Л.В. Коломиец, д.т.н., Г.М. Клещев, к.т.н.

Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, УНИФИКАЦИЯ И КОНТРОЛЬ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АДАПТИВНОЙ СКВОЗНОЙ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНООБРАБОТКИ ШТАМПОВ

В работе рассмотрены стандартизованные и унифицированные конструкции штампов в среде интегрированной адаптивной сквозной технологии механообработки.

Ключевые слова: сквозная технология, интегрированная адаптивная обработка, метрологическое обеспечение, стандартизация.

Л.В. Коломієць, д.т.н., Г. М. Клещов, к.т.н.

СТАНДАРТИЗАЦІЯ, УНІФІКАЦІЯ І КОНТРОЛЬ У ВИРОБНИЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ ІНТЕГРОВАНОЇ АДАПТИВНОЇ НАСКРІЗНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНООБРОБКИ ШТАМПІВ

У роботі розглянуті стандартизовані і уніфіковані конструкції штампів в середовищі інтегрованої адаптивної наскрізної технології механообробки.

Ключові слова: наскрізна технологія, інтегрована адаптивна обробка, метрологічне забезпечення, стандартизація.

L. Kolomiets, ScD, H. Kleshov, PhD

STANDARDIZATION, UNIFICATION AND CONTROL IN PRODUCTIVE ENVIRONMENT OF COMPUTER-INTEGRATED ADAPTIVE THROUGH TECHNOLOGY OF MECHANOCULTIVATION OF STAMPS

The standartized and unification constructions of stamps are in-process considered in the environment of computer-integrated adaptive through technology of mechanecultivation.

Key words: Through technology, computer-integrated adaptive treatment, metrology providing, standardization.

Введение и постановка проблемы

В стране существует проблема связанная с производством штампов холодной листовой штамповки (ХЛШ) в основном до 85% осуществляемой в ручную. В тоже время в современном производственном процессе 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. Расширять номенклатуру холодноштампуемых деталей за счёт труднодеформируемых и малопластичных металлов, сплавов и неметаллических деталей.

4. Переводить ряд процессов литья иковки на холодную листовую штамповку, что снижает вес детали на 50% и уменьшает расход металла до 70%.

5. Обеспечивать применение холодной листовой штамповки кроме серийного, а также в мелкосерийном и единичном производствах.

При современном единичном и мелкосерийном производстве вопросы точности измерений, стандартизации и унификации, а также стоимости и экономичности занимают основное место в рыночных отношениях. От серийности и количества выпускаемой продукции значительно зависят и вышеуказанные показатели.

В связи с этим возникла необходимость в технически гибких механизмах и системах управления, позволяющих повысить эффективность и производительность при мелкосерийном производстве, для которых традиционные крупносерийные методы автоматизации непригодны.

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.

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

Цель работы

Повышение эффективности, производительности, точности, а отсюда сокращение времени проектирования и трудовых затрат в процессе изготовления штампов ХЛШ.

Методика исследования

Штампы холодной листовой штамповки, несмотря на то, что они относятся к особо сложной и точной продукции, являются наиболее стандартизованными и унифицированными, многоуровневыми иерархическими системами, состоящими из блоков и пакетов, составляющими штамп – полуфабрикаты [2, 3]. Штамп – полуфабрикаты

состоят из стандартизованных деталей и применяются по типоразмерам для различных типов штампов. В тоже время от методов и средств контроля измерения деталей штампового инструмента зависит точность штампуемой детали и всего изделия. Это определяет прогрессивность и широкое применение процессов холодной листовой штамповки как в стране так и в ближнем и дальнем зарубежье.

Учитывая изложенное разработана и исследована модель интегрированной сквозной адаптивной компьютерной технологии управления подготовкой производства (ИСАК ТУП) и изготовления деталей штампов представлена на рис. 1 [4]. Методика исследования апробирована в процессе опытно-промышленного внедрения.

Основные результаты исследования

ИСАК ТУП работает следующим образом. На вход подаётся чертёж штампуемой детали заказчика. Чертёж заказчика кодируется по инструкции.

Рисунок 1 – Модель інтегрованої сквозної комп'ютерної технології управління підготовкою виробництва та виготовлення деталей штампов

Інтегрована система состоит из: системы «Вход»: контроль исходного задания с визуальной проверкой на Плоттере (Выход I); системы «Раскрой»: чертежей раскроя (уклада) контуров деталей заказчика и сведения технологического характера; системы «Конструктор»: информация о спроектированных деталях штампа; системы

«Технолог»: информация для автоматизированной разработки управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ. Производственный блок по изготовлению штамп-полуфабрикатов: блоков, пакетов и доработки пакетов (формообразующего инструмента и сопрягаемых деталей) по детали заказчика.

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 ИСАК ТУПП разработан «Блок адаптации» (рис. 2), который встроен в ИСАК ТУПП и функционирует следующим образом.

Рисунок 2 – Модель ИСАК ТУПП и изготовления деталей штампов с оборудованием управления, изготовления и свернутым блоком адаптации

В том случае, когда возникают производственные условия (Блок № 4), отличные от тех, на которые настроена система, срабатывает блок адаптации (рис. 3).

В блоке адаптации подключаются блоки: №1 – управляющий блок; №2 – адаптации с учителем, состоящий из: блока 2.1.1 – «Сравнения, распознавания и оценивания», блока 2.1.2 – «Нормативно – справочной информации», блока 2.1.3 – «Программного поля восприятия», блока 2.1.4 – «Алгоритмов адаптации», блока 2.1.5 – «Знаний». Блок адаптации при помощи блоков: распознавания образов, нормативно-справочной информации, блока знаний – десятилетиями накопленного опыта и передаёт свою информацию пользователю, который принимает окончательное решение и передаёт (вектор d) это окончательное решение в блок управления, который повторно производит все измерения, проверяет все допуски, посадки, зазоры вырубного инструмента и т. п.

При синтезе оптимальной структуры системы управления производством наиболее эффективным является применение теоретико-множественного подхода. Данный подход обеспечивает возможность наиболее полно

наделять полученные конструкции конкретными математическими структурами и предельно обобщенно подойти к проблеме описания сложных систем, к которым относится ИСАК ТУПП.

Иерархическая уровневая система S вектора управления U в ИСАК ТУПП, представляет собой совокупность векторов [4, 5]:

$$U = (X, Z, \Omega, \varphi, \psi),$$

где X – множество состояний системы, которая является декартовым произведением множеств входа:

$$X = \prod_{i=1}^n X_i.$$

Множество Z управлений внешних воздействий, промежуточных воздействий ω и множество выходных воздействий Ω являются множествами отображений:

$$\forall z \in Z, Z = \prod_{i=1}^n Z_i, Z: X \rightarrow X, \forall \omega \in \Omega,$$

$$\omega: X \rightarrow X, \Omega = \prod_{i=1}^n \Omega_i.$$

Любой из векторов состоит из N-го количества составляющих, например, $S = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ и т.д.

Рисунок 3 – Модель адаптивного управления процессом изготовления деталей штампов

Причем:

$$Z = \prod_{i=1}^n Z_i, \quad \Omega = \prod_{i=1}^n \Omega_i,$$

так что $z(x) = (z_1(x_1), z_2(x_2), \dots, z_n(x_n))$

$\Omega(x) = (\Omega_1(x_1), \Omega_2(x_2), \dots, \Omega_n(x_n))$

для всех $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$,

где $z_i \in Z_1 : X_i \rightarrow X_i$, $\Omega_i \in \omega_i : X_i \rightarrow X_i$.

Будем полагать, что множества Z_i и Ω_i содержат элемент $\wedge$ такой, что $\wedge(x) = x$, для всех $x \in X_i$ и для $i = 1, 2, \dots, n$. $\varphi : X \rightarrow P(X)$, $\psi : X \rightarrow P(Z)$,

где $P(\cdot)$ - совокупность всех непустых подмножеств, множества m , φ и ψ являются диагональными произведениями

$$\varphi = \bigwedge_{i=1}^n \varphi_i, \quad \psi = \bigwedge_{i=1}^n \psi_i$$

отображений $\varphi_i : X \rightarrow P(X_i)$,

$\psi_i : X \rightarrow P(Z_i)$, $(i = 1, 2, \dots, n)$.

Так что для каждого $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

$$(x) = \prod_{i=1}^n \varphi_i(x), \quad \psi(x) = \prod_{i=1}^n \psi_i(x), \quad \text{где } \varphi_i(x)$$

определяются значениями многозначных отображений $\varphi_{ki} : X_k \rightarrow P(X_i)$, $(k = 1, 2, \dots, n)$

как первое непустое множество в последовательности $A_n \subseteq A_{n-1} \subseteq \dots \subseteq A_1$,

$$A_m = \bigcap_{k=1}^m \varphi_{ki}(x_k), \quad (m = 1, 2, \dots, n). \quad \text{Аналогично}$$

$\psi_i(x)$ – первое непустое пересечение.

Таким образом, иерархическую систему можно рассматривать как систему, состоящую из n -уровней $(i = 1, 2, \dots, n)$

$$U_i = (X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}_{1 \leq j \leq n})$$

С учётом приведенных составляющих управляющий вектор U примет вид:

$$U = F(A, X) \quad \text{или} \quad A = (\varphi, \psi, Z, D, \Omega);$$

где A - адаптивная управляющая процесса

$$U = F(X, \varphi, \psi, Z, D, \Omega).$$

Это позволяет, в основном, адаптироваться к изменяющимся производственным условиям [6].

И «сквозная компьютерная технология...», в большинстве случаев, работает безотказно. В противном случае задание снимается для доработки в стационарных условиях.

В современном производственном процессе измерительные операции занимают до 50% всего времени, отводимого на техническое обслуживание. В связи с этим средства измерения непрерывно совершенствуются: они становятся высокоточными, быстродействующими и надежными, что обеспечивает получение оперативной достоверной информации о состоянии

контролируемых технических устройств. Из модели на рис.4 следует, что средства измерений и контроля, позволяют получать объективную информацию о функционировании технического устройства и, таким образом, определять алгоритм действия системы управления. В данной модели автоматизированной системы управления средствами измерения и контроля техническими устройствами, представленной на рис. 4, совокупность средств измерений и контроля объединяются в единую систему, управляемую ПЭВМ.

Рисунок 4 – Модель автоматизированной системы управления средствами измерения и контроля

В нашем случае объектом измерения и контроля является инструмент штампа пуансон – матрица, обрабатываемая на спецстанке универсально-фрезерном – расточном 67 с инструментальным магазином (СУФ Р67ИМ). Представленный на рис. 5 СУФ Р67ИМ с активной обратной связью предназначен для обработки сложных формообразующих поверхностей деталей инструмента штампов. СУФР67ИМ может использоваться как вертикальный так и как горизонтальный станок. В данный момент на поворотном столе с приводом от станка (см. рис 5) обрабатывается сложный инструмент штампа: пуансон – матрица. Активный контроль осуществляется на станке при помощи цифрового индикатора установленного на отдельной стойке. При износе инструмента или его поломке эта информация передается в ПЭВМ (поток I- Изменения), а далее в блок адаптивной модели, где учитываются изменившиеся условия (распознавание образов) и, при необходимости, производится активная корректировка по подаче

или по числу оборотов электродвигателя главного привода (обратная связь: поток II-коррекция).

При изготовлении деталей штампов большое значение приобретает точность и качество их изготовления. В связи с указанным необходимо учитывать погрешности ГПМ (гибкого производственного модуля), которым является СУФ Р67ИМ и их управляющих устройств. Микропроцессорные системы ЧПУ имеют существенно более высокое быстродействие по сравнению с электромеханической (гидравлической) системой привода.

Поэтому управление СУФ Р67ИМ позволяет, практически безынерционно, 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 и системы в целом.

Рисунок 5 – Представлен СУФ Р67ИМ высокоскоростной с ЧПУ и наладка на обработку пуансон – матрицы с активным и пассивным контролем

Выводы

Представленная в статье ИСАК ТУПП значительно повышает эффективность, сокращает время и трудозатраты по сравнению с ручным проектированием и изготовлением штампов. Автоматизированная система управления измерениями и контролем на базе СУФ Р67ИМ с обратной связью и блоком адаптации, встроенном в ПЭВМ, позволяет активно реагировать на изменяющиеся условия производства и, при необходимости, производить корректировку режимов обработки, что способствует точности и качеству штампового инструмента.

Список использованных источников:

1. Гривачевский А.Г. Моделирование и автоматизация конструирования штампов / А.Г. Гривачевский, Н.В. Прохvatкин. – Минск: Наука и техника, – 1986. – С.200.
2. Клецов Г.М. Безлюдна, безпаперова, наскрізна комп'ютерна технологія управління виробництвом штампів ХЛШ є критерієм якості / Г.М. Клецов, Л.В. Коломієць // Вісник одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск № 37, Зовнішнєрекламсервіс, – 2010. – С.161-165.
3. Патент №48027 Україна (UA), МПК, B21D 22/02 (2006.01), Метод інтегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей

штампів / В.П. Квасніков, Г.М. Клецов, Л.В.Коломієць і ін., // заявник Одеський державний інститут вимірювальної техніки, дата подання заявки 27.07.2009; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 54.

4. Квасніков В.П. Роль стандартизації в підготовки виробництва штампів совмещенного действия ХЛШ / В.П. Квасніков, Г.М.Клецов. – К.: Вісник інженерної академії України. Випуск 1. Теоретичний і науково – практичний журнал інженерної академії України. 2008. – С.168-173

5. Клецов Г.М. Математическая модель автоматизированной интегрированной системы подготовки производства штампов ХЛШ / Г.М. Клецов // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури – Випуск № 29 частина 2. – 2008. – С.112-116.

6. Клецов Г.М. Роль стандартизації в підготовки виробництва штампів послідовної дії холодного листового штампування в сільгоспвиробництві / Г.М. Клецов // Аграрний вісник Причорномор'я: Збірн. Наук. Праць. – Випуск №40 Одеський державний аграрний університет. – 2007. – С.136-143

Рецензент: д.т.н. Боряк К.Ф., Одесская государственная академия технического регулирования и качества, Одеса