

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

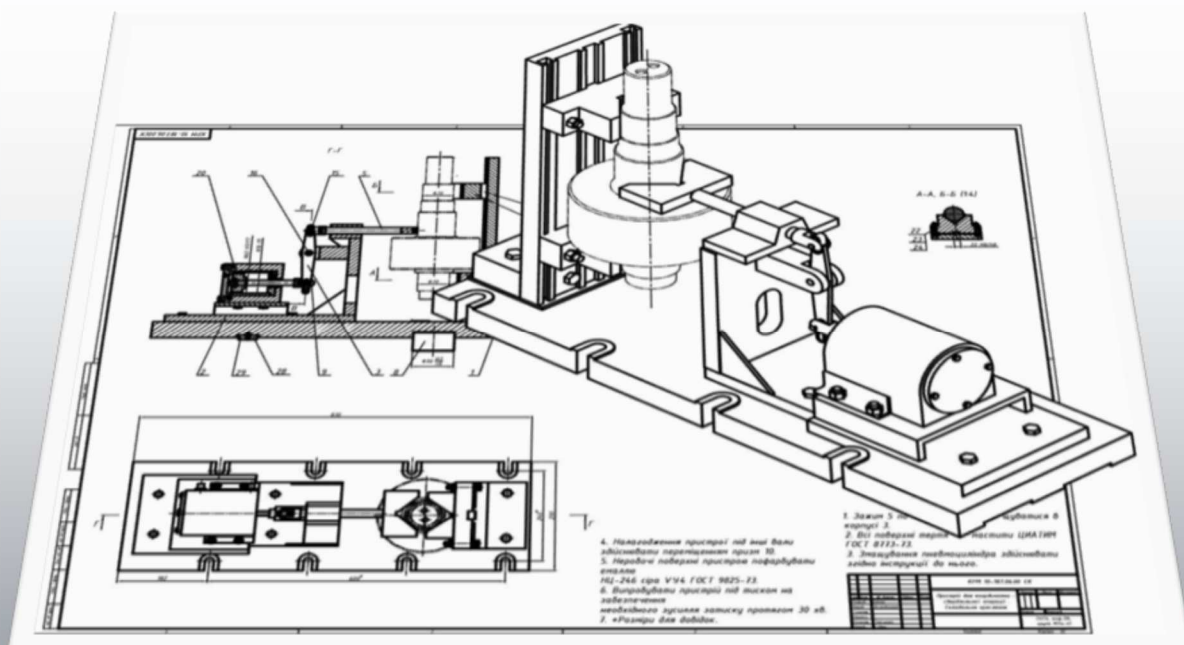
ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

І.Г. ТКАЧЕНКО, Ю.Б. КАПАЦІЛА, Ю.Є. ПАЛИВОДА

# ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ: ВСТУП ДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ



Тернопіль  
2013



**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Кафедра технології машинобудування та автомобілів  
Кафедра комп'ютерних технологій в машинобудуванні**

**І.Г.Ткаченко, Ю.Б.Капаціла, Ю.Є. Паливода**

## **ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ: ВСТУП ДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ**

**Посібник для практичних занять та самостійної роботи студентів за  
напрямком підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» з професійною  
орієнтацією на спеціальності 7.05050201 та 8.05050201 «Технології  
машинобудування» та спеціалізацію «Комп'ютерні технології в  
машинобудуванні»**

**Тернопіль  
2013**

Посібник розроблено у відповідності з навчальними планами підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» з професійною орієнтацією на спеціальності 7.05050201 та 8.05050201 «Технології машинобудування» та спеціалізацію «Комп'ютерні технології в машинобудуванні»

**Укладачі:** канд. техн. наук, професор Паливода Ю.Є.  
канд. техн. наук, доцент Капаціла Ю.Б.  
канд. техн. наук, доцент Ткаченко І.Г.

**Рецензент:** доктор техн. наук, професор Рогатинський Р.М.

**Відповідальний за випуск:** канд. техн. наук, професор Паливода Ю.Є.

Посібник розглянуто та схвалено на засіданні кафедри технології машинобудування та автомобілів, протокол №6 від 9 листопада 2012 року.

Посібник рекомендовано до друку методичною комісією механіко-технологічного факультету ТНТУ, протокол №4 від 13 грудня 2012 року.

## З М І С Т

ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩОМУ ТЕХНІЧНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ.....	6
2 ІСТОРІЯ ТА СЬОГОДЕННЯ КАФЕДР ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МАШИНОБУДУВАННІ.....	8
3 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ .....	11
3.1 Важке машинобудування.....	13
3.2 Загальне машинобудування.....	14
3.3 Середнє машинобудування.....	14
4 ОСОБЛИВОСТІ ПРОФЕСІЇ ІНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА СУЧАСНОГО МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	16
4.1 Нормативно-правова база підготовки дипломованого фахівця.....	16
4.2 Сфери професійної діяльності дипломованого фахівця .....	16
4.3 Об'єкти професійної діяльності інженера-технолога .....	17
4.4 Види професійної діяльності .....	17
4.5 Задачі професійної діяльності .....	17
4.6 Кваліфікаційні вимоги до інженера-технолога виробничої дільниці .....	19
5 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ .....	21
6 ТЕХНОЛОГІЯ .....	23
7 МЕТАЛОРІЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ .....	25
8 ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ РІЗАННЯМ.....	27
8.1 Токарна обробка .....	28
8.2 Фрезерна обробка.....	31
8.3 Обробка на свердлильних верстатах .....	34
8.4 Обробка на розточувальних верстатах.....	37
8.5 Обробка на протяжних верстатах.....	38
8.6 Обробка на стругальних верстатах .....	40
8.7 Шліфування і полірування.....	41
8.8 Обробка на верстатах з числовим програмним керуванням.....	44
9 ПОВЕРХНЕВА ОБРОБКА МЕТАЛІВ.....	47
10 СЛЮСАРНІ РОБОТИ.....	50
11 КУВАННЯ І ШТАМПУВАННЯ .....	51
12 ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО .....	52
13 ЗВАРЮВАННЯ.....	56
14 МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В МАШИНОБУДУВАННІ.....	60
15 ВИКОРИСТАННЯ РОБОТІВ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ .....	62
16 ЗАВОДИ ТА ЦЕХИ МАШИНОБУДІВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	65

17 БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ .....	67
17.1 Задачі в галузі безпеки життєдіяльності .....	67
17.2 Вимоги безпеки до виробничого обладнання.....	67
17.3 Пожежна безпека.....	68
17.4 Електробезпека.....	69
17.5 Актуальні проблеми охорони навколишнього середовища.....	69
18 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ .....	70
19 ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МАШИНОБУДІВНОГО КОМПЛЕКСУ ПРОМИСЛОВОСТІ .....	73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	75
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	76
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	81

## ВСТУП

Машинобудування завжди було і залишається провідною серед інших галузей промисловості. Це пояснюється тим, що всі процеси в матеріальному виробництві, на транспорті, будівництві, в сільськогосподарському виробництві пов'язані з використанням машин. Конструкції машин безперервно вдосконалюються згідно з вимогами експлуатації та виробництва, а також на основі можливостей, що виявляються з розвитком науково-технічних досліджень, появою нових матеріалів і способів надання їм потрібних форм та властивостей.

Створення та експлуатація продукції машинобудівної промисловості, які б відповідали сучасним вимогам, пов'язане з потребою підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів, здатних розв'язувати задачі розрахунків, конструювання, виробництва та експлуатації машин. Така підготовка ведеться на базі викладання студентам фундаментальних загальноосвітніх, загальноінженерних та спеціальних дисциплін.

Дисципліна «Вступ до спеціальності» є першою дисципліною, яка безпосередньо пов'язана з майбутнім фахом. До числа основних задач курсу відноситься ознайомлення студентів із загальними характеристиками машинобудівної галузі промисловості, основними напрямками інженерної діяльності, а також з особливостями навчального процесу у вищому технічному навчальному закладі.

Цей посібник розроблено у відповідності до діючих типових програм та навчальних планів. Представлений матеріал відповідає загальним тенденціям викладання дисципліни, які склалися на кафедрі технології машинобудування на протязі багатьох років.

## **1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩОМУ ТЕХНІЧНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ**

Здобуття професії інженера передбачає оволодіння комплексом знань та практичних навиків, необхідних для проектування, виготовлення, експлуатації та ремонту машин і механізмів, управління виробництвом, забезпечення безпечних умов праці, або, іншими словами, здобуття політехнічної освіти.

Під політехнічною освітою розуміють таку освіту, яка надає студентам теоретичні знання, практичні навички і уміння, готуючи тим самим до продуктивної праці, а також формує світогляд, сприяє всебічному та гармонійному розвитку особистості. Завдання вищої школи полягає у тому, щоб надати студентам систему наукових знань про галузі промислового виробництва, пов'язані з конкретним фахом, а також навчити основам робітничих професій, допомогти оволодіти виробничими навичками. В процесі здобуття спеціальності інженера студенти поряд з вивченням таких загальноосвітніх дисциплін як вища математика, фізика, хімія, іноземна мова та інших знайомляться з науковими основами найважливіших галузей промисловості, з принципами організації виробництва та управління ним, дізнаються, з чого складаються і як працюють різноманітні технічні пристрої. В процесі теоретичного навчання студенти виконують велику кількість розрахунково-графічних робіт, повинні скласти кілька десятків екзаменів, отримати заліки, виконати та захистити курсові та дипломні роботи і проекти. Навчальний процес передбачає не лише вивчення основ наук, але і різного роду практичні заняття, виробничі практики, проведення дослідів і виконання лабораторних робіт. На практичних та лабораторних заняттях майбутні інженери набувають навиків роботи з різними інструментами, приладами, апаратурою, визнають, як усунути їх неполадки. Також вони вчаться керувати металорізальним та іншим обладнанням, промисловими роботами. В процесі навчання студенти вчаться читати та розробляти креслення, схеми, оформляти технологічну та конструкторську документацію, оволодівають методиками конструювання, проектування та основами наукового пошуку. Крім того, майбутні фахівці набувають навиків контролю та самоконтролю, організації робочого місця.

Значне місце відводиться комп'ютерній підготовці. Сучасний стан розвитку обчислювальної техніки з одного боку дає можливість з великою ефективністю вирішувати практично весь спектр інженерних задач, а з іншого – вимагає наявності в користувача певного рівня знань і навиків роботи. Такий рівень знань і повинна забезпечити система освіти. Для сучасного інженера вміння працювати з комп'ютером є таким же необхідним, як знання математики, фізики, спеціальних дисциплін. Є і інші причини які вимагають забезпечення комп'ютерної грамотності. Розвиток науки, зростання об'єму інформації в оточуючому світі висувають зовсім нові вимоги до змісту освіти та до обсягів знань фахівців.

Підготовка фахівців у сфері застосування обчислювальної техніки здійснюється диференційовано. Загальні відомості про можливості



персонального комп'ютера і мінімальні навички програмування дає ще середня школа. Ці знання служать базою для оволодіння навчальними програмами вищої школи.

Підготовка фахівців вищої школи у сфері застосування обчислювальної техніки поділяється на базову і спеціальну. Базова підготовка має за мету дати спеціалісту необхідні відомості про обчислювальну техніку і програмування, методику математичного моделювання і вирішення інженерних задач на ЕОМ, а також навички підготовки програмного забезпечення для ЕОМ. Фахівці, які пройшли базовий рівень підготовки повинні стати кваліфікованими користувачами, які уміють ефективно використовувати можливості ЕОМ при виконанні своїх службових обов'язків.

Спеціальна підготовка призначення для розширення знань і зміцнення практичних навичок в таких сферах діяльності як оптимізація вирішення задач за фахом; системи автоматизованого проектування; автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва; автоматизовані системи наукових досліджень тощо.

Крім того, у зв'язку з тим, що обчислювальна техніка і програмне забезпечення розвиваються надзвичайно швидкими темпами та постійно оновлюються, важливе місце в професійній підготовці інженера відводиться самостійній роботі.

В сучасних умовах зростає значення політехнічної освіти для формування всебічно розвинутих людей, які вміють мислити та діяти. Для сучасної промисловості характерні динамічні зміни технічного базису виробництва, з'являються нові галузі, професії, змінюється зміст старих. Виробничий світогляд працюючих у зв'язку з цим також розширюється, підвищується інтелектуальний рівень їх діяльності. Сучасне виробництво висуває високі вимоги до загальноосвітньої, політехнічної та спеціальної підготовки інженерів.

## **2 ІСТОРІЯ ТА СЬОГОДЕННЯ КАФЕДР ТЕХНОЛОГІЙ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МАШИНОБУДУВАННІ**

Кафедра технології машинобудування (ТМ) є профільною та випускною для студентів університету, які навчаються за фахом «Технології машинобудування».

Кафедра технології машинобудування Тернопільського філіалу Львівського політехнічного інституту (ТФЛПІ) була створена за наказом ректора Львівського політехнічного інституту 24 квітня 1969 року № 206 від 12 квітня 1969 року на базі кафедри технології металів і матеріалознавства загальнотехнічного факультету. До складу кафедри ввійшли лабораторії верстатів, різальних інструментів, технології металів, металознавства, автоматизації виробництва та учбові майстерні. Лабораторії були обладнані новими верстатами, приладами та інструментами, які виділяли зі своїх фондів Тернопільські та Львівські підприємства.

На кафедрі діяли денна, вечірня та заочна форми навчання. Необхідне методичне забезпечення навчального процесу розроблялося викладачами кафедри. Учбовий процес закріплювався під час щорічних виробничих практик на підприємствах Тернополя, Львова, Києва, Москви та інших міст.

За кафедрою ТМ були закріплені такі дисципліни як технологія машинобудування, проектування і виробництво заготовок, металорізальні верстати (МРВ), теорія різання металів, проектування пристроїв для МРВ, матеріалознавство, проектування механоскладальних цехів, автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні, проектування різального інструменту, організація і планування виробництва, охорона праці, основи трудового законодавства, економіка машинобудування та інші.

Викладачі кафедри разом із студентами займалися науковою роботою, виступали з лекціями на підприємствах м. Тернополя і області, надавали допомогу і консультації з технічних питань різним організаціям.

В ході реорганізації ТФЛПІ в Тернопільський приладобудівний інститут, а згодом в національний технічний університет на базі кафедри технології машинобудування і з залученням її викладачів було організовано ряд нових кафедр. Так в 1972 році була створена кафедра верстатно-інструментальних систем автоматизованого виробництва, в 1988 році – кафедра автоматизації виробництва, у 1992 році була створена кафедра економіки, а у 2002 році – кафедру комп'ютерних технологій в машинобудуванні.

На виробничих площах ВАТ «Тернопільський комбайновий завод» у 1986 році було створено філіал кафедри технології машинобудування, де студенти в умовах діючого виробництва оволодівали комплексом теоретичних знань і практичних навиків. В 1991 році на Республіканському конкурсі на кращий філіал кафедри на виробництві філіал кафедри на ВАТ «ТеКЗ» зайняв 2-е призове місце. На сьогоднішній день філіал реорганізовано у 11-й початковий корпус ТНТУ, у якому розміщено кафедру комп'ютерних технологій в машинобудуванні.

За період свого існування кафедрою технології машинобудування підготовлено більше 1600 висококваліфікованих фахівців, які працюють у всіх регіонах України та за її межами. Серед випускників кафедри доктори технічних наук, професори, академіки, заслужені винахідники України, генеральні директори, провідні спеціалісти машинобудівних та сільськогосподарських підприємств, комерційних структур, державні та громадські діячі.

На республіканських олімпіадах з технології машинобудування студенти кафедри неодноразово займали 1 - 5 місця при загальній кількості місць 22 - 25.

Кафедра по праву пишається своїми випускниками, які завдяки знанням, отриманим під час навчання в інституті, зуміли досягнути значних успіхів в своїй професійній діяльності

На протязі всіх більше ніж сорока років на кафедрі проводиться плідна науково-дослідна робота. Основними напрямками цієї роботи є: розроблення конструкцій і технології виготовлення транспортних технологічних машин і систем машин; підвищення довговічності та надійності важконавантажених механізмів машин.

За більше як 40 років діяльності кафедра має незаперечні успіхи та здобутки. Результати наукових досліджень впроваджені на багатьох підприємствах України і країн СНД. Географія впроваджень включає ряд заводів м. Москви, Горьківський автомобільний завод, Ярославський завод паливної апаратури, Харківський тракторний завод, Куйбишевський завод пластмас, Московський автозавод, Вінницький електротехнічний завод, Вільнюський верстатобудівний завод та багато інших.

На основі договору про співдружність між колективами кафедри ТМ і Всесоюзним інститутом сільськогосподарського машинобудування, Українським науково-дослідним інститутом сільськогосподарського машинобудування, Краснодарським спеціальним конструкторсько-технологічним бюро розроблено конструкції захисних механізмів сільськогосподарських машин і стенд для їх випробувань.

Про науковий рівень кадрового складу свідчить той факт, що фахівці кафедр є членами спеціалізованих вчених рад із захисту дисертацій. Зокрема в 1991 році була створена перша на Тернопільщині спеціалізована вчена рада з захисту кандидатських дисертацій. При безпосередній участі працівників кафедр в університеті була відкрита аспірантура.

Кафедри плідно співпрацюють з багатьма вищими навчальними закладами України та зарубіжжя, в тому числі з національними технічними університетами «Київський політехнічний інститут», «Львівська політехніка», Луцьким, Івано-Франківським, Одеським університетами, Національним університетом біоресурсів і природокористування України, Будапештським, Софійським та Жешувським університетами, Московським вищим технічним університетом ім. Баумана, інститутом сільськогосподарського машинобудування м. Ростова на Дону, а також з Російським науково-дослідним інститутом та Українським інститутом сільськогосподарського машинобудування та багатьма іншими.

На кафедрі працює 11 викладачів, з них 10 кандидатів і один доктор

технічних наук. На кафедрі читаються такі дисципліни: «Технологія машинобудування», «Проектування та виробництво заготовок», «Проектування технологічного оснащення», «Проектування механоскладальних цехів», «Технологічна підготовка виробництва», «Надійність машин», «Експлуатація та обслуговування машин», «Охорона праці в галузі», та ряд інших.

Враховуючи високу значимість прогресивних комп'ютерних технологій та їх постійний розвиток, в 2002 році на базі кафедри технології машинобудування була створена кафедра комп'ютерних технологій в машинобудуванні. Основним завданням діяльності кафедри є підготовка висококваліфікованих фахівців, які вміли б ефективно використовувати комп'ютерні технології для вирішення інженерних задач. Навчальний процес на кафедрі забезпечують 7 викладачів, з них 2 доктори та 5 кандидатів технічних наук, та навчально-допоміжний персонал. Під їх керівництвом студенти вивчають цілий ряд дисциплін, пов'язаних з використанням комп'ютерних технологій в машинобудуванні, зокрема «Математичне моделювання інженерних задач на ЕОМ» «Технологія автоматизованого виробництва»; «САПР технологічних процесів»; «Комп'ютерна підготовка», «Автоматизоване проектування технологічного оснащення» та інші, виконують курсові та дипломні проекти, займаються науково-дослідною роботою.

На кафедрі розроблена та успішно реалізується концепція підготовки студентів в сфері комп'ютерних технологій, в рамках якої сформульовані вимоги до випускників різного рівня освітнього процесу в сфері комп'ютерних технологій; опрацьовуються питання єдності і взаємопов'язаності програмного забезпечення за курсами і за спеціальностями; реалізується відповідна кадрова політика; проводиться технічне оснащення лабораторій кафедри; отримуються сучасні професійні програмні комплекси; проводиться перегляд робочих програм і навчальних планів з метою насичення елементами інформаційних технологій всіх учбових дисциплін; відкриваються спеціальні дисципліни.

До основних завдань найближчого майбутнього слід віднести:

- 100-відсоткове забезпечення кафедр професорсько-викладацьким складом з науковими ступенями;
- широке впровадження комп'ютерних технологій в практику наукових досліджень;
- підвищення ефективності підготовки фахівців за рахунок впровадження сучасних методів навчання і використання умов діючого виробництва;
- створення галузевої лабораторії з власною дослідно-виробничою базою;
- інтеграція з навчальними, науковими і виробничими закладами та установами в міжнародні навчально-дослідні структури.

### 3 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ

Машинобудування є провідною галуззю усієї промисловості, її «серцевиною». Продукція підприємств машинобудування грає вирішальну роль у реалізації досягнень науково-технічного прогресу в усіх сферах господарства. Частка машинобудівного комплексу України складає майже 30 % від загального обсягу промислового виробництва. Але у нашій країні ця галузь розвинена недостатньо. У Японії, Німеччині, США питома вага машинобудування в промисловій структурі складає від 40 до 50 %.

За рівнем експорту машинобудування займає 2-е місце після паливно-енергетичного комплексу. Ця галузь дає 12 % експорту України. Якщо брати Японію і Німеччину, то їх експорт складає: Японія – 60 %, Німеччина – 45 %. Машинобудівний комплекс займає перше місце з випуску валової продукції, друге місце з основних фондів (25 %) і перше місце з промислового персоналу (42 %). Він забезпечує науково-технічний прогрес і перебудову економіки всієї країни, тому його галузі розвиваються прискореними темпами, а їх число безупинно зростає. За роллю і значенням в народному господарстві їх можна об'єднати в 3 взаємозалежні групи:

1) галузі, що забезпечують розвиток науково-технічної революції в усьому народному господарстві – це приладобудування, хімічне машинобудування, електротехнічне й енергетичне машинобудування;

2) галузі, що забезпечують розвиток науково-технічної революції у машинобудуванні – це верстатобудування та інструментальна промисловість;

3) галузі, що забезпечують розвиток науково-технічної революції в окремих галузях господарства – це будівельно-дорожнє, тракторне і сільськогосподарське машинобудування, автомобілебудування та ін.

За останні десятиліття виникло ряд нових галузей, пов'язаних із виготоренням засобів автоматизації, електроніки і телемеханіки, устаткування для атомної енергетики, реактивної авіації, побутових машин. Докорінно змінився характер продукції в старих галузях машинобудування.

Сучасне машинобудування складається з власне машинобудування і металообробки, що включають декілька десятків галузей і підгалузей. Найбільш складною є структура машинобудування. Вона включає такі найважливіші галузі, як енергетичне машинобудування, електротехнічна, верстатобудівна й інструментальна промисловість, приладобудування, ряд окремих галузей, що виробляють устаткування для видобувної й обробної промисловості, будівництва, транспортне машинобудування, автомобільна промисловість, тракторне і сільськогосподарське машинобудування і т.д.

Асортимент продукції машинобудування надзвичайно великий, що не тільки обумовлює глибоку диференціацію його галузей, але і здійснює відчутний вплив на розміщення виробництва окремих видів продукції. При цьому навіть при однаковому цільовому призначенні продукції, що виробляється, розміри, склад, технологічні процеси, форма організації виробництва на підприємствах таких галузей суттєво відрізняються.

В цілому машинобудування відноситься до галузей так званого «вільного розміщення», тому що воно в меншій мірі, ніж будь-яка інша галузь промисловості, зазнає впливу таких чинників, як природне середовище, наявність ресурсів корисних копалин, води і т.д. У той же час на розміщення підприємств машинобудування вирішальний вплив має ряд економічних факторів, особливо концентрація виробництва, його спеціалізація, кооперація, трудомісткість окремих видів продукції, зручність транспортно-економічних зв'язків, що виникають у процесі кооперації машинобудівних підприємств.

Спеціалізація машинобудування досягла дуже високого рівня. У галузі широко поширені предметна, технологічна і подетальна спеціалізації. Спеціалізація в машинобудуванні визначається профілем машинобудівних підприємств і характером продукції, що виробляється – масовим, крупносерійним, дрібносерійним, одиничним. Випуск масової продукції зменшує можливості створення на підприємствах усього технологічного процесу і сприяє розвитку технологічної спеціалізації. Проте і випуск особливо складної дрібносерійної й індивідуальної продукції нерідко можливий лише на основі подетальної і технологічної спеціалізації.

Розвиток усіх видів спеціалізацій в машинобудуванні обумовило винятково широке кооперування як між його підприємствами, так і з заводами інших галузей, що постачають конструкційні матеріали, вироби з пластмас, скла і т.д. При цьому вони спеціалізуються на випуску не тільки масової продукції (наприклад, автомашини, радіоприймачі й інша побутова техніка), але і дрібносерійної і навіть індивідуальної продукції.

Розміщення машинобудування визначається в значній мірі трудомісткістю виробів, рівнем кваліфікації використовуваної праці, а також особливостями спеціалізації і кооперованих зв'язків підприємств. Рівень металоємності сам по собі не є визначальним фактором розміщення машинобудування. Багато видів продукції машинобудування, що відрізняються високою металоємністю, є одночасно і трудомісткими (наприклад, при однаковій питомій витраті матеріалів на 1 т готової продукції трудомісткість виготовлення легкових автомобілів у 15 - 20 разів вища, ніж чотиривісної цистерни для перевезення нафтопродуктів). Масовий і крупносерійний випуск готової продукції настільки сильно знижує витрати на її виготовлення, що це виправдує багаточисельні кооперовані зв'язки та затрати на постачання продукції споживачам. Глибока спеціалізація заводів змушує вдаватися, здавалося б, і до явно невігідних перевезень. Існування такого роду перевезень неминуче в умовах сучасної організації машинобудівного виробництва. Випуск же дрібносерійної індивідуальної продукції епізодичний і не може визначати розміщення підприємств, які займаються її виготовленням, в залежності від металургійних баз і споживачів.

Створення комплексів взаємозалежних виробництв у машинобудуванні по окремих районах країни утруднено в силу дуже подрібненої спеціалізації галузі та її підприємств.

Виготовлення кінцевих видів продукції машинобудування, що постачається у інші галузі самого машинобудування або народного

господарства, орієнтоване на задоволення всього народного господарства, побуту й експорту. Споживачі цих видів продукції розміщені в усіх районах країни і за її межами. Тому в переважній більшості випадків розміщення підприємств машинобудування не може орієнтуватися на чинник споживання його продукції.

Тільки окремі види продукції, призначені для використання в специфічних природних умовах або для визначених гірсько-геологічних умов, виготовляються в районах їх споживання (частіше усього сільськогосподарські машини, машини і механізми для лісової промисловості, гірниче устаткування).

Відзначені особливості розміщення об'єктів машинобудування обумовлюють велику роль і значення транспортного чинника у здійсненні кооперованих постачань та забезпеченні споживачів готовою продукцією. Ритмічність роботи конвеєрів і поточкових ліній машинобудівних заводів залежить від чіткої роботи як підприємств-суміжників, так і транспорту. Розвинена транспортна мережа, можливість використовувати різні види транспорту між підприємствами, що кооперуються, підвищує надійність таких зв'язків. У результаті здешевлення транспортування продукції усіма видами транспорту, географічне розміщення постачальників продукції в даний час грає набагато меншу роль, ніж у минулому.

В умовах розвиненої спеціалізації машинобудівних заводів щодо визначених видів продукції усе більшого значення набуває уніфікація виробництва окремих видів машин, устаткування, деталей та інструментів, що виготовляються на різних, але споріднених підприємствах галузі. Цей процес також чинить значний вплив на розміщення підприємств машинобудування. Уніфіковані вироби дозволяють забезпечувати більш широке коло споживачів кожному підприємству, тим самим зміцнюючи і розвиваючи внутрішньо-районні зв'язки, сприяючи зонуванню збуту продукції підприємств.

### **3.1 Важке машинобудування**

Ця група галузей машинобудування відрізняється значними обсягами споживання металу, відносно малою трудомісткістю і використанням енергії. Важке машинобудування включає виробництво устаткування для металургійних підприємств, гірничого, енергетичного устаткування, важких верстатів та ковальсько-пресових машин, морських та річкових суден, локомотивів і вагонів. Особливості виробництва продукції важкого машинобудування полягають у литві, механічній обробці і складанні великогабаритних деталей, вузлів, агрегатів і цілих секцій. Для цієї галузі характерні як підприємства закінченого виробничого циклу, що самостійно здійснюють виготовлення заготовок, обробку і складання деталей та вузлів, так і заводи, що поєднують ці операції з монтажем привізних деталей, агрегатів і секцій. У складі галузі є й вузькоспеціалізовані заводи. Витрати на сировину і матеріали тут складають від 40 до 85 %, витрати на зарплату 8 - 15 %, витрати на транспорт 15 - 25 %, витрати на електроенергію 8 - 15 %.

### 3.2 Загальне машинобудування

Ця група машинобудівних галузей характеризується середніми нормами споживання металу, енергії, невисокою трудомісткістю. Підприємства загального машинобудування виготовляють технологічне устаткування для нафтопереробної, хімічної, паперової, лісової, будівельної промисловості, дорожні і найпростіші сільськогосподарські машини. Переважають спеціалізовані підприємства, пов'язані з виготовленням заготовок і складанням конструкцій, агрегатів і деталей, що постачаються в порядку кооперації. Ряд підприємств, що виготовляють устаткування для галузей промисловості з хімічною технологією, потребують спеціальних видів сталей, кольорових металів і пластмас. Підприємства загального машинобудування – одні із самих численних у галузі і розміщуються в у багатьох районах країни.

Частка витрат на зарплату у вартості продукції тут складає від 12 до 33 %, витрати на сировину і матеріали в цій групі не дуже великі – від 4 до 8 %, витрати на електроенергію 3 - 5 %.

### 3.3 Середнє машинобудування

Воно об'єднує підприємства малої металоємності, але підвищеної енергоємності і трудомісткості. Основними технологічними процесами в середньому машинобудуванні є механічна обробка деталей, складання їх на конвеєрах у вузли, агрегати і готові машини. Ця галузь споживає значну кількість різноманітних чорних і кольорових металів, пластмас, гуми, скла. Підприємства середнього машинобудування найбільш багаточисленні, вузькоспеціалізовані, мають широкі кооперовані зв'язки. Їхня продукція масова і крупносерійна, вона включає виробництво автомобілів і літаків, тракторів, комбайнів, двигунів для них, середніх і невеликих металорізальних верстатів і ковальсько-пресових машин, насосів і компресорів, машин і різноманітного технологічного устаткування для легкої, харчової, поліграфічної промисловості.

Автомобільна промисловість – сильно розвинена, типова для середнього машинобудування галузь. Автомобільна промисловість включає до свого складу крім виготовлення автомобілів також виробництво двигунів, електроустаткування, підшипників, причепів і т.д., що виготовляються на окремих підприємствах.

Верстатобудівна промисловість – це технічна база всього машинобудування. Витрати металу у ній, як правило, невеликі, значна частина заготовок і деталей виготовляється на самих підприємствах, кооперація з іншими заводами частіше усього зводиться до постачання двигунів, габаритних та складних виливків, електроустаткування. На розміщення підприємств великий вплив має трудомісткість продукції, наявність кваліфікованих кадрів робітників та інженерно-технічного персоналу. Підприємства галузі оснащені складним устаткуванням. Збільшення обсягів виготовлення напівавтоматів і



автоматів, фрезерних, шліфувальних, агрегатних, прецизійних, верстатів із програмним керуванням, верстатних ліній, автоматизованих цехів і заводів підсилює роль наукових і конструкторських центрів в розміщенні верстатобудування. Зросла роль кооперованих зв'язків (уніфікація стандартних вузлів у різних типах верстатів, спеціальне електротехнічне устаткування і т.д.). Вузька спеціалізація верстатобудівних підприємств обумовила значний розвиток міжрайонних зв'язків: кожне з них забезпечує своєю продукцією більшість районів країни.

Найбільш типові для середнього машинобудування особливості розміщення дуже чітко відслідковуються в розміщенні авіаційної промисловості. У цій найскладнішій галузі сучасного машинобудування кооперуються підприємства практично усіх галузей важкої промисловості, і особливо самого машинобудування, що постачають різноманітні конструкційні матеріали, чорні і кольорові метали, хімічні матеріали, електротехнічне, електронне і радіотехнічне устаткування. Підприємства авіаційної промисловості відрізняються винятково високим рівнем класифікації інженерно-технічних кадрів, робітників. Це обумовило виникнення і розвиток авіаційної промисловості в значних промислових центрах, де крім досвідчених кадрів на виробництві є науково-дослідні інститути та конструкторські бюро. У таких значних промислових центрах, як правило, є і підприємства-суміжники.

Виробництво електротехнічної апаратури, точних машин, інструментів пов'язано зі штампуванням і точним литвом заготовок, точною механічною обробкою деталей, складанням деталей, вузлів і агрегатів. Тут переважає масово-поточна організація виробництва, у якому зайняті висококваліфіковані кадри, у великій кількості використовується робоча сила. Підприємства галузі споживають відносно невелику кількість матеріалів, але різноманітного асортименту (чорні, кольорові, цінні, рідкісні метали, різноманітні види скла, пластмас і т.д.). Складність і точність продукції, що виробляється, висуває досить високі вимоги до культури виробництва, оснащення технікою. Багато підприємств галузі зайняті переважно монтажем і складанням деталей, що надходять у порядку кооперації.

### ***Контрольні питання***

1. В які взаємозалежні групи можна об'єднати усі галузі машинобудування?
2. Чим визначається спеціалізація в машинобудуванні?
3. Чим обумовлюється розміщення підприємств машинобудування?
4. Які особливості виробництва продукції важкого машинобудування?
5. Які характерні особливості загального машинобудування?
6. Дайте загальну характеристику середнього машинобудування.
7. Верстатобудування – технічна база всього машинобудування.

## **4 ОСОБЛИВОСТІ ПРОФЕСІЇ ІНЖЕНЕРА-ТЕХНОЛОГА СУЧАСНОГО МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА**

### **4.1 Нормативно-правова база підготовки дипломованого фахівця**

Вимоги та зміст підготовки фахівців напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та спеціальностей 7.05050201 і 8.05050201 «Технології машинобудування» за повний термін їх навчання визначаються документами, які погоджені науково-методичною комісією за напрямом «Інженерна механіка», Інститутом інноваційних технологій та змісту освіти міністерства освіти і науки, молоді та спорту України та Департаментом вищої освіти, а саме:

- навчальні плани підготовки бакалаврів, спеціалістів та магістрів;
- навчальні плани перепідготовки спеціалістів;
- освітньо-професійні програми (ОПП) підготовки бакалавра, спеціаліста та магістра;
- освітньо-кваліфікаційні характеристики (ОКХ), для відповідних рівнів підготовки фахівців напряму «Інженерна механіка» та спеціальності «Технології машинобудування», які повністю відповідає галузевому стандарту вищої освіти України.

Ці документи регламентують:

- нормативну частину змісту навчання за напрямом «Інженерна механіка» та спеціальності «Технології машинобудування», її інформаційний обсяг та рівень засвоєння у процесі підготовки відповідно до вимог ОКХ;
- варіативну частину циклу дисциплін професійної підготовки за вказаним напрямом і спеціальністю;
- рекомендований перелік навчальних дисциплін підготовки фахівців за вказаним напрямом;
- нормативний термін навчання;
- форми державної атестації фахівців.

### **4.2 Сфери професійної діяльності дипломованого фахівця**

Інженер-технолог може працювати в галузях науки і техніки, що включають в себе сукупність засобів, прийомів, способів і методів людської діяльності, спрямованих на конструкторсько-технологічне забезпечення конкурентоспроможної продукції машинобудування, тобто орієнтованих на:

- створення нових і застосування сучасних виробничих процесів і технологій, засобів автоматизації, методів проектування, математичного, фізичного та комп'ютерного моделювання;
- використання сучасних засобів конструкторсько-технологічної інформатики та автоматизованого проектування;
- створення технологічно орієнтованих виробничих, інструментальних і керуючих систем різного службового призначення;
- проведення маркетингових досліджень.

### **4.3 Об'єкти професійної діяльності інженера-технолога**

Об'єктами професійної діяльності інженера-технолога є:

- машинобудівне виробництво, технологічне та допоміжне устаткування, їх комплекси, інструментальні засоби, технологічне оснащення, засоби проектування, автоматизації і керування;
- виробничі і технологічні процеси, інструментальні системи, їх проектування та впровадження, освоєння нових технологій і інструментальної техніки;
- засоби інструментального, метрологічного, діагностичного, інформаційного і управлінського забезпечення машинобудівного виробництва для забезпечення необхідного якості продукції, що виробляється;
- нормативно-технічна документація, системи стандартизації і сертифікації, методи та засоби випробувань і контролю якості виробів машинобудування.

### **4.4 Види професійної діяльності**

Фахівець, що одержав освіту за спеціальністю «Технології машинобудування», може відповідно до фундаментальної і спеціальної підготовки виконувати такі види професійної діяльності:

- проектно-конструкторська;
- виробничо-технологічна;
- організаційно-управлінська;
- науково-дослідна;
- експлуатаційна.

Конкретні види діяльності визначаються змістом освітньо-професійної програми, яка розроблена вищим навчальним закладом.

### **4.5 Задачі професійної діяльності**

Фахівець з технології машинобудування підготовлений до вирішення таких типів завдань за видами професійної діяльності.

Проектно-конструкторська діяльність:

- формулювання цілей проекту, завдань при виданих критеріях, цільових функціях, обмеженнях, побудова структури їх взаємозв'язків, виявлення пріоритетів розв'язку завдань із урахуванням моральних аспектів діяльності;
- розроблення узагальнених варіантів вирішення проблем, аналіз варіантів і вибір оптимального, прогнозування наслідків, знаходження компромісних розв'язків в умовах багатокритеріальної невизначеності, планування реалізації проектів;

- розробка проектів виробів з урахуванням механічних, технологічних, конструкторських, експлуатаційних, естетичних, економічних і управлінських параметрів;
- використання інформаційних технологій при проектуванні виробів.

#### Виробничо-технологічна діяльність:

- розроблення та впровадження оптимальних технологій виготовлення виробів;
- організація і ефективне здійснення контролю якості матеріалів, технологічних процесів, готової продукції;
- ефективне використання матеріалів, устаткування, інструментів, технологічного оснащення, засобів автоматизації, алгоритмів і програм вибору і розрахунків параметрів технологічних процесів;
- вибір матеріалів, обладнання та інших засобів технологічного оснащення і автоматизації для реалізації виробничих технологічних процесів,
- використання інформаційних технологій при виготовленні виробів;
- розроблення програм і методик випробувань, засобів технологічного оснащення, автоматизації і керування;
- метрологічна перевірка основних засобів вимірювання показників якості продукції, що виробляється;
- стандартизація й сертифікація технологічних процесів, засобів технологічного оснащення.

#### Організаційно-управлінська діяльність:

- організація процесу розробки і виробництва виробів, засобів технологічного оснащення та автоматизації виробничих і технологічних процесів;
- організація роботи колективу виконавців, прийняття управлінських рішень в умовах різних думок;
- організація вибору технологій, інструментальних засобів і засобів обчислювальної техніки при реалізації процесів проектування, виготовлення, технічного діагностування і промислових випробувань виробів;
- знаходження компромісу між різними вимогами (вартості, якості, безпеки і термінів виконання) як при довготерміновому, так і короткотерміновому плануванні і прийняття оптимальних управлінських рішень;
- оцінка виробничих і невиробничих витрат на забезпечення необхідної якості продукції;
- навчання персоналу в рамках прийнятої організації процесу розробки і (або) виробництва виробів.

#### Науково-дослідна діяльність:

- діагностика стану динаміки об'єктів діяльності (технологічних

процесів, устаткування, засобів технологічного оснащення, автоматизації і керування) з використанням необхідних методів і засобів аналізу;

- створення математичних та фізичних моделей процесів і систем, засобів автоматизації і керування;
- планування експерименту і використання методик математичної обробки результатів;
- використання інформаційних технологій і технічних засобів при розробці нових технологій і виробів машинобудування.

Експлуатаційна діяльність:

- налагодження та регламентне експлуатаційне обслуговування обладнання і засобів технологічного оснащення, автоматизації й керування;
- вибір методів і засобів вимірювання експлуатаційних характеристик виробів, засобів технологічного оснащення, автоматизації й керування, аналіз експлуатаційних характеристик.

#### **4.6 Кваліфікаційні вимоги до інженера-технолога виробничої дільниці**

Інженер-технолог повинен виконувати такі види робіт:

- розробляти з використанням системи автоматизованого проектування (САПР) технологічні процеси на продукцію, що виготовляється дільницею;
- впроваджувати технологічні процеси у виробництво;
- встановлювати послідовність виконання робіт і маршрут проходження продукції;
- розробляти плани розміщення обладнання, технічного оснащення і організації робочих місць, розраховувати виробничі потужності й завантаженість обладнання;
- брати участь у розробці технічно обґрунтованих норм часу, лінійних і сіткових графіків, у відпрацьовуванні виробів на технологічність, розраховувати нормативи матеріальних витрат, економічну ефективність технологічних процесів, які проектуються;
- розробляти технологічні нормативи, інструкції, схеми складання, маршрутні карти тощо;
- розробляти технічні завдання на проектування пристосувань, оснащення і спеціального інструменту, передбачених технологією, брати участь у розробці керуючих програм для устаткування з ЧПК;
- проводити патентні дослідження і визначати показники технічного рівня об'єктів проектування, техніки і технології;
- брати участь у проведенні експериментальних робіт з освоєння нових технологічних процесів і впровадженню їх у виробництво;
- здійснювати контроль над дотриманням технологічної дисципліни в

цехах і правильною експлуатацією технологічного устаткування;

- аналізувати причини браку і випуску продукції низької якості, брати участь у розробці заходів щодо їх попередження та усунення;
- розробляти методи технічного контролю і випробування продукції;
- розглядати раціоналізаторські пропозиції з вдосконалювання технології виробництва і давати висновок про доцільність їх використання в умовах підприємства.

Інженер-технолог повинен знати:

- постанови, розпорядження, накази вищих керівних органів;
- методичні і нормативні матеріали з технологічної підготовки виробництва;
- конструкцію виробів, на які проектується технологічний процес;
- технологію виробництва продукції підприємства, перспективи розвитку підприємства, системи і методи проектування технологічних процесів;
- основне технологічне устаткування і принципи його роботи;
- типові технологічні процеси й режими виробництва;
- технічні вимоги, методи аналізу технічного рівня об'єктів техніки і технології;
- основні вимоги наукової організації праці при проектуванні технологічних процесів;
- основи трудового законодавства, правила і норми охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії й протипожежного захисту.

### ***Контрольні питання***

1. Яка нормативна-правова база підготовки дипломованого фахівця?
2. Назвіть сфери професійної діяльності дипломованого фахівця.
3. Які об'єкти професійної діяльності інженера-технолога?
4. Які види професійної діяльності інженера-технолога?
5. Сформулюйте основні завдання професійної діяльності інженера-технолога.
6. Назвіть основні кваліфікаційні вимоги до інженера-технолога виробничої ділянки.

## 5 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ

Коли будь-яке промислове підприємство розпочинає виготовлення нового виробу, все повинно бути наперед ретельно продумано, запроектовано, перевірено та випробувано. Нові вироби розробляє інженерно-технічний персонал шляхом проектування та конструювання. Проектування і конструювання є процесами взаємопов'язаними і такими, що взаємно доповнюють один одного. Конструктивна форма об'єкта уточнюється за допомогою методів проектування – виконанням розрахунків експлуатаційних параметрів, на міцність та надійність, оптимізацією проектних рішень. Проектування можливе лише для попередньо прийнятих варіантів конструктивного виконання об'єкта. Часто ці два процеси не розділяють, бо вони виконуються фахівцями однієї професії – інженерами-конструкторами. Однак проектування і конструювання – процеси різні.

Інженерне проектування – це неперервний процес, в якому наукова та технічна інформація використовується для створення нового пристрою, машини або системи, що дають суспільству певну користь. Проектування передує конструюванню і є пошуком науково обґрунтованих, технічно здійсненних та екологічно доцільних рішень. Результат проектування – проект об'єкта, який створюється. Проект, тобто технічна документація, виконаний у результаті проектування, обговорюється, аналізується, корегується і приймається як основа для подальшого опрацювання.

Конструювання – створення конкретної однозначної конструкції об'єкта згідно з проектом. Конструкція – це будова, взаємне розміщення частин будь-якої деталі, машини, приладу, які визначаються їх призначенням. Конструкція передбачає спосіб з'єднання, взаємодію частин, а також матеріал, з якого виготовляються окремі елементи. Конструювання базується на результатах проектування і уточнює всі інженерні рішення, прийняті при проектуванні.

Проектування і конструювання мають одну мету – створення нового виробу, який ще не існує або існує в іншій формі і має інші розміри. Проектування і конструювання – це види розумової діяльності людини, пов'язані зі створенням конкретного об'єкта. При цьому об'єкт зазнає певних перетворень (перестановка складових частин, заміна їх іншими елементами чи надання їм іншої форми). Одночасно ведеться оцінка ефекту внесених змін, визначається вплив змін на кінцевий результат. Об'єкт проектування створюється до відповідно до загальних принципів логічного мислення і набуває згодом кінцевої, технічно обґрунтованої форми та будови.

Створення конструкцій нових виробів не завжди під силу одній людині. Тому часто для вирішення таких задач створюються спеціальні організації – конструкторські бюро.

З чого ж починається робота з створення нової машини? Звичайно, із завдання: конструкторське бюро повинно отримати від замовника технічні вимоги. В них повинно бути вказано призначення машини, її продуктивність, умови, в яких вона буде працювати, розміри, масу та деякі інші дані. На основі

цих вимог розробляється технічне завдання на розробку, яке узгоджується із замовником. Технічне завдання є головним завданням для конструкторів, оскільки воно визначає цілі і задачі їх роботи. Після видачі завдання необхідно ретельно вивчити вже існуючі подібні машини і технології їх виготовлення. Після цього можна приступати до детальної розробки деталей машини. Правда, розробляти потрібно далеко не всі деталі – багато з них уже виготовляються різними заводами у великій кількості. На них вже є готові креслення, описи, технічні умови або стандарти, за якими конструктор може підібрати необхідні елементи. Такі деталі, які використовуються в новій машині, називаються комплектуючими.

Проте, нову машину неможливо створити тільки з уже освоєних виробництвом виробів і деталей. Багато з них необхідно конструювати заново. Але і в цьому випадку конструктор повинен дотримуватися певних вимог. Перш за все це вимоги взаємозамінності. Це означає, що деталі від однієї машини повинні підходити до інших машин того ж сімейства.

Не менш важливо використовувати однакові деталі і навіть цілі вузли в різних машинах, які розробляються в одному конструкторському бюро. Наприклад, для ряду близьких за конструкцією металорізальних верстатів застосувати однакові коробки передач, ходові гвинти, затискачі, штурвали і т.д. Такі вузли і деталі називаються уніфікованими.

Далі потрібно обгрунтовано вибрати матеріал для різних деталей машини, виконати їх такої форми, щоби їх можна було зручно виготовляти, тобто зробити їх, як кажуть інженери, технологічними. Потрібно також забезпечити міцність конструкції, надійність роботи її механізмів. Не можна також забувати про охорону праці і техніку безпеки. Не менш важливими є вимоги технічної естетики.

Нарешті, коли все розроблено, ескізи перетворюються спочатку в технічний проект, а потім в детальні креслення. За ними виготовляють один або декілька дослідних екземплярів машин, які піддаються випробуванням. Після проведення випробувань усуваються всі виявлені недоліки, в креслення вносяться відповідні уточнення, потім вони готуються для передачі заводам, які будуть виготовляти нові машини.

### ***Контрольні питання***

1. Дайте визначення інженерного проектування.
2. Що таке конструювання?
3. В чому мета проектування та конструювання?
4. Як відбувається процес створення нової машини?
5. Які вимоги необхідно враховувати в процесі створення нових машин?



## 6 ТЕХНОЛОГІЯ

Слово «технологія» походить від двох грецьких слів: τέχνη (техно) – «мистецтво», «майстерність» і λόγος (логос) – «поняття», «вчення». Перші відомості про технологічні процеси з'явилися в середині XVIII століття, коли виникла необхідність дотримання технологічної дисципліни при виробництві масової продукції, головним чином зброї. В наш час технологія стала дуже широкою і багатогранною галуззю науки – вона вивчає і розробляє виробничі способи отримання та оброблення різноманітних матеріалів, виготовлення і складання численних машин та виробів.

Зокрема, є технологія отримання сірчаної кислоти, технологія виплавляння сталі, випікання хліба, виготовлення взуття, обробки матеріалів тощо. Кожне виробництво працює за своєю технологією, і в більшості випадків ця технологія складається з суми технологій різних виробничих процесів.

Візьмемо, наприклад, завод, на якому виготовляються певні машини. Таке виробництво пов'язане, в першу чергу, з обробкою металів різанням. В цьому випадку технологія вивчає та розробляє способи обробки металів на металорізальних верстатах – токарних, фрезерних, свердлильних і т.д. На цих верстатах заготовкам надають заданої форми – перетворюють їх в готові деталі. Крім того, на багатьох машинобудівних заводах можна зустрітися з технологією ливарного виробництва – вона займається питанням лиття деталей з розплавленого металу. Технологія термічної обробки визначає, як обробляти металі шляхом нагрівання та охолодження. При цих процесах форма виробу не змінюється, зате змінюються фізичні властивості матеріалу – його міцність, твердість, пружність. Який саме спосіб застосувати при виготовленні та обробленні тієї чи іншої деталі – повинен вибрати технолог. При вирішенні цих задач технолог в першу чергу орієнтується на те, скільки деталей потрібно виготовити, оскільки технологія виробництва в окремих цехах і на заводі в цілому залежить від кількості деталей, які виготовляються.

Проілюструємо це прикладом. Нехай в прямокутній пластині необхідно просвердлити отвір. В звичайних умовах на пластині насамперед намічають центр майбутнього отвору, а потім на свердлильному верстаті свердлять отвір. Але така технологія придатна лише для таких умов, коли виготовляється одна чи кілька таких пластин. Якщо ж їх буде багато (десятки, сотні, тисячі), то такий спосіб виготовлення вже не є раціональним – занадто багато часу буде затрачено на розмітку деталей.

Технологи цю задачу вирішують так – вони відмовляються від розмітки деталі і виготовляють спеціальний пристрій – кондуктор. Робітник вставляє деталь в кондуктор, в якому є направляюча втулка для свердла, і без розмітки свердлить отвір в деталі. Також можна використати кондуктор відразу для декількох деталей – це ще більше прискорить роботу.

Іноді виявляється більш вигідним не використовувати універсальні різці чи фрези, придатні для виконання різних робіт, а виготовити спеціальний ріжучий інструмент, призначений для виконання лише певних операцій.

Набір спеціальних кондукторів, штампів, інших пристроїв, інструментів,

необхідних для закріплення, подачі та контролю заготовок і деталей, називається технологічним оснащенням. Його створюють на заводі, готуючись до виробництва нових машин. А яким повинно бути це оснащення і які режими обробки застосувати – вирішують технологи. На кожну деталь вони розробляють технологічну документацію, в якій вказується послідовність всіх операцій, режими обробки, обладнання та оснащення, а також маршрут переміщення деталі з цеху в цех.

Дуже часто одного тільки виготовлення деталей недостатньо. В більшості випадків з окремих деталей необхідно скласти готовий вузол чи машину. Технологія складання також залежить від кількості виробів. Автомобіль, наприклад, можна скласти на невеликому майданчику, а якщо необхідно виготовляти сотні тисяч автомобілів у рік, для складання відводять цілі цехи з конвеєрними лініями.

В залежності від кількості машин, які виготовляються, в машинобудуванні розрізняють три основних види виробництва – індивідуальне, серійне та масове, і кожне з них має свою технологію.

Технологія виготовлення невеликих електричних двигунів, які виробляються тисячами, відрізняється від технології виготовлення, наприклад, літаків, отже, відрізняються один від одного і заводи, які виготовляють ці машини, обладнання, яке для цього використовується, а також організація виробництва, і розташування обладнання. Все підпорядковується технології, а тому, можна зробити висновок, що технологія – це основа виробництва, без якого в наш час не може розвиватися сучасна промисловість.

### ***Контрольні питання***

1. Поясніть значення терміну «технологія».
2. Коли з'явилися перші відомості про технологічні процеси?
3. Які питання вивчає технологія?
4. Приведіть приклад розробки технології.
5. Чи залежить технологія від обсягів виробництва і виду продукції?

## 7 МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ

На протязі значного періоду часу знаряддя праці, предмети побуту, зброя та ін. виготовлялись з металу литвом, куванням і ручним різанням. Хоча ці методи широко використовуються і в наш час, життя все більше і більше вимагало замінити ручне різання металів механічним. В XII столітті з'явилися перші металорізальні верстати, які дозволили значно розширити можливості різання металів, не зважаючи на те, що привід їх був ручним. Наступне вдосконалення металорізальних верстатів багато в чому зобов'язане вдосконаленню їх приводу. В XIV столітті верстати приводити в дію починають від водяних коліс, а пізніше – від парових машин. Проте значні розміри і висока вартість не дозволяли робити привід до кожного верстату – від однієї парової машини працювало багато верстатів, і якщо машина виходила з ладу, то зупинялися відразу всі верстати. Лише винайдення і вдосконалення електродвигунів, розвиток електроенергетики зробили металорізальний верстат самостійною машиною. Більше того, багато з сучасних металорізальних верстатів мають по декілька двигунів, що підвищує ефективність, економічність і оперативність обробки.

Металорізальний верстат – це машина для розмірної обробки заготовок в основному шляхом зняття стружки. Крім металевих заготовок зі сталі та чавуну на верстатах обробляють також деталі з кольорових сплавів, пластмас та інших матеріалів.

До верстатів відносять і технологічне устаткування, що використовує для обробки електрофізичні і електрохімічні методи, лазерний промінь, поверхневе пластичне деформування та деякі інші види обробки.

Крім основної робочої операції, пов'язаної зі зміною форми та розмірів заготовки, на верстаті необхідно здійснювати допоміжні операції для зміни заготовок, їхнього затискування, виміру, операції зі зміни різального інструменту, контролю його стану та стану всього верстата.

Що ж являють собою і чим відрізняються сучасні металорізальні верстати? Основна їх відмінність полягає в способі (схемі) різання. Найбільш старий спосіб різання – точіння виконується різцем. При цьому способі деталь обертається, а різець здійснює поступальний рух. Верстати, в яких використовується така схема різання, називаються токарними. Майже одночасно з токарними з'явилися верстати для обробки циліндричних отворів – свердлильні верстати. Отвори обробляються, як правило, в нерухомих деталях свердлом, яке обертається. Плоскі поверхні отримують струганням на стругальних верстатах. При цьому різець (або деталь) здійснюють зворотно-поступальний рух, а деталь (або різець) – нерухома.

Інший, дуже поширений спосіб обробки площин – фрезерування, який здійснюється фрезою на фрезерних верстатах. Фреза представляє собою декілька розміщених по колу різців. При фрезеруванні інструмент обертається, а заготовка рухається поступально.

Сучасні металорізальні інструменти – різці, свердла, фрези та ін. виготовляються з твердих матеріалів – спеціальних сталей і сплавів, що значно

перевершують за своїми властивостями первісний кремнієвий різець. Проте камінь також використовується в металообробці: в 1874 році був створений перший шліфувальний верстат. Спочатку шліфувальні інструменти виготовлялись виключно з природних матеріалів, а починаючи з 1893 року все ширше використовуються штучні абразиви.

Перелічені вище верстати – основа великого сімейства різноманітних металорізальних верстатів: як універсальних, на яких можна обробляти різноманітні деталі, так і спеціальних – призначених лише для виготовлення виробів одного типу і розміру. Існують ще агрегатні верстати, верстати з програмним керуванням, які виконують обробку деталі автоматично, а також верстати, які здатні самостійно налагоджуватися на потрібні режими роботи.

### ***Контрольні питання***

1. Коли з'явилися перші металорізальні верстати?
2. В чому полягає основна відмінність між металорізальними верстатами різних типів?
3. Охарактеризуйте металорізальні верстати для обробки основних типів поверхонь?
4. З яких матеріалів виготовляються металорізальні інструменти?

## 8 ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ РІЗАННЯМ

Обробка матеріалів різанням – один з основних способів виготовлення деталей. За допомогою різання обробляються деталі різної форми – від простого валика до складних корпусів – і різних розмірів – від деталей, які можна побачити лише під мікроскопом, до гігантських роторів турбін. Види різання відрізняються за типом інструменту, який використовується при обробці. Процес, при якому використовуються різці, називається точінням і струганням; свердла застосовуються при свердлінні; фрези при фрезеруванні; абразивний інструмент при шліфуванні.

В залежності від якості поверхні, яка формується в результаті обробки, розрізняють чорнові операції (підготовка заготовки до наступної обробки або поверхонь, якість яких не особливо суттєва) і фінішні операції (часто таку обробку називають тонкою або чистою). Фінішна обробка дозволяє одержувати поверхні, розміри нерівностей на яких не перевищують частки мікрометра.

Процес різання металів в основному характеризується швидкістю різання – кількістю металу, який знімається за одиницю часу. Але однакову швидкість різання можна отримати або повільно, знімаючи товсту стружку (мала подача і велика глибина різання), або швидко – тонку. Який варіант кращий? Вирішенням цих питань займається наука теорія різання металів, основи якої були закладені наприкінці ХІХ – на початку ХХ сторіччя.

Великі швидкості різання дозволяють за короткий відрізок часу виготовити деталь, але, поверхня, яка отримана при цьому, в переважній більшості випадків не дуже високої якості, а інструмент швидко зношується, в результаті – знижується точність обробки.

Від того, який метал (м'який чи твердий, крихкий чи в'язкий) необхідно обробити, залежить вибір форми ріжучого інструменту, способів і швидкості охолодження інструменту та деталі, яка обробляється. Все це і багато чого іншого необхідно враховувати при обробці різанням. Проте, далеко не все піддається розрахункам, багато чого вирішує практичний досвід.

### *Контрольні питання*

1. Які деталі можна виготовити шляхом обробки різанням?
2. Чим відрізняються між собою види різання?
3. Яка різниця між чорною і чистою обробкою?
4. Які основні характеристики процесу різання?
5. Від чого залежить вибір форми ріжучого інструменту?

## 8.1 Токарна обробка

Токарна обробка – це технологічний процес, при якому різець із спеціальною різальною кромкою зменшує діаметр виробу, який обробляється. Різання відбувається за рахунок обертання заготовки, а подачу і поперечне переміщення здійснює різучий інструмент. Варіюючи ці три основні переміщення, а також обираючи відповідну геометрію різальної кромки інструменту і матеріал, можна впливати на розмір знімання припуску з заготовки, на якість обробленої поверхні, на форму утвореної стружки і зношення інструменту.

Токарна обробка є найбільш поширеним методом оброблення різанням і застосовується при виготовленні деталей типу тіл обертання (валів, дисків, фланців, втулок тощо). Основні види токарних робіт зображені на рис 1.

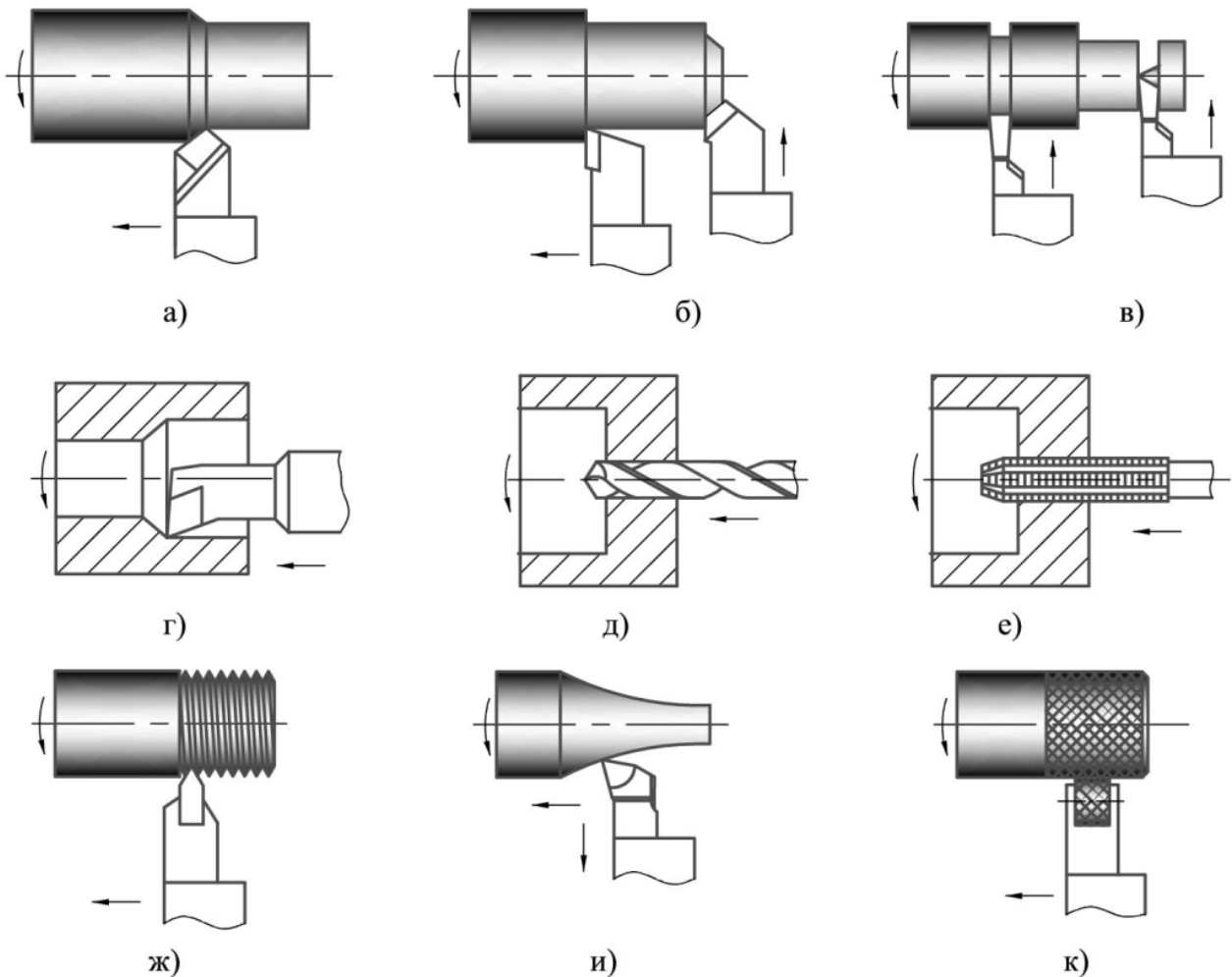


Рисунок 1 – Види токарної обробки:

а – обробка зовнішніх циліндричних та конічних поверхонь; б – обробка торцевих поверхонь; в – точіння канавок, відрізання; г – обробка внутрішніх циліндричних та конічних поверхонь; д – свердління, розсвердлювання, зенкування; е – нарізання різі мітчиком; ж – нарізання різі різцем; и – обробка фасонних поверхонь; к – нанесення рифлень

Токарний верстат (рис. 2) складається з таких вузлів. Станина 12 з горизонтальними направляючими служить для монтажу вузлів верстату і закріплена на двох тумбах 1. В передній бабці 5 змонтована коробка швидкостей і шпиндель, на якому закріплюється патрон 6. На лицевій поверхні передньої бабки також встановлена панель керування 4. З лицевого боку станини кріпиться коробка подач 2. З лівого торцевого боку станини встановлена коробка 3 змінних зубчастих коліс. По направляючих станини переміщується поздовжній супорт 9, який забезпечує поздовжню подачу різця. По направляючих супорта рухається поперечна каретка з верхнім супортом 8, яка забезпечує поперечне переміщення різця. На верхньому супорті змонтовано різцетримач 7. До поздовжнього супорта кріпиться фартух 10, в якому змонтовані механізми і передачі, які перетворюють обертотворний рух ходового вала в поступальні рухи супортів. Задня бабка 11 встановлена з правого боку станини, переміщується по її направляючих і служить для встановлення заднього центра або інструменту для обробки отворів.

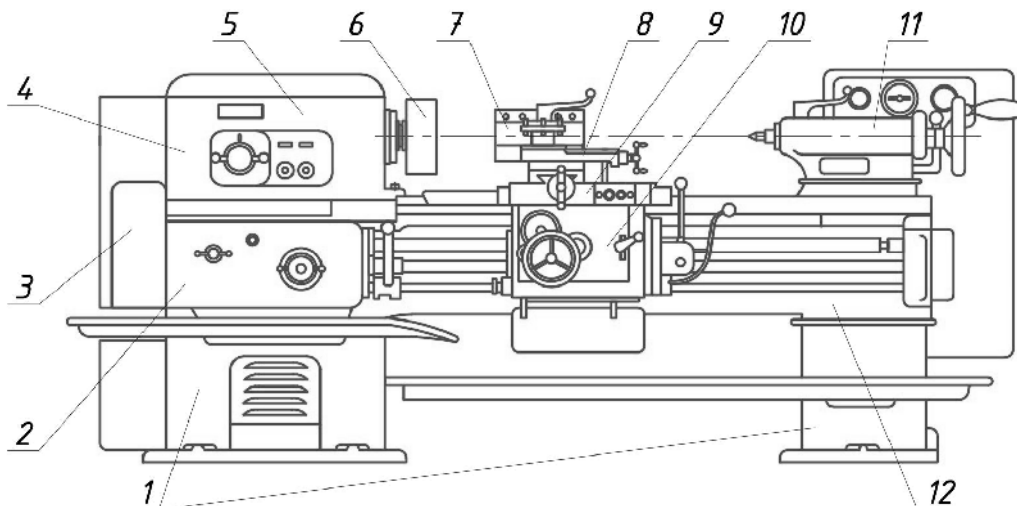


Рисунок 2 – Загальний вигляд токарного верстата

Змінюючи базову модель, одержують множину варіантів токарних верстатів – від універсального до спеціалізованого автомата, призначеного тільки для одного виду виробів.

Основні типи токарних верстатів.

- Центровий. Використовується частіше інших. Деталь, що обробляється, кріпиться між центрами планшайбою або в патроні.
- Багаторізцевий. Дозволяє задіяти одночасно декілька різальних інструментів.
- Токарно-револьверний, токарно-револьверний із подовжніми полозками. На них заготовка обробляється декількома різцями, що вступають у дію послідовно один за іншим. Різці кріпляться в револьверній головці, яка, повертаючись, виводить їх у робоче положення. Головки зазвичай мають вигляд дисків або корончату

форму, але є верстати з барабанною револьверною головкою.

- Копіювально-токарний. Необхідна форма надається заготовці від шаблону копіювальним пристроєм.
- Токарний автомат. Всі операції, у тому числі і зміна оброблюваної деталі, автоматизовані. Розрізняють пруткові і патронні автомати.
- Вертикально-токарний (токарно-карусельний). Заготовка, закріплена на горизонтальному столі, обертається разом із ним навколо вертикальної осі. Цей тип верстата зазвичай використовується для механічного обробки великих виливків і поковок.
- Верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) і ЧПК типу CNC (Computer Numerical Control). Всі вищезгадані верстати можуть бути обладнані пристроєм із числовим програмним керуванням (NC) або з автоматизованим числовим керуванням типу CNC. Такі напівавтоматизовані або цілком автоматизовані верстати знаходять універсальне застосування завдяки експлуатаційній гнучкості і легкому програмуванню системи керування.

Подальший розвиток токарних верстатів пов'язаний з вдосконаленням системи керування. Це призведе до того, що використання більш ефективних комп'ютерів у технологічному процесі буде сприяти оптимізації операцій механічної обробки.

### ***Контрольні питання***

1. Дайте визначення токарної обробки.
2. Опишіть будову токарного верстата.
3. Які види поверхонь можна обробляти на токарних верстатах?
4. Який інструмент використовується при обробці на токарних верстатах?
5. Які існують основні типи токарних верстатів?
6. Які шляхи подальшого розвитку токарних верстатів?



## 8.2 Фрезерна обробка

Фрезерування є одним із найбільш високопродуктивних і поширених методів обробки поверхонь заготовок багатолезовим ріжучим інструментом – різцем.

Технологічний метод формоутворення поверхонь фрезеруванням характеризується головним обертальним рухом інструменту і поступальним в більшості випадків рухом подачі заготовки. Подачею може бути також і обертаний рух заготовки навколо осі стола чи барабана, які обертаються.

Розрізняють два основних типи фрезерних верстатів: горизонтально-фрезерні і вертикально-фрезерні.

Горизонтально-фрезерний верстат (рис. 3) складається зі станини 1, в якій розміщена коробка швидкостей 2. По вертикальних напрямляючих станини переміщується консоль 6 з коробкою подач. Заготовка встановлюється на столі 5, який переміщується по напрямляючих. В верхній частині станини 1 розташований хобот 3, по напрямляючих якого переміщується підвіска 4 для підтримування другого кінця оправки з фрезею.

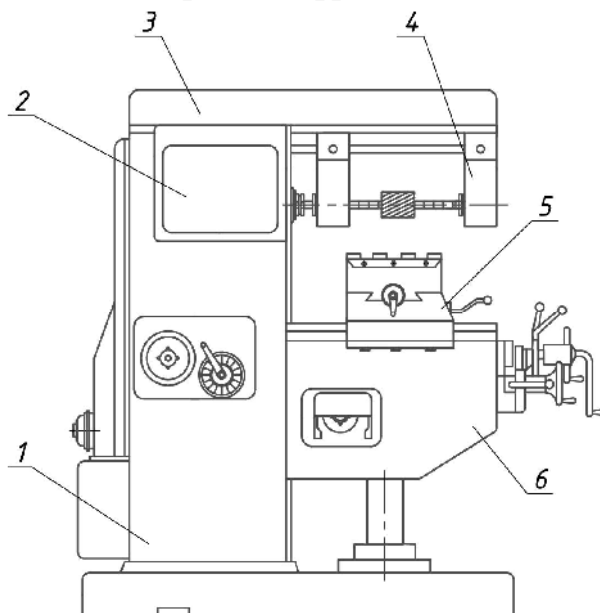


Рисунок 3 – Загальний вигляд горизонтально-фрезерного верстата

Вертикально-фрезерний верстат (рис. 4) має багато спільного з горизонтально-фрезерним. В станині 1 розміщена коробка швидкостей 2. Шпиндельна головка 3 з віссю шпинделя 4 змонтована в верхній частині станини. Робочий стіл 5 переміщується по напрямляючих. В консолі 6 змонтована коробка подач.

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні і похилі площини, фасонні поверхні, уступи і пази різного профілю (рис. 5).

Горизонтальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах циліндричними фрезами (рис. 5, а) і на вертикально-фрезерних верстатах – торцевими фрезами (рис. 5, б).

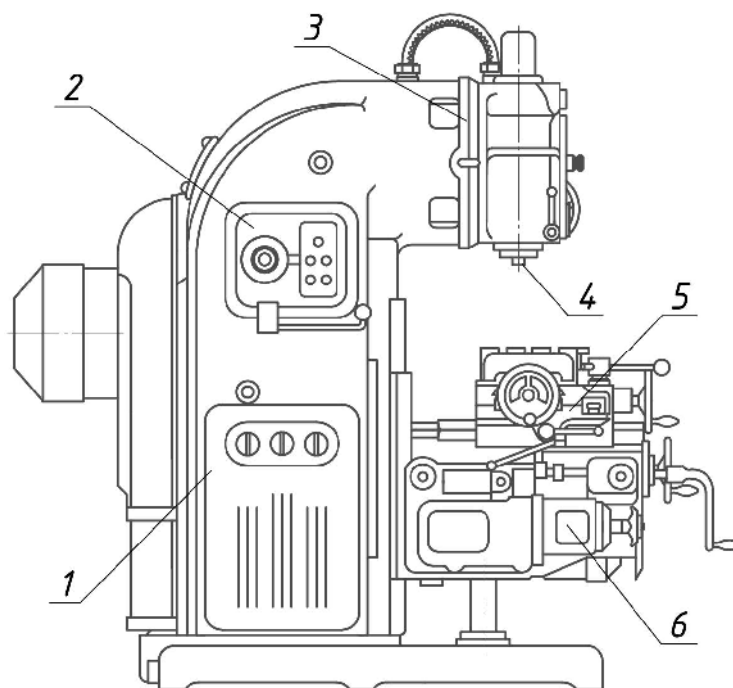


Рисунок 4 – Загальний вигляд вертикально-фрезерного верстату

Вертикальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими фрезами (рис. 5, в) і кінцевими фрезами на вертикально-фрезерних верстатах (рис. 5, г).

Похилі площини та скоси фрезерують торцевими (рис. 5, д) і кінцевими (рис. 5, е) фрезами на вертикально-фрезерних верстатах, а також на горизонтально-фрезерних верстатах однокутовою фрезою (рис. 5, ж).

Комбіновані поверхні фрезерують набором фрез (рис. 5, и) на горизонтально-фрезерних верстатах.

Уступи та прямокутні пази фрезерують дисковими (рис. 5, к) і кінцевими (рис. 5, л) фрезами на вертикально- і горизонтально-фрезерних верстатах.

Фасонні пази фрезерують фасонною дисковою фрезою (рис. 5, м), кутові пази – однокутовою та двокуютовою фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 5, н); пази типу «ластівчиного хвоста» фрезерують на вертикально-фрезерних верстатах за два проходи: спочатку прямокутний паз – кінцевою фрезою, а потім скоси паза – кінцевою однокутовою фрезою (рис. 5, о),

Т-подібні пази – теж за два проходи: спочатку паз прямокутного профілю кінцевою фрезою, потім нижню частину паза фрезою для Т-подібних пазів (рис. 5, п).

Шпонкові пази фрезерують кінцевими або шпонковими фрезами на вертикально-фрезерних верстатах (рис. 5, р).

Пази під сегментні шпонки фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах дисковими фрезами (рис. 5, с).

Фасонні поверхні одержують на горизонтально- та вертикально-фрезерних верстатах фасонними фрезами відповідно профілю (рис. 5, т).

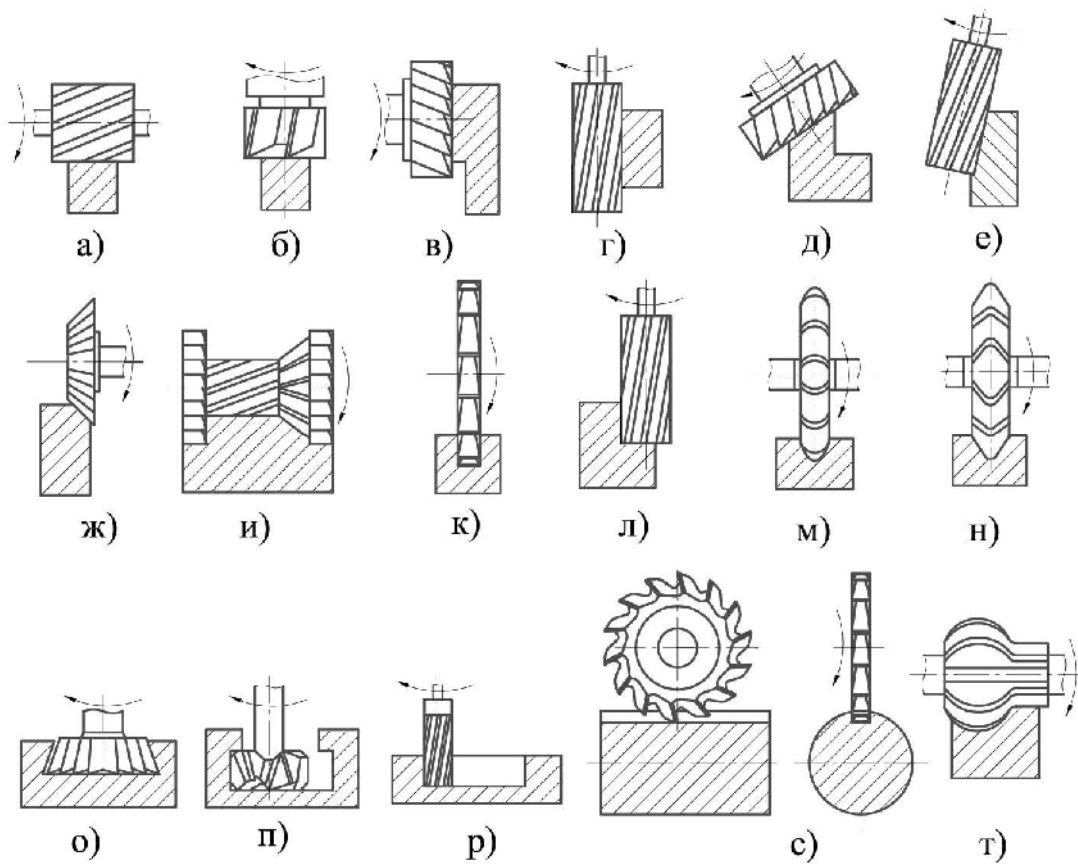


Рисунок 5 – Схеми обробки поверхонь на фрезерних верстатах

Крім того, на фрезерних верстатах можна обробляти ряд інших поверхонь, іноді дуже складного профілю. Прикладом може бути виготовлення лопаток турбін або фрезерування зубчастих коліс.

### ***Контрольні питання***

1. Дайте визначення фрезерної обробки.
2. Опишіть будову фрезерного верстата.
3. Які види поверхонь можна обробляти на фрезерних верстатах?
4. Який інструмент використовується при обробці на фрезерних верстатах?
5. Які існують основні типи фрезерних верстатів?

### 8.3 Обробка на свердлильних верстатах

Свердління – поширений метод одержання отворів в суцільному матеріалів. Свердлінням можна отримати наскрізні і глухі отвори, складні отвори, обробити попередньо одержані отвори з метою збільшення їх розмірів, підвищення точності і якості поверхні, нарізати різь.

Свердління здійснюють при поєднанні обертового руху інструменту навколо осі та його поступального руху вздовж осі. Свердління виконується як за допомогою ручного та механізованого інструменту, так і на свердлильних верстатах. Загальний вигляд вертикально-свердлильного верстата зображено на рис. 6. На фундаментній плиті 1 змонтована колона 3. В верхній частині колони розташована коробка швидкостей 6, через яку шпинделю 4 з різальним інструментом передається обертовий рух. Поступальний рух інструменту надається через коробку подач 5. Заготовка встановлюється на столі 2.

На свердлильних верстатах виконують свердління, розсвердлювання, зенкування, розвертування, цекування отворів, нарізання різі, обробку складних отворів (рис. 7).

Свердління. На рис. 7, а зображено свердління глухого отвору. Різальним інструментом в цьому випадку служить свердло.

Розсвердлювання. Це процес збільшення діаметру раніше просвердленого отвору свердлом більшого діаметру (рис. 7, б).

Зенкування. Це обробка попередньо одержаних отворів для надання їм більш правильної геометричної форми, підвищення точності і якості поверхні багатолезовим різальним інструментом – зенкером (рис. 7, в).

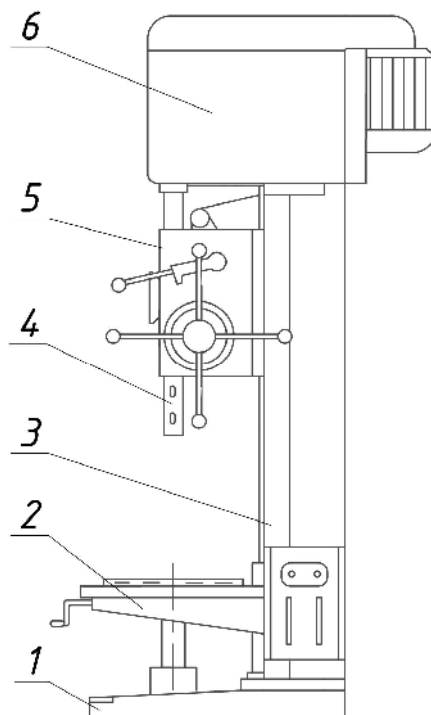


Рисунок 6 – Загальний вигляд вертикально-свердлильного верстата

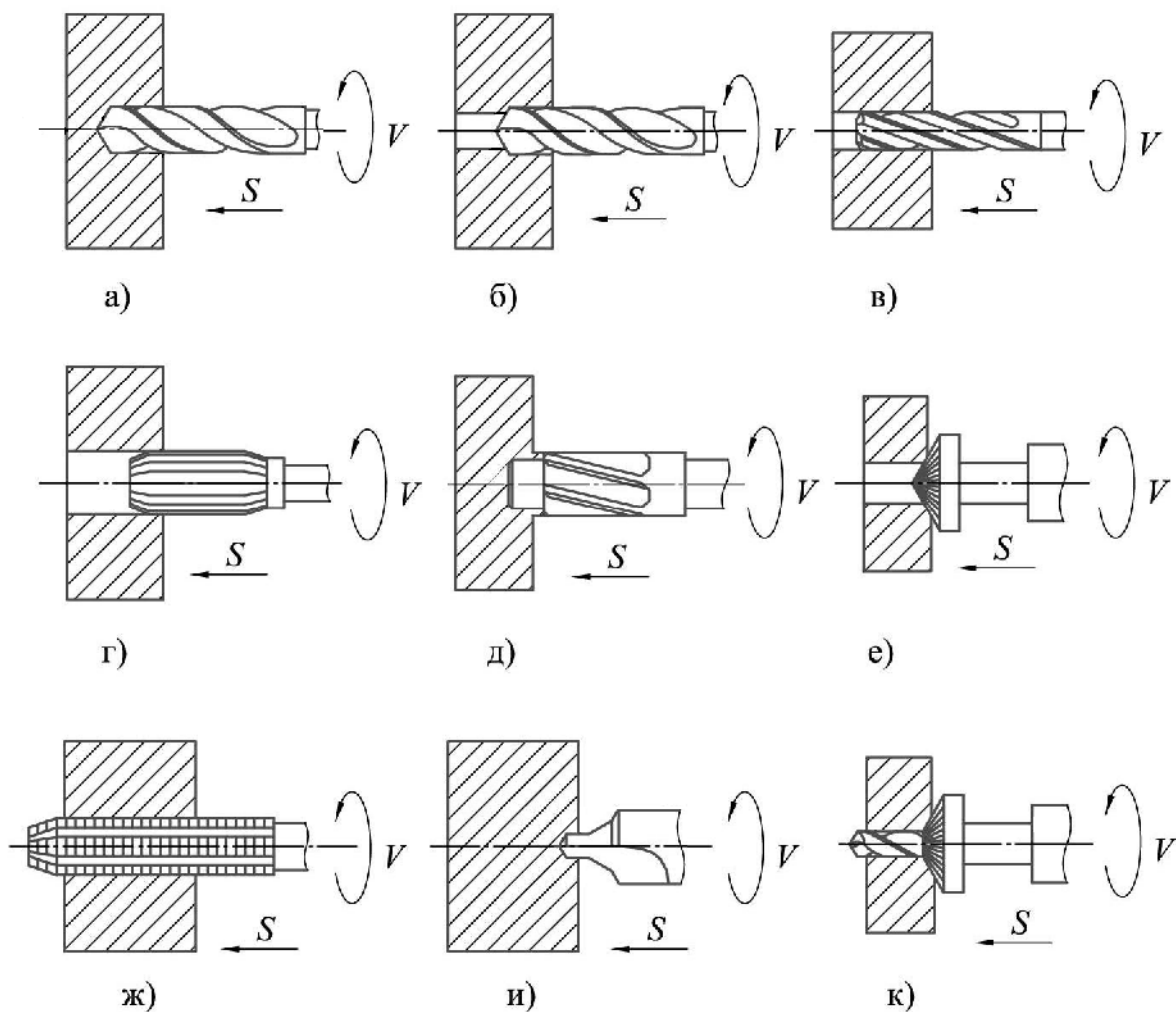


Рисунок 7 – Схеми обробки отворів на свердлильних верстатах

Розвертування. Це остаточна обробка циліндричного чи конічного отвору розверткою з метою отримання високого класу точності і малої шорсткості поверхні (рис. 7, г).

Цекування. Це обробка торцевої поверхні отвору торцевим зенкером для досягнення перпендикулярності плоскої торцевої поверхні отвору до його осі.

Зенкування. Зенкуванням одержують в готових отворах циліндричні або конічні отвори під головки гвинтів, болтів заклепок тощо (рис. 7, д, е).

Нарізання різи. Це процес отримання на внутрішній циліндричній поверхні з допомогою мітчика гвинтової канавки, профіль якої відповідає профілю ріжучої частини інструменту (рис. 7, ж).

Свердління центрових отворів. Різновид свердлильної обробки для одержання спеціальних центрових отворів в деталях, призначених зокрема для обробки на токарних верстатах (рис. 7, и).

Обробка складних отворів. Складні отвори обробляються з допомогою комбінованого різального інструменту. Так, наприклад, для обробки двох поверхонь – циліндричної і конічної – використовується комбінований зенкер (рис. 7, к).

### *Контрольні питання*

1. Дайте визначення свердлильної обробки.
2. Опишіть будову свердлильного верстата.
3. Які види поверхонь можна обробляти на свердлильних верстатах?
4. Який інструмент використовується при обробці на свердлильних верстатах?
5. Які існують основні типи свердлильних верстатів?
6. Які операції можна здійснювати на свердлильних верстатах?

## 8.4 Обробка на розточувальних верстатах

Розточувальні верстати використовують в основному для обробки отворів з точно координованими осями в велико- і середньогабаритних заготовках корпусних деталей. Існують вертикально-розточувальні та горизонтально-розточувальні верстати. Вертикально-розточувальний верстат за своєю компоновкою подібний до вертикально-свердлильного верстата.

Горизонтально-розточувальний верстат (рис. 8) складається з станини 1, на якій встановлено стояк 8, на вертикальний направляючих якого змонтована шпindelна бабка 7. В шпindelній бабці розміщені коробка швидкостей і коробка подач. Шпindel коробки швидкостей порожнистий, на ньому закріплена планшайба 5 з радіальним супортом 6. Всередині порожнистого шпинделя змонтовано розточувальний шпindel. Задній стояк 4 з підшипником 3 призначений для підтримки довгих розточувальних оправок. Заготовка встановлюється на поворотному столі 2.

На розточувальних верстатах обробляють отвори, зовнішні циліндричні і плоскі поверхні, уступи, канавки, конічні отвори і нарізають різь. Найбільш поширеним видом обробки на таких верстатах є розточування отворів.

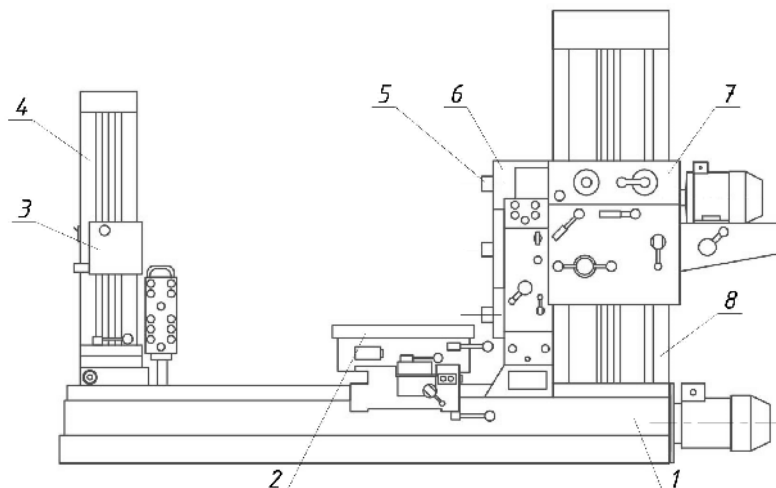


Рисунок 8 – Загальний вигляд горизонтально-розточувального верстата

Розточувальні різці працюють в менш сприятливих умовах, ніж токарні. Тому для забезпечення високої точності обробки розточувальні верстати мають підвищену жорсткість.

### *Контрольні питання*

1. Призначення та будова розточувальних верстатів.
2. Які види поверхонь можна обробляти на розточувальних верстатах?
3. Який інструмент використовується при обробці на розточувальних верстатах?
4. Які існують типи розточувальних верстатів?

## 8.5 Обробка на протяжних верстатах

Протягування – високопродуктивний метод обробки внутрішніх та зовнішніх поверхонь, який забезпечує високу точність форми та розмірів поверхонь, які обробляються. Протягування здійснюють багатолезовим ріжучим інструментом – протяжкою при її поступальному русі відносно нерухомої заготовки.

Принцип протягування полягає у тому, що розмір кожного наступного зуба протяжки більший від попереднього, при цьому кожен зуб зрізує з поверхні заготовки, яка обробляється, стружку невеликої товщини, внаслідок чого поверхня має малу шорсткість. Не дивлячись на порівняно низьку швидкість різання при протягуванні, цей метод є високопродуктивним внаслідок великої сумарної довжини ріжучих лез, які одночасно приймають участь у роботі.

На рисунку 9 наведено схему протягування. При протягуванні заготовка 2 торцевою частиною опирається на кронштейн верстата 1. Протяжка 3 протягується через отвір, що обробляється.

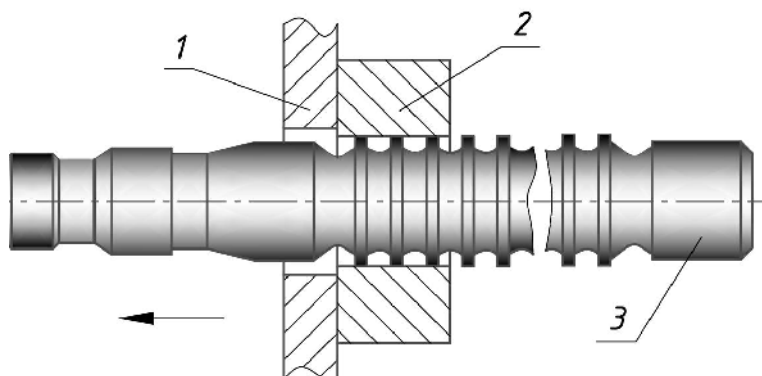


Рисунок 9 – Схема протягування

Операція протягування здійснюється на протяжних верстатах, які відрізняються простотою конструкції та експлуатації. Це зумовлено тим, що форма поверхні при обробці на протяжному верстаті залежить від форми ріжучих лез зубів інструменту.

На рисунку 10 зображено горизонтально-протяжний верстат для внутрішнього протягування. Цей верстат складається зі станини 1, насосної станції 2, гідроциліндра 3, каретки 4, опорного кронштейна 5 і корита 6. Протяжка хвостовою частиною вставляється в попередньо оброблений отвір заготовки і закріплюється в патроні каретки 4. Каретка здійснює поступальний рух за допомогою штока гідроциліндра. Заготовка при цьому опирається торцем на опорну поверхню кронштейна 5. При цьому протяжка рухається до тих пір, поки не вийде з отвору заготовки. Після закінчення протягування заготовка падає в корито.

Крім горизонтально-протяжних в промисловості широко використовують і вертикально-протяжні верстати.



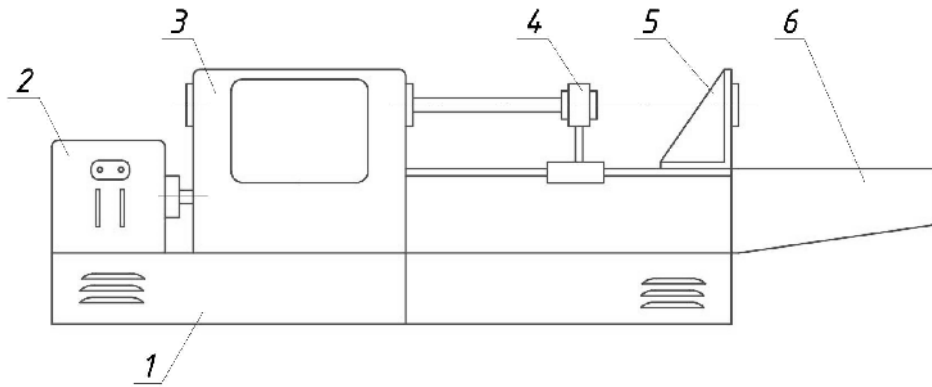


Рисунок 10 – Загальний вигляд протяжного верстата

На протяжних верстатах можна обробляти циліндричні та багатогранні отвори, шліцові отвори, шпонкові та інші пази, зовнішні поверхні різної геометричної форми з прямолінійною твірною, а також циліндричні і конічні зубчасті колеса зовнішнього зачеплення.

### ***Контрольні питання***

1. Призначення протяжних верстатів.
2. В чому суть процесу протягування?
3. Опишіть будову протяжного верстата.
4. Які види поверхонь можна обробляти на протяжних верстатах?
5. Який інструмент використовується при обробці на протяжних верстатах?
6. Які існують основні типи протяжних верстатів?

## 8.6 Обробка на стругальних верстатах

До стругальних верстатів належать поперечно-, поздовжньо-стругальні і довбальні верстати. Вони використовуються в серійному виробництві та в допоміжних цехах машинобудівних заводів для обробки заготовок, коли довжина стругання не перевищує 1000 мм.

Загальний вигляд поперечно-стругального верстата зображено на рисунку 11. Фундаментна плита 1 служить для встановлення і закріплення верстата на фундаментній основі. На плиті закріплена станина 2 з електродвигуном 8. В станині змонтовано коробку швидкостей верстату і кулісний механізм або гідропривід, які забезпечують зворотно-поступальний рух повзуна 7 з вертикальним супортом 6. На супорті змонтовано різцетримач 5. По вертикальних направляючих станини переміщується траверса 3, на якій встановлено стіл 4 з Т-подібними пазами для закріплення заготовки.

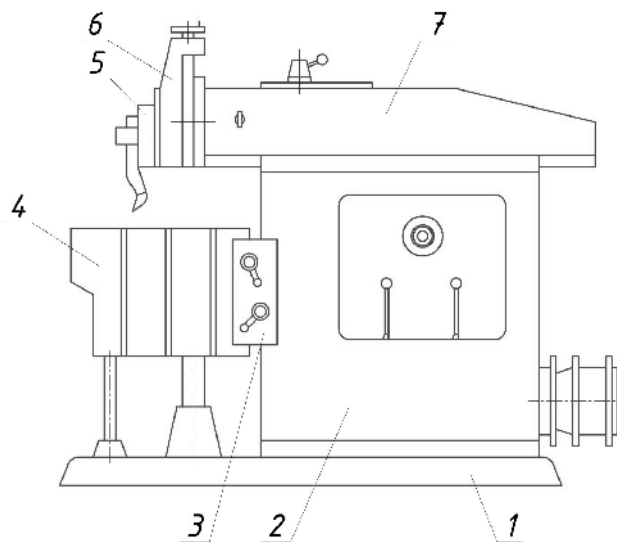


Рисунок 11 – Загальний вигляд поперечно-стругального верстата

На стругальних верстатах обробляють плоскі поверхні – горизонтальні, вертикальні, похилі; уступи; пази; рифлені та фасонні поверхні; розрізають заготовки. Верстати цього типу широко застосовуються в важкому машинобудуванні та верстатобудуванні, коли необхідно обробляти габаритні важкі заготовки станин, корпусів, колон тощо. Через низьку продуктивність стругання в багатьох випадках заміняють фрезеруванням.

### *Контрольні питання*

1. Призначення та будова стругальних верстатів.
2. Які види поверхонь можна обробляти на стругальних верстатах?
3. Який інструмент використовується при обробці на стругальних верстатах?
4. Які існують основні типи стругальних верстатів?

## 8.7 Шліфування і полірування

Шліфування зазвичай представляє собою стирання поверхні заготовки за допомогою скріпленого зв'язкою абразивного матеріалу. Мета – надати заготовці певної форми, скорегувати її розміри, зробити поверхню більш гладкою, а різальні кромки – більш гострими. У якості прикладів можна привести видалення ливників і грубих нерівностей із виливків, поверхневої окалини перед куванням або зварюванням, зачищення задирок на деталях у прокатних і механічних цехах.

Полірування використовується для усунення поверхневих дефектів, таких як сліди від ріжучого інструменту. При обробці еластичним кругом з м'яким абразивом на основі воску або консистентного мастила метал не видаляється, але поверхня набуває дзеркального блиску.

Шліфування – найбільш різноманітний із усіх методів механічної обробки, такій обробці піддаються більшість матеріалів (переважно сталь, а також інші сплави і метали, дерево, пластмаси, камінь, скло, кераміка і т.д.). Це поняття містить у собі засоби одержання дуже гладких і блискучих поверхонь, як, наприклад, полірування, хонінгування, правка і притирання.

Використовувані інструменти – круги різноманітних розмірів, шліфувальні сегменти і головки, заточувальні бруски, напилки, полірувальні круги, реміні, диски і т.п. У шліфувальних кругах абразивний матеріал скріплюється зв'язувальною речовиною у тверду пористу масу. У шліфувальних стрічках зв'язка міцно прикріплює абразив до еластичної основи. Полірувальні круги інших типів виготовляються з бавовняних або інших дисків, що зшиті разом.

Природні абразиви – це натуральний корунд або наждак (окислю алюмінію), діамант, піщаник, кремій і граніт в наш час у значній мірі витіснені штучними – окисом алюмінію (електрокорунд), карбідом кремнію (карборунд) і синтетичними діамантами. Застосовується, зокрема для полірування, і багато дрібнозернистих матеріалів, наприклад крейда, пемза, шліфувальна мастика на олов'яній основі та окис заліза.

В шліфувальних кругах найбільш широко використовується окис алюмінію, наступний за ним – карбід кремнію. Природні і штучні діаманти застосовують у особливо відповідальних випадках. Окис алюмінію, карбід кремнію, наждак, граніт і кремій служать шліфувальним матеріалом і використовуються для виготовлення шліфувальних стрічок.

При виготовленні шліфувальних кругів використовуються як органічні, так і неорганічні зв'язувальні речовини. Основні неорганічні зв'язки – керамічний силікат і магнезит. Серед органічних особливе місце займають фенол-формальдегідні або сечовинно-формальдегідні смоли, каучук і шелак. Керамічні сполучні і фенольні смоли цілком домінують у відповідних групах. Діамантові круги можуть мати металеву зв'язку. Різноманітні зв'язувальні речовини надають кругам різноманітні властивості, від них залежить, зокрема, і ступінь безпеки шліфувального інструменту.

Абразивні і шліфувальні стрічки і диски складаються з гнучкої паперової

або тканинної основи, до якої за допомогою природного або синтетичного полімерного клею кріпиться абразив.

Для різноманітних операцій, таких, наприклад, як плоске, кругле (включаючи безцентрове), внутрішнє, чорнове шліфування й обдирка, використовуються різні верстати. Можна виділити два основних види операцій – з ручним переміщенням шліфувального пристрою або заготовки із застосуванням машин з механізованою подачею і затискними патронами. До загальних типів устаткування належать: плоскошліфувальні верстати; точильні колонки, полірувальні верстати; дискові шліфувальні і полірувальні верстати; внутрішшліфувальні, абразивно-відрізні верстати; безкінечні полірувальні ремені; ручні шліфувальні машини, багатоступінчасті полірувальні верстати.

Загальний вигляд плоскошліфувального верстата зображено на рисунку 12. Основою верстата є станина 1, до якої кріпиться стійка 2 з шліфувальною бабкою 4. Заготовка встановлюється на стіл 2, який приводиться в рух гідроприводом 5.

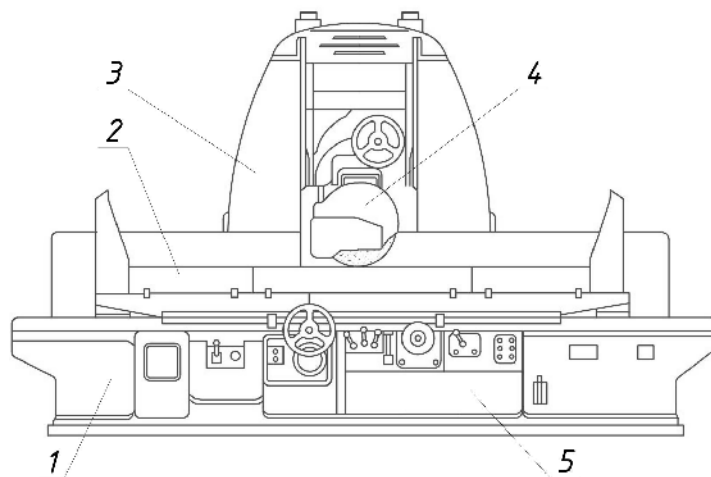


Рисунок 12 – Плоскошліфувальний верстат

Загальний вигляд безцентрово-шліфувального верстата зображено на рисунку 13.

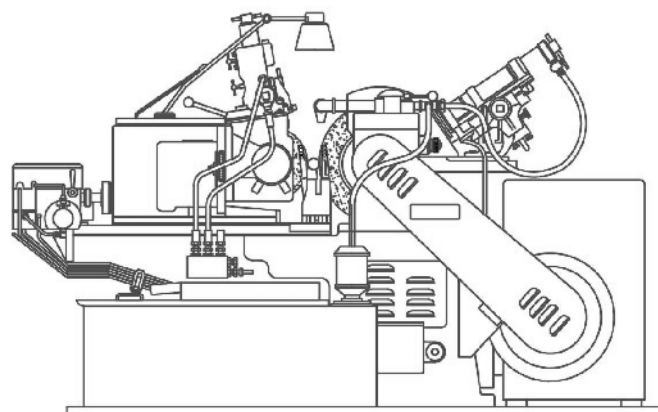


Рисунок 13 – Безцентрово-шліфувальний верстат

### *Контрольні питання*

1. Що являє собою процес шліфування?
2. Яка мета процесу шліфування?
3. Який інструмент використовується при шліфуванні?
4. З яких матеріалів виготовляється інструмент для шліфування?
5. Які існують види шліфування?

## 8.8 Обробка на верстатах з числовим програмним керуванням

Верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) призначені для високопродуктивної комплексної обробки заготовок різної складності.

Під керуванням верстатом прийнято розуміти сукупність впливів на його механізми, яке забезпечує виконання технологічного циклу оброблення, а під системою керування – пристрій або сукупність пристроїв, які реалізують ці впливи.

Числове програмне керування – це управління, при якому програму задають у вигляді записаного на будь-який носій масиву інформації. Керуюча інформація для верстатів з ЧПК є дискретною і її оброблення в процесі керування здійснюється цифровими методами. Управління технологічними циклами найчастіше здійснюється за допомогою програмованих логічних контролерів, які реалізуються за принципами цифрових електронних обчислювальних пристроїв.

Технологічні можливості верстатів з ЧПК обумовлені їх універсальністю, підвищеними жорсткістю, потужністю привода і точністю, багатоінструментальністю, автоматизацією циклу технологічних операцій, широким діапазоном частот обертання шпинделя і подач, режимів інтерполяції (обчислення проміжних точок траєкторії руху центру інструменту), скороченням допоміжного часу завдяки високим швидкостям допоміжних ходів і малим витратам часу на зміну інструменту.

Повна автоматизація циклу технологічної операції на верстатах з ЧПК, при використанні промислових роботів, поворотних столів та інших пристроїв, дозволяє застосовувати багатOVERSTATNE обслуговування.

Подальше розширення можливостей верстатів з ЧПК нерозривно пов'язане з удосконаленням системи числового керування і з появою нових технологій, які дозволяють підвищити їх продуктивність. Системи ЧПК беруть на себе функції автоматичної компенсації зони нечутливості в приводах при рушанні з місця й реверсуванні напрямку руху. При цьому підвищується точність обробки.

Широке застосування знаходять системи ЧПК з автоматичним регулюванням, адаптивні, які змінюють режими роботи верстата в залежності від умов різання. Адаптивні системи підвищують продуктивність роботи верстата, підвищують точність оброблення, запобігають поломкам різального інструменту.

За технологічними можливостями верстати з ЧПК поділяють на такі групи:

- верстати токарної групи, на яких обробляють зовнішні та внутрішні поверхні заготовок типу тіл обертання із прямолінійними й криволінійними контурами, з складними внутрішніми порожнинами, нарізають зовнішні і внутрішні різі;
- верстати свердлильно-розточувальної групи, на яких свердлять і розточують заготовки різних класів точності, можлива також комплексна свердлильно-розточувальна обробка;

- верстати фрезерної групи обробляють заготовки як прості конструкції, так і контури складної конфігурації, на них можлива комплексна обробка фрезеруванням, розточуванням, свердлінням.

На рисунку 14 зображено типовий токарний верстат з ЧПК. Він складається з тих самих частин, що і верстат з ручним керуванням, але для забезпечення виконання заданих функцій додатково оснащений приводами подач, пристроями автоматичної заміни інструменту та системою числового програмного керування.

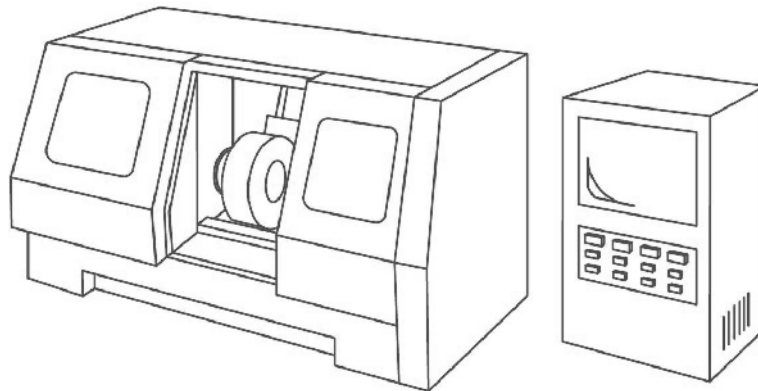


Рисунок 14 – Токарний верстат з ЧПК

Для використання в сучасних умовах найбільш перспективними є багатоцільові верстати типу «Обробляючий центр», які володіють високими технологічними можливостями і здатні працювати автономно або в складі автоматизованих дільниць. Підвищити ефективність обробки на цих верстатах дозволяє концентрація різнорідних операцій та зменшення кількості установів заготовок. На багатоцільових верстатах деталі можуть оброблятися автоматичному циклі без переустановлення, при цьому виключається ручна праця, зводяться до мінімуму міжопераційні, транспортні, контрольні, установочні та розміточні операції, а також складування та зберігання заготовок, відпадає необхідність у великій кількості спеціального оснащення.

Багатоцільові верстати зазвичай оснащують пристроями автоматичної зміни інструментів з інструментальними магазинами на 20...70 інструментів, ці магазини можна підібрати таким чином, що в них завжди досить запасу інструментів. Проте, для забезпечення можливості обробки широкої номенклатури виробів деякі фірми створили знімні барабанні інструментальні магазини з роботизованим завантаженням.

Продуктивність багатоцільових верстатів може збільшуватися в результаті нарощування потужності головного приводу, що дозволить використовувати високопродуктивні різальні інструменти та високопродуктивні режими різання, підвищити швидкості робочих та холостих ходів, застосовувати паралельні методи обробки, а також здійснювати суміщення допоміжного часу з машинним та їх максимальне скорочення.

### *Контрольні питання*

1. Яке призначення верстатів з числовим програмним керуванням?
2. Які види обробки можна виконувати на верстатах з ЧПК?
3. В чому переваги застосування верстатів з ЧПК?
4. Дайте визначення числового програмного керування.
5. Який тип верстатів з ЧПК є найбільш перспективним?



## 9 ПОВЕРХНЕВА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

Для того щоб поверхні металевих виробів були стійкішими до корозії, щільніше прилягали одна до іншої і мали кращий вигляд, існують різноманітні методи обробки. Деякі вироби обробляються послідовним циклом, що складається з декількох таких методів.

Насамперед вироби повинні бути очищені. Для цього застосовуються багато засобів: механічне шліфування, очищення щітками і полірування, знежирювання у парах розчинника, миття органічними розчинниками, «травлення» у концентрованих кислотних або лужних розчинах, електролітичне знежирювання. Останнє полягає в зануренні деталі у ванну, що містять ціанід і концентрований луг, у яких електролітично утворені водень або кисень усувають жир. Очищення супроводжується відповідним промиванням і завершуються сушінням виробу.

Розглянемо основні процеси поверхневої обробки.

Електролітичне полірування. Цей метод використовується для одержання поверхні поліпшеного зовнішнього вигляду і відбивної здатності, для усунення зайвого металу (підгонки відповідних розмірів), для підготування поверхні до огляду з метою виявлення дефектів. Процес включає анодне розчинення плям, що залишаються на поверхні після знежирювання в парах розчинника і гарячого знежирювання лугами. У якості електролітичних розчинів часто використовуються кислоти, тому обробка завершується ретельним промиванням.

Нанесення гальванічних покриттів. Гальванічне покриття – це хімічний або електрохімічний процес нанесення металевого шару на поверхню виробу – наприклад, нікелю для захисту від корозії, хрому для поліпшення властивостей поверхні або срібла і золота для прикраси. Іноді використовуються неметалеві матеріали. Катод, яким служить сам виріб, і анод – метал, що буде осаджуватися, занурюють у розчин електроліту (кислого, лужного або лужного із солями ціанідів і комплексами) і підключають до зовнішнього джерела постійного струму.

Позитивно заряджені катіони анода направляються до катода, де відновлюються до металу й осаджуються тонким шаром. Процес продовжується, поки нове покриття не досягне потрібної товщини. Потім виріб миють, сушать і полірують.

Емалі і глазурі. Склоподібна емаль, або глазур, використовується для нанесення теплостійких, корозійностійких і стійких покриттів на метали (зазвичай сталь), із яких виготовляється різноманітний асортимент виробів, включаючи ванни, газові й електричні плити, кухонний посуд, резервуари-сховища та контейнери, електроустаткування. Крім того, емалі використовують в художньому оформленні кераміки, скла, у ювелірній справі. Спеціалізоване використання порошків емалі у виробництві таких декоративних виробів, як Клуазонне (Cloisonne) і Лимож (Limoges), було відомо протягом сторіч.

Травлення. Хімічне травлення забезпечує сатиновану або матову оздобу поверхні. В основному воно використовується як попереднє оброблення перед

анодуванням, лакуванням, конверсійним покриттям, поліруванням або хімічним глянцюванням. Найбільш часто травлення застосовується для алюмінію і нержавіючої сталі.

Алюміній травиться в лужних розчинах, що містять суміші їдкого натру, гідроксиду калію, тринатрієвого фосфату і вуглекислого натрію, щоб запобігти утворенню осаду. Часто використовується гідроксид натрію з концентрацією від 10 до 40 г/л при температурі від 50 до 85°C.

Цинкування. Полягає в нанесенні тонкого шару цинку на різноманітні сталеві вироби для захисту від корозії. Щоб покриття міцно сполучилося з основним матеріалом, виріб повинен бути чистим, вільним від окислів. Перед тим, як деталь потрапить у ванну для цинкування, потрібно виконати цілий ряд процедур: очищення, промивання, сушіння або відпал. При гарячому цинкуванні виріб занурюють у ванну з розплавом цинку; електролітичне цинкування по суті являє собою гальваностегію (описану раніше).

Готові вироби зазвичай оцинковуються серійно, безупинний метод використовується для сталевих смуги, листа або дроту.

Термообробка. Термообробка – це нагрівання й охолодження металу, що залишається у твердому стані, – є, як правило, обов'язковою операцією. Майже завжди вона пов'язана з перетворенням кристалічної структури металу, у результаті чого змінюються його властивості (наприклад, відпал робить метал більш ковким, нагрівання і повільне охолодження зменшує його твердість, гартування збільшує її, низькотемпературне нагрівання знімає внутрішні напруження).

Відпал. Відпал – операція, що широко використовується перед подальшою холодною обробкою металу для поліпшення його пластичності, для зняття залишкових напружень. Відпал полягає у нагріванні до визначеної температури, витримуванні при цій температурі протягом заданого часу і подальшому охолодженні з регульованою швидкістю.

Зміцнення при старінні. Цей вид термообробки часто використовується для алюмінієво-мідних сплавів. Природне отвердіння, що відбувається в них, пришвидшується нагріванням приблизно до 180°C протягом приблизно однієї години.

Гомогенізація. Гомогенізація, яку зазвичай застосовують для виливків або деталей, спресованих із металевих порошків, призначена для того, щоб усунути або значно зменшити сегрегацію. Це досягається шляхом нагрівання до температури приблизно на 20 градусів нижче точки плавлення металу протягом двох або більш годин, за яким йде різке охолодження.

Нормалізація. Цей процес, подібний повному відпалу, забезпечує одержання однорідних механічних властивостей, а також збільшує пластичність і опір механічному навантаженню.

Гартування у рідкому середовищі і гартування з наступним відпуском. Збільшення твердості сплаву на основі заліза досягається гартуванням – нагріванням його вище інтервалу фазового перетворення і потім швидким охолодженням до кімнатної температури в оліві, воді або на повітрі.

Виріб часто має занадто високі внутрішні залишкові напруження і для

збільшення міцності повинен пройти повторне нагрівання до температури нижче інтервалу перетворення й охолодження з заданою швидкістю.

Ступінчасте загартування (ізотермічне загартування з витримкою) – подібні процеси, що відрізняються лише тим, що виріб проходить гартування, наприклад, у сольовій або свинцевій ванні при температурі 400°C.

Поверхнєве зміцнення і цементація. Цей прийом термообробки сплавів на основі заліза робить поверхню предмета твердою, тоді як його серцевина залишається порівняно пластичною.

Металізація. Металізація, або напилювання металу, – засіб нанесення захисного покриття на механічно оброблену шорстку поверхню шляхом розпилення капель розплаву. Використовується для нарощування зношених поверхонь, для утилізації погано оброблених деталей. Цей процес більш відомий як шопінг (Schooring), по імені доктора Шоопинга, що винайшов його.

Фосфатування. Фосфатування використовується головним чином для маловуглецевої і оцинкованої сталі й алюмінію, щоб збільшити зчеплення та корозійну стійкість фарбових, масляних і парафінових покриттів. Фосфатування полягає у тому, що метал вступає в реакцію з розчином одного або декількох фосфатів заліза, цинку, марганцю, натрію або амонію. Розчини фосфату натрію й амонію використовуються для спільного очищення і фосфатування.

Ґрунтування. Органічні ґрунти наносяться на металеві поверхні, щоб підсилити зчеплення з фарбами, які наносяться пізніше й уповільнити корозію на поверхні поділу фарба-метал. Ґрунти містять смоли, барвники і розчинники і наносяться на підготовлену поверхню пензлем, розпиленням, зануренням, валиком або за допомогою електрофорезу.

Полімерні покриття. Полімерні покриття наносяться на метали в рідкому виді, у виді порошків, що потім тверднуть або спікаються, або у вигляді готових листів, що нашаровуються на поверхню за допомогою клею. Найбільше часто використовуються поліетилен, поліаміди (нейлон) і полівінілхлорид.

### ***Контрольні питання***

1. Призначення поверхневої обробки.
2. Дайте характеристику основних процесів поверхневої обробки.
3. Які операції передують поверхневій обробці?
4. Для чого проводиться термообробка?
5. Які різновиди термічної обробки ви знаєте?

## 10 СЛЮСАРНІ РОБОТИ

Одним з найбільш поширених видів робіт, які виконуються на підприємствах машинобудівного профілю, є слюсарні, тобто комплекс прийомів щодо складання і налагодження механізмів, а також обробки матеріалів ручними і механізованими інструментами.

Яким би високим не був ступінь автоматизації технологічних процесів машинобудування, практично жоден з них не обходиться без слюсарних робіт. Слюсарні роботи завершують верстатну обробку матеріалів. Складання та налагодження машин і механізмів також відносяться до слюсарних робіт.

Для виконання слюсарних робіт існує широкий набір інструментів та різноманітного оснащення. Слюсарний інструмент поділяється на ручний і механізований. До ручного інструменту відносяться: молотки, викрутки, кернери, пробійники, зубила, ножиці для різання металу, напилки, надфілі, ключі гайкові одно- і двобічні, накидні, розвідні, мітчики, плашки, плоскогубці і т.д.

Найбільшої продуктивності і точності робіт можна досягнути за допомогою різного механізованого інструменту та пристроїв.

Механізований інструмент з електричним, пневматичним та гідравлічним приводами відзначається універсальністю і порівняно невеликими габаритами. За принципом роботи цей інструмент поділяється на такі групи:

- ударної дії – клепальні та рубально-клепальні молотки, шабери, кернери, вібратори;
- обертової дії – свердлильні дрилі, шліфувальні машинки, гайковерти, викрутки;
- пресової дії – ножиці, пристрої для згинання різних профілів і труб;
- пістолети для фарбування, металізатори, віброшліфувальні установки.

Пристрої, що використовуються при слюсарних роботах, за призначенням поділяються на такі види: для встановлення і з'єднання деталей; для кріплення базових деталей та складальних одиниць; для зняття і піднімання деталей; для зміни положення виробу, для виконання особливо специфічних операцій; контрольні пристрої; пристрої-кондуктори, що дають змогу поєднати складання з контролем взаємного положення деталей, які складаються; пристрої для випробувань тощо.

### *Контрольні питання*

1. Яке призначення слюсарних робіт?
2. Який інструмент використовується для виконання слюсарних робіт?
3. На які категорії поділяється механізований інструмент?
4. Які пристрої використовуються при слюсарних роботах?

## 11 КУВАННЯ І ШТАМПУВАННЯ

Одержання металевих виробів за допомогою прикладання зусиль стиску та розтягу – розповсюджений процес промислового виробництва. При штампуванні метал фасонується в спеціальні профілі при температурі навколишнього повітря за допомогою зрізання, пресування і розтягу між штампами як правило в результаті серії розрахованих ударних операцій. Холоднокатана сталь служить вихідним матеріалом для штампування листових деталей для автомобільної, радіоелектронної та інших галузей промисловості. Приблизно 15 % робітників автомобільної промисловості зайняті в штампувальному виробництві.

При куванні зусилля стиску прикладається до заготовки, нагрітої до високої температури, за допомогою однієї або двох послідовних операцій пресування. Профіль кінцевого виробу визначається формою порожнин штампа. У відкритих штампах, так само як при об'ємному штампуванні на молоті, заготовка стискається між одним штампом, прикріпленим до ковадла, і вертикальним прес-штоком. У закритих штампах, так само як при об'ємному штампуванні на пресі, заготовка стискається між нижнім і верхнім штампом, прикріпленим до прес-штока.

При об'ємному штампуванні на падаючому молоті використовується пара або стиснуте повітря, що піднімають молот, який потім падає під впливом сили ваги або приводиться в дію тими ж парами або стиснутим повітрям. Кількість і сила ударів молота контролюються оператором вручну. Часто він утримує заготовку за холодний кінець і одночасно керує молотом. Раніше штампування на падаючому молоті складало приблизно дві третини всього об'ємного штампування, тепер ця технологія застосовується в менших обсягах. При об'ємному штампуванні на пресі для надання виробу необхідної форми за допомогою одноразового повільного контрольованого ходу, застосовується прес-шток із механічним або гідравлічним приводом.

Об'ємне штампування на пресі зазвичай автоматизоване. Воно може бути гарячим або проводитися при нормальній температурі (холодне штампування, об'ємне штампування видавлюванням).

Різновид кування за звичайною технологією – прокатування, при якому до заготовки, що повертається оператором, прикладається постійне зусилля.

Найбільш поширена продукція об'ємного штампування зі сталі – високоміцні деталі машин, такі як вали, зубчасті колеса, болти і компоненти підвіски автомобілів. Високоміцні компоненти авіаційної та космічної техніки (лонжерони, диски тощо) штампують з алюмінію, титану та легованої сталі.

### *Контрольні питання*

1. В чому суть процесів кування і штампування?
2. Чим визначається профіль кінцевого виробу при куванні?
3. Які існують різновиди кування/штампування?
4. На якому обладнанні здійснюються процеси кування /штампування?

## 12 ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО

Процес лиття представляє собою заповнення розплавленим металом порожнини термостійкої виливниці, що має форму готової деталі. Для одержання внутрішньої порожнини в майбутньому виробі у виливниці встановлюється стержень.

Процес литва передбачає виконання таких послідовних етапів:

- виготовлення моделі виробу;
- виготовлення форми і стержнів, складання форми;
- плавка і рафінування металу;
- розливання металу у форми;
- охолодження виливка;
- виймання металевого виливка з форми і звільнення його від стержня;
- видалення зайвого металу з отриманого виливка.

Основні принципи ливарної технології за тисячі років змінилися незначно. Проте, цілий ряд її процесів стали механізованими, а окремі – автоматизованими. На зміну дерев'яним моделям прийшли металеві і пластмасові, розроблені нові матеріали для виробництва стержнів і форм, застосовується широкий діапазон сплавів.

Найбільше відомий ливарний процес – литво чавуну в піщано-глиняні форми.

Чавун, сталь, латунь і бронза – традиційні для литва сплави. У найкрупнішому секторі ливарної промисловості виготовляють виливки із сірого чавуну і чавуну із кулеподібним графітом. У цехах з виробництва сірого чавуну використовується передільний чавун (нові чушки) для виготовлення стандартних чавунних виливків. У цехах з виробництва чавуну із кулеподібним графітом у ковші з розплавленим металом перед його розливанням додають магній, церій або інші присадки (часто називані ковшовими присадками).

Іншу частину ливарного сектора чорної металургії займає виробництво сталі і ковкого чавуну. Головні замовники найбільших заводів чорної металургії – автомобільна і будівельна промисловість, виробництво сільськогосподарських машин та знарядь. Кількість робітників, зайнятих у чавуноливарному виробництві, скорочується в міру того, як зменшуються розміри блоків циліндрів двигунів і з'являється можливість відливати їх у одній формі, а також у зв'язку з витісненням ливарного чавуну алюмінієм. У виробництві кольорових металів (особливо з алюмінієвих сплавів) і литві під тиском зайнята значна кількість робітників. Латунне виробництво (як загального профілю, так і з випуску сантехнічного устаткування) скорочується.

У останні роки в ливарному виробництві використовуються титан, хром, нікель, магній і навіть такі високо токсичні метали як берилій, кадмій і торій.

Хоча можна припускати, що металоліварна галузь виникла при переплавленні матеріалу у виді болванок або чушок, процеси лиття чавуну і сталі на великих заводах можуть бути настільки інтегрованими, що розподіл стає менше очевидним. Наприклад, доменна піч, що випускає вироби для

комерційних цілей, може бути переведена на випуск передільного чавуну, але на інтегрованому підприємстві певна частина чавуну йде на одержання виливків (беручи участь у такий спосіб у ливарному процесі), а інша – на виготовлення сталі (при цьому ймовірна аналогічна картина: існує сталеливарне виробництво, відоме як формування болванок). У звичайному чавуноливарному виробництві переплавлення чушкового чавуну включає також рафінування. У ливарному виробництві кольорових металів часом необхідне додавання металів та інших речовин, що складає процес легування.

У чавуноливарній справі в основному застосовуються форми із суміші кременистого піску та глини. Рідше використовуються стержні, традиційно виготовлені із суміші кремнієвого піску та рослинних олив або цукрового піску. Розроблено також нові методи виробництва форм і стержнів.

Технологічний процес одержання виливка полягає в наступному. У відповідності до креслень створюється модель кінцевого металевого виливка. Таким самим способом виготовляються стержні, необхідні для одержання внутрішньої конфігурації готового виробу. Литво в піщані форми – найбільш широко використовуваний метод, але застосовуються й інші прийоми. До них відносяться наступні: кокільне литво з використанням чавунних або сталевих форм; литво під тиском (розплавлений метал – часто легкий сплав – подається в металеву виливницю під тиском 70...7000 МПа); литво за моделями, що виплавляються (для кожного виливка виготовляється воскова модель, що покривається вогнетривким матеріалом, – вона стає формою). Для одержання алюмінієвих виливків використовуються разові шаблони зі спіненого полістиролу в піщано-глиняній суміші.

Метали або сплави підготовляються в печі – вагранці, карусельній, відбивній, тигельній, електродуговій, індукційній електричній канального типу або індукційній тигельній (див. таблицю 1).

Розплавлений метал заливають в зібрану форму або з ковша, або безпосередньо з печі. Після охолодження металу форма і стержневий матеріал видаляються і виливок очищається й обробляється (видалення ливників і випарів, дробоструменеве очищення, гідроструменеве очищення, а також інша абразивна обробка). У окремих випадках виливки піддаються остаточному доопрацюванню за допомогою зварювання, термообробки або фарбування.

Таблиця 1 – Типи ливарних печей

Піч	Опис
Вагранка	Висока вертикальна піч, відкрита зверху і з відкидним днищем. Вона завантажується шарами коксу, вапняку і металу, які чергуються, розплавлений метал виливається з нижньої частини
Електродугова піч	Завантажується болванками, металобрухтом, сплавами металів та флюсом. Дуга, що розплавляє метал, виникає між трьома електродами і шихтою. Поверхня розплавленого металу покрита шлаком із флюсом для запобігання окислення металу і захисту верхньої

Піч	Опис
	частини печі від перегріву. Після завершення процесу електроди піднімаються, а піч нахиляється для виливання готового сплаву у ківш
Індукційна піч	Метал у ній розплавлюється внаслідок проходженні сильного струму через мідну обмотку зовні печі, у результаті чого шихта нагрівається до температури плавлення. Розплавлення металу відбувається від зовнішніх шарів шихти усередину
Тигельна піч	Тигель, у якому знаходиться шихта, нагрівається газовим або мазутним пальником. Після доведення сплаву до готовності тигель піднімається з печі і нахиляється для розливу у форми
Карусельна піч	Довга похила обертова циліндрична піч, що завантажується зверху і розігрівається в нижній частині
Піч каналного типу	Різновид індукційної печі
Відбивна піч	Горизонтальна піч, що складається з гірки, відділеної від шихти перевальною стіною (що називається полум'яним порогом), і труби на іншому кінці. При цьому, контакт металу з твердим паливом не відбувається. Над гіркою і шихтою – змонтовано аркове склепіння. На своєму шляху від гірки до труби полум'я нагріває метал, розплавлюючи його

Чавуноливарне виробництво. Схематично чавуноливарний завод складається з таких шести дільниць: 1) металоплавильної і металорозливної; 2) модельної; 3) формувальної; 4) стержневої; 5) вибивних решіток/вибивання вставних постійних стержнів; 6) очищення виливків.

На багатьох заводах майже всі процеси можуть виконуватися одночасно або послідовно в одній і тій самій робочій зоні.

У стандартному виробництві чавун проходить такі операції: плавлення, розливання, охолодження, вибивання, очищення і відвантаження у якості кінцевої продукції. Цикл операцій із піском складається з підготування формувальної суміші, формування, вибивання і знову підготування суміші. Чавуноливарна промисловість у значній мірі пов'язана з плавленням і рафінуванням металу у вагранках. Вагранки зазвичай встановлюються парами або групами, щоб дільниця не простоювала під час ремонту однієї з печей. Період експлуатації кожного агрегату залежить від стійкості вогнетривкого матеріалу і технічних умов.

Зібрана форма переміщається конвеєром до дільниці заливання. Заливання проводиться з ковша вручну з використанням механічного пристосування, із ковша, керованого з кабіни, або може бути автоматичним. Заповнена форма проходить на конвеєрі через охолоджувальний тунель із витяжною вентиляцією до вибивної решітки. У невеликих майстернях форми заливаються на підлозі, там само відбувається вигоряння елементів.



Сталеливарне виробництво. Виробничий процес на сталеливарній дільниці аналогічний процесу на чавуноливарній; проте температура сталі значно вища.

Лиття легких сплавів. У алюмінієвому і магнієвому ливарному виробництві плавлення часто проводиться в тигельних печах. При литті алюмінію у якості флюсу широко використовується флюорит. Для магнієвих сплавів як флюс застосовують хлорид барію.

Литво під тиском. Найбільш поширений метал для литва під тиском – алюмінієві сплави.

Такі вироби для автомобілебудівної промисловості, як стандартні елементи хромованої оздобы, представляють собою продукцію цинкового литва під тиском, плаковану міддю, нікелем і хромом.

Прецизійне литво. Прецизійне ливарне виробництво засноване на застосуванні вогнетривких сумішей або литва по воскових моделях, що виплавляються. Моделі виготовляються за допомогою впорскування формувального воску у штамп. Вони покриваються тонким вогнетривким порошком, що контактує з поверхнею форми. Віск виплавляється перед литвом або в процесі самого литва.

### ***Контрольні питання***

1. Що представляє собою процес литва?
2. Які матеріали використовують для литва?
3. Опишіть технологічний процес ливарного виробництва.
4. Які види литва ви знаєте?
5. Яке обладнання використовується для підготовки металів або сплавів до лиття?
6. Яке оснащення використовується в процесі виготовлення литих заготовок?

## 13 ЗВАРЮВАННЯ

Термін «зварювання» означає з'єднання металевих виробів у стикових поверхнях, що стають пластичними або рідкими під впливом теплоти чи тиску (або того й іншого).

Трьома безпосередніми джерелами теплоти служать такі:

- 1) полум'я газу, що згоряє в сполученні з повітрям або киснем;
- 2) електрична дуга, що виникає між електродом і оброблюваною деталлю або між двома електродами;
- 3) електричний опір, що виникає під час проходження струму між двома або більш оброблюваними деталями.

Інші джерела тепла для зварювання розглядаються нижче (див. табл. 2).

Таблиця 2 – Види зварювання

Зварювальний процес	Опис
<b>Газове зварювання і газове різання</b>	
Зварювання	Зварювальний палик розплавляє металеві поверхні і присадковий пруток, створюючи з'єднання
Паяння середньоплавким припоєм	Дві металеві поверхні з'єднуються без розплавлювання основного металу. Нагрівання проводиться полум'ям, за рахунок опору й індукції
Паяння легкоплавким припоєм	Аналогічно паянню середньоплавким припоєм, за винятком того, що температура плавлення присадкового прутка нижча
Кисневе різання металу	При різанні метал нагрівається полум'ям кисневого палика, спрямованим у точку різання, який переміщується уздовж лінії різання
Газопресове зварювання	Деталі нагрівають потоком газу, що горить, за рахунок тиску відбувається гаряче з'єднання
<b>Дугове зварювання в середовищі флюсу</b>	
Дугове зварювання металевим електродом із захистом зони зварювання; ручне дугове зварювання; зварювання відкритою дугою	Використовується електрод, що складається з металевого осердя і флюсового покриття
Дугове зварювання під флюсом	На оброблювану деталь наноситься шар гранульованого флюсу, після чого відбувається зварювання електродом без покриття. Дуга розплавляє флюс, створюючи з розплавленої маси захисний екран у зоні зварювання
<b>Дугове зварювання в середовищі захисних газів</b>	

Зварювальний процес	Опис
Зварювання вольфрамовим електродом в інертному газі; дугове зварювання вольфрамовим електродом у газовому середовищі; дугове зварювання в середовищі гелію	Вольфрамовий електрод не розплавляється, і в дугу вручну вводиться присадковий метал у якості матеріалу, що утворює шов
Плазмове зварювання і плазмове зварювання напилюванням; дугове різання вольфрамовим електродом	Аналогічне зварюванню вольфрамовим електродом в інертному газі, за винятком того, що дуга і потік інертних газів проходять через невеликий отвір перед тим, як досягають оброблюваної деталі, створюючи плазму високо іонізованого газу.
Зварювання трубчастим електродом; дугове зварювання в середовищі активного газу	Застосовуються трубчасті електроди; використовується середовище діоксиду вуглецю
<b>Контактне зварювання методом опору</b>	
Контактне зварювання методом електроопору (точкове, шовне, встик)	Від електродів на деталі, що з'єднуються надходить сильний струм низької напруги. При нагріванні в зоні стику між ними виникає температура плавлення. Одночасно за рахунок тиску електродів відбувається проковування шва
Електрошлакове зварювання	Використовується для вертикального зварювання встик. Деталі встановлюються з зазором, з однієї або обох сторін з'єднання розміщаються мідні пластини для створення кювети. Під шаром флюсу між електродами та металевою пластиною виникає дуга. Формується ванна рідкого металу, захищена розплавленим флюсом або шлаком. Поверхні, що зварюються і електродний дріт оплаваються, утворюючи шов
Стикове контактне зварювання оплавленням	Дві металеві деталі приєднують до джерела струму низької напруги. Коли кінці деталей вступають у контакт, відбувається нагрівання до температури плавлення. Завдяки тиску здійснюється проковування шва
<b>Інші зварювальні процеси</b>	
Електронно-променеве зварювання	Деталі у вакуумній камері бомбардуються з електронної гармати пучком електронів при високій напрузі. При ударі об поверхні, що

Зварювальний процес	Опис
	з'єднуються, їх енергія перетворюється в теплоту, розплавляючи метал
Повітряно-дугове різання	Між кінцем вугільного електрода (у ручному електродотримачі з власною подачею стиснутого повітря) і оброблюваною деталлю виникає дуга. Розплавлений метал відкидається потоком стиснутого повітря
Зварювання тертям	Виключно механічний засіб зварювання, при якому одна деталь залишається в стаціонарному положенні, а інша знаходиться з нею в обертальному контакті під тиском. Після досягнення температури зварювання, обертання припиняється. Одночасно відбувається проковка шва
Лазерне зварювання й опрацювання на лазерному прошивальному верстаті	Лазерні промені знаходять високо прецизійне застосування, наприклад, при створенні мініатюрних вузлів, мікротехнологій в електронній промисловості, філь'єр для виготовленні надтонких волокон. Лазерний пучок оплавляє оброблювані деталі і з'єднує їх
Термітне зварювання	У тиглі підпалюється суміш алюмінієвого порошку і порошку оксиду металу (заліза, міді і т.д.), у результаті чого утворюється тепло, достатнє для плавлення. У тиглі пробивається отвір, і розплав заливається в порожнину, що заварюється. Цей вид зварювання часто використовують для ремонту виливків або поковок

При газовому зварюванні і різанні кисень або повітря і газ подаються в паливник, у якому вони змішуються перед згорянням. Газовий паливник зазвичай тримають у руках. Полум'я розплавляє поверхні деталей, що зварюються, з'єднуючи їх за допомогою пластичного плинного металу. Часто при цьому додають присадковий сплав, що має, як правило, більш низьку температуру плавлення, ніж деталі, що з'єднуються. У цьому випадку деталі не нагріваються до температури плавлення (паяння твердим, м'яким припоєм). Використовують і хімічний флюс для запобігання окислювання і поліпшення якості з'єднання.

При дуговому зварюванні між електродом і деталями виникає дуга. Електрод під'єднують до джерела змінного або постійного струму. Оброблювані деталі сплавляються при температурі, що відповідає приблизно температурі плавлення. У місці з'єднання необхідно додавати метал, розплавляючи або електрод (процес з витратою електрода), або – присадковий прут, через який не пропускається електричний струм (процес без витрати електрода).

Частіше усього звичайне дугове зварювання проводиться вручну за

допомогою закріпленого в переносному електродотримачі електрода, який має покриття. Зварювання проводиться також у напівавтоматичному або автоматичному режимах (наприклад, зварювання опором або з безупинною подачею електрода).

### ***Контрольні питання***

1. Що означає термін «зварювання»?
2. Які джерела тепла використовуються при зварюванні?
3. Які існують види зварювання?
4. Яке обладнання та допоміжні матеріали використовуються при зварюванні?

## 14 МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

Одним з найбільш ефективних шляхів, які забезпечують швидкі темпи росту продуктивності праці є механізація і автоматизація виробництва.

Механізація виробництва – це заміна ручних засобів праці (інструментів) машинами та механізмами. Механізація значно підвищує продуктивність праці, звільняє людину від виконання важких і трудомістких операцій, дозволяє більш економно використовувати сировину, матеріали, енергію, сприяє зниженню собівартості продукції, підвищенню її якості.

Оскільки машини і механізми періодично замінюються більш досконаліми, покращується технологія та організація виробництва, підвищуються і вимоги до кваліфікації працюючих.

Механізація і автоматизація – один з головних напрямків науково-технічного прогресу. Вона буває частковою і комплексною. Це залежить від ступеня оснащеності виробництва технічними засобами.

При частковій механізації механізуються окремі виробничі операції. Але у цьому випадку зберігається значна частка ручної праці.

Більш досконалою є комплексна механізація. Тут ручна праця замінюється машинною на всіх пов'язаних між собою операціях і може зберігатися лише на окремих нескладних операціях, механізація яких суттєво не полегшує працю. На механізованому виробництві робітники-оператори лише керують процесом, контролюють роботу машин та механізмів.

Наступний етап розвитку – це автоматизація виробництва. При автоматизації функції управління та контролю за процесом виробництва, які раніше виконували робітники-оператори, передаються приладам та автоматичним пристроям.

До недавнього часу основним напрямком автоматизації в машинобудуванні була автоматизація технологічних процесів механічної обробки: створення токарних, шліфувальних, фрезерних автоматів і напівавтоматів, агрегатних верстатів і автоматичних ліній з агрегатних верстатів, що дозволяє створювати автоматизовані дільниці та цехи, а також значно скоротити кількість виробничих робітників, безпосередньо зайнятих обслуговуванням верстатів.

В останні роки широко розгорнуті роботи щодо автоматизації процесів контролю та складання. Автоматизація цих процесів дозволяє в першу чергу підвищити якість виробів, які виготовляються, а також усунути ситуацію, коли на складанні та контролі виробів зайнято більше робітників, ніж при їх виготовленні.

Великі перспективи має впровадження автоматизації в заготівельних цехах: ливарному, ковальському і т.д. Автоматизація все ширше охоплює і допоміжні цехи (інструментальні, ремонтні і т.д.), продукція яких є індивідуальною і серійною навіть при масовому типі виробництва. Розвиток гідрокопіювальних верстатів і верстатів з програмним керуванням, електроіскрової обробки дозволив вирішити проблему автоматизованого

виготовлення складних виробів. Верстати з ЧПК ефективні і в умовах серійного виробництва.

Високоєфективними є роботи з механізації завантажувально-розвантажувальних і транспортних операцій.

Автоматичне регулювання підтримує постійність режиму роботи машин та приладів (стабілізує їх роботу) або змінює цей режим за наперед заданим алгоритмом регулювання.

При автоматизації виробництва функції контролю також передаються автоматичним пристроям. Автомати контролюють положення деталей, їх розміри, стан інструменту, параметри обробки тощо.

Дуже важливою є задача автоматизації управління підприємством і перш за все збору і обробки поточної інформації про стан усіх ланок виробничого процесу, систем обліку і оперативного планування.

В основі автоматизації виробництва лежить системний підхід до побудови та використання комплексу засобів автоматичного управління, регулювання та контролю. В автоматизації широко використовуються найновіші досягнення в сфері науки і техніки, що дозволяє повністю розкрити можливості технологічного обладнання.

Таким чином, механізацію і автоматизацію впроваджують у виробничі процеси тоді, коли необхідна заміна важкої і монотонної фізичної праці, коли мають місце шкідливі умови праці і коли забезпечується економічний ефект за рахунок підвищення продуктивності праці і обладнання, підвищення якості, зниження затрат на утримання споруд та скорочення виробничих площ.

### ***Контрольні питання***

1. Дайте визначення механізації та автоматизації виробництва.
2. Дайте визначення часткової та повної механізації (автоматизації).
3. Які основні напрямки автоматизації в машинобудуванні?
4. Які основні задачі автоматизації?
5. В яких випадках у виробництво впроваджується механізація і автоматизація?

## 15 ВИКОРИСТАННЯ РОБОТІВ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Промислові роботи (ПР) призначені для заміни людини при виконанні основних і допоміжних технологічних операцій у процесі промислового виробництва. При цьому вирішується важливе соціальне завдання – вивільнення людини від робіт, пов'язаних з небезпекою для здоров'я або з важкою фізичною працею, а також від виконання простих монотонних операцій, що не вимагають високої кваліфікації. Гнучкі автоматизовані виробництва, які створюють на базі промислових роботів, дозволяють вирішувати завдання автоматизації на підприємствах із широкою номенклатурою продукції при дрібносерійному і одиничному виробництві. Таким чином, промислові роботи й маніпулятори, є важливими складовими частинами сучасного промислового виробництва.

Промисловий робот – це автоматична машина, стаціонарна або мобільна, яка складається з виконавчого механізму у вигляді маніпулятора, що має декілька ступенів рухомості, і пристрою програмного керування для виконання рухомих та керуючих функцій у виробничому процесі.

На рис. 15 зображено один з варіантів конструкції промислового робота.

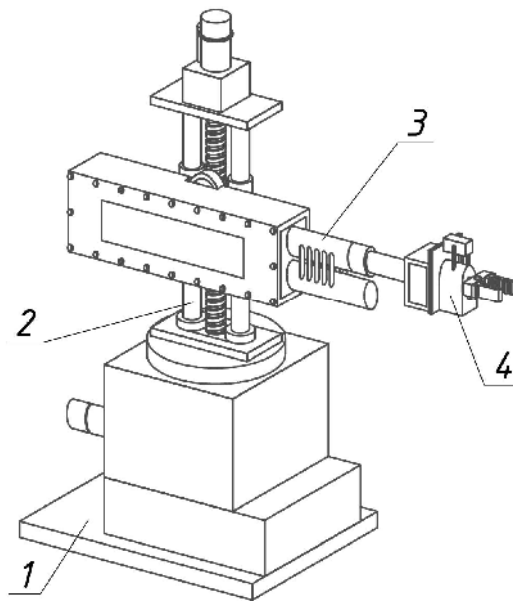


Рисунок 15 – Конструкція промислового робота:

- 1 – опорна конструкція (основа); 2 – колона; 3 – рука маніпулятора;  
4 – робочий орган (схват)

Аналіз сфер застосування промислових роботів у різних галузях промисловості й типах виробництв, вивчення перспектив застосування їх в залежності від серійності продукції, що виробляється, дозволяють зробити висновок, що промислові роботи можуть бути ефективно застосовані як в умовах масового, так й в умовах дрібносерійного виробництва.

У масовому й крупносерійному виробництві зі швидкою зміною об'єкта



виробництва перспективним є застосування роботів для обслуговування агрегатних верстатів і переналагоджуваних автоматичних ліній на операціях завантаження-розвантаження верстатів, на початкових і кінцевих позиціях ліній, для міжверстатного транспортування. Застосування промислових роботів дозволяє здійснити комплектацію і введення в експлуатацію таких ліній у більш короткий термін, підвищить оборотність устаткування.

Як свідчить закордонний досвід, роботи можуть, зокрема, ефективно застосовуватися також для заміни спеціального допоміжного устаткування на окремих операціях автоматичних ліній у період модернізації або його заміни. В цьому випадку необхідність зупиняти лінію на тривалий час відпадає, а витрати на програмування й переозброєння робота виявляються значно нижчими, ніж втрати внаслідок простою лінії протягом усього періоду модернізації або заміни спеціалізованого допоміжного устаткування на конкретній операції.

В серійному і дрібносерійному виробництві найбільш перспективним є застосування роботів у поєднанні з верстатами з ЧПК. Це дозволяє автоматизувати виготовлення невеликих партій деталей.

У будь-якій сфері застосування промисловий робот повинен розглядатися як елемент виробничого комплексу, що включає в себе основне технологічне устаткування, допоміжне устаткування і пристрої, що розширюють експлуатаційні можливості робота, контрольно-вимірвальні пристосування, і ряд інших пристроїв, об'єднані загальною системою керування.

В складі основного технологічного обладнання ПР забезпечують автоматизацію операцій взяття заготовок з нагромаджувальних та орієнтуючих пристроїв, транспортування і вкладання їх в тару або на проміжні пристрої для виконання наступних операцій. Використання ПР дозволяє також здійснити переналагодження технологічного обладнання.

Для реалізації вказаних функцій використовуються самі різноманітні типи ПР, які відрізняються за виконанням, рухомістю і керуванням в залежності від конкретних умов експлуатації і складності технологічної операції.

В засобах інструментального забезпечення ПР здійснюють автоматичну зміну інструменту та інструментальних блоків по мірі їх зношення або при обробці нових груп деталей.

В системах видалення відходів виробництва ПР забезпечують автоматичне прибирання відходів по мірі їх нагромадження. Елементна стружка видаляється із зони різання за допомогою стружкоприймача, з якого вона спрямовується в тару. Заповнена тара автоматично висувається на позицію видачі, замінюється новою, транспортується до місця приймання стружки, звільняється і транспортується до місця зберігання або до верстата.

Практично всі сфери використання ПР включають в себе операції транспортування і контролю. В ряді випадків, для підвищення ефективності використання ПР і збільшення продуктивності технологічного процесу, доцільно суміщення виконання вказаних операцій за часом. Прикладом може служити процес сортування деталей за допусками, який широко поширений і здійснюється перед подачею деталей для обробки на основне технологічне обладнання.

### *Контрольні питання*

1. Окресліть сферу застосування промислових роботів.
2. В чому полягають основні переваги застосування роботів?
3. Які конкретні задачі можуть вирішувати роботи в машинобудуванні?
4. Які основні проблеми приходиться вирішувати при впровадженні роботів у виробництво?

## 16 ЗАВОДИ ТА ЦЕХИ МАШИНОБУДІВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В промислово розвинутих країнах велика увага приділяється розвитку машинобудування, яке є основою технічного переоснащення усіх галузей господарства. Особливе значення при цьому надається створенню високоєфективних автоматизованих механоскладальних виробництв на базі технічного переоснащення а також реконструкції діючих виробництв при використанні сучасного обладнання і засобів управління всіма етапами виробничого процесу.

Головними і вирішальними підрозділами кожного машинобудівного заводу є його цехи. Від якості їх роботи залежить ефективність всієї виробничої діяльності заводу в цілому. Тому проектування цехів є важливою складовою частиною проектування кожного заводу. При цьому слід підкреслити, що як основні виробничі, так і допоміжні цехи багатьох машинобудівних заводів і особливо великих заводів часто представляють собою самостійні організаційні одиниці, які мають у своєму складі все необхідне для виконання повних циклів технологічних процесів, або для виготовлення певних елементів виробів, а іноді і цілих агрегатів, або виробів.

Машинобудівні заводи в залежності від рівня спеціалізації і кооперування, мають різні структуру і склад виробничих цехів. Розрізняють чотири основних типи машинобудівних заводів:

- заводи з виробничим циклом для випуску готових машин, які мають в своєму складі весь комплекс цехів: заготівельних, обробляючих і складальних з відповідними допоміжними і обслуговуючими цехами і службами;
- заводи, які виготовляють заготовки і мають у своєму складі лише заготівельні цехи (ливарні, ковальські і т.п.) та цехи, що їх обслуговують (модельні, штампувальні, ремонтні і т.п.); ці підприємства виготовляють заготовки для постачання по кооперації іншим заводам;
- складальні заводи, які мають у своєму складі лише складальні цехи, в яких проводиться складання машин з окремих агрегатів, що надходять з інших підприємств; на цих заводах можуть виготовлятися також окремі деталі (шляхом механічної обробки або холодного листового штампування); в цьому випадку на заводі є відповідні цехи;
- спеціалізовані заводи, які виготовляють деталі, агрегати та інші комплектуючі вироби для постачання складальним заводам, що випускають повнокомплектну продукцію; на спеціалізованих заводах виготовляють також різноманітний інструмент, спеціальне оснащення, нестандартне обладнання та інші засоби технологічного оснащення.

В склад машинобудівного заводу з повним виробничим циклом входять виробничі, допоміжні та обслуговуючі цехи та підрозділи. В свою чергу, виробничі цехи поділяються на основні і підсобні. Основними виробничими називають цехи, в яких відбувається обробка деталей і складання виробів. До числа цих цехів відносяться заготівельні, розкрійно-заготівельні, ливарні,

ковальські, обробляючі, складальні, а також випробувальні станції та цехи.

Підсобні виробничі цехи – це цехи, що спеціалізуються на виготовленні продукції, необхідної для забезпечення випуску готових виробів основними виробничими цехами – цехи з виготовлення тари, консервації і підготовки виробів до відвантаження.

Допоміжними називають цехи, які забезпечують нормальну роботу основних виробничих цехів заводу в цілому. До них відносяться інструментальні, ремонтно-механічні, експериментальні, електроремонтні та ін.

До обслуговуючих відносяться цехи і устаткування, які виконують функції господарського і частково технічного обслуговування заводу (транспортне і складське господарство).

Для зменшення вартості будівництва і скорочення транспортних витрат окремі цехи, які входять до складу заводу, групують за загальними технологічними ознаками та виробничими зв'язками і розміщують їх в загальних великих корпусах (промислових будівлях).

Механоскладальне виробництво, яке складається із комплексу виробничих ділянок і допоміжних підрозділів і в якому відбуваються виробничі процеси виготовлення виробів, є складною динамічною системою, структура і параметри якої знаходяться в безпосередній залежності від складності конструкції, номенклатури продукції та характеристик виробничого процесу її виготовлення. Проектування ділянок та цехів машинобудівного виробництва також входить в компетенцію інженера.

### ***Контрольні питання***

1. Які ви знаєте основні виробничі підрозділи заводу?
2. Перерахуйте та охарактеризуйте основні типи машинобудівних заводів.
3. Опишіть склад машинобудівних підприємств.
4. Виробничі, допоміжні й обслуговуючі цехи.
5. За рахунок чого можна зменшити вартість будівництва машинобудівних підприємств?

## **17 БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

### **17.1 Задачі в галузі безпеки життєдіяльності**

Межі небезпек в техносфері безупинно розширюються, а методи і засоби захисту від небезпек створюються та вдосконалюються зі значним запізненням.

Гостроту проблем безпеки практично завжди оцінювали за результатами впливу негативних факторів – числом жертв, матеріальними збитками.

Сформульовані на такій основі захисні заходи виявлялися і виявляються несвоєчасними, недостатніми і, як наслідок, малоефективними.

Необхідно навчитися прогнозувати негативні впливи та забезпечувати безпеку прийнятих рішень на стадії їх розробки, а для захисту від діючих негативних факторів створювати і активно використовувати захисні засоби та заходи, всіляко обмежуючи зони дії і рівні впливу негативних факторів.

В сучасному розумінні безпека життєдіяльності на підприємстві вивчає небезпеки виробничого середовища як в умовах повсякденної роботи, так і при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного походження. Реалізація цілей і завдань безпеки життєдіяльності на підприємстві містить у собі такі основні етапи:

- ідентифікація та опис зон потенційного виникнення небезпек підприємства і окремих його складових (комунікацій, устаткування, приладів тощо);
- розробка та реалізація найбільш ефективних систем і методів захисту від небезпек;
- формування систем контролю небезпек і керування станом безпеки підприємства;
- розробка і реалізація заходів для ліквідації наслідків прояву небезпек;
- організація навчання персоналу основам безпеки і підготовки фахівців з безпеки життєдіяльності.

### **17.2 Вимоги безпеки до виробничого обладнання**

Виробниче технологічне обладнання, яке застосовують у складі виробничих комплексів, повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2003-80, ГОСТ 12.2049-84 та вимогам стандартів системи забезпечення безпеки праці.

Необхідно строго дотримуватися регламентованих режимів експлуатації, які внесені в технічні умови на устаткування, проводити періодичні огляди, технічне обслуговування та ремонт обладнання.

Підвищений ступінь автоматизації металорізальних верстатів та їх ускладнення неминуче приводять до збільшення числа збоїв і відмов. Тому необхідна більш досконала система діагностики автоматизованого устаткування й інструментів.

За допомогою спеціальних датчиків і ЕОМ здійснюється автоматичний

безперервний контроль за роботою обладнання. Верстати споряджаються пристроями, що забезпечують автоматичні вимкнення устаткування у випадку поломки різального інструменту.

Загальні вимоги, які висуваються до обладнання відповідно до ГОСТ12.3.025-85\* такі:

- розробка технологічної документації, організація і виконання технологічних процесів обробки різанням повинні відповідати вимогам ГОСТ 3.1102-85;
- виробниче устаткування, яке використовується для обробки різанням, повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003-80 і ГОСТ 12.2.009-85;
- пристосування для обробки різанням повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.029-85;
- конвеєри, призначені для міжопераційного переміщення вантажів у процесі обробки різанням, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.022-86.

Вимоги безпеки до технологічних процесів повинні виконуватися протягом усього технологічного процесу, включаючи операції технічного контролю, переміщення та міжопераційного складування.

### **17.3 Пожежна безпека**

Пожежна безпека відповідно до ГОСТ 12.1.004-85 повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту та організаційно-технічними заходами.

Небезпечними факторами пожежі, що впливають на людей, є:

- відкрите полум'я та іскри;
- підвищена температура навколишнього середовища;
- токсичні продукти горіння;
- дим;
- знижена концентрація кисню;
- наслідки руйнування і ушкодження об'єкта;
- небезпечні фактори, що проявляються в результаті вибуху.

Протипожежний захист повинен забезпечуватися:

- застосуванням засобів пожежогасіння і відповідних видів пожежної техніки;
- застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації і пожежогасіння;
- застосуванням основних будівельних конструкцій об'єктів з регламентованими межами вогнестійкості і межами поширення вогню;
- застосуванням просочення конструкцій об'єктів і нанесенням на їх поверхні вогнестійких фарб;
- пристроями, що забезпечують обмежене поширення пожежі;
- організацією своєчасної евакуації людей.

## 17.4 Електробезпека

Електробезпека забезпечується проведенням таких заходів (за ГОСТ 12.1.030-81, 12.1.019-89);

- розміщення в зручному місці апаратів ручної або дистанційної дії, які дозволяють вмикати електроустаткування у мережу або вимикати його під час перерви в роботі або в аварійних ситуаціях;
- захист електроприладів від самоувімкнення при раптовому відновленні живлення;
- захисне заземлення, занулення, організація захисного вимкнення механічних пристроїв і установок, які випадково можуть опинитися під напругою, прокладенням зовнішньої проводки усередині труби, металевого рукава, гумового шланга.

## 17.5 Актуальні проблеми охорони навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища поширюється не лише на осіб, безпосередньо зайнятих у виробництві, але також на всіх інших людей, на всю флору й фауну, на промислову й сільськогосподарську продукцію, предмети побуту – усе, що становить цінність для людини.

Настання епохи науково-технічної революції викликало докорінні зміни в механіці і технології виробництва. Різке збільшення матеріальних витрат і енергетичних ресурсів призвело до багатократного зростання кількості різного роду виробничих відходів. У зв'язку із цим виникає необхідність посилення боротьби із забрудненням атмосфери, водного басейну, ґрунту.

Кінцевим етапом цієї боротьби повинно стати таке вдосконалення технології, яке зведе до мінімуму шкідливий вплив виробництва на атмосферу і навколишнє середовище.

У зв'язку із цим у сучасних умовах значно зростає відповідальність керівників і фахівців за розв'язок задач екології та утилізації відходів виробництва.

### *Контрольні питання*

1. Які основні завдання в галузі безпеки життєдіяльності?
2. Які етапи реалізації цілей і задач безпеки життєдіяльності на машинобудівному підприємстві?
3. Які вимоги безпеки до виробничого устаткування?
4. Сформулюйте вимоги до системи пожежного захисту.
5. Які заходи щодо забезпечення електробезпеки?

## 18 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ

За останні десятиріччя інформаційні технології набули такого глобального поширення, що зараз без них уже важко уявити життя сучасної людини. На сучасному етапі можна без особливих труднощів навести приклади використання інформаційних технологій у всіх галузях. Відповідно змінилися вимоги до знань та вмінь фахівців. Традиційні методи роботи все частіше замінюють знання і вміння користуватися існуючими інформаційними технологіями в кожній професійній сфері. І це насамперед стосується фахівців в галузі машинобудування і металообробки. У ній створені системи автоматичного проектування (CAD), системи автоматизованого проектування технологічних процесів (CAM), технології забезпечення життєвого циклу виробу (CALS).

До появи комп'ютерів все проектування нових виробів велося за так званою паперовою технологією. Будь-яке конструкторське бюро було залом з рядами креслярських столів – кульманів, за якими конструктори розробляли креслення нового виробу на папері. Далі ці креслення копіювали на кальку і потім тиражували їх. Вся документація зберігалася на папері. Всі інженерні розрахунки проводилися за допомогою арифмометрів і логарифмічних лінійок. При виготовленні дослідних зразків виробів і їх серійному виробництві налагодження верстатів здійснювалось уручну. Далі проводилися натурні випробування виготовлених дослідних зразків. За їх результатами вносилися необхідні зміни в конструкцію, коректувалися креслення і починалася підготовка до серійного випуску виробу.

З появою комп'ютерів багато етапів створення нових виробів піддалися корінним змінам. Стало можливим перейти на безпаперову технологію. Комп'ютер, оснащений відповідними програмами, спільно з принтером, плоттером і графічним планшетом (дигитайзером) замінив собою кульман, папір, олівець, арифмометр і логарифмічну лінійку. При цьому комп'ютер дозволив автоматизувати і значно прискорити інженерні розрахунки.

Використання сучасних комп'ютерних технологій дозволяє істотно скоротити тривалість проектно-конструкторських робіт, по-новому реалізувати проектні процедури і в результаті отримати ефективніші технічні рішення.

Апаратне забезпечення автоматизованих робочих місць (АРМ) для працівників самих різних професій мало відрізняється одне від одного. Його основою є професійний комп'ютер. Головна відмінність полягає в їх програмному забезпеченні, яке і відрізняє, наприклад, АРМ інженера-проектувальника від АРМ інженера-технолога.

Новітні комп'ютерні технології дозволяють організувати автоматизоване робоче місце конструктора-проектувальника. Системи автоматизованого проектування (САПР), застосовуються для вирішення різноманітних інженерних і конструкторських завдань.

Застосування САПР-технологій дозволяє скоротити час на виконання проекту і випуск виробів, зменшити можливі помилки, підвищити якість конструкторської документації, а при використанні програмно-керованого



устаткування – готувати необхідні для цього дані в потрібному форматі. Повний спектр завдань, що вирішуються з допомогою САПР, надзвичайно широкий, і програм, призначених для цього, розроблено досить багато.

При створенні нових інженерних конструкцій широко застосовується математичне моделювання (машинний експеримент) – моделювання реально існуючих об'єктів, яке здійснюється засобами мови математики і логіки за допомогою комп'ютера.

Математичне моделювання базується на створенні і дослідженні на комп'ютері математичної моделі реальної системи – сукупності математичних співвідношень (рівнянь), що описують цю систему. Рівняння (математична модель) разом з програмою їх розв'язку вводять у комп'ютер і, імітуючи різні значення вхідних (відносно до системи, яка досліджується) сигналів і умов роботи системи, визначають величини, що характеризують поведінку системи.

Математичне моделювання, на відміну від матеріального (експериментального, наочного), є теоретичним, таким, що відбувається тільки в комп'ютері, а не в реальності. Воно дозволяє обійтися без складного, дорогого або небезпечного експерименту.

Математичне моделювання процесу або явища не може дати повного знання про нього. Це особливо істотно у тому випадку, коли об'єкти математичного моделювання мають різну природу. Тому іноді математичне моделювання доповнюють створенням натурної моделі.

На зміну інформаційній підтримці окремих етапів створення інженерних конструкцій в кінці 20-го століття прийшла ідеологія ведення бізнесу CALS (Continuous Acquisition and Support) або, в сучаснішому викладі, PLM (Product Lifecycle Management). За терміном «життєвий цикл» («Life cycle») стоять два поняття – «маркетинговий життєвий цикл» (МЖЦ) і «функціональний життєвий цикл» (ФЖЦ). МЖЦ має відношення до поведінки певного виду продукції на ринку і завершується моральним старінням і зняттям з виробництва, а ФЖЦ пов'язаний з функціональним призначенням виробу і завершується фізичним зношенням і утилізацією.

Сьогодні виробництво складних виробів стало неможливим без забезпечення інформаційної підтримки на всіх стадіях їх життєвого циклу. Інформаційна підтримка – це цілий комплекс питань, що включає автоматизацію процесів проектування, забезпечення технологічних процесів виробництва, автоматизацію управлінської діяльності підприємств, створення електронної експлуатаційної документації, впровадження автоматизованих систем замовлення запасних частин і так далі

Важливу роль в життєвому циклі відіграє маркетинг – система управління, заснована на комплексному аналізі виробничо-збутової діяльності і дії на неї з метою отримання прибутку. Маркетинг включає товарну, цінову політику, а також політику просування товару і продажів.

Основними принципами сучасного маркетингу є: виробництво продукції, засноване на точному знанні потреб покупця, ринкової ситуації і реальних можливостей фірми; ефективне вирішення проблем споживача; націленість фірми на довгостроковий комерційний успіх; активний вплив на формування потреб ринку.

Проектування і виробництво нерозривно пов'язані між собою. Конструктор розробляє геометрію виробу, встановлює технічні вимоги і оформляє конструкторську документацію, а технолог забезпечує виготовлення виробу з урахуванням специфіки виробництва, технічних процесів і устаткування.

Електронний опис виробу дає вичерпний опис спроектованого виробу і фактично замінює паперову конструкторську документацію. На його основі з'являється можливість автоматизованого проектування технологічних процесів. Таким чином, виконується ще один принцип CALS – принцип безпаперового представлення інформації.

Організація технологічного процесу виготовлення дослідних зразків і серійного виробництва виробів здійснюється за допомогою систем автоматизованого проектування технологічних процесів, так званих САМ-систем (Computer Aided Manufacturing). Вони забезпечують найбільш раціональний вибір верстатного устаткування, інструментів і режимів обробки деталей.

Комплексні рішення при цьому базуються на передових технологіях гібридного моделювання, інтегрованих засобах електронного документообігу, а також на широкому спектрі спеціалізованих модулів, серед яких важливе місце займають програми для віртуального моделювання процесів механічної і електроерозійної обробки з виходом на верстати з числовим програмним керуванням.

У сучасному машинобудуванні і приладобудуванні відбувається ускладнення продукції, що виробляється, номенклатура її збільшується, а серійність виробництва зменшується. Це веде до значного збільшення обсягів і термінів виконання робіт у сфері конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Вимоги ринкової економіки примушують підприємства постійно покращувати споживчі властивості і якість виробів, а терміни їх випуску максимально скорочувати.

Це викликало до життя концепцію крізного циклу проектування і виробництва «від ідеї до металу». Суть її полягає в тому, що комп'ютерні системи і устаткування повинні розглядатися як єдиний інформаційний технологічний процес на всьому протязі від проектування до виготовлення виробів. Наскрізний цикл складається з блоків CAD/CAM/CAE/PDM. САМ-системи є частиною цієї більш загальної концепції.

Так інформаційні технології в машинобудуванні і металообробці з важливого, але допоміжного засобу сьогодні перетворилися на головну організуючу силу – реальну наскрізну автоматизацію виробничих процесів.

### ***Контрольні питання***

1. Які особливості застосування інформаційних технологій в машинобудуванні?
2. Що таке життєвий цикл виробу?
3. Перерахуйте переваги застосування математичного моделювання.

## 19 ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МАШИНОБУДІВНОГО КОМПЛЕКСУ ПРОМИСЛОВОСТІ

Що ж означає інтенсивний шлях розвитку в машинобудуванні і металообробці? Насамперед, він припускає якісно нове натурально-речовинне наповнення вартісних показників. Адже ріст випуску машинобудівної продукції може бути забезпечений як за рахунок зміни вартості техніки і «вимивання» із номенклатури устаткування, що виробляється, дешевих його видів, так і за рахунок розширення виробництва, збільшення маси техніки, що виробляється, поліпшення її споживчих властивостей. Останній варіант розвитку і представляється єдино вірним в умовах інтенсифікації економіки. Крім того, саме машинобудівне виробництво повинно бути переорієнтовано на використання ресурсо-, і трудозберігаючих технологій, машин і устаткування.

Інтенсифікація машинобудівного комплексу повинна розглядатися в двох аспектах. По-перше, інтенсифікація машинобудівного виробництва усередині комплексу, тобто випуск передової техніки з мінімальними втратами живої праці, і, по-друге, інтенсифікація в галузях народного господарства, що відбувається на базі впровадження новітніх машин, устаткування, приладів і пристроїв, що виготовляються машинобудівниками. Ці напрямки інтенсифікації тісно взаємозалежні і не можуть здійснюватися у відриві один від іншого. Первинним, природно, є виробництво машин і устаткування в машинобудівному комплексі, і від того, як машинобудування справляється з поставленими задачами, залежить ефективність роботи інших галузей народногосподарського комплексу в цілому.

Темпи впровадження досягнень науково-технічного прогресу значною мірою залежать від стану справ всередині машинобудівного комплексу, від того, як швидко машинобудівники зможуть перейти на випуск техніки нових поколінь і оснастити ними різноманітні галузі народного господарства.

Які ж головні напрямки інтенсифікації всередині машинобудівного комплексу? Це, насамперед, відновлення виробничого апарату машинобудівних підприємств. У процесах його відновлення надзвичайно важливо визначити завдання поточного дня і перспективи, пустити в хід усі важелі і стимули і змусити їх працювати на кінцевий результат. Задачею сьогодення є активізація людського фактора і на цій основі максимально можливе використання створеного потенціалу. Дійсно, використовувані в машинобудівному комплексі людські й основні промислово-виробничі ресурси при їх раціональному використанні дозволяють одержувати в 1,5 - 1,7 рази більше продукції. Іншими словами, навівши порядок у власному будинку, названому машинобудівним комплексом, уже зараз практично без додаткових витрат, за рахунок організаційних чинників можна одержати значні обсяги додаткової продукції, необхідної народному господарству.

Не менш важливим є перехід машинобудування на більш високий щабель автоматизації на базі використання роботизованих виробництв. Розширення потреб різноманітних виробничих галузей у номенклатурі, якості, продуктивності та надійності техніки і постійна заміна існуючих технологічних

процесів більш досконалішими змушують машинобудівників відмовлятися від традиційних методів конструювання й організації виробництва машин та устаткування. Світова практика свідчить, що найбільш ефективним тут є перехід до автоматизованого проектування і виготовлення машин і пристроїв із застосуванням сучасних засобів обчислювальної техніки і об'єднання процесів проектування та виготовлення сучасних машин у єдиний ланцюжок. Такий підхід у декілька разів прискорює проектування і виробництво машин і робить досягнення наукової та конструкторської думки реальними вже сьогодні, а не у віддаленому майбутньому.

Пріоритетними на першому етапі реконструкції машинобудівного комплексу будуть галузі: верстатобудування, приладобудування, електроніка й електротехніка, у котрих надзвичайно важливо домогтися зміни стану справ. У першу чергу саме тому, що вони служать базою для створення реальних передумов переозброєння виробничого апарату самого машинобудування новими технікою і технологіями.

Прискорене відновлення виробничого апарату в машинобудуванні, а потім і омолодження парку устаткування у інших галузях народного господарства дозволять скоротити чисельність ремонтників і устаткування, на якому виробляються запасні частини і відновляються деталі, у 2 - 3 рази в порівнянні з нині наявною, а це також обіцяє багатомільйонну економію.

Природно, ці проблеми не можуть бути вирішені при сучасному рівні технічної оснащеності машинобудування. Тому ключовою проблемою переорієнтування останнього на інтенсивний шлях розвитку є прискорення науково-технічного прогресу в машинобудівному комплексі, що потребує широкомасштабного впровадження нових машин і устаткування, ефективних технологічних процесів, використання прогресивних конструкційних матеріалів. Важливий резерв прискореного впровадження досягнень науково-технічного прогресу в машинобудівний комплекс – удосконалювання організаційної структури останнього, що повинно здійснюватися одночасно з подальшим поглибленням спеціалізації та розвитком кооперації у виробництві машин і устаткування.

### ***Контрольні питання***

1. Що означає інтенсивний шлях розвитку в машинобудуванні та металообробці?
2. В яких саме аспектах повинна розглядатися інтенсифікація машинобудівного комплексу промисловості?
3. Які основні напрямки інтенсифікації машинобудівного комплексу?
4. Які пріоритетні напрямки реконструкції машинобудівної промисловості?
5. Які проблеми повинні бути вирішені при переорієнтації машинобудування на інтенсивний шлях розвитку?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Виноградов В.В. Технология машиностроения: введение в специальность. Технология машиностроения. [Текст] / Виноградов В.М. – М.: Издательский центр «Академия», 2007 – 176 с.
2. Гевко Б.М. Технологія обробки на верстатах з ЧПК: Навчальний посібник. [Текст] / Гевко Б.М., Матвійчук А.В. Тернопіль: ТДТУ, 2004 . – 131 с.
3. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов [Текст] / А.М. Дальский – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.
4. Железна А.М., Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. [Текст] / Железна А.М., Кирилович В.А. – К.: Кондор, 2004. – 796 с.
5. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для вузов [Текст] / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; Под ред. Н.М. Капустина. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.: ил.
6. Кондаков А.И. САПР технологических процессов. [Текст] / Кондаков А.И. – М.: Академия, 2007. – 272 с.
7. Коных В.Л. Компьютерная автоматизация производства [Текст] / В.Л. Коных – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 108 с.
8. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. [Текст] / П.О. Руденко – К.:Вища шк., 1993. – 414 с.
9. Схиртладзе А.Г. Технологическое оборудование машиностроительных производств [Текст] / А.Г.Схиртладзе, В.Ю.Новиков. – М.: Высш. шк., 2001. – 407 с.
10. Солнышкин И.П., Чижевский А.Б., Дмитриев С.И. Технологические процессы в машиностроении: Учеб. пособие [Текст] / Солнышкин И.П., Чижевский А.Б., Дмитриев С.И. Под ред. Н.П. Солнышкина. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 344 с.
11. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. [Текст] / Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О., Лопатько К. Г. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.
12. Черпаков Б.И. Металлорежущие станки [Текст] / Б.И. Черпаков, Т.А. Альперович. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 368 с.
13. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування [Текст] / Чумак М.Г. – К.: Либідь, 2000. – 368 с,
14. Шишмарев В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студ. учреждений средн. проф. образования [Текст] / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.

## ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

**Абразивні матеріали, абразиви** – тверді порошкоподібні речовини (природні і штучні), що застосовуються для механічної обробки металів, сплавів, гірських порід, скла, дорогоцінних каменів тощо.

**Автомат** – пристрій (сукупність пристроїв), що виконує за заданою програмою без безпосередньої участі людини всі операції в процесах отримання, перетворення, передачі і використання (розподілу) енергії, матеріалів або інформації. Програма автомата задається в його конструкції або ззовні за допомогою перфокарт, магнітних стрічок і т. п. (ЕОМ, верстат з ЧПУ), копіїв або моделюючими пристроями.

**Автоматизація виробничих процесів** – це комплекс заходів з розроблення нових прогресивних технологічних процесів і проектуванні на їх основі високопродуктивного технологічного обладнання, яке здійснює робочі та допоміжні процеси без безпосередньої участі людини і які забезпечують постійне зростання продуктивності праці.

**Бабка** – назва вузла, який використовується в багатьох видах металорізальних верстатів. Бабка призначається для точного підтримки і переміщення деталі, яка обробляється, відносно різального інструменту або оброблюваної поверхні. Розташовується і кріпиться на станині.

**База** – поверхня або сукупність поверхонь, вісь або точка, які належать виробу чи заготовці, і використовуються для базування.

**Базування** – надання заготовці або виробу необхідного положення відносно обраної системи координат.

**Винахід** – технічне рішення, що є новим, корисним у господарській діяльності і може бути практично застосоване. Визнаний офіційними експертами винахід може отримати правову охорону від держави і стати об'єктом промислової власності, що засвідчується особливими правоохоронним документом, який має назву патент.

**Виробничий процес** – сукупність всіх дій людей і знарядь виробництва, необхідних для виготовлення або ремонту виробів, що виготовляються. У виробничий процес входять не тільки основні, безпосередньо пов'язані з виготовленням деталей і складанням виробів, а й усі допоміжні процеси, що забезпечують можливість виготовлення продукції.

**Вихідна заготовка** – заготовка перед першою технологічною операцією. Заготовки отримують методами лиття, штампування, кування, прокату та іншими методами.

**Вища освіта** – всі типи курсів навчання або групи курсів (програм), тренінги або підготовка для досліджень на рівні вище середнього освіти, які визнані відповідними уповноваженими органами як такі, що належать до системи вищої освіти.

**Вищий навчальний заклад** – установа, що надає вищу освіту і визнана компетентними органами як така, що належить до системи вищої освіти.

**Відливка (виплинок)** – виріб або заготовка, отримані технологічним методом лиття.

**Верстат з ЧПК** – автоматизований на базі обчислювальної техніки верстат, що виконує повторювані операції, у тому числі на конвеєрних виробничих лініях.

**Встановлення** – процес базування і закріплення заготовки або виробу.

**Допоміжний перехід** – закінчена частина технологічної операції, що складається з дій людини та/або обладнання, які не супроводжуються зміною форми, розмірів і шорсткості поверхні, але необхідні для виконання технологічного переходу (наприклад, встановлення заготовки).

**Допоміжний хід** – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента відносно заготовки, необхідного для підготовки робочого ходу.

**Допуск** – різниця між найбільшим і найменшим граничними значеннями (розмірів, маси), задається на геометричні розміри деталей, механічні, фізичні і хімічні властивості. Призначається (вибирається) виходячи з технологічної точності або вимог до виробу. Будь-яке значення, яке вкладається у заданий інтервал, є допустимим.

**Заготовка** – предмет праці, з якого зміною форми, розмірів, властивостей поверхні і/або матеріалу виготовляють деталь.

**Засіб вимірювань** – технічний засіб, що використовується при вимірюваннях і має нормовані метрологічні характеристики.

**Зварювання** – процес отримання нероз'ємних з'єднань шляхом встановлення міжатомних зв'язків між частинами при їх місцевому або загальному нагріванні, пластичній деформації, або спільною дією того чи іншого.

**ECTS** – європейська кредитно-трансфертна система (розроблена Європейською Комісією). Ця система базується на ECTS кредитах (об'ємі роботи студента) і створена для сприяння мобільності, накопичення і трансферту кредитів, і міжнародного визнання термінів навчання, здійсненого за кордоном.

**Інженер** – особа, що професійно займається інженерією, тобто на основі поєднання прикладних наукових знань, математики та винахідництва знаходить нові рішення технічних проблем.

**Інформаційна технологія** – це комплекс взаємозалежних, наукових, технологічних, інженерних дисциплін, що вивчають методи ефективної організації праці людей, зайнятих опрацюванням і збереженням інформації; обчислювальну техніку і методи організації і взаємодії з людьми і виробничим устаткуванням, практичні додатки, а також пов'язані з усім цим соціальні, економічні і культурні проблеми

**Карта ескізів** – технологічний документ, що містить ескізи, схеми і таблиці, необхідні для виконання технологічного процесу, операції технологічного переходу або ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення).

**Конструкція** – це будова, взаємне розміщення частин будь-якої деталі, машини, приладу, які визначаються їхнім призначенням.

**Конструювання** – процес створення конкретної однозначної конструкції

об'єкта згідно з проектом.

**Курс** – частина програми навчання, яка звичайно відособлена і оцінюється окремо. Повні програми навчання звичайно складаються з декількох курсів.

**Маршрутна карта** – технологічний документ, що містить опис технологічного процесу виготовлення чи ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення) за всіма операціями різних видів і технологічної послідовності з зазначенням даних про обладнання, оснащення, матеріальні і трудові нормативи.

**Машинобудування** – найважливіша комплексна галузь обробної промисловості, включає до себе верстатобудування, приладобудування, енергетичне, металургійне, хімічне і сільськогосподарське машинобудування.

**Мітчик** – різальний інструмент призначений для нарізання внутрішньої різьби в глухих та наскрізних отворах.

**Металорізальні верстати** – машини для обробки різанням металевих і інших матеріалів, напівфабрикатів або заготовок з метою отримання з них виробів шляхом зняття стружки металорізальним інструментом.

**Механізація виробництва** – це заміна ручних засобів праці (інструментів) машинами та механізмами.

**Обробний центр** – верстат, призначений для комплексної обробки деталей і може використовуватися в різних галузях промисловості.

**Операція** – закінчена частина технологічного процесу обробки однієї або декількох одночасно оброблюваних заготовок, яка виконується на одному робочому місці одним робітником або бригадою.

**Операційна карта** – технологічний документ, що містить опис технологічної операції із зазначенням переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення.

**Операційний припуск** – припуск, що видаляється при виконанні технологічної операції.

**Позиція** – фіксоване положення, яка займає незмінно закріплена заготовка або складальна одиниця спільно з пристосуванням відносно інструмента або нерухомої частини обладнання для виконання певної частини операції. Операція може бути виконана за один або кілька переходів.

**Поковка** – виріб або заготовка, отримані технологічним методом кування.

**Похибка встановлення** – відхилення фактично досягнутого положення заготовки або виробу при встановленні від запланованого.

**Прийом** – закінчена сукупність дій людини, які застосовуються при виконанні переходу чи його частини, об'єднаних одним цільовим призначенням.

**Припуск** – шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей поверхні, яка обробляється (розміру, форми, шорсткості поверхні). Він дорівнює різниці відповідних розмірів заготовки і готового виробу.

**Проектування** – процес створення проекту, прототипу майбутнього



об'єкта, стану та способів його виготовлення. У проектуванні застосовують системний підхід, який полягає у встановленні структури системи, типу зв'язків, визначенні атрибутів, аналізуванні впливів зовнішнього середовища. В техніці – розробка проектної, конструкторської та іншої технічної документації, призначеної для забезпечення будівництва, створення нових видів та зразків. В процесі проектування виконуються технічні та економічні розрахунки, схеми, графіки, пояснювальні записки, кошториси, калькуляції та описи.

**Промисловий робот** – це автоматична машина, стаціонарна або мобільна, яка складається з виконавчого механізму у вигляді маніпулятора, який має декілька ступенів рухомості, і перепрограмованого пристрою програмного керування для виконання рухомих та керуючих функцій в виробничому процесі.

**Проміжний припуск** – припуск, що видаляється при виконанні одного технологічного переходу.

**Ритм випуску** – кількість виробів або заготовок певних найменувань, типорозмірів і виконань, що виготовляються за одиницю часу.

**Різець токарний** – клиноподібний різальний інструмент, який під час обробки заглиблюється в тіло заготовки й поступово зрізує стружку.

**Робочий хід** – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента відносно заготовки, яка супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні і властивостей заготовки.

**Свердло** – дворізцевий, інколи однорізцевий різальний інструмент, з обертальним рухом різання та осьовим рухом подачі, призначений для виконання отворів у суцільному шарі матеріалу.

**Сталь** (від нім. Stahl) – деформований (ковкий) сплав заліза з вуглецем (і іншими елементами) з вмістом вуглецю не більше 2,14 %, але не менше 0,022 %.

**Схема базування** – схема розташування опорних точок на базах заготовки чи виробу.

**Такт випуску** – інтервал часу, через який періодично проводиться випуск виробів або заготовок певного найменування, типорозміру і виконання.

**Технологія** – це комплекс наукових та інженерних знань, реалізованих у прийомах праці, наборах матеріальних, технічних, енергетичних, трудових факторів виробництва, засобах їх об'єднання для створення продукту або послуги, що відповідають певним вимогам.

**Технологічна інструкція** – технологічний документ, що містить опис прийомів роботи або технологічних процесів виготовлення або ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення), правил експлуатації засобів технічного оснащення, описи фізичних і хімічних явищ, що виникають при окремих операціях.

**Технологічний метод** – сукупність правил, що визначають послідовність і зміст дій при виконанні формоутворення, обробки або складання, переміщення, включаючи технічний контроль, випробування в технологічному процесі виготовлення або ремонту, встановлених безвідносно до найменування,

типорозміру або виконання виробу.

**Технологічний процес** – частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії зі зміни та/або визначення стану предмета праці, тобто безпосередньо пов'язана зі зміною форми, розмірів і властивостей оброблюваної заготовки, що виконуються в певній послідовності.

**Токарна обробка** – це технологічний процес, при якому різець із спеціальною різальною кромкою зменшує діаметр виробу, який обробляється.

**Технологічний перехід** – закінчена частина операції, яка характеризується незмінністю оброблюваної поверхні, різального інструменту і режиму роботи верстата (частота обертання, подача і глибина різання).

**Точність обробки** – ступінь відповідності геометричних параметрів обробленої деталі параметрам, заданим на кресленні.

**Фреза** – багатолезовий різальний інструмент у вигляді тіла обертання із зубами для фрезерування

**Цикл технологічної операції** – інтервал календарного часу від початку до кінця періодично повторюваної технологічної операції незалежно від числа виробів, які одночасно ремонтуються або виготовляються.

**Шліфування** – процес собою стирання частин заготовки за допомогою скріпленого зв'язкою абразивного матеріалу.

**Штампована заготовка** – виріб або заготовка, отримані технологічним методом штампування.

**Часткова автоматизація** – автоматизація будь-якої частини повністю механізованого виробничого процесу зі збереженням ручного управління іншою частиною операцій цього процесу.

**Частота обертання** – величина, що дорівнює відношенню числа обертів деталі, заготовки чи інструменту до часу обертання.

**Числове програмне керування** – це управління, при якому програму задають у вигляді записаного на будь-який носій масиву інформації.

**Чавун** – сплав заліза з вуглецем, що містить більше 2% вуглецю.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Абразив, 41  
Автомат, 61  
Автоматизація, 44, 60  
Автоматизація, 60  
Автомобільна промисловість, 14  
Багатоцільові верстати, 45  
Безпека праці, 67  
Безцентрово-шліфувальний верстат, 42  
Важке машинобудування, 13  
Верстат з ЧПК, 45  
Верстатобудівна промисловість, 14  
Вертикально-фрезерний верстат, 31  
виробничі цехи, 66  
Виробничо-технологічна діяльність, 18  
Відпал., 48  
Вступ до спеціальності, 5  
Горизонтально-протяжний верстат, 38  
Горизонтально-розточувальний верстат, 37  
Горизонтально-фрезерний верстат, 31  
Документація, 17  
Експлуатаційна діяльність, 19  
Електробезпека, 69  
Електролітичне полірування., 47  
ЕОМ, 7, 67  
Ефективність обробки, 45  
Завод, 23  
Загальне машинобудування, 14  
Загартування, 49  
Загартування, 48  
Заготовка, 29  
Заготовка, 31, 37  
Зварювання, 56, 57, 58  
Зенкування, 34, 35  
Інженер, 6, 7  
Інженерна механіка, 16  
Інженерне проектування, 21  
Інженер-технолог, 16, 19, 20  
Інструмент, 50  
Інформаційні технології, 70  
Кафедра технології машинобудування, 8  
Конструювання, 21  
Коробка швидкостей, 34  
Кування, 51  
Литво під тиском, 55  
Лиття, 52  
Маркетинг, 71  
Математичне моделювання, 71  
Машинобудівні заводи, 65  
Машинобудування, 12, 13  
Машинобудування, 5, 11  
Металорізальні верстати, 25  
Металорізальні інструменти, 25  
Механізація, 60  
Механоскладальне виробництво, 66  
Навчальний процес, 6  
Нарізання різи, 28  
Нарізання різи, 35  
Науково-дослідна діяльність, 18  
Нормалізація, 48  
Обробка матеріалів різанням, 27  
Обробка на стругальних верстатах, 40  
Обробляючий центр, 45  
Організаційно-управлінська діяльність, 18  
Оснащення, 24  
Охорона навколишнього середовища, 69  
Патрон, 29  
Підприємства, 14  
Плоскошліфувальний верстат, 42  
Пожежна безпека, 68  
Покриття, 47  
Полірування, 41  
Прецизійне литво, 55  
Продуктивність, 45  
Проектно-конструкторська діяльність, 17  
Проектування, 21  
Проектування, 72

Проектування цехів, 65  
Прокатування, 51  
Промисловий робот, 62  
Протипожежний захист, 68  
Протягування, 38  
Протяжка, 38  
Процес різання, 27  
Різання, 28  
Робочий стіл, 31  
Розгортання, 35  
Розсвердлювання, 34  
Розточувальні верстати, 37  
САПР, 10, 19, 70  
Свердління, 28, 34, 35  
Середнє машинобудування, 14  
Слюсарний інструмент, 50  
Слюсарні роботи, 50  
Спеціалізація, 12,15  
Спеціальна підготовка, 7  
Сталеве литво, 55  
Сталь, 51, 52  
Стандартизація, 18  
Станина, 40, 42  
Стругання, 40  
Супорт, 29  
Схеми обробки отворів, 35  
Термообробка, 48  
Технологічний процес, 53  
Технологія, 23, 24  
Токарна обробка, 28  
токарний верстат, 45  
Токарний верстат, 29  
Точіння, 28  
Фрезерна обробка, 31  
Фрезерування, 31  
Чавун, 52, 54  
Числове програмне керування, 44  
ЧПК, 30, 44, 45  
Шліфування, 42  
Шліфування, 41  
Шпindelь, 29  
Шпindelь, 37  
Шпindelьна головка, 31  
Штапування, 51