

Розділ 1. Роботизована виробнича система

Поява роботизованих виробничих систем на початку 80-х років ХХ сторіччя історично обумовлена переходом у різних сферах промисловості від засобів автоматизації із жорстким цикловим керуванням до гнучких виробничих систем, здатних до оперативної зміни номенклатури виробів, що випускаються. Цей перехід був викликаний потребою суспільства в товарах з меншим життєвим циклом, тобто до випуску промислових виробів, яким властива модернізація їх технічних характеристик у відносно короткий період. Створенню роботизованих виробничих систем передував етап широкого впровадження верстатного встаткування із числовим програмним керуванням. Соціальна значимість роботизованих систем обґрунтована переходом функцій людини від особистої участі в обробці матеріалів і виробів до функцій програмування й налагодження виробничого встаткування.

Спочатку промислові роботи виконували функції автоматичних маніпуляторів для обслуговування (переважно виконуючи допоміжні операції завантаження й розвантаження) основного технологічного обладнання. Однак, у міру появи високоточного цифрового привода й розвитку систем керування, сталася можливість передачі промисловим роботам виконання й основних технологічних операцій, що включають обробку й складання компонентів виробничих виробів. Сукупність автоматичного верстатного встаткування, промислових роботів і автоматизованих транспортно-складських модулів визначила створення роботизованих виробничих систем.

1.1. Основні поняття й визначення РТС

У теорії організації виробництва одним із найважливіших є поняття типу виробництва, під яким розуміють комплексну організаційно-технологічну характеристику виробничого процесу, що враховує ступінь його спеціалізації, різноманітність та стійкість номенклатури виробів, розміри їхніх партій, які запускаються у виробництво, ритмічність та повторність випуску виробів. Тип виробництва визначає методи, що застосовуються для керування й організації як виробничого процесу, так і всієї виробничо-господарської діяльності підприємства.

Діалектика розвитку основних методів виробництва показує, що на першому його етапі головним завданням було:

- збільшення обсягу виробництва досить обмеженого кола товарів

шляхом зниження питомих витрат на випуск одиниці товару. Основний спосіб вирішення цього завдання зводився до поглиблення розподілу праці, коли робітник відносно вузької спеціалізації виконував найпростіші операції;

- стандартизація товарів;
- збільшення кількості окремих деталей (виробничої програми).

Однак, починаючи з шістдесятих років XX століття, міняється структура попиту, коли за умови задоволення первинних потреб за основними видами товарів відбувається диференціація попиту за номенклатурою товарів і їхньою якістю. Ця обставина визначила потенціальну перспективність робототехнічних систем (РТС).

Одночасно всередині самого виробництва з'явилися фактори, що сприяли переходу до нової моделі виробництва:

- в технології — це зростання витрат, пов'язаних зі збільшенням номенклатури виробів;
- в організації — це деперсоналізація товаровиробника, коли кінцевий продукт став результатом діяльності різних робітників, що перешкоджає підвищенню якості кінцевого продукту;
- в соціально-психологічній сфері — це та обставина, що тенденція до розподілу праці, спрощення операцій на одному робочому місці, використання конвеєрної системи для захисту ритму операцій сприяли зростанню частки низько кваліфікованих робітників, які виконують найпростіші операції, що багаторазово повторюються;
- в техніці — це розвиток технічних засобів і засобів обчислювальної техніки, зокрема поява багатоцільового автоматичного технологічного обладнання (наприклад, багатоопераційних верстатів із числовим програмним керуванням), промислових роботів, автоматичних вантажно-розвантажувальних пристроїв, транспортних і нагромаджувальних систем. Таким чином, виникло соціально-економічне замовлення суспільства на створення РТС, яке може бути реалізоване сукупним використанням сучасних науково-технічних знань та технічних засобів.

Визначення РТС — є сукупність інформаційно-сенсорних, механічних виконавчих і керуючих пристроїв, що функціонують разом з метою виконання заданого технологічного процесу або операції. РТС реалізується у вигляді комплексу технологічного та транспортного обладнання в сукупності з промисловими роботами, що виконують основні або допоміжні технологічні операції в умовах автоматизованого виробництва. Робототехнічна система є сукупність підсистем, а саме:

- 1) комп'ютеризованої інженерно-технологічної служби;
- 2) комплексу автоматизованого технологічного обладнання з інтегрованою системою контролю, включаючи промислові роботи;

3) автоматизованої транспортної системи, що поєднують склад заготовок, підсистему упорядкування виробничого середовища та склад готової продукції;

4) загальної системи автоматичного керування виробничим комплексом.

Головна ознака РТС від інших організаційно-виробничих структур — властивість оперативного переналагодження при виробництві виробів довільної номенклатури. Інакше кажучи, РТС — це виробнича система, яка працює за автоматизованою технологією й дає змогу відмовитись від технічної та супровідної документації та замінити її інформацією, що передається локальною мережею зв'язку або зосереджується на машинних носіях.

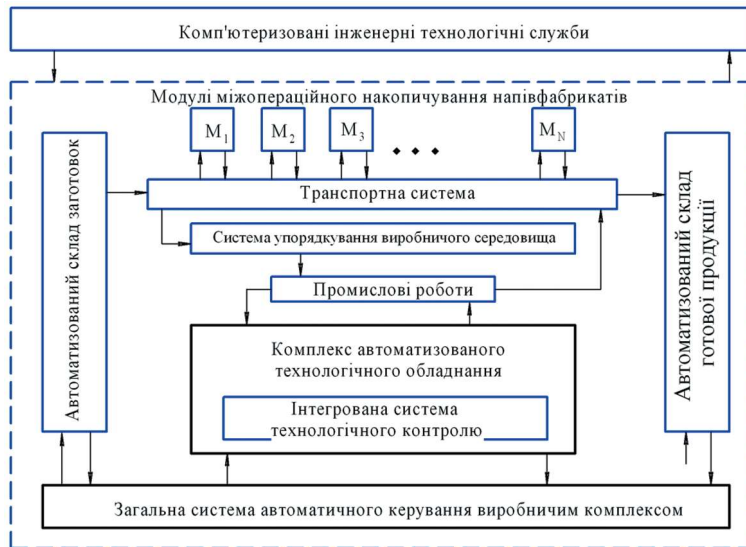


Рис. 1.1. Узагальнена структура РТС

1.2. Гнучкість виробничої системи

Швидке оновлення продукції та зниження серійності внаслідок появи її модифікацій (індивідуалізації споживчого попиту) призвели до того, що традиційні жорсткі автоматичні лінії у багатьох випадках перестали відповідати вимогам сучасного розвитку техніки, а їх застосування стало стримувати створення нових машин. З урахуванням цих тенденцій створювані виробничі системи мають забезпечувати швидку зміну продукції; комплекс властивостей таких систем, які відповідають цій вимозі, визначається терміном гнучкість.

Гнучкість виробничої системи може бути досягнута застосуванням методу регулювання окремих параметрів процесу при збереженні моблочної конструкції її функціональних елементів, але тільки в межах технологічного ряду виробів. Тому в разі автоматизації малосерійного багатомономенклатурного виробництва метод регулювання може бути використаний при переналагодженні функціональних елементів РТС в обмежених границях, тоді як зміна її складу та структури при обслуговуванні виробів поза даним технологічним рядом потребує швидкої заміни функціональних елементів РТС. При цьому тенденція багаторазової оборотності та переналагодження автоматичного обладнання як основної передумови застосування методів великосерійного виробництва для автоматизації малосерійного виробництва може дістати належний розвиток при широкому використанні принципу агрегування та модульної побудови виробничої системи, що переналагоджується.

В цілому під гнучкістю розуміють пристосовність виробничої системи до динамічних і стохастичних змін, пов'язаних із виробничою програмою. Система вважається гнучкою й такою, що швидко переналагоджується без істотних витрат, якщо при зміні виробничої програми кількість і вид її елементів, а також їх зв'язків не міняються.

Виробнича гнучкість технічної системи визначається технологічною, структурно-організаційною, параметричною гнучкостями та гнучкістю потужності.

Технологічна гнучкість може бути схарактеризована коефіцієнтом запуску нового виробу, що показує, в скільки разів витрати на випуск чергового виробу в умовах РТС менші, ніж при звичайній технології. Побічно ця гнучкість характеризується багатою номенклатурою та переналагодженням системи. Інакше кажучи, чим більший розмір (групи) деталей, виготовлюваних РТС, тим вища її технологічна гнучкість. Очевидно, вона визначається різноманітністю та технологічною гнучкістю апаратних модулів, які входять до складу РТС, у тому числі складом обладнання й інструментів, складом і гнучкістю технологічної оснастки, роботів (наприклад, наявністю змінних захватних пристроїв), а також програмних модулів (програмного забезпечення).

Кількісно оцінка технологічної гнучкості, як правило, ґрунтується на використанні коефіцієнта готовності виробничої системи:

$$K = \frac{T}{T + T_a} \quad (1.1)$$

де T – час обробки партії деталей; T_a – час адаптації системи (перестроювання) при переході до нової її партії.

Як узагальнена міра гнучкості системи може виступати також відношення витрат на її переналагодження B_1 до амортизаційних відрахувань при роботі системи до перенастроювання B_2 , і тоді коефіцієнт її гнучкості (в процентах) визначається як

$$K = \left(1 - \frac{B_1}{B_2}\right) \cdot 100 \quad (1.2)$$

Цей коефіцієнт наближається до значень 80...90 %, якщо для переходу системи на виготовлення нового об'єкта додаткові витрати мінімальні. Такий випадок відповідає використанню універсальних технологічних систем і буває при слабо механізованому виробництві, коли виготовлення об'єкта здійснюється на одному робочому місці.

1.3. Класифікація РТС

Роботизовані виробничі системи класифікуються за сферою використання, розвиненістю структури, гнучкістю, рівнем автоматизації, функціональним призначенням системи керування обладнанням і типом конфігурації АТСС (рис. 1.2).

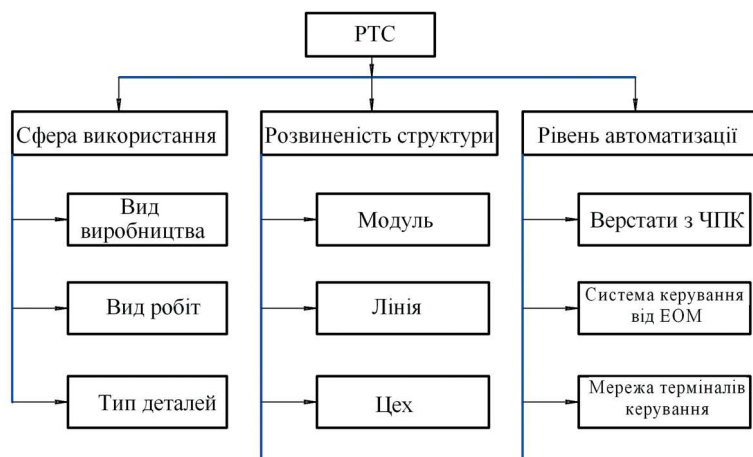


Рис. 1.2. Класифікація РТС

Сфера використання РТС у машино- та приладобудуванні надзвичайно широка й охоплює практично всі види виробництва (від заготівельних до складальних), спектр видів робіт (слюсарні, регулювальні та ін.), основні типи деталей (пласкі, корпусні, тіла обертання).

Вибір структури є важливим етапом при створенні РТС, який забезпечує відповідність технологічного обладнання виконанню поставленого виробничого завдання. Доцільний рівень розвиненості структури РТС визначається на основі аналізу технологічних факторів: номенклатури деталей (складальних з'єднань), часу виготовлення, маршруту виготовлення та ін. За розвиненістю структури виділяють п'ять рівнів РТС:

1) *Роботизований виробничий модуль* (комірка) – переналагоджувальна на задану номенклатуру виробів одиниця основного технологічного обладнання, оснащена пристроями програмного керування, заміни інструменту, виробів (автооператором або ПР), нагромаджувачами початкового матеріалу та напівфабрикатів, пристроями видаляння відходів, контролю й підналагодження технологічного процесу, а також корекції якості виробу. Модуль здійснює багаторазові автоматичні цикли, призначений для автономної роботи і може бути вмонтований в систему більш високого рангу.

2) *Роботизована виробнича лінія* – сукупність двох і більше одиниць основного технологічного обладнання чи роботизованого модуля, об'єднаних системою автоматичного керування і транспортно-нагромаджувальними системами. Лінія переналагоджується на вироби заданої номенклатури в межах технічних можливостей та обладнання, характеризується організацією матеріальних потоків між одиницями технологічного обладнання.

3) *Роботизована виробнича ділянка* – те саме, що й гнучка виробнича лінія, але матеріальний потік ділянки організовано незалежно за кожною одиницею технологічного обладнання;

4) *Роботизований виробничий цех* – комплекс гнучких ділянок, ліній та модулів, призначений для послідовного виконання технологічного процесу й переналагоджувальний на виготовлення виробів заданої номенклатури;

5) *Гнучко переналагоджуваний завод* – комплекс гнучких виробничих цехів, ліній, ділянок і модулів (наприклад, ливарних, ковально-пресових, металорізних, термічних, мийних, сушильних, контрольних, складальних, консерваційних, пакувальних та інших типів основного обладнання), що переналагоджують на виконання технологічних процесів при виготовленні різних виробів.

Рівень автоматизації може бути різним; тому перед прийняттям рішення про створення РТС на підприємстві необхідно провести ретельний аналіз і виявити відповідні галузі її застосування, а також ступінь гнучкості, який треба досягти. Головним завданням перед проєктної стадії є визначення оптимального рівня автоматизації вибраного обладнання, що має забезпечити нормативну ефективність капітальних

вкладень або припустимі капітальні вкладення при рівні зростання продуктивності, який досягається. Вищий рівень автоматизації (повністю автоматична РТС) припускає організацію робіт при мінімальному (тільки спостереження за її роботою) використанні робочої сили, тобто за принципом безлюдної технології, що забезпечує можливість роботи системи в нічний час.

В автоматизованих РТС допускається кілька рівнів механізації та автоматизації процесів, а саме: нульовий – використовується основне технологічне обладнання з ЧПК, об'єднане в ділянки і кероване робітником у режимі багатOVERSTATного обслуговування; перший – керування ходом виробництва здійснюється з використанням ЕОМ; другий – для керування застосовується мережа термінальних пристроїв; третій – дистанційне керування транспортно-складським обладнанням; четвертий – для керування транспортно-складським обладнанням і контролю виробничих процесів використовується ЕОМ із периферійними пристроями; п'ятий – припускається переважне застосування автоматичного обладнання та контрольних засобів з пристроями завантаження-вивантаження об'єктів виготовлення. Робота обладнання узгоджується з комбінованою транспортно-складською системою. Робітники займаються тільки налагодженням обладнання та контролем його роботи. Ефективність використання РТС у значній мірі визначається функціональним призначенням системи керування обладнанням, яка приймається як базова для основного технологічного обладнання РТС.

Контрольні запитання

1. Надайте визначення РТС
2. Чим визначається гнучкість виробничої системи?
Наведіть узагальнену формулу гнучкості
3. Наведіть структурну схему РТС і поясніть її склад
4. Назвіть рівні розвиненості РТС і розкрийте їх зміст
5. Назвіть рівні автоматизації в РТС та дайте їх характеристику

