

УДК 621.9

Н.С.Григор'єва, В.В.Божидарнік

Луцький національний технічний університет

## КОНЦЕПЦІЯ МОДУЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ГНУЧКОГО СКЛАДАННЯ ВИРОБІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

*Розглянутий модульний підхід до організації сучасного автоматизованого гнучкого складального виробництва. Основою розробки є формування тріади модулів: планування компоновки виконання гнучких модульних складальних процесів, їх забезпечення всім необхідним для безперебійного автоматизованого складання та функціонування організації гнучкого складання.*

*Ключові слова: модульність, організація, складання,*

Відомо, що під організацією виробництва розуміється координація та оптимізація в часі й просторі всіх матеріальних і трудових елементів виробництва з метою досягнення у визначені терміни найбільшого результату з найменшими витратами. Щодо складання – це організація виконання технологічних складальних процесів. Перехід на ринкові відносини суттєво міняє підходи до організації складання, що створює умови для найкращого використання технологічних складальних засобів і робітників в процесі складання і тим самим підвищення його ефективності. На перший план в організації складання висувається нова концепція, котра дає змогу в любий момент перебудувувати виробництво на випуск інших видів виробів при зміні попиту на неї з найменшими витратами, а також це повинно бути модульне складання, що створює умови для випуску високоякісних і конкурентноспроможних виробів за системою *ЛТТ*. Це означає, що організація складання є багатоплановим завданням. На практиці багато завдань по організації виробництва вирішують технологи, тому важливо розрізняти функції технології та функції організації виробництва.

Модульна технологія визначає способи і варіанти складання виробів. тому функцією технології є визначення потрібного процесу складання та потрібного обладнання з оснащенням, інших параметрів технологічного процесу [1]. Функція організації складання – це визначення конкретних значень параметрів технологічного процесу на основі аналізу можливих варіантів і вибору найбільш ефективного у відповідності з метою і умовами складання, тобто як краще задіяти об'єкт і засоби праці, щоб його перетворити в продукт необхідними властивостями з найменшими витратами робочої сили і засобів виробництва. Особливість організації складання – це взаємозв'язок його елементів і вибір таких способів і умов їх використання, які в найбільшій мірі відповідають меті виробництва. Завданням організації складання є поглиблення спеціалізації, вдосконалення форм організації, гнучка переорієнтація складання на інші види виробів, забезпечення безперервності та ритмічності технологічного процесу, вдосконалення організації праці й виробництва в просторі та часі та інше. Наприклад, до завдань організації складання відноситься скорочення тривалості циклу, безперебійне забезпечення деталями, напівфабрикатами і матеріалами. Серед причин, які пояснюють неповне завантаження складального обладнання та часткове його використання на протязі всього часу необхідно виділити невідповідальність структури асортименту виробів і диспропорцію у виробничій потужності складальних цехів підприємства. Тому завданнями організації складання є також вдосконалення асортименту, визначення оптимальної спеціалізації підприємств, виробничих потужностей, реконструкція та технічне переозброєння виробництва. Об'єктом організації є складальне підприємство, яке розглядається як виробнича система, а предмет – це вивчення методів і засобів найбільш раціональної організації складання різновидів виробів. Тому організація складання є особливим видом діяльності по створенню та вдосконаленню виробничої складальної системи [2].

Концепція модульної організації гнучкого складання виробів полягає в забезпеченні швидкого реагування на зміну попиту в виробках на ринку, їх модернізації чи випуску нових, зменшенні виробничого циклу, технологічної підготовки та витрат, повному використанні можливостей технологічних засобів при підвищенні ефективності модульного складального виробництва. Ключовими елементами реалізації цієї концепції є: процеси модульного складання різновидів виробів, організація гнучких технологічних потоків, мінімалізація та простота переналагоджень, зменшення кількості технологічного обладнання та оснащення, повна відповідність технологічних модулів конструкційним з забезпеченням високої якості та конкурентноспроможності складених різновидів

виробів. Реалізація концепції вимагає нових принципів і підходів щодо розробки технологічних модульних процесів і реалізуючого обладнання з оснащенням в зв'язку з особливостями, пов'язаними з їх одночасною автоматизацією, гнучкістю та модульністю.

Згідно модульному принципу множина організаційних заходів виконання технологічних процесів модульного складання замінюється обмеженою кількістю модулів організації. Реалізація принципу базується на формуванні елементарних типових модулів організації складання обмеженої номенклатури, які охоплюють весь комплекс організаційних заходів. При цьому обов'язковим є використання методів типізації та уніфікації, принципів такого заміщення та оцінка ефективності модульного представлення пробним функціонуванням одержаних планувальних засобів.

Структура модулів організації слідує з тріади функцій: планування та розташування складальних засобів модульного складання 1, забезпечення всього необхідного для безперервної роботи компоновки 2 і саме пробне функціонування вибраної організації за складальним модульним процесом 3 (рис. 1). Розглядаються конкурентоспроможні варіанти структур модульної організації гнучкого складання виробів, з яких вибираються раціональні. Реалізація кожної функції організації проводиться за своєю методикою, в результаті чого визначаються досягнуті показники модулів організації, за якими вибирається найкращий модуль організації вручну, чи при формалізації всіх даних автоматично.

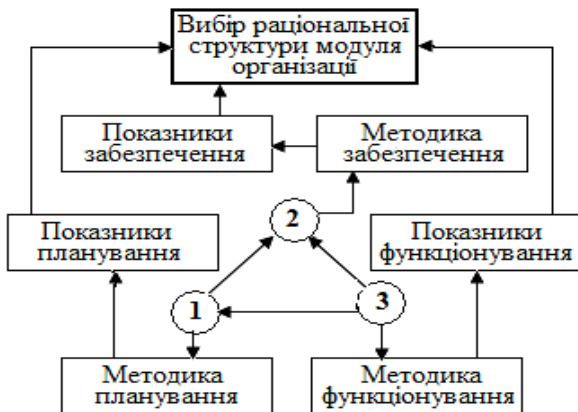


Рис. 1. Тріада структури модулів організації гнучкого складання

За таким підходом виконана класифікація модулів організації (рис. 2), котра охоплює можливі різновиди елементарних модулів, потрібних для організації гнучкого модульного складання [3]. Кожний з вказаних елементарних модулів організації модульного складання містить типовий набір дій. Наприклад, для модулів планування розташування складальних засобів модулем 1 за типовою компоновкою встановлюється типове планування розташування основного та допоміжного складального обладнання, оснащення, устаткування, модулем 3 – планування робочих місць чи позицій і т.д. Модуль 3 передбачає вибір типової компоновки стола, встановлення потрібної, на якому при необхідності розташовані: складальний пристрій, магазин складальних інструментів, настільний прес, свердлильний верстак, ємності для зберігання складаних деталей, комплектуючих і виробів, поворотний стіл, транспортні засоби, місце для технічної документації, тощо. Таке місце у порівнянні з робочою позицією має ряд переваг, таких, наприклад, як кращі умови для самореалізації, психологічні (напруження, монотонність) та ергономічні переваги.

Елементарний організаційний модуль є добре відпрацьованою зоптимізованою одиницею багаторазового користування з характерними рисами автономності, стикувальності, зв'язаності, гнучкості та надмірності. Організаційні модулі формуються на підставі вимог технічної підготовки складального виробництва, є тісно пов'язаними з технологічними складальними модулями, які реалізують їх в просторі та часі, і записуються рядковою матрицею

$$MO_j = |D_1 \quad D_2 \quad \dots \quad D_a| \quad (1)$$

де  $D_i$  – комплексні модулі організації складання;  $a$  – їх кількість (в розглянутому випадку  $a = 3$ ). У загальному організація гнучкого модульного складального виробництва представляється комплексним модулем

$$MOC = \sum_{j=1}^a MO_j \Rightarrow \langle D_1, D_2, \dots, D_a \rangle \quad (2)$$

При такому підході кожний модуль організації складання пов'язаний з попереднім і наступним за критеріями спільності установочних баз і часових чинників (програма випуску, номенклатура складаних деталей, вузлів, їх працемісткість, такт і т.п.). Кожний елементарний модуль може бути відтвореним

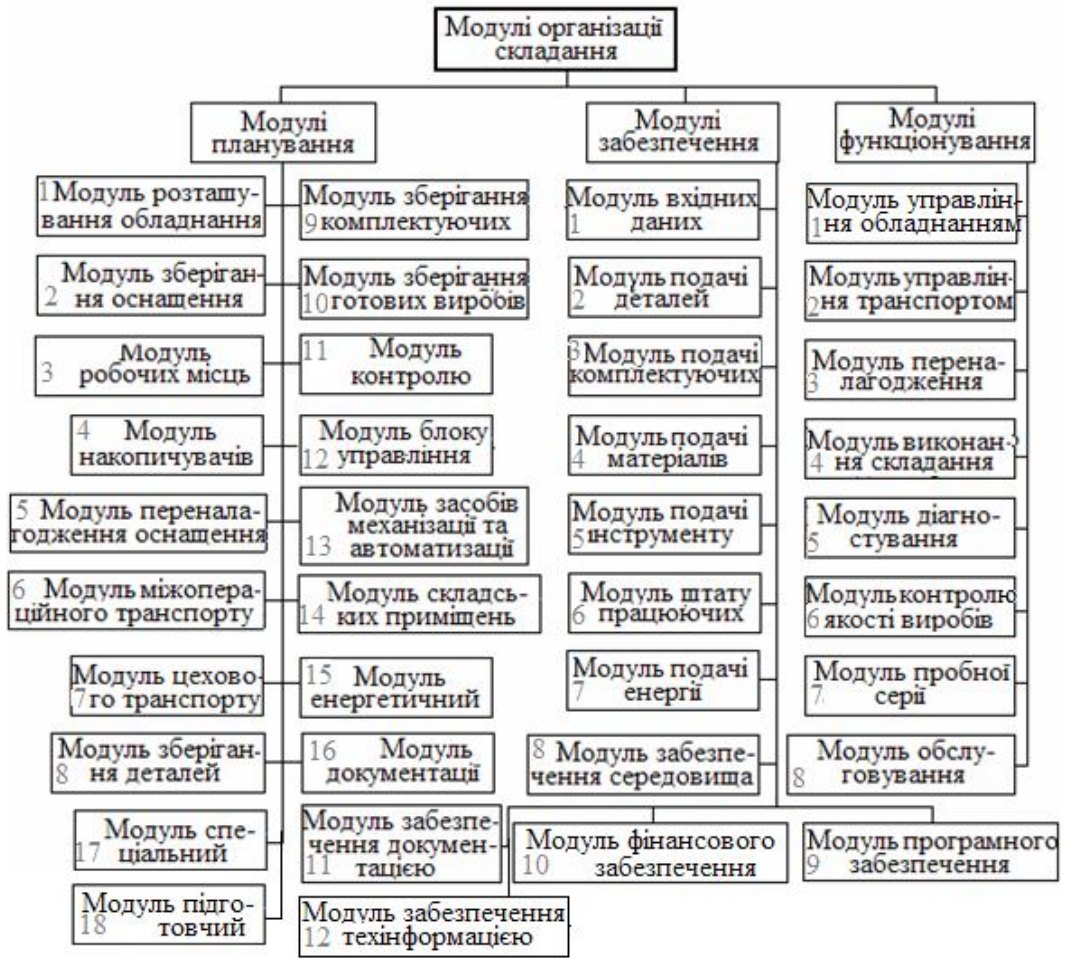


Рис. 2. Класифікація модулів організації автоматизованого гнучкого складання

вершиною орграфа, в якому дуги відповідатимуть їхнім зв'язкам. Таких орграфів за тріадою функцій є три і тому типовий орграф (рис. 3) модулів організації гнучкого модульного складання описується матрицею

$$D_j = \begin{vmatrix} t_{01} & t_{12} & t_{13} & t_{14} & \dots & t_{1x1} & t_{1x} \\ & t_{23} & t_{24} & \dots & t_{2x1} & t_{2x} \\ & & t_{34} & \dots & t_{3x1} & t_{3x} \\ & & & \dots & \dots & \dots \\ & & & & t_{xx1} & \dots \end{vmatrix}, \quad (3)$$

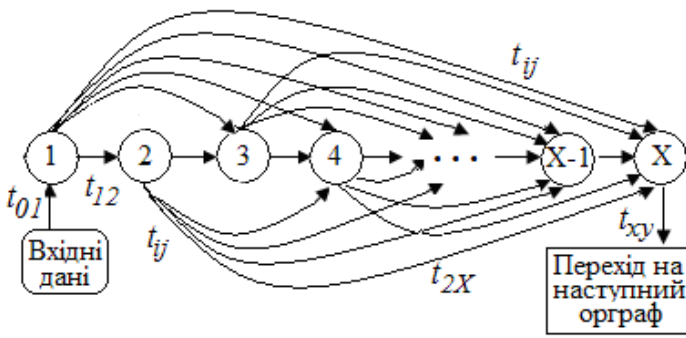


Рис. 3. Типовий оргграф модулів організації складання

де  $t_{ij}$  – тривалість виконання організаційних робіт за модулями складання;  $x$  – кількість модулів планування, забезпечення та функціонування ( $x = n, m, k$ ).

Основним є правильне встановлення працездатності складальних операцій з врахуванням часу переналагодження обладнання та оснащення. Для того послідовність складання як виробів, так і деталей цих виробів підбирається так, щоб сумарна тривалість таких виділень деталей чи виробів була рівна чи кратна такту, тобто відповідала можливості організації пото-

кового виробництва

$$t_{вид} = \sum_{i=1}^k t_i + \sum_{j=1}^k t_j \Rightarrow \text{рівна чи кратна такту складання} \quad (4)$$

де  $t_i$  – час модульного складання;  $t_j$  тривалість переналагоджувань;  $k$  - кількість складань (переналагоджувань) в виділенні виробів.

Порядок встановлення організації гнучкого модульного складання видно з наведеного типового оргграфа. На підставі вхідних даних, якими є номенклатура виробів, програма випуску, гнучкі технологічні модульні складальні процеси, переналагоджуване обладнання з оснащенням, виділена виробнича площа, типові компоновки складання та інші складальні засоби, встановлюється раціональна форма організації складального процесу з врахуванням технологічних потоків, рухомості об'єкту, автоматизованості, працездатності, позиційності, потоковості, конвейерності, роботизованості, технологічних потоків.

Кожний з вказаних елементарних модулів організації модульного складання відповідає модулям планування розташування складальних засобів, або забезпечення їх компоновки, чи перевірки її функціонування. В першому випадку, наприклад, модуль 1 відповідає першому модулю планування розташування складальних засобів, в другому – такому ж модулю вхідних даних і в третьому – модулю управління обладнанням (рис. 2).

Класифікація модулів організації автоматизованого гнучкого модульного складання може бути представлена графом, на якому відображаються зв'язки між окремими елементарними модулями, що в загальному можуть бути описані матрицею суміжності та подібною матрицею інцидентності. Такий граф твориться трьома графами, вершини яких відображають елементарні модулі

планування розташування необхідного обладнання, оснащення, устаткування, об'єктів складання, тощо, забезпечення цієї компоновки і її функціонуванням. Граф має вхід-вихід і проміжні результати тріади модулів організації, а також напрямки впливу. При цьому кожний елементарний модуль є пов'язаним з іншими, але на графі вказуються лише найбільш вагомі впливи. Такі впливи можуть бути рангованими і різними по вазі.

Вибір модулів організації гнучкого модульного складання (рис.4) починається з встановлення елементарних модулів планування розташування складальних засобів згідно аналізу вхідних даних і технологічних модульних процесів гнучкого складання різновидів виробів, технологічного процесу модульного складання представника групи деталей. Модуль розташування основного та допоміжного обладнання, устаткування передбачає вибір раціональної компоновки з типових за модулем вхідних даних забезпечення. Для цієї компоновки встановлюються робочі позиції чи робочі місця для зада



Рис.4. Блок-схема встановлення модулів організації гнучкого складання

них потоків гнучкого складання в залежності від програми випуску виробів. При цьому передбачається встановлення лише послідовності зістикованих модулів організації складання, всередині яких повинен реалізуватися творчий логістичний підхід. Після корегування модулів організації складання за результатами функціонування компоновки виконується визначення ефективності модульного складання. Якщо результати задовольняють, то інформація видається на друк, в протилежному випадку переходиться на іншу організацію модульного складання.

*Висновок.* Вперше розпрацьована модульна організація модульного автоматизованого гнучкого складального виробництва, котра передбачає використання типових елементарних модулів, які творять тріаду модулів планування, забезпечення та перевірки функціонування вибраної організації.

1. Григор'єва Н.С. Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматичного складання виробів: Монографія. - Луцьк: Надстир'я, 2008. – 520 с. ISBN 978-966-517-618-3.
2. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2001. 368 с. ISBN 5-217-03061-5.
3. Божидарнік В.В., Григор'єва Н.С., Шабайкович В.А. Автоматичне складання виробів: Навчальний посібник. - Луцьк: Надстир'я, 2005. – 388 с. ISBN 966-517-516-5.