:

$$\begin{cases} I_{n_1} = \frac{U_M}{\sqrt{R_{\Sigma^2} + \omega^2 \cdot \left(L_n + K \cdot \frac{S}{\delta} \right)}} \\ I_{n_2} = \frac{U_M}{\sqrt{R_{\Sigma^2} + \omega^2 \cdot \left(L_n + K \cdot \frac{S}{\delta - \delta_0} \right)}} \end{cases} \dots \quad (4)$$

В управляющей электрической цепи используется или разность токов $\Delta I = (I_{M1} - I_{M2})$, или отношение I_{M1} / I_{M2} . В воздушном промежутке простого датчика действует сила магнитного притяжения, равная:

$$P_3 = K_0 \cdot U^2 \cdot \frac{1}{G \cdot \frac{dG}{d\delta}}, \dots \quad (5)$$

где $G = \frac{S}{2\delta}$, если магнитная проводимость воздушного зазора при переменном зазоре ($\delta = 1\text{мм}$.)



$$\frac{dG}{d\delta} = -\frac{S}{2\delta'}$$

следовательно, сила притяжения

$$P_{\Sigma} = 2 \cdot K_0 \cdot \frac{v^2}{s} = const.$$

Эта сила может быть значительной. Она направлена против движения измерительного стержня, что является существенным недостатком простого индуктивного датчика. Этот недостаток устраняется в дифференциальном индуктивном датчике, где силы магнитных притяжений в двух воздушных промежутках уравниваются друг друга так, что измеряемому штоку приходится преодолевать в основном действие силы тяжести подвижной системы якоря. Полученные зависимости формулы (1), (2), (3), (4) и (5) позволяют произвести расчет основных коэффициентов датчика.

Применение новой технологии обработки нежестких валов позволит без значительных затрат повысить производительность обработки, точность геометрических размеров изделия, а также стойкость инструмента. В дальнейшем для достижения более высокоточной обработки предполагает второй контур автоматического контроля диаметрального размера с применением информационного устройства – дифференциального индуктивного датчика.

Литература

1. Бергер И.И., Справочник молодого токаря, М., 1987 г.
2. Ефимов В.Н. Оборудование для токарной обработки деталей типа тел вращения, М., 1984 г.
3. Зайцев Б.Г. Справочник молодого токаря. М., 1988г.
4. Фещенко В.Н. Обработка на токарно-револьверных станках. М., 1989 г.
5. Балакшин Б.С., Управление упругими перемещениями системы СПИД с целью повышения точности и производительности обработки. М.,
6. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Анигин и др. М., Машиностроение 1988 г.
7. Балакшин Б.С., Адаптивное управление станками М., Машиностроение 1973г.

