

УДК 658.512.011.56.001.91

Г.М. Ключёв, к.т.н.

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦСТАНКОВ В СРЕДЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СКВОЗНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса

В работе проведен анализ модели системы автоматизированного проектирования спецстанков и исследования связанные с погрешностями станочных приводов при изготовлении деталей штампов в среде компьютерной технологии.

Ключевые слова: компьютерная технология, детали штампов, автоматизированное проектирование.

Введение

Уменьшение материальных, трудовых, энергетических затрат на производство штампов, по сравнению с другими видами металлообработки, определяют прогрессивность и широкое применение процессов холодной листовой штамповки (ХЛШ) как в нашей стране так и за рубежом. Имеются сведения о тенденции перевода ряда процессов литья иковки на холодную листовую штамповку, что снижает вес детали на 50% и уменьшает расход металла до 70%. Поэтому вышесказанное приводит к выводу о необходимости дальнейших исследований и проведения экспериментальных работ в области автоматизированной подготовки производства штампов ХЛШ, спецстанков для их изготовления.

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 технически гибких системах и спецстанках, позволяющих повысить производительность при мелкосерийном производстве.

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

Цель работы

Сокращение сроков и трудовых затрат изготовления штампов холодной листовой штамповки.

Методика исследования

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

Основные результаты исследования

МСАПСС является составной частью МИСКТУПП и создана для разработки спецстанков по обработки высокоскоростного (контурного и объемного) фрезерования. Обработка производится по программам для деталей типа кронштейнов, корпусов, штамповой оснастки, формообразующих поверхностей деталей штампов в автономном режиме включая и ремонт инструмента штампов. Рассмотрим работу МСАПСС. На вход модели подается ТЗ (техническое задание)- информация о создании спецстанка, в частности по обработке инструмента штампов. Для этого (экономическими подразделениями- 1-6) производится (производственно-финансово-экономическое) обоснование целесообразности, рентабельности, необходимости и окупаемости в будущем этих затрат, а также возможности получить финансирование (кредит) в банке.

При положительном решении ТЗ передаётся в блок СУБДЗ (систему управления базами данных и знаний), который является и диспетчером по выдачи заданий каждой проблемно-ориентированной системе. Блок проблемно-ориентированных систем состоит из девяти проектирующих систем, каждая из которых имеет свою базу данных, входящих в банк данных и знаний. Проблемно-ориентированными системами осуществляется проектирование: шпиндельных узлов, узлов подач и главного привода, базовых узлов и деталей, электро- и гидроприводов, управляющих программ, станков и автоматических линий в целом. При необходимости (по требованию заказчика) выдаётся комплект рабочих чертежей.

В тоже время на точность и качество выпускаемой продукции (деталей штампов) существенно влияют погрешности приводов самих спецстанков, о которой необходимо помнить и всячески снижать. При изготовлении деталей штампов большое значение приобретает точность, а отсюда и качество их изготовления. В связи с указанным необходимо учитывать погрешности спецстанков, гибких производственных модулей (ГПМ) и их управляющих устройств.

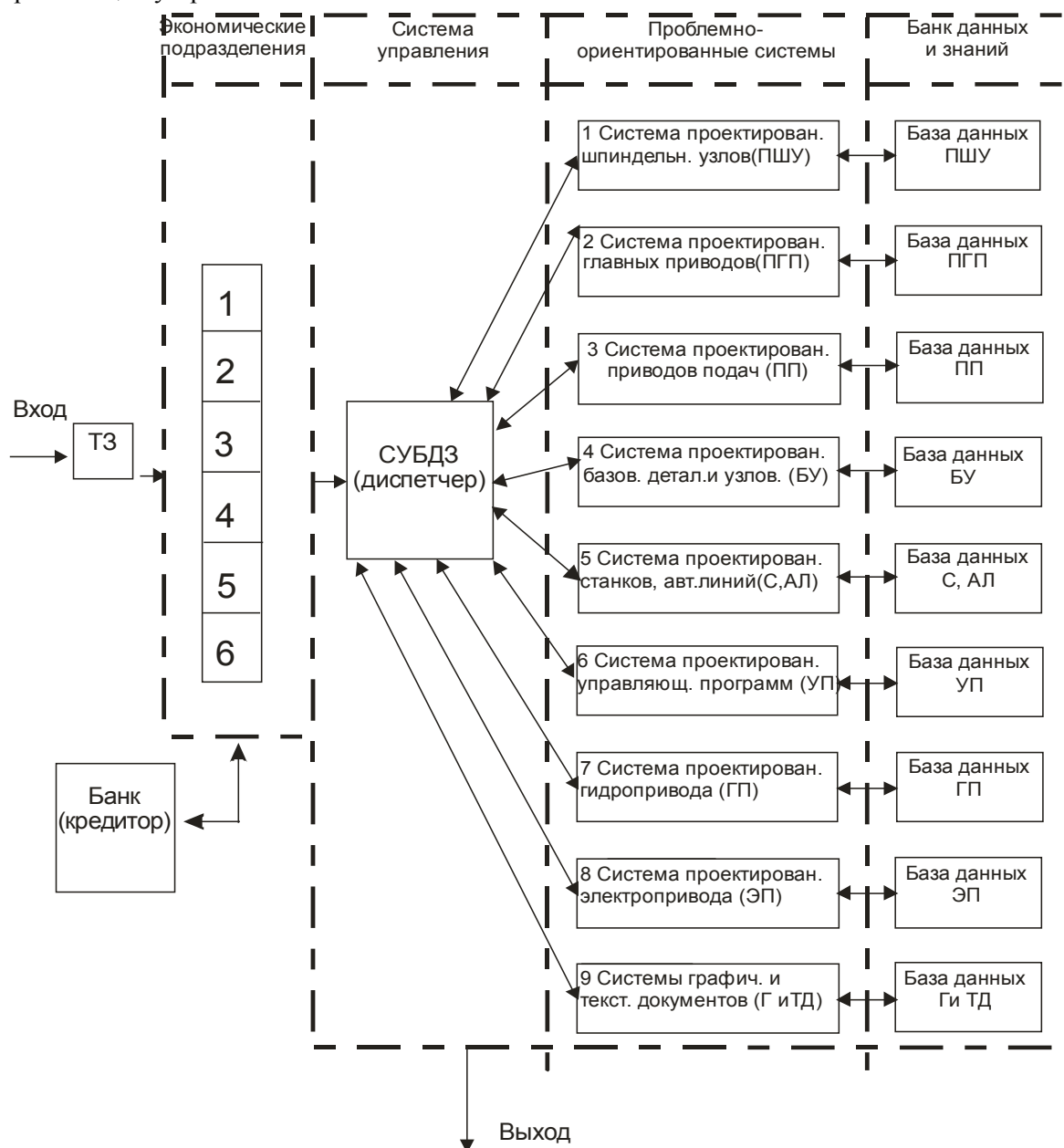


Рис. 1. Модель системы автоматизированного проектирования спецстанков

Рассмотрим, в качестве примера, 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 ГПМ и системы в целом [3].

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.

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

$$\varepsilon_x = m_{xв} - m_{xн}; \varepsilon_y = m_{yв} - m_{yн}; \varepsilon_z = m_{zв} - m_{zн}; \quad (1)$$

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

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

где $\varepsilon_x(t)$ – текущее значение систематической ошибки на координате X; аналогичное выражение получим для координаты Y и Z; $m'_{xн}$ – производная степень r ($r = 0, 1, 2, \dots$) от математического ожидания входной переменной

$m_{xн}$; C_{rx} – коэффициент ошибки по координате X для производной степени r ,

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

где $W'(0)$ – производная от передаточной функции линеаризованных уравнений системы для $j_{\omega} = 0$; ν_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 $\nu_0 = 1, \nu_1 = \nu_2 = \dots = 0$):

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

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

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

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:

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

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

Установившееся значение математического ожидания

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

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.

На основании принципа суперпозиции установившееся значение математического ожидания выходной переменной системы

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

Формула (5) является частным случаем формулы (7) и соответствует значению $\mu_r = 0$.

Выводы

Гибкое производство наиболее выгодно в индивидуальном, мелкосерийном и серийном производстве, которое охватывает сейчас от 85 до 90 % всего производства машино- и приборостроения. Модель системы автоматизированного проектирования спецстанков даёт возможность создавать станки высокой производительности и повышенной точности с минимальными погрешностями.

Список литературных источников

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, B21D 22/02 (2006.01), Метод інтегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей штампів/ Квасніков В.П., Клецов 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.Сафраган Р. Э. Модульное оборудование для гибких производственных систем механической обработки/Р.Э. Сафраган. -К.: Техника,- 1989.-350с.