

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАКОНІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ДРІБНОСЕРІЙНОЇ ЗБОРКИ СКЛАДНИХ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБІВ

1. Постановка проблеми

У сучасних умовах ефективним засобом інтенсифікації складального виробництва при підвищенні якісних показників продукції і зниженні її собівартості є механізація і автоматизація технологічних операцій. Особливе це положення актуально в умовах дрібносерійної зборки складних машинобудівних виробів, яка, як правило, завершує виробничий цикл, і від якості якої, значною мірою, залежать довговічність, надійність і функціональні характеристики продукції.

При цьому велику питому вагу в загальному об'ємі складальних операцій мають операції по зборці типових з'єднань, що характеризуються високим рівнем монотонності праці, повторюваності робочих рухів, а також що не вимагають високої кваліфікації працівника. Так, питома вага у виробі машинобудування з'єднань по циліндричних і конічних поверхнях досягає 40 %, різьбових з'єднань 20 ... 25 %, з'єднань по плоских поверхнях 10 ... 20 %.

Виконання таких операцій впродовж тривалого часу призводить до зниження уваги, підвищеної стомлюваності, фізичної втоми збирача, що є головними причинами помилок, що призводять до зниження якості продукції, що випускається.

Як відомо, загальна проблема виготовлення машин складається з технологічних завдань, що включають точність виготовлення деталей і якість складальних процесів. Якщо перше завдання вирішується на етапі оптимізації процесу механічної обробки деталей, то друга знаходить рішення на завершальній стадії виготовлення машин в умовах технології складального виробництва.

Продуктивність праці в дрібносерійному складальному виробництві складних машинобудівних виробів також опиняється залежною від суб'єктивних чинників, а її рівень має тенденцію до періодичної зміни.

Ефективне рішення цих завдань можливе на шляху впровадження автоматизованих систем проектування складальних процесів на основі методів імітаційного моделювання.

2. Основна частина

Ключовою в класифікації законів функціонування системи дрібносерійної зборки складних машинобудівних виробів є організаційна структура системи зборки. Під організаційною структурою (ОС ГВСЗ) гнучкої виробничої системи зборки виробів (G) будемо розуміти структуру виробничої технологічної системи, яка є матеріальною реалізацією технологічного процесу, що задана на декомпозиційній множини її елементів (P) і зв'язків (Q) між ними. Таким чином, можна задати структуру ОС ГВСЗ графом (1):

$$G = G(P, Q). \quad (1)$$

Враховуючи, що процес функціонування ГВСЗ розглядається в завданні оцінки продуктивності і ефективності ГВСЗ, поняття елементів і зв'язків ГВСЗ мають бути визначені з цих же позицій.

Під елементами ГВСЗ розумітимемо автоматичне і автоматизоване технологічне устаткування, яке реалізує основні технологічні операції, необхідні для якісної зборки. Під зв'язками графа організаційної структури ГВСЗ розумітимемо матеріальні потоки продукції з вказівкою напрямів їх переміщення між елементами ГВСЗ.

Аналіз функціональних структур реальних ГВСЗ дозволяє визначити характер руху елементів збираного виробу між ГВМ у виді: послідовних, паралельних, паралельно-послідовних потоків і потоків із зворотним зв'язком. Кожен з відмічених видів потоків характерний для відповідних видів з'єднань між ГВМ: перший – для послідовного з'єднання ГВМ (рис. 3, а); другий – для групи паралельно працюючих ГВМ (рис. 3, б); третій – для ГВМ і допоміжного устаткування, включених послідовно з ним (рис. 3, в); четвертий – для групи ГВМ, що виконують технологічні операції з наступним їх повторенням на наступних ГВМ (рис. 3, г).

Закони функціонування системи СДЗ СМВ. Час обробки виробів в ГВМ визначає технологічний операційний час (норму часу), необхідний для виконання робіт при проведенні технологічної операції. Час обробки залежить від ряду чинників: виду і номенклатури виконуваних технологічних переходів, як основних, так і допоміжних; числа одночасно збираних виробів і проведених операцій і у зв'язку з цим може бути класифіковано по ряду конструкторсько-технологічних ознак. Залежно від виду ГВМ, на якому виконується зборка виробу, час зборки може бути детермінованою або випадковою величиною.

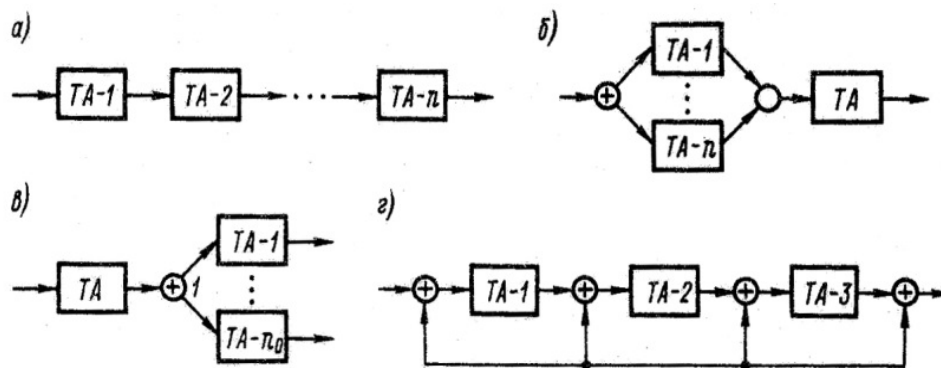


Рис. 1 – Види з'єднань між елементами виробничої системи:
 а – послідовне; б – паралельне; в – послідовно-паралельне;
 г – із зворотнім зв'язком

Математичне моделювання дозволяє розкрити функції проектування $G(P, Q)$ через функції опису станів, які в процесі проектування утворюють послідовність (P), і функції переходу від одного стану до іншого (Q). При цьому процес зборки характеризується зміною складу виробу, який підкоряється закономірностям взаємного положення деталей і їх поверхонь в тривимірному просторі. Порядок зборки визначається властивостями виробу: усі деталі обмежені в переміщеннях по усіх напрямках; одні деталі закривають доступ до інших; кожна деталь орієнтована відносно іншої.

Перша властивість визначає можливість зібрати конструкцію. Друга властивість визначає послідовність і підмножину деталей на кожному етапі. Третя властивість характеризує положення кожної деталі відносно іншої в конструкції певного службового призначення.

Таким чином, динамічна модель дозволяє визначити простір зміни стану і основні множини, ним що характеризуються, характер зміни, т. е. основний закон перетворення одного стану в інше. У загальному випадку, динамічна модель оцінює завдання проектування в головному, а саме: динамічна модель дозволяє визначити основну властивість, що характеризує процес проектування; крім того, через цю властивість виражається поняття зміни, через яку може бути виражена зміна будь-якого об'єкту проектування технології машинобудування.

Наявність загальної основної властивості дає можливість різнохарактерні елементи, що беруть участь в завданнях проектування, представити як єдине змінюване ціле.

Логічна модель процесу проектування зборки дає, зрештою, опис затверджень технології в математичній формі за допомогою логічних функцій, що виражають технологічні взаємодії через класи стосунків. Розглянемо властивості конструкції виробу, необхідні для вирішення завдань автоматизації конструювання і проектування процесів зборки. Усі деталі розташовані в певному порядку і обмежені в переміщеннях по усіх напрямках (2)

$$N = \{\pm x, \pm y, \pm z, \pm \varphi_x, \pm \varphi_y, \pm \varphi_z\}, \quad (2)$$

де N — множина напрямів; $\pm x, \pm y, \pm z$ — напрямки переміщення; $\pm \varphi_x, \pm \varphi_y, \pm \varphi_z$ — напрямки обертання.

Кожна деталь орієнтована відносно іншої в певному напрямі — $M(x)$. Кожна деталь обмежує доступ до інших, і кожна деталь є перешкодою для іншої — $Qt4(x)$

Конструкцію будь-якого виробу (вузла) утворюють деталі, які розташовані в певному порядку по відношенню один до одного. Виготовляється ця конструкція при виконанні послідовності, яка забезпечує отримання порядку деталей в ній. Це означає, що між деталями існує відношення дотримання (3)

$$X_1 \Leftarrow x_2 \text{ або } Qt_1(x_1, x_2), \quad (3)$$

в цьому випадку x_1 ; x_2 — будь-які деталі конструкції.

Обмеження в переміщеннях по усіх напрямках одних деталей іншими означає, що між предметами існує відношення обмеження переміщення (4)

$$X_1 \Leftrightarrow x_2 \text{ або } Qt_4(x_1, x_2), \quad (4)$$

де $\Leftrightarrow$ — знак відношення обмежень переміщення.

Положення кожної деталі в конструкції визначене базовими деталями. Це означає, що між деталями x і базовими деталями u існує відношення спільності виду (5)

$$x \overset{B}{\leftrightarrow} u \text{ або } Qt_5(x, u), \quad (5)$$

де x — будь-яка деталь; u — яка-небудь базова деталь; знак $\overset{B}{\leftrightarrow}$ означає, що деталь u є базовою для деталі x .

У конструкції орієнтація визначається і безпосереднім контактом деталей, і розмірними зв'язками. Ці стосунки є окремими випадками відношення спільності $Qt_2(x,y)$ або $Qt_2(x_1,x_2)$ і записуються відповідно (6, 7)

$$x_1 \leftrightarrow x_2 \text{ або } Qt_{2k}(x_1, x_2), \quad (6)$$

$$x_1 \leftrightarrow x_2 \text{ або } Qt_{2R}(x_1, x_2). \quad (7)$$

При цьому відношення спільності, виражене через зв'язки розміром, може розглядати як предмети («деталь») в конструкції (k), такі «поверхні» в деталях (R). При зборці велику роль грає поняття обмеження доступу, яке припускає наявність відношення обмежень доступу і записується як (8)

$$x_1 \Leftarrow x_2 \text{ або } Qt_6(x_1, x_2), \quad (8)$$

де $\Leftarrow$ знак відношення обмеження по доступу.

Вираження читається: деталь x_2 обмежує доступ деталі x_1 до місця установки. Розглянемо правила утворення конструкції. У складальному процесі встановлені деталі не повинні закривати доступ деталі до місця установки. Загальний вигляд формули, що виражає цю залежність, має вигляд (9)

$$\forall_N \exists_S x_1 \exists_S x_2 \exists_S x_3 \left\{ \begin{aligned} & [N(x_1) \wedge N(x_2) \wedge N(x_3)] \wedge [Qt_{CK}(x_1, x_2) \vee Qt_{CR}(x_1, x_2) \vee Qt_{CB}(x_3, x_2)] \Rightarrow \dots \\ & \dots \Rightarrow \exists u [Qt_5(x_1, u) \wedge (u = x_2)] \end{aligned} \right\}, \quad (9)$$

де S – множина деталей.

У складальному процесі базову деталь встановлюють раніше тієї, для якої вона є базовою. Цей вираз запишеться у виді (10)

$$\forall_N \exists_S x_1 \exists_S x_2 \left\{ [N(x_1) \wedge (x_2)] \wedge Qt_5(x_2, u) \wedge [x_1 = u] \Rightarrow (x_1 \Leftarrow x_2) \right\}. \quad (10)$$

Ці вирази є прикладами опису основних закономірностей складального процесу.

Побудовані твердження описують в математичній формі закономірності технології, які при класифікації відносин можна розділити на три групи: послідовності, причинності, спільності (визначення). Ці твердження є функціями опису стану проекту; частина тверджень описує початковий стан проекту, а інші — кінцеві, т. е. цільові установки проектування. Математичний же опис є загальною логічною основою найрізноманітніших завдань, що визначають процес формування проектних рішень і проекти в цілому. Для визначення закономірностей проектування необхідно визначити функції перетворення (переходу) одного стану в інше.

Висновки

У даній статті виконано теоретичне узагальнення і нове розв'язання науково-технічної задачі підвищення ефективності не потокового складального виробництва складних машинобудівних виробів шляхом прогнозування структур та параметрів систем організаційно-технологічної і технічної підготовки виробництва.

Список використаних джерел:

1. Аверченков В. И. Основы построения САПР : учеб. пособие / В. И. Аверченков, В. А. Камаев. – Волгоград : Изд-во ВПИ, 1984. – 120 с.
2. Бойцов В. В. Механизация и автоматизация в мелкосерийном и серийном производствах / В. В. Бойцов. – М. : Машиностроение, 1971. – 416 с.
3. Автоматизированное проектирование технологии механической обработки на ЭВМ / А. Г. Боровик, В. Г. Старостин [и др.]. – Владивосток: ДВГУ, 1978. – 21 с.
4. Корсаков В. С. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / В. С. Корсаков, Н. М. Капустин, К. Х. Темпельгоф. – М. : Машиностроение, 1985. – 304 с.

Скоркін А.О., Кондратюк О.Л. «Класифікація законів функціонування системи дрібносерійної зборки складних машинобудівних виробів».

В статті розглянуті питання класифікація законів функціонування системи дрібносерійної зборки складних машинобудівних виробів. Наведені логічна та динамічна моделі процесу проектування зборки.

Ключові слова: зборка, динамічна модель, логічна модель, деталь.

Скоркин А.О., Кондратюк О.Л. «Классификация законов функционирования системы мелкосерийной сборки сложных машиностроительных изделий».

В статье рассмотрены вопросы классификация законов функционирования системы мелкосерийной сборки сложных машиностроительных изделий. Приведенные логическая и динамическая модели процесса проектирования сборки.

Ключевые слова: сборка, динамическая модель, логическая модель, деталь.

Skorkin A. O., Kondratyuk O. L. “Classification of the laws of functioning of small-scale assembly of complex engineering products”.

The paper deals with the classification of the laws of functioning of small-scale assembly of complex engineering products. These logical and dynamic model of the process of designing an assembly.

Key words: assembly, the dynamic model, the logical model, detail.

Стаття надійшла до редакції 9 вересня 2013 р.