

Струтинський В. Б.

Веселовська Н. Р.

НТУ України
"Київський
політехнічний
інститут"

УДК 658.512 : 621.744

ОКРЕМІ АСПЕКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ МЕХАНООБРОБКИ

Рассмотрены общие аспекты автоматизации гибких производственных систем механообработки.

The general aspects of automation of the flexible production systems of tooling are considered.

У машинобудуванні до 70-80% об'єму продукції, що випускається, виробляється в умовах багатонаменклатурного дрібносерійного і серійного виробництва, яке характеризується великим числом і різноманітністю типів технологічного і допоміжного обладнання, що входить до їхнього складу, розгалуженою і багатозв'язковою структурою систем локальної (в рамках модулів/ділянок) і глобальної (в рамках систем-цехів/заводов) систем управління, значним об'ємом і широкою номенклатурою продукції.

Рівень автоматизації виробничих процесів визначається рядом чинників: станом розвитку техніки, технології і засобів виробництва; кваліфікацією трудових ресурсів; рівнем культури виробництва з врахуванням звільнення працюючих від монотонного і важкої праці; ступенем дотримання вимог техніки безпеки і промислової санітарії; ефективністю використання обладнання; інтервалом тривалості підготовки виробництва при переході на виготовлення нових видів продукції і ряду інших.

Впровадження механізації і автоматизації виробництва в першу чергу у великосерійне і масове виробництво пояснюється в основному тим, що витрати на створення спеціального технологічного обладнання відносно швидко виправдовуються при виготовленні великих об'ємів продукції. Задачі механізації і автоматизації стосовно дрібносерійного багатонаменклатурного виробництва значно

ускладнюються у зв'язку з необхідністю забезпечення швидкого перенастроювання для переходу на виготовлення нового виду продукції. Важливим чинниками є дефіцит робочих окремих спеціальностей і демографічні чинники.

Враховуючи, що промислове виробництво має все більшу тенденцію до надбання характеру одиничного і дрібносерійного, основним напрямом автоматизації виробничих процесів є впровадження гнучких виробничих систем.

Згідно ГОСТ 26228-85 гнучкі верстатні системи (ГВС) – це сукупність в різних поєднаннях обладнання з ЧПУ, роботизованих технологічних комплексів (РТК), гнучких виробничих модулів (ГВМ), окремих одиниць технологічного обладнання та систем забезпечення їх функціонування в автоматичному режимі на протязі визначеного інтервалу часу, що має можливість автоматизованого переналагодження при виробництві виробів будь-якої номенклатури у визначених межах їх характеристик. Виробничий комплекс ГВС являє собою сукупність гнучких виробничих модулів та модулів забезпечення функціонування технологічного обладнання: міжопераційного транспортування та складування, інструментального забезпечення, автоматичного контролю та видалення відходів, що представлено на рис.1.1.

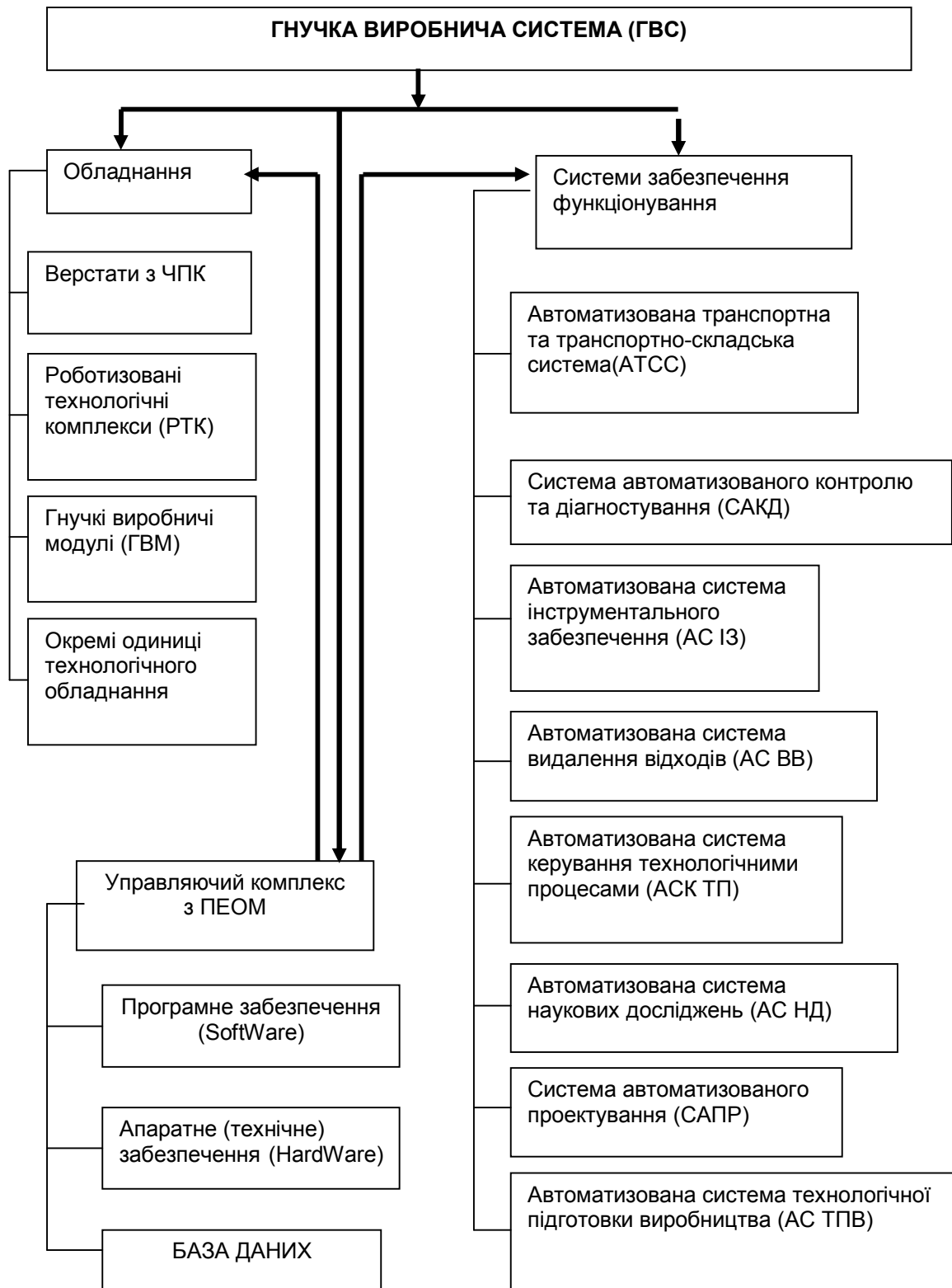
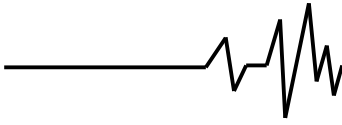


Рис. 1.1. Модульна структура гнучкої виробничої системи механообробки



На основі застосування принципів групової технології, використання перепрограмування технологічного обладнання і програмного управління дозволяють певною мірою суперечності, що виникають між одиничним характером виробів і необхідністю масового застосування однотипних операцій для забезпечення мінімальних економічних витрат на випуск продукції. Досвід впровадження гнучкого автоматизованого виробництва показує, що воно забезпечує високу мобільність, практично рівну мобільності одиничного виробництва, високу продуктивність і низьку собівартість продукції, що випускається у порівнянні з тими ж показниками масового виробництва. Це стирає практично межі між вказаними виробництвами. На рисунку 1.2 авторами наведено загальну структурну схему ГВБ у машинобудуванні.

Гнучкі верстатні системи - є якісно новим рівнем технічного оснащення і організації виробничих процесів, які визначаються використанням не тільки високоавтоматизованого основного технологічного обладнання (ТО), але і таких складових, як автоматизовані транспортно-накопичувальні підсистеми, контрольно-вимірювальна і діагностична апаратура, засобів обчислювальної техніки, що безпосередньо бере участь у виробничому процесі і забезпечує автоматизацію функцій технологічного, організаційно-технічного і організаційно-економічного управління процесами виготовлення продукції.

У основі ГВС лежить використання ТО з ЧПУ, гнучких виробничих модулів (ГВМ), промислових роботів (ПР) і інших механізмів, що розробляються і функціонують як відносно автономні виробничі одиниці - ГВМ, координуваних як єдине ціле багаторівневою системою управління (СУ), забезпечуючої зміну програми функціонування підсистем ГВС і тим самим - швидко перебудову технології виготовлення при зміні об'єктів виробництва. Кожен ГВМ має автономне програмне управління. У свою чергу, лінії, ділянки і цехи ГВС, які комплектуються з ГВМ, також мають відповідне програмне управління.

Це дозволяє перенастроювати їх шляхом централізованої автоматичної зміни управляючих програм (УП). На відміну від традиційних автоматизованих ліній, що мають вузьку орієнтацію на виготовлення певного виду виробів і розрахованих на їх серійне виробництво, ГВС різних рівнів ієрархії (лінія,

ділянка, цех), комплектовані з ГВМ і керовані єдиним розподіленим обчислювальним комплексом, дозволяє утворювати складні багатоетапні ієрархічні, впорядковані в часі і просторі виробничі системи, що забезпечують випуск серійної, дрібносерійної і одиничної продукції дискретними партіями, номенклатура і об'єм яких можуть мінятися в часі.

Таким чином змінюється суть організації промислового виробництва.

По-перше, виробництво стає швидко перенастроюваним практично при рівних витратах часу і засобів на випуск серійних, дрібносерійних і одиничних виробів.

По-друге, виробничий процес протікає в умовах практично безлюдної технології. Він може бути безперервним протягом доби, що різко підвищує корисне завантаження технологічного обладнання.

По-третє, робітник звільняється від одноманітної праці на виробництві, його праця стає більш творчою.

По-четверте, складна програма управління, розроблена для випуску нового виробу, практично без додаткових витрат ресурсів тиражується і впроваджується на аналогічні ГВМ, що істотно спрощує процес підготовки виробництва.

Таким чином, з'явилася можливість створити автоматичні виробничі системи, що володіють рядом нових якостей, що визначаються терміном "гнучкість" (рис.1.3). У поняття "гнучкість" виробничої системи формоутворення входять три складові: конструктивна гнучкість (структурне, верстатне, транспортне, управління); параметрична гнучкість (надійність, час переходу в новий стан, ефективність, точність переходу, продуктивність, стійкість); технологічна гнучкість (організаційна, маршрутна, операційна, програмна). Причому технологічна гнучкість на рівні організації АВС розглядається з позицій: числа найменувань закріплених для виготовлення деталей (до 200 - одиничне і дрібносерійне виробництво; 10-30 - середньосерійне; 4-10 - великосерійне; 1-4 - масове); частоти зміни продукції; циклічності переналагодження. Виходячи з цього, гнучкість ГВС - це властивість швидко і цілеспрямовано змінювати її технологічні можливості в межах технологічного потенціалу шляхом перебудови (переналагодження) морфологічної і функціональної організації відповідно до вимог виробничої ситуації при мінімально можливих трудових (матеріальних) витратах.

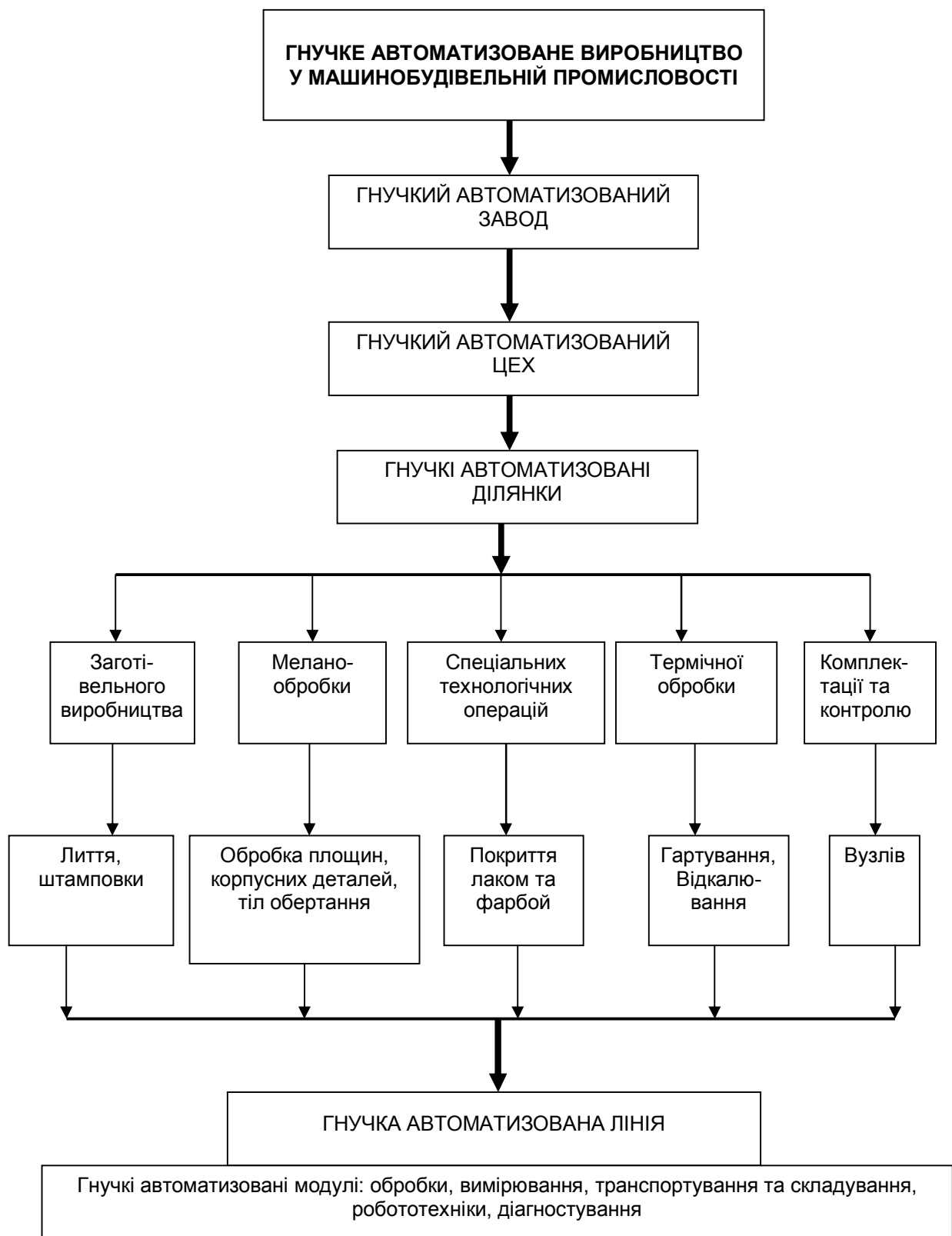
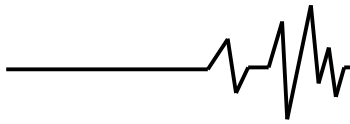
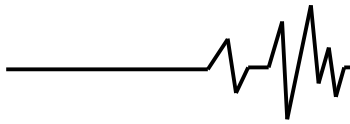


Рис. 1.2. Загальна структурна схема гнучкого автоматизованого виробництва



Технологічний потенціал є виразом сукупності "сумарних" технологічних можливостей ГВС, породжуваних різноманіттям всіх можливих її налагодок.

Перебудова морфологічної організації ГВС - це перебудова, трансформація (перекомпоновка обладнання, зміна конфігурації комплексу вилученням, додаванням, заміною одиниць обладнання) системи і вхідного в його склад обладнання.

Функціональна організація ГВС - це зміна програмно-керованих від ЕОМ параметрів і пристроїв ЧПУ в процесі функціонування системи в межах, визначуваних даною трансформацією.

Основні труднощі створення і експлуатації ГВС визначаються наступними чинниками: їх високою вартістю; недостатньою функціональною надійністю; складністю програмного забезпечення; неповним обліком специфіки конкретного виробництва; пристосованістю до випуску виробів тільки певного вигляду і в певних об'ємах і ін.

Створення ГВС для конкретного виробництва вимагає її поетапного упровадження з урахуванням критеріїв ризику, витрат і гнучкості, що дозволяє забезпечити максимальне використання наявного парку обладнання, поступового збільшення числа верстатів з ЧПУ і оброблювальних центрів, а також інтеграцію інформаційних задач.

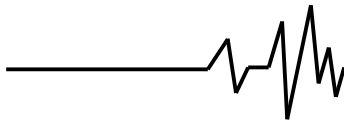
Звичайно, разом з вказаним напрямом розвитку сучасного машинобудівельного виробництва, обумовленого його об'єктивними потребами, продовжуватиметься застосування і розвиток технологічних систем, заснованих на "жорсткій" автоматизації: верстатних, роторно-конвейерних ліній і інших спеціальних автоматичних комплексів. Проте майбутнє саме за гнучкою автоматизацією, не дивлячись на її складність і високі витрати. Реалізація гнучкої автоматизації і інтеграції машинобудівних виробництв зажадає організацію якісного стрибка, в розвитку програм ряду науково-технічних напрямів зокрема, робототехніки і мікропроцесорної обчислювальної техніки, організації виробництва. Крім того, необхідне створення нових технологій і технологічного обладнання, орієнтованих на практично "безлюдне" виробництво. Умовно всі питання, пов'язані із створенням і комплектацією технологічним обладнанням ГВС можна розділити на дев'ять груп таблиця 1. Аналіз вищезазначених питань дозволяє умовно підрозділити їх на п'ять рівнів, представлених таблицею 2. Проблема створення автоматизованих виробництв носить між-дисциплінарний характер. У її вирішення

значний внесок внесли Б.М. Базров, П.Н.Белянін, Г.А.Кісельов, І.М.Колесов, В.Г.Мітрофанов, С.П. Мітрофанов, Ю.М.Соломенцев, Р.Е.Сафраган, Костюк В.І., Л.С.Ямпольський і інші вітчизняні і зарубіжні учені.

В даний час існує деякий розрив в ступені вивченості питань різних груп, тісно пов'язаних із створенням реальних технічних проектів ГВС, наприклад, розроблено достатньо багато методик вибору основного ТО, тоді як методик вибору допоміжного ТО для вирішення конкретних задач досить мало і носять вони, як правило, неконкретний характер; ряд проблем, таких як, питання динамічного моделювання процесів, розглядається тільки на концептуальному рівні, причому моделюється



Рис. 1.3. Загальна структура поняття «гнучкість»



Таблиця 1

Групи створення і комплектації технологічного обладнання ГВС

Група	Завдання
1	Техніко-економічний аналіз машинобудівного виробництва з метою визначення доцільності і вимог до ГВС.
2	Створення АСУТП, АСТПП (включаючи САПР) в дрібносерійному і серійному виробництві, автоматизація підготовки управляючих програм для ЧПУ верстатів.
3	Забезпечення технологічності об'єктів виробництва.
4	Організаційно - технологічні основи побудови системи.
5	Проектування, розрахунок характеристик і вибір технологічного обладнання.
6	Проектування і (або) вибір інструментального та технологічного оснащення.
7	Моделювання процесів: функціональне моделювання роботи та динамічне моделювання процесів системи (моделювання взаємодії потоків - матеріального, інформаційного і енергетичного - під час роботи гнучких виробничих систем).
8	Забезпечення сумісності обладнання: на механічному, інформаційному і електронному рівні.
9	Засоби контролю ТП і якості продукції, що випускається.

не робота ГВС, а підприємства в цілому. Недостатньо відпрацьовані питання інформаційного стикування, забезпечення інформаційного інтерфейсу систем управління різними компонентами ТО, що включається в ГВС, а також розробки логіки управління комплексом ГВС. Вельми важливим є розробка

комплексних методик, що забезпечують всі рівні сумісності ТО в ГВС, включаючи і механічний інтерфейс, проте, комплексно проблеми сумісності ТО ГВС на всіх рівнях, а також питання розробки їх систем управління, від рішення яких залежить ефективність роботи ГВС в цілому, повністю не вирішені.

Таблиця 2

Рівні комплектації гнучких виробничих систем

1	Концептуальний рівень, створення методології рішення проблем гнучкої автоматизації машинобудівних виробництва.
2	Рівень розробки методики рішення окремих задач в рамках ГВС.
3	Рівень розробки моделі і точного алгоритму розрахунку і рішення конкретної задачі проектування підсистем.
4	Рівень узагальнення експериментальних і розрахункових параметрів і даних, одержаних в результаті експлуатації окремих систем, а також в результаті експериментальних робіт і лабораторних досліджень.
5	Огляд стану справ у вітчизняній і зарубіжній практиці проектування.

Вибір ТО і транспортних засобів в основному здійснюється на рівні функціональних можливостей різних видів обладнання.

В даний час розроблені теоретичні і методологічні основи автоматизованого проектування технологічних процесів і структурно-компонувальних схем гнучких систем агрегатного обладнання, методика оцінки ефективності гнучких систем агрегатного обладнання по багатьох критеріях і в умовах невизначеності. Проте, повною мірою не розв'язані проблеми управління такими компоновками багатокординатних верстатів та верстатів з паралельною кінематикою, що реалізують ті або інші технології виготовлення та обробки продукції.

Література

- ГОСТ 26228-85. Системы производственные гибкие. Термины и определения.
- Гибкие автоматизированные производственные системы/ Под ред.. Л.С.Ямпольского.--К.:Техніка, 1985.-280с.
- Соломенцев Ю.М., Митрофанов В.Г., Прохоров А.Ф. и др. Автоматизированное проектирование в машиностроении / Под общ.ред.Ю.М.Соломенцева.В.Г.Митрофанова.- М.:Машиностроение,1986.-256 с.
- В.Б. Струтинський, Н.Р. Веселовська. Технологія моделювання динамічних процесів та систем. Монографія .- Вінниця:О.Власюк, 2007.- 466с.