

СИСТЕМНО - СТРУКТУРНІ РІВНІ ШТАМП - НАПІВФАБРИКАТІВ В МЕТРОЛОГІЧНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ КІБЕР - ФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПІВ

Проаналізовано розроблена модель створення ієрархічних системно - структурних рівнів декомпозиції деталей штамп - напівфабрикатів в кібер - фізичній системі виготовлення деталей штампів. У такій кібер системі датчики, устаткування і інформаційні системи сполучені упродовж усієї спільної роботи, що виходить за рамки одного підприємства. Такий кібер - фізичною системою (Industry 4.0) є кібер - фізична система виготовлення деталей штампів. Основою, якою є, - інтегрована інформаційно- вимірювальна система виготовлення деталей штамп - напівфабрикатів, які мають ієрархічні системно- структурні рівні. Кожен з рівнів полягає з кількісного числа, складових $f_n=f^m$ і підтверджується графічним зображенням. Досліджується випадок ієрархічної системи з двома рівнями (верхнім:плітати і нижнім) і двома підсистемами на нижньому рівні (виштовхування і знімання). Підсистема виштовхування полягає з чотирьох виштовхувачів і траверси, які приводяться в рух від преси, - виштовхуючи вирубану деталь з матриці. Підсистема зняття смуги або стрічки з пуансон - матриці полягає з: пружин або гуми. Зусилля спрямоване з низу вгору. Виготовлення штамп для конкретної деталі розглядаються далі.

Ключеві слова: кібер – фізична система, інформаційно – технологічна система, ієрархічні системно - структурні рівні, підсистема виштовхування, підсистема зняття смуги, система виготовлення деталей штамп – напівфабрикатів.

G. KLESCHEV

Odesa state academy of the technical adjusting and quality, Odesa

SYSTEM ARE STRUCTURAL LEVELS STAMP - READY-TO-COOK FOODS IN METROLOGY PROVIDING CYBERBUCK IS THE PHYSICAL TO SYSTEM MAKING DETAILS OF STAMPS

It is analysed the worked out model of creation of ієрархічних системно- of structural levels of decoupling of details stamp - ready-to-cook foods in a cyberbuck - to the physical system of making of details of stamps. In such the cyberbuck to the system sensors, equipments and informative systems united during all joint work which will nurse for the scopes of one enterprise. Such cyberbuck - the physical system (Industry 4.0) is a cyberbuck - physical system of making of details of stamps. By basis which is, - informatively - is computer-integrated measuring system of making of details stamp - ready-to-cook foods which have hierarchical system - structural levels. Each of levels consists from a quantitative number, constituents of $f_n=f^m$ and confirmed by a graphic image. The case of the hierarchical system is investigated with two levels (overhead : by flags and lower) and two subsystems at bottom level (extrusion and output). The subsystem of extrusion consists from four to push traverses which are operated from a press, - pushing the cut down detail from a matrix. Subsystem of removal of stripe or ribbon from puncheon - consists from a matrix: springs or rubber. Directed effort from a bottom upwards. Making of stamp for a concrete detail is examined farther.

Keywords : a cyberbuck is the physical system, informatively is the technological system, hierarchical system - structural levels, subsystem of extrusion, subsystem of removal of stripe, system of making of details stamp - ready-to-cook foods.

Вступ

У наші дні нестримно розвиваються елементи промисловості майбутнього, орієнтованої на взаємодію деталей у виробництві і кінцевій продукції без участі людини, так званий "Індустрії 4.0" (Industry 4.0).

Проблеми

Не дивлячись на то, що нині в багатьох компаніях, дослідницьких центрах і університетах концепція Industry 4.0 у фокусі уваги, загального визначення цього поняття не існує. За результатами аналізу 51 - ої публікації Industry 4.0 - це збиральний термін для технологій і концепцій організації ланцюжка створення вартості (Industry 4.0). У рамках модульно - структурованих "Розумних підприємств" кіберфізические системи (КФС) відстежують фізичні процеси і приймають децентралізованые (локальні) рішення.

Мета роботи

Подальше вдосконалення технологічних процесів, швидкого і усебічного метрологічного забезпечення активним лазерним контролем деталей штампів в середовищі кібер - інтегрованої інформаційно - вимірювальній системи виготовлення деталей штампів.

Основні результати досліджень

Такий кібер - фізичною системою (Industry 4.0) є кібер - фізична система виготовлення деталей штампів (КФС ВДШ). Основою, якою є, - інтегрована інформаційно - вимірювальна система (І ІВС) виготовлення деталей штамп - напівфабрикатів, які мають ієрархічні системно - структурні рівні[1,2].

Ця кібер система через обчислювальний блок управляє : виконавчими механізмами і датчиками виміру, а також взаємодіє із зовнішнім середовищем: заводами - замовниками штампів. Велику роль в кібер системі належить деталям штамп - напівфабрикатів, за допомогою яких здійснюється перехід від одиничного проектування до серійного виготовлення цих деталей в металі.

Модель деталей штамп - напівфабрикатів у КФС ВДШ має, взагалі, ієрархічні системно- структурні рівні. Ієрархічні системно- структурні рівні декомпозиції деталей у штамп- напівфабрикатів представлені нижче на рис.1 і складаються з шести урщвней (0-5).

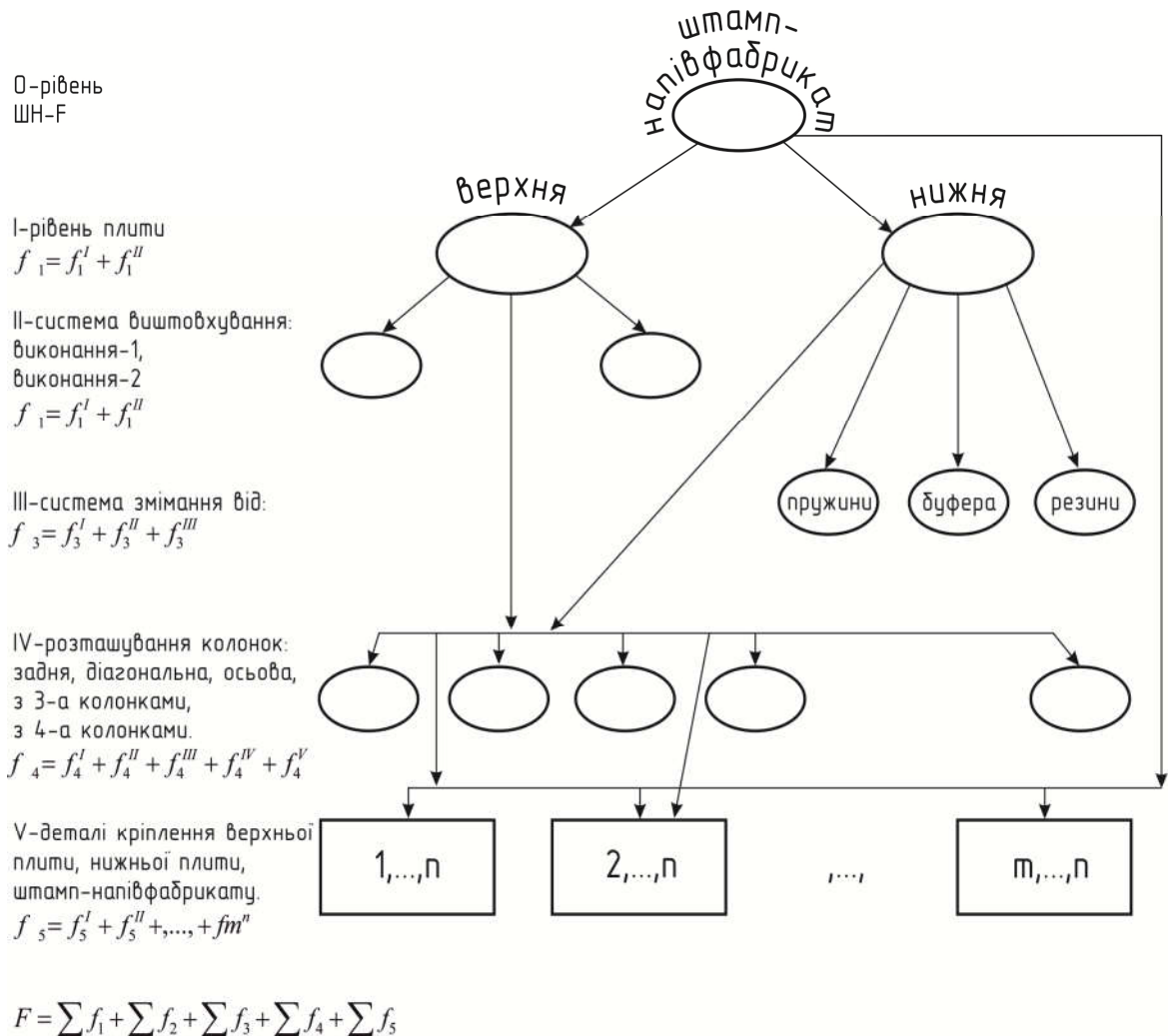


Рис. 1 - Ієрархічні системно-структурні рівні декомпозиції деталей у штамп-напівфабрикатів

Досліджуємо випадок ієрархічної системи з двома рівнями (верхній плитой і нижній плитой) і двома підсистемами на нижньому рівні (виштовхування і змінення). Розглянемо два випадки.

1. На верхньому рівні вимагається максимізувати цільову функцію верхнього рівня $f(x_{\max}(u), y_{\max}(v), u, v)$, де змінні $x_{\max}(u), y_{\max}(v)$ знаходяться в результаті максимізації цільових функцій нижнього рівня

$$g(x, u) \rightarrow \max, h(y, v) \rightarrow \max, x \quad u, \text{ тобто}$$

$$g(x_{\max}(u), u) \geq g(x, u), h(y_{\max}(v), v) \geq h(y, v),$$

а параметри управління u, v задаються на верхньому рівні так, щоб максимізувати цільову функцію верхнього рівня. Цільові функції $g(x, u), h(y, v)$ передбачаються гладкими і строго опуклими вгору,

що забезпечує єдиність точок максимуму. Для простоти запису викладень змінні x, y, u, v припускаємо скалярними. Векторний випадок розглядається абсолютно аналогічно.

2. Цільова функція верхнього рівня залежить від зовнішніх параметрів p_1, p_2 .

$$f(x_{\max}(u), y_{\max}(v), u, v, p_1, p_2)$$

Вимагається вказати визначення оптимальних параметрів управління u, v , як функцій зовнішніх параметрів p_1, p_2 (розміри плит). При цьому, істотним є об'єм необхідних обчислень. До завдань типу 1, 2 шляхом дискретизації за часом зводяться і завдання знаходження оптимальних функцій $u(t)$, що управляють, $v(t)$ у разі динамічних ієрархічних багаторівневих систем, коли замість цільових функцій верхнього рівня максимізувався інтегральний функціонал виду

$$\int_{t_n}^{t_1} f\left(t, x \cdot (t), y^*(t), \frac{dx^*}{dt}, \frac{dy^*}{dt}, u(t), v(t), p1(t), p2(t)\right) dt$$

$x^*(t), y^*(t)$ доставляють максимум функціоналам нижнього рівня

$$\int_{t_n}^{t_1} g(t, x(t), \frac{dx}{dt}, u(t)) dt \quad \int_{t_n}^{t_1} g(t, x(t), \frac{dy}{dt}, v(t)) dt$$

а $u(t), v(t)$ – функція управління і $p_1(t), p_2(t)$ – зовнішні параметричні функції. Розв'язання задачі 1 поєднанням методу Ньютона і теорії неявних функцій. Введемо позначення для приватних похідних

цільової функції верхнього рівня $f_1 = \frac{df}{dx_{\max}}, f_2 = \frac{df}{dy_{\max}}, f_u = \frac{df}{du}, f_v = \frac{df}{dv}$, а також

$$x_{\max}(u) = a(u), y_{\max}(v) = \beta(v)$$

Тоді необхідні (а при наших пропозиціях і достатні) умови максимуму цільової функції верхнього рівня мають вигляд

$$\begin{cases} f_1(a)u, \beta(u), u, v \cdot a'(u) + f_u(a)u, \beta(u), u, v = 0 \\ f_2(a)u, \beta(u), u, v \cdot \beta'(u) + f_v(a)u, \beta(u), u, v = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Для знаходження оптимальних параметрів управління $u^*=u_{\max}, v^*=v_{\max}$, тобто розв'язання системи (1), можна застосувати метод Ньютона. Виберемо початкові параметри u_0 , що управляють, v_0 . Знайдемо $a,$

$\beta(v_0)$. Нехай $\varphi(x, u) = \frac{\partial g(x, u)}{\partial x}, \psi(y, v) = \frac{\partial h(x, u)}{\partial y}$ тоді з визначення функцій

$$\varphi(a(u), u) = 0, \psi(\beta(v), v) = 0 \quad (2)$$

Вирішуючи рівняння (2) при $u=u_0, v=v_0$ методом Ньютона (тобто в нашому випадку дотичних), знаходимо $a(u_0), \beta(v_0)$. Позначимо

$$s(u, v) = f_1(a)u, \beta(v), u, v \cdot a'(u) + f_u(a)u, \beta(u), u, v \quad (3)$$

$$p(u, v) = f_2(a)u, \beta(v), u, v \cdot \beta'(u) + f_v(a)u, \beta(u), u, v \quad (4)$$

Тоді система (1) переписеться у вигляді $s(u, v)=0, p(u, v)=0$

Для застосування методу Ньютона треба знати приватні похідні

$$S_u = \frac{\partial s}{\partial u}, S_v = \frac{\partial s}{\partial v}, P_u = \frac{\partial p}{\partial u}, S_v = \frac{\partial p}{\partial v}, \text{ отримуємо}$$

$$S_u = \frac{\partial f_1}{\partial a} a'(u) + \frac{\partial f_1}{\partial u} a'(u) + f_1 \cdot a''(u) + \frac{\partial f_u}{\partial a} a'(u) + \frac{\partial f_u}{\partial a} \quad (5)$$

$$S_v = \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \beta'(u) + \frac{\partial f_1}{\partial v} a'(u) + f_1 \cdot a''(u) + \frac{\partial f_u}{\partial a} \beta'(u) + \frac{\partial f_u}{\partial v} \quad (6)$$

$$P_v = \frac{\partial f_1}{\partial \beta} \beta'(v) + \frac{\partial f_2}{\partial u} \beta'(v) + \frac{\partial f_u}{\partial a} a'(u) + \frac{\partial f_u}{\partial v}$$

$$p_v = \frac{\partial f_2}{\partial \beta} \beta'(u) + \frac{\partial f_2}{\partial u} \beta'(v) + f_2 \cdot \beta''(u) + \frac{\partial f_v}{\partial \beta} \beta'(u) + \frac{\partial f_u}{\partial v}$$

$$3 (2) \text{ отримуємо } a' = -\frac{\frac{\partial \varphi}{\partial u}}{\frac{\partial \varphi}{\partial a}} \quad \beta' = -\frac{\frac{\partial \psi}{\partial v}}{\frac{\partial \psi}{\partial \beta}} \text{ звідки}$$

$$a''(u) = -\left(\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u \partial a} a'(u) + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u^2} \right) \frac{\partial \varphi}{\partial a^2} - \frac{\partial \varphi}{\partial u} \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial a} a' + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial a \partial u} \right) \right) \left(\frac{\partial \varphi}{\partial u} \right)^{-2} \quad (7)$$

$$\beta''(u) = -\left(\left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial v \partial \beta} \beta'(v) + \frac{\partial^2 \psi}{\partial v^2} \right) \frac{\partial \psi}{\partial \beta^2} - \frac{\partial \psi}{\partial v} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial \beta} \beta'(v) + \frac{\partial^2 \psi}{\partial \beta \partial v} \right) \right) \left(\frac{\partial \psi}{\partial \beta} \right)^{-2} \quad (8)$$

Нехай $H(u, v) = \begin{bmatrix} S_u S_v \\ P_u P_v \end{bmatrix}$ з формул (3) – (8) знаходимо матрицю H

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \end{bmatrix} - H^{-1}(u_0, v_0) \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \end{bmatrix}.$$

Тоді наступні наближення за методом Ньютона задаються формулою

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \end{bmatrix} - H^{-1}(u_0, v_0) \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \end{bmatrix}.$$

де H^{-1} – зворотна матриця до матриці H . Значення $a(u_1)\beta(u_1)$ знаходимо методом Ньютона (дотичних), використовуючи $a(u_0)\beta(u_0)$ як початкове наближення. Далі ведемо розрахунок після формул

$$\begin{bmatrix} u_{n+1} \\ v_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_n \\ v_n \end{bmatrix} - H^{-1}(u_n, v_n) \begin{bmatrix} u_n \\ v_n \end{bmatrix}.$$

де $a(u_1), \beta(u_1)$ знаходяться методом Ньютона (дотичних),

використовуючи $a(u_1), \beta(u_1)$ якості початкового наближення, що дозволить скоротити число ітерацій для їх знаходження.

До завдань розглянутого типу зводяться і завдання оптимального управління динамічними багаторівневими ієрархічними системами. У разі двох рівнів і двох підсистем нижнього рівня, ці завдання мають наступний вигляд. На верхньому рівні максимізувався інтегральний функціонал якості

$$\int_{t_n}^{t_1} f(\bar{x}_{\max}(t), \bar{x}'_{\max}(t), \bar{y}_{\max}(t), \bar{y}'_{\max}(t)) \bar{u}(t), \bar{u}(t)) dt \rightarrow \max$$

де функції $\bar{x}_{\max}(t), \bar{y}_{\max}(t)$ знаходяться з умови максимальності функціоналів якості нижнього рівня

$$\int_{t_n}^{t_1} g(\bar{x}(t), \bar{x}'(t), u(t)) dt \xrightarrow{\bar{x}(t)} \max \quad \int_{t_n}^{t_1} h(\bar{y}(t), \bar{y}'(t), v(t)) dt \xrightarrow{\bar{y}(t)} \max$$

а $\bar{u}(t), \bar{v}(t)$ -вектори – функції, що управляють.

Виготовлення штампу для конкретної деталі виконується таким чином: обирається відповідний типорозмір штамп-напівфабриката, який розроблений однією управляючою програмою для всіх типорозмірів одного типорозміру, і з цього блоку допрацьовуються деталі пакету по УП для поверхонь інструменту штампу для кожної деталі замовника. Дослідження багаторівневої ієрархічної системи управління, якою є КФС ВДШ, а в неї штамп-напівфабрикатів є одним з важливих напрямків системного аналізу[4,6].

Висновки

За "Новою технологією" деталі блоку, які входять в штамп - напівфабрикат, дали можливість формувати "партії" одинрозмірних деталей і перейти від одиничного проектування до серійного виготовлення їх в металі [3,5]. Партії можуть містити: 20, 50, 100 і більше деталей, а робітник не перебудовуватиметься зміну, дві зміни і так далі. Такий підхід дає можливість сконцентрувати метрологічні засоби виміру - активний лазерний контроль для: токарних, фрезерних і шліфувальних операцій. Ієрархічні системно-структурні рівні декомпозиції деталей у штамп-напівфабрикатів, дають наочне уявлення про особливу складність штампів холодного листового штампування.

Література

1. Клещов Г. М. Патент № 111088 "Спосіб реалізації активного методу вимірювання і корегування зносу інструменту з використанням лазерних приладів на основі інтегрованої системи автоматизації виробництва штампів", зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі опубл. 25.10.2016. Бюл. № 20.

2. Клещов Г. М. Патент № 48027. "Метод інтегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей штампів", зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.

3. Клещев Г. М. Новая технология производства штампов холодной листовой штамповки для машиностроения и сельхозмашиностроения / Г. М. Клещев, Л. В. Коломиец, М. Г. Клещев // Сборник Международных научно-технических работ MOTROL'2014, Том 15, № 1 LUBLIN, Польша, С. 157-161

4. Клещев Г. М. Адаптивная наскризна комп'ютерна технологія управління підготовкою виробництва та виготовлення деталей штампів на базі штамп - напівфабрикатів / Г. М. Клещев. – Одеса. // Під загальною редакцією доктора технічних наук, професора Л. В. Коломійця. 2010. – 283 с.

5. Клещев Г. М. Лазерные средства измерения активного процесса контроля инструмента штампов холодной листовой штамповки / Г. М. Клещев и др. // Международный научно-технический журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» Хмельницький. Вип № 1. 2015. С. 204-208.

6. Клещев Г. М. Реалізація методології метрологічних методів в кібер – інтегрованої інформаційно – вимірювальній системі / Г. М. Клещев // Международный научно-технический журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» Хмельницький. Вип № 3. 2017. С. 113-116.

References

1. Kleshev G. Patent № 111088 "Sposiv realizazii aktivnogo metody vumiryvanna i koregyvanna znocy instrymenty s vukoristannam lazernyx pruladiv na osnovi integrovanoi systems of the avtomatuzazi vurobnuzva stampiv", zareestrovano v Derzavnomy reestri patentiv Ukrainu na korusnu modely. 25.10.2016, bul. № 20.

2. Kleshev G. Patent № 48027 «Metod integrovanoi naskriznoi pidgotovki vurobniztva ta vugotovlennja stampiv», zareestrovano v Derzavnomy reestri patentiv Ukrainu na korusnu modely. 10.03.2010, bul. № 5.

3. Kleshev G. Nova tehnologia proizvodstva stampov xolodnoiy listovoi schtampovki dla stroitelstva I selxozmaschinostroenia / G. Kleshev, L. Kolomiez, M. Kleshev // Zbornik Misxnarodnux naykovo - texnisxnx praz MOTROL'2014, Tom 15, № 1 LUBLIN, Polyscha, C. 157- 161.

4. Kleshev G. Adaptive naskrizna komp'uterna tehnologia upravlenia pidgotovkoy vurobnuztva ta vurotovlenna detales stampivna base stamp- napivfabrukativ / G. Kleshev. - Odesa. // Pid zagalnoy redakziej doktora tehniznuh nauk, profesora L. Kolomieza. 2010. - 283c.

5. Kleshev G. Lazernue sredstva izmerenia aknivnogo kontrola instrumenta stampov xolodnogo listovogo stampovki / G. Kleshev, A. Bilichenko i dr. // Vymirjuvalna ta obchyslyvalna tehnika v tehnologichnyx procesax. Xmelnzikiy. Vup № 1. 2015. S. 204-208.

6. Kleshev G. Realizazii metodologii metrologiznux metodiv v kiber-integrovanoi informaziino-vumiruvanoi sustemi / G. Kleshev // Vymirjuvalna ta obchyslyvalna tehnika v tehnologichnyx procesax. Xmelnzikiy. Vup № 3. 2017. C. 113-116.

Рецензія/Peer review : 27.2.2018 р.

Надрукована/Printed : 9.4.2018 р.

Рецензент :