

## МОДУЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАННЯ РЕДУКТОРА

Філіппова М.В., Соколенко М.В., Гавриш М.О.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

Перехід промисловості до конструювання, виробництва і технічного сервісного обслуговування продукції, який складається з модулів – стандартизованих технологічних блоків, почався досить давно. Із застосуванням модульної технології в складанні відкриваються нові можливості підвищення продуктивності, якості складання виробів, економічний ефект. Модульний принцип широко й успішно застосовується в будівельній індустрії, де будинки будуються зі стандартних елементів, а також у приладобудуванні, машинобудуванні й інших галузях промисловості. Однак застосування модульного принципу в приладобудуванні відрізняється фрагментарністю у вигляді окремих не зв'язаних один з одним розв'язків, іншими словами відсутністю системного підходу. Було запропоновано використовувати модульні технології в приладобудуванні, а саме при складанні редуктора, оскільки деталь, як найменша одиниця приладу, виконує своє службове призначення, в основному, комбінаціями поверхонь і тільки в ряді випадків окремими поверхнями. Тому деталь можна представити як сукупність комбінацій поверхонь (рідше, окремих поверхонь) відповідного службового призначення.

**Ключові слова:** модульні технології, процес складання, поверхня, приладобудування, модуль.

**Постановка проблеми.** Застосування модульних технологій найбільш ефективно при підготовці багатоменклатурного виробництва. Такий підхід дозволяє інтенсивно розвивати окремі засоби й процеси при виробництві складних приладів. Особливу актуальність цей напрямок здобуває при відсутності централізованого фінансування й небажанні бізнесу, що народжується, вкладати кошти в довгострокові проекти. Застосування модульного принципу при складанні приладів суттєво розширює асортименти продукції, що випускається, з мінімальними витратами на реорганізацію виробництва.

Основним економічним недоліком автоматизованих систем складання слід назвати довгий строк окупності, що можна вирішити за допомогою використання модульних технологій. В умовах досить нестабільної ринкової ситуації дозволити собі таку довгострокову стратегію можуть лише підприємства, твердо впевнені у своїй конкурентоспроможності в очах споживача.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Модульний технологічний процес, який запропонував Базров Б.М. [1], заснований на розвитку ідей типізації та поєднує переваги одиничного, типового й групового процесів й додатково надає гнучкість.

При модульній технології в якості об'єкта класифікації використовується модуль поверхонь (МП), що представляє собою комбінацію поверхонь, об'єднаних виконанням однієї й той самої службової функції деталі.

В основу класифікації МП покладені ознаки, що відбивають зв'язки між службовим призначенням деталі та її конструктивними формами. Це дозволяє виключити залежність між МП й приналежністю деталі до конкретного виробу або галузевою приналежністю. У підсумку запропонована класифікація здобуває узагальнений характер, а МП у силу своєї конструктивної сталості й незалежності від приналежності деталі розглядаються як елементи, з яких можна побудувати будь-яку деталь. Головна перевага запропонованої класифікації – однозначність представлення деталі набором МП і відсутність у класифікації технологічних ознак.

У роботі Григор'євої [2] викладені результати досліджень нового напрямку в технології машинобудування – модульного автоматизованого гнучкого складального виробництва при підвищенні ефективності шляхом розробки методів проектування модульної складальної технології й переналагоджуваного устаткування з оснащенням, організації виробничого процесу. Розкритий метод одночасного формування конструкторських і технологічних модулів, що становлять модульні конструкції й технології.

У роботі Жукова та інших [3] розглянуто проектування сучасних технологічних процесів механічної обробки: типізація; груповий метод обробки; модульна технологія; послідовність і правила проектування технологічних процесів. Типові технологічні процеси для типових деталей: валів, втулок, корпусних деталей, зубчастих коліс і важелів. Особливості проектування технологічних процесів для верстатів зі ЧПУ, автоматизованих ділянок і автоматичних ліній. Автоматизація технологічної підготовки виробництва.

Але використання модульних технологій при складанні приладів мало висвітлено і потребує вдосконалення та розширення існуючих методик.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Пропонований модульний принцип побудови технологічних процесів виготовлення виробів, заснований на представленні виробу як структурованого безлічі модулів поверхонь і модулів з'єднання, відкриває нові перспективи в розв'язку проблеми вдосконалювання складального виробництва. Він дозволяє розробити єдиний підхід у створенні складальних процесів, засобів їх здійснення широкому впровадженні типізації, уніфікації й стандартизації.

В основі технологічного процесу складання будь-якого виробу лежить, насамперед, процес з'єднання його деталей, складальних одиниць. Цей процес є невід'ємною частиною складального процесу й становить його основу. Саме ця частина складального процесу в першу чергу визначає ефективність усього технологічного процесу й висуває вимоги до засобів механізації й автоматизації.

З'єднання деталей, складальних одиниць відбувається за допомогою сполучення їх баз, у якості яких виступають модулі, по яких базуються поверхні виробу, поверхні (МПБ).

Модуль робочих поверхонь (МРП) це сполучення двох МПБ – прямого й відповідного йому, коли виріб не працює, тобто рухливе з'єднання перетворюється в нерухливе. У цьому випадку при наявності відносного руху МПБ деталей, що утворювали з'єднання (МЗ), переходять у категорію МРП.

Зазначимо що: отримана траєкторія руху одного модуля відносно іншого забезпечується відповідними поверхнями в деталі, що виконують роль баз, які позбавляють деталі відповідних ступенів свободи.

**Мета статті.** Головною метою цієї роботи є вирішення питань пов'язаних з використанням модульних технологій при складанні приладів, на прикладі редуктора.

**Виклад основного матеріалу.** Базові конструкції виконавчих агрегатів з невеликими до-

повненнями перетворюються в модульні. Технологічні функції розроблених засобів модульної будови відповідають модульній технології, яка буде присутня в описі технологічного процесу шоразу, коли розглянутий засіб буде перебувати в складі технологічної машини.

Сутність модульних технологій полягає в створенні об'єктів і процесів зі спеціалізованих взаємозамінних блоків (модулів), комбінація яких визначається конкретними завданнями й умовами виробництва. Модульна технологія заснована на виставі деталі сукупністю геометричних модулів, під якими розуміють комбінації поверхонь, призначених для спільного виконання службової функції.

Модульна технологія дозволяє звести до мінімуму різноманітність технологічних процесів (ТП) і засобів, виключити дублювання робіт в області технологічної підготовки виробництва, впровадити потокову організацію виготовлення деталей у дрібносерійному й одиничному виробництвах. Виробництво, побудоване на модульно-

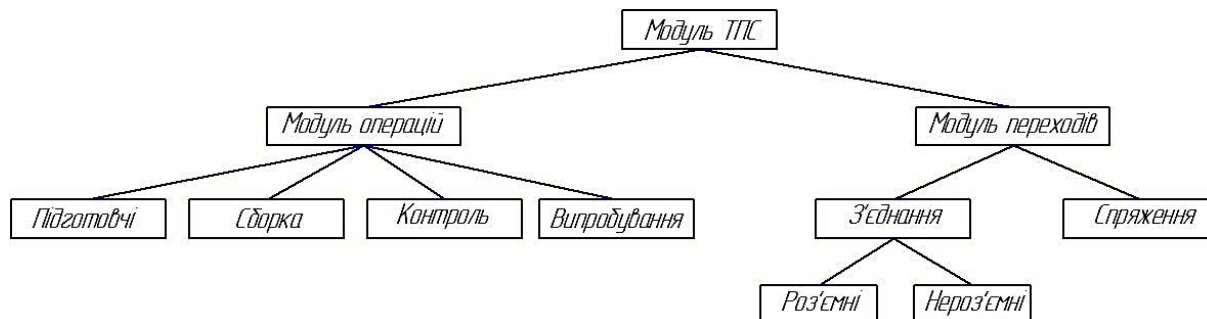


Рис. 1. Схема модулів приладу

Джерело: розроблено авторами за даними [1]

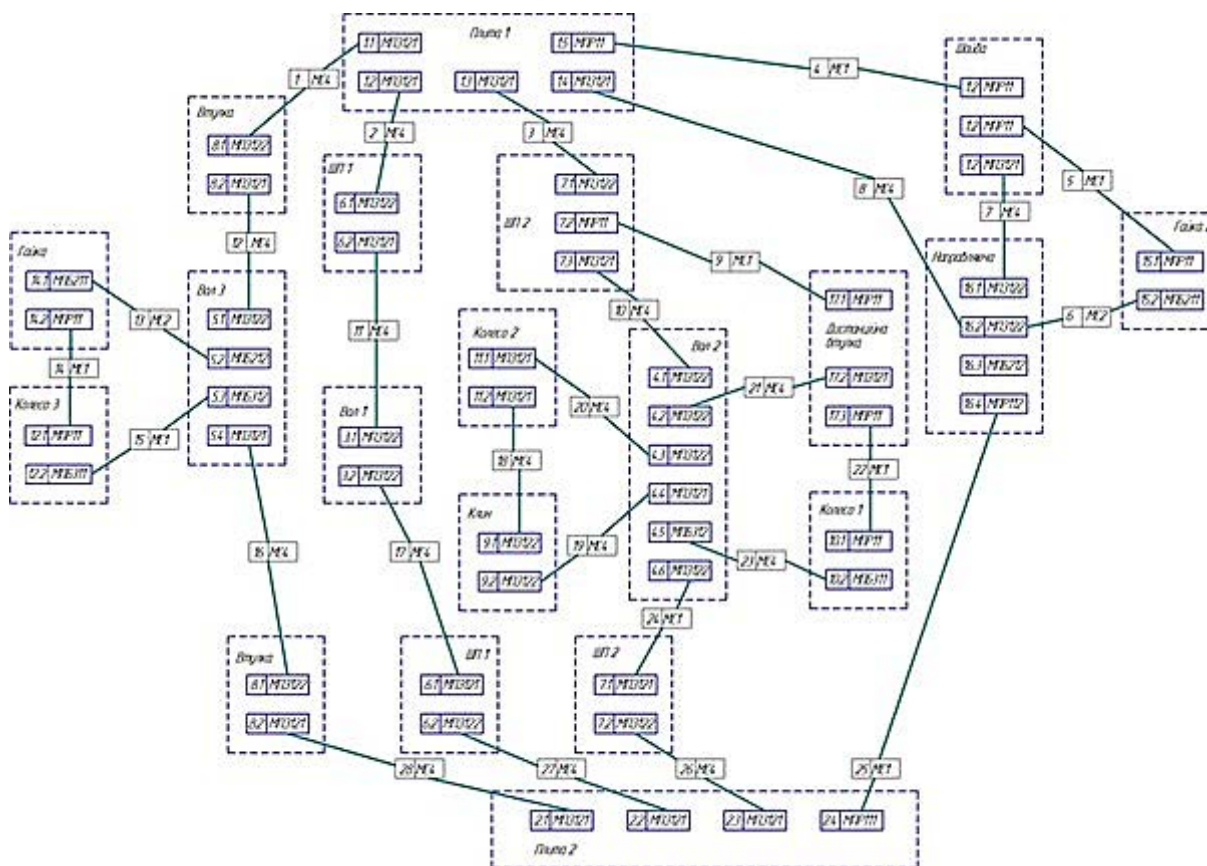


Рис. 2. Граф аналізуемого виробу

Джерело: розроблено авторами

му принципі, стає гнучким, мобільним, здатним у найкоротший термін з мінімальними витратами переходити на випуск нових виробів.

На рисунку 1 представлена класифікація існуючих модулів ТПС (технологічного процесу складання). Модуль ТПС ділиться на модулі операцій та переходів. Відповідно, модуль операцій включає в себе перелік назв операцій, що потребує прилад; модуль переходів складається з переліку переходів, що розкривають суть операцій.

Правила формування МПБ засновані на класифікації МП [1], а саме на однозначності складу поверхонь їх утворюючих. Розглянемо дію алгоритму на конкретному прикладі (аналізований виріб – циліндричний редуктор).

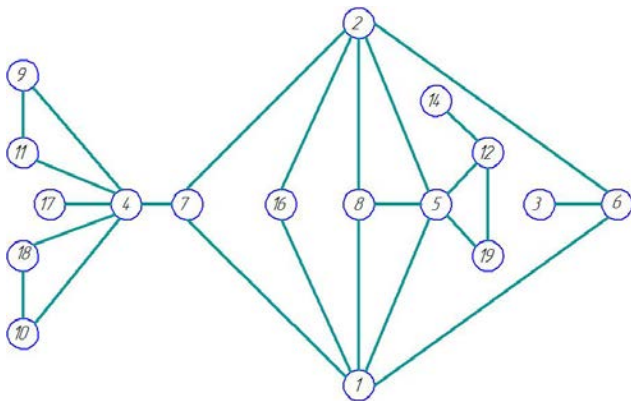


Рис. 3. Граф МП аналізованого виробу

Джерело: розроблено авторами

У такий спосіб у процесі аналізу деталі 1 – Плита 1, було виявлено 5 МПБ і утворюючі їхні поверхні. Аналогічно проводиться аналіз інших деталей, входних у виріб. У процесі виявлення МПБ деталей паралельно вносяться зміни в граф виробу (рис. 2).

Отже, даний аналізований виріб – редуктор циліндричний, можна представити, як сукупність відповідних МП. Граф МП редуктора показаний на рис. 3.

З графа випливає, що комплектом основних баз редуктора є модулі 1 та 2, відносно яких задані модулі 5, 6, 7, 8 та 16. В свою чергу модулі 5, 6 та 7 являються базами для інших модулів: 5 для 19 та 12, який є базою для 14, 6 для 3, а 7 для 4. В свою чергу модуль 4 це база для модулів 9, 10, 11, 17, 18. Пари модулів 8 – 5, 11 – 9, 18 – 10, 19– 12 також з'єднані дугами, оскільки перші модулі в парах є базами для других.

**Висновки і пропозиції.** Провідні наукові дослідницькі роботи з удосконалювання приладобудівного виробництва відрізняються розрізненістю, відсутністю загальної ідеї, фрагментарністю й відмінністю підходів, методів і засобів у їхньому розв'язку.

Усе це приводить до дублювання робіт, розпиленню сил, відсутності концентрації зусиль на головних напрямках, у ряді випадків несумісності розробок.

У підсумку розвиток приладобудівного комплексу як єдиного цілого здійснюється багато в чому стихійно, нераціонально, нерівномірно, коли одні проблеми вирішуються досить повно, інші частково, а деякі практично не вирішуються; з іншого боку, численні розробки не піддаються обліку, що робить машинобудування неозорим, а процес його розвитку – некерованим.

З викладеного випливає, що сьогодні головне завдання полягає не скільки в пошуку нових технологічних і технічних розв'язків для забезпечення складального процесу, скільки в нестандартному підході при розв'язку даних завдань.

Розв'язати цю проблему можна тільки за допомогою нової ідеї, що може забезпечити в собі всі складові для розв'язку даної проблеми. Такою ідеєю є застосування модульної технології при складанні, тому що дана технологія забезпечує підвищення продуктивності, економічний ефект а також якісний перегонів складального процесу деталей машин.

Основною проблематикою, що ускладнює процес автоматизації складального виробництва це складність проектування та дороговизна машин-автоматів для майбутньої складальної лінії.

## Список літератури:

1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.
2. Григорьева Н.С. Модульная сборка в машиностроении. М.: Машиностроение, 2014 – 356 с.
3. Жуков Э.Л. и др. Технология машиностроения. Часть 2. Проектирование технологических процессов В 3-х ч. Учеб. пособие / Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 498 с.: ил.

**Филиппова М.В., Соколенко Н.В., Гавриш М.А.**

Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»

## МОДУЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ РЕДУКТОРА

### Аннотация

Переход промышленности к конструированию, производству и техническому сервисному обслуживанию продукции, которое состоит из модулей – стандартизированных технологических блоков, начался достаточно давно. С применением модульной технологии в сборке приоткрываются новые возможности повышения производительности, качества составления изделий, экономический эффект. Модульный принцип широко и успешно применяется в строительной индустрии, где дома строятся со стандартных элементов, а также в приборостроении, машиностроении и других областях промышленности. Однако применение модульного принципа в приборостроении отличается фрагментарностью в виде отдельных не связанных друг с другом решений, другими словами отсутствием системного подхода. Было предложено использовать модульные технологии в приборостроении, а именно при сборке редуктора, поскольку деталь, как наименьшая единица прибора, выполняет свое служебное назначение, в основном, комбинациями поверхностей и только в ряде случаев отдельными поверхностями. Поэтому деталь можно представить как совокупность комбинаций поверхностей (реже, отдельных поверхностей) соответствующего служебного назначения.

**Ключевые слова:** модульные технологии, сборочные процессы, поверхность, приборостроение, модуль.

**Filippova M.V., Sokolenko M.V., Havrysh M.O.**

National Technical University of Ukraine  
«Kyiv Polytechnic Institute»

## THE MODULAR GEAR ASSEMBLY TECHNOLOGY

### Summary

Switch to industry design, production and technical ser-axle maintenance products, assembled from modules – standardized technological units began long ago. With the use of modular technology in drawing up new opportunities improve performance, build quality products, economic impact. The modular principle is widely and successfully used in the construction industry, where houses are built of standard elements and in instrumentation, mechanical engineering and other industries. However, the use of modular principle instrument in different fragmented as separate unconnected with each other solutions, in other words the lack of a systematic approach. It was suggested to use Modular technology in instrument, namely the preparation of gear, as part as the smallest unit of the device, performs his official appointment, mostly combinations of surfaces and only in some cases individual surfaces. So part can be represented as a set of combinations of surface (at least, some surfaces) of the official appointment.

**Keywords:** modular technology, assembly process, surface, instrumentation, module.