

# ЧАСТИНА 1. РОБОТОТЕХНІКА

## 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ РОБОТОТЕХНІКИ

У результаті вивчення даного розділу студенти повинні вміти:

- сформулювати визначення промислового робота і маніпулятора;
- називати ознаки, за якими класифікуються ПР і РТК;
- навести приклади класифікації ПР і РТК;
- навести приклади стандартних завдань ПР.

### 1.1. Класифікація промислових робіт

ПР складається з таких складових частин:

- виконавчої, у вигляді маніпулятора руки і пристрою пересування;
- керуючої, у вигляді керуючого пристрою робота.

Таким чином, ПР – це автоматична машина, яка складається із виконавчого пристрою у вигляді маніпулятора (що має кілька ступенів рухомості) та перепрограмованого пристрою програмного керування для виконання у виробничому процесі рушійних і керуючих функцій. А маніпулятор – це керований пристрій (або машина) для виконання рушійних функцій (аналогічних функціям руки людини при переміщенні об'єктів у просторі), оснащений робочим органом.

Маніпулятор робота являє собою багатоланковий механізм із ступенем рухомості від 3-х до 9-ти з поступальними чи обертальними зчленуваннями, що закінчується робочим органом у вигляді захоплювача.

Пристрій пересування робота може бути виготовлений із застосуванням одного з відомих способів пересування, починаючи від кочення і закінчуючи крокуванням.

До складу ПР входять: пульт керування (ПК), за допомогою якого оператор здійснює введення і контроль завдання; запам'ятовуючий пристрій (ЗП), у якому зберігаються програми роботи й інша необхідна інформація; обчислювальний пристрій (ОП), у якому реалізується алгоритм керування роботом; блок керування приводами (БКП) маніпулятора і пристрою пересування (ПП).

Промислові роботи класифікуються за такими ознаками [4]:

- характер виконуваних операцій:
  - а) технологічні (виробничі);
  - б) допоміжні (підйомно-транспортні);
  - в) універсальні;
- ступінь спеціалізації:
  - а) спеціальні;
  - б) спеціалізовані;
  - в) багатоцільові;
- галузь застосування і вид виробництва:
  - а) ливарні;

- б) нанесення покриттів;
- в) ковальсько-пресові;
- г) автоматичного контролю;
- д) зварювальні;
- е) складальні;
- ж) механічної обробки;
- з) транспортно-складські роботи;
- і) термообробка;
- к) інші;
- системи основних координатних переміщень:
  - а) прямокутні (плоскі і просторові);
  - б) полярні (плоскі, циліндричні чи сферичні);
  - в) ангулярні (плоскі, циліндричні чи сферичні);
- кількість ступенів рухомості;
- вантажопідйомність:
  - а) надлегкі (до 10 Н);
  - б) легкі (до 100 Н);
  - в) середні (до 2000 Н);
  - г) важкі (до 10000 Н);
  - д) надважкі (понад 10000 Н);
- мобільність:
  - а) стаціонарні (убудовані в обладнання, підлогові і підвісні);
  - б) пересувні (підлогові і підвісні);
- тип приводу:
  - а) електромеханічні;
  - б) пневматичні;
  - в) гідравлічні;
  - г) комбіновані;
- схема розташування приводів:
  - а) в єдиному блоці;
  - б) на виконавчих органах;
- вид відпрацьовування програми:
  - а) жорстко програмувальні;
  - б) адаптивні;
  - в) гнучко програмувальні;
- вид систем керування:
  - а) позиційні;
  - б) контурні;
  - в) комбіновані.

## 1.2. Класифікація РТК

РТК можна класифікувати за трьома основними ознаками (рис. 1.1):

- галузь застосування;
- тип структури;
- тип компонувань [5, 6].

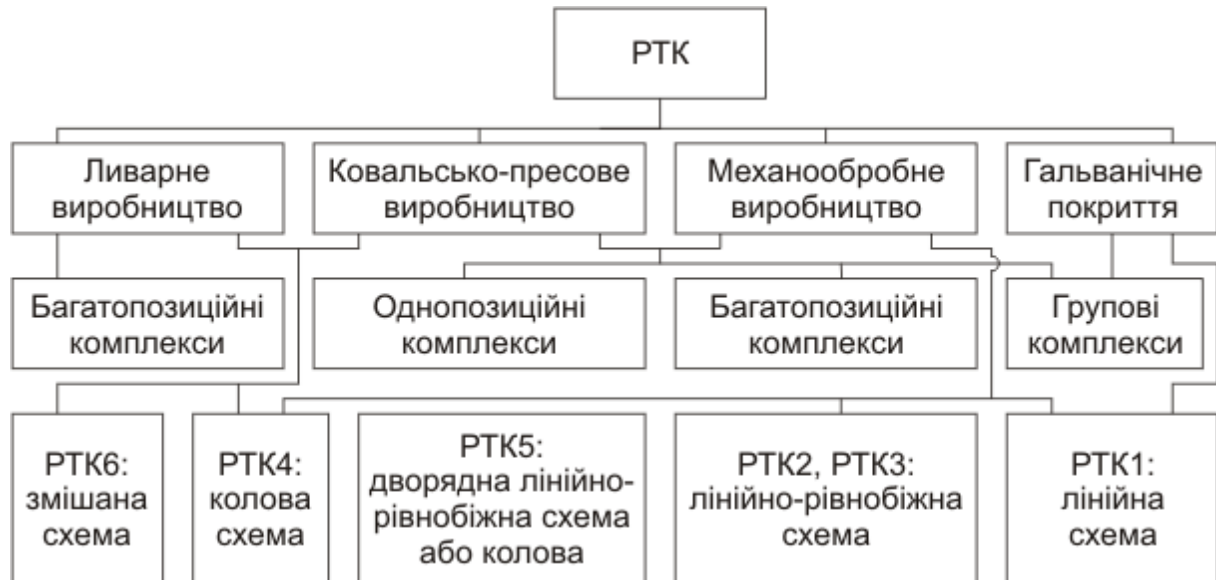


Рис. 1.1. Класифікація РТК

**Першою** ознакою РТК є галузь застосування, що характеризує вид виробничого процесу (метод обробки), де повинен функціонувати РТК.

**Друга** ознака характеризує тип структури комплексу, взаємодію ПР з технологічним обладнанням (ТО) та допоміжним обладнанням (ДО) усередині комплексу.

Відповідно до структурної ознаки РТК бувають:

- однопозиційні (верстат-робот, прес-робот і т.д.), що включають один ПР у комплексі з технологічним обладнанням, рис. 1.2 а, 1.2 б;
- групові, що включають один ПР, який обслуговує групу однотипного чи різнотипного технологічного обладнання, рис. 1.2 в, 1.2 г;
- багатопозиційні, що включають групу ПР, які виконують взаємозалежні чи взаємодоповнюючі функції, рис. 1.2 д, 1.2 е.

Для однопозиційних комплексів характерно співвідношення  $ПР \leftrightarrow ТО = 1$ ; для групових –  $ПР \leftrightarrow \sum ТО > 1$ ; для багатопозиційних –  $\sum ПР \leftrightarrow \sum ТО \geq 1$ .

**Третньою** – відмітною – ознакою класифікації комплексів є тип компонувань комплексу чи схема розташування обладнання (рис 1.2).

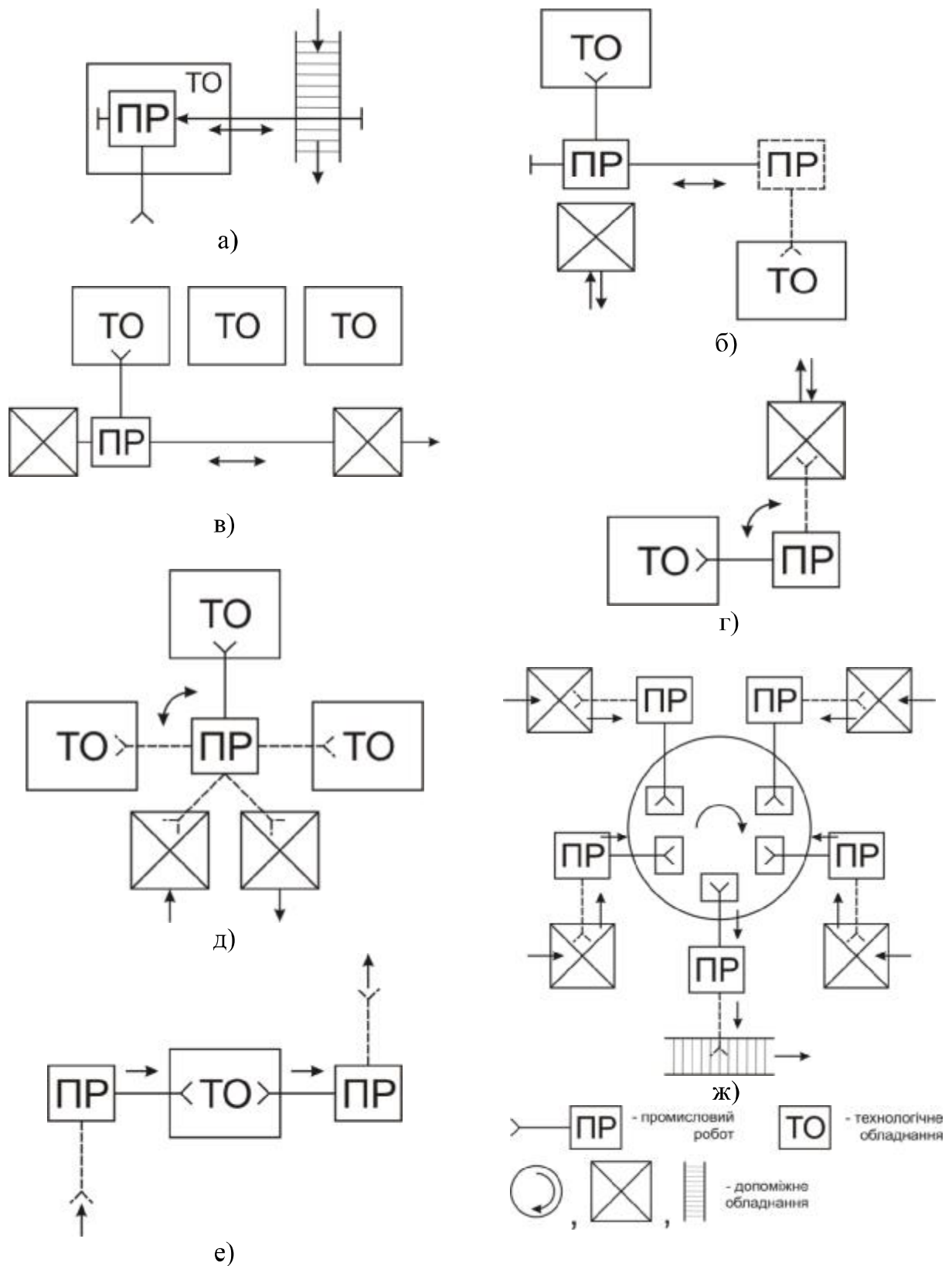


Рис. 1.2. Типи компонувань комплексів: РТК1 (а), РТК2 (б, в), РТК3 (г), РТК4, РТК5 (д), РТК6 (е, ж)

Компонування комплексу залежить від конструктивно кінематичного виконання ПР, а саме: від типу основних координатних переміщень робота, що визначають характер його робочої зони.

У компонуванні РТК передбачено шість основних схем:

РТК1 – включає комплекси, характерні лінійними розташуваннями ТО і ДО. Даний тип компонування комплексів створюється на базі ПР, що працюють у плоскій прямокутній системі координат. Він застосовується в основному в механопереробному виробництві для однопозиційних комплексів "верстат-робот".

РТК2 – характеризується лінійно-рівнобіжним розташуванням ТО і ДО. Створюється на базі ПР тельферного типу з плечоліктьовою конструкцією маніпулятора.

РТК3 – включає комплекси, створені на базі ПР, що працюють у циліндричній системі координат з горизонтальною віссю обертання. Застосовуються у механічній обробці і ковальсько-пресовому виробництві при однопозиційній структурі комплексів. Мають лінійно-рівнобіжну схему розташування обладнання.

РТК4 – створюється на базі ПР, що працюють у циліндричній системі координат, характеризується коловим розташуванням ТО і ДО.

РТК5 – створюється на базі ПР, що працюють у сферичній системі координат. У дану групу входять ПР, що мають широкі функціональні можливості (до шести ступенів рухомості). Комплекси використовуються у найбільш складних умовах – при груповому обслуговуванні різнотипного (за схемою завантаження) обладнання для механічної обробки, а так само при виконанні фарбувальних та інших робіт. Схема розташування обладнання дворядна лінійно-рівнобіжна або колова.

РТК6 – створюється для багатопозиційних комплексів, характерних для ливарного, складального і частково ковальсько-пресового виробництва. Застосовується змішана схема розташування обладнання.

### **1.3. Стандартні завдання для ПР**

Завдання, що можуть виконуватися ПР, класифікуються у такий спосіб:

- просте переміщення:
  - а) завантаження/розвантаження верстатів;
  - б) маніпулювання деталями (укладання, сортування, транспортування й орієнтація);
  - в) розміщення в палетах;
- переміщення й обробка:
  - а) точкове зварювання;
  - б) зварювання суцільним швом;
  - в) складання механічних та електричних деталей;
  - г) складання електронних деталей;
  - д) фарбування розпиленням;
  - е) укладання кабелю;
  - ж) різання;

и) інші операції обробки з переносним інструментом;  
– переміщення і контроль (підрозділ категорії деталей при завантаженні/розвантаженні відповідно до типів верстатів виконуваних операцій):

- а) верстати для видалення задирок, свердлильні, шліфувальні, для вирізного фрезерування;
- б) формування пластмас та інжекційне лиття;
- в) лиття під тиском;
- г) гаряче кування і листове штампування;
- д) завантаження/розвантаження печей;
- е) термообробка;
- ж) ливарні цехи лиття у піскові форми, відповідно до виплавлених моделей.

Найбільш успішно ПР застосовуються на операціях: зварювання, завантаження/розвантаження верстатів, лиття і фарбування.

### **Висновки**

У даному розділі розглянуті наведені нижче основні питання:

- визначення промислового робота і маніпулятора;
- класифікація ПР;
- класифікація РТК відповідно до галузі застосування, типу структури і типу компонування;
- стандартні завдання ПР.

### **Контрольні питання**

1. Сформулюйте визначення маніпулятора промислового робота.
2. Сформулюйте визначення промислового робота.
3. За якими ознаками класифікуються ПР?
4. За якими ознаками класифікуються РТК?
5. Наведіть приклади стандартних завдань для ПР.
6. Як класифікуються ПР відповідно до характеру виконуваних операцій?
7. Як класифікуються ПР відповідно до галузі застосування і виду виробництва?
8. Як класифікуються ПР відповідно до систем основних координатних переміщень?
9. Як класифікуються ПР відповідно до вантажопідйомності?
10. Як класифікуються ПР відповідно до мобільності?
11. Як класифікуються ПР відповідно до типу приводу?
12. Як класифікуються ПР відповідно до виду відпрацьовування програми?
13. Як класифікуються ПР відповідно до виду систем керування?
14. Як класифікуються РТК відповідно до галузі застосування?
15. Як класифікуються РТК відповідно до типу структури?
16. Як класифікуються РТК відповідно до типу компонування?

## ВСТУП

Сучасна робототехніка виникла у 60-х роках минулого сторіччя. Для подальшого розвитку суспільного виробництва треба було створити універсальні машини-автомати для заміни людини на виробництві при виконанні різних маніпуляційних дій. Проте корені робототехніки ідуть у глибоку стародавність, коли робилися спроби створення механічних людиноподібних пристроїв. Так, відома розробка механічних людей у вигляді жіночих фігур, які були встановлені на маяку Фарос [1]. Через призначений час вони поверталися, показували руками на циферблатах напрям і силу вітру, а вночі подавали трубні звуки для попередження кораблів про близькість берега.

В епоху Відродження були розроблені нові типи андроїдів, які уміли грати на музичних інструментах, писати і малювати.

У той же час виникли обманні андроїди, які вміли говорити і відповідати на запитання, грати в шахи, карти. У цих механічних пристроях інтелектуальні функції поклалися на заховану від сторонніх очей людину, а допоміжні – на маніпулятор.

Термін "робот" уперше з'явився у 1920 р. у фантастичній п'єсі „Росумські універсальні роботи” (Р.У.Р.) чеського письменника К. Чапека [2]. Пізніше у 1950 р. Айзек Азімов написав оповідання про роботів, які увійшли у книгу „Я робот” [3].

Технічний термін "промисловий робот" (ПР) виник у 70-х роках 20-го століття.

Перші сучасні ПР типу "Версотран" були випущені фірмою АМФ (США) у 1962 році. У цьому ж році фірма Юнімейт випустила ПР Марк І.

Далі промислова робототехніка за кордоном розвивалася так [2]:

1967 р. – випуск ПР в Англії за ліцензіями США;

1968 р. – випуск ПР у Швеції, Японії також за ліцензіями США;

1971 р. – ФРН; 1972 р. – Франція; 1973 р. – Італія.

Зростання парку роботів (тис. шт.) за цей час мало таку картину [2]:

1975 р. – 8,5, 1980 р. – 30, 1985 р. – 90, 1990 р. – 400, 1995 р. – 800, 2000 р. – 1200, 2005 р. – 2500.

У 1998 р. парк роботів у світі перевищив 1 млн. шт., а в середньому кожні 5 років він подвоюється.

Значна частина світового парку роботів знаходиться в Японії, ця країна посідає перше місце з виробництва і застосування роботів. Далі йдуть США, Італія, Франція і Швеція.

Більшість з цих роботів використовується у промисловості, а половина з них – для виконання основних технологічних операцій.

У СРСР перші сучасні промислові роботи УМ-1, "Універсал-50", УПК-1 з'явилися у 1971 р. [1,2], а у 1975 р. – створені перші 30 серійно придатних ПР. У подальші роки було розроблено 100 марок ПР і організовано серійний випуск 40 марок.

Крім того, були початі роботи з уніфікації і стандартизації ПР.

У 1980 р. парк ПР перевищив 6 тис. шт. (20% від світового парку ПР) і досяг рівня США. З'явилися перші ПР другого покоління із засобами зчутливлення на складальних операціях у приладобудуванні.

У 1982 р. створено перший ПР МП-8 з технічним зором.

У 1985 р. парк ПР перевищив 40 тис. шт. (40% від світового парку ПР) і у декілька разів перевершив парк ПР США.

Відповідно до нині діючих стандартів (ГОСТ 25686-85, ГОСТ 26228-85) промисловий робот – це автоматична машина, яка складається з виконавчого пристрою у вигляді маніпулятора, що має кілька ступенів рухомості і перепрограмованого пристрою керування для виконання у виробничому процесі рушійних і керуючих функцій.

До того ж під перепрограмуванням розуміють властивість ПР змінювати керуючу програму автоматично або людиною-оператором. А до перепрограмування належить зміна послідовності і значень переміщення за ступенями рухомості та керуючих функцій за допомогою засобів керування ПР.

Крім того, при розгляді ПР застосовуються наведені далі поняття.

Маніпулятор – пристрій або машина для виконання рушійних функцій, (аналогічно функціям руки людини при переміщенні об'єкта у просторі) оснащений робочим органом.

Об'єкт маніпулювання – це тіло, яке переміщається у просторі маніпулятором.

Біотехнічний робот – це маніпулятор, керований оператором.

Інтерактивний робот – це маніпулятор поперемінно керований оператором чи діючий автоматично.

Гнучкий виробничий модуль (ГВМ) – це одиниця технологічного обладнання (ТО) для виготовлення виробів довільної номенклатури в установлених межах значень їх характеристик з програмним керуванням, автоматично здійснююча всі функції, пов'язані з виробництвом, має можливість вбудування у гнучкі виробничі системи (ГВС).

Роботизований технологічний комплекс (РТК) – це сукупність одиниці ТО, ПР та засобів оснащення, автономно функціонуюча та здійснююча багаторазові цикли. Як ТО може бути використаний сам ПР. Засобами оснащення РТК можуть бути: пристрої накопичування, орієнтації, поштучної видачі об'єктів виробництва та інші пристрої, які забезпечують функціонування РТК.

Роботизована технологічна лінія – це сукупність РТК, пов'язаних між собою транспортними засобами та системою керування, або кількох одиниць ТО, які обслуговуються одним або кількома ПР для виконання операцій у прийнятій технологічній послідовності.