

4. Попов Е.П. Приближенные методы исследования нелинейных автоматических систем /Е. Попов, И. Пальтов. – М.: Физматгиз, 1960. – 792 с.
5. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления /Зайцев Г.Ф., Стеклов В.К., Брицкий О.И. – К.: Техника, 2002. – 688 с.

В. Кондратец, А. Сербул

Теоретические исследования динамики САР разжижения пульпы в мельницах с циркулирующей нагрузкой

В статье приведены результаты теоретических исследований динамики системы автоматического регулирования разжижения пульпы в мельницах с циркулирующей нагрузкой. Показано, что разработанная система является устойчивой при выбранных параметрах линейной и нелинейной части, автоколебания в которой невозможны. Предложенный идеальный релейный элемент, который может срабатывать и отпускать при разнице в сигналах всего на 1,0 % от заданного значения соотношения руда/вода, обеспечивает высокое качество автоматического регулирования. Система обеспечивает наилучшее качество при максимально возможном в ней передаточном отношении редуктора исполнительного механизма, который равняется 0,02.

V. Kondratets, A. Serbul

Theoretical researches of dynamics of SAR dilution of pulp in mills with the circulatory loading

In the article are presented results over of theoretical researches of dynamics the system of automatic control dilution of pulp in mills with the circulatory loading. It is shown that the worked out system is steady at the chosen parameters of linear and nonlinear part, self-excited oscillations in which are impossible. The offered ideal relay element which can work and release at a difference in signals only on 1,0 % from the set value of correlation ore/water, provides high quality of automatic control. The system provides the best quality at the maximally possible in her transmission relation of reducing gear of executive mechanism which is evened 0,02.

Одержано 07.02.11

УДК 658.512.011.56.001.85

Г.М.Клещёв, проф., канд. техн. наук

Одесская государственная академия технического регулирования и качества

Исследование станочных погрешностей в условиях производства деталей штампов в среде адаптивной сквозной компьютерной технологии

В работе проведены исследования, связанные с погрешностями станочных приводов при изготовлении деталей штампов в среде адаптивной компьютерной технологии
модель, компьютерная технология управления, детали штампов, адаптация

Введение. В современном производственном процессе холодная листовая штамповка (ХЛШ) является одним из наиболее распространённых методов, который позволяет:

1. Изготавливать самые разнообразные по форме детали в короткие сроки с минимальными затратами.
2. Обеспечивать удельный вес штампуемых деталей для основных отраслей промышленности до 60% до 85%.
3. Обеспечивать применение холодной листовой штамповки кроме серийного, а также в мелкосерийном и единичном производствах.

В тоже время при единичном (индивидуальном) или мелкосерийном

производстве вопросы стоимости и экономичности занимают основное место в рыночных отношениях. От серийности и количества выпускаемой продукции значительно зависят и вышеуказанные показатели.

Состояние проблемы, анализ последних исследований и публикаций. Тенденция роста рынка к мелкосерийному (единичному) производству изделий заставила многих производителей обращаться к более гибким методам обработки, позволяющим чаще перестраивать производство, затрачивая на это минимум времени и трудозатрат. В связи с этим возникла необходимость в математически и технически гибких механизмах и системах управления, позволяющих повысить производительность при мелкосерийном производстве, для которых традиционные методы автоматизации непригодны.

Рассмотренные последние публикации и в них исследования носят демонстрационный характер[1] с относительным приближением к реальному проектированию и изготовлению штампов ХЛШ.

Цель работы. Сокращение времени проектирования и трудовых затрат изготовления штампов ХЛШ.

Методика исследования. Учитывая изложенное разработана и исследована модель интегрированной сквозной компьютерной технологии управления подготовкой производства (МИСКТУПП) и изготовления деталей штампов [2] представлена на рисунке 1. В процессе исследования применялись: адаптивный метод, теория распознавания образов, имитационный метод, метод системно-структурного анализа. Методика исследования апробирована в процессе опытно-промышленного внедрения.

Основные результаты исследования. Работа МИСКТУПП заключается в следующем. На вход подаётся чертёж штампуемой детали заказчика. Чертёж заказчика кодируется по инструкции и передаётся в интегрированную систему автоматизированного проектирования штампов. Интегрированная система состоит из:

- системы «Вход»: контроль исходного задания с визуальной проверкой на плоттере; системы «Раскрой»: чертежи раскройки (уклада) контуров деталей заказчика и сведения технологического характера; системы «Конструктор»: информация о спроектированных деталях штампа (чертежи);

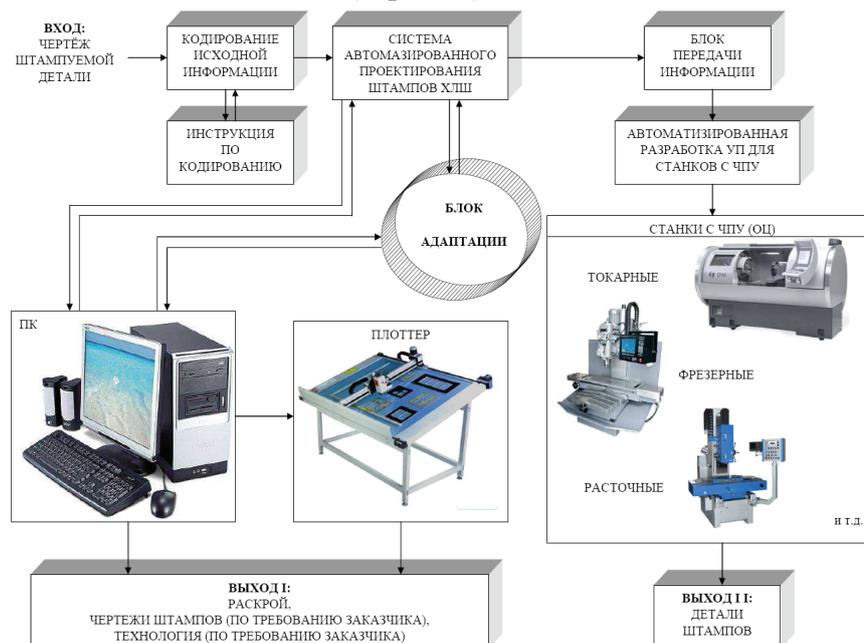


Рисунок 1- Модель свёрнутой интегрированной сквозной компьютерной технологии управления подготовкой производства и изготовления деталей штампов с блоком адаптации

- системы «Технолог»: информация для автоматизированной разработки управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ, (технологические карты) по требованию заказчика (Выход I); системы «Сапфир» для разработки УП;
- производственного блока (станочный комплекс - станки с СПУ) по изготовлению штамп-полуфабрикатов: блоков и пакетов и доработки пакетов (формообразующего инструмента и сопрягаемых деталей) по детали заказчика (Выход II).

В производственных условиях возникают непредвиденные «изменения производственных условий» по: материалу, конфигурации детали заказчика, размерам детали и т.п. Без учёта этих «изменений» система работает не гибко. Для учёта этих «производственных изменений» в МИСКТУПП разработан «Блок адаптации», который функционирует следующим образом.

В том случае, когда возникают производственные условия отличные от тех на которые настроена «сквозная компьютерная технология...», срабатывает блок адаптации. В блоке адаптации подключаются блоки: «Сравнения, распознавания и оценивания», «Программного поля восприятия», блок «Алгоритмов адаптации», блок «Нормативно – справочной информации», блок «Знаний». Это позволяет в основном адаптироваться к изменяющимся производственным условиям. В противном случае задание снимается для доработки в стационарных условиях. Более подробно работа блока адаптации описана в статье [3].

Станочный комплекс (см.рисунок) состоящий из станков с ЧПУ, обрабатывающих центров (ОЦ), а в целом- гибкий производственный модуль (ГПМ) предназначен для обработки сложных формообразующих поверхностей инструмента штампов (матриц, пуансон- матриц, пуансонов, плит нижних и верхних и т.д) в процессе обработки влияет на их точность.

В настоящее время точность изготавливаемых деталей существенно зависит от погрешностей в приводах станков.

При изготовлении деталей штампов большое значение приобретает точность, а отсюда и качество их изготовления. В связи с указанным необходимо учитывать погрешности станков и их управляющих устройств.

В качестве примера рассмотрим следящий привод подач, который преобразует информацию, поступающую от устройств управления, в узел перемещения механизма и выполняет функцию преобразования электрической энергии в механическую. Микропроцессорные системы ЧПУ имеют существенно более высокое быстродействие по сравнению с электромеханической системой привода. Поэтому управление ЧПУ позволяет, практически безинерционно, сформировать сигналы управления движения формообразующих и вспомогательных механизмов ГПМ. В этих условиях динамические и статические показатели привода имеют решающее значение для обеспечения производительности и точности движения отдельных агрегатов гибкой автоматизированной системы производства (ГАСП) и системы в целом.

Стремление к снижению погрешностей, потерь мощности и нагрева, увеличение надёжности, качества и упрощение обслуживания привело к замене гидравлических приводов подач электрическими. Это привело в дальнейшем к замене коллектора со щётками на вентильные двигатели и привода с синхронными и асинхронными двигателями.

Рассмотрим привод подач управляемый по детерминированной программе, задающей входные сигналы в функции времен по каждой координате. Это позволяет определить и компенсировать систематические ошибки. Представим в общем виде систематические ошибки стационарного режима следящих приводов и их величины для типовых входных воздействий, пользуясь методом коэффициентов ошибок [4].

Систематическая погрешность ε является разностью математических ожиданий выходных $m_{\text{в}}$ и входных $m_{\text{н}}$ переменных систем. При некоррегированных входных воздействиях по координатам получим при трёхкоординатной обработке

$$\varepsilon_x = m_{x\text{в}} - m_{x\text{н}}; \varepsilon_y = m_{y\text{в}} - m_{y\text{н}}; \varepsilon_z = m_{z\text{в}} - m_{z\text{н}}. \quad (1)$$

В линейной системе с выходными сигналами, представляющими собой полином не выше n -й степени относительно времени, формула (1) примет вид

$$\varepsilon_x(t) = \sum_{r=0}^n C_{rx} m'_{xn}(t), \quad (2)$$

где $\varepsilon_x(t)$ – текущее значение систематической ошибки на координате X;

аналогичное выражение получим для координаты Y и Z;

m'_{xn} – производная степень r ($r = 0, 1, 2, \dots$) от математического ожидания входной переменной m_{xn} ;

C_{rx} – коэффициент ошибки по координате X для производной степени r ,

$$C_{rx} = 1/r! W'(0) - v_r, \quad (3)$$

где $W'(0)$ – производная от передаточной функции линеаризованных уравнений системы для $\dot{\varphi} = 0$;

v_r – коэффициент линейного дифференциального оператора.

По формуле (3) при $r = 0$ получим значение коэффициента ошибки перемещения, а при $r = 1$ и $r = 2$ – соответственно значения коэффициентов ошибки по скорости и ускорению. Для следящей системы выражение (3) получает вид (при $v_0 = 1, v_1 = v_2 = \dots = 0$):

$$C_0 = W(0) - 1; C_r = 1/r! W'(0), r = 1, 2, \dots$$

Практическое значение для следящих систем привода подач, применяемых в станках, имеют первые три производные. В наиболее распространённом случае систем, обладающих астатизмом первого порядка, передаточная функция в начале координат $W(0) = 1$. При этом первые три составляющие ошибки соответственно будут равны:

$$C_0 = W(0); C_1 = W'(0); C_2 = 0,5W''(0).$$

Погрешность рассогласования

$$\varepsilon_x(t) = C_1 m'_{xn}(t) + C_2 m''_{xn}(t). \quad (4)$$

Из формул (2) и (3) следует, что система привода подач обрабатывает входные сигналы без установившегося рассогласования только в том случае, если $C_1 = C_2 = 0$. Формула (4) применима только для входных сигналов, представляющих собой полиномы относительно времени. При гармонических воздействиях входной сигнал целесообразнее представить в виде тригонометрического полинома:

$$m_{xn}(t) = a_0 + \sum_{r=1}^n (a_r \cos \omega r t + b_r \sin \omega r t),$$

где a_r, b_r – амплитудные значения r -й гармоники входного сигнала.

Установившееся значение математического ожидания

$$m_{x\text{в}}(t) = W(0)C_0 + \sum_{r=1}^n [W(j\omega r)] \{a_r \cos[\omega r t + \arg W(j\omega r)] + b_r \sin[\omega r t + \arg W(j\omega r)]\}, \quad (5)$$

где $W(j\omega r); \arg W(j\omega r)$ – амплитудная и фазовая частотные характеристики системы;

$[W(j\omega r)]$ – модуль частотной характеристики системы.

При $W(0) = 1$ установившееся значение систематической ошибки

$$\begin{aligned} \varepsilon_x(t) = & \sum_{r=1}^n [W(j\omega_r)] \{a_r \cos[\omega r t + \arg W(j\omega_r) + b_r \sin[\omega r t + \\ & + \arg W(j\omega_r)]]\} - \sum_{r=1}^n (a_r \cos \omega r t + b_r \sin \omega r t). \end{aligned} \quad (6)$$

Контур большинства машиностроительных деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках, образуется из дуг, окружностей и прямых. Полученные выражения позволяют определить систематические ошибки стационарных режимов при движении по этим видам траекторий. Иногда более сложную траекторию можно представить суммой синусов с амплитудами, меняющимися по показательному закону. Выходная функция для этого случая

$$m_{xH}(t) = a_0 e^{\mu_0 t} + \sum_{r=1}^n e^{\mu_r t} (a_r \cos \omega r t + b_r \sin \omega r t).$$

На основании принципа суперпозиции установившееся значение математического ожидания выходной переменной системы

$$\begin{aligned} m_{xв}(t) = & W(\mu_0) a_0 e^{\mu_0 t} + \sum_{r=1}^n [W(\mu_r + j\omega_r)] e^{\mu_r t} \{a_r \cos[\omega r t + \\ & + \arg W(\mu_r + j\omega_r) + b_r \sin[\omega r t + \arg W(\mu_r + j\omega_r)]]\}. \end{aligned} \quad (7)$$

Формула (5) является частным случаем формулы (7) и соответствует значению $\mu_r = 0$. На основании полученных выражений можно рассмотреть систематические ошибки, обусловленные следящим приводом при типовых входных воздействиях при: движении по прямой с постоянной скоростью, движении по прямой с постоянным ускорением, движение по окружности с постоянной результирующей скоростью. Аналогично можно рассмотреть погрешности, образующиеся при работе главного привода.

Таким образом, для определения влияния погрешности (шумов) в системе чертёж- деталь, создаваемых приводами, во многих случаях можно ограничиться определением спектральной плотности шумов на резонансной частоте привода и его эффективной полосе пропускания.

Выводы. В статье, на базе интегрированной сквозной компьютерной технологии управления подготовкой производства и изготовления деталей штампов, рассмотрены погрешности возникающие в приводе подач. Стремление к снижению погрешностей, потерь мощности и нагрева, увеличение надёжности и качества привело к замене гидравлических приводов подач электрическими.

Список литературы

1. Евдокимов С.А. Автоматизированное проектирование конструкций штампов для листовой штамповки/С.А.Евдокимов.-М.: Вестник компьютерных технологий.-2005.-С.315- 325.
2. Пат.48027 Україна (UA), МПК, В21D 22/02 (2006.01), Метод інтегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей штампів/ Квасніков В.П., Клещов Г.М., Коломієць Л.В. і др., заявник Одеський Державний Інститут Виміральної техніки, дата подання заявки 27.07.2009; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5
3. Клещов Г.М. Адаптивна модель управління підготовкою виробництва та виготовлення деталей штампів ХЛШ/Клещов Г.М.- Кіровоград: Збірник наукових праць. Випуск 23. Кіровоградського національного технічного університету «Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація». 2010.- С. 352-357.
4. Клещов Г.М. Влияние оборудования на точность измерения деталей штампов /Клещов Г.М. Валянский С.В., Любимов А.Я. Богун В.Д. – Харьков: Сборник 14 Международной научно – технической конференции «Физические и компьютерные технологии». 2008. - С .52 – 56.

Г. Клецов

Дослідження верстатних погрішностей в умовах виробництва деталей штампів в середовищі адаптивної крізної комп'ютерної технології

У роботі проведені дослідження, пов'язані з погрішностями верстатних приводів при виготовленні деталей штампів в середовищі адаптивної комп'ютерної технології.

G. Kleschev

Research of machine-tool errors in the conditions of production of details of stamps in the environment of adaptive through computer technology

Researches, related to the errors of machine-tool drives at making of details of stamps in the environment of adaptive computer technology, are in-process conducted.

Одержано 07.02.11

УДК 681.3

Д.В. Трушаков, доц., канд. техн. наук, Д.А. Кенавішвілі, студ. гр. СІ 07-2
Кіровоградський національний технічний університет

Дослідження надійності персональної електронної обчислювальної машини

В статті описані дослідження надійності персональної електронної обчислювальної машини (ПЕОМ) – персонального комп'ютера (ПК) типу IBM PC. Персональний комп'ютер представлений у вигляді мікропроцесорної системи, яка має складну комбіновану структуру у вигляді окремих модулів. Дослідження надійності виконано класичним та ймовірно-фізичним методами.

надійність, мікропроцесорна система, персональний комп'ютер, комбінована структура

В даний час при розробці та обслуговуванні мікропроцесорних систем особливо актуально постає питання їх надійності. Це стосується як персонального комп'ютера, так і специфічної обчислювальної машини, на які покладають рішення задач різної складності і вимагають різного ступеню надійності.

Дана проблема частково була описана в джерелах [1, 2, 3]. Так, в роботі [1] описувались дослідження стосовно надійності інформаційної системи. Але в ній не врахована надійність апаратної частини, тобто надійність персональної електронної обчислювальної машини.

Метою дослідження в даній роботі є практичне застосування методики визначення надійності для персонального комп'ютера типу IBM PC.

Більшість реальних мікропроцесорних систем має складну комбіновану структуру, частина елементів якої утворює послідовне з'єднання, інша частина - паралельне, окремі елементи або структури утворюють мостикові схеми або типу "m з n". Метод прямого перебору для таких систем виявляється практично не реалізуємим. Більш доцільно в цих випадках попередньо зробити декомпозицію системи, розбивши її на прості підсистеми - групи елементів, методика розрахунку надійності яких відома. Потім ці підсистеми у структурній схемі надійності замінюються „квазіелементами” з ймовірностями безвідмовної роботи, що дорівнюють обчисленим ймовірностям безвідмовної роботи цих підсистем. При необхідності таку процедуру можна виконати кілька разів, до тих пір, доки усі квазіелементи не утворять структуру, методика