

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

© Г.М.Клещёв, 2011

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 раскроя (уклада) контуров деталей заказчика и сведения технологического характера; системы «Конструктор»: информация о спроектированных деталях штампа (чертежи);

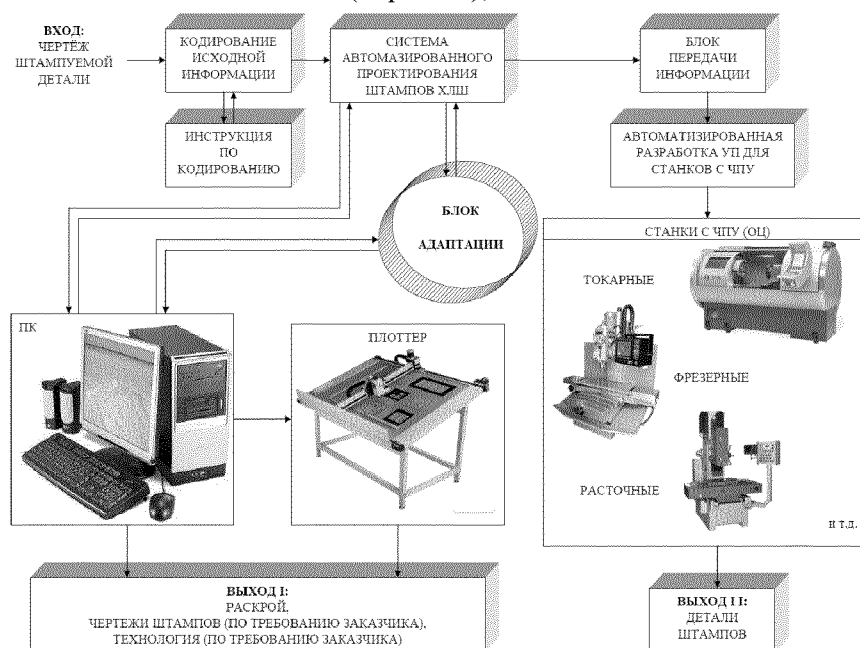


Рисунок 1- Модель свёрнутой интегрированной сквозной компьютерной технологии управления подготовкой производства и изготовления деталей штампов с блоком адаптации

- 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 случаи, 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 случаи 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 времени 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_b и входных m_n переменных систем. При некоррегированных входных воздействиях по координатам получим при трёхкоординатной обработке

$$\epsilon_x = m_{xv} - m_{xn}; \epsilon_y = m_{yv} - m_{yn}; \epsilon_z = m_{zv} - m_{zn}. \quad (1)$$

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

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

где $\epsilon_x(t)$ – 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

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

Из формул (2) и (3) следует, что система привода подает 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:

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

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

Установившееся значение математического ожидания

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

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

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

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

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

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, движении 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 Вимірювальної 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. Клещев Г.М. Влияние оборудования на точность измерения деталей штампов /Клещев 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. Клещов

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

У роботі проведені дослідження, пов'язані з погрешностями 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