

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Ю. В. Широкий

ВСТУП ДО ІНЖЕНЕРІЇ

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2019

УДК 621.865
Ш64

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. С. С. Добротворський,
канд. техн. наук, доц. В. В. Дуб

Широкий, Ю. В.

Ш64 Вступ до інженерії [Текст]: навч. посіб. / Ю. В. Широкий. —
Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац.
ін-т», 2019. — 64 с.

ISBN 978-966-662-689-2

Проаналізовано історію становлення поняття інженерної діяльності, розкрито основні поняття й аспекти сучасної інженерної діяльності, висвітлено комплекс питань, пов'язаних із формуванням і становленням професійної діяльності інженерів. Розглянуто роль і значення технічних наук для розвитку техніки та інженерії. Докладно описано роль і місце інженерів у сучасному суспільстві. Наведено приклади сучасної інженерної діяльності, зокрема робототехніки.

Для студентів вищих технічних закладів, що навчаються за спеціальностями 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». Буде корисним при вивченні дисциплін «Основи гнучкого виробництва», «Інженерія логістичних систем», «Конструювання устаткувань для автоматизованого виробництва» та курсів, пов'язаних із застосуванням нових технологій у машинобудуванні та інших галузях промисловості.

Іл.13. Табл. 4. Бібліогр.: 33 назви

УДК 621.865

ISBN 978-966-662-689-2

© Широкий Ю. В., 2019
© Національний аерокосмічний
університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», 2019

Вступ

«Вчені вивчають світ, яким він є;
інженери створюють світ,
якого раніше не було».

Теодор фон Карман

Еволюція суспільства і виробництва зумовила виникнення й розвиток такого класу працівників, як інженери, та відповідного науково-технічного напрямку – інженерія. За всіх часів наукова й виробнича діяльність людини визначалася, з одного боку, потребою розвитку й удосконалення суспільного виробництва як бази для досягнення економічної могутності, з іншого – необхідністю дослідження і освоєння нових нетрадиційних просторів і сфер діяльності людства.

Орієнтація сучасного інженера тільки на природничі та технічні науки, яка спочатку формується ще у ВНЗ, не завжди відповідає його справжньому місцю в науково-технічному розвитку сучасного суспільства, тому що діяльність сучасного інженера також пов'язана з навколишнім середовищем, основою життя людини і суспільства. Вирішуючи свої, здавалося б, вузькопрофесійні завдання, інженер активно впливає на суспільство, людину, природу і, на жаль, не завжди найкращим чином. Соціально-економічна спрямованість роботи інженера стає абсолютно очевидною в рамках ринкової економіки – коли інженер змушений розробляти свої вироби з урахуванням потреб ринку та «побажань» споживача. Завдання сучасної інженерії – це не просто створення технічного пристрою, механізму, машини тощо, але й забезпечення їх нормального функціонування в суспільстві (не тільки в технічному сенсі), зручність обслуговування, дбайливе ставлення до навколишнього середовища, нарешті, сприятливий естетичний вплив тощо. В наш час мало створити технічну систему, необхідно організувати соціальні умови її впровадження та функціонування з максимальними зручностями і користю для людини.

Історія наукових і науково-технічних досягнень, весь розвиток техніки є прекрасною ілюстрацією етапів цього безперервного процесу. Робототехніка – науково-технічна дисципліна, що інтенсивно розвивається, вивчаючи не тільки теорію, методи розрахунку та конструювання роботів, а також їхніх систем та елементів, але й проблеми комплексної автоматизації виробництва й наукових досліджень із застосуванням роботів. Виникнення й розвиток роботів і робототехніки – яскравий приклад інженерної діяльності й реалізації суспільної потреби в підвищенні ефективності виробництва, а також освоєнні нових просторів і сфер діяльності людства.

1. ІНЖЕНЕРІЯ. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ ТА СУЧАСНІСТЬ

1.1. Інженерія сьогодні. Специфіка інженерної діяльності

Що таке інженерія? Хто такий інженер? Які він покликаний виконувати функції? У чому полягає специфіка інженерної діяльності? Що значить бути інженером сьогодні? На перший погляд, ці питання здаються не такими вже важкими, але насправді дати адекватні і однозначні відповіді на них не так просто.

Нагадаємо, що слово «інженер» – латинського походження, його корінь «ingenaire» в перекладі означає «творити», «створювати», «винаходити», «впроваджувати». Воно вперше стало використовуватися в античному світі, мабуть, не раніше III століття до н. е. для назви тих, хто управляє військовими машинами, а також винахідників цих машин. Поняття «цивільний інженер» з'явилося в XVI столітті в Німеччині стосовно будівельників мостів і доріг, потім в Англії та інших країнах [7].

У багатьох словниках і довідниках інженер визначається як фахівець з вищою технічною освітою. Напевно, право називатися інженером дає диплом про закінчення вищого технічного навчального закладу. Але він фактично характеризує не саму його професію, а лише підготовленість і кваліфікацію фахівця. У зв'язку з цим справедливе зауваження: «... насправді освіта тільки тоді дає йому право гідно носити звання інженера, коли він дійсно включений в інженерну діяльність, творчо застосовує знання, набуті ним у вищій школі та придбані після її закінчення, коли він стає творцем нової техніки, конструктором або технологом, нестандартно мислячим проектувальником, виконавцем, експлуатаційником, нарешті, вмілим організатором виробництва» [14]. Як бачимо, мова вже йдеться не стільки про освіту, скільки про конкретну діяльність інженера, його особливий вид висококваліфікованої розумової праці.

Зауважимо, що в літературі зустрічаються досить розширені трактування професії інженера, які вбачають специфіку його діяльності взагалі у всіх видах матеріального та інформаційного виробництва, а також в сфері послуг. Це призвело до того, що стали говорити про генних інженерів, зооінженерів, інженерів-соціологів, інженерів по кадрах, навіть про інженерів по пляжу та ін. [19].

ЮНЕСКО пропонує називати інженером такого працівника, який вміє творчо використовувати наукові знання, проектувати і будувати промислові підприємства, машини і обладнання, розробляти (застосовувати) виробничі методи, використовуючи різні інструменти (окремо або в різних комплектах), конструювати ці інструменти, користуватися ними, добре знаючи принципи їх дії і передбачаючи їх «поведінку» в певних умовах. Інженер зобов'язаний відповідною мірою

враховувати вимоги економіки, техніки безпеки і збереження обладнання [19].

Отже, заслуговує на особливу увагу таке визначення: «Інженер – фахівець з вищою технічною освітою, який застосовує наукові знання для вирішення технічних завдань, керування процесом створення технічних систем, проектування, організації виробництва, впровадження в нього науково-технічних нововведень» [7].

У цьому визначенні інженера досить вдало схоплені особливості його діяльності, об'єднані такі його характеристики, як високий освітній рівень, знання і окремі професійні риси.

Слід підкреслити, що в самих різних визначеннях інженерної професії та інженерної діяльності практично відсутні вказівки на соціально-гуманітарну складову. Тому інженер часто розуміється як чистий «технар», обмежений лише знанням техніки. Все ж таки є очевидним той факт, що гуманітарна підготовка інженерів є важливим показником (критерієм) рівня їх професіоналізму, компетентності, кругозору та інтелігентності.

Інженерія або інженерна діяльність охоплює весь рід занять інженера і є істотним поняттям відносно інженерної праці. Але працею інженера є далеко не всяка його діяльність, а лише творчо-перетворююча та продуктивна діяльність, що потребує для свого здійснення певних витрат інтелектуальних, психофізіологічних і фізичних сил. А от сфера діяльності інженера ширше сфери його праці. Інженерна діяльність – це не тільки праця, але й науково-технічний пошук, спілкування, комунікативна, інформаційна, організаційно-управлінська діяльність і т. ін. Діяльність інженера не обмежується тільки технічною діяльністю, хоча вона для нього і є головною [9].

Треба зауважити, що в літературі зустрічаються вкрай обмежені трактування інженерної діяльності. Наприклад, в одному зі словників читаємо: «Інженерна діяльність – діяльність, спрямована на застосування наукових знань для створення технічних об'єктів (споруд, механізмів, пристроїв, машин і т. д.) і керування процесом їх виготовлення» [14]. Однак у цьому визначенні є і позитивний момент, у ньому коротко схоплена сутність технічної діяльності інженера.

Якщо брати взагалі, то інженерно-технічна діяльність містить розроблення, проектування та конструювання нової техніки і технології, винахідництво, інженерні дослідження та розрахунки, а також інженерне обслуговування поточного виробництва, експлуатацію техніки і технології, контроль за якістю продукції, додержанням стандартів, технологічної дисципліни, норм і нормативів охорони природи, техніки безпеки, протипожежної техніки, розроблення і здійснення перспективних планів щодо оцінювання та впровадження науково-технічних досягнень у практику та ін. [5].

Виділимо основні риси, що притаманні інженерній діяльності:

а) належність до матеріального виробництва, технічної практики;

- б) технічна спрямованість;
- в) наукова обґрунтованість (свідоме використання науки для прогресу техніки);
- г) невіддільність її від технічної і науково-технічної творчості;
- д) опосередкований вплив на техніку (інженер, як правило, сам не виробляє техніку, не реалізує свій проект, а здійснює це через робочих) [18].

Незважаючи на деяку близькість, схожість науково-дослідної та інженерної діяльності, між ними є істотні відмінності. Вони відрізняються об'єктами, характером і змістом, засобами, цілями, функціями і результатами діяльності.

Попри все інженер – це практична професія, націлена головним чином на створення техніки і технології, на матеріалізацію, «уречевлення» наукових знань на виробництві. Вчений ж переслідує пізнавальні цілі, рівною мірою це відноситься до технічних наук, які складають теоретичну та методологічну основу інженерної діяльності. Наукова діяльність має перш за все пізнавальний характер, спрямована на пізнання законів і закономірностей світу, техніки, технології та інженерної діяльності, а її головний результат – нове наукове знання.

Важливо зауважити, що науково-дослідна діяльність не є основою для інженера. Правда, якщо взяти інженера-дослідника, інженера-розробника, то його діяльність вже значною мірою має науковий характер. Предметом діяльності тут є зміст технічного об'єкта.

Засобами інженерної праці служать наукові знання – результати наукової діяльності, якими інженер зазвичай користується у вигляді готових формул, залежностей різних величин і методів розрахунку, що містяться в довідниках, технічних і технологічних інструкціях. До засобів інженерної праці відносяться також соціально-технічні норми та інформація про стан матеріально-технічного базису суспільства, що фіксується у вигляді каталогів, переліку номенклатури виробів і т. п.

Результати інженерної діяльності, як правило, наводять у знаковому вигляді (у вигляді креслень, схем, програм, розрахунків, описів), а також у вигляді усних рекомендацій, пояснень, вказівок і т. д.

У ХХ ст. інженерію розділили на безліч галузей та підгалузей – фізична (електрична, механічна, радіотехнічна і т. п.), хімічна (виробництво штучних волокон, мінеральних добрив, лікарських засобів, товарів побутової хімії і т. д.), біологічна (біомеханіка, біоніка, біосинтез, біооптика, біоенергетика) та ін.

Виділяють три основні категорії інженерів:

- виробничник – виконує функції технолога, організатора виробництва, інженера з експлуатації;
- дослідник – розробник – поєднує функції винахідника, проектувальника і конструктора, бере участь у процесі з'єднання науки з виробництвом;

– «універсаліст» – інженер широкого профілю, завдання якого – організація і управління інженерною діяльністю та створення основних технічних систем.

Таким чином, головне призначення інженерної діяльності – інтелектуальне, науково-технічне обслуговування сфери матеріального виробництва, розвиток техніки, технології, забезпечення науково-технічного прогресу, рішення на основі природно-наукового, технічного та соціально-гуманітарного знання техніко-технологічних, інженерних протиріч, проблем і завдань.

Діяльність інженера в принципі має творчий характер, передбачає переважно інноваційні, нестандартні, не алгоритмовані операції, рішення і дії, пов'язані зі створенням нового в області техніки, технології та організації виробництва [16].

Сучасний інженер – це не просто технічний фахівець, який вирішує вузькі професійні завдання. Його діяльність пов'язана з природним середовищем, основою життя суспільства, і самою людиною. Тому орієнтація сучасного інженера тільки на природознавство, технічні науки і математику, яка спочатку формується ще у ВНЗ, не відповідає його справжньому місцю в науково-технічній революції сучасного суспільства. Вирішуючи свої, здавалося б, вузькопрофесійні завдання, інженер активно впливає на суспільство, людину, природу і, на жаль, не завжди найкращим чином. Але все ж таки хочеться додати, перефразуючи класиків: інженер перемагає там, де людину перемагає природа.

1.2. Виникнення інженерії як професії та основні історичні етапи розвитку інженерної діяльності

Історія виникнення та становлення інженерії як професії є досить складною, існують кілька точок зору на час появи професії «інженер». Одні дослідники говорять про інженерів Стародавнього світу і називають як першого з них Архімеда, інші – вважають, що правомірно свідчити про інженерні професії лише з епохи Відродження (XIV – XVI ст.), треті – вважають, що про це можна говорити тільки з XVII або XVIII ст. Проте можна розглядати багато досягнень минулого як талановито вирішені інженерні завдання. Створення лука, колеса, плуга потребувало розумової роботи, вміння поводитися зі знаряддями праці, використання творчих здібностей [7].

До перших інженерів можна зарахувати давньоєгипетського зодчого Імхотепа, древньокитайського гідробудівника Великого Юя, давньогрецького скульптора і архітектора Фідія. Вони виконували як технічні, так і організаційні функції, властиві інженерам. Однак разом із тим їх діяльність спиралася здебільшого не на теоретичні знання, а на досвід, а їх інженерний талант був невід'ємним серед інших талантів: кожен

інженер у давнину – це, в першу чергу, мудрець, який поєднував у собі філософа, вченого, політика, письменника.

Якщо розглядати інженерну діяльність крізь історію механіки або створення механізмів, то перші механізми можна розподілити на побутові та воєнні. Прикладом перших є зернотерки та ручні жорна, які відомі з давніх-давен, а прикладом других – різноманітні підйомні та металеві машини, тарани тощо, найбільший розквіт яких припадав на Елліністичний період. Механіці Еллінізму притаманний був прикладний напрямок. Бурхливе будівництво потребувало більш міцних машин для будівництва та більш пильної оцінки міцності конструкцій будівель. Також приділяли увагу розвитку гідравліки та пневматики.

У середині III століття до н. е. Філон Візантійський, написав «Звіт механіки» – один із перших творів з практичної механіки. Він складався з 9 книг: «Загальні принципи механіки»; «Вчення про важелі»; «Про будівництво гаваней»; «Про будівництво металевих машин»; «Пневматика»; «Про будівництво автоматів»; «Військове спорядження»; «Про фортифікацію та облогу місць»; «Тактика». До наших часів дійшли тільки четверта й п'ята книги [9].

Як ми бачимо, особливу роль відігравав розвиток будівництва. Для зведення мостів, захисних споруд, релігійних споруд завжди необхідно було створити найпередовіші технічні методи. Швидше за все саме в будівництві вперше з'являється поняття проекту, коли для здійснення задуму потрібно відокремити ідею від безпосереднього виробництва, щоб мати можливість керувати процесом. Для будівництва найскладніших споруд давнини – Єгипетських пірамід, Галікарнаського мавзолею, Олександрійського маяка – необхідними були не тільки робоча сила, але й вміла організація технічного процесу.

Першою спробою розглянути інженерну справу як особливий рід діяльності можна вважати працю Вітрувія «Десять книг про архітектуру» (лат. *De architectura libri decem*). У ньому зроблені перші відомі спроби описати процес діяльності інженера. Вітрувій звертає увагу на такі важливі для інженера методи, як «міркування» і «винахід», наголошує на необхідності створення креслення майбутньої споруди. Однак здебільшого Вітрувій ґрунтується в своїх описах на практичному досвіді. В античні часи теорія споруд перебувала ще на самому початку свого розвитку.

Найважливішим етапом в інженерній справі стало застосування масштабних креслень. Цей спосіб розвинувся в XVII столітті і зробив сильний вплив на подальшу історію інженерії. Завдяки йому з'явилася можливість розділити інженерну роботу на власне розроблення ідеї та її технічне втілення. Маючи перед собою на папері проект якої завгодно великої споруди, інженер позбавлявся від вузькості погляду ремісника, часто обмеженого тільки тією деталлю, над якою він працює в даний момент [9].

Мабуть, інженерна професія почала формуватися все ж в епоху Відродження. Перші інженери формувалися з середовища вчених, які звернулися до техніки, чи ремісників-самоучок, хто долучився до науки. Перші інженери – це одночасно художники, архітектори, консультанти, інженери щодо фортифікаційних систем, артилерії і цивільного будівництва, алхіміки і лікарі, математики та винахідники.

В епоху Відродження з'являється і перша технічна література нового типу: енциклопедії технічного знання, трактати й інженерно-художні роздуми. Крім того, змінюється ставлення до винахідництва, підвищується соціальний статус технічного фахівця, архітектора.

Завершальний етап становлення інженерної професії пов'язаний з епохою машинного виробництва і постійного використання в ньому наукових знань.

XVII, XVIII століття характеризуються «ланцюговою реакцією» технічних та інженерних винаходів. Д. Папен винайшов паровий котел, запропонував конструкцію відцентрового насоса, винайшов кілька машин для підйому води, сконструював піч для плавки скла і т. д. Р. А. Реомюр винайшов спиртовий термометр, А. Г. Белл створив телеграф і телефон, Р. Дизель винайшов двигун внутрішнього згоряння, М. І. Кібальчич вперше запропонував створити абсолютно новий ракетодинамічний апарат, прообраз сучасних пілотованих ракет, запропонував керувати ракетою шляхом зміни нахилу двигуна, розробив систему стійкості апарата, І. П. Кулібін розробив кілька проектів 300-метрового аркового моста через Неву з дерев'яними гранчастими фермами, побудував і випробував велику модель такого моста, вперше в практиці мостобудування показавши можливість моделювання мостових конструкцій, винайшов ліхтар-прожектор, річкове «машинне» судно з водометним двигуном та ін. Цей перелік можна продовжувати і продовжувати [9].

Велике значення для інженерної справи мало утворення в 1660 р. у Лондоні Королівського наукового товариства, а в 1666 р. – Французької академії наук, а також виникнення шкіл прикладних наук, які отримали найбільше поширення у Франції. У цих умовах з'явилися інженери-професіонали, які мають формальні посвідчення своєї компетентності і прагнуть захищати свої професійні права і привілеї.

У 1771 р. в Англії виникла професійна інженерна асоціація, де інженери отримали можливість обмінюватися науково-технічною інформацією. У 1818 р. молоді фахівці утворили свій інститут цивільних інженерів, де вони могли вже не тільки обмінюватися інформацією, але й отримувати необхідну допомогу у набутті інженерних знань, що сприяло підвищенню їх професійного рівня.

У XVIII – XIX ст. в Європі і Америці виникають інженерні спільноти, асоціації зі своєю ієрархічною структурою, в яку входять студенти (ті, хто має намір домагатися знання і повного членства в суспільстві), бакалаври (ті, хто склав іспит даного інституту, але не має ще достатнього

практичного досвіду), член асоціації з правом повного голосу (відпрацював встановлену максимальну кількість років), повноправний член асоціації (має великий досвід, авторитет та усталену репутацію).

Професійні спільноти інженерів виконують такі основні функції:

1) дослідницьку – заохочують науково-технічні дослідження та інженерні розробки;

2) освітню – стимулюють дослідження, цікавлять своєю проблематикою в школах і вузах, складають програми курсів, мають представництво в керівництві університетів або інститутів і т. п.;

3) кваліфікаційну – присвоюють звання інженера практикам, видають «кваліфікаційні листи», пройшли курс навчання і склали іспити даної асоціації [39].

У XVIII ст. були створені перші навчальні заклади для підготовки інженерів у Данії, Франції, Німеччині, Австрії та ін. У Росії за Петра I були засновані: Пушкарська школа (1699 р.), школа математико-навігаційних наук (1701 р.).

Інженери мали високий соціальний статус, розвинуту професійну самосвідомість, добре розуміли своє місце і роль у суспільстві, в розвитку матеріального виробництва та забезпеченні науково-технічного прогресу, привабливими виглядали і характер їх праці, і високий заробіток.

Таким чином, інженерна професія остаточно сформувалася в XVIII – XIX століттях, а те, що передує цьому часу, правомірно характеризувати як передінженерний період у становленні інженерної справи.

1.3. Інженерне мислення та творчість

Інженерна професія і діяльність потребують технічних фахівців відповідної підготовки, певних здібностей та творчого мислення. У зв'язку з цим інженерне мислення й творчість потребують окремої уваги.

Інженерне мислення – це спеціальне, професійне мислення, спрямоване на розроблення, створення і експлуатацію нової високопродуктивної, надійної, безпечної і естетичної техніки, на розроблення та впровадження прогресивної технології, на підвищення якості продукції та рівня організації виробництва [17].

Головне в інженерному мисленні – рішення конкретних техніко-технологічних, виробничих і організаційно-управлінських проблем і завдань за допомогою технічних засобів, висування та впровадження інновацій для досягнення найбільш економічних, ефективних та якісних результатів.

Вважають, що протягом століть сформувалися три основні особливості інженерного мислення – художня, практична (або технологічна) і наукова. Але деякі фахівці справедливо підкреслюють, що сучасне інженерне мислення є глибоко науковим [19].

Безперечно, у структуру інженерного мислення входять раціональний, чуттєво-емоційний та аксіологічний елементи, пам'ять, уява, фантазії, здатності, професійна самосвідомість і т. ін.

Зрозуміло, що раціональну, теоретичну і методологічну основу становлять знання, перш за все технічні, технологічні, природничо-наукові, інженерні, проте зараз все більше приділяють увагу і соціально-гуманітарним знанням.

Хотілося б особливу увагу звернути на технічні можливості, які дозволяють інженерові домогтися значних успіхів у своїй діяльності.

Технічні можливості – це поєднання індивідуально-психологічних властивостей, які дають можливість інженеру за сприятливих умов порівняно легко і швидко засвоїти систему конструкторсько-технологічних знань, умінь, тобто оволодіти однією або декількома технічними професіями і домогтися значних успіхів у них. Головні компоненти технічних здібностей, у тому числі й інженерних, це: схильність до техніки, технології та інженерної справи, до технічної творчості, технічного мислення; наявність просторової уяви; технічна спостережливість, яскраво виражені зорова і моторна пам'ять, точність окоміру та ін.

Інженерна творчість має свою специфіку, що виходить за рамки суто технічного мислення, якому найчастіше притаманні вузький прагматизм, технократизм та асоціальність. Тому інженерна творчість – це вільна неалгоритмована діяльність, яка удосконалює стару техніку і технологію та створює нові технічні й технологічні засоби, що мають виробничу і соціальну значущість, а також пропонує нові, більш прогресивні форми організації праці та виробництва [19].

Треба зауважити, що в інженерно-технічній творчості процес створення нового технічного об'єкта йде не від наукової ідеї до техніки, а від технічної ідеї до технічного рішення, а від нього – до нового технічного об'єкта.

В інженерно-технічній творчості виділяють п'ять етапів.

Перший етап – створення нового технічного об'єкта, формування проблемної ситуації з одночасним аналітичним осмисленням її структури суб'єктом творчості (відображення технічної потреби, усвідомлення необхідності нового і недоліків старого, розкриття конкретних технічних протиріч і формулювання технічних завдань із певною структурою).

Другий етап – народження і виношування нової технічної ідеї (нового принципу, нової трансформації і т. ін.).

Третій етап – розроблення «ідеальної моделі», функціональної та структурної схеми майбутнього технічного об'єкта («ідея – образ»).

Четвертий етап – конструювання. Перехід від уявної побудови до реальних розробок, пошук реальних форм втілення нової якості. Із цього етапу йде розв'язання суперечностей між ідеальним і матеріальним, між теорією та практикою.

П'ятий етап – предметне завершене втілення винаходу, вдосконалення або пристосування у новому технічному об'єкті. Він складається з трьох основних стадій:

а) створення експериментального зразка – випробування в експериментальних умовах – доопрацювання і зміна на основі даних експерименту;

б) створення промислового зразка – обмеження виробничих умов – доопрацювання на основі отриманих даних;

в) серійне або масове виробництво – застосування в різноманітних промислових умовах – доопрацювання шляхом усунення недоліків функціонування нових технічних засобів у різноманітних умовах [19].

Розглянемо основні інженерні операції, що складають у сукупності п'ять етапів, елементів структури інженерної діяльності (рис. 1.1).

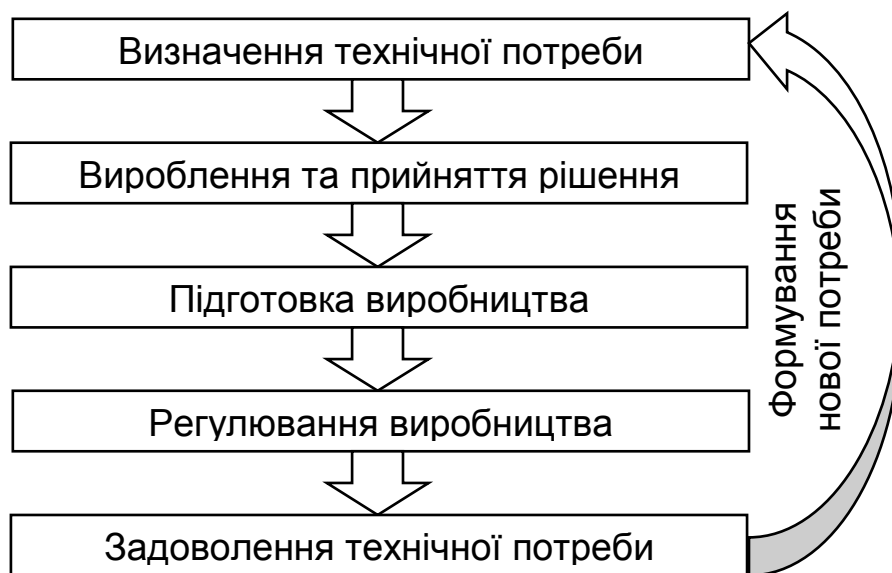


Рис. 1.1. Функціональна структура інженерної діяльності

На етапі визначення потреби інженер складає уявлення про неї, формулює кінцеву мету діяльності в найбільш загальному вигляді та конкретизує її шляхом визначення окремих технічних характеристик створюваного об'єкта.

На етапі вироблення і прийняття рішення здійснюються його інформаційна підготовка, вироблення варіантів і знаходження оптимального серед них. Істинність знайденого рішення піддається перевірці шляхом теоретичного аналізу, а після виготовлення макета або дослідного зразка – аналізом практичних результатів комплексу експериментів над ним. Потім рішення приймається інженером. Але для того, щоб воно було прийнято суспільством і технічний об'єкт був запущений у виробництво, необхідно ще довести доцільність даного рішення.

На етапі підготовки виробництва складають всю технічну документацію, необхідну для виготовлення технічного об'єкта, а саме, проект та його економічне, соціальне, екологічне та інші обґрунтування.

На етапі регулювання виробництва інженерна діяльність пов'язана з функцією технічного управління, забезпечення взаємодії людей і техніки в процесі виготовлення технічного об'єкта. Як відомо, функція управління виробництвом відноситься більшою мірою до економічної, господарської діяльності. Інженер не підміняє господарського керівника, але в той же час бере участь у вирішенні економічних питань виробництва. Цей етап інженерної діяльності – ключовий і дуже важливий для суспільства. Саме тут витрачаються людські, матеріальні, фінансові ресурси, і суспільство має право очікувати високого кінцевого результату виробництва. У матеріальному виробництві, як основі життєдіяльності суспільства, з'єднуються всі види соціальної діяльності, в тому числі й інженерна.

На етапі задоволення технічної потреби інженерна діяльність пов'язана з управлінням процесом використання техніки. Тут не тільки перевіряється якість інженерних рішень, але й виявляються нові технічні потреби. Вони складають нові вхідні дані для повторення циклу інженерної діяльності [37].

Кожен із цих функціональних елементів структури інженерної діяльності визначає великі види поділу праці всередині інженерної професії. Тому структура інженерної професії в загальному вигляді збігається з внутрішньою структурою інженерної діяльності.

Загальна структура інженерної професії є складною й різноманітною. Її поділяють не тільки внутрішніми чинниками інженерної діяльності, але й зовнішніми (суспільним поділом праці, станом технічного базису суспільства, науково-технічною політикою держави, матеріально-технічним і фінансовим забезпеченням інженерної діяльності та ін.).

Галузева структура інженерної професії оснований на суспільному розподілі праці, що визначає місце професійної діяльності інженера в соціальному господарстві: галузь промисловості, будівництво, сільське господарство, транспорт, наука, охорона здоров'я, сфера обслуговування і т. п. Технічний базис суспільства визначає структуру інженерних спеціальностей через конкретний вид техніки, на який спрямована діяльність інженера, – механічна, вимірювальна, медична, транспортна, побутова техніка, електричні установки, будівельні конструкції і т. п.

Винятково важливим результатом інженерно-технічної творчості є винахід. Винахід – продукт творчої діяльності, в якому на основі наукових знань і технічних досягнень створюються нові принципи, дії або контролювання технічних систем, їх окремих компонентів. Якщо наукове відкриття характеризується збільшенням нового знання відповідно до існуючого, то винахід є додатком цього знання з метою його практичного використання.

Зрозуміло, що інженери, щоб відповідати своєму центральному місцю в сучасному виробництві та по-справжньому професійно виконувати

свої функції, повинні мати творче мислення і займатися інноваційною діяльністю.

Для підвищення творчої активності інженерів передбачено їх участь в науково-технічних конференціях, на яких обговорюються питання стану та перспективи розвитку виробництва, науки, техніки, технології та інженерної справи на сучасному етапі.

У зв'язку з цим доречно підкреслити, що науково-технічна творчість студентів у технічному вузі є важливим засобом формування у майбутніх інженерів творчого мислення, навичок та умінь для здійснення інноваційної діяльності, для вирішення складних техніко-технологічних, інженерних і виробничих проблем і завдань у майбутній їх професійній діяльності. Позитивний досвід в організації та здійсненні науково-технічної творчості студентів є і у нашому університеті – це щорічне проведення студентських науково-технічних семінарів і конференцій, де вони роблять доповіді про свою наукову діяльність під керівництвом викладачів, а за їх результатами видають збірки наукових праць.

1.4. Технічні науки, їх значення для розвитку техніки та інженерії

Місце технічних наук у розвитку техніки і інженерії дуже важливе і має як теоретико-методологічне, так і практичне значення. При аналізі технічних наук можуть бути виділені такі позиції:

- 1) технічні науки ототожнюють із прикладним природознавством;
- 2) природні й технічні науки розглядають як рівноправні наукові дисципліни;
- 3) в технічних науках виділяють як фундаментальні, так і прикладні дослідження [8].

Треба зауважити, що технічні науки істотно відрізняються від природних. Якщо природознавство досліджує об'єктивну реальність, те, що існує насправді, тобто вивчає природу, її явища, процеси і закономірності, то технічні науки націлені на те, чого немає в природі, на створення «штучної природи», світу артефактів, техніко-технологічні основи цивілізації. Якщо для природничих наук ідеалом є наукова істина і відкриття, то для технічних наук – не просто істинне знання, а ефективне технічне знання в контексті інженерної практики і інженерних розробок.

У самостійну область технічні науки почали виділятися в XVIII і XIX століттях. Саме в цей період виникають складні технічні проблеми, які відіграли велику роль у становленні експериментального природознавства і технічних наук, створюються системи наукових інструментів і вимірвальних приладів, виникає технологія, як дисципліна, яка систематизує знання про виробничі процеси, відбувається становлення аналітичних основ технічних наук механічного циклу, закладаються теоретичні основи гідравліки, гідродинаміки і теплотехніки, розвивається теорія механізмів і машин, опору матеріалів, університети і академії

перетворюються в співтовариства вчених-експериментаторів, в центри розвитку технічного знання, де отримує подальший розвиток технічна та інженерна освіта.

У ХХ ст. бурхливо розвиваються електротехніка, радіотехніка, теплотехніка, електроніка, космонавтика, інформаційна технологія, ергономіка, технічна естетика, інженерна психологія, дизайн, інженерна екологія, створюються науково-технічні організації та суспільства, часто проводяться з'їзди, конференції, виставки, зростає видання науково-технічної періодики та ін..

У цей час технічні науки займають помітне місце в науковому виробництві, мають виключно важливе значення для функціонування і розвитку технічної та інженерної діяльності. Саме з природничих наук у техніці були поширені перші теоретичні положення, способи, методи дослідження та проектування, принципи, цінності та ідеали науковості, установка на теоретичну організацію знання, побудова ідеальних моделей, використання формалізації і математики. Але все це, звичайно, в технічних науках істотно трансформовано. І все ж зауважимо, що не зовсім коректним є поширене твердження, що основою технічних наук є лише точне природознавство. Це твердження може бути визнано справедливим лише стосовно історично перших технічних наук. У цей час науково-технічні дисципліни – це широкий спектр різних дисциплін, від самих абстрактних до дуже спеціалізованих, які орієнтуються на використання знань не тільки природничих наук (фізики, хімії, біології та ін.), але і соціально-гуманітарних (наприклад, економіки, соціології, психології тощо). А про деякі науково-технічні дисципліни взагалі важко сказати, чи належать вони до чисто технічних наук або являють собою нову, більш складну єдність науки і техніки [19].

Існують такі, наприклад, дисципліни, як інженерна психологія, технічна естетика, в яких має місце синтез технічного, природничо-наукового і соціально-гуманітарного знання. Не вдаючись у подробиці, все ж хоча б коротко торкнемося їх.

Відомо, що технічні науки подані цілою системою спеціальних дисциплін, кожна з яких має свій предмет дослідження, тобто конкретний аспект, окремі сторони названого вище об'єкта пізнання, які спеціально виділяються і конструюються дослідником виходячи зі своїх цілей і завдань.

Різні технічні науки досліджують процеси функціонування структурних елементів техніки як суспільної матеріальної системи, побудови, виробництва і експлуатації нових технічних об'єктів внутрішньогалузевого, галузевого і міжгалузевого призначення. Звідси впливає різний ступінь їх спільності та фундаментальності. Технічні науки розкривають закономірності, принципи і методи реалізації всіх зазначених процесів, тому технічні науки, так само, як і багато інших, мають свої фундаментальні і прикладні області.

Фундаментальні технічні дослідження спрямовані на отримання нових наукових знань і з'ясування фундаментальних закономірностей розвитку і функціонування техніки і технології, на побудову технічної теорії, їх результати адресовані головним чином іншим членам наукового співтовариства.

Прикладні технічні дослідження безпосередньо спрямовані на їх використання для вирішення різних практичних, техніко-технологічних, інженерних проблем і завдань, їх результати адресовані виробникам і замовникам, клієнтам. Отже, у цих дослідженнях акцент зроблений на «уречевлення», «утилізацію» технічного знання, на вибірку проектно-методичних рекомендацій щодо застосування технічного знання в технічній і інженерній практиці.

Методологія технічних наук досі слабо розроблена та висвітлена в літературі, розглянемо основні з них.

Зрозуміло, що в технічних науках використовують всі загальнонаукові методи та принципове методологічне значення має проблема загального методу технічних наук. Деякі вчені вважають, що загальним методом технічних наук і технічної творчості є комбінаційно-синтезний метод. Він полягає в тому, що в процесі створення нової техніки, нових матеріалів, нових технологічних процесів вчені, конструктори, інженери здійснюють багатоаспектні комбінування (частково на дослідно-експериментальному і, в основному, на теоретичному рівні) найрізноманітніших природних законів, процесів, сил, конфігурацій деталей, принципів роботи різних підсистем, що входять в той чи інший технічний пристрій до тих пір, поки не буде знайдена така оптимальна послідовність взаємовпливів у цілісній єдності, де остаточно визначені сили, властивості, процеси, закони та підсистеми приведуть до створення (розроблення, виробництва) якісно нової техніки [9].

Комбінаційно-синтезний метод технічних наук висловлює творчу активність мислення інженера-вченого, що створює нові технічні системи, нові матеріали і технологічні процеси на основі об'єднання, використання окремих природних законів, сил, властивостей, процесів і матеріалів [10].

Треба зауважити, що комбінаційно-синтезний метод тісно пов'язаний із системно-структурним методом.

Системно-структурний метод – спосіб дослідження об'єкта як такий, де техніка, технологія і інженерна діяльність розглядаються як системи, що досягається за допомогою використання загальнонаукових методологічних принципів, спеціальних понять. Він передбачає:

- а) розгляд об'єкта як системи;
- б) визначення складу, структури та елементів і частин системи;
- в) виявлення залежності кожного елемента від його місця і функцій в системі (з урахуванням того, що властивості цілого не зводяться до суми властивостей його елементів);

г) аналіз того, наскільки поведінка системи залежить як від особливостей її елементів, так і від властивостей її структури;

д) дослідження механізму взаємозалежності системи і середовища;

е) вивчення характеру ієрархічності, властивого даній системі;

ж) визначення функцій системи та її ролі серед інших систем;

з) забезпечення множинності описів з метою більшого охоплення системи;

и) розгляд динаміки системи з уявленням її напряду та виявлення на цій основі закономірностей і тенденцій розвитку системи [1].

Часом як важливий засіб технічних наук виділяють проективно-прагматичний метод, який дає досліднику загальну схему дії.

У сучасних технічних науках широко використовують ідеалізацію, формалізацію, моделювання, математичні та інформаційно-комп'ютерні методи.

Для з'ясування своєрідності технічних наук дуже важливо розкрити специфіку технічної теорії.

Технічна теорія є різновидом наукової теорії, вона містить ті ж компоненти, що і природничо-наукова теорія. У технічній теорії також є ідеальні об'єкти, фундаментальні поняття, принципи, закони та ін. Припустимо, в електротехніці як ідеальні об'єкти виступають такі логічні конструкції, як «ємність», «індуктивність», «опір», у теоретичній радіотехніці – «генератори», «фільтри», «підсилувачі».

Важливе місце в технічній теорії належить математичному апарату і теоретичним схемам.

Математичний апарат у ній виконує ряд функцій, він призначений, по-перше, для інженерних розрахунків конструктивних і технологічних параметрів технічних систем, по-друге, для аналізу і синтезу їх теоретичних схем (дедуктивних перетворень ідеальних об'єктів технічної теорії) і, по-третє, для дослідження процесів, що відбуваються в технічній системі.

Теоретичні схеми – це особливі, ідеалізовані уявлення (сукупність ідеальних об'єктів теорії), орієнтовані на застосування відповідного математичного апарату і на уявний експеримент, тобто на проектування можливих експериментальних ситуацій. Вони фактично відіграють у технічних науках роль моделей, часто виражаються графічно. В електродинаміці, наприклад, роль таких схем відіграють електричні та магнітні лінії сили.

У технічній теорії використовують три типи схем:

а) функціональні, орієнтовані на математичний опис;

б) потокові, що фіксують природні процеси, які проходять у технічній системі, і їх функціонування;

в) структурні, що являють його конструктивні параметри і інженерні розрахунки, а також структуру об'єкта.

Емпіричний рівень технічних наук утворюють конструктивно-технічні і технологічні знання. Перші – переважно орієнтовані на опис будови (або конструкції) технічних систем і параметрів їх функціонування, другі – фіксують методи створення технічних систем і принципи їх використання.

Зараз часом свідчать про формування неklasичних технічних наук. Називають такі їх загальні риси: комплексність теоретичних досліджень, істотна зміна сфери застосування їх знань та ін.

У комплексних технічних дослідженнях, крім звичайних технічних пристроїв, вивчають і описують ще, щонайменше, три типи об'єктів: системи – людина – машина (ЕОМ, пульт управління, напівавтомати і т. п.); складні техносистеми (інженерні споруди в місті, літаки і технічні системи їх обслуговування – аеропорти, дороги і т. д.) і, нарешті, такі об'єкти, як технологія або техносфера.

Якщо знання технічних наук класичного типу використовують в основному в таких видах інженерної діяльності, як винахід і конструювання, а також у традиційному інженерному проектуванні, то знання комплексних науково-технічних дисциплін, як правило, необхідні в нетрадиційних видах інженерної діяльності (наприклад, в інженерній логістиці) та нетрадиційному проектуванні [18].

Таким чином, технічні науки мають винятково велике значення для науково-технічного прогресу, оскільки обслуговують технічну та інженерну діяльність, формують техносферу.

1.5. Науково-технічні фахівці у сучасному суспільстві

В умовах науково-технічної революції та сучасного інформаційно-технологічного етапу цивілізаційного розвитку найістотнішим чином зростає роль науково-технічних фахівців, їх соціальна та моральна відповідальність у суспільстві.

Зараз основну масу науково-технічних фахівців, як і раніше, складають інженерні кадри, проте до неї необхідно віднести вчених у галузі технічних наук, а також професорсько-викладацький склад вищої технічної школи, тобто викладачів технічних дисциплін, які одночасно ведуть наукові дослідження і здійснюють підготовку нових наукових фахівців, безпосередньо беруть участь у виробництві і відтворенні науково-технічних кадрів.

Науково-технічні фахівці в ідеалі – це особлива соціально-професійна і соціокультурна група, яка являє собою певну спільність високоосвічених і культурних людей з необхідними професійними, діловими і духовно-моральними якостями, зайнята в сфері матеріального та духовного виробництва науково-технічної, інженерної, організаційно-управлінської та педагогічної діяльності [20].

Взагалі науково-технічні фахівці є справжніми суб'єктами, творцями науково-технічного прогресу, забезпечують успішний розвиток

матеріального виробництва, науково-технічного знання, нової техніки і технології, сприяють реалізації, впровадженню науково-технічних, технологічних, організаційно-управлінських і техніко-педагогічних ідей у суспільну, виробничу практику.

Місце та роль науково-технічних фахівців виражається і конкретизується в певних функціях.

Спробуємо виділити і охарактеризувати основні функції цих фахівців: матеріально-виробничу, техніко-технологічну; науково-пізнавальну, креативну; організаційно-виробничу, соціально-управлінську; соціокультурну.

Матеріально-виробнича, техніко-технологічна функція

Ця функція виконується безпосередньо інженерно-технічними працівниками, які обслуговують сферу матеріального виробництва, сприяють перетворенню науки в безпосередню продуктивну силу суспільства, сприяють реалізації, матеріалізації, «уречевленню» наукового знання, його впровадженню у практику, створюють матеріально-технічну базу виробництва, забезпечують науково-технічний, технологічний та організаційно-управлінський прогрес у сфері матеріального виробництва, активно впливають своїми ідеями, розробками, рекомендаціями та пропозиціями на підвищення і вдосконалення рівня організації виробництва, продуктивності та ефективності роботи працівників виробництва та ін. Інженерно-технічні працівники здійснюють технічну підготовку виробництва, яка являє собою сукупність робіт щодо створення і впровадження у виробництво нових і вдосконалення раніше освоєних видів продукції і технологічних процесів.

Технічна підготовка містить такі стадії, як технічне завдання (вивчення наявних конструкцій і патентів, визначення основних параметрів машини і висунутих до неї техніко-економічних вимог), технічна пропозиція (розроблення принципової схеми машини, визначення технічних характеристик та ін.). Ескізний проект (розроблення кінематичних, електричних, гідравлічних схем машини, визначення собівартості й очікуваного економічного ефекту та ін.), технічний проект (підготовка креслень і розрахунки на міцність агрегатів і вузлів, економічне обґрунтування конструкцій і т. п.), розроблення робочої документації (розроблення робочих креслень на її деталі, коригування робочих креслень, рекомендації щодо експлуатації та ін.).

Інженерно-технічні працівники розробляють перспективні плани щодо оцінювання та впровадження досягнень науково-технічного прогресу в практику, що містять:

- прогнозування розвитку науково-технічного прогресу на підприємстві і безпосередньо в області спеціалізації інженера;
- розроблення і здійснення перспективних планів підвищення науково-технічного рівня продукції, організації виробництва і управління;

- розроблення і здійснення перспективних планів соціально-економічного розвитку колективу;
- технічну (конструкторську і технологічну) підготовку виробництва нових видів продукції.

Техніко-технологічна функція інженерно-технічних фахівців пов'язана з розробленням науково-технічних ідей, їх реалізацією при проектуванні, конструюванні та експлуатації технічних засобів, здійсненні технологічних процесів, проведенні наукових досліджень. Сюди також входить технічне обслуговування складної техніки, капітальний ремонт із заміною окремих вузлів технологічного устаткування, усунення наслідків різних аварій технічного характеру.

Інженерно-технічні працівники здійснюють технічну модернізацію, технічне переозброєння і технологічне переоснащення для підготовки виробництва до випуску нової продукції або підвищення її якості та конкурентоспроможності.

Інженерне обслуговування поточного виробництва містить:

- інженерне опрацювання управлінських рішень, що приймаються адміністрацією підприємства;
- розміщення виробничого процесу в просторі і синхронізацію його в часі в ході організаційного, технічного і технологічного проектування;
- наукову організацію праці робітників та інженерно-технічних працівників, його нормування, оплату і стимулювання;
- контроль за якістю продукції, додержанням стандартів, технологічної дисципліни, норм і нормативів охорони природи, протипожежної техніки і т. ін.;
- інженерний контроль за експлуатацією, забезпеченням і обслуговуванням виробничих машинних систем і устаткування, в тому числі систем управління, їх ремонт і налагодження.

Науково-технічні фахівці розробляють, впроваджують, обслуговують і вдосконалюють комп'ютерну техніку, інформаційні технології, засоби телекомунікації і зв'язку у всіх сферах суспільства.

Науково-пізнавальна, креативна функція

Зрозуміло, що дослідний, креативний (творчий) момент в принципі має обов'язково бути присутнім в інженерно-технічних фахівців, отже, бути наскрізним елементом у виконанні ними матеріально-виробничої, техніко-технологічної та інших функцій, проте на практиці, як уже зазначалося, вони переважно зайняті далеко не творчою, поточною і навіть рутинною роботою [37].

Тому зазначена функція виконується вченими технічного профілю, представниками технічної науки, які просто покликані виробляти нове науково-технічне, технологічне та інженерне знання.

Науково-дослідна діяльність вчених технічного профілю вкрай складна, різноманітна і багатофункціональна, до неї включають такі основні види занять:

1. Власне науково-дослідна, творча та когнітивна, пошукова та прогностична діяльність, яка є головною і спрямована на вирішення різних техніко-технологічних проблем, на виробництво, збільшення науково-технічного знання.

2. Методологічна діяльність, спрямована на розроблення методології, інструментарію засобів, принципів і процедур технічного пізнання, іншими словами, покликана вирішувати методологічні проблеми технічних наук.

3. Науково-інформаційна діяльність, яка орієнтована на пошук необхідної інформації, передбачає відбір, систематизацію, зберігання, розмноження і поширення нової інформації, нового наукового знання.

4. Науково-організаційна діяльність, пов'язана з організацією, раціоналізацією і оптимізацією праці вчених технічного профілю.

5. Відтворювальна діяльність, мета та призначення якої – виробництво, підготовка, перепідготовка, відтворення науково-технічних кадрів. Звичайно, головну роль тут відіграють кафедри технічних наук ВНЗ, викладачі технічних дисциплін.

Однак, як уже зазначалося, головне призначення науково-пізнавальної функції вчених технічного профілю – вирішення техніко-технологічних проблем, дослідження техніки, технології та інженерної діяльності, генерація нових технічних ідей, гіпотез і теорій нового технічного знання, яке є найважливішим джерелом науково-технічного прогресу. Але слід особливо підкреслити, що технічне знання має бути пов'язано з ідеями гуманізму, з соціально-гуманітарним знанням, має сприяти гуманізації техніки, технології, інженерної діяльності і техносфери [6].

Організаційно-виробнича, соціально-управлінська функція

Інженерно-технічні фахівці в сфері матеріального виробництва зайняті не тільки суто інженерною, техніко-технологічною, але й організаційно-управлінською діяльністю, багато хто з них є організаторами виробництва, керівниками різного рангу, прямо і безпосередньо працюють з людьми, виконують соціально-управлінську функцію. Тут важливо підкреслити, що найбільша питома вага ділового, управлінського спілкування припадає на керівників низової та середньої ланки. Тому організатори, керівники матеріального виробництва мають володіти гуманітарно-управлінською культурою.

У загальної гуманітарно-управлінської культури можна виділити такі основні елементи, як культура мислення, суспільствознавча культура, культура почуттів і емоцій, мовна культура, культура спілкування і поведінки, психолого-педагогічна культура, організаційна та тілесно-фізична культура.

На жаль, в зарубіжній і вітчизняній управлінській практиці досі панують сугубий прагматизм, техніцизм і технократичне мислення, хоча зараз стає все більш очевидним, що гуманітарно-управлінська культура організаторів сучасного виробництва і «управлінців» є найважливішим

показником (критерієм) їх професіоналізму і компетентності, значною мірою визначає їх успіх і кар'єру.

Соціокультурна функція

Вона визначається належністю науково-технічних фахівців до специфічної культури, науково-технічної культури, яку вони поширюють у суспільстві, за допомогою якої формують техніко-технологічне, інженерне ставлення людини до світу, своє бачення світу і місця в ньому людини.

Науково-технічні фахівці формують у масовій свідомості певну наукову картину світу, здійснюють поширення науково-технічного знання у усі сфери життєдіяльності людей, формують у них специфічну технічну, комп'ютерну та інформаційно-технологічну культуру. Однак крім позитивних моментів присутні й негативні аспекти, засоби масової індустрії, Інтернет здатний породити у людей комп'ютерну, віртуальну залежність, віртуальну злочинність (хакерство, незаконну діяльність у сфері програмного забезпечення і т. п.). Вседозволеність, відсутність цензури в мережі Інтернету веде до того, що в мережі легко знайти небезпечну інформацію (таку, наприклад, як рецепт приготування в домашніх умовах вибухівки, як обходити охоронні системи та ін.) [19].

Тому науково-технічні фахівці покликані постійно вносити свій вклад у формування етично-моральних засад і норм поведінки на цифрових просторах Інтернету, а також у здійсненні контрольної-цензурної функції культури у сучасному суспільстві з метою забезпечення інформаційної безпеки громадян країни.

Запитання для самопідготовки

1. Сучасний інженер: хто він такий?
2. Коли виникла інженерна професія?
3. Які основні етапи можна виділити в інженерній діяльності?
4. Які особливості інженерного мислення?
5. У чому полягає специфіка інженерної творчості?
6. У чому полягає криза сучасної інженерії?
7. Які особливості технічних наук?
8. Який існує зв'язок між технічними, природними та соціально-гуманітарними науками?
9. Чим відрізняється технічна теорія від теорії фізичної?
10. Які методи використовують технічні науки?
11. Яке значення мають технічні науки для розвитку техніки і інженерії?
12. Які місце і роль науково-технічного фахівця в сучасному суспільстві?
13. Які основні функції сучасних науково-технічних фахівців?
14. Який зміст матеріально-виробничої, техніко-технологічної функції інженерно-технічних працівників?
15. Який зміст організаційно-виробничої, соціально-управлінської функції інженерно-технічних працівників?
16. Який зміст соціокультурної функції науково-технічних фахівців?

2. РОБОТОТЕХНІКА ТА МЕХАТРОНІКА ЯК СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

2.1. Основні напрямки та загальні принципи роботизації

Розвиток сучасного суспільства та виробництва створили умови для виникнення й розвитку нового класу машин – роботів і відповідного інженерного напрямку – робототехніки. Робототехніка – науково-технічна дисципліна, яка швидко розвивається, вивчаючи не тільки теорію, методи розрахунку й конструювання роботів, їхніх систем та елементів, але й проблеми комплексної автоматизації виробництва. Важливо помітити, що термін «робототехніка» також використовують і в іншому контексті, означаючи сукупність техніки (машин, устаткування, агрегатів і ін.), оснащеної робототехнічними пристроями або функціонуючої разом із роботами в єдиному технологічному процесі [33].

За всіх часів науково-технічна діяльність людини визначалася, з одного боку, потребою у розвитку та удосконаленні суспільного виробництва як бази для досягнення економічної могутності, а з іншого боку – необхідністю дослідження й освоєння нових нетрадиційних просторів і сфер діяльності.

Один із важливих чинників прискорення руху в економіці – інтенсифікація промислового виробництва, основою якого на сучасному етапі науково-технічного й соціального розвитку суспільства є комплексна механізація і автоматизація.

Сучасний світовий ринок, орієнтований винятково на запити споживача, диктує промисловості необхідність пристосування до коливань попиту, часті зміни номенклатури вироблюваної продукції, тобто потребує виробів, зроблених малими партіями і таких, що задовольняють індивідуальні потреби, а це можливо тільки на основі виробництв, що гнучко перебудовуються. Так, зараз не менше 70 % світової машинобудівної продукції становлять вироби, що випускаються дрібними та середніми серіями. Однак вимоги малої серійності та високої продуктивності праці практично несумісні в традиційному машинобудівному виробництві, тому що найбільш гнучкі виробництва, що мають необмежені можливості перебудови на випуск будь-якої продукції, що базуються на універсальному технологічному устаткуванні й керовані вручну, потребують застосування висококваліфікованої праці робітників, яка ж до того постійно дорожчає. Крім того, нових підходів потребує й ряд інших важливих чинників комплексної автоматизації виробництва. Так, навіть при порівняно високому рівні автоматизації основних технологічних процесів сучасного виробництва значна частина допоміжних операцій, як правило, монотонних і стомлюючих, а найчастіше й травмонебезпечних, пов'язаних із завантаженням і розвантаженням устаткування,

переміщенням та складуванням деталей і т. п., практично не піддається автоматизації традиційними засобами, що гальмує подальше вдосконалювання технологій [24].

На сучасному виробництві операції виготовлення типової деталі на верстаті займає лише 2...3 % від загального часу виробництва, а це великий резерв. Нарешті, за допомогою традиційних методів твердої автоматизації вкрай важко або дуже дорого, а іноді просто неможливо автоматизувати складальні, зварювальні, фарбувальні й інші операції, що не піддаються суворій регламентації процесу.

Зараз йде постійна інтенсифікація впровадження робототехніки в промислове виробництво, тому доцільно згадати загальні принципи технічної політики при роботизації промислового виробництва, рекомендовані професором Л. І. Волчкевичем.

Перший принцип – принцип досягнення кінцевих результатів – свідчить про те, що засоби роботизації мають не просто імітувати або заміщати людину, а виконувати виробничі функції швидше, надійніше й краще людини, лише тоді вони по-справжньому будуть ефективними.

Другий принцип – принцип комплексності підходу – диктує необхідність розгляду і ув'язування в єдиному комплексі всіх найважливіших компонентів виробничого процесу: об'єктів виробництва (виробів), технології, основного та допоміжного устаткування, системи керування й обслуговування, кадрового забезпечення, взаємодії із зовнішніми структурами й ін.

Третій принцип – принцип необхідності – визначає застосування засобів роботизації, найсучасніших і перспективних, не там, де їх можна пристосувати, а лише там, де без них не можна обійтися.

Четвертий принцип – принцип своєчасності – не допускає впровадження й тиражування недостатньо дозрілих і відпрацьованих технічних рішень і конструкцій. Впровадження дорогих, малонадійних і непродуктивних робіт та інших засобів автоматизації може призвести лише до їхньої дискредитації [10].

2.2. Поняття «робот» і основні його ознаки

Щоб визначити поняття «робот», варто, мабуть, усвідомити головні його показники і оцінити його можливості. Робот за своєю концепцією виник як пристрій, покликаний замінити працю людини у самих найрізноманітніших видах і сферах діяльності. Тому оцінка його можливостей має виходити із трьох категорій здібностей, властивих людині, – фізичних, функціональних та інтелектуальних. Крім того, робот – це тривимірна машина, що має три виміри, які відповідають простору живої істоти. Обчислювальні й інші інформаційні машини, а також машини вантажопідйомного, будівельного, транспортного виду двовимірні.

Стаціонарні машини загального застосування, що мають тільки фізичні можливості та існували дотепер, можна вважати одновимірними. Як же визначається загальне поняття «робот»?

У широкому розумінні робот може бути визначений як технічна система, здатна замінити людину або допомагати їй у виконанні різних завдань. Однак і дотепер відсутнє загальноприйняте формулювання. Різні джерела дають різне тлумачення цього поняття. Від інших систем, призначених для оброблення поступаючої ззовні інформації й одержання керуючих впливів (наприклад, систем автоматичного керування технологічними процесами), роботів відрізняє антропоморфізм.

Професор Токійського університету, доктор Сигеру Ватаата пропонує вважати роботом пристрій, здатний самостійно переміщатися в просторі, справлятися із завданнями аналізу сцен і розпізнавання образів, що володіє числом ступенів рухливості, що вміє аналізувати обстановку за допомогою зворотного зв'язку, а також прогнозувати ситуації, опираючись на власний досвід і доступну інформацію.

Професор Токійського технологічного інституту доктор Сейко Морі вважає, що роботом може бути названий пристрій за умови, що він володіє універсальністю, мобільністю, являє собою одне фізичне тіло, працює автоматично, повністю підкоряється людині, а також здатне до елементарної інтелектуальної діяльності. При цьому універсальність, мобільність, індивідуальність і автоматизм – всі ці якості є невід'ємними ознаками всіх роботів без винятку.

Відомий французький фахівець Пилип Куафе нагадує, що робот – це керована машина, що має такі дві властивості: 1) універсальні можливості, тобто здатність виконувати різні механічні дії в реальному просторі, для чого роботіві необхідно мати механічну структуру зі змінюваною геометрією ланок, і 2) адаптивність до зовнішнього середовища, тобто здатність самостійно змінювати свою поведінку залежно від змін її стану.

Ще далі по шляху конкретизації поняття йде професор М. Щпрингер з Університету Куін Мері, відповідно до визначення якого пристрій, щоб називатися роботом, повинен мати мінімальний набір властивостей і таких можливостей: 1) наявність механічної руки й захоплення; 2) уміння самостійно пересуватися й самостійно управляти своїми діями; 3) наявність виконавчої системи й системи керування, які в сукупності забезпечують реалізацію попередніх властивостей; 4) наявність комп'ютера, здатного запам'ятовувати програми керування з відпрацюванням поступаючих ззовні наказів, а також програм, що реалізують рішення, які приймає сам робот, виходячи з набору деяких заздалегідь певних альтернатив; 5) наявність пристроїв і датчиків, здатних визначати торкання роботом яких-небудь зовнішніх предметів, вимірювати ступінь гладкості поверхні, твердість матеріалу, місце розташування заданого предмета, його масу, теплопровідність, температуру, ступінь

близькості цього предмета, визначати його форму й розміри, характерні зовнішні ознаки, колір, відстань, захід, знаходити місце розташування «рук і ніг» робота, а також аналізувати звукові сигнали [22].

Варто навести ще одне визначення поняття «робот», отримане шляхом статистичного аналізу відповіді на запитання: «Що таке робот, чим він відрізняється від машин і автоматичних систем?», що ставився експертам, які спеціалізувалися в різних галузях науки й техніки. Результатом експертизи було таке визначення: «Робот являє собою рухливу компактну систему, відмітними ознаками якої є чутливі елементи, маніпулятори й, саме головне, деякий ступінь штучного інтелекту. При цьому штучний інтелект ототожнюється головним чином зі здатністю до навчання й відповідно до зміни поведінки» [31].

При всій численності та різноманітності формулювань виділимо закладені в них найбільш характерні ознаки роботів, до яких, слід віднести:

а) автономність, під якою розуміють здатність самостійного виконання дій або виробничих операцій, відповідно лише із програмним алгоритмом або із керуючою командою;

б) універсальність, що розуміють здатність виконувати всілякі дії або виробничі операції та легко переходити з одного виду дій на інший;

в) автоматичність, тобто здатність виконувати досить складні й завершені дії або виробничі цикли без безпосереднього втручання людини-оператора;

г) антропоморфізм, що розуміється в широкому змісті як наділення робота здібностями, властивими людині: фізичними (силовими), функціональними (руховими) та інтелектуальними (подібність роботи мозку людини), що зовсім необов'язково й може використовуватися лише в спеціальних цілях;

д) адаптивність, тобто здатність до цілеспрямованої зміни своєї поведінки під впливом змін зовнішніх умов і до навчання в процесі взаємодії із зовнішнім середовищем (гнучкість). Здатність до адаптації й навчання реалізується шляхом наділення робота тими або іншими засобами зворотного зв'язку: дотиком, зором, слухом, нюхом, запам'ятовуванням і т. п.

Виділені в найбільш загальному вигляді без зайвої деталізації ці п'ять відмітних ознак досить повно визначають здатності й можливості робота як технічної системи. При цьому три перших є невід'ємними ознаками будь-якого робота, а два наступних – четвертий і п'ятий – тією чи іншою мірою можуть бути властиві найбільш складним роботам. Таким чином, може бути дано досить загальне й стисле визначення класу машин, іменованих роботами.

РОБОТ – це автономно функціонуюча універсальна автоматична машина, призначена для відтворення фізичних, рухових і розумових функцій людини, наділена здатністю до адаптації й навчання у процесі активної взаємодії з навколишнім середовищем.

Робот – гарний приклад того, як сума раніше відомих складових частин (маніпуляторів, ЕОМ, сенсорики) дає нову якість – принципово новий тип технічного пристрою, що має в досить розвиненому варіанті штучний інтелект, штучні органи почуттів, здатність сприймати навколишнє середовище й активно впливати на неї, навчаючись і вдосконалюючись у ході цього процесу. Роботів, а тим більше промислових, повністю відповідних наведеному вище визначенню, стає дедалі більше; широко застосовують роботи, які мають один або декілька пристроїв типу органів почуттів людини, але які мають здатність мислити, не одержали широкого застосування. Однак наука й техніка роблять упевнені кроки по шляху вирішення однієї з фундаментальних проблем робототехніки – створення роботів, що почувають і мислять.

2.3. Покоління роботів

Історія створення й розвитку сучасних роботів нараховує дещо більше півстоліття, але за цей час вони зазнали значної еволюції як у змісті елементної бази, так і зміни їхньої структури, появи нових можливостей і функцій, розширення областей застосування, характеру використання. Тому склалася традиція ділити історію розвитку та рівень досконалості роботів на покоління. Варто обмовитися, що розподіл цей досить умовний та розуміти його треба у специфічному змісті. Кожному поколінню роботів властиві як певні характерні показники, так і певні сфери застосування. Кожне наступне покоління роботів має більше можливостей та досконалість, але не виключає попереднього; вони взаємно доповнюють один одного й знаходять застосування відповідно своїм функціональним можливостям та умовам економічної доцільності. До теперішнього часу сформувалося три покоління роботів.

Роботи першого покоління – це роботи із програмним керуванням (ПР – програмні роботи), призначені для виконання певної, жорстко запрограмованої послідовності операцій, згідно з відповідним технологічним процесом. Керування такими роботами здійснюється за задалегідь заданою програмою, при строго певних і незмінних умовах експлуатації. Простота формування та можливість зміни програми, тобто перенавчання, зробила таких роботів досить гнучкими і універсальними.

Однак функціональні можливості роботів першого покоління істотно обмежені малими можливостями інформаційно-вимірювальної системи та недостатньою досконалістю керуючої системи, у результаті чого здатність до сприйняття зовнішнього світу у роботів практично відсутня. Такі роботи не можуть функціонувати самостійно: будь-яке відхилення від задалегідь певних і заданих програмою умов призводить до збою та зупинки, а в найбільш важких випадках – до аварії й виходу робота з ладу.

До роботів першого покоління відноситься переважна більшість сучасних промислових роботів, за допомогою яких здійснюється

установлення, зняття, транспортування виробів, механічна й термічна обробка, найпростіші складальні операції, зварювання, штампування, пресування, лиття під тиском, фарбування й оброблення й т. п. Вони добре справляються з обслуговуванням металорізального встаткування (зокрема, верстатів із ЧПК й обробних центрів), печей, пресів, технологічних ліній, ливарних машин і т. ін., однак ускладнюються виконувати більш складні виробничі операції (наприклад, складальні, монтажні), що не піддаються твердій регламентації процесу, тому що роботи першого покоління принципово не можуть функціонувати автономно в недетермінованій обстановці.

Успішне функціонування роботів із програмним керуванням можливо лише при чітко певних умовах, створення яких потребує введення спеціального технологічного устаткування, вартість якого часто перевищує вартість самого робота. Це ускладнює й здорожує роботизацію виробництва та інших сфер діяльності людини, робить її менш гнучкою, тому необхідні більш досконалі роботи, що мають значно більший розвинений апарат адаптації, більшу інформаційну потужність, а також здатність до адаптації та самонавчання, тобто роботи другого покоління [22].

Роботи другого покоління – це адаптивні роботи (АР), призначені для роботи з неорієнтованими об'єктами довільної форми, здійснення складальних і монтажних операцій, збирання інформації про зовнішнє середовище. Вони відрізняються, по-перше, істотно більшим набором і досконалістю як зовнішніх сенсорних датчиків (телевізійні, оптичні, тактильні, локаційні й т. п.), так і внутрішніх (датчики положень «руки» або «ноги» відносно «тіла» робота, датчики зусиль і моментів і т. п.) і, по-друге, більш складною системою керування, що потребує для своєї реалізації керуючої ЕОМ. Невід'ємною частиною роботів другого покоління є їх алгоритмічне та програмне забезпечення, призначене для оброблення сенсорної інформації і вироблення керуючих впливів.

Технічні органи почуттів, що входять в інформаційно-вимірювальну систему роботів другого покоління, служать джерелом зворотних зв'язків для керуючої системи; остання, обробляючи отриману інформацію, формує закон керування виконавчими механізмами з урахуванням фактичної обстановки. Таким чином, адаптивні роботи при відповідному апаратному, алгоритмічному й програмному забезпеченні здатні розпізнавати «ситуації» і автоматично пристосовуватися (адаптуватися) до невизначених умов, що змінюються. При цьому їхні функціональні можливості можуть бути істотно розширені шляхом нарощування програм оброблення сенсорної інформації та адаптивного керування.

Можливості роботів другого покоління, оснащених значним числом датчиків зовнішньої та внутрішньої інформації, а також потужної керуючої ЕОМ із розвиненим програмним забезпеченням значно перевершують

можливості роботів першого покоління. Завдяки здатності «розпізнавати» зовнішню обстановку аналізувати сенсорну інформацію та пристосовуватися до умов, що змінюються, адаптивні роботи можуть взаємодіяти з неорієнтованими об'єктами у неупорядкованій обстановці та виконувати дослідницькі роботи, складальні та монтажні операції, збирати інформацію про навколишнє оточення і т. п. [22].

Роботи третього покоління – це так звані інтелектуальні (IP), або розумні, роботи, призначені не тільки й не стільки для відтворення фізичних і рухових функцій людини, скільки для автоматизації його інтелектуальної діяльності, тобто для вирішення інтелектуальних завдань. Вони принципово відрізняються від роботів другого покоління складністю функцій та досконалістю керуючої системи, що містить елементи штучного інтелекту.

Тут доречно звернутися до поняття штучного інтелекту. За визначенням відомого вченого-кібернетика професора А. В. Тимофєєва, під інтелектом розуміють здатність мозку вирішувати інтелектуальні завдання шляхом придбання, запам'ятовування та цілеспрямованого перетворення знань у процесі навчання на досвіді й адаптації до різноманітних обставин. При цьому під інтелектуальними розуміють завдання, пов'язані з відшукуванням алгоритму рішення цілого класу завдань певного типу. Діяльність же мозку, що володіє інтелектом, спрямовану на рішення інтелектуальних завдань, будемо називати мисленням, або інтелектуальною діяльністю [22].

У процесі вирішення інтелектуальних завдань виявляються такі характерні риси інтелекту, як здатність до аналізу й узагальнення, навчання та надбання досвіду (знань і навичок), адаптації до умов, що змінюються, у процесі інтелектуальної діяльності. Завдяки цим якостям інтелекту «мозок» може вирішувати різноманітні завдання, а також легко перебудовуватися з одного завдання на інший, будучи універсальним засобом вирішення широкого кола завдань (у тому числі неформалізованих), для яких немає стандартних, заздалегідь певних методів рішень [31].

У процесі інтелектуальної діяльності людина постійно шукає шляхи та засоби досягнення тієї або іншої мети, намагається виробити план дій або алгоритм, впливаючи на який можна досягти цієї поки недоступної мети, і, завдяки навчанню й досвіду, використовувати надалі вироблений алгоритм, поширивши його для ефективного рішення вже цілого класу подібних завдань. Саме здатність до подолання труднощів і перешкод, знаходження обхідних шляхів послідовного наближення до мети методом проб і помилок там, де немає прямого і однозначного шляху, відрізняє інтелектуальну діяльність від неінтелектуальної.

Виникає принципове питання: чи можна моделювати інтелектуальну діяльність, або, іншими словами, створити штучний інтелект? Сучасна наука ствердно відповідає на це запитання. Безсумнівно, що

обчислювальні машини й роботи в принципі можуть мати основні риси інтелекту. Більше того, сучасні найбільш зроблені ЕОМ і роботи в сукупності з їх алгоритмічним і програмним забезпеченням уже мають ці риси. Про подібні системи говорять, що вони містять елементи штучного інтелекту. У самому загальному вигляді штучний інтелект – це сукупність машинних автоматичних методів і засобів цілеспрямованого перероблення інформації (знань) відповідно до набутого в процесі навчання й адаптації досвіду при вирішенні різноманітних інтелектуальних завдань (приклад – гра в шахи).

Штучний інтелект робота можна трактувати як алгоритмічне та програмне забезпечення його інформаційно-керуючої системи, що має здатність моделювати (відображати) навколишнє середовище та вирішувати широкий клас інтелектуальних завдань за допомогою навчання на власному досвіді й адаптації до умов, що змінюються. У загальному вигляді інтелектуальний робот здатний розуміти природну мову й вести діалог із людиною, створювати в собі модель зовнішнього середовища, розпізнавати і аналізувати образи й ситуації, формувати поняття, планувати поведінку, на підставі чого будувати програмні рухи виконавчої системи й здійснювати їхнє відпрацювання в умовах неповної інформованості [76].

Потреба в інтелектуальних роботах виникла лише в останні роки. Якщо роботи другого покоління вже використовують для ряду науково-технічних розробок (наприклад, для космічних і глибоководних досліджень) та у промисловості, то роботи третього покоління поки що випробовують у наукових лабораторіях. Однак в усьому світі здійснюють постійні інтенсивні наукові дослідження зі створення і удосконалювання різних систем інтелектуальних роботів: розпізнавання об'єктів, образів і ситуацій; формування моделі зовнішнього середовища; вироблення доцільного поведінки в умовах невизначеності; надійного відпрацювання рухів виконавчими органами; самонавчання в процесі взаємодії із зовнішнім середовищем і т. д.

2.4. Основні напрями робототехніки

Промислові роботи, підрозділяють на три групи за своїми ознаками: виробничі, або технологічні (ВПР), що виконують основні операції технологічних процесів; підйомно-транспортні промислові роботи, або допоміжні (ПТПР), що виконують допоміжні дії типу «взяти – перенести – покласти»; універсальні (УПР), що виконують різні (і основні, і допоміжні) операції.

За спеціалізацією промислові роботи підрозділяють на спеціальні, виконуючі певні технологічні операції або обслуговуючі конкретні моделі технологічного встаткування; спеціалізовані або цільові, призначені для виконання технологічних операцій одного виду (зварювання, складання,

фарбування й т. п.) (рис. 2.1) або для обслуговування певної групи моделей технологічного встаткування; універсальні або багатоцільові, призначені для виконання як основних, так і допоміжних технологічних операцій різних видів і з різними групами моделей технологічного встаткування.

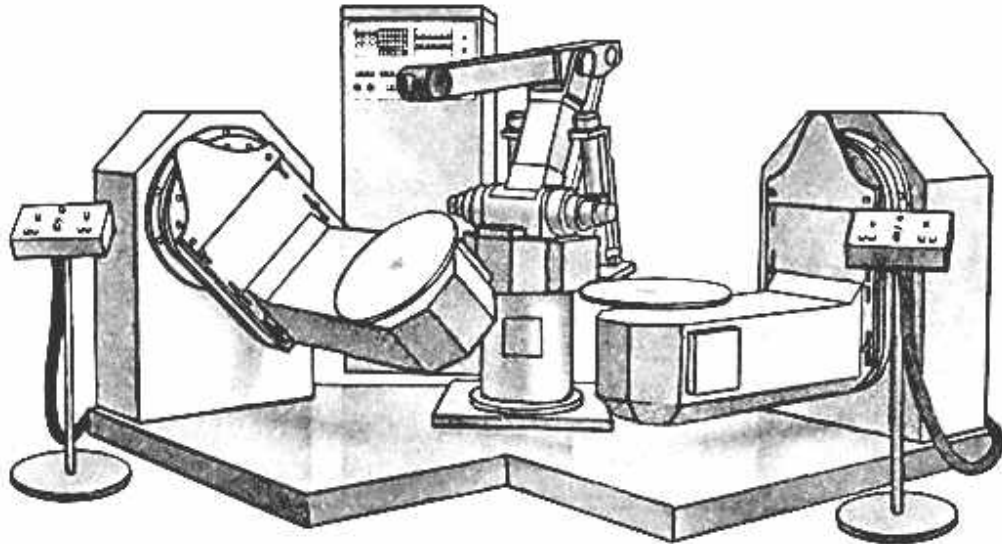


Рис. 2.1. Зварювальний робототехнічний комплекс

Сучасне будівництво за ступенем і стилем механізації наближається до промисловості, тому будівельні роботи можуть бути включені в цю групу. Вони призначені для автоматизації будівельного виробництва, якому органічно властивою є величезна кількість ручних операцій, як допоміжних, так і основних.

У наш час у будівельному виробництві знаходять застосування різні маніпулятори з керуванням оператором, а також промислові роботи для виробництва будівельних матеріалів (рис 2.2).

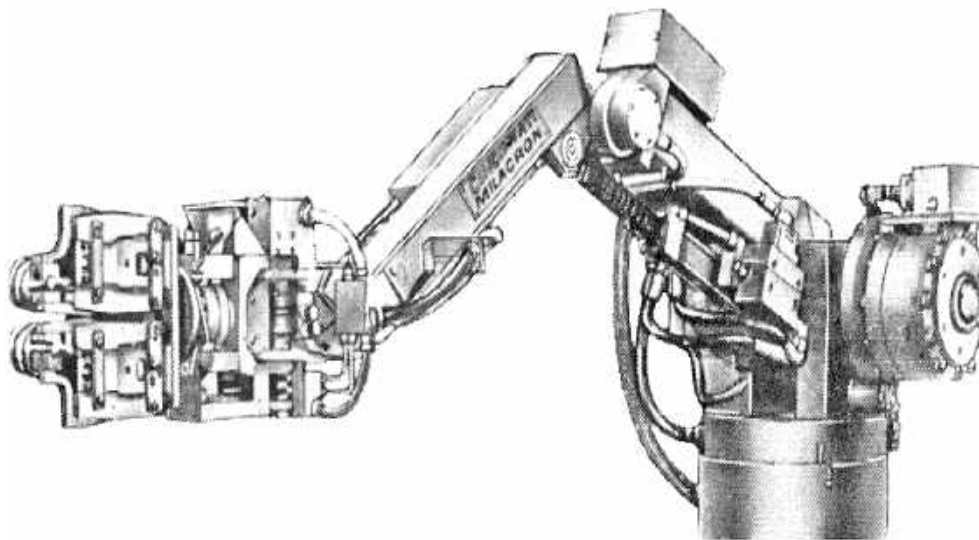


Рис. 2.2. Маніпулятор промислового робота Cincinnati Milacron

Сільськогосподарські роботи – призначені для автоматизації трудомістких і монотонних процесів у сільськогосподарському виробництві, що традиційно потребує значних витрат праці. Крім операції доїння, найбільш автоматизованою в останні роки стає можливість створення спеціальних транспортно-технологічних засобів, наприклад, тракторів, керованих без водіїв і використовуваних для сівби, оранки, внесення добрив, обприскування посівів, обрізання зайвих паростків, збирання врожаю і т. д.

Транспортні роботи призначені для автоматизованого транспортування об'єктів, а також для керування різними транспортними системами. Дослідження й розробки щодо створення транспортних роботів постійно ведуть в усьому світі. Виділяють чотири принципово різних типи – наземні, повітроплавні, водоплавні й підземні. Найбільший розвиток одержали нині наземні транспортні роботи, які можуть бути колісними, крокуючими й гусеничними.

Найбільший розвиток і поширення в цей час одержали колісні транспортні роботи, використовувані досить широко в промислових автоматизованих транспортно-складських системах і гнучких автоматизованих виробництвах у вигляді мобільних автоматичних кранів, автоматичних керованих візків (АКВ), робокарів та ін., що оснащуються в багатьох випадках різними маніпуляційними пристроями. У найпростішому вигляді такі роботи впливають по рейках або по маршруту над кабелем, прокладеним під поверхнею підлоги. Генератор частоти, подаючи струм по кабелю, створює магнітне поле, що вловлюється двома датчиками приймального пристрою візка, що направляють її за необхідними маршрутами. Навіть такі прості системи АКВ дозволяють включати маршрути з декількома галузями й петлями за допомогою використання різних частот для кожного шляху. У більш складному варіанті візок обладнують автономною керуючою ЕОМ і засобами адаптації [16].

Роботи спеціального призначення – використовують для виконання різних ремонтних, відбудовних і рятувальних робіт в екстремальних умовах і ситуаціях, а також попередження аварій, стихійних лих і ліквідації їхніх наслідків. Розроблення таких роботів спрямоване на вирішення важливих проблем безпеки й схоронності людини й середовища його перебування, а тому є не тільки вкрай актуальним, але й престижним завданням.

Сфери конкретного застосування спеціальних роботів досить різноманітні. Це профілактичні, ремонтні та рятувальні роботи в екстремальних умовах (наприклад, на ядерних реакторах АЕС, надводних і підводних суднах, підприємствах); знезаражування приміщень, споруд і місцевості від радіоактивних, хімічних, біологічних та інших викидів; знешкодження різних вибухових пристроїв; пошук й порятунок людей при аваріях і стихійних лихах; боротьба з пожежами, активний контроль і попередження людей про стихійні лиха й аварії, ліквідація їхніх наслідків;

боротьба з тероризмом й організованою злочинністю; несення активної патрульної служби й багато чого іншого.

Відомо, що для ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС розроблені й використані робототехнічні пристрої як у вигляді радіокерованих бульдозерів, так і спеціальних роботів для знезаражування прилягаючої місцевості, дахів й будинків аварійного блока АЕС. І хоча терміновість замовлення й стислі строки розроблення не дозволили створити зроблені конструкції, проте роботи відіграли свою роль.

Розроблення й створення робота для аварійних ситуацій на АЕС ведеться в співдружності між нашими і югославськими вченими з 1989 р. у лабораторії великого фахівця в області біомеханіки й робототехніки професора Миомира Вукобратовича. Крокуючий «багатоногий» робот оснащується спеціальним маніпулятором, системою технічного зору, сенсорикою і системою керування, що дозволяють йому ефективно функціонувати у вкрай нетипових ситуаціях.

Японські фахівці створили робота-пожежного, здатного за допомогою ультразвукових датчиків і лазерних сенсорів не тільки виявляти вогнища пожеж, але й «бачити» перешкоди, що зустрічаються на шляху, і боротися з вогнем за допомогою спеціальної рідини, що направляється під тиском із двох стовбурів. Спеціальне ізоляційне покриття дозволяє «пожежному» працювати протягом 3 хвилин при температурі 800° С.

Як бачимо, сфери застосування спеціальних роботів досить різноманітні, та науковий пошук у цьому напрямку триває постійно.

Побутові роботи призначені для автоматизації різних операцій як безпосередньо в побуті людини, так і в сфері обслуговування. Ці роботи покликані реалізувати найважливіше соціальне завдання суспільства – вивільнення часу людини для духовного життя. Створення побутових роботів – досить складне наукове й інженерне завдання, тому що тут необхідні гнучкі універсальні системи, тобто адаптивні роботи з елементами інтелекту, здатні самостійно виконувати різні на перший погляд прості роботи – готування їжі, миття посуду, прибирання приміщень, шиття й ремонт одягу, догляд за дітьми, навчання різним навичкам, розвага людей та ін., але такі, що зовсім не піддаються твердій регламентації.

Навіть при зроблених науково-технічних можливостях розроблення й створення адаптивних апаратів, які допомагають людині в домашніх турботах, охороні будинку, роботі на присадибній ділянці й т. п., – цілком реальні завдання. Так, президент фірми «Unimation» Джозеф Енгельбергер повідомив про створення в рекламних цілях робота на ім'я «Айзек», що подає каву відвідувачам в офісі фірми. У Великобританії розроблений робот «Ровер», покликаний замінити сторожового собаку. Оснащений зробленими сенсорикою і системою керування цей робот за допомогою датчиків чуйно «прислухається» до всіх зовнішніх шумів, а у

випадку спроб проникнення сторонніх у будинок вибухає голосним гавкотом, одночасно зробивши повідомлення в найближчу поліцейську ділянку. «Ровер» виконує також функцію протипожежного пристрою, здійснюючи тривогу при перших ознаках витоку газу. У Франції, у вестибюлі станції паризького метро «Нотр-Дам», пройшли успішні випробування робота-чистильника, оснащеного системами сухого й вологого прибирання. Бортовий комп'ютер і система ультразвукової локації дозволяють роботі під час роботи чемно обходити людей, не падати по шляху й навіть підніматися по ескалатору.

В останні роки все більше застосування знаходять робототехнічні пристрої для розваг і забав. З одного боку, вони мають чисто прикладне значення, користуючись все зростаючим попитом не тільки в дітей, але й дорослих, з іншого боку – допомагають дослідникам виходити на нові рішення, доводити оригінальні розробки в ході створення різноманітних «кумедних» моделей. Цікавий робот на ім'я «Кубот» створений американським ученим Беттлом для ігор у кубик Рубика. Визначивши, у якому стані перебувають грані куба, робот, використовуючи спеціальний алгоритм, закладений у його пам'ять, за допомогою рук-маніпуляторів виконує необхідні рухи доти, поки не поверне кожній грані один колір. При цьому навіть на самий заплутаний варіант він витрачає не більше хвилини. Робототехнічні ігри, таким чином, можуть стати одним із багатообіцяльних напрямків розвитку побутових роботів.

Формується перспективна концепція створення робототехнічних ігор, коли мікророботи, зібрані граючими за принципом відомої гри «Конструктор», змагаються між собою, наприклад, у проходженні лабіринту, перенесенні вантажів тощо. Робототехнічні ігри, таким чином, стають одним із багатообіцяючих напрямків розвитку побутових роботів.

Однією з найбільш привабливих і шляхетних сфер додатка побутових роботів є надання допомоги інвалідам. Прикладом такої розробки є дослідження, проведене в Токійському університеті, де створюють «дворукого» робота-няньку, здатного виконувати цілий набір завдань – від зняття слухавки до названня стола.

Роботи у медицині. Велика область застосування відкривається перед робототехнікою в охороні здоров'я й медицині – це навчання фізичним вправам, фізіотерапія, хірургія, протезування й т. п.

У клініці університету японського міста Кобе як асистент лікаря-фізіотерапевта «трудиться» робот, допомагаючи здійснювати програму відновлення в пацієнтів функцій ушкоджених і хворих суглобів і м'язів. При проведенні лікувальної гімнастики для ушкодженої кінцівки робот використовує свою гнучку й рухливу «руку», за допомогою якої виконує спеціальні вправи суглоба й порівнює результати з попередньо закладеною в нього пам'ять, програмою лікувального тренування, видаючи результати на екран дисплея.

Роботизована хірургія почала розвиватися в 1980-х роках. Одним із перших автоматичних апаратів у хірургії був робот «da Vinci». Робочий прототип був розроблений в кінці 1980-х років у рамках контракту з армією США. Хірургічна система «da Vinci» (англ. Da Vinci Surgical System) – апарат для проведення хірургічних операцій. Виробляється серійно компанією Intuitive Surgical. Його використовують у декількох сотнях клінік по всьому світу. Він складається з двох блоків: перший призначений для хірурга-оператора, а другий – чотирирукий робот-маніпулятор є виконавчим пристроєм. Одна з «рук» робота тримає відеокамеру, що передає зображення оперованої ділянки, дві інші в режимі реального часу відтворюють рухи хірурга, а четверта «рука» виконує функції асистента хірурга. На 2015 рік побудовано понад 3000 таких апаратів [32].

Роботи – проектувальники призначені для автоматичного розрахунку й проектування машин і споруд, розроблення технологічних процесів, систем керування, інформаційного забезпечення й т. п.

Проблема роботизованого проектування (проектування за допомогою роботів) стає особливо актуальною у зв'язку з розробленням й створенням гнучких виробничих систем, що складаються із декількох роботизованих модулів і утримують настільки багато змінних, що людині-проектувальникові стає не під силу погодити їх між собою. Ідеальним інструментом для вирішення таких завдань проектування стає моделювання на комп'ютері за допомогою роботів. Прикладом такого робота-проектувальника можуть служити системи SolidWorks, AutoCAD і Autodesk Mechanical Desktop, SDRCI-DEAS і Pro/ENGINEER.

Однією з найпопулярніших у світі є система SolidWorks (Солідворкс) – програмний комплекс САПР для автоматизації робіт промислового підприємства на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Вона забезпечує розроблення виробів будь-якого ступеня складності та призначення. Працює в середовищі Microsoft Windows. Розроблено компанією SolidWorks Corporation, створеної з нуля Джоном Хірштіком, а з 1997 року є незалежним підрозділом компанії Dassault Systemes (Франція). Система SolidWorks стала першою САПР, що підтримує твердотільне моделювання для платформи Windows [32].

Дослідницькі роботи – це роботи, призначені для пошуку, збирання, перероблення й передачі інформації про досліджувані об'єкти. Такими об'єктами можуть бути важкодоступні, а також не доступні для людини сфери – космічний простір, океанські глибини, надра Землі, екстремальні лабораторні умови й т. п. або області, де потрібні виявлення, перероблення і аналіз величезних кількостей інформації, наприклад, інформаційний пошук і розвідка, мистецтво й література.

2.5. Тенденції розвитку мехатроніки та робототехніки

В останні роки склалися загальні тенденції розвитку техніки і технології, які обіцяють революційну перебудову буквально всіх сфер людської діяльності: мініатюризація й інтелектуалізація. В основі цього процесу лежить реалізація обох тенденцій в основних компонентах техніки – сенсорних, інформаційно-керуючих і виконавчих (силових), а також зближення їх на основі розвитку загальних тривимірних (3D) мікросистемних технологій. Це перш за все дає змогу створювати принципово нові типи малорозмірних технічних об'єктів і систем, наприклад, літальних апаратів, роботів, протезів і т. п. Однак не в меншій мірі це використовують і в інших галузях машинобудування ракетно-космічного, верстатобудівного, транспортного та ін.

Напевно, ці глобальні тенденції будуть розвиватися у вигляді системи уніфікованих мехатронних модулів, що охоплює весь типорозмірний діапазон виробів від важкого машинобудування до мікро- і наносистем. Перший якісний прорив в інформаційно-керуючих компонентах мехатронних модулів був зроблений на базі 2D-мікроелектронних технологій, і до останнього часу ці компоненти продовжують лідирувати в цьому процесі і практично вже не обмежують загальний процес мініатюризації технічних систем у цілому. Найбільш важливим етапом розвитку стала мікромініатюризація сенсорних компонентів на базі 3D-мікросистемних технологій. Однак основними компонентами, що стримують подальшу мініатюризацію технічних систем, є виконавчі (силові) компоненти. Вони дотепер базуються в основному на технічних ідеях двигунів XIX століття. Їх майбутній прогрес пов'язаний зі створенням мікромініатюрних машин і механізмів типу штучних м'язів на базі 3E-мікросистемних технологій [10].

Запитання для самопідготовки

1. Які Ви знаєте напрями розвитку робототехніки?
2. У чому полягають загальні принципи роботизації?
3. Які Ви знаєте ознаки роботів?
4. Розкрийте поняття «робот».
5. Дайте загальну характеристику поняттю «промислові роботи»
6. Перерахуйте основні напрями робототехніки.
7. Дайте характеристику напрямку «транспортні роботи».
8. Які існують тенденції розвитку мехатроніки та робототехніки?
9. Наведіть приклади використання роботів у медицині.
10. Які Ви знаєте автоматизовані системи проектування та яке їх призначення?
11. Де можна використовувати дослідницькі роботи?
12. Чому проектування побутових роботів – складне та наукоємне завдання?

3. ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПОНЯТТЯ ПРОМИСЛОВОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

3.1. Робототехнічні системи у виробництві

Робототехнічними (роботизованими) системами (РТС) називаються системи, які мають у наявності один або кілька роботів. РТС поділяють таким чином:

1. Інформаційні та керуючі РТС – комплекси вимірювально-інформаційних і керуючих засобів, що автоматично здійснюють збирання, оброблення та передачу інформації і забезпечують подальше її використання для формування різних сигналів. У промисловості застосовують як системи контролю і керування процесами виробництва. Для дослідницьких робіт (в атмосфері, під водою, в космосі) такі РТС можуть бути оснащені засобами пересування та захисту від впливу навколишнього середовища.

2. Мобільні (рухомі) РТС, що забезпечують автоматичне переміщення корисного навантаження в просторі. Можуть мати запрограмований маршрут і (або) автоматичну адресацію мети, а також рушії колісні, гусеничні, крокуючі, відмітні. У промисловості застосовують для обслуговування складів, внутрішньоцехового і міжцехового транспортування деталей, матеріалів, заготовок, інструменту та оснастки. Ці РТС часто оснащуються маніпуляторами.

3. Маніпуляційні РТС, призначені для імітації рухових функцій руки людини. Найбільше застосування знайшли в промисловості, де їх називають промисловими роботами[10].

3.2. Маніпулятори

Маніпулятор – пристрій для виконання рухових функцій, аналогічних функціям руки людини при переміщенні об'єкта в просторі, оснащений робочим органом (захват, зварювальна головка, фарбопульт, гайковерт і т. п.).

Об'єкт маніпулювання – тіло, що переміщується в просторі маніпулятором (заготовка, деталь, захоплювальний пристрій, допоміжний, мірний або обробний інструмент, технологічне оснащення і т. п.).

За методом керування маніпулятори поділяють на такі:

1. Біотехнічні (з ручним керуванням), керовані оператором. Залежно від типу робочого органу вони бувають:

– копіювальні – рух робочого органу повторює переміщення кисті руки (мають пристрої, що дозволяють оператору відчувати в масштабі сили, що діють на виконавчий механізм);

– командні – рух робочого органу не пов'язаний автоматично із задавальним пристроєм, а управління здійснюється за кожного зі ступенів

рухливості окремо за допомогою кнопок, рукояток і т. п.;

- напівавтоматичні – мають рукоятку, керуючу декількома ступенями рухливості, малу ЕОМ або спеціальний обчислювач, які перетворюють сигнали, що управляють рухами виконавчих органів.

2. Автоматичні – виконання робочих функцій, що здійснюється без участі оператора. Їх поділяють на такі:

- автооператори – автоматичні непрограмовані маніпулятори;
- перепрограмовані (промислові роботи), що складаються з маніпулятора і змінюють програму пристроїв програмного управління.

3. Інтерактивні – змішане ручне і автоматичне управління, тобто такі, що поперемінно управляються автоматично і оператором.

Інтерактивний маніпулятор (інтерактивний робот) має пристрої пам'яті для автоматичного виконання окремих дій управління і може бути двох видів:

- автоматизований – чергування в часі автоматичних і біотехнічних дій;

- супервізорний – всі частини програми виконуються роботом автоматично, а перехід від одного до іншого може здійснюватися тільки після подачі оператором необхідної команди.

Діалогове управління – різновид інтерактивного, коли передбачаються різні форми спілкування оператора із системою управління, включаючи подачу команд голосом, текстом і т. п.

За виконуваною операцією маніпулятори поділяють на такі:

- виробничі роботи, які безпосередньо беруть участь у технологічному процесі як машини, що виробляють і оброблюють, – складання, зварювання, фарбування;

- допоміжні підйомно-транспортні роботи, які виконують дії типу взяти-перенести-покласти, що застосовують при обслуговуванні основного технологічного обладнання для автоматизації допоміжних операцій – установлення / зняття деталей, заготовок, інструменту та оснащення, очищення баз деталі і обладнання;

- універсальні промислові роботи (УПР), які виконують різні технологічні операції – основні й допоміжні (завжди багатоцільові).

За ступенем спеціалізації технологічні (виробничі) і допоміжні ПР ділять на такі:

- спеціальні, які дозволяють виконувати одну технологічну операцію або обслуговувати одну модель основного обладнання;

- спеціалізовані, які призначені для виконання технологічних операцій одного типу (зварювання, фарбування, складання, гнуття, штабелювання) або обслуговування широкої номенклатури моделей основного обладнання, об'єднаних спільністю маніпуляційних дій;

- багатоцільові, призначені для виконання різних основних або допоміжних операцій, в тому числі і таких, виконання яких здійснюється різнотипними прийомами.

3.3. Система програмного керування роботом

Система програмного керування (СПК) призначена для програмування, збереження керуючої програми, її відтворення та оброблення. За типами СПК роботи ділять на такі:

- жорстко програмовані ПР, програма дій яких містить повний набір інформації, що не змінюється в процесі роботи, вони не забезпечують коригування програми при зміні зовнішнього середовища;

- адаптивні ПР, які здійснюють свої дії з використанням інформації про об'єкти і явища зовнішнього середовища, отриманої в процесі роботи; вони мають сенсорне забезпечення, що дозволяє коригувати керуючу програму;

- гнучко програмовані ПР (інтегральні), здатні формувати програму своїх дій на основі поставленої мети та інформації про об'єкти і явища зовнішнього середовища.

СПК поділяють таким чином:

1. Щодо характеру програмування переміщень за координатою:

- позиційні – від точки до точки;
- контурні – за безперервною кривою;
- комбіновані: частина – за контурною, частина – за позиційною.

2. За типом уявлення задає програми:

- циклові (ЦПК) – програма ЦПК містить інформацію про послідовність переміщень виконавчих механізмів ПР або про послідовність швидкостей, шляхи їх переміщень задаються настроюванням упорів, що впливають на кінцеві перемикачі;

- аналогові (АПК) – інформація задається у вигляді значень фізичних (аналогових) величин, що безперервно змінюються;

- числові (ЧПК) – інформація може надаватися у вигляді цифрових кодів, що зберігаються в швидкозмінному носії;

- гібридні (аналогово-числові) – інформація може надаватися різними способами за ступенями рухливості.

3. За вантажопідйомністю (найбільша маса вантажу, включаючи масу захоплюючого пристрою [2]): надлегкі (до 1 кг); легкі (від 1 до 10 кг); середні (від 10 до 200 кг); важкі (від 200 до 1000 кг); надважкі (понад 1000 кг).

4. За системою координат: прямокутні (плоскі, просторові); полярні (циліндричні, сферичні); ангулярного типу (плоскі, циліндричні, сферичні).

5. За типом силового приводу: електромеханічні; пневматичні; гідравлічні; комбіновані.

6. За кількістю ступенів рухливості: з двома ступенями рухливості; з трьома ступенями рухливості; з чотирма ступенями рухливості; зі ступенями рухливості більше чотирьох.

Число ступенів рухливості – сукупність числа степенів вільності кінематичного ланцюга маніпулятора ПР (без захватного пристрою) щодо

базової системи координат і числа степенів вільності пристрою пересування.

7. За способом установлення на робочому місці: підлогові; підвісні (їх встановлюють на стіні, стелі, опорі порталного або консольного типу); вбудовані в технологічне обладнання.

8. За можливістю пересування: стаціонарні – не мають міжпозиційних ступенів пересування; пересувні – мають міжпозиційні ступені пересування.

9. За кількістю маніпуляторів: з одним маніпулятором; з двома маніпуляторами.

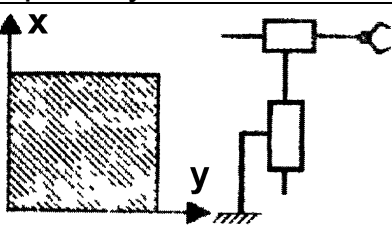
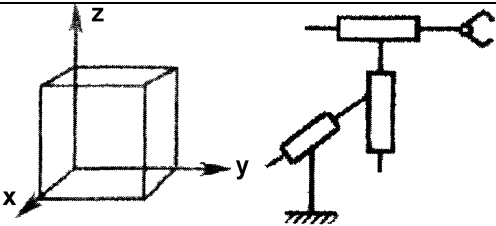
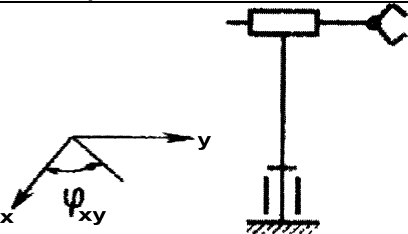
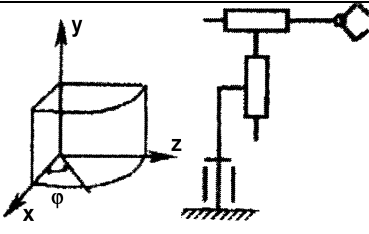
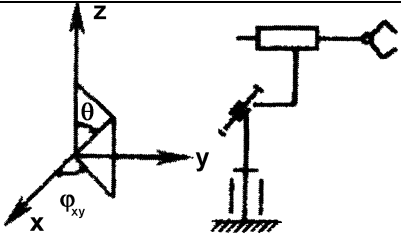
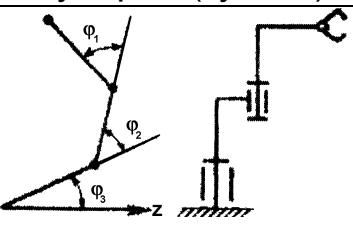
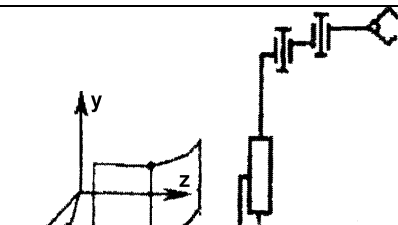
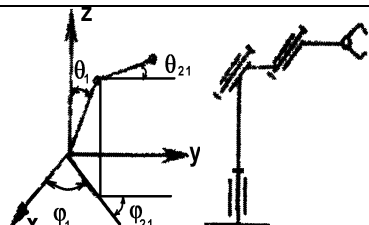
ПР із двома маніпуляторами має переваги при обслуговуванні обладнання з малим циклом оброблення, оскільки дозволяє збільшити концентрацію виконання операцій.

3.4. Кінематика робота

Кінематика визначається в основному технологічним призначенням робота. Приклади кінематичних схем роботів, які працюють у різних системах координат, наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Кінематичні схеми роботів у різних системах координат

Прямокутна схема		
		
Плоска	Просторова	
Полярна схема		
		
Плоска	Циліндрична	Сферична
Ангулярна (кутова) схема		
		
Плоска	Циліндрична	Сферична

Основні вимоги до кінематичної схеми маніпулятора:

- забезпечення достатнього ступеня універсальності обладнання;
- забезпечення мінімальної складності конструкції;
- технологічність конструкції;
- мінімальна вартість.

Синтез кінематичної схеми містить:

- вибір числа ступенів рухливості (вільності) для забезпечення необхідних переносних функцій і орієнтуючих рухів робочого органу (захвата) та визначення системи координат робота;
- визначення кінематичних параметрів маніпулятора (необхідних кутових і лінійних швидкостей і переміщень, які використовують під час виборів приводу і конструкції маніпулятора);
- встановлення необхідних розмірів ланок, що визначають розміри робочої зони робота;
- встановлення числа точок позиціонування і точності позиціонування для позиційних систем або точності відтворення траєкторії для контурних систем.

3.5. Визначення числа ступенів рухливості ланок кінематичного ланцюга

Числом ступенів рухливості називається число ступенів вільності кінематичного ланцюга щодо ланки, прийнятого за нерухомий.

За формулою Соснова–Малишева число ступенів рухливості визначають так:

$$W = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - 1P_1, \quad (3.1)$$

де n – число рухомих ланок;

P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 – число кінематичних пар 1, 2, 3, 4 і 5 класу.


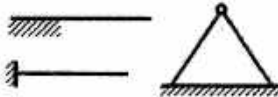
Для плоских механізмів


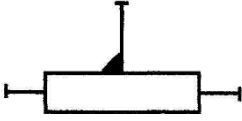


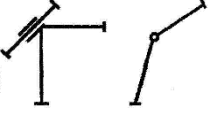
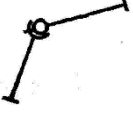
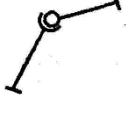
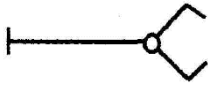

$$W = 3n - 2P_5 - P_4. \quad (3.2)$$

Умовні позначення елементів структурних і кінематичних схем промислових роботів і маніпуляторів наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Умовні позначення елементів промислових роботів

Елемент	Ескіз	Характеристика
Ланка (стрижень)		–
Нерухоме закріплення ланки (стойки)		Рух відсутній

Жорстке з'єднання		
Рухоме з'єднання з переміщенням уздовж прямолінійних напрямних		Зворотно-поступальне з'єднання (поступальна пара V класу) (П)
Гвинтове рухливе з'єднання		Зворотно-поступальний рух і взаємозалежний обертальний рух (поступально-обертальна пара V класу)
Циліндричне з'єднання ланок		Зворотно-поступальний рух і незалежне обертання навколо поздовжньої осі (циліндрична пара IV класу)
Плоске шарнірне з'єднання ланок		Обертання навколо поперечної осі (обертальна пара V класу)
Кульовий шарнір з пальцем		Обертання навколо двох осей (обертальна пара IV класу)
Кульовий шарнір		Обертання навколо трьох осей (обертальна пара III класу)
Захоплювальне з'єднання		Затискні елементи рухливі
		Затискні елементи нерухомі

3.6. Рух роботів

Аналогічно рухам людини всі рухи робота прийнято ділити на три види: глобальні, регіональні та локальні.

Глобальні – пересування робота на відстані, що перевищують його розміри і розміри обладнання, що ним обслуговується, наприклад: Луноход-1, Луноход-2, Буран (у першому польоті).

Глобальні переміщення здійснюються пристроєм пересування робота, які класифікуються за принципами дії ходової частини:

- колісні;
- гусеничні;
- на електромагнітній підвісці;
- на повітряній подушці;

- крокуючі (стопохідні);
- з реактивним рухом і т. п.

Регіональні (переносні) рухи стаціонарного і рухомого робота – це переміщення робочого органу робота (кінцевої точки його руки, а не кисті) в будь-яку точку робочої зони робота, що визначаються розмірами ланок його руки (рис. 3.1).

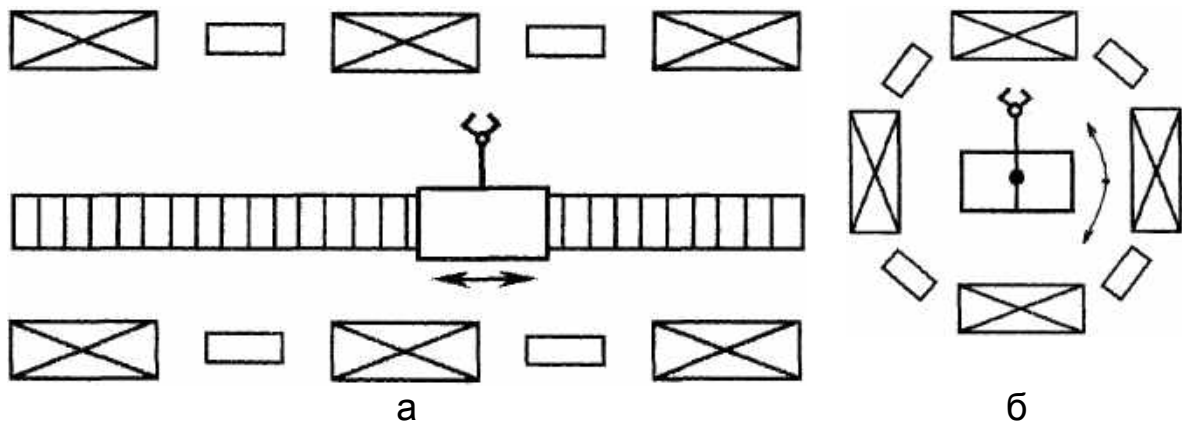


Рис. 3.1. Регіональні рухи робота: а – рухливий; б – стаціонарний

Локальні рухи – це група рухів робочого органу в маленьку ділянку, призначених для орієнтації об'єкта виробництва (руху кисті робота).

Із порівняння з рукою людини відбувається термін «антропоморфний» – ідеальний триланковий маніпулятор, аналогічний за своєю кінематичною схемою скелету руки людини (плече, передпліччя, кисть).

Для того, щоб наблизитися за рухливістю до можливостей людського тіла, необхідно, щоб рука мала 27 степенів вільності (20 з них припадає на кисть і пальці). Все людське тіло має кілька сотень ступенів рухливості, які забезпечуються м'язами рук (52 пари м'язів), ніг (62 пари м'язів), спини (112 пар м'язів), м'язами грудної клітини (16 пар м'язів) та іншими м'язами тіла.

Рухи відкриття і закриття губок захоплення забезпечуються ще одним ступенем рухливості, але він не враховується в характеристиці рухливості робота, тому що ці рухи не відносяться ні до групи регіональних, ні до групи локальних рухів робота (рис. 3.2).

Ступені рухливості: 01 – V класу B; 12 – V класу B; 23 – V класу B; 34 – V класу B; 45 – V класу B; 56 – V класу B; 67 – V класу B.

Число ступенів рухливості для прикладу:

$$W = 6n - \sum_{i=1}^5 iP_i = 6 \cdot 7 - 5 \cdot 7 = 7.$$

Послідовність обертальних (В) і поступальних (П) ланок визначає не тільки конструкцію, але і систему координат.

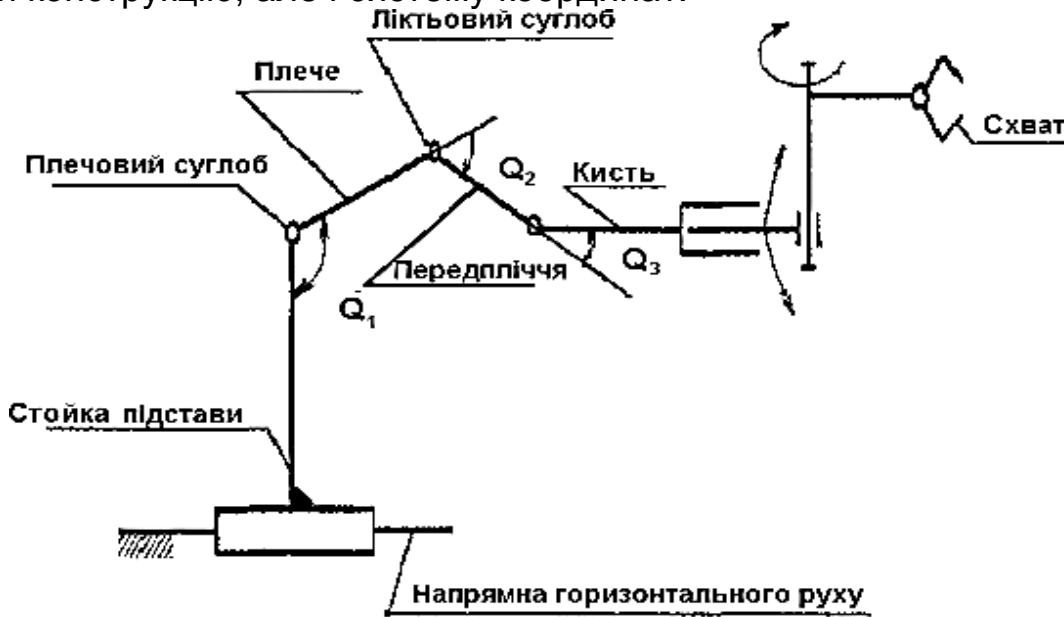


Рис. 3.2. Приклад схеми рухів робота

Для триланкової руки можливі такі послідовності пар: ВВВ, ВВП, ВПВ, ПВВ, ВПП, ПВП, ППВ, ППП (рис. 3.3).

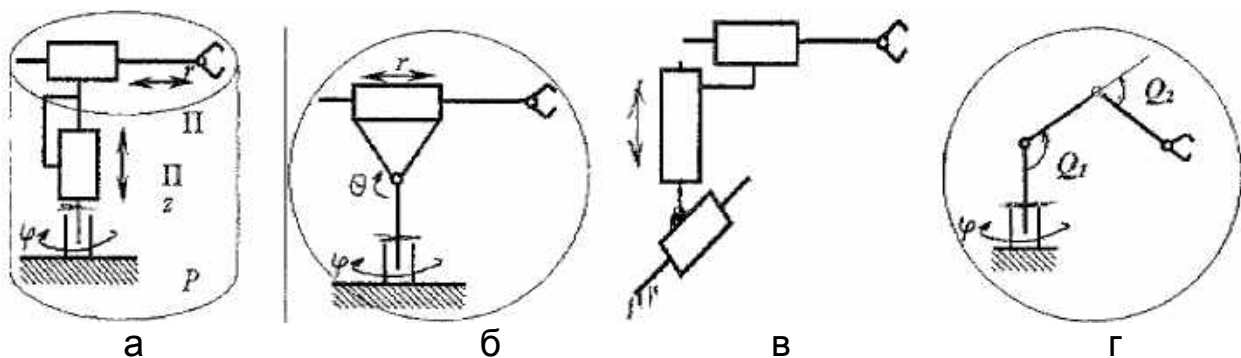


Рис. 3.3. Варіанти послідовності пар для триланкової руки:
а – ВПП; б – ВВП; в – ППП; г – ВВВ

За ступенем поширення в промисловості: ВПП (60%) – наприклад, роботи Вікман W-500; ВВП (15%) – робот Юнімейт; ППП (8%) – робот Тойда Б.Б.С.; ВВВ (5%) – роботи Пума і АСЕА, що мають високу маневреність.

Маневреність – рухливість механізмів робота (здатність змінювати конфігурацію) при нерухомому положенні робочого органу (захвату).

Структуру маніпулятора необхідно вибирати таким чином, щоб він мав максимальну маневреність при мінімальному числі степенів вільності (надлишкові степені вільності разом з ускладненням конструкції і систем управління можуть призвести до неоднозначності при управлінні маніпулятором).

Для непрямої (кількісної) оцінки маневреності пропонують користуватися коефіцієнтом сервісу.

Коефіцієнт сервісу – можливість підходу кінцевої ланки маніпулятора (захоплення) до заданої точки робочої зони з різних напрямків; дає якісне уявлення про рухові функції маніпулятора.

Коефіцієнт сервісу визначають як

$$\xi = \frac{\Psi}{4\pi}, \quad 0 \leq \xi \leq 1. \quad (3.3)$$

Тут $\Psi = \frac{F}{\ell^2} \leq 4\pi$ – кут сервісу (сукупність можливих положень осі захоплення, при яких центр захоплення знаходиться в даній точці), де F – площа сферичної поверхні, що визначається тілесним кутом; ℓ – довжина осі захоплення; 4π – максимальний тілесний кут.

На кордоні робочої зони, де вісь захоплення може набувати тільки одного положення ($\xi = 0$), для точок зони 100%-го коефіцієнта сервісу ($\xi = 1$) $\Psi = 4\pi$.

Повним (середнім) коефіцієнтом сервісу роботи називається середнє значення коефіцієнта сервісу роботи в робочому просторі об'ємом V :

$$\xi = \frac{1}{V} \int_V \xi dV. \quad (3.4)$$

Оцінювання кінематичних властивостей маніпулятора коефіцієнтом сервісу дозволяє вибрати раціональний варіант структурної схеми руки.

3.7. Класифікація робіт за величиною обсягу робочої зони

За величиною обсягу робочої зони роботи класифікують так:

- мікророботи (обсяг робочої зони – $\leq 0,009 \text{ м}^3$);
 - міні-роботи (обсяг робочої зони – $0,01 \dots 0,09 \text{ м}^3$);
 - малі роботи (обсяг робочої зони – $0,1 \dots 0,99 \text{ м}^3$);
 - загальномашинобудівні роботи (обсяг робочої зони – $1,0 \dots 9,9 \text{ м}^3$);
 - важкі і великогабаритні роботи (обсяг робочої зони – $\geq 10 \text{ м}^3$).
- Більшість відомих робіт мають обсяг робочої зони – $0,1 \dots 9,9 \text{ м}^3$.

3.8. Кінематичні характеристики робіт

Кінематичними параметрами робіт є лінійні, кутові переміщення, кутові і лінійні швидкості робочого органа, лінійні і кутові прискорення. Швидкості переміщень кінцевої ланки маніпулятора залежать:

- від траєкторії переміщення робочого органа;
- необхідної продуктивності;
- геометричних розмірів;

- динамічних характеристик.

Кожній конфігурації маніпулятора відповідає певний вектор узагальнених координат ланок маніпулятора:

$$q = (q_1, q_2, q_3, \dots, q_n),$$

де $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ – узагальнені координати ланок (це кути поворотів для ланок, що здійснюють кутові переміщення, поступальні переміщення для телескопічних пар).

На швидкості зміни узагальнених координат накладаються обмеження, обумовлені властивостями приводів.

Під мобільністю маніпулятора розуміють величину обсягу, заповненого всілякими положеннями робочого органу при довільних швидкостях ланок.

Точки кінців вектора заповнюють багатогранник допустимих положень кінця вектора швидкостей (рис. 3.4). Мобільність – обсяг цього багатогранника.

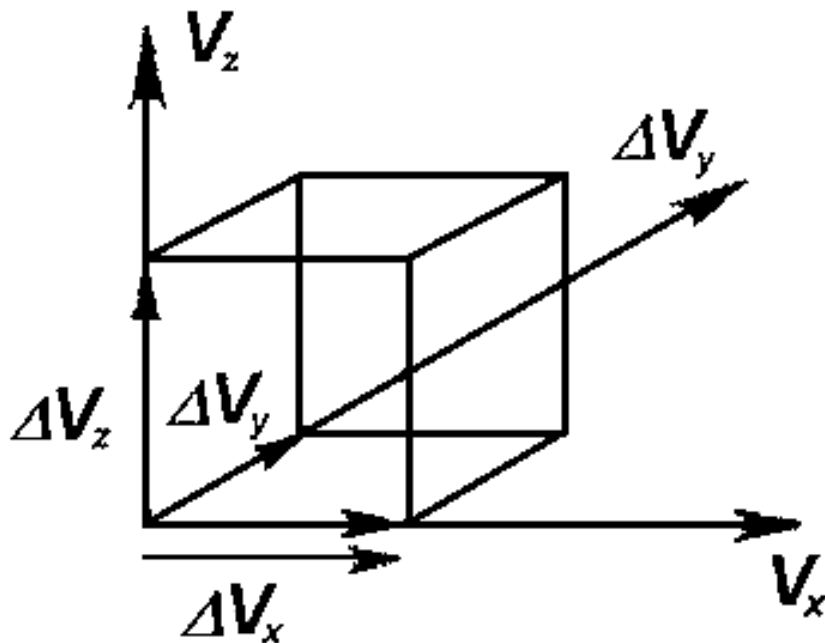


Рис. 3.4. Багатогранник допустимих положень кінця вектора швидкостей

Групи робіт поділяють за величиною швидкості:

- I клас – от 0,1 м/с;
- II клас – от 0,1 до 0,5 м/с;
- III клас – от 0,5 до 1 м/с;
- IV клас – от 1 до 5 м/с.

Всі роботи мають швидкості від 0,5 до 1 м/с, а кутові швидкості – від 45 до 90 град/с; наприклад Юнімейт: $\varphi_1 = 30$ град/с; $\theta = 30$ град/с; $\varphi_2 = 60$ град/с; $\varphi_3 = 60$ град/с; $r = 0,5$ м/л (рис. 3.5).

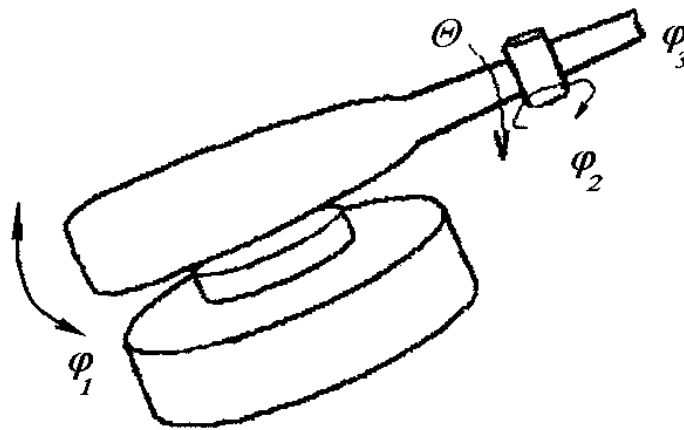


Рис. 3.5. Кутові швидкості робота

3.9. Компонування роботів

Існує чотири схеми компонування роботів:

1. Привідні пристрої, розташовані безпосередньо в місцях зв'язку ланок (корпус привідного пристрою зв'язку з однією ланкою, а його рухома частина – з іншою).

2. Привідні пристрої всіх ланок, розташовані безпосередньо на одній підставі, а зв'язок кожного привідного пристрою здійснено передавальними механізмами.

3. Один привідний пристрій для приводу всіх ланок.

4. Комбінація трьох основних способів.

Переваги схеми 1 (рис. 3.6) такі: простота кінематичного зв'язку, менші вимоги щодо жорсткості і точності елементів конструкції, зручне програмування руху і управління, вищий клас точності.

Недоліками цієї схеми є: збільшення габаритних розмірів і маси ланок, менша вантажопідйомність, гірші динамічні характеристики (кутові й лінійні швидкості переміщення невеликі), труднощі захисту привідних пристроїв маніпулятора в експлуатаційних умовах.

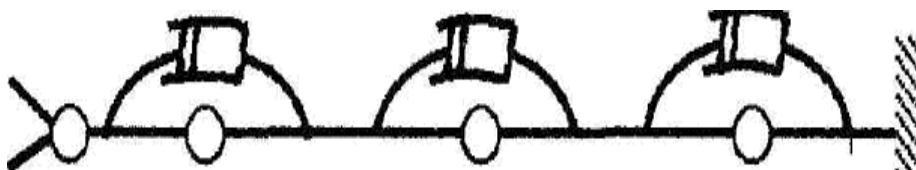


Рис. 3.6. Привідні пристрої, розташовані безпосередньо в місцях зв'язку ланок (схеми 1)

Переваги схеми 2 (рис. 3.7): менша маса рухомих ланок руки, менше енергоспоживання приводу руки, більш високі динамічні характеристики, кращий захист привідних пристроїв в екстремальних умовах.

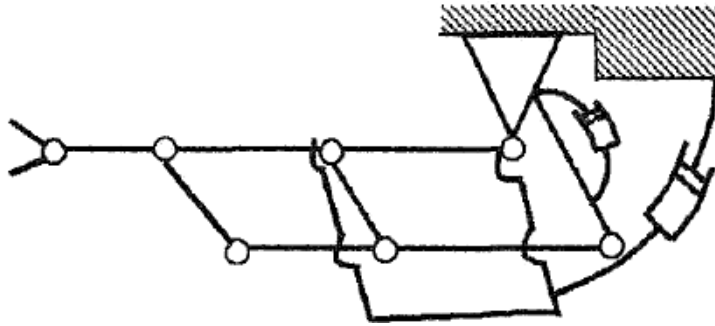


Рис. 3.7. Привідні пристрої всіх ланок, розташовані безпосередньо на одній підставі (схеми 2)

Недоліками цієї схеми є такі: ускладнення конструкції і підвищення трудомісткості її виготовлення (наявність складних передавальних механізмів із довгими кінематичними ланцюгами); більш високі вимоги до точності виготовлення і жорсткості ланок, наявність зазорів і люфтів у механізмі; більш складне програмування руху ланок руки; менший клас точності (через наявність великої кількості ланок, люфтів у них і т. п.).

Прикладами роботів зі схемою 2 є: АСКА, ТУР10, Мотто Мак і т. ін.

Схема 3 має одну перевагу – скорочує число приводів (але вносяться додаткові розподільні механізми).

Її недолік – погіршення швидкодії, оскільки управління ланками здійснюється послідовно.

Схема 4 (комбінована) починає широко застосовуватися, оскільки має переваги всіх трьох схем. До роботів із такою схемою відносяться Пума, Т-3, Майлакрон, Кука та ін.

3.10. Точність позиціонування робочого органу

Класи точності позиціонування і відтворення траєкторії:

- клас 0 - до 0,01%;
- клас 1 - від 0,01 до 0,05%;
- клас 2 - від 0,05 до 0,1%;
- клас 3 - від 0,1%.

Абсолютна похибка ПР Пума – $\pm 0,1$ мм; Юнімейт – $\pm 0,5$ мм; Вікман - $\pm 0,1$ мм.

Похибка сім'ї роботів лежить у межах 0,05...5 мм, причому 70% має точність до 1 мм.

3.11. Конструктивні схеми роботів

Як кінематична схема, так і компоновка приводів маніпуляторів вирішальним чином впливають на конструкцію роботів у цілому. Виходячи з умов експлуатації можуть пред'являтися специфічні вимоги, що впливають

на конструкцію роботів: пилозахиснені, вибухобезпечні, теплозахисні, герметичні та інші.

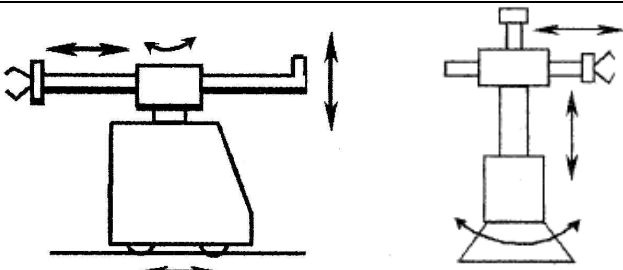
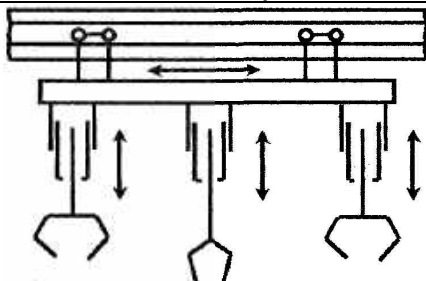
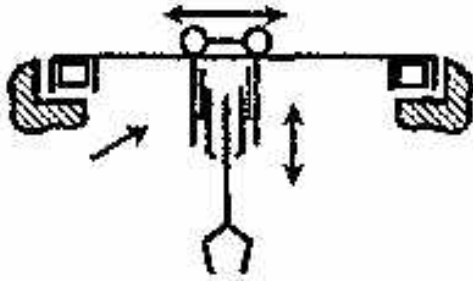
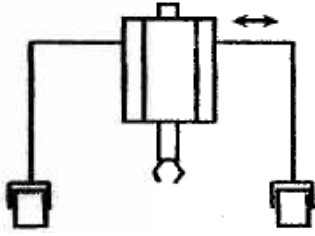
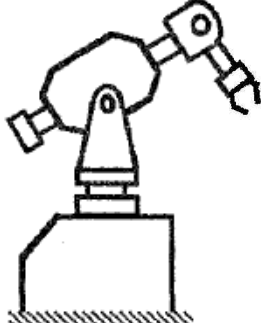
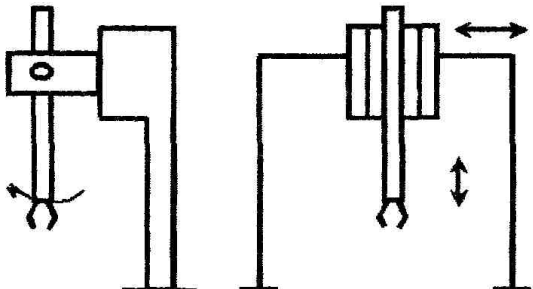
Основні чинники, які впливають на конструкцію робота:

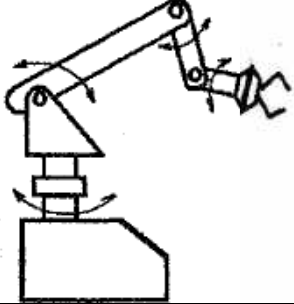
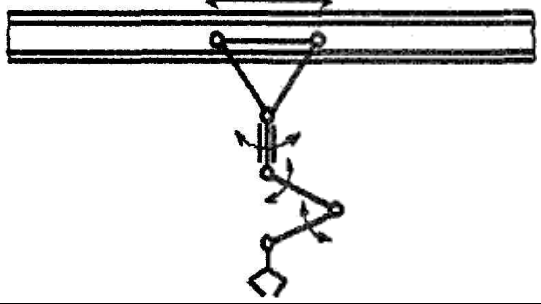
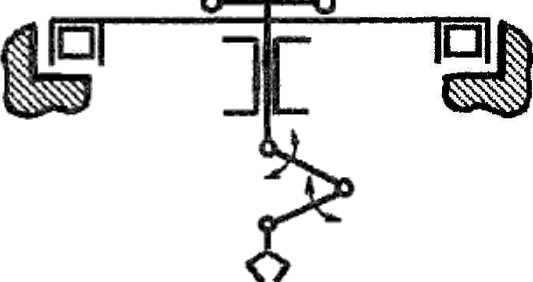
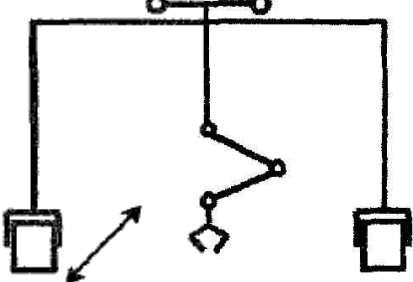
- рухливість (рухливий, стаціонарний);
- тип пристрою глобального руху (телферний, порталний) або тип закріплення (підлоговий, підвісний);
- тип і кінематика руки робота (телескопічний, шарнірний, паралелограмний);
- компонування приводу (чотири схеми);
- конструкція робочого органу (зазвичай змінний орган відіграє другорядну роль).

За класифікацією, запропонованою професором Є. І. Юревичем, конструкції роботів можуть бути розділені на 10 основних груп (табл.3.3).

Таблиця 3.3

Основні конструкції роботів

1. Підлогово-стрілові	2. Тельферно-стрілові M21, M20Ц
 <p data-bbox="209 1189 325 1229">рухомі</p> <p data-bbox="544 1189 751 1229">стаціонарні</p>	
3. Мостострілові	4. Портально-стрілові
	
5. Підлогово-шарнірно-стрілові Кавасакі – Юнімейт, Універсал 50	6. Портально-шарнірно-стрілові
	

7. Підлогово-шарнірні (Кавасакі – Пума)	8. Тельферно-шарнірні
	
9. Мостові шарнірні	10. Портально-шарнірні
	

Існує два підходи у розробленні конструкцій маніпуляторів:

- створення універсальних роботів, маніпулятори яких якоюсь мірою за технічними характеристиками наближаються до можливостей людської руки (фірма «Юнімейт», США);
- створення спеціальних і спеціалізованих роботів, які відповідають спеціальним вимогам того технологічного процесу, для якого вони конкретно призначені (більшість наших і зарубіжних фірм).

Виходячи з трудомісткості виготовлення, вартості, експлуатаційних витрат і терміну окупності конструкції роботи створюються трьома методами проектування:

- на основі конструкції та схеми базової моделі (в автомобілебудуванні);
- на основі уніфікованих вузлів і блоків (при виробництві телевізорів);
- на основі модульного принципу побудови (в обчислювальній техніці).

Модульний (агрегатно-модульний) принцип є найбільш перспективним з точки зору скорочення термінів проектування і підготовки виробництва роботів, зниження їх вартості, а також спрощення їх експлуатації. Виходячи з умов роботи роботів компонують з автономних модулів (табл. 3.4). При цьому набирають потрібну кінематичну структуру маніпулятора (стрілову, шарнірну, шарнірно-стрілову), що забезпечує необхідну кількість степенів вільності і тип виконання роботи (підлоговий, підвісний, вбудований в обладнання, рухливий і т. п.).

Автономні модулі промислових роботів

Автономні модулі			
<p>1</p>  <p>підйому і повороту</p>	<p>2</p>  <p>повороту</p>	<p>3</p>  <p>повороту і переміщення</p>	<p>4</p>  <p>обертання</p>
<p>5</p>  <p>кочення</p>	<p>6</p>  <p>висування</p>	<p>7</p>  <p>висування і обертання</p>	

Запитання для самопідготовки

1. Які Ви знаєте робототехнічні системи на виробництві?
2. Що таке маніпулятор?
3. Які існують системи програмного керування роботів?
4. Що входить у поняття «кінематика робота»?
5. Як визначається число ступенів рухливості ланок кінематичного ланцюга?
6. Які Ви знаєте види рухів роботів?
7. Наведіть класифікацію роботів за величиною обсягу робочої зони.
8. Які Ви знаєте кінематичні характеристики роботів?
9. Що таке точність позиціонування робочого органу робота?
10. Які існують схеми компонування роботів?
11. Наведіть основні конструктивні схеми роботів.
12. Від чого залежать швидкості переміщень кінцевої ланки маніпулятора?
13. Які існують підходи при розробленні конструкцій маніпуляторів?
14. Наведіть основні методи проектування роботів.
15. Від чого залежать швидкості переміщень кінцевої ланки маніпулятора?
16. Як визначають кут сервісу робота?
17. Наведіть основні чинники, які впливають на конструкцію робота.
18. Як поділяють групи роботів за величиною швидкості?

4. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Розглянемо конкретні завдання, які роботи вирішують нині на промислових підприємствах. Взагалі завдання можна поділити на три основні категорії:

- маніпуляції виробами і заготовками;
- оброблення деталей і заготовок;
- складальні операції.

4.1. Маніпуляції виробами і заготовками

При розвантажувально-завантажувальних і транспортних операціях робот замінює пару людських рук. В його обов'язки не входять особливо складні процедури. Він всього лише багаторазово повторює одну й ту ж операцію відповідно до закладеної в ньому (роботі) програми. Розглянемо типові застосування таких роботів.

Розвантажувально-завантажувальні роботи. У багатьох галузях машинобудівної промисловості використовують установки для лиття, різання і кування. У більшості випадків послідовність виконуваних ними операцій досить проста. Спочатку заготовки завантажують у виробничу установку, яка потім опрацьовує їх поступово належним чином, і, нарешті, готові деталі беруть із неї. Завантаження та розвантаження зготовок, як правило, виконують робочі або, в тих випадках, коли застосовні елементи жорсткої автоматизації, спеціалізовані механізми, розраховані на виконання операції тільки одного виду. Роботи виявляються більш корисними, якщо характер таких завантажувально-розвантажувальних операцій час від часу змінюється.

Наприклад, у ливарному виробництві роботи використовують як для дозованого розливання розплавленого алюмінію, так і для вилучення з прес-форми затверділих виливків (рис. 4.1). Такий підхід має дві переваги. По-перше, роботи гарантують більш суворе дотримання вимог технологічного процесу, діють відповідно до заданої програми, вони завжди вводять в установку точно дозовану кількість металу. Потім у строго певні моменти часу вони витягують із прес-форми відформовані деталі. Завдяки точному дотриманню технологічного процесу суворо дотримуються і характеристики виробів.

Друга перевага цього підходу полягає в тому, що значно полегшується робота оператора. Витяг розпеченого шматка металу з прес-форми є дуже важкою і небезпечною роботою, тому бажано, щоб її виконував робот. Таким чином, роль людини зводиться до контролю за перебігом процесу і управління діями робота за допомогою комп'ютера.

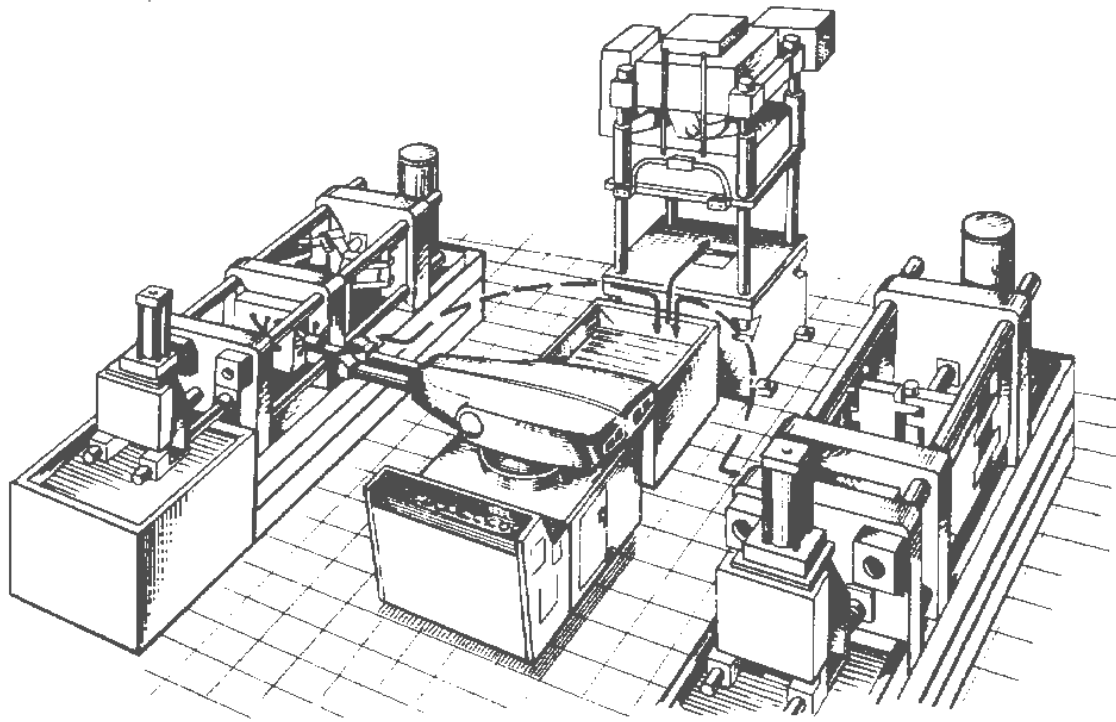


Рис. 4.1. Ливарна ділянка з промисловим роботом «Unimate»

Перенесення виробів з однієї виробничої установки на іншу. У багатьох галузях машинобудівної промисловості вантажно-розвантажувальні механізми призначені для переміщення виробів з однієї виробничої ділянки на іншу. При виконанні таких переміщень роботи відіграють важливу роль.

На заводі фірми IBM у Пікіпсі (штат Нью-Йорк), що випускає комп'ютери, роботи завантажують магнітні диски в систему, де на них записується необхідна інформація. Програма, що управляє роботом, містить інструкції щодо того, в яку з чотирьох установок для запису слід завантажувати той чи інший «порожній» диск. Крім того, програма задає конкретний набір команд, який відповідна установка має занести на диск. Той же робот здійснює і два інших етапи цього технологічного процесу. Він дістає диск із записуючої установки і поміщає його в пристрій, який струменем стисненого повітря притискає до поверхні диска самоклеючу мітку. Потім робот виймає диск за допомогою захоплювального пристосування і упаковує його в конверт.

Подібний робот розроблений і впроваджений на одному з англійських автомобілебудівних заводах. Він пересувається на гусеницях між п'ятьма виробничими ділянками заводу. Робот дістає пластмасову деталь автомобіля з установки для інжекторного пресування і послідовно переносить деталь на довідні ділянки, де з неї знімаються облої і заDIRКИ. Далі робот поміщає деталь на спеціалізований верстат, який полірує її. І, нарешті, деталь переміщається з полірувального верстата на конвеєр [33].

Упаковка. Практично всі побутові і промислові товари необхідно запаковувати, і для роботів не викликає утруднень піднімати готові вироби і поміщати в будь-яку тару.

На заводах однієї з кондитерських фірм Англії спеціалізовані роботи займаються укладанням цукерок у коробки. Ці машини досконалі, але досить складні. По-перше, вони поводяться з продукцією дуже акуратно: стиснувши шоколадний виріб, вони не порушують його форму. По-друге, робот дотримується високої точності при укладанні цукерок у коробки, поміщаючи їх у певні осередки.

Крім упаковки мініатюрних виробів, а також промислових і побутових товарів роботи іноді виконують і навантаження важких предметів. По суті вони тут заміняють підйомно-транспортні машини, керовані оператором-людиною.

4.2. Оброблення деталей і заготовок

Хоча роботи, що обробляють вироби за допомогою різних інструментів, знайшли поки менш широке застосування, ніж аналогічне обладнання для транспортування деталей і заготовок, вони продемонстрували свою ефективність при вирішенні багатьох завдань.

Зварювання. Цю операцію найчастіше виконують за допомогою роботів, призначених для маніпулювання інструментом (рис. 4.2). Роботи можуть здійснювати два види зварювання: точкову контактну та дугову. В обох випадках робот утримує зварювальний пістолет, який пропускає струм через дві металеві деталі, що сполучаються.

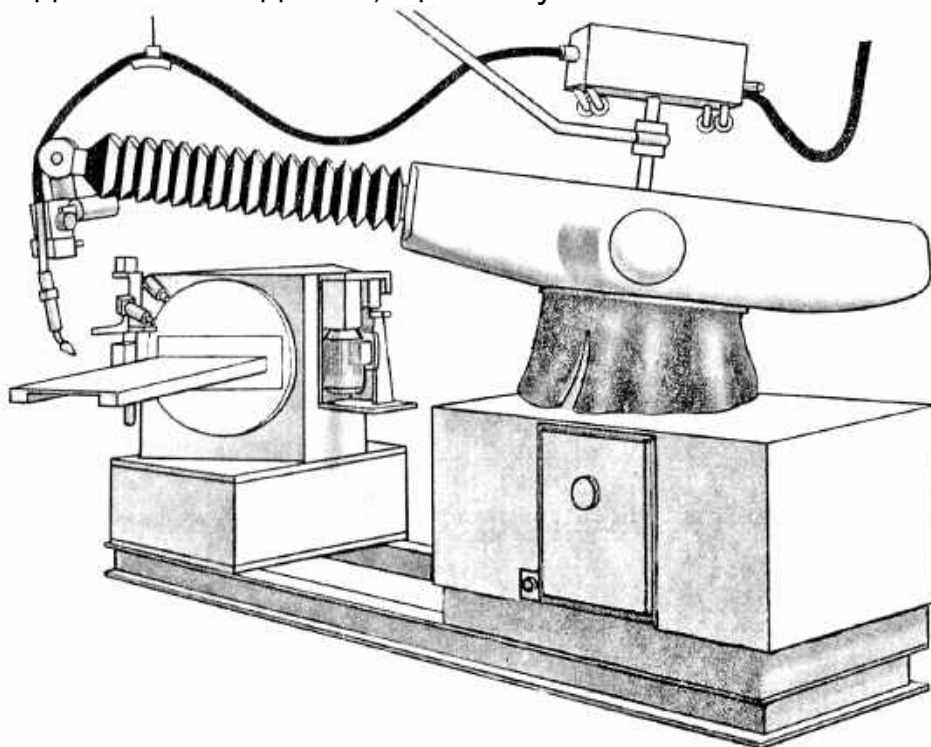


Рис. 4.2. Робот «Unimate» для виконання зварювальних операцій

Відповідно до керуючої програми зварювальний пістолет може переміщатися, практично не відхиляючись від заданої траєкторії. Якщо програма налагоджена добре, зварювальний пістолет прокладає шов з дуже високою точністю.

Більшість роботів для точкового зварювання застосовують в автомобільній промисловості (рис. 4.3). При складанні автомобіля необхідно виконати величезну кількість операцій точкового зварювання, щоб належним чином з'єднати між собою різні деталі кузова, наприклад боковини, дах і капот. На сучасних конвеєрах ці деталі спочатку з'єднують тимчасово кількома прихваточними зварними з'єднаннями. Далі кузов переміщається по конвеєру повз групу роботів, кожен з яких здійснює зварювання в суворо визначених місцях. Оскільки всі кузова монтуються на одній виробничій лінії, для отримання високоякісних з'єднань просто потрібно, щоб робот щоразу повторював задану послідовність переміщень [33].

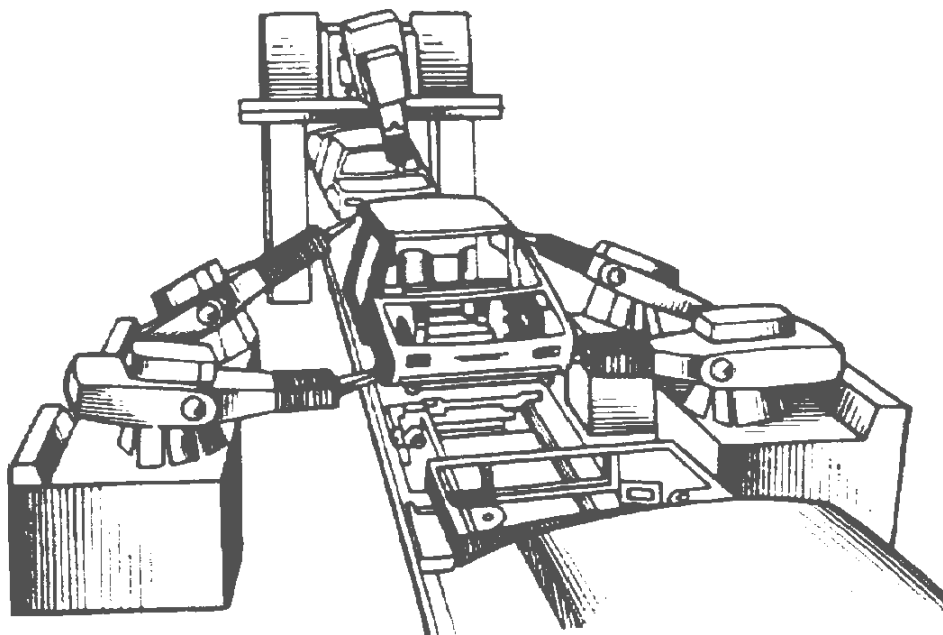


Рис. 4.3. Зварювання кузовів автомобілів роботами «Unimate»

Однак при очевидних перевагах такого використання роботів існує ряд серйозних технічних проблем. Запрограмувати робот дуже непросто. Необхідно не тільки поставити точний маршрут руху маніпулятора, але й підготувати інструкції, відповідно до яких регулюється напруга і сила струму в кожній точці маршруту. Ці параметри можуть змінюватися, наприклад, залежно від товщини зварюваного матеріалу або від того, якою формою має прокладатися шов – прямою або криволінійною.

Необхідно також сконструювати фіксатори, утримувати деталі в

процесі зварювання в такий спосіб, щоб зварювання здійснювалося за високої точності позиціонування. Коли зварювальний пістолет тримає людина, вона здатна враховувати незначні зміщення заготовки, лише злегка змістить інструмент з тим, щоб виконати шов у заданому місці. Робот же не здатний приймати подібні рішення, якщо фіксатори допускають перекіс або зсув, то існує ймовірність того, що зварні шви будуть розташовані з відхиленням. Крім того, фіксатор має бути таким, щоб маніпулятор мав доступ до деталі з різних сторін.

Наступна проблема стосується допусків на виготовлені деталі. Людина бере до уваги неминучі відхилення в розмірах, але роботу подібна корекція не під силу. Таким чином, коли зварювання здійснюється за допомогою автоматики, допуски на деталі, що виготовляються на інших ділянках підприємства, мають бути мінімальними.

Оброблення різанням. Свердління. Як правило, операцію свердління здійснюють на верстаті. При використанні робота в його захоплювальному пристосуванні закріплюють робочий інструмент, який переміщується над поверхнею оброблюваної деталі, висвердлюючи отвори в потрібних місцях. Перевага подібної процедури виявляється в тих випадках, коли доводиться працювати з великогабаритними і масивними деталями або проробляти велике число отворів.

Операції свердління відіграють значну роль у виробництві літаків, вони передують клепанню, при якому в отвори вставляють мініатюрні затискні деталі, що скріплюють між собою два листи металу. В деталях літаків необхідно проробляти сотні, а то й тисячі отворів під заклепки, і цілком природно, що таку операцію доручили роботу.

Одна з англійських компаній виготовляє деталі механізму бомбоскидання, призначеного для винищувача «Торнадо». Механізм є циліндричною конструкцією довжиною приблизно 6 м, до якої потрібно приклепати кожух із восьми металевих панелей.

У кожусі необхідно просвердлити близько 3000 отворів під заклепки. Проблема полягала в тому, як домогтися, щоб робот, оснащений високошвидкісною свердлувальною головкою, виконував отвори точно в заданих місцях.

Інженери прийшли до висновку, що цю проблему можна вирішити таким чином. Робочий просвердлює ряд еталонних отворів (приблизно через метр один від одного) уздовж панелей, які розміщують належним чином поверх циліндричної конструкції. Маніпулятор із закріпленим в його затискачі сенсорним зондом (а не свердлом) переміщується над поверхнею заготовки, посылаючи в пам'ять робота дані про місцезнаходження еталонних отворів. Потім робот, виходячи із цих

базових точок, розраховує точні координати інших отворів, а після завершення операції свердління видаляє спеціальним інструментом крихтіні частинки металу, що залишилися в отворах.

Безконтактна обробка заготовок Через малу жорсткість і недостатню міцність конструкцій роботи не можуть оброблювати тверді матеріали різанням. Тому інженери вивчають безконтактні методи оброблення матеріалів, подібних металу або пластику. Для цієї мети, зокрема, використовують лазер. У робочому органі робота закріплений прилад, який направляє високоенергетичне когерентне випромінювання лазера (для чого нерідко використовують волоконно-оптичну систему передачі) на оброблювану заготовку. Лазер може з високою точністю різати пластини з металу, зокрема зі сталі. Робот переміщує робочий орган над оброблюваним листовим матеріалом по траєкторії, яка визначається програмою. Програмою ж регулюється інтенсивність світлового променя відповідно до товщини матеріалу, що нарізається.

Інший безконтактний метод різання оснований на використанні струменя рідини. Такий підхід вперше застосувала компанія «Дженерал моторс». На її заводі в Адріані встановлено систему з десятима роботами, призначеними для виготовлення пластмасових деталей нафтоналивних цистерн. Вісім із десяти роботів спрямовують водяні струмені під високим тиском на переміщувані конвеєром пластмасові листи. Ці струмені прорізають у вихідному матеріалі ряд отворів і щілин, а також видаляють зайві елементи пластмасових пресованих деталей. За твердженням представників компанії «Дженерал моторс», подібна роботизована система дуже економічна, оскільки виключає знос інструмента і дозволяє підвищити якість операцій різання. Оскільки система керується програмою, яка знаходиться в пам'яті центрального комп'ютера, для контролю і обслуговування всіх десяти роботів потрібно лише два оператори.

Нанесення різних шарів на поверхню. На більшості підприємств після таких операцій, як різання, оброблюють поверхні тільки що виготовлених деталей (найчастіше забарвлення). Це ще один тип виробничих операцій, які здатний виконувати робот, якщо його оснастити пульверизатором. На пам'ять робота закладається програма, що забезпечує виконання певної, багаторазово повторюваної послідовності переміщень. Одночасно програма регулює швидкість розбрикування фарби. В результаті на поверхні деталі, що фарбується, утворюється рівномірне покриття, причому нерідко робот забезпечує більш високу якість забарвлення, ніж людина, якій властива неточність рухів. Серед інших процедур оброблення поверхні можна назвати напилювання антикорозійних рідин на листи металу для захисту їх від хімічного або

фізичного впливу навколишнього середовища, а також нанесення клейових сумішей на поверхню деталей, що підлягають з'єднанню. Автомобілебудівні компанії досліджували можливість застосування останньої операції на етапі остаточної «підгонки» готових вузлів, зокрема при монтажі таких елементів, як хромові вкладиші на кузові автомобіля. При виконанні подібних операцій робот поміщають в оболонку, яка захищає його від попадання клею та інших речовин, що склеюють. Його також можна «навчити» тому, щоб він час від часу самостійно очищався, занурюючи захватне пристосування в очищувальну рідину.

Чистова обробка. Самою «непопулярною» операцією в механічній обробці, яка до того ж важче піддається автоматизації, є, мабуть, зачистка, тобто видалення задирок і сторонніх частинок.

Така чистова обробка – дуже непроста процедура. Робочий підносить оброблювану деталь до абразивного інструмента, який сточує гострі краї і шорсткості на поверхні виробу. Ця процедура посідає важливе місце в технологічному процесі, однак виконувати її вручну дуже непросто.

Можливості використання роботів для остаточного оброблення виробів досліджували у багатьох країнах. Основні труднощі тут полягають у тому, що роботи не мають природну для людини здатність контролювати якість своєї роботи, робот не може змінювати послідовність своїх дій, якщо він не забезпечений відповідними датчиками. Англійська фірма, що спеціалізується на виготовленні з'єднувальних елементів водопровідних труб, здійснила проект, який дозволив оснастити робот найпростішою системою машинного зору, тобто камерою. Припустимо, робот тримає якусь деталь, наприклад латунний кран, телекамера передає зображення крана в комп'ютер, який регулює притиснення шліфувального ремня, який знімає нерівності на поверхні цієї деталі. Крім того, комп'ютер управляє переміщенням маніпулятора робота. Таким чином, дії всіх компонентів системи (телекамери, основного маніпулятора, що регулює притиснення шліфувального ремня) взаємно скоординовані.

Випробування і контроль. Після того, як виготовлено деталь або змонтовано декілька вузлів, зазвичай проводять їх випробування з метою виявлення можливих дефектів. Ретельному контролю піддаються лінійні розміри деталей. Всі вимірювальні операції є частиною повсякденних завдань, що вирішують на всіх підприємствах світу. Роботи здатні полегшити виконання. Для цієї мети роботи оснащують мініатюрними оптичними датчиками, як правило, це світлодіоди, об'єднані з напівпровідниковими світлочутливими приладами. Випромінювач перевіряє поверхню променем певної частоти, датчик, що приймає відбите від поверхні випромінювання, має ту ж частоту. Робот відповідно до

закладеної в ньому програми переміщує датчик від однієї точки контрольованого виробу до іншої. За результатами вимірювання інтервалу часу між моментом випускання світлового імпульсу і його прийому після відображення розраховують форму поверхні, що перевіряється. Всі ці дії виконує комп'ютер даної автоматизованої системи.

Операції подібного роду дозволяють уникнути використання таких інструментів, як мікрометри та штангенциркулі. Подібні робототехнічні засоби вперше використовувала компанія «Дженерал моторс» для контролю форми і розмірів автомобільних деталей. При використанні такої роботизованої системи відпадає необхідність у відправленні виробів на спеціальні пункти контролю якості. Відповідні процедури можна здійснювати безпосередньо на конвеєрі, не перериваючи виробничого процесу [33].

4.3. Складальні операції

Великий обсяг робіт на сучасних підприємствах доводиться на складальні операції, проте багато з них потребують особливої майстерності і занадто складні. Деяка частина збирання досі виконується вручну, але багато складальних процесів уже автоматизовано, це відноситься головним чином до порівняно простих і багаторазово повторюваних операцій.

На прикладі фірми IBM можна простежити, як проходили експерименти щодо застосування роботів у складальних процесах. Ця найбільша фірма з виробництва комп'ютерів не тільки продає роботи, призначені для складання, але і використовує їх на власних підприємствах у багатьох країнах. На заводі цієї компанії в Гриноке (Шотландія) займаються створенням комплексів, що містять велику кількість комп'ютеризованих механізмів, якими виробляють складання виробів за мінімальної участі людини. Один із таких «острівців» являє собою виробничу лінію, на якій виготовляють логічні блоки з силовими каскадами. Лінія виготовляє процесори і джерела харчування для дисплеїв, що входять до складу мікрокомп'ютерів. На лінії здійснюється складання чотирьох компонентів: двох частин пластмасового корпусу пристрою, блока електричних ланцюгів і пластмасової плати з набором мікросхем, змонтованим на ній.

Монтаж друкованих плат. Ще одна галузь виробництва, де роботи-збирачі знайшли широке застосування, – монтаж електронних компонентів на друкованих платах. Деякі з таких операцій можуть виконувати спеціалізовані складальні комплекси, проте по суті вони є маніпуляторами,

розрахованими на вирішення строго визначених завдань, їх не можна запрограмувати таким чином, щоб вони виконували якісь інші операції або маніпулювали нестандартними компонентами. Тому при використанні подібних установок, призначених для вузькоспеціалізованого монтажу, комплекти компонентів стандартної форми завантажуються в накопичувальні жолоби багатокміркових магазинів. Ці магазини переміщуються повз механічний захват, який по черзі витягує звідти компоненти і встановлює їх у потрібні місця на платі.

Запитання для самопідготовки

1. Наведіть три основних завдання роботів на виробництві.
2. Як використовують роботи у ливарному виробництві?
3. Якими є переваги при використанні роботів у ливарному виробництві?
4. Для чого у багатьох галузях машинобудівної промисловості призначені вантажно-розвантажувальні механізми?
5. Наведіть приклади використання роботів при виконанні операції свердління.
6. Чому роботами не можна оброблювати тверді матеріали різанням?
7. Як проводиться нанесення різних шарів на поверхню за допомогою роботів?
8. Яка з операцій механічної обробки деталей найважче піддається автоматизації операцій?

Бібліографічний список

1. Агацци, Э. Моральное измерение науки и техники / Э. Агацци. – М.: Московский философский фонд., 1998. – 344 с.
2. Белл, Д. Грядущее постиндустриальное общество / Д. Белл. – М.: Akademia, 2004. – 944 с.
3. Булатов, В. П. Наука и инженерная деятельность / В. П. Булатов, Е. А. Шаповалов. – Л.: Лениздат, 1987. – 111 с.
4. Горохов, В. Г. Концепции современного естествознания: учеб. пособие / В. Г. Горохов. – М.: Инфа-М, 2003. – 413 с.
5. Горохов, В. Г. Знать, чтобы делать. История инженерной профессии и её роль в современной культуре / В. Г. Горохов. – М.: Знание, 1987. – 176 с.
6. Горохов, В. Г. Введение в философию техники / В. Г. Горохов, В. М. Розин. – М.: Инфа-М, 1998. – 224 с.
7. Динамика управления роботами / В. В. Козлов, А. В. Попов, В. П. Макарычев и др. – М.: Наука, 1984. – 255 с.
8. Дистанционно управляемые роботы-манипуляторы: сб. статей / пер. с англ. и япон.; под ред. Е. П. Попова и М. Б. Игнатъева. – М.: Мир, 1967. – 460 с.
9. Игнатъев, М. Б. Алгоритмы управления роботами-манипуляторами / М. Б. Игнатъев, Ф. М. Кулаков, А. М. Покровский. – М.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 248 с.
10. Костюк, Г. И. Введение в специальность «Робототехнические системы и комплексы»: учеб. пособие / Г. И. Костюк. – Харьков: Нац. аэрокосм ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 85 с.
11. Крыштановская, О. В. Инженеры. Становление и развитие профессиональной группы / О. В. Крыштановская. – М.: Наука, 1989. – 413 с.
12. Кутырёв, В. А. Культура и технология: Борьба миров / В. А. Кутырёв. – М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 238 с.
13. Митчем, К. Что такое философия техники? / К. Митчем – М.: Аспект.Прогресс, 1995. – 338 с.
14. Нестеров, В. Т. Инженерная этика: о профессиональной этике / В. Т. Нестеров, И. Б. Иткин, Н. П. Соколова. – М.: Знание, 1982. – 64 с.
15. Орешников, И. М. Философия техники и инженерной деятельности: учеб. пособие / И. М. Орешников. – Уфа: Из-во УГНТУ., 2008. – 109 с.
16. Орешников, И. М. Философия науки и техники: учеб. пособие для аспирантов / И. М. Орешников. – Уфа: Из-во УГНТУ, 1999. – 127 с.
17. Поликарпов, В. С. История науки и техники: учеб. пособие / В. С. Поликарпов. – Ростов н/Д: Феникс, 1998. – 352 с.
18. Попов, Е. П. Манипуляционные роботы. Динамика и алгоритмы / Е. П. Попов, А. Ф. Верещагин, С. Л. Зенкевич. – М.: Наука, 1978. – 398 с.

19. Пособие по применению промышленных роботов. – М.: Мир, 1985. – 451 с.
20. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: справочник / под ред. В. В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1976. – 717 с.
21. Промышленная робототехника / под ред. Я. А. Шифрина. – М.: Машиностроение, 1982. – 515 с.
22. Покотило, Я. М. Современные конструкции манипуляторов для механизации погрузочно–разгрузочных работ / Я. М. Покотило, А. О. Снуров. – М.: НИИинформтяжмаш, 1977. – 38 с.
23. Стёпин, В. С. Философия науки и техники / В. С. Стёпин, В. Г. Горохов, М. А. Розов. – М.: Инфа-М, 1996. – 224 с.
24. Тимофеев, А. В. Логический распознаватель деталей для подвесных конвейеров / А. В. Тимофеев, А. В. Скорописов // Автоматизированные транспортно–складские системы промышленных предприятий. – Л.: ЛДНТП. 1982. – С. 15 – 23.
25. Управление роботами от ЭВМ / Е. И. Юревич, С. И. Новаченко, В. А. Павлов и др.; под ред. Е. И. Юревича. – М.: Энергия, Ленингр. отд-ние, 1980. – 264 с.
26. Устройство промышленных роботов / Е. И. Юревич, Б. Г. Аветиков, О. Б. Корытко и др. – М.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. – 333 с.
27. Фомин, В. Н. Адаптивное управление динамическими объектами / В. Н. Фомин, А. Л. Фрадков, В. А. Якубович. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
28. Шоу, А. Логическое проектирование операционных систем / А. Шоу. – М.: Наука, 1985. – 360 с.
29. Юревич, Е. И. Проблема оцувствления промышленных роботов / Е. И. Юревич, Н. С. Телешев. – М.: Наука, 1989. – 360 с.
30. Янг Дж. Ф. Робототехника / Дж. Ф. Янг. – М.: Машиностроение, 1979. – 300 с.
31. Накано, О. Искусственный интеллект и его применение / О. Накано // Компьютерное обозрение. – М.: Лига. – 2000. – № 25. – С.26–29.
32. Роботохирургия / А.В. Федоров, А.Г.Кригер, С.В. Берелавичус, Д.С.Горин // Хирургия, – 2008. – №12. – С.68–72.
33. Костюк, Г.И. Промышленные роботы: учеб. пособие/ Г.И.Костюк, И.Г. Левченко. – Харьков: Нац. аэрокосм ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 105 с.

Зміст

Вступ.....	3
1. ІНЖЕНЕРІЯ. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ ТА СУЧАСНІСТЬ.....	4
1.1. Інженерія сьогодні. Специфіка інженерної діяльності.....	4
1.2. Виникнення інженерії як професії та основні історичні етапи розвитку інженерної діяльності.....	7
1.3. Інженерне мислення та творчість.....	10
1.4. Технічні науки, їх значення для розвитку техніки та інженерії.....	14
1.5. Науково-технічні фахівці у сучасному суспільстві.....	18
Запитання для самопідготовки.....	22
2. РОБОТОТЕХНІКА ТА МЕХАТРОНІКА ЯК СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	23
2.1. Основні напрямки та загальні принципи роботизації.....	23
2.2. Поняття «робот» і основні його ознаки.....	24
2.3. Покоління роботів.....	27
2.4. Основні напрями робототехніки.....	30
2.5. Тенденції розвитку мехатроніки та робототехніки.....	36
Запитання для самопідготовки.....	36
3. ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПОНЯТТЯ ПРОМИСЛОВОЇ РОБОТОТЕХНІКИ.....	37
3.1. Робототехнічні системи у виробництві.....	37
3.2. Маніпулятори.....	37
3.3. Система програмного керування роботом.....	39
3.4. Кінематика робота.....	40
3.5. Визначення числа ступенів рухливості ланок кінематичного ланцюга.....	41
3.6. Рух роботів.....	42
3.7. Класифікація роботів за величиною обсягу робочої зони.....	45
3.8. Кінематичні характеристики роботів.....	45
3.9. Компонування роботів.....	47
3.10. Точність позиціонування робочого органу.....	48
3.11. Конструктивні схеми роботів.....	48
Запитання для самопідготовки.....	51
4. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ.....	52
4.1. Маніпуляції виробами і заготовками.....	52
4.2. Оброблення деталей і заготовок.....	54
4.3. Складальні операції.....	59
Запитання для самопідготовки.....	60
Бібліографічний список.....	61

Навчальне видання

Широкий Юрій Вячеславович

ВСТУП ДО ІНЖЕНЕРІЇ

Редактор Т. Г. Кардаш

Зв. план, 2019

Підписано до друку 10.09.2019

Формат 60x84 1/16. Папір офс. № 2. Офс. друк.

Ум. друк. арк. 3,6. Обл.- вид. арк. 4. Наклад 100 пр.

Замовлення 251. Ціна вільна

Видавець і виготовлювач

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр «ХАІ»

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001