

СИСТЕМНО-СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР ГВС

Вступ

Орієнтація держави на новітні виробничі та інформаційні технології, вступ в Організацію світової торгівлі спонукають підприємства (фірми) до випуску такої продукції, яка за своїми споживчими якостями повністю відповідає існуючому попиту на ринку та має, при цьому, найменшу собівартість і мінімальний виробничий цикл виготовлення. Випуск такої продукції в умовах її постійної зміни – складна системна задача, яка повинна охоплювати весь життєвий цикл виробу від його замовлення до його виготовлення та відправки споживачу. У зв'язку з цим визначального значення набувають задачі забезпечення гнучкості виробничих систем, вирішення яких дає можливість оперативної перебудови останніх на випуск нової продукції. Відомо, що одним з напрямків вирішення цієї задачі є впровадження нових принципів організації та управління виробничими процесами – гнучких виробничих систем (ГВС) [1].

Широке впровадження ГВС потребує вирішення ряду проблем, які виникають при їх проектуванні, однією з яких є визначення необхідного складу гнучких виробничих модулів (ГВМ) – функціонально та конструктивно закінчених структурних елементів ГВС, які реалізують в автоматичному режимі виготовлення виробів у відповідності до виробничої ситуації, та закріплення за ними відповідних операцій. Суть цієї проблеми полягає в тому, щоб виходячи з заданого опису операцій технологічної структури (ТС) ГВС та безпосередніх зв'язків між ними отримати інформацію про ТС в цілому та визначити основні її структурні компоненти [2].

Аналіз попередніх досліджень

Отримані в роботах [3,4] групові операції $GrOP = \{GrOP_j\}, j = [1, J]$, які дозволяють ГВС, що проектується на їх основі, адаптуватися до зміни номенклатури об'єктів, та їх технологічні структури $TSGr = \{TSGr_j\}, j = [1, J]$, а також проведені дослідження взаємозв'язків, як між елементами технологічних структур ГВС [5] так і між їх структурними компонентами [6] дозволили виділити основні типові структурні конфігурації (структурні компоненти (СК)), які мають специфічні властивості як з формальної точки зору, так і по суті їх ролі в формуванні ГВС (табл.1), тобто можуть легко інтерпретуватися на графах та являють собою дуже розповсюджені в реальних умовах конфігурації ГВМ.

Все це сформувало необхідні умови для реалізації процесу виділення типових СК на структурних моделях ТС $GrOP$, що складає одну з основ-

Типові СК

СК “Початкова”	СК “Кінцева”	СК “Взаємозв’язок”
$(\forall k) [\beta(i, k) = \emptyset]$	$(\forall k) [\gamma(i, k) = \emptyset]$	$(\forall p) ([\xi(i, k, m) \wedge \mu(p, m)]) \rightarrow$ $\eta[n(p, m), n(p+1, m)] \wedge$ $\eta[n(p+1, m), n(p, m)]$
СК “Замкнутий контур”		СК “Ланцюг”
$(\forall p) ([\xi(i, k, m) \wedge \mu(p, m)]) \rightarrow$ $\eta[n(p, m), n(p+1, m)] \wedge$ $\eta[n(f_m - 1, m), n(0, m)]$		$(\forall p) ([\xi(i, k, m) \wedge \mu(p, m)]) \rightarrow$ $\eta[n(p, m), n(p+1, m)] \wedge$ $\eta[n(0, m), n(f_m, m)]$

них задач структурного аналізу та дослідження технологічних структур ГВС.

Мета роботи

Розробка автоматизованого методу структурного аналізу ТС *ГрОП*, що забезпечує можливість визначення кількісного складу ГВМ та закріплення за ними відповідних операцій.

Матеріал і результати дослідження

Структурний аналіз ТС *ГрОП* є однією з складових процесу системного технологічного проектування ГВС, в ході якого виділяються основні структурні конфігурації, які і визначають спеціалізацію майбутніх ГВМ. З математичної точки зору сенс цієї задачі полягає в переході від опису безпосередніх зв’язків між елементами ТС *ГрОП* до опису структурних компонент. Дослідження, які були проведені в попередніх роботах свідчать про те, що перетворення співвідношень які описують безпосередні зв’язки між елементами ТС, в співвідношення, які описують типові структурні компоненти мають формальний характер і можуть бути автоматизовані. По мірі ускладнення ТС *ГрОП* ці обставини набувають ще більшого практичного значення, бо використання абстрактних та графічних методів для складних ТС робить ці методи доволі громіздкими, що призводить до втрати ними основних своїх переваг, таких як наочність та доступність для безпосереднього усвідомлення розробниками ГВС.

У відповідності до рівня опису зв’язків між елементами ТС *ГрОП* процес їх структурного аналізу може бути представлений трьома рівнями:

- наявність зв’язків між елементами ТС;
- напрямки зв’язків між елементами ТС;
- взаємозв’язок між структурними компонентами ТС.

На першому рівні структурного аналізу ТС *ГрОП*, коли є лише безпосередні зв’язки між її елементами, аналіз даної структури зводиться до вивчення відносин слабого зв’язку між цими елементами. В цьому випадку ТС *ГрОП* можна наочно відобразити у вигляді неорієнтованого

графу, вершини якого відповідають операціям відповідної групової операції, а ребра – зв’язкам між ними. Тоді, в термінах теорії графів, задача структурного аналізу $ТС\ GrOP$, на цьому рівні, може бути сформульована так: чи є граф безпосередніх зв’язків між операціями $ТС\ GrOP$ зв’язаним, а якщо ні, то представити його у вигляді сукупності ізольованих зв’язаних підграфів. Рішення даної задачі може бути отримано шляхом побудови графа слабких зв’язків для даної $GrOP$ (вершини – операції; дві операції з’єднуються ребром тоді і тільки тоді, коли вони слабо зв’язані). Як правило, на цьому структурний аналіз $ТС\ GrOP$ на даному рівні і закінчується.

На другому рівні, коли вже задані напрямки зв’язків, структурний аналіз $ТС\ GrOP$ зводиться до вивчення відносин між її елементами та виділення в ній типових структурних компонент. В цьому випадку кожній з ізольованих зв’язаних підсистем, які складають $ТС\ GrOP$ ставиться у відповідність орієнтований граф, напрямки дуг якого співпадають із напрямками послідовностей виконання операцій.

Структурний аналіз $ТС\ GrOP$ на цьому рівні зводиться до виділення на орієнтованих графах підмножин $СК\ \{SK_{js}\}$, які мають відповідне практичне значення для побудови ГВМ:

$$[TS_{Grp_j}] \xrightarrow{\mathfrak{R}_s} SK_{ji} \in \{SK_{js}\},$$

де $SK_{ji} - i$ – та типова структурна компонента, яка виділена на графі TS_{Grp_j} за відповідним принципом \mathfrak{R}_s ;

$\{CK_{js}\}$ – підмножина типових структурних компонент, які виділені на графі технологічної структури j -ї групової операції.

В першу чергу доцільно виділяти початкові $СК^I$ та кінцеві $СК^K$ структурні компоненти. Виділення таких компонент на графі TS_{Grp_j} здійснюється за умовою

$$OP_{ji} \rightarrow \{OP_j\}_k : OP_{ji} \equiv SK_{ji}^I, \text{ якщо } (\forall k) [\beta(i, k) = \emptyset],$$

коли i -та операція має безпосередній зв’язок з деякою множиною операцій $\{OP_j\}_k \in TS_{Grp_j}$ і всі ці зв’язки є вихідними зв’язками по відношенню до операції OP_{ji} ($\beta(i, k)$ - двомісний предикат, який описує вхідні зв’язки операції OP_{ji} від операції OP_{jk} [5], та за умовою

$$OP_{ji} \rightarrow \{OP_j\}_k : OP_{ji} \equiv SK_{ji}^K, \text{ якщо } (\forall k) [\gamma(i, k) = \emptyset],$$

коли всі безпосередні зв’язки i -ї операції є вхідними для неї ($\gamma(i, k)$ - двомісний предикат, який описує вихідні зв’язки OP_{ji} до операції OP_{jk}).

Наступний крок пов’язаний з виділенням зв’язків між елементами TS_{Grp_j} , які здійснюються не на пряму, а через інші елементи, тобто виділення типових сукупностей операцій $\{OP_{jp}\} \in E_m, p = 0, 1, 2, \dots, f_m$. Рішення цієї задачі витікає з розгляду предикату $\eta(i, k)$ [5], який характеризує відношення “передус – іде слідом”. Виділення таких компонент на графі TS_{Grp_j} здійснюється за відповідними умовами:

а) для структурної компоненти “Взаємозв’язок”

$$OP_{ji} \rightarrow OP_{jk} (\exists \{OP_{jp}\} \in E_m) : \{OP_{jp}\} \equiv SK_{ji}^B, \text{ якщо} \\ (\forall p) [\eta [n(p, m), n(p+1, m)] \wedge \eta [n(p+1, m), n(p, m)]] = 1 ;$$

б) для структурної компоненти “Замкнутий контур”

$$OP_{ji} \rightarrow OP_{jk} (\exists \{OP_{jp}\} \in E_m) : \{OP_{jp}\} \equiv SK_{ji}^{3K}, \text{ якщо} \\ (\forall p) [\eta [n(p, m), n(p+1, m)] \wedge \eta [n(f_m - 1, m), n(0, m)]] = 1 ;$$

в) для структурної компоненти “Ланцюг”

$$OP_{ji} \rightarrow OP_{jk} (\exists \{OP_{jp}\} \in E_m) : \{OP_{jp}\} \equiv SK_{ji}^L, \text{ якщо} \\ (\forall p) [\eta [n(p, m), n(p+1, m)] \wedge \eta [n(0, m), n(f_m, m)]] = 1 .$$

Таким чином, TS_{Gr_j} виявляється представленою у вигляді сукупності ряду типових структурних конфігурацій (структурних компонент) і ще, може бути, деякого числа окремих елементів, які потребують додаткового аналізу. До останньої категорії відносяться головним чином окремі операції, які не увійшли до будь-яких конфігурацій.

На третьому рівні опису зв'язків між елементами TS_{Gr_j} , коли вже враховуються взаємозв'язки між структурними компонентами, сутність структурного аналізу полягає в оцінці окремих елементів, які знаходяться у відносинах “передувє – їде слїдом” до видїлених на попередньому етапї структурних компонент, що складають дану TS_{Gr_j} .

Однак головною метою цього етапу є використання результатів всіх попереднїх етапів структурного аналізу ТС $GrOP$ для визначення організаційно-технологїчної структури (ОТС) ГВС. Так на попереднїх етапах аналізу ТС були видїленї ізолюванї частини, неїзолюванї типовї структурнї компоненти, що дає можливість представити ОТС ГВС як сукупнїсть типових структурних конфїгурацій та вирїшувати деякї якїснї задачї її загального аналізу, а також опису цїєї структури у виглядї, який буде зручним для усвідомлення її розробниками ГВС.

Висновки

Наведений метод структурного аналізу ТС $GrOP$ дозволяє:

- визначити, чи є задана ТС $GrOP$ зв'язаною;
- у випадку, коли ТС не є зв'язаною – визначити ізолюванї зв'язанї компоненти з перелїком елементів, що складають кожну з цих компонент;
- визначити початковї та кїнцевї структурнї компоненти ТС;
- визначити структурнї компоненти ТС, якї визначають спеціалїзацію майбутнїх ГВМ;
- дати характеристику елементам, якї знаходяться у відповідних відносинах до визначених структурних компонент, але не увїшли до їх складу.

Перелїчені вїдомостї представляють собою сутнїсть структурно-технологїчної схеми ГВС.

Література

1. Гибкие производственные комплексы / Под ред. П.Н. Белянина, В.А. Лещенко, М. Машиностроение, 1984. – 384 с.
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., Полишук М.Н. Методологія формування групових операцій при проектуванні ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автоматичного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2005. – Вип. 8(28). - С.142-146.
4. Ткач М.М. Моделювання технологічних структур ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автоматичного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2007. – Вип. 10(30). - С.142-151.
5. Ткач М.М. Визначення та формальний опис взаємозв'язків між елементами технологічних структур ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автоматичного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2007. – Вип. 11(31). - С.93-98.
6. Ткач М.М. Дослідження структурних компонент технологічних структур гнучких виробничих систем // Автомобільний транспорт. – Харьков: ХНАДУ. – Вип. 22. – 2008. – С. 82-85.

Получено 07.04.2008