

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР ГВС

Анотація: Запропоновані принципи побудови організаційно-технологічних структур ГВС, які забезпечують можливість розробки проблемно-орієнтованих методів їх оптимального формування.

Ключові слова: гнучких виробничих систем, принципи формування структур, оптимізація структур.

Вступ. Різноманітність можливих рішень при синтезі організаційно-технологічних структур гнучких виробничих систем (ОТС ГВС) обумовлена множиною варіантів положення в них гнучких виробничих модулів (ГВМ), а також множиною можливих організацій взаємодії між ними з метою виконання ГВС, яка розробляється, висунутих до неї функціональних вимог [1]. Оскільки кількість ГВМ в ГВС відносно невелика, що характерно і для можливих технічних реалізацій ГВС на їх основі, то нові властивості ГВС досягаються якраз в основному за рахунок зміни організації взаємодії між ГВМ.

Очевидно, що вирішення задачі розпізнавання різноманіття можливих рішень ОТС ГВС може бути досягнуто формальними методами на основі використання сучасної обчислювальної техніки, якщо визначені загальні принципи побудови ОТС ГВС та можливі способи їх технічної реалізації. Використання такого підходу дозволить перейти від використання типових варіантів структур ГВС до направленої формування оптимальних ОТС ГВС з врахуванням інтегрованого показника [2].

Аналіз попередніх досліджень. Зважаючи на те, що при аналізі ОТС ГВС з метою виявлення їх загальних властивостей, конкретна реалізація їх елементів суттєвого значення не має [3], то їх аналіз може бути зведений до аналізу відносин їх елементів та зв'язків, тобто основною властивістю ОТС ГВС є деяка підмножина її якісних властивостей W_a , причому кожній ОТС ГВС відповідає означений вид цієї підмножини. Слід зазначити, що однозначної відповідності W_a та ОТС ГВС не існує, тобто одна і та ж підмножина W_a може належати декільком різним ОТС ГВС. Причому, чим менша ця підмножина, тим більше варіантів ОТС ГВС їй відповідають. Це має велике значення при виборі способів оцінки якості ОТС ГВС, а відповідно і критеріїв K_p , які визначають вибір оптимальних ОТС ГВС.

Таким чином, пошук оптимальної ОТС ГВС полягає у визначенні порядку розгляду всіх висунутих до ОТС ГВС вимог та їх співставлення з можливостями ОТС ГВС в залежності від конкретної ситуації розв'язку, яка визначається вимогами до ОТС ГВС, тобто оптимальна ОТС ГВС повинна задовольняти певним вимогам, які можна представити у вигляді

набору критеріальних показників $Kp_j = \{kp_i^k\}, k = [T, O, C, \dots, K], i = [1, I]; Kp_j \in Kp, j = [1, J]$, набір елементів якого залежить від конкретної ситуації зв'язку $s_k \in S, k = [1, K]$ і має наступний вигляд:

$$Kp_j = Kp_j(S), j = [1, J].$$

В такому випадку пошук оптимальної ОТС ГВС можна записати так:

$$Kp_j(G_{OTC}, S) \rightarrow \underset{G_{OTC} \in G_{OTC}^K}{extr} \Rightarrow g_{OTC}^{opt}(S),$$

де Kp_j – набір критеріальних показників G_{OTC} , який оптимізується і вибраний з множини критеріальних показників Kp для кожної конкретної ситуації;

G_{OTC}^K – підмножина конкурентоспроможних варіантів ОТС ГВС [4], що задовольняють критеріальним показникам, визначеним в кожній конкретній ситуації.

Результатом розв'язку задачі пошуку є оптимальна ОТС ГВС g_{OTC}^{opt} , яка звичайно залежить від S .

Зважаючи на те, що число допустимих варіантів ОТС ГВС кінцеве та невелике, то рішення цієї задачі може бути знайдене шляхом співставного аналізу результатів структурного синтезу ОТС ГВС [1,5] при заданій множині варіантів їх просторової організації, для чого необхідно визначити принципи побудови ОТС ГВС та формалізувати постановку задачі їх оптимального формування.

Мета роботи. Розробка принципів побудови ОТС ГВС та формальна постановка задачі їх оптимального формування.

Матеріал і результати дослідження. Вирішення задачі формування ОТС ГВС передбачає направлене формування формалізованого відображення ОТС ГВС з математичних моделей елементів (ГВМ) $gm_i \in GM$, які забезпечують її формування, шляхом реалізації процесу її просторової самоорганізації. Тому при побудові математичних моделей елементів $gm_i \in GM$ необхідно відобразити ті їх властивості, які будуть враховані при виконанні оптимальної композиції ОТС ГВС.

Якщо розглядати ГВМ, як фізичний елемент, то він володіє сукупністю властивостей, які характеризують його здатність виконувати перетворення об'єктів виробництва (ОВ), зберігати сталість своєї внутрішньої структури та вступати у взаємодію з іншими елементами та зовнішнім середовищем. Вказані властивості $gm_i \in GM$ можуть бути відображені у формі їх математичних моделей за допомогою наступних залежностей:

- відношення перетворення

$$F_{II}(X(gm_i); P(p_x^{oi}, p_y^{oi}); Y(gm_i)),$$

яке характеризує відношення між відповідними потоками ОВ $p_x^{oi}, x \in X(gm); p_y^{oi}, y \in Y(gm)$ на вході $X(gm)$ та виході $Y(gm)$ i -го елемента;

- відношення зв'язку

$$F_3 (Y (gm_i); Z (p_y^{o_i}, p_x^{o_i}); X (gm_j)),$$

яке характеризує здатність елементів $gm_i \in GM$ вступати у взаємодію з іншими елементами та з зовнішнім середовищем.

Виходячи з цього, формальне відображення будь-якої ОТС ГВС можна представити у формі опису відносин перетворення та відносин зв'язку її елементів.

Організація потоків ОВ в заданому просторі ОТС ГВС, яка формується, здійснюється в послідовності, яка визначається технологічними процесами їх виготовлення. Тому склад “початкових” gm^I та “кінцевих” gm^K елементів ОТС ГВС і їх просторове положення визначаються, як правило, наявністю в складі $gm_i \in GM$ таких елементів, які мають відповідно початкові або заключні технологічні операції. Що ж стосується “проміжних” gm^{Ip} елементів ОТС, то їх положення визначається прийнятими умовами оптимальності процесів отримання готових виробів.

Таким чином, допустимі варіанти організації ОТС ГВС визначаються можливими комбінаціями положення її “проміжних” елементів gm^{Ip} з метою отримання готових виробів з первинного продукту (заготівок) в заданому просторі цієї системи. Звідси можуть бути встановлені формальні принципи просторової організації ОТС ГВС на основі потокового відображення процесу отримання готових виробів в заданих умовах. Кожен вхідний $p_x^{o_i}, x \in X (gm_i)$ та вихідний $p_y^{o_i}, y \in Y (gm_i)$ потік ОВ, який перетворюється елементом $gm_i \in GM$ може бути охарактеризований відповідним вектором $\alpha_x, x \in X (gm_i)$ або $\alpha_y, y \in Y (gm_i)$ в n – мірному неоднорідному дискретному топологічному просторі $Q (O, M)$. Цей простір є об'єднання координатного простору $O (OP, IP)$, який формується ОВ в системі координат “технологічні операції – послідовність їх виконання” та метричного простору $M (X, Y, Z)$ формованої розподіленої ОТС ГВС.

Таким чином

$$Q (O, M) = O (OP, IP) \cup M (X, Y, Z).$$

Тоді введення в формовану ОТС ГВС будь-якого елемента $gm_i \in GM$ забезпечує дискретний перехід з точки i простору Q в точку j цього простору. При цьому вектор α дискретно зміщується з положення α_i в положення α_j при відповідній зміні його координат в просторі Q .

Якщо відомо положення елементів gm^I та gm^K , то з формальної точки зору задача формування ОТС ГВС зводиться до формування оптимальної в заданому сенсі траєкторії зміщення вектора α в просторі Q . Однак, в загальному випадку, формована ОТС ГВС може мати деяку множину елементів $gm^I \in GM^I$ та $gm^K \in GM^K$. Тому необхідно здійснити пошук оптимальної траєкторії зміщення деякої множини векторів $\{\alpha_k\}, k = [1, K]$ в заданому просторі Q . При цьому частина траєкторій зміщення цих векторів може співпадати, що свідчить про наявність загальних елементів gm_i , для деякої підмножини ОВ $\{o_l\}$.

Як відомо, вибір оптимальної організації ОТС ГВС може здійснюватись лише на основі прийнятих критеріальних показників

$$Kp = \{kp_i\}, i = [1, I],$$

серед яких найбільш вагомими у відповідності з означенням ОТС є: технологічні – $kp_i^T \in Kp_i^T, i = [1, I]$ (мінімум зворотніх зв'язків – $kp_{зз}$, гнучкість – kp_e тощо), організаційні – $kp_i^O \in Kp_i^O, i = [1, I]$ (надійність – kp_n , живучість – $kp_{ж}$ тощо) та структурні – $kp_i^C \in Kp_i^C, i = [1, I]$ (зв'язність $kp_{зв}$ – , надмірність – $kp_{нд}$, компактність – kp_k тощо), $Kp^T, Kp^O, Kp^C \in Kp$. Різноманіття цих показників також може бути відображене k -мірним простором $K (Kp^T, Kp^O, \dots, Kp^k)$, $k = [T, O, C, \dots, K]$, об'єднання якого з простором Q дозволяє отримати простір

$$P(Q, K) = Q(O, M) \cup K(Kp^T, Kp^O, \dots, Kp^k),$$

що відображає організаційні, технологічні, структурні та інші аспекти розрізнення можливих варіантів формування ОТС ГВС.

Виходячи з вище викладеного, задача оптимального формування ОТС ГВС в формальній постановці може бути сформульована наступним чином: здійснити композицію формалізованого відображення

$$F(X, N, Y) = \bigcup_{gm_i \in GM} F_{II}(X(gm); P(p_x^{o_i}, p_y^{o_i}); Y(gm)); \\ \bigcup_{gm_i \in GM} F_{III}(Y(gm_i); Z(p_y^{o_i}, p_x^{o_i}); X(gm_j)),$$

відносин перетворення F_{II} потоків ОВ з заготівок в готові вироби, а також відносин зв'язків F_{III} , які забезпечують передачу потоків ОВ між відповідними елементами формованої ОТС ГВС при екстремальності заданого критеріального показника $kp_i \in Kp$ для досягнення найкращої її просторової організації на основі сформованої множини $gm_i \in GM$.

При цьому, якщо траєкторії зміщення векторів $\{\alpha_k\}, k = [1, K]$ представляти у формі потокових графів, вершини яких – можливі варіанти gm_i , а дуги – можливі зв'язки між ними, значенням передач яких ставляться у відповідність значення критеріального показника $kp_i \in Kp, i = [1, I]$, то задача формування ОТС ГВС, в цьому випадку, може бути зведена до направленої формування графа ОТС ГВС з оптимальною просторовою організацією шляхом топологічного об'єднання графових моделей $gm_i \in GM$, які задовольняють заданим умовам.

Висновки. Наведені вище принципи побудови ОТС ГВС дозволяють розробити проблемно-орієнтовані методи оптимального формування ОТС ГВС, які можуть бути побудовані на основі використання апарату теорії графів та потокових алгоритмів і які забезпечать достатньо однозначне рішення даної задачі.

Література

1. Ткач М.М. Синтез організаційно-технологічних структур ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автомати-

- чного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2008. – Вип. 13(33). - С.129-134.
2. Ткач М.М. Основні концепції методології структурного системного аналізу і проектування ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автоматичного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2003. – Вип. 6(26). - С.90-93.
 3. Ткач М.М., Костюк В.І., Красничук А.В. Методи композиції оптимальних варіантів структурної організації ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автоматичного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2010. – Вип. 17(37). - С.124-129.
 4. Ткач М.М., Костюк В.І., Красничук А.В. Оптимізація організаційно-технологічних структур ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автоматичного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2010. – Вип. 16(36). - С.122-129.
 5. Ткач М.М. Реалізація процесу прийняття рішень при виборі організаційно-технологічних структур ГВС // Автомобільний транспорт. – Жарків: ХНАДУ, 2009. – Вип. 25. – С.270-273.

Отримано 08.03.2011 р.