

УДК 658.512.011.56.001.101

Г.М. Клещёв, В.С. Гутник, С.В. Резцова, М.А. Клещёв

*Одесская государственная академия технического регулирования и качества,  
Одесса, Украина*

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АДАПТИВНАЯ СКВОЗНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

*Рассматривается возможность сокращения времени проектирования и трудовых затрат изготовления деталей штампов в результате применения интегрированной адаптивной сквозной компьютерной технологии подготовки производства и механической обработки деталей штампов с адаптацией к изменяющимся производственным условиям.*

**Ключевые слова:** адаптация, сквозная компьютерная технология, штамп.

### Введение и постановка проблемы

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.

В связи с этим возникла необходимость в технически гибких механизмах и системах управления, позволяющих повысить производительность при мелкосерийном производстве, для которых традиционные 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 трудовых затрат.

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 деталей штампов ХЛШ.

**Методика исследования.** Учитывая изложенное разработана и исследована модель интегрированной сквозной адаптивной компьютерной технологии управления подготовкой производства и изготовления деталей штампов [3, 5] представлена на рис. 1. Методика исследования апробирована в процессе опытно-промышленного внедрения.

### Основные результаты исследования

Модель интегрированной сквозной технологии работает следующим образом. 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 (Выход I); системы «Раскрой»: чертежи раскроя (уклада) контуров деталей заказчика и сведения технологического характера; системы «Конструктор»: информация о спроектированных деталях штампа (чертежи); система «Технолог»: информация для автоматизированной разработки управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ, (технологические карты); система «Сапфир» для разработки УП.

Производственный блок 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» (рис. 2), который функционирует следующим образом. При работе МИСКТУПП без изменений, информация (x) о детали заказчика поступает на «Вход» «Блока адаптации»

и передаётся в основной блок №1 и далее в блок №1.1 – управления, который управляет рабочими блоками: 1.2.1 – блок таблиц кодированных сведений (ТКС), 1.2.2 – блок раскроя (БР) штампуемой детали в полосе, 1.2.3 – блок конструирования (БК) деталей штампа, 1.2.4 – блок технологии (БТ) на спроектированные детали штампа, 1.2.5 – блок разработки управляющих программ (УП) для станков

сЧПУ, 1.2.6 – блок изготовления деталей (БИД) штампа.

В том случае, когда возникают производственные условия, отличные (Блок №4 – (БИПУ) блок изменений производственных условий) от тех на которые настроена «сквозная компьютерная технология...», срабатывает блок №2 – блок адаптации с учителем.

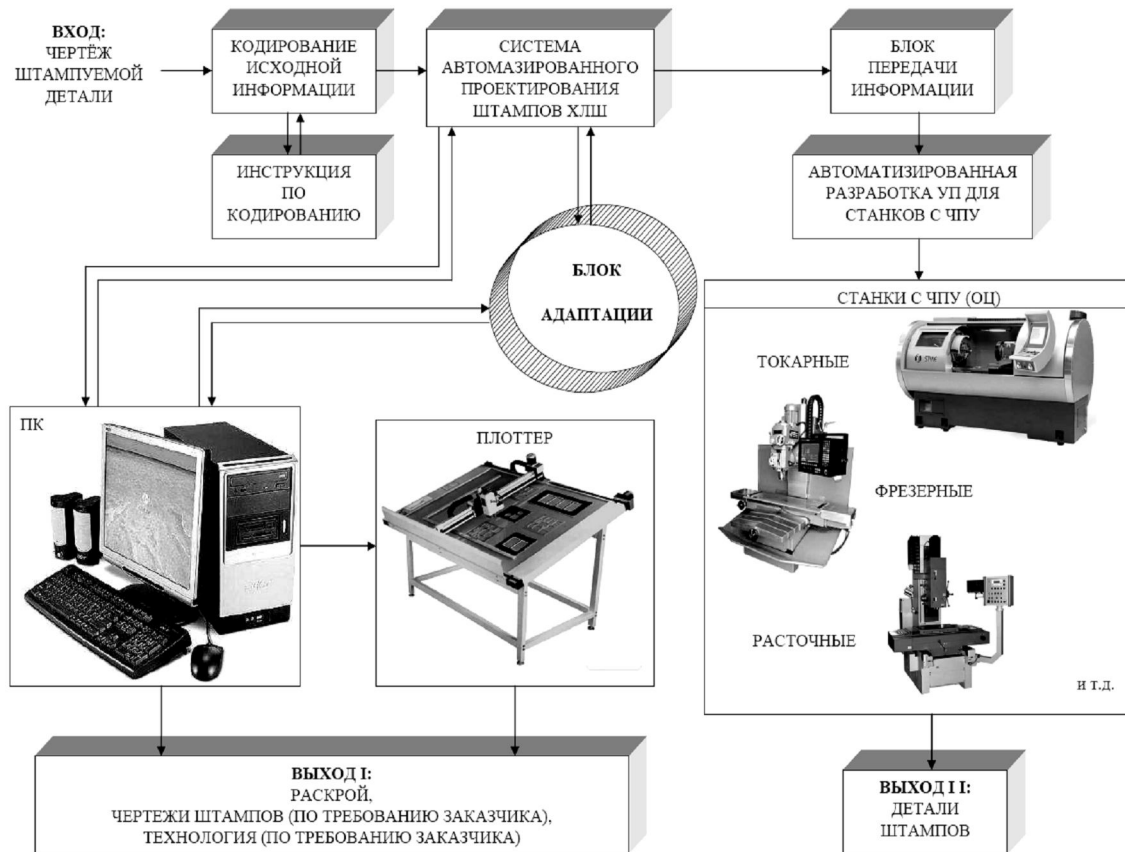


Рис. 1. Модель интегрированной сквозной компьютерной технологии управления подготовкой производства и изготовления деталей штампов с блоком адаптации

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» блок 2.1.4 - «Алгоритмов адаптации», блок 2.1.5 – «Знаний». Блок №2 – адаптации с учителем при помощи блоков: распознавания образов, нормативно- справочной информации, блока знаний – десятилетиями накопленного опыта принимает решение и передаёт свою информацию пользователю, который принимает окончательное решение и передаёт его (вектором  $d$ ) в блок №1 – управления. Блок №3 – блок иработки информации (БОИ) и блок №5 – блок ПЭВМ являются вспомогательными.

При синтезе оптимальной структуры системы управления производством наиболее эффективным является применение теоретико-множественного подхода [2]. Данный подход обеспечивает возмож-

ность наиболее полно наделять полученные конструкции конкретными математическими структурами и предельно обобщенно подойти к проблеме описания сложных систем, к которым относятся системы управления производством. Иерархическая – уровневая система вектора управления в МИСКТУПП, представляет собой совокупность векторов [4]:

$$U = (X, Z, \Omega, \phi, \psi), \quad (1)$$

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

$$X = \prod_{i=1}^n X_i. \quad (2)$$

Множество  $Z$  управлений внешних воздействий, промежуточных воздействий  $\phi$  и множество выходных воздействий  $\Omega$  являются множествами отображений:

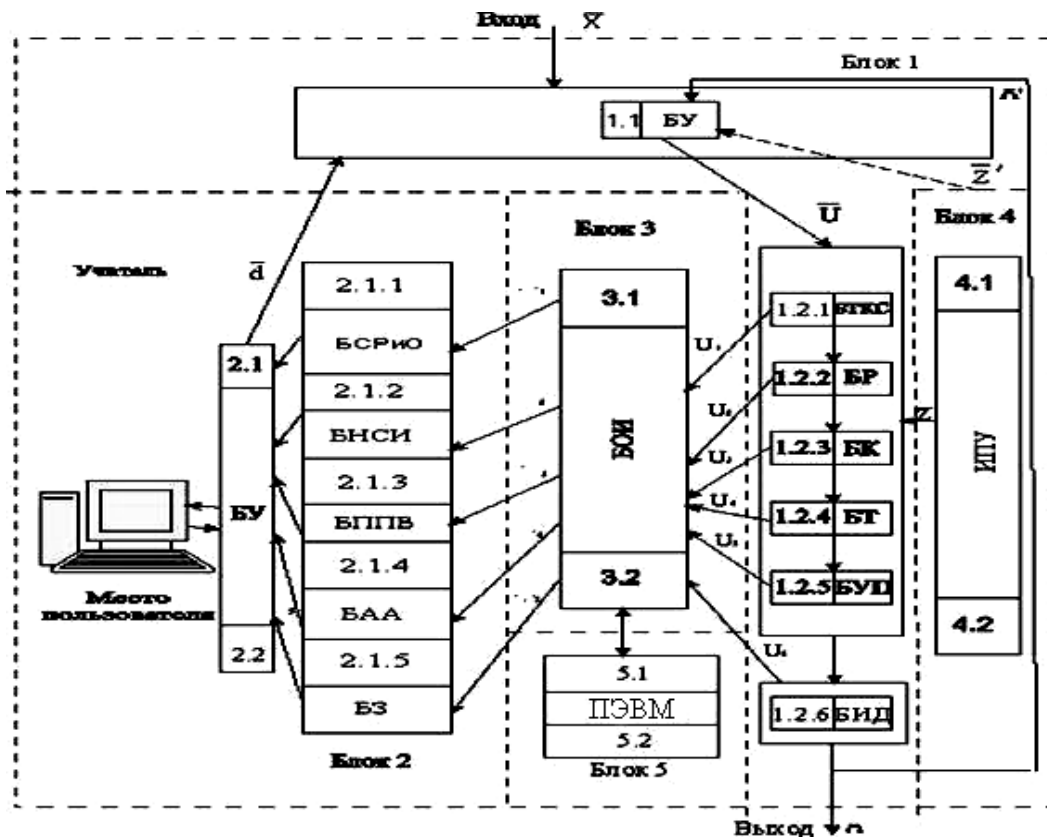


Рис. 2. Адаптивная модель управления подготовкой производства и изготовления деталей штампов

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

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

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

причем  $Z = \prod_{i=1}^n Z_i, \Omega = \prod_{i=1}^n \Omega_i$ , так что

$$\begin{aligned} z(x) &= (z_1(x_1), z_2(x_2), \dots, z_n(x_n)), \\ \Omega(\delta) &= (\Omega_1(\delta_1), \Omega_2(x_2), \dots, \Omega_n(x_n)) \end{aligned} \quad (3)$$

для всех  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$ , где  $Z_i \ni Z_i: X_i \rightarrow X_i, \Omega_i \ni \omega_i: X_i \rightarrow X_i$ .

Будем полагать, что множества  $Z_i$  и  $\Omega_i$  содержат элемент, такой, что 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  $m$ ,  $\varphi$  и  $\psi$  являются диагональными произведениями  $\varphi = \bigwedge_{i=1}^n \varphi_i, \psi = \bigwedge_{i=1}^n \psi_i$  отображений,

$$\varphi_i: X \rightarrow P(X_i), \psi_i: X \rightarrow P(Z_i), (i = 1, 2, \dots, n). \quad (4)$$

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

$$\varphi(\delta) = \prod_{i=1}^n \varphi_i(x), \psi(\delta) = \prod_{i=1}^n \psi_i(x), \text{ где } \varphi_i(x) \text{ определяются значениями многозадачных отображений}$$

$\varphi_{ki}: X_k \rightarrow P(X_k), (k = 1, 2, \dots, n)$ , как первое непустое множество в последовательности  $A_n \subseteq \dots \subseteq A_1$ ,

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

– первое непустое пересечение.

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

$$U_i = (X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}_{1 \leq j \leq n}). \quad (5)$$

С учётом приведенных составляющих управляющий вектор  $U$  примет вид:

$$U = F(A, X) \text{ или } A = (\varphi, \psi, Z, D, \Omega), \quad (6)$$

где  $A$  – адаптивная управляющая процесса

$$U = F(X, \varphi, \psi, Z, D, \Omega). \quad (7)$$

Это позволяет в основном адаптироваться к изменяющимся производственным условиям. И «сквозная компьютерная технология...», в большинстве случаев, работает безотказно В противном случаи задание снимается для доработки в стационарных условиях.

### Выводы

Рассмотренная концепция интеллектуальной интегрированной адаптивной системы подготовки производства и гибкое производство наиболее выгодно в индивидуальном, мелкосерийном и серийном производстве, которое охватывает сейчас до

85% и более всего производства машино- и приборостроения.

Представленная в статье адаптивная модель и алгоритмы автоматизированного синтеза структуры и управления гибкими производственными системами обеспечивают снижение временных, трудовых и стоимостных затрат.

### Список литературы

1. Евдокимов С.А. Автоматизированное проектирование конструкций штампов для листовой штамповки / С.А. Евдокимов // Вестник компьютерных технологий. – М., 2005. – С. 315- 325.
2. Массарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Массарович, Я. Такахара. – М.: Мир, 1978. – 320 с.
3. Патент «Метод інтегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей штампів» /

Квасников В.П., Коломиец Л.В., Клецов Г.М. и др. – № 48027; заявл. 10.03.2010; Бюл. № 5. –К., 2010.

4. Клецов Г.М. Математическая модель автоматизированной интегрированной системы подготовки производства штампов ХЛШ / Г.М. Клецов // Вісник, Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, 2008. – Вип. № 29. – С. 136-143.

5. Клецов Г.М. Адаптивна наскрізна комп'ютерна технологія управління підготовкою виробництва та виготовлення деталей штампів на базі штамп-напівфабрикатів / Г.М.Клецов; під заг. ред. д-ра техн. наук, проф. Л.В. Коломійця. – Одеса, 2010. – 283 с.

Поступила в редколлегию 27.08.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Л.В. Коломиец, Одесская государственная академия технического регулирования и качества, Одесса, Украина.

### ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА АДАПТИВНА КРІЗНА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПІВ

Г.М. Клецов, В.С. Гутник, С.В. Резцова, М.О. Клещев

*Розглядається можливість скорочення часу проектування і трудових витрат виготовлення деталей штампів в результаті вживання інтегрованої адаптивної крізної комп'ютерної технології підготовки виробництва і механічної обробки деталей штампів з адаптацією до виробничих умов, що змінюються.*

**Ключові слова:** адаптація, крізна комп'ютерна технологія, штамп.

### INTELLIGENT ADAPTIVE THROUGH COMPUTER TECHNOLOGY OF MECHANICAL PROCESSING OF DETAILS OF STAMPS

G.M. Kleshev, V.S. Gutnyk, S.V. Reztsova, M.O. Kleshev

*Possibility of reduction of time of planning and labour expenses of making of details of stamps is examined as a result application of computer-integrated adaptive through computer technology of preproduction and tooling of details of stamps with adaptation to the changing productive terms.*

**Keywords:** adaptation, through computer technology, stamp.