

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Технологія виготовлення типових деталей харчових машин

Методичні вказівки до практичних робіт

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр

галузь 13 Механічна інженерія

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

денної форми навчання

Любешів

УДК 621(07)

П 62

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ» _____
Т.П.Герасимик-Чернова

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в депозитарій коледжу
Бібліотекар _____ М.М.Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»
протокол № _____ від ____ «___» _____ 2023 р.

Рекомендовано до видання на засіданні випускної циклової (методичної) комісії педпрацівників
харчового виробництва, галузевого машинобудування, готельно-ресторанної справи та обліку і
оподаткування
протокол № _____ від ____ «___» _____ 2023 р.

Голова циклової методичної комісії _____ Т.Ф.Кравченко

Укладач: _____ Ж.М.Пігулко, викладач

Рецензент: _____ А.В. Хомич, кандидат технічних наук

Відповідальний за випуск: _____ Пігулко Ж.М., викладач другої категорії

Методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня
молодший спеціаліст (для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший
бакалавр) галузь знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування» денної форми навчання/уклад. Ж.М.Пігулко – Любешів: ВСП
«Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2023.- 55 с.

Видання складене відповідно до діючої програми курсу «Технологія виготовлення типових
деталей харчових машин». Призначене для студентів напряму підготовки «Інженерна
механіка» денної форми навчання.

©Ж.М.Пігулко 2023

Практична робота №1

Тема: «Технологічність конструкції машин і їх деталей»

Мета роботи: ознайомитися із технологічністю машин, апаратів та їх деталей

Теоретичні відомості

Технологічність машин і апаратів - відповідність їхніх конструкцій оптимальним способам виготовлення устаткування при заданих масштабах виробництва й економії матеріалів.

Технологічність конструкції машини чи апарата відноситься до всього комплексу виробничих процесів, починаючи від виготовлення деталей і закінчуючи випробуванням зібраної машини. Для оцінки технологічності використовують наступні показники: загальну трудомісткість і масу машини чи апарата. Крім цього можуть бути використані такі показники, як ступінь конструкційної уніфікації і наступності, тривалість виробничого циклу й ін.

Уніфікація і нормалізація деталей і вузлів машин, максимально широке застосування стандартизованих деталей і виробів, що підвищує серійність і технологічність машин, а отже, підвищує продуктивність і зменшує вартість виробництва, спрощує і прискорює проектування, знижує ремонтну складність машин, скорочує номенклатуру необхідних запасних деталей.

Застосування економічних профілів металів при конструюванні і виготовленні машин, що зменшує її матеріалоємність.

У багатьох випадках застосування заготовок пустотілих профілів дозволяє без збитку для міцності і твердості деталей і складальних одиниць зменшити витрати металу в 2...3 рази. Для зменшення маси деталей доцільно вибирати матеріали з підвищеними механічними властивостями, орієнтуючись у багатьох випадках на штампування і зварювання окремих частин.

Необхідно широко використовувати сучасні прогресивні методи зміцнення металів. До них відносяться зміцнення (деформування) наклепом, накочування роликами і т.п., термомеханічне оброблення, поверхневе загартування, цементацію, азотування, ціанування, хромування, сульфидування, наплавлення і напилювання спеціальних матеріалів на робочі органи машини.

Застосування синтетичних матеріалів (пластмас) при виготовленні і ремонті машин. Ці матеріали при малій щільності мають достатню механічну міцність, пружність, еластичність і високу зносостійкість.

Застосування синтетичних матеріалів у багатьох випадках приводить не тільки до зниження маси машини, збільшенню її надійності і довговічності, але і до зниження трудомісткості і собівартості виготовлення. Економічний ефект від заміни металів пластмасами досягає значних розмірів, але при розрахунку деталей з нових конструкційних матеріалів необхідно враховувати їхні фізико-механічні властивості.

Машини й апарати повинні складатися з окремих блоків, що нескладно з'єднуються. Виконання цієї вимоги полегшує розбирання, переміщення і зборку машин при монтажі і ремонті.

При виготовленні машин і апаратів потрібно забезпечити відповідність допусків матеріалів і деталей державним стандартам, що є необхідною умовою взаємозамінності деталей і вузлів.

Машини і апарати повинні відповідати вимогам безпеки праці і виробничої санітарії. Зокрема, машини повинні мати з зовнішньої сторони гладку й обтічну форму, що полегшує дотримання вимог виробничої санітарії і є також вимогою безпечних умов праці.

Шум, що виникає під час роботи машин, не повинний перевищувати припустимі норми безпеки праці як по загальному рівню, так і по спеціальному складу. Звуки великої інтенсивності травмують центральну нервову і серцево-судинну системи, органи слуху і шлунково-кишковий тракт, що приводить до різних професійних захворювань.

Механічний шум виникає в результаті пружних деформацій деталей через невідповідність обертових систем, при роботі зубчастих передач і підшипників.

Зазначені деформації деталей і частин машини виявляються у вигляді вібрацій, що передаються корпусу машини, чи фундаменту при встановленні її на міжповерхове покриття.

Аеродинамічний шум виникає при великих швидкостях повітряного чи газового потоку, при вихорах, зривах і пульсації швидкості і тиску.

По фізичній сутності між шумом і вібрацією немає розходження. Основна відмінність шуму від вібрацій полягає в їхньому психологічному сприйнятті, тобто шум і звук сприймаються слухом, а вібрація – на дотик.

Для послаблення шуму необхідно замінити ударні способи дії без ударними; зворотно-поступальні рухи, що змінюються по гармонійному закону – рівномірно обертальними; демпфувати вібрації деталей, що ударяються і окремих вузлів шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя (гума, пробка, бітумний картон, повсть, азбест і ін.); зменшувати інтенсивність вібрацій деталей, що мають великі поверхні (корпуса, кожухи, кришки і т.п.) шляхом їхнього облицювання, заповнення спеціально передбачених порожнин у них матеріалами, що демпфують вібрації, чи установки гнучких зв'язків (пружних прокладок, пружин) між цими деталями і вузлами, що збуджують вібрацію.

Крім того, для зниження шуму необхідно виконувати наступні правила: замінити металеві деталі на пластмасові чи з інших подібних (по ознаці шумових властивостей) матеріалів або чергувати металеві деталі з деталями із пластмаси; передбачати мінімальні по можливості допуски при виготовленні і зборці деталей агрегату для зменшення зазору в зчленуваннях деталей, зменшуючи тим самим енергію зіткнень і інтенсивність вібрацій; широко застосовувати змащення деталей, що ударяються, в'язкими маслами й укладати в масляні ванни деталі, що вібрують і видають шум. Якщо переважає шум підшипників, можна в деяких випадках замінити підшипники кочення підшипниками ковзання.

При неможливості зниження шуму в джерелі до гранично допустимого рівня (ГДР) варто включати в конструкцію машини пристрої, що перешкоджають поширенню шуму, та ізолюють чи поглинають його. Для цього вузли, що видають шум (шестерні редуктора, ланцюгові передачі і т.п.), і

деталі, що ударяються, укласти в звукоізолюючі кожухи; машини, що видають шум усією своєю поверхнею, укласти повністю у звукоізолюючі кожухи з виводом назовні органів керування і контрольних приладів; необхідні отвори в звукоізолюючих кожухах виконувати у вигляді каналів, облицьованих зсередини звукопоглинаючими матеріалами; усі машини, що створюють надмірний шум унаслідок вихроутворення чи вихлопу повітря (вентилятори, повітродувки), забезпечити спеціальними глушниками; машини, призначені для установки на звичайних (не спеціальних) фундаментах, оснащувати амортизаторами.

Питання для самоконтролю

1. Що таке технологічність машин і апаратів?
2. Які показники використовують для оцінки технологічності?
3. Які сучасні прогресивні методи широко використовують для зміцнення металів?
4. Чому доцільно застосовувати синтетичні матеріали (пластмаси) при виготовленні і ремонті машин?
5. Яким вимогам безпеки праці і виробничої санітарії повинні відповідати машини і апарати?

Тема: «Технологія виготовлення важелів та вилок»

Мета роботи: вивчити:

- види та призначення деталей класу «Важелі» та «Втулки»;
- технічні умовинаважеліівилки
- матеріалитазаготовкидляважелівівилок
- обробленняважелівівилок

Теоретичні відомості

Службовепризначенняіособливостіконструкціїважелів

До деталей класу «Важелі» належать важелі, коромисла, шатуни, собачки, повідки, ручки, прихвати. Приклади деталей класу «Важелі» наведені на рис 1.

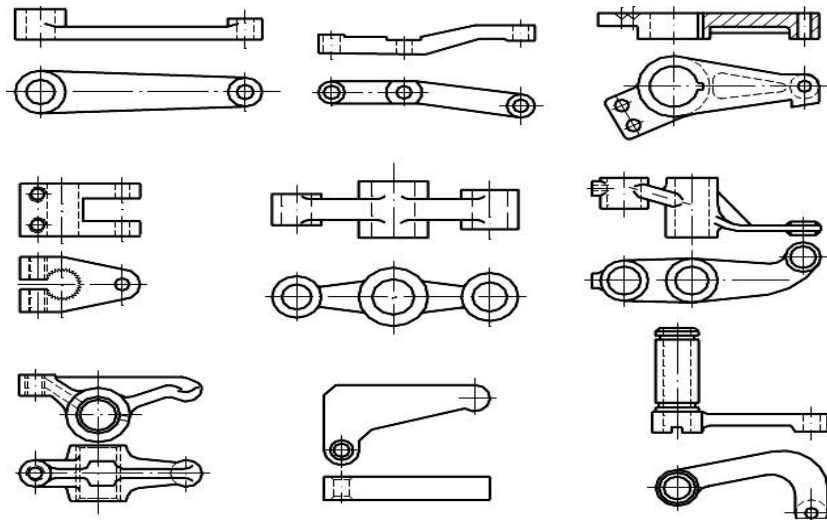


Рисунок 1 – Деталі класу «Важелі»

Важелі є ланками систем машин, апаратів, приладів, пристосувань. Приколивальному або обертовому русі, важелі передають необхідні сили і рухи спряженим деталям, змушуючи їх виконувати необхідні переміщення з належною швидкістю. В інших випадках важелі, наприклад, прихвати, залишаються нерухомими і фіксують відносне положення спряжених деталей.

Деталі класу важелів мають два отвори або більше, осі яких розташовані паралельно або під прямим кутом. Тіло важелів представляє собою

стержень, який немає достатньої жорсткості. У деталях цього класу, крім основних форм, обробляються шпонкові або шліцеві поверхні, кріпильні отвори і прорізи в головках. Стержні важелів частіше не обробляють.

Значна різноманітність конструкцій важелів викликає необхідність їх класифікації з метою формування типових технологічних процесів. Однією з найбільш вживаних є така класифікація:

- 1) важелі, у яких торці отворів мають спільну площину або їх торці лежать в одній площині;
- 2) важелі, у яких торці отворів лежать в різних площинах;
- 3) важелі, у яких є довгі втулки з отвором і більш короткі втулки.

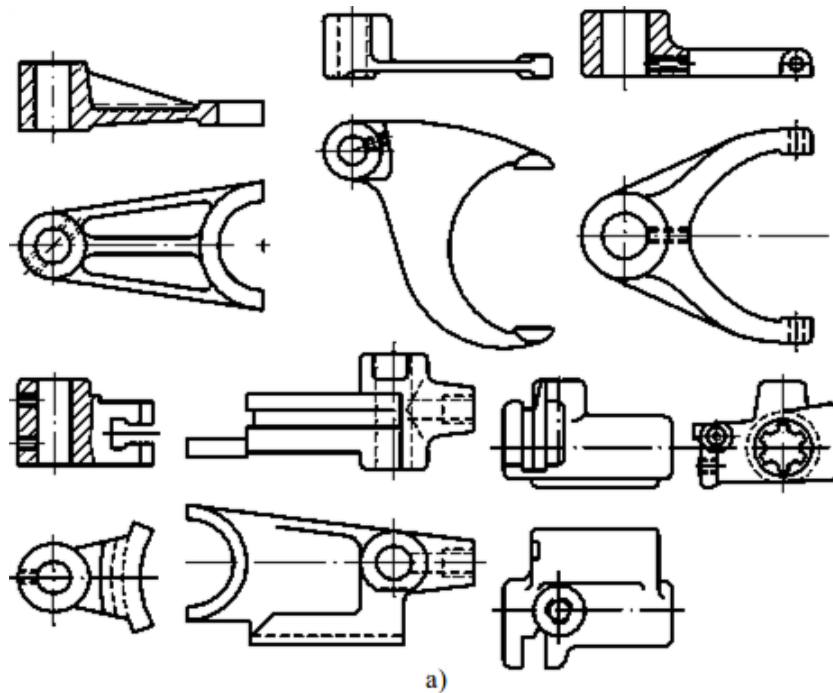
Однією з основних баз важеля зазвичай є поверхня отвору, яка у більшості конструкцій важелів представляє собою подвійну направляючу базу, якою важіль приєднується до базуючої деталі. У комплексі допоміжних баз у більшості важелів є поверхні гладких отворів, які паралельні основній базі, і рідше поверхні різбових чи гладких отворів, перпендикулярних до неї.

У деяких важелів (коромисел клапанів, храпових собачок) в більшості випадків виконуючими поверхнями є криволінійні поверхні, за допомогою яких механізм виконує своє службове призначення.

Вилками в машинобудуванні називають деталі, що мають дві різні службові призначення, узв'язку з чим надалі вони поділяються на два види.

До першого виду належать вилки перемикання, які при осьовому переміщенні ереклюють зубчасті колеса, муфти і подібні кінематичні ланки машин. Схематичні іскі типових вилкоперемикання приведені на рис. 2, а.

Для перемикання деталі пересувають вилками переважно за допомогою виконавчих, у більшості випадків плоских, поверхонь. В залежності від конкретного службового призначення вилки перемикання за зовнішнім виглядом д



ещо відрізняється між собою, внаслідок чого їх можна поділити на плоскі і подовгуваті вилки, що мають більш розвинуті бобишки типу втулок. Основною подвійною направляючою базою у вилкоперемикання є поверхня отвору.

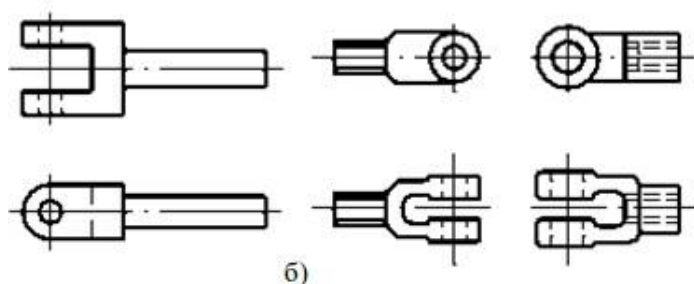


Рисунок 2 – Деталі класу «Вилки»:
а – вилки перемикання; б – шарнірні вилки

До другого виду відносяться вилки, для проміжних деталей шарнірних з'єднань у машинах – шарнірні вилки (рис. 2, б). Для виконання службового призначення вони зазвичай мають вуха з двома співвісними гладкими поверхнями, сполучення поверхонь яких дає допоміжну подвійну направляючу базу. Основною подвійною направляючою базою вилки є різьба поверхні вуха в основі вилки або гладка циліндрична різьба зовнішньої поверхні вуха вилки.

Довжина важелів і вилок у середніх верстатах, текстильних машинах, автомобілях, тракторах та інших машинах у більшості випадків не перевищує наступних розмірів: важелів – 400 мм, вилка перемикання – 250 мм, шарнірні вилки – 120 мм.

Типові схеми базування важелів в залежності від технічних завдань на обробку приведені

Технічні умовина важелів і вилок

Технічні умови, що визначають службове призначення важелів і вилок, характеризуються багатьма показниками, з яких найбільш істотним можна вважати такі.

Точність розмірів. Отвори – основні і допоміжні бази, поверхнями яких важелі і вилки спрягаються з валками, у важелів і шарнірних вилок проектується за Н7 – Н9, а у вилку перемикання для зменшення перекосу при осьовому переміщенні – за Н7

Н8. Точність відстаней між паралельними виконавчими поверхнями вилок перемикання призначаються за IT10

IT12. Відстань між осями отворів в основних і допоміжних базах важелів повинні відповідати розрахунковим; допустимі відхилення в залежності від необхідної точності коливаються від $\pm 0,025$ до $+0,1$ мм.

Точність форми. У більшості випадків особливих вимог до точності форми поверхонь не висувається, тобто похибка форми не повинна перевищувати допуску на розмір або, в залежності від умов експлуатації, похибка форми не повинна перевищувати від 40 до 60 % поля допуску на відповідний розмір.

Якість поверхні. Шорсткість поверхні отворів у важелів і вилок залежно від точності діаметрів призначаються в межах $R_a = 0,8 \dots 3,2$ мкм, шорсткість виконавчих поверхонь у важелів $R_a = 0,63 \dots 3,2$ мкм, у вилок перемикання – $0,8 \dots 3,2$ мкм. Для збільшення термінів служби твердість виконавчих поверхонь важелів і вилок встановлюють HRC 40...60.

Матеріали та заготовки для важелів і вилок

В якості матеріалів для виготовлення важелів використовують: сірий чавун марок ВД15 до ВД24, ковкий чавун марок КЧ35-10, КЧ37-12 та ін., сталь зазвичай якості марки 5 конструкційної сталі марок 20, 35, 45, 40Х. Важелі, що працюють при незначних навантаженнях виготовляють із пластмас. Плоскі вилки перемикання виготовляють із сірого ковкого чавуну і сталі

ей,приблизнотихжемарок,щозастосовуютьсяпривиготовленніважелів.Длявиготовленняподовгуватихвилокперемиканняззвичайзастосовуютьсірийчавунтихжemark,щоідляважелів.Шарнірнівилкивиготовляютьзі

сталізвичайноїякостіі зконструкційнихсталеймарок35,45таін.

Вибір матеріалу залежить від службового призначення та економічності виготовлення деталі. Заготовки для важелів вилки складної форми можуть бути виготовлені методом литва. Для деталей, що працюють у машинах під невеликими, не ударними навантаженнями, вибирається менш дорогий і міцний сірий чавун марок від СЧ 15 до СЧ 18. Деталі, що працюють при більш значних навантаженнях, виготовляють з більш міцного і дорогого чавуну марок СЧ 21 і СЧ 24. Для нежорстких деталей, що працюють з поштовхами і ударами, сірий чавун є ненадійним матеріалом, його замінюють ковким чавуном. При одержанні ковкого чавуна обов'язковим стає його відпал, після якого нежорсткі заготовки коробляться і повинні додатково піддаватися правці. Введення додаткових операцій відпалу і правки робить заготовку більш дорогою, тому в ряді випадків важелі і вилки виготовляють зі сталі.

Чавунні заготовки важелів і вилки одержують зазвичай литтям у піщані форми, відформовані здебільшого на машинах по металевих моделях. При підвищених вимогах до точності виливків заготовки відливають в оболонкові форми. Виливки з ковкого чавуну варто піддавати відпалу та наступній правці для зменшення залишкових деформацій.

Виливки плоских вилки компонують з двома або навіть із трьох деталей.

Сталеві заготовки важелів і вилки одержують куванням, штампуванням, литтям по виплавлених моделях, рідше—

зварюванням. При штампуванні заготовку невеликих кількостей застосовують підкладні штампи. Збільшення масштабу виготовлення заготовок більше економічним стає штампування їх у відкритих і закритих штампах. У серійному виробництві штампування виконують на штампувальних молотах, фрикційних і кривошипних пресах, а в крупносерійному і масовому виробництві— на кривошипних пресах і горизонтально-кувальних машинах. Для підвищення продуктивності і зменшення собівартості штампованих заготовок їх попереднє формування в масовому виробництві в ряді випадків роблять на кувальних вальцях.

Для підвищення точності штампованих заготовок плоских вилки, а деяких випадках важелів, у масовому і крупносерійному виробництві застосовують калібрування і карбування.

Калібрування є додатковим штампуванням на штампувальних молотах, фрикційних і кривошипних пресах і виконується для уникнення зайвої окалини від нагріву відразу після обрізки заусенців.

Карбування— це холодне штампування в спеціальних штампах і на спеціальних карбувальних пресах, що виконується після термічної обробки (нормалізації, відпалу чи гартування з відпуском) заготовок та очищення їх від окалини. Точність відстані по висоті між поверхнями заготовок після карбування може бути отримана в межах від $\pm 0,08$ мм до $\pm 0,2$ мм.

Для зменшення трудомісткості механічної обробки, зниження витрат металу і п

оліпшення зовнішнього вигляду складних конструктивної формю сталевих важелів і вилок їх заготовки одержують литтям по виплавлюваних моделях. Моделі заготовки каталітичної системи виготовляються з легкоплавких модельних сумішей, приготовлених на основі парафіну, полістиролу, стеарину та подібних компонентів, які одержують у спеціальних прес-формах.

Шорсткість поверхні виливків по виплавлюваних моделях відповідає Rz20.

Висока собівартість лиття по виплавлюваних моделях у порівнянні з іншими способами одержання заготовок обмежує область його застосування. Тому метод одержання заготовок важелів і вилок варто вибирати на основі техніко-економічного порівняння технологічних варіантів з урахуванням собівартості одержання заготовки на наступній механічній обробці деталей.

Стальні важелі і вики із середньовуглецевої сталі, що працюють призначених навантаженнях, для підвищення міцності перед механічною обробкою термічно обробляють (гартування і високий відпуск).

Оброблення важелів і вилок

Аналіз креслень деталей і технічних умов, яким повинні відповідати важелі, показує, що поверхні отворів (допоміжні бази) і виконавчі поверхні повинні займати визначене положення відносно поверхонь отворів (основних баз); торці бобишок, отвори для фіксуючих гвинтів і штифтів повинні бути перпендикулярні, а шпонкові пази паралельні осям відповідних отворів; пази вилчастих важелів у більшості повинні бути перпендикулярні осям отворів – основним базам.

Для одержання зазначених зв'язків поверхонь оброблення важелів будують акції послідовності.

1. При наявності у важелів плоских оброблюваних сторін чи торців бобишок в одній площині спочатку обробляють ці поверхні. Потім, приймаючи оброблену площину чи сполучення торців бобишок з однієї сторони в якості установчої технологічної бази, обробляють отвори – основну і допоміжні бази, одержуючи відповідні необхідні зв'язки. На наступних операціях, використовуючи відповідні оброблені поверхні отворів як технологічні бази, створюють необхідні зв'язки інших оброблюваних поверхонь важеля, послідовно обробляючи пази, уступи, різьбові і дрібні отвори.

2. При обробленні важелів, що мають торці коротких бобишок в різних площинах, спочатку в ряді випадків обробляють гладкі отвори – основну і допоміжні бази і торці бобишок з однієї сторони. Потім обробляють торці бобишок з іншого боку, далі – інші поверхні в послідовності, зазначеній в першому варіанті.

3. Якщо важіль має довгу бобишку, у якій розташований отвір (основна база), і значно коротші бобишки, у яких розташовані отвори (допоміжні бази), то спочатку обробляють поверхню отвору – основну базу іорець довгої бобишки з однієї сторони. Потім, прийнявши оброблену поверхню отвору в якості подвійної направляючої технологічної

бази, обробляють торець довгої бобишки з іншої сторони і, якщо потрібно, зовнішню циліндричну поверхню довгої бобишки. Потім для одержання відповідних зв'язків обробляють верхні отвори (допоміжні бази) і торці коротких бобишок з одного боку, потім торці бобишок з іншого боку. Далі обробляють інші поверхні по послідовності, зазначеній в першому варіанті.

В залежності від конкретних умов послідовність обробки поверхонь важелів може децю змінюватись відносно приведених типових схем.

Якщо у важелів є виконавчі поверхні, то їх зазвичай спочатку обробляють попередньо після обробки основних баз важеля, а потім остаточно наприкінці технологічного процесу.

При обробці плоских бічних сторін торців бобишок важелів на першій операції за установчу технологічну базу приймають протилежну плоску верхню стержня або поєднання торців бобишок. Направляючу та опорну базу вибирають з умов зручності встановлення деталі. При обробці гладких отворів (основної та допоміжної бази) важеля з короткими бобишками за установчу технологічну базу приймають також протилежну плоску поверхню стержня чи поєднання торців бобишок важеля, а направляючу й опорну технологічні бази вибирають зазвичай для забезпечення необхідної співвісності отворів відповідними бобишками.

Схеми варіантів (I – V) базування заготовки важеля з двома короткими бобишками при обробці в отворі приведені на рис. 3.

Вибір варіанту базування конкретного важеля залежить від задачі, поставленої технічною умовою. Відобразивши технічну умову вихідною ланкою розмірного ланцюга і побудувавши розмірний ланцюг, можна розрахувати допуски на складові ланки розмірного ланцюга. Допуск на неточність вихідної ланки повинен бути призначений меншим від заданої технічною умовою, тому що частина допуску технічної умови повинна бути зарезервована на компенсацію неточностей, що виникають внаслідок закріплення деталі у пристосуванні і неточностями динамічного налагодження системи верстат-пристрій-інструмент-деталь (ВПІД).

Схеми розмірних ланцюгів, за допомогою яких для першого варіанту базування досягається співвісність інструменту і бобишок важеля по осях X та Y , зображені на рис. 4 і 5.

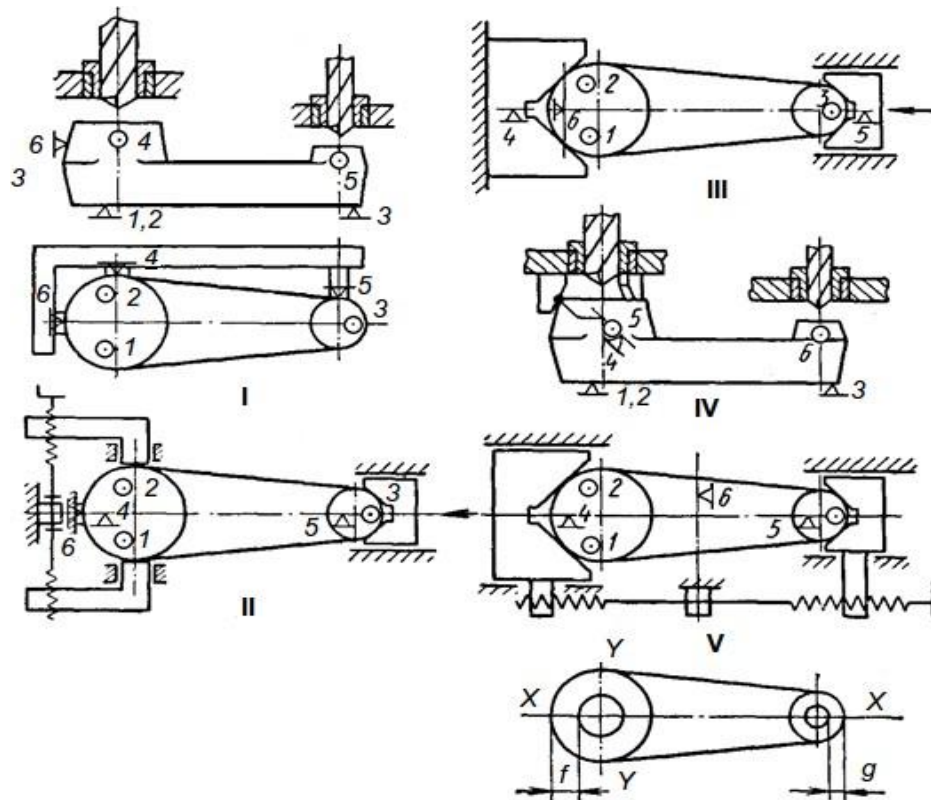


Рисунок 3 – Типові варіанти базування важеля з короткими бобишками приробцідвохотворів

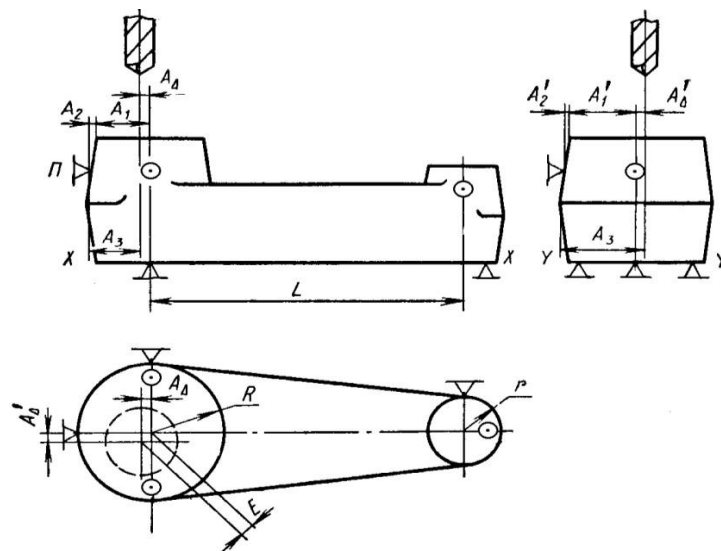


Рисунок 4 – Схеми розмірних ланцюгів які визначають співвідношення інструментів першої бобишки важеля при базуванні важеля за варіантом I

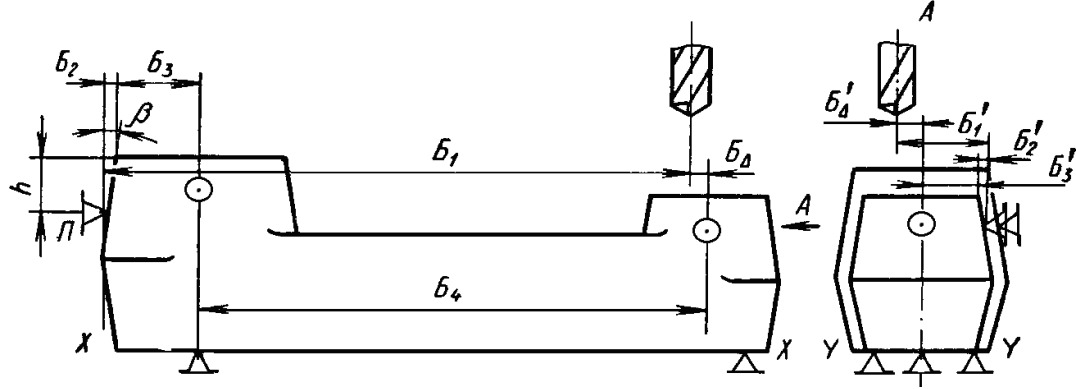


Рисунок 5 – Схеми розмірних ланцюгів, що визначають співвідношення інструменту та другої об'єктива важеля при базуванні важеля за варіантом I

Практична робота №3

Тема: «Технологія виготовлення зубчастих та черв'ячних передач»

Мета роботи: ознайомитися з видами зубчастих та черв'ячних передач, з методами їх виготовлення.

Теоретичні відомості

Загальні відомості про зубчасті передачі

Зубчастою передачею називається механізм для передачі або перетворення руху від ведучого вала до веденого за допомогою зубчастого зачеплення.

Зубчаста передача складається з ведучого (або декількох) зубчастих

коліс, яке називаються шестернею, і веденого (або декількох) зубчастих коліс.

Зубчасті передачі - найбільш поширений вид передач, що застосовується в машинобудуванні. Відомі зубчасті передачі, що передають потужність до 50000 кВт і навіть більшу.

Основні переваги зубчастих передач:

1. Постійність передаточного числа, яке залежить лише від числа зубів зубчастих коліс.
2. Можливість передачі великих потужностей.
3. Високий ККД.
4. Малі габаритні розміри в порівнянні з іншими видами передач (фрикційні, пасові та інші).
5. Висока надійність та довговічність роботи.

До недоліків зубчастих передач слід віднести:

1. Необхідність використання складного обладнання для виготовлення зубів передач.
2. Неможливість здійснення безступінчастого регулювання швидкості.
3. Робота зубчастої передачі супроводжується шумом, особливо на високих швидкостях. Зубчасті передачі можуть служити джерелом вібрації.
- 4.2. Види та класифікація зубчастих передач

У залежності від геометричної форми робочих тіл, виду зачеплення та профілю зубів зубчасті передачі поділяються:

1. В залежності від розміщення валів зубчасті передачі поділяються на:

1.1. Циліндричні - при паралельних валах (рис.4.1,а...4.1,г);

1.2. Конічні - при валах, осі яких перетинаються (рис.4.1, д... рис.4.1,ж) ;

1.3. Гвинтові - при валах, які схрещуються (рис.4.1,з) .

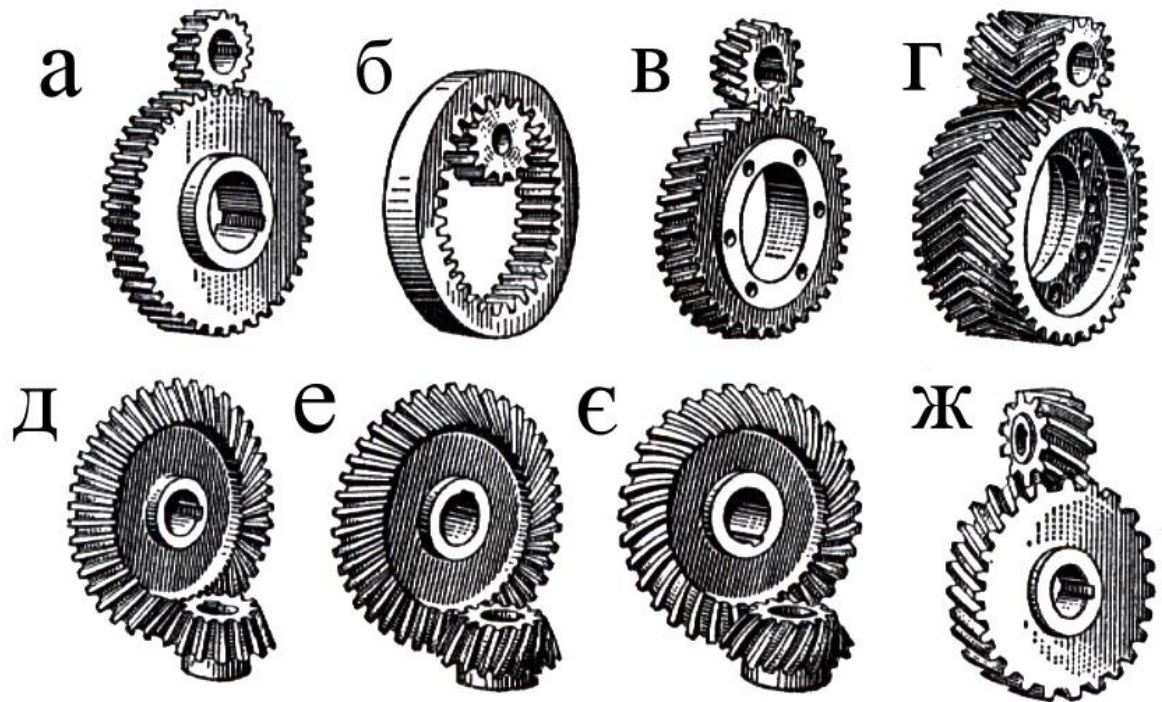


Рис. 4.1. Види зубчастих передач

2. В залежності від розташування зачеплення, зубчасті передачі поділяться на:

2.1. Зубчасті передачі з зовнішнім зачепленням (рис.4.1,а) ;

2.2. Зубчасті передачі з внутрішнім зачепленням (рис.4.1,б) .

3. В залежності від положення осі зуба відносно осі вала, зубчасті передачі поділяться на:

3.1. Прямозубі (рис.4.1,а,б,д) ;

3.2. Косозубі (рис.4.1,в,є,з) ;

3.3. Шевронні (рис. 4.1,г) ;

3.4. Кругові (рис. 4.1,ж) .

4. В залежності від профілю зубів, зубчасті передачі поділяються на:

4.1. Зубчасті передачі з евольвентним профілем зубів (рис.4.2,а) ;

4.2. Зубчасті передачі з циклоїдальним профілем зубів (рис.4.2,б);

4.3. Зубчасті передачі з профілем зубів, виконаним по дугах кіл (зацеплення Новикова) (рис.4.2,в) .

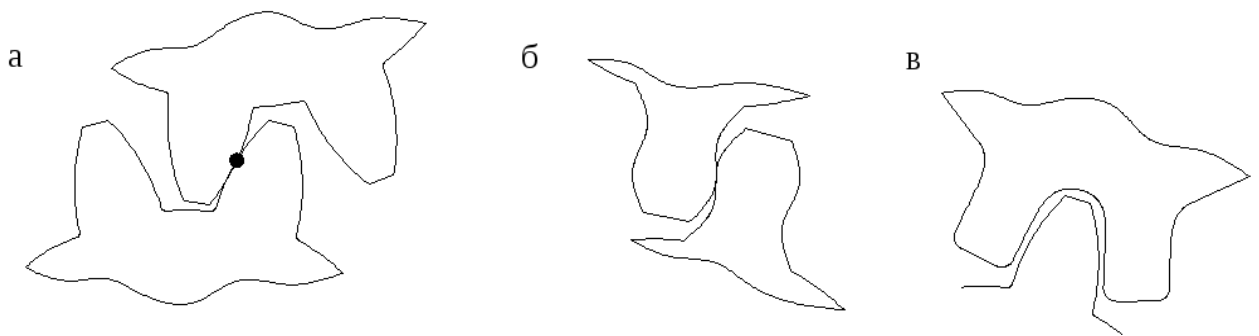


Рис. 4.2. Види зацеплення зубів зубчастих передач

Матеріали для виготовлення зубчастих передач

Для виготовлення зубчастих передач матеріали вибираються з урахуванням необхідності забезпечення міцності, довговічності та технологічності конструкцій зубчастих коліс. Основними матеріалами, з яких виготовляють зубчасті передачі, є: сталь, чавун, пластмаси.

Найчастіше для виготовлення зубчастих передач, що передають середню потужність без значних динамічних навантажень, використовуються сталі марок 35,40,45,50,50Г,40Х,40ХН.

Для виготовлення особливо відповідальних зубчастих передач, що працюють при ударних навантаженнях, використовують леговані сталі марок 45ХН,40ХНМА,12ХН3А та інші.

Для тихохідних зубчастих передач, що працюють при спокійному навантаженні, використовують чавуни марок СЧ 15, СЧ 21, СЧ 28 та інші.

Із пластмас для виготовлення зубчастих передач найчастіше використовують текстоліт, нейлон, капрон та деревнослоїсті пластики.

З метою зниження шуму, шестерня швидкохідної зубчастої передачі виготовляється з металу (сталь, чавун), а колесо з текстоліту.

В приладобудуванні зубчасті передачі виготовляють із кольорових металів та їх сплавів (мідь, латунь, бронза, дюралюміній тощо).

Методи виготовлення зубів зубчастих передач

Найпростішим методом виготовлення зубів є литво. Однак литі зуби мають низьку точність та чистоту робочих поверхонь. Тому литі зубчасті колеса застосовують лише у відкритих зубчастих передачах, швидкість яких не перевищує 2 м/с. У всіх інших випадках для виготовлення зубів використовують спеціальні зубонарізні верстати.

Нарізання зубів здійснюється двома методами: методом копіювання та методом обкатки. При нарізанні зубів методом копіювання використовують спеціальні фрези, профіль яких відповідає контурові та розмірам западин між двома сусідніми зубами (рис.4.3,а...4.3,г).

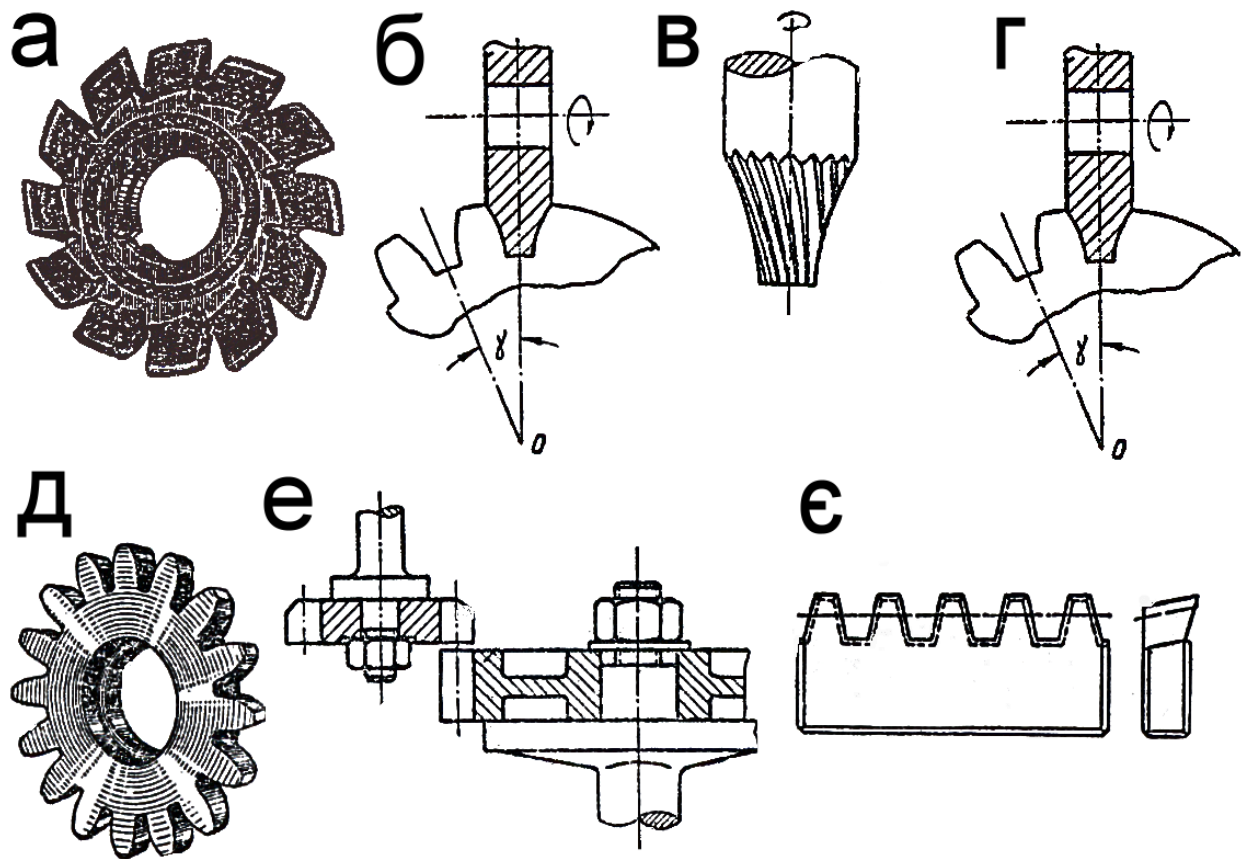


Рис. 4.3. Способи виготовлення зубів зубчастих передач

Недоліком цього методу є зниження точності нарізання зубів, обумовлене зносом фрез.

При нарізанні зубів методом обкатки використовують:

- нарізання зубів за допомогою зубчастої рейки (рис.4.3,ж);
- нарізання зубів за допомогою черв'ячної фрези;
- нарізання зубів за допомогою довбняка (рис.4.3,д,е).

Найбільш поширеним у машинобудуванні є виготовлення зубів зубчастих передач шляхом нарізання за допомогою зубчастої рейки.

Загальні відомості про черв'ячні передачі

Черв'ячні передачі використовуються у тих випадках, коли необхідно передати рух від ведучого до веденого валів, осі яких перехрещуються. При цьому кут між осями валів може бути як більшим, так і меншим 90° . Найчастіше використовують черв'ячні передачі при розташуванні валів, осі між якими розташовані під кутом 90° .

Черв'ячна передача складається з черв'яка 1 (рис.5.1) (як правило, ведучий елемент передачі) і черв'ячного колеса 2.

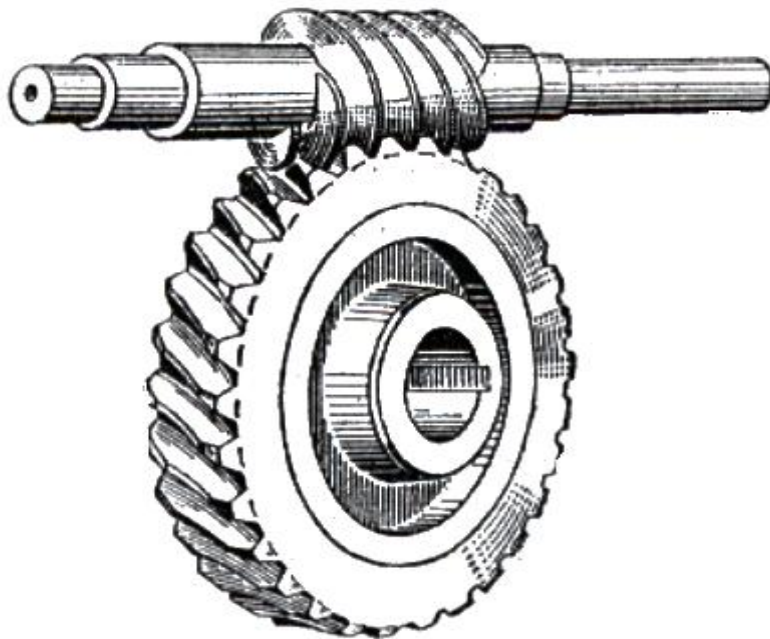


Рис. 5.1. Черв'ячна передача

Черв'як представляє собою гвинтз трапецеїдальною різьбою, число заходів якої може коливатися від 1 до 8. Найчастіше черв'яки виготовляють з числом заходів в межах 1...4. Кут профілю різьби черв'яка найчастіше приймається рівним 40° .

Черв'ячне колесо представляє собою розгорнуту гайку, що частково охоплює витки різьби черв'яка.

Черв'ячні передачі широко застосовуються в редукторах, механізмах вантажопідйомних машин ділильних механізмах тощо.

Черв'ячні передачі використовуються для передачі невеликих потужностей (до 20 кВт), але відомі передачі, що передають потужності, більші за сотні кВт.

Основними перевагами черв'ячних передач є:

- велике передаточне число в одному ступені передачі (від 10 до 80 і більше);
- компактність (малі розміри) передачі;
- плавність та безшумність в роботі;
- можливість ефекту самогальмування (використовується в вантажопідйомних механізмах) ;
- надійність у роботі та простота в обслуговуванні.

Основними недоліками черв'ячної передачі є:

- низький ККД ($\eta = 0,5 \dots 0,85$);
- нагрівання передачі, зумовлене тертям та ковзанням робочої поверхні різьби черв'яка по поверхні зубів черв'ячного колеса;
- необхідність використання антифрикційних матеріалів під час виготовлення передачі, що призводить до підвищення її вартості;
- необхідність використання складного інструмента для виготовлення черв'ячної передачі.

Матеріали для виготовлення черв'ячних передач

При виборі матеріалів, що використовуються для виготовлення черв'ячних передач, враховують такі вимоги: антифрикційні властивості, підвищена тепловіддача тощо.

Для виготовлення черв'яка використовують сталі як вуглецеві (сталь Ст.6; сталь 40; сталь 45 та інші) , так і леговані (сталі марок 15Х, 20Х, 12ХН2, 40Х, 40ХН та інші).

Для виготовлення черв'ячного колеса використовуються бронзи марок Бр 010Н1Ф1, Бр 010Ф1, Бр 05Ц5С5, Бр А10Ж4Н4, Бр А9ЖЗД, латунь ЛЦ23А6ЖЗМц2, сірі чавуни (при швидкості ковзання робочих поверхонь черв'ячної передачі, що не перевищує 2 м/с) марок СЧ15, СЧ18. У деяких випадках для виготовлення черв'ячних коліс використовується пластмаса, текстоліт тощо.

З метою економії дороговартісних матеріалів, черв'ячні колеса виготовляють з двох частин (ступиця виготовляється зі сталі або чавуну, а вінець - з бронзи) (рис.5.2).

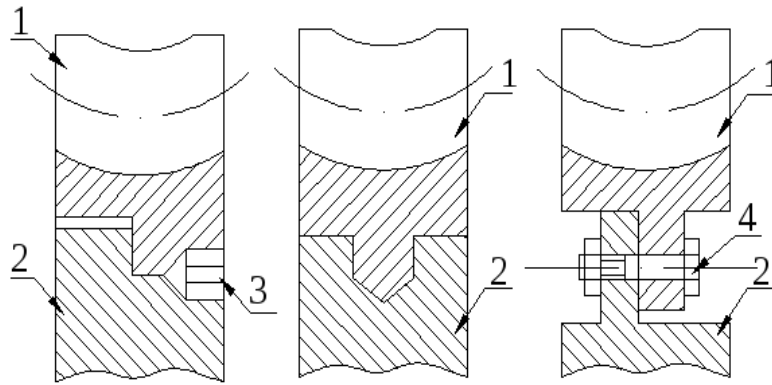


Рис.5.2. Типи з'єднання вінця черв'ячного колеса 1 зі ступицею 2:
а- шляхом пресування та встановленням гвинтів 3;
б- методом лиття ; в- за допомогою болтів 4

Питання для самоконтролю

1. Що таке зубчасті передачі, їх переваги та недоліки?
2. Види та класифікація зубчастих передач.
3. Матеріали, що використовуються для виготовлення зубчастих передач.
4. Методи виготовлення зубів зубчастих передач.
5. Що таке черв'ячна передача? Переваги та недоліки черв'ячних передач.
6. Види та конструкції черв'ячних передач.
7. Матеріали, що використовуються для виготовлення черв'ячних передач.

Практична робота №4

Тема: «Технологічний процес обробки втулок»

Мета роботи: ознайомитися з технологічними схемами обробки втулок з урахуванням виду заготовки.

Теоретичні відомості

Технологічні завдання при обробці втулок

Виготовлення втулок пов'язано з вирішенням ряду технологічних завдань різного характеру. Напрямок одних полягає в досягненні концентричності зовнішніх поверхонь відносно отвору та перпендикулярності торців до його осі. Для тонкостінних втулок виникає додаткове завдання закріплення заготовки під час обробки без відчутних деформацій.

Вирішення першого із зазначених завдань може бути здійснене трьома способами: обробкою зовнішніх поверхонь, отвору та торців за один установ; обробкою усіх поверхонь за два установи чи дві операції з базуванням при остаточній обробці отвору по зовнішньої поверхні; обробкою усіх поверхонь за два установи чи дві операції з базуванням при остаточній обробці зовнішньої поверхні за отвором.

Обробка за один установ можлива при виготовленні втулок із прутка або труби з відрізкою обробленої заготовки в кінці операції. Зазначена схема обробки великих зливок, які отримані індивідуальним литтям, потребує наявності приливів, що значно збільшує відходи та знижує коефіцієнт використання металу. Тому цей спосіб для індивідуальних зливок може бути прийнятний тільки в одиночному виробництві. У першому випадку базами є зовнішня поверхня та підрізаний торець, що установлюється по упору. При обробці індивідуальної заготовки доцільно приймати за базу попередньо оброблений отвір і торець.

З двох інших способів базування за обробленим отвором має такі переваги:

а) при обробці на жорсткій або розтискній оправці похибка установлення відсутня або значно менша, ніж в патроні з кріпленням заготовки по зовнішній поверхні;

б) більш простий, точний та дешевий центруючий пристрій у порівнянні з патроном;

в) при використанні оправок може бути досягнутий високий ступінь концентрації обробки.

Технологічні схеми обробки втулок з урахуванням виду заготовки

При обробці втулок з прутка дотримуються наступного технологічного процесу:

1. Підрізка торця у прутка, подача останнього до упору, зацентрування під свердлування, свердлування отвору та обточування зовнішньої поверхні, його розточування або зенкування із зняттям фасок на вільному торці, попереднє та остаточне розгортання, відрізка. Зазначену операцію виконують на токарно-револьверному верстаті та одно- або багатопиндельному автоматі (рис.8.2).

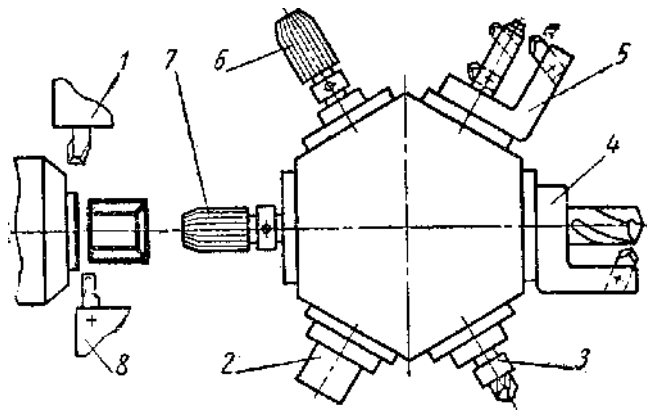


Рис. 8.2. Схема обробки втулок із прутка на токарно-револьверному верстаті: 1 — підрізка торця; 2 — подача прутка до упору; 3 — зацентрування під свердлування; 4 — свердлування отвору та обточування зовнішньої поверхні; 5 — розточування отвору, зняття фасок; 6 — попереднє розгортання; 7 — остаточне розгортання; 8 — відрізка.

2. Зняття фасок з протилежного торця втулки на вертикально-свердлувальному або токарному верстаті.
3. Свердлування змазуваного отвору на вертикально-свердлувальному верстаті.
4. Нарізання змазуючих канавок на спеціальному верстаті.
5. Шліфування зовнішньої поверхні на кругло — або безцентрово-шліфувальному верстаті.

Відносно процесу обробки втулок із труби перехід свердлування відпадає і замість нього виконується зенкування або розточування отвору, а у всьому він не відрізняється від наведеного вище.

Обробку втулок з індивідуальної зливки або поковки доцільно здійснювати за таким технологічним планом.

1. Зенкування отвору втулки та зняття фасок в ньому на вертикально-свердлувальному верстаті. У зв'язку з тим, що при закріпленні втулки в патроні базуючою є зовнішня поверхня.
2. Протягування отвору на горизонтально-протягувальному верстаті із сферичною самоустановлюючою шайбою, яка застосовується при необробленому торці втулки. При даному способі обробки залишкове відведення осі отвору не виправляється. У втулках, які запресовують в корпусі, залишають припуск на остаточну обробку отвору. При точному виробництві заготовок і старанному очищенні їх поверхні протягування отвору можна виконувати і без попереднього зенкування.
3. Однократне чи попереднє обточування зовнішньої поверхні залежно від точності виконання чорної заготовки, підрізка торців і зняття зовнішніх (а часто і внутрішніх) фасок на токарно верстаті. Операція виконується з базуванням по отвору на розтискній оправці або запресуванням

втулки на циліндричну оправку. При розрахунку припуску на діаметр похибкою устанавлення можна зневажати, а просторове відхилення повинно включати залишкове зсування вісі отвору після зенкування. Для торцевих поверхонь розглянуті вище похибки відсутні.

4. Чистове обточування зовнішньої поверхні, якщо виконувалось попереднє. Чистову підрізку торців виконують лише у випадку, коли це викликається допуском на розмір за довжиною, а також вимогами, що ставляться до торцевих поверхонь. У цьому випадку операцію виконують на токарному верстаті.

Отвори пористих втулок не рекомендується калібрувати кулькою, бо в цьому разі пори частково закриваються і самозмазуюча здатність втулки знижується. Тому доцільно отвір втулки піддавати тонкому розточуванню. У зв'язку з високою точністю, яка притаманна металокерамічній технології, обмежуються звичайно одноразовою обробкою.

Втулки із пластмас можуть бути виготовлені з прутка, труби або індивідуальної заготовки, отриманої шляхом пресування. Треба відзначити, що технологія обробки зазначеної деталі з прутка та труби аналогічна обробці металевих втулок. Висока точність пресування індивідуальних заготовок дозволяє обмежуватися обробкою втулок різанням.

При здійсненні технічного контролю втулок перевіряють діаметральні та осьові розміри, шорсткість поверхонь за допомогою еталонів, концентричність зовнішніх поверхонь відносно отвору і перпендикулярність торців до його осі. Для контролю зовнішніх поверхонь обертання, їх концентричності та перпендикулярності доцільно застосовувати багатовимірний індикаторний контрольний пристрій аналогічне пристрою для перевірки ступеневих валів.

Практична робота №5

Тема: «Види та будова основних елементів верстатних пристроїв»

Мета: «Ознайомитися з видами, призначенням та будовою опорних, приєднувальних, затискних, напрямних, налагоджувальних, ділильних та кріпильних елементів верстатних пристроїв.

Теоретичні відомості

Основними елементами пристрою є **опорні, приєднувальні, затискні, напрямні, налагоджувальні, ділильні та кріпильні елементи**, а також **корпус**.

1. Опорні елементи

Опорні елементи, або опори (рис. 10.4), служать для визначення положення (орієнтації) заготовки в пристрої. Правильна орієнтація (базування) заготовки в пристрої відбувається шляхом приведення в контакт її базових поверхонь (технологічних баз) з виконавчими поверхнями опор — кулачків, п'ят, опорних пластин, циліндричних і зрізаних пальців, призм тощо.

Конструкція основних опор і їхнє розташування повинні відповідати деяким **загальним вимогам**: опори повинні бути досить твердими та не деформуватися під дією сил затискання і різання; **розташування опор** повинне бути таким, щоб заготовка легко встановлювалася в потрібне положення та не змінювала його під дією маси або при закріпленні; **опори варто розташовувати так**, щоб сили різання притискали до них заготовку, не відривали і не зміщували її з опор; опори повинні бути зносостійкими. Звичайно їх виготовляють із маловуглецевої сталі, цементують і гартують до твердості *HRC* 50...60.

Вид опорного елемента залежить від форми технологічної бази заготовки. Так, для контакту з плоскими базами заготовки опорні елемент пристрою зазвичай мають плоску форму (пластини, п'яти), а для циліндричних баз використовують призми або кулачки (цанги) з елементами циліндричних поверхонь. Крім того, робоча поверхня опори може бути гладкою або рифленою. Останню використовують у випадках, коли базові поверхні заготовки є необробленими.

Опори для базування заготовок плоскими поверхнями бувають **постійні, регульовані й самоустановлювальні**. Як постійні опори **служать** штирі й пластини (рис. 10.4). При установці заготовок по неопрацьованих поверхнях (чорновим базам) використовують штирі зі сферичною (рис. 10.4, *а*) або з рифленою головкою (рис. 10.4, *б*). Штирі із плоскою головкою (рис. 10.4, *в*) застосовуються при установці заготовки обробленою поверхнею.

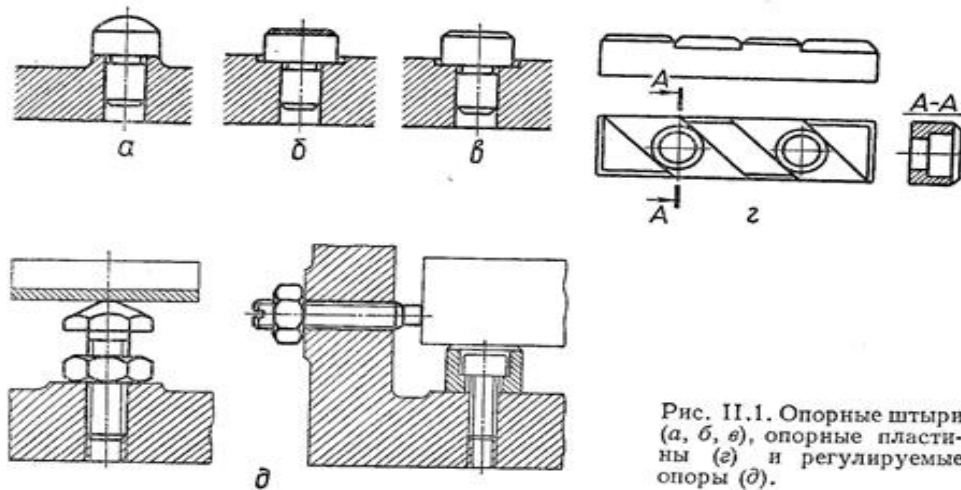


Рис. 11.1. Опорные штыри (а, б, в), опорные пластины (з) и регулируемые опоры (д).

Рис. 10.4. Опорні штирі (а, б, в), опорні пластини (з), регульовані опори (д)

При базуванні заготовок ретельно обробленими поверхнями, особливо великих, використовують опорні пластини (рис. 10.4, з).

У випадку, якщо необхідно трохи коректувати розташування опор — внаслідок, наприклад, деякого розходження в розмірах різних партій заготовок або обробки в пристрої групи близьких за формою та розмірами деталей, застосовують **регульовані основні опори** (рис. 10.4, д).

У деяких випадках використовуються самоустановлювальні (плаваючі) основні опори (рис. 10.5).

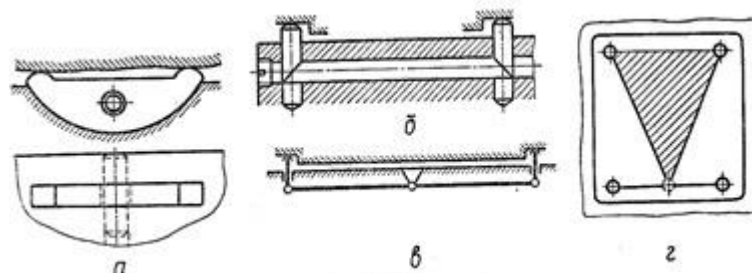


Рис. 10.5. Самоустановлювальні опори

Для установки довгих циліндричних заготовок по зовнішнім поверхням найчастіше використовуються призми, а короткі заготовки — на оправки (рис. 10.5, а). При установці циліндричних деталей по внутрішнім поверхням використовують установочні пальці (рис. 10.5, б).

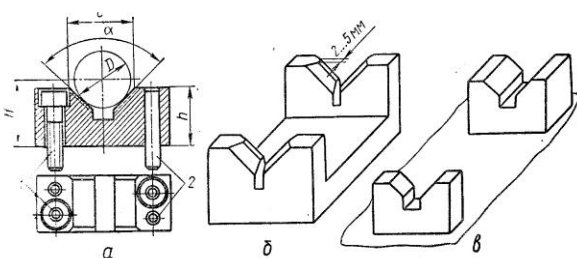


Рис. 11.4. Призми.

• 1-1234

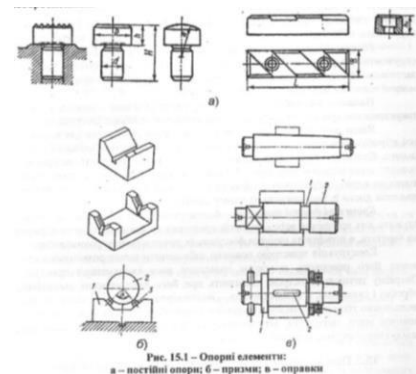


Рис. 15.1 — Опорні елементи: а — покривні опори; б — призми; в — оправки

Рис. 10.5. Опорні елементи: а — призми; б — оправки

Установочним пальцем називають деталь пристрою, на яку оброблювана заготовка одягається своїм обробленим отвором. За допомогою установчих пальців заготовка базується по одному або двох отворах та площині. Установчі пальці бувають *високі* (рис. 10.6, а) і *низькі* (рис. 10.6, б).

При обробці заготовок корпусних деталей, плит, рам тощо найчастіше використовується **установка в пристроях по двох отворах** з паралельними осями та перпендикулярної до них площини. У цьому випадку заготовка встановлюється отворами на два пальці 1 і 2 (рис. 10.6, ж), з яких один виготовляється зрізаним.

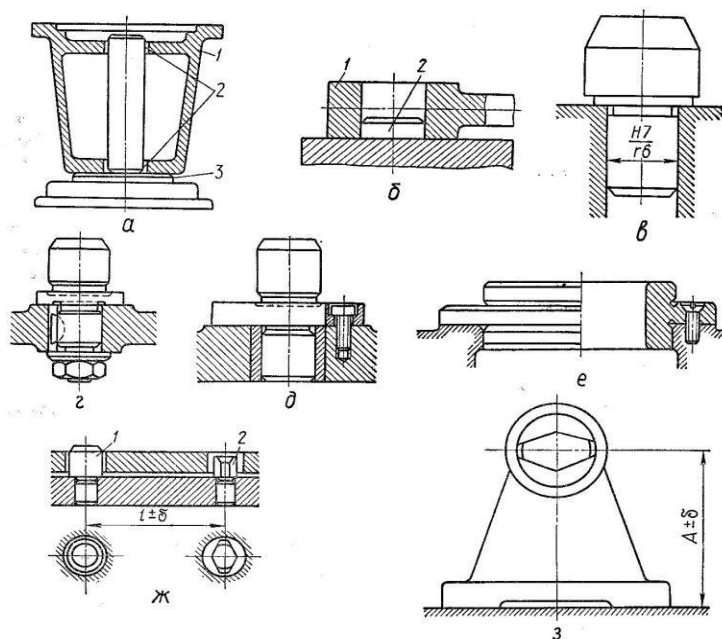


Рис. 10.6. Установчі пальці: а — високий; б — низький; (в-е) — способи закріплення; ж — установка на два пальця; з — установка по площині і палець

2. Приєднувальні та затискні елементи

Робочі поверхні **приєднувальних елементів** пристрою, контактуючи з опорними поверхнями верстата (його стола або шпинделя), визначають положення пристрою на верстаті. Як правило — це частини корпусу та фіксуючих деталей — шпонок, сухарів, штифтів тощо.

Крім того, приєднувальні поверхні сприймають силу, з якою пристрій прикріплюють до верстата за допомогою кріпильних деталей — болтів, шпильок, гайок тощо.

Затискні елементи, або затискачі, пристрою призначені для закріплення заготовки в пристрої з силою, яка б не дозволила силам різання, ваги та інерції в ході обробки змістити заготовку з положення, отриманого під час її базування. Джерелом зусилля закріплення є механізований *привід*.

Найбільш простим видом універсальних лежачих затискних гвинтів, які пускають у роботу насадженими на них ключами, чи рукоятками-маховичками.

Щоб запобігти переміщенню заготовки, що затискається, і утворенню на

ній вм'ятин від гвинта, а також зменшити вигин гвинта при натиску на поверхню, не перпендикулярну до його осі, на кінці гвинтів розміщують башмаки (рис. 10.7. а).

Комбінації гвинтових пристроїв з важелями чи клинами називаються **комбінованими затисками**, різновидом яких є гвинтові прихвати (рис. 10.7, б). Пристрій прихвата дозволяє відсувати чи повертати їх, щоб можна було зручніше встановлювати оброблювану заготовку в пристрою.

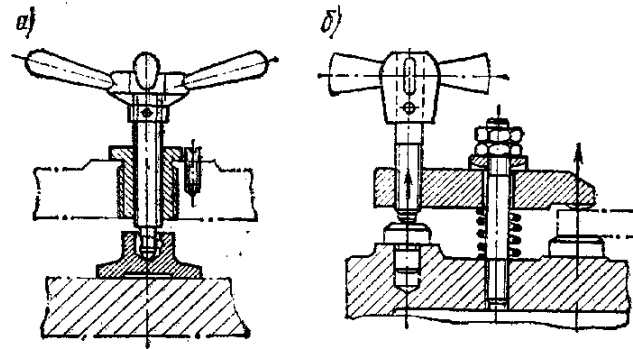


Рис. 10.7. Гвинтові прихвати

На рис. 10.8 показані деякі конструкції швидкодіючих затискат. Для невеликих затискних сил застосовують штифтовий (рис. 10.8, а), а для значних сил — плунжерний пристрій (рис. 10.8, б). Ці пристрої дозволяють відводити затискний елемент на велику відстань від заготовки; закріплення відбувається в результаті повороту стержня на деякий кут. Приклад затиску з відкидним упором показаний на рис. 10.8, в. На (рис. 10.8. г) наведена схема швидкодіючого пристрою важільного типу.

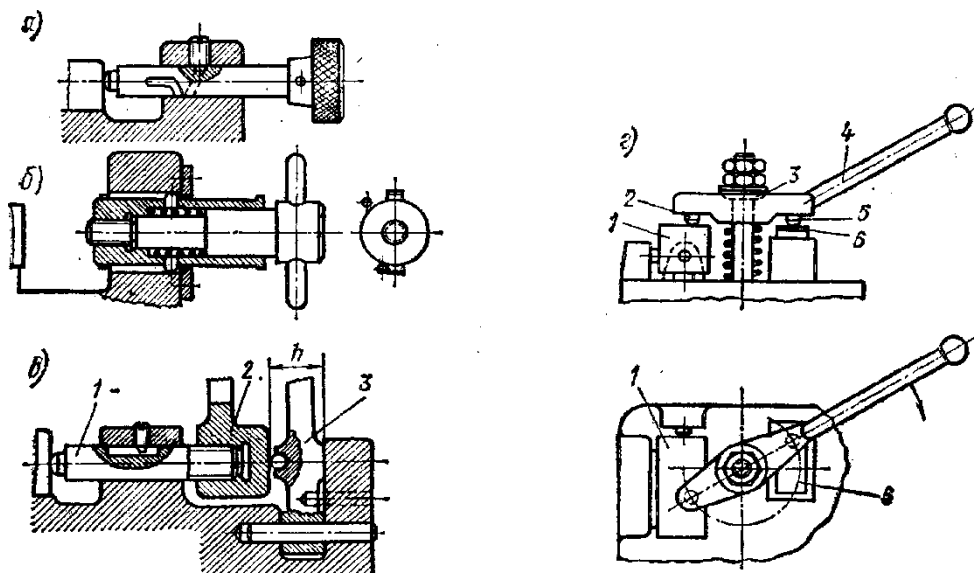


Рис. 10.8. Конструкції швидкодіючих затискачів

3. Напрямні елементи

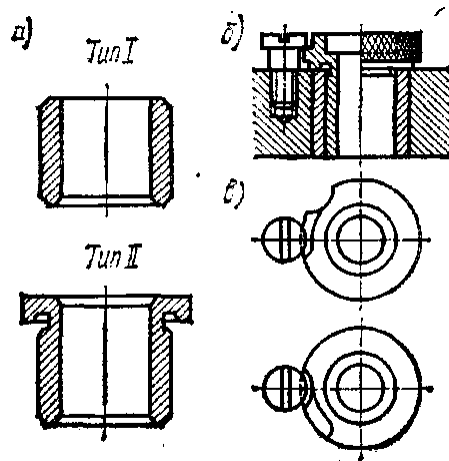
Напрямні елементи використовують для напрямлення різальних інструментів (свердел, зенкерів, розверток, розточувальних оправок) відносно заготовки. Цю функцію виконують кондукторні втулки й копії, точно

розміщені відносно опорних поверхонь пристрою.

При виконанні деяких операцій механічної обробки (свердління, розточування) жорсткість різального інструменту і технологічної системи в цілому виявляється недостатньою. Для усунення відтискання інструменту використовують напрямні елементи. Вони повинні бути точними, зносостійкими і при великій виробничій програмі — змінними. Такими елементами пристроїв є кондукторні втулки для свердлильних і розточувальних пристроїв.

Конструкція і розміри кондукторних втулок для свердління

Рис. 10.10. Схеми кондукторних втулок: а) — постійні; б) — змінні



стандартизовані. Втулки бувають постійні (рис. 10.10, *а*) та змінні (рис. 10.10, *б*). Постійні втулки застосовують у дрібносерійному виробництві при обробці отвору одним інструментом. Змінні втулки використовують у масовому і великосерійному виробництві. Швидкозмінні втулки із замком (рис. 10.10, *б*) використовуються при обробці отвору декількома послідовно змінюваними інструментами, наприклад свердління, зенкерування, розвертання. Змінні й швидкозмінні втулки вставляють у постійні втулки, які запресовують у корпус пристроїв.

Приклади спеціальних втулок наведені на рис. 10.11. На рис. 10.11, *а* показана втулка для свердлення отворів на похилих поверхнях; подовжену швидкозмінну втулку (рис. 10.11, *б*) застосовують, якщо обробляють отвір у поглибленні заготовки; при малій відстані між осями отворів використовують зрізані застосовують при обробці фасонних поверхонь складного профілю. Їх завдання

— направляти різальний інструмент по оброблюваній поверхні заготовки для одержання заданої траєкторії їх руху.

Приклади спеціальних втулок наведені на рис. 10.11. На рис. 10.11, *а* показана втулка для свердлення отворів на похилих поверхнях; подовжену швидкозмінну втулку (рис. 10.11, *б*) застосовують, якщо обробляють отвір у поглибленні заготовки; при малій відстані між осями отворів використовують зрізані втулки (рис. 10.11, *в*) чи одну блокову (рис. 10.11, *г*).

втулки (рис. 10.11, *в*) чи одну блокову (рис. 10.11,

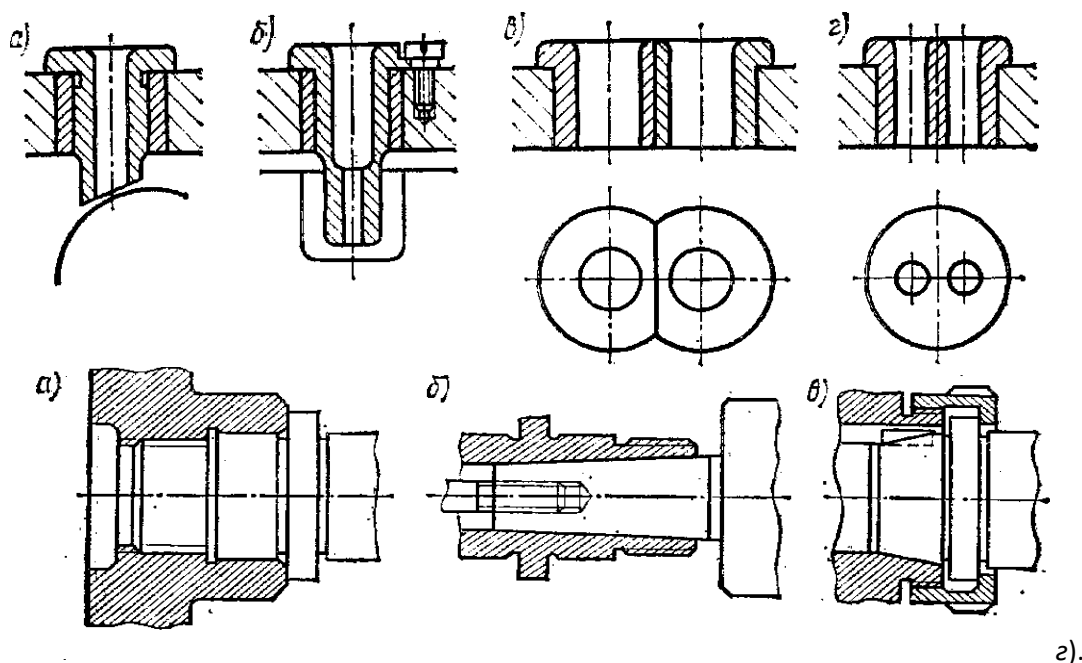


Рис. 10.11 — Приклади спеціальних втулок

до направляючих елементів пристроїв відносяться також копії, які застосовують при обробці фасонних поверхонь складного профілю. Їх завдання — направляти різальний інструмент по оброблюваній поверхні заготовки для одержання заданої траєкторії їх руху.

4. Налагоджувальні та ділильні пристрої

Налагоджувальні елементи — габарити чи установи — можуть використовуватися для прискорення розмірного налагодження різальних інструментів.

Якщо заготовка потребує точної зміни свого положення для послідовної обробки поверхонь, розміщених під кутом (наприклад, зубчастих, шліцевих, багатограних) на фрезерних чи свердлильних верстатах, то пристрої повинні мати ділильні елементи. Це ділильний диск, який може повертатись відносно корпусу пристрою, та фіксатор — стрижень, що фіксує потрібні положення диска із закріпленою на ньому заготовкою.

Ділильні й поворотні пристрої в багатопозиційних пристроях служать для зміни положення оброблюваної заготовки відносно робочого інструменту.

Ділильний пристрій складається з диска, що закріплюється на поворотній частині пристрою, і фіксатора. Конструкції фіксаторів показані на рис. 10.12.

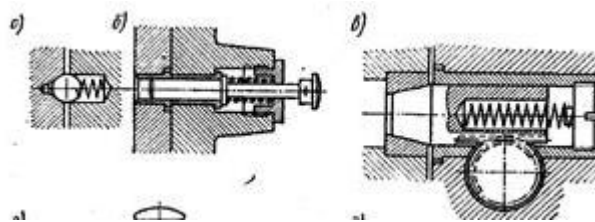


Рис. 10.12. Конструкції фіксаторів: а — кульковий; б — з витяжним циліндричним пальцем; в — заточенням витяжного пальця

5. Корпуси пристроїв

Корпус — це базова частина пристрою, в якій розмішують усі інші його елементи. Корпуси складної форми здебільшого виготовляють литими із сірого чавуну або зварними з маловуглецевих сталей.

Конструкція його повинна бути зручною для швидкої установки і знімання заготовок, для очищення від стружки і відведення охолодної рідини. Корпус повинен бути простим і дешевим у виготовленні й забезпечувати дотримання вимог техніки безпеки.

Корпуси пересувних і кантованих пристроїв виготовляють із відлитими чи вставними ніжками, що обмежують поверхню контакту зі столом верстата.

Корпус кріплять на верстаті болтами, які заводять у Т-подібні пази столу. Швидка і точна установка пристрою на столі верстата без вивірки забезпечується направляючими шпонками, що вводяться в Т-подібний паз столу. На рис.10.14 показані приклади центрування і кріплення корпусів пристроїв на шпинделях верстатів токарної групи: а — циліндричного; б — конічного; в — токарного.

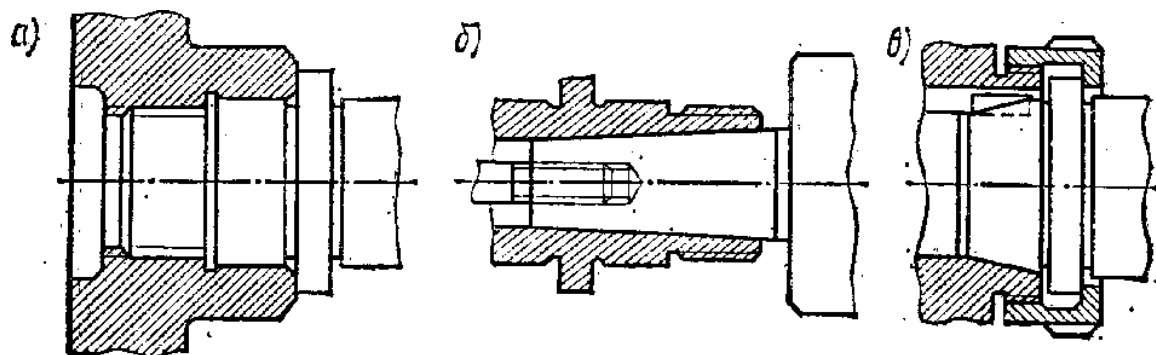


Рис. 10.14. Приклади центрування і кріплення корпусів пристроїв: а — циліндричного; б — конічного; в — токарного

Найпростіші корпуси пристроїв являють собою прямокутну плиту. Корпус може мати форму планшайби, косинця, тавра, корита тощо. Корпуси виготовляють із сірого чавуна СЧ12-28, сталі Ст3; у деяких випадках (наприклад, у поворотних пристроях) використовують алюмінієві сплави.

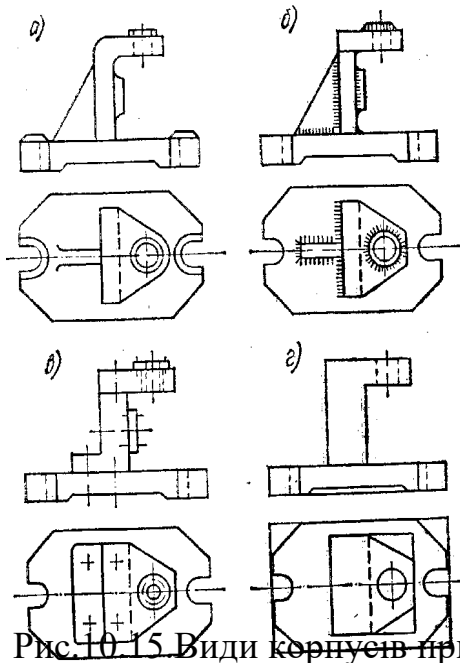


Рис. 10.15 Види корпусів пристроїв

Корпуси пристроїв виготовляють литтям, зварюванням, куванням, а також зборкою з окремих елементів на гвинтах чи з натягом. Лиття застосовують в основному для корпусів складної конфігурації. За допомогою зварювання можна також одержувати корпуси складних конфігурацій, при цьому скорочується час і знижується собівартість їх виготовлення. Вартість зварених корпусів в окремих випадках може бути знижена вдвічі в порівнянні з литими, а маса зменшена на 40%. На рис 10.15 показані приклади литого (а), звареного (б), збірного (в) і кутого (г) корпусів однієї конструкції.

7. Кріпильні деталі

Кріпильні деталі пристрою — болти, гвинт и, шпильки, шайби, гайки — служать для кріплення всіх елементів пристрою до його корпусу та корпусу до верстата, а штифти та шпонки фіксують їх точне відносне розміщення.

Конструкція пристрою повинна забезпечити точне розміщення важливих його поверхонь протягом тривалого часу експлуатації пристрою. Потрібну точність пристрою досягають при його виготовленні: механічній обробці і складанні, а зносостійкість — належним вибором матеріалу та зміцнювальною термічною чи хіміко-термічною обробкою. Високу зносостійкість повинні мати, передусім, високонавантажені елементи — опори, затискачі, кондукторні втулки, установи, фіксатори, шпонки та штифти.

Практична робота №6

Тема: « Похибки під час установки, базування та обробленні деталей

Мета роботи: ознайомитися з видами похибок під час установки, базування та обробленні деталей та методикою їх визначення

Теоретичні відомості

Похибки від деформацій при затисканні заготовок

При закріпленні нежорстких заготовок (наприклад, тонкостінних втулок у токарному трьохкулачковому патроні) виникає їх значна деформація (рис. 11.16). При затисканні вихідної заготовки вона приймає форму огранки (рис.

11.16 б). Після обробки та зняття зусиль затискання цю форму приймає оброблена поверхня (рис. 11.16 г). Наприклад, при обробленні втулки 80х70х20мм при затискному зусиллі 147 Н похибка форми обробленого отвору може досягати 80 мкм.

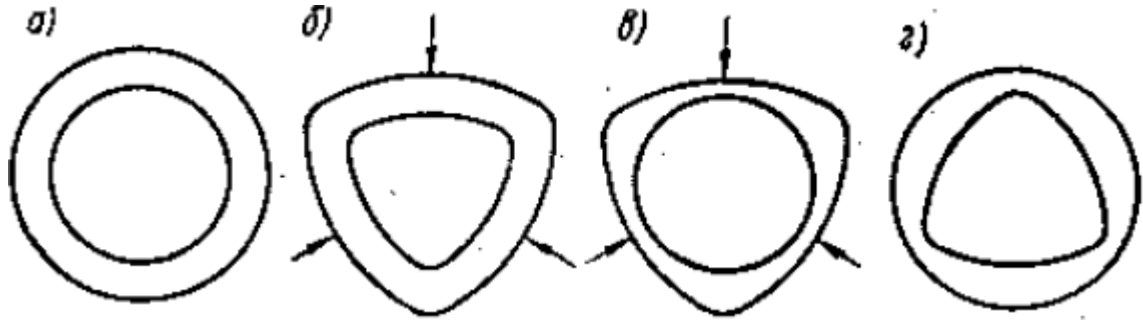


Рис. 11.16. Схема утворення деформацій при затисканні нежорсткої втулки у трьохкулачковому патроні і обробленні внутрішнього отвору: а) вихідна заготовка, б) форма заготовки після прикладення сил затискання, в) форма заготовки після оброблення внутрішнього отвору, г) форма заготовки після зняття сил затискання

Зменшення деформацій можна досягти за рахунок раціональної схеми установки і закріплення. Для цього необхідно прикладати затискні зусилля безпосередньо до опорних елементів пристроїв.

Деформації при установці заготовок можуть виникати і від великої їх ваги. Велика вага заготовки може викликати деформацію окремих вузлів верстату, наприклад, відхилення від перпендикулярності осі шпинделя і площі столу вертикально фрезерувального і свердлувального верстатів. Важка деталь також зміщує положення осей шпинделя передньої і пінолі задньої бабок. Все це викликає похибки обробки.

Похибки установки заготовок та налагодження обробки на заданий розмір

Похибки установки. Загальна похибка установки залежить в основному від трьох факторів, які викликають похибки: базування, закріплення та пристрої.

Похибки закріплення ω_3 залежать від прикладення затискних зусиль, які викликають деформацію заготовки і пристрою і можуть викликати появу зазору між контактними базовими поверхнями заготовки та пристрою. В результаті деформації змінюється положення вимірювальної бази, від якої здійснюється налагодження верстату при обробленні на заданий розмір. Відповідно виникає похибка обробки ω_3 (рис. 11.17, рис. 11.18). Цю похибку можна віднести до випадкових похибок, так як величина сил затискання та жорсткість установки може випадково змінюватись. Похибка затискання залежить як від конструкції пристрою так і від напрямку дії сил затискання. Найменша похибка затискання виникає при прикладенні затискних зусиль по нормалі до поверхонь установочних баз. У даному випадку похибка закріплення залежить від контактних деформацій на поверхнях стику. Ці деформації можна визначити за формулою

$$y = cP^n, \quad (11.40)$$

де: c - коефіцієнт, який залежить від виду контакту, матеріалу, шорсткості та фізико-механічного стану поверхневого шару;

P - сила затискання по нормалі до поверхні стику; n - показник ступеню, який визначається експериментально.

Жорсткість стикових поверхонь визначають з відношення питомого тиску q на поверхню до деформації y

$$\xi = q/y. \quad (11.41)$$

Жорсткість поверхонь стиків визначають як правило експериментально. Третьою складовою похибки установки є похибки, які пов'язані з пристроєм $\omega_{пр}$.

Ці похибки залежать від неточності виготовлення і складання установчих елементів, похибок розташування напрямних елементів, похибок ділильних устроїв пристроїв, похибок від зносу деталей пристрою і неточності установки його на верстаті.

Таким чином похибку установки можна визначити за формулою

$$\omega_y = 1,2 \sqrt{\omega_\theta^2 + \omega_z^2 + \omega_{пр}^2} \quad (11.42)$$

Похибки від налагодження верстатів при обробленні на заданий розмір

Відповідно стандартам під налагодженням розуміють підготовку технологічного обладнання і технологічного оснащення (різальний інструмент, пристрої) до виконання заданої операції. Частина налагодження, яке відноситься до установки у задане положення частин верстату, різального інструменту та пристроїв, називається розмірним налагодженням. Розмірне налагодження повинно забезпечити стабільне отримання заданого розміру в процесі обробки у межах поля допуску при найдовше можливій довго тривалості обробки.

Розмірне налагодження окремо для кожної заготовки виконується робітником при знятті пробних стружок, вимірювань оброблених поверхонь і установка різального інструмента по результатам вимірювань у задане положення. Похибка розмірного налагодження в цьому випадку буде

$$\omega_H = 1,2 \sqrt{\omega_{вим}^2 + \omega_{рег}^2}, \quad (11.43)$$

де: $\omega_{вим}$ - похибка вимірювання, яка при використанні засобів вимірювання підвищеної точності може складати $<(0,1 \div 0,05)/T$;

$\omega_{рег}$ - похибка установки різального інструменту на заданий розмір обробки, яка залежить від робітника і точності лімбів верстатів або інших контрольних устроїв.

Похибки вимірювання та регулювання відносяться до випадкових похибок.

Розмірне налагодження при використанні пробних деталей виконується у три етапи: попереднє налагодження, статистична перевірка положення центру групування і регулювання (корекція) положення різального інструменту по результатам перевірки. Попереднє регулювання здійснюється по першій пробній заготовці. По отриманим результатам при незмінному положенні різального інструменту обробляють обмежену партію заготовок і ретельно вимірюють отримані розміри. Методами математичної статистики, прийнявши що розсіювання розмірів підкоряється нормальному закону розсіювання (закон Гауса), визначають центр групування d_{cp} .

$$d_{cp} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_m}{m}.$$

Цю додаткову розрахункову похибку можна визначити з відношення

$$\omega_{зм} = \frac{6\sigma}{\sqrt{m}}, \quad (11.45)$$

де: m - кількість пробних заготовок, по яким визначається додаткова похибка.

В цьому випадку похибка налагодження буде

$$\omega_H = 1,2 \sqrt{\omega_{вим}^2 + \omega_{рег}^2 + \omega_{зм}^2}. \quad (11.46)$$

Існує метод статичного налагодження при непрацюючому верстаті і при відсутності пружних деформацій. Установка різального інструмента на заданий розмір здійснюється за допомогою еталону, який представляє собою макет обробленої деталі. Положення різального інструменту визначають шляхом доведення різальної кромки до дотику з поверхнею еталонної деталі. У цьому випадку похибка налагодження буде визначатися за формулою

$$\omega_H = 1,2 \sqrt{\omega_{виз.ет}^2 + \omega_{уст.ін.}^2}, \quad (11.47)$$

Розмірне налагодження для кожної заготовки в основному застосовується в одиничному і мало серійному виробництві і є трудомістким способом налагодження.

Налагодження по пробним деталям забезпечує високу точність але частина пробних деталей іде у брак що недопустимо для дорогих і великогабаритних деталей. Цей спосіб застосовується в основному при виготовленні точних деталей і порівняно незначному розмірному зносі різального інструменту при обробленні на верстатах з відносно простим налагодженням.

Налагодження по еталону найменше трудомістка і потребує найменше часу. Цей спосіб дає достатню точність обробки і особливо корисний при багато інструментальному обробленні. Налагодження може здійснюватись за межами верстату. До недоліків даного способу можна віднести потребу періодичного підналагодження.

Визначення сумарної похибки обробки

Для визначення сумарної похибки обробки застосовують два основних методи. По методу повної взаємозамінності (метод максимуму - мінімуму) сумарну похибку обробки визначають як алгебраїчну суму найбільших значень окремих незалежних друг від друга похибок за формулою

$$\Sigma \Delta_{пв} = \Delta y + \omega_y + \omega_H + U_p + U_t + \Sigma \Delta_{\phi}, \quad (11.48)$$

де: Δy - похибка від пружних деформацій технологічної системи обробки;

ω_y - похибка установки заготовки;

ω_H - похибка налагодження на заданий розмір обробки;

U_p - похибка від розмірного зносу різального інструменту;

U_t - сумарна похибка від температурних деформацій елементів технологічної системи;

$\Sigma \Delta_{\phi}$ - інші сумарні систематичні похибки.

Визначення сумарної похибки методом неповної взаємності здійснюється з урахуванням законів розсіювання розмірів за формулою

$$\Sigma \Delta_{нв} = t \sqrt{\lambda_1 \Delta y^2 + \lambda_2 \omega_y^2 + \lambda_3 \omega_H^2 + \lambda_4 U_p^2 + \lambda_5 U_t^2 + \Sigma \Delta_{\phi}}, \quad (11.49)$$

де: t - коефіцієнт, який визначає відсоток прийнятого браку при обробленні;

λ_i - коефіцієнти, які залежать від закону розсіювання розміру у зв'язку з конкретною похибкою обробки (закон Гаусса $\lambda_i = 1/9$, закон Сімпсона $\lambda_i = 1/6$, закон рівної ймовірності $\lambda_i = 1/3$).

Якщо закон розсіювання невідомий то приймають значення $\lambda_i = 1/3$ і загальну похибку визначають за формулою

$$\sum \Delta_{\text{нв}} = 1,2 \sqrt{\Delta y^2 + \omega_y^2 + \omega_n^2 + U_p^2 + U_t^2} + \sum \Delta_{\text{ф}}. \quad (11.50)$$

Практична робота №7

Тема: «Токарні верстати з ЧПК»

Мета роботи: вивчити види, будову токарних верстатів з ЧПК та особливості обробки даними верстатами.

Теоретичні відомості

Вони складають найбільшу групу в парку верстатів з ЧПК і призначені для зовнішньої і внутрішньої обробки складних деталей типу тіл обертання.

Крім того, на сучасних верстатах за допомогою приводних інструментів (фрез, свердл, мітчиків тощо з віссю паралельною або перпендикулярною до осі обертання заготовки), установлених на багатопозиційних револьверних головках, можна виконувати фрезерування, свердління, нарізування різьби мітчиками, нарізування зубів тощо з різних боків заготовки. При цьому заготовка закріплена в патроні, який за програмою може періодично або безперервно повертатися на заданий кут.

За видом виконуваних робіт їх розділяють на пруткові, центрові, патронні, патронно-центрові, карусельні.

Центрові – для обробки заготовок типу валів з складними прямо- і криволінійними поверхнями.

Патронні верстати призначені для обточування, свердління, зенкерування, розгортання, цекування, нарізування різьби мітчиками і різцями, фрезерування різними фрезами, нарізування зубів в деталях типу фланців, зубчастих коліс, кришок, шківів, корпусів, втулок тощо. До верстатів цього типу відносяться токарні патронні напівавтомати моделей 1П756 ДФЗ, КТ141, 1А734ФЗ та ін. з горизонтальним і вертикальним розміщенням шпинделів.

На патронно-центрових верстатах виконується зовнішня і внутрішня обробка складних заготовок. Вони мають властивості центрових і патронних верстатів: 16K20Ф3, 16Б16Ф3, 16K20Т1, 16Б16Т1, 16K30Ф3 та ін.

Карусельні верстати – для обробки середніх та крупних заготовок, діаметр яких перевищує їх довжину: 1512Ф3, 1А512МФ3 (з одним стояком) і 1А525МФ3, 1А532ЛМФ3 (з двома стояками).

Направляючі супортів токарних верстатів можуть бути горизонтальними, вертикальними або нахиленими.

Найчастіше застосовують верстати з однією або двома револьверними головками з віссю повороту паралельною, іноді перпендикулярною, до осі Z. Загальна кількість різних інструментів – від 6 до 12 в кожній револьверній головці. Передбачена можливість зупинення шпинделя в певному кутовому положенні (для обробки заготовок з різних боків приводним інструментом, заміни заготовки роботом і т. п.). Усі сучасні верстати з ЧПК мають безступеневе регулювання частоти обертання шпинделя n і швидкості подачі S робочого органу.

У токарних верстатів з ЧПК разом з формоутворенням може бути автоматизовано: перемикання n шпинделя, зміна швидкостей робочих подач і холостих переміщень, заміна інструмента, вмикання і вимикання МОР, регулювання розходу МОР, вмикання і вимикання механізму стружкодроблення і стружковивідання, контроль за станом РІ (поломка або затуплення), контроль точності обробленої поверхні безпосередньо на верстаті, завантаження і вивантаження деталей за допомогою маніпулятора або робота.

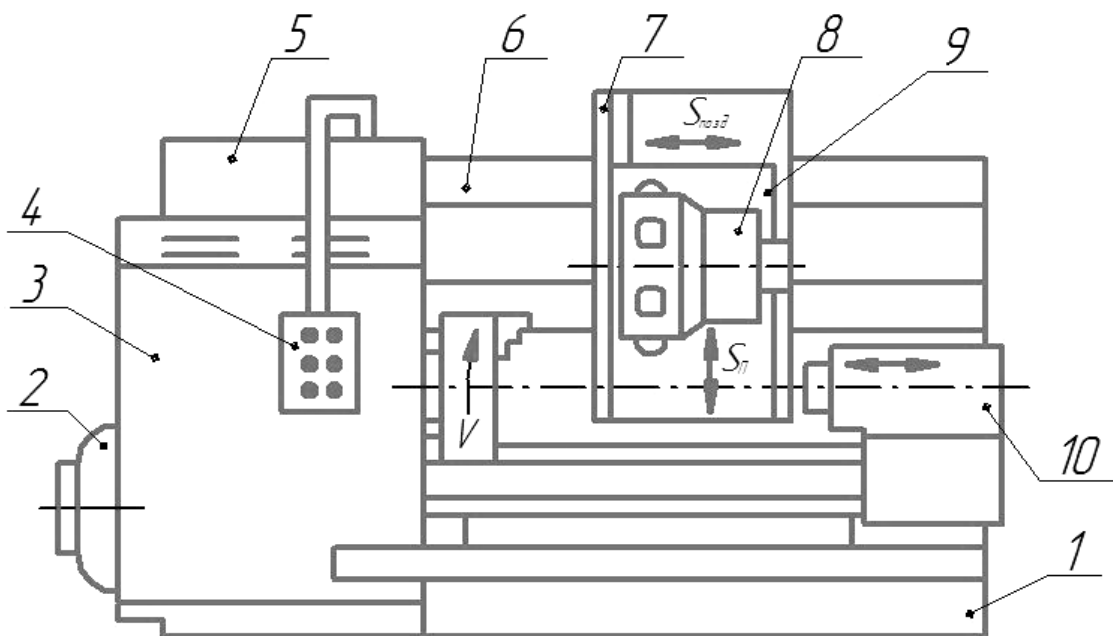


Рис. 4.59. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата з ЧПК

На рис. 4.59 показаний загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата з ЧПК. Верстат має нахилену станину 1, електродвигун 2, шпиндельну бабку 3, пульт керування 4, шафу 5 з вмонтованою електророзподільною апаратурою, направляючі 6,

револьверний супорт 7, багатопозиційну револьверну головку 8, яка має поперечну подачу по полозках 9, задню бабку 10.

На рис. 4.60 наведена принципова схема токарного верстата з ЧПК, який дозволяє оброблювати заготовку з постійним значенням сили різання. Оброблювана заготовка 1 виконує обертовий робочий рух від електро-двигуна 2, що реєструється датчиком 3. Сигнал, який виник у процесі обробки, через підсилювач 4 подається у порівняльний пристрій 5, де порівнюється з сигналом, який задається пристроєм 6.

Різниця порівнювальних сигналів через підсилювач 7 подається в блок-схему програмованого керування 8. Після цього сигнал сумується з сигналом програми і поступає через кроковий комутатор 9 в кроковий двигун 10, гідропідсилювач 11, редуктор 12 і через ходовий гвинт 13, відповідно, при необхідності, змінює робочу подачу супорта 14. Застосування високомоментних двигунів дозволяє значно спростити схему роботи описаного верстата.

В сучасних горизонтальних токарних верстатах з ЧПК застосовують різні компоновки [5].

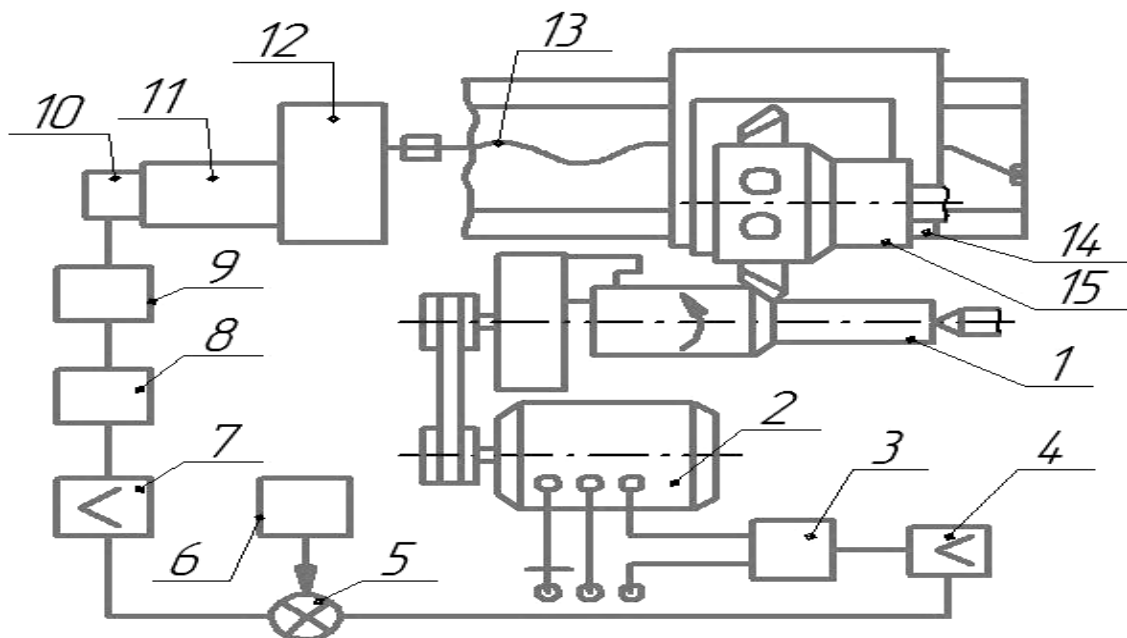


Рис. 4.60.

Схема токарного верстата з програмованим керуванням за силою різання

Сучасні, середні за розмірами та висотою центрів (~200 мм), токарні верстати з ЧПК характеризуються високою безступеневою керованою частотою обертання шпинделів $n \leq 6000$ об/хв; потужними електродвигунами $N \leq 20$ кВт; великою швидкістю безступінчастих робочих та прискорених подач $S \leq 30$ м/хв і більше; в кожній револьверній головці можна установити до 12 (16) інструментів з осями паралельними або перпендикулярними до осі обертання шпинделя; додаткові шпинделі, установлені на револьверних головках, мають наступну частоту обертання $n_1 \leq 4500$ –6000 об/хв; час повороту револьверної головки ≤ 1 –2 с.

На рис. 4.62 показаний двошпиндельний токарний верстат з ЧПК фірми Microcut Challenger мод Dual 500 для обробки заготовок $\varnothing \leq 190$ мм. Шпиндель з діаметром отвору 91 мм обертається з $n \leq 6000$ об/хв, а швидкість подач уздовж різних осей складає до 18–25 м/хв. Верстатоснащений двома гідравлічними револьверними 12-ти

позиційними головками з максимальною частотою обертання встановленого інструмента (свердла, фрези тощо) $n_1 \leq 6000$ об/хв. Ці верстати комплектуються системами ЧПК фірм Fanuc або Siemens. Потужність приводу основного та допоміжного шпинделів – по 18,5–22 кВт.

Технологічні можливості токарних верстатів з ЧПК у значній мірі залежать від кількості інструментів, які можна установити в револьверних головках. На рис. 4.63 показані різні типи револьверних головок. Розміри револьверних головок суттєво впливають на габарити верстата та розміри оброблюваних заготовок. Головка з радіальними пазами (рис. 4.63, а) дозволяє установити інструменти по периметру для роботи як у правосторонньому, так і в лівосторонньому напрямках. Головка з круглими отворами (рис. 4.63, б) призначена для встановлення як аксіального, так і радіального приводного інструмента. Гібридна 12-ти позиційна револьверна головка (рис. 4.63, в) має 6 радіальних пазів для зовнішнього токарного інструмента та 6 отворів під інструмент для внутрішньої обробки. На ній теж можна установити приводні інструменти.

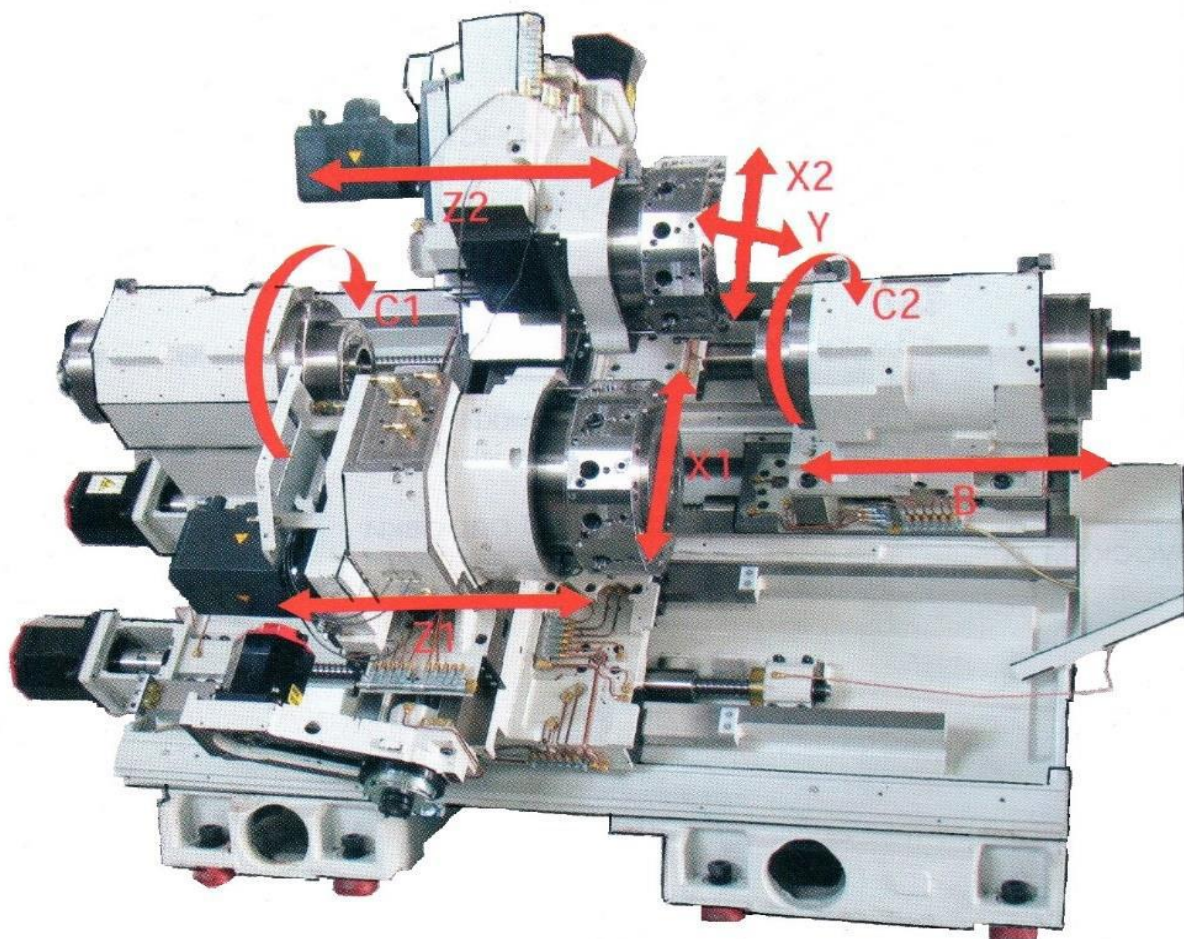


Рис 4.62. Двошпиндельний токарний верстат з ЧПК фірми Microcut Challenger



Рис. 4.63. Типи револьверних головок фірми Haas



Рис. 4.64. Токарний верстат з ЧПК з гібридною револьверною головкою

На рис. 4.64 показаний горизонтальний токарний верстат фірми Haas. Верстат має основний та допоміжний співвісні шпинделі і оснащений гібридною револьверною головкою з інструментами, установленими по периметру в радіальних пазах, або в отворах, паралельних до осі шпинделя. Нахилена поверхня станини забезпечує надійне видалення стружки та МОР з зони обробки.

Далі стружка видаляється за допомогою шнекових та стрічкових транспортерів. Пульт ЧПК дозволяє безпосередньо набирати програми та слідити за процесом обробки.



Рис. 4.65. Токарний верстат з ЧПК і трьома револьверними головками

На рис. 4.65 показаний горизонтальний токарний верстат з ЧПК фірми Spinner з двома шпинделями (основним та допоміжним) та з трьома револьверними головками. Верстат призначений для виготовлення відносно невеликих деталей. Максимальна частота обертання двох шпинделів – до 7000 об/хв. У кожній з трьох револьверних головок можна установити до 12 інструментів типу різців або приводних (свердл, фрез, мітчиків тощо), осі яких паралельні або перпендикулярні до осі шпинделя. Кожна з головок має поперечну та осьову подачу в напрямі до основного або до допоміжного шпинделя.

На рис. 4.66 показана остаточна обробка деталі, закріпленої в допоміжному шпинделі, за допомогою приводної фрези, установленної на револьверній головці.

Для завантаження заготовок валів, дисків та інших деталей в зону обробки токарних верстатів з ЧПК розроблені автоматизовані пристрої завантаження, робота яких узгоджується з роботою верстата за допомогою єдиної системи ЧПК. При цьому верстат з ЧПК перетворюється в повністю автоматизований модуль, який може працювати автономно або включатись у ГВС.

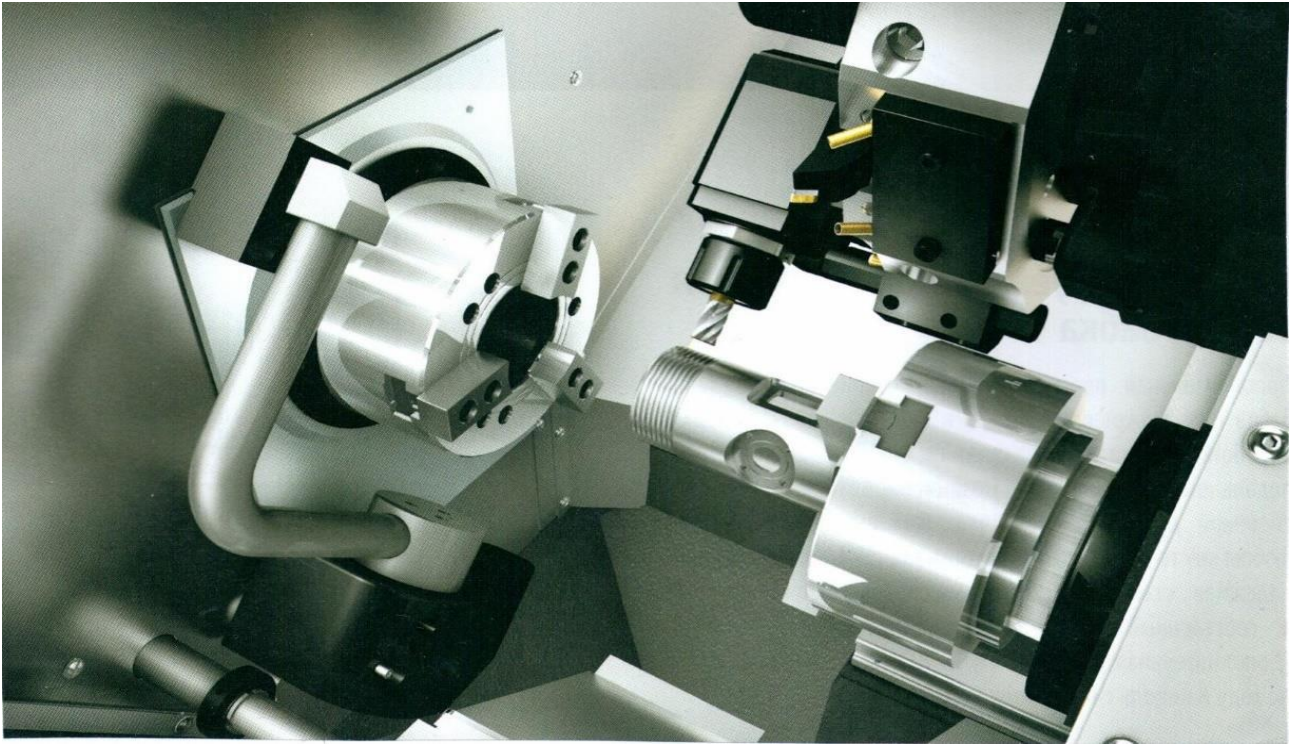


Рис. 4.66. Обробка деталі за допомогою приводного інструмента

У сучасних токарних верстатах з ЧПК забезпечується, в основному, дискретність подач – 0,001 мм, точність позиціювання – $\pm 0,005$ мм, повторюваність – $\pm 0,0025$ мм, що забезпечує при завершальній обробці точність обробки діаметральних розмірів в межах 0,02–0,04 мм, осьових розмірів – 0,03–0,06 мм. Ця точність відповідає 7-му квалітетові при шорсткості оброблених поверхонь $R_a \leq 1,25\text{--}5$ мкм.

Тема: Оброблюючі центри, способи та засоби заміни оброблюваних заготовок на верстатах з ЧПК

Мета роботи: ознайомитися з призначенням та видами оброблюючих центрів з ЧПК, з способи та засоби заміни оброблюваних заготовок на верстатах з ЧПК

Теоретичні відомості

Для забезпечення високопродуктивної і точної обробки заготовок сучасні оброблюючі центри (ОЦ) комплектуються системами автоматичної заміни інструментів, повітряного охолодження шпинделя, охолодження інструмента, продування конуса шпинделя, пневмопротиваги шпиндельної головки, контролю зносу інструмента, функції жорсткого нарізування різьби, теплообмінником шафи електрообладнання, пристроєм сепарації мастильно-охолодної рідини (МОР) та масла, автоматичного дозованого змащування поверхонь тертя, шнеками та транспортерами для видалення стружки, контейнером для стружки, поворотною панеллю оператора керування, системами контролю та вимірювання оброблених поверхонь, діагностики тощо. Зона різання надійно захищається від розбризкування МОР та стружки, яка розлітається.

Продуктивність оброблюючих центрів з ЧПК суттєво залежить не тільки від основного часу T_o , затрачуваного безпосередньо на зрізання стружки, але й від допоміжного часу T_d , який витрачається на заміну інструмента, установлення та закріплення заготовки, виконання холостих ходів у процесі обробки, контроль розмірів оброблених поверхонь тощо.

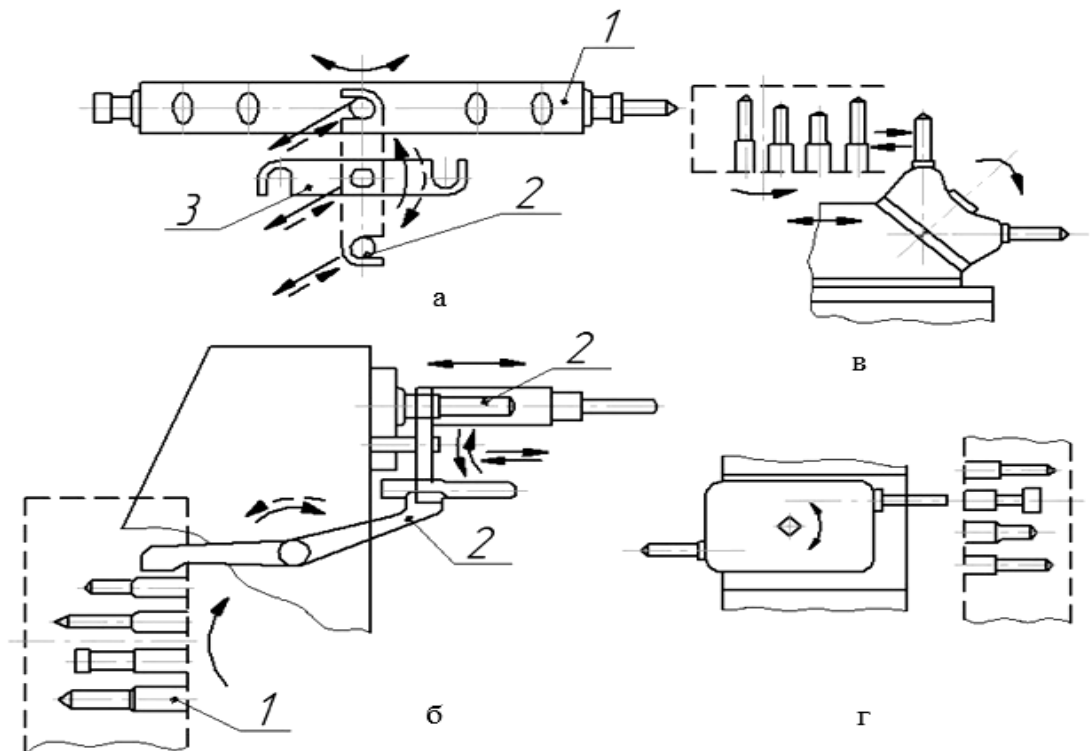


Рис. 4.70. Схеми автоматичної заміни інструментів на верстатах з ЧПК

Для розміщення PI найчастіше застосовують дискові, барабанні та ланцюгові магазини. Розповсюджені верстати з фіксованими адресами розміщення інструмента в магазині (тобто певні інструменти постійно знаходяться в одному і тому ж гнізді магазину), та з магазинами зі змінними адресами (тобто, коли механічна рука одночасно виймає використаний інструмент з шпинделя і необхідний інструмент з магазину, повертається і вставляє використаний інструмент у гніздо необхідного інструмента, а необхідний PI – у шпиндель).

У другому випадку в програмі автоматично змінюється адреса нового положення інструмента, що суттєво зменшує час заміни PI .

Сучасні ОЦ найчастіше оснащені магазинами з кількістю $PI \leq 50$, але є верстати оснащені ланцюговими магазинами з кількістю PI до 262.

Різні схеми автоматичної заміни РІ наведені в рис. 4.70, але найширше розповсюджені магазини, показані на рис. 4.71.

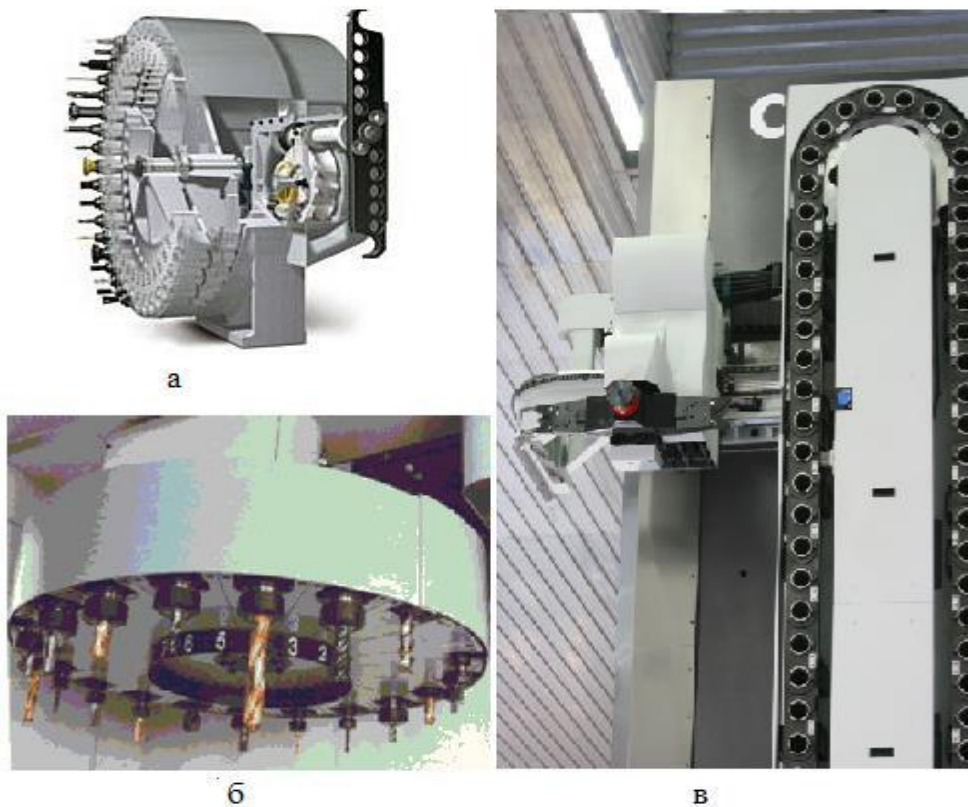


Рис. 4.71. Типи магазинів для розміщення інструментів на верстатах з ЧПК

На рис. 4.71, а показаний 40-камісний магазин РІ бокового розміщення, який займає мало місця але потребує повороту інструмента при його заміні. На рис. 4.71, б – дисковий магазин з вертикальною віссю повороту і з інструментами, розміщеними навколо шпинделя, а ланцюговий магазин великої ємності, представлений на рис. 4.71, в. Час заміни РІ у залежності від типорозміру та габаритів верстата, маси інструмента та конструкції магазину, знаходиться в межах 1,3–5 с, а час «від різку – до різку» – 3–7 с.

Щоб зменшити час заміни заготовки, застосовують різні конструкції багатопозиційних столів (рис. 4.72) або змінні палети, коли підчас обробки заготовки на одній позиції, верстатник на іншій позиції знімає оброблену деталь і установлює нову необроблену заготовку. Час заміни палет або зміни позицій стола верстата знаходиться в межах до 30–90с.

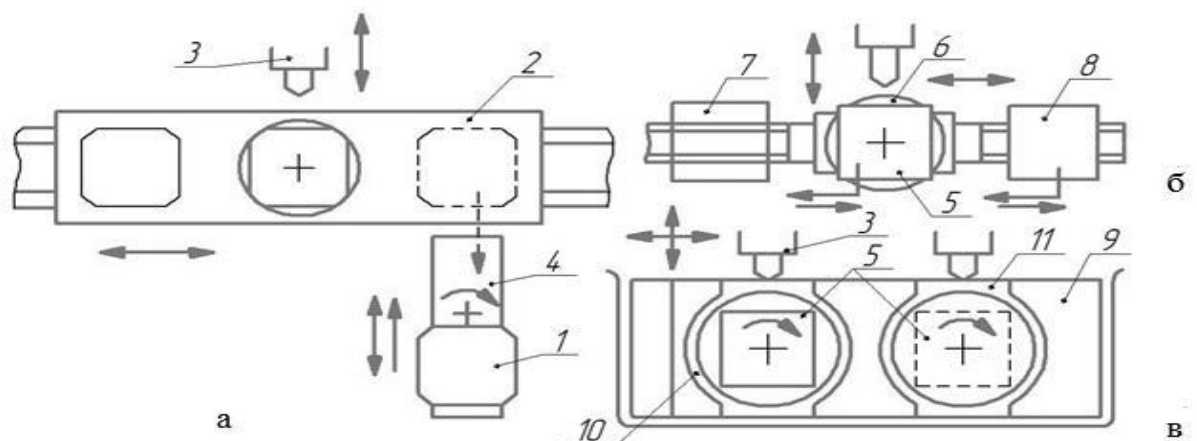


Рис. 4.72. Способи кантування та заміни оброблюваних заготовок на верстатах з ЧПК

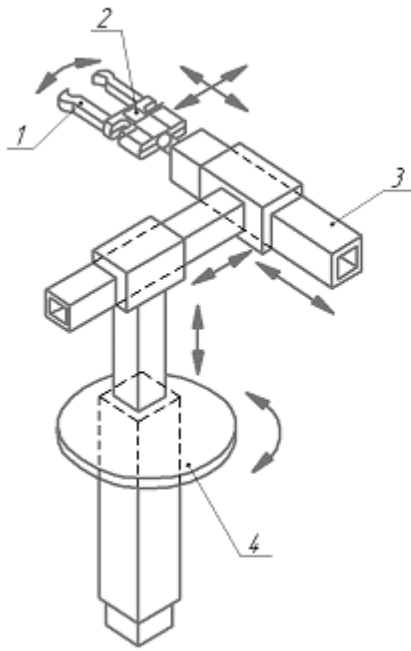


Рис. 4.73. Манипулятор з чотирма ступенями вільності

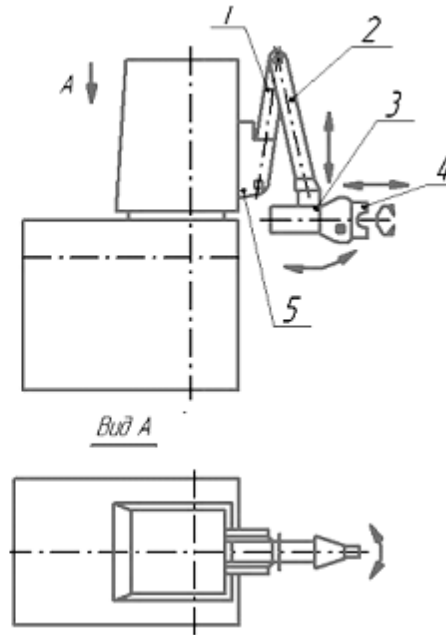


Рис. 4.74. Схема важільного маніпулятора

Повністю автоматизувати верстати з ЧПК можна за допомогою різних механізмів для завантаження заготовок (рис. 4.73 та 4.74). Для цього багато фірм випускають різні завантажувальні пристрої у вигляді роботів, маніпуляторів, механічних рук тощо, робота яких узгоджується з роботою верстата за допомогою єдиної системи ЧПК.

Для підвищення технологічних можливостей 3-х координатних верстатів з ЧПК застосовують додаткові поворотні столи, що дозволяє підвищити число керованих координат до 4–5-ти. На рис. 4.75, а показаний поворотний стіл, який може повертатися навколо однієї осі і установлюється горизонтально або вертикально.

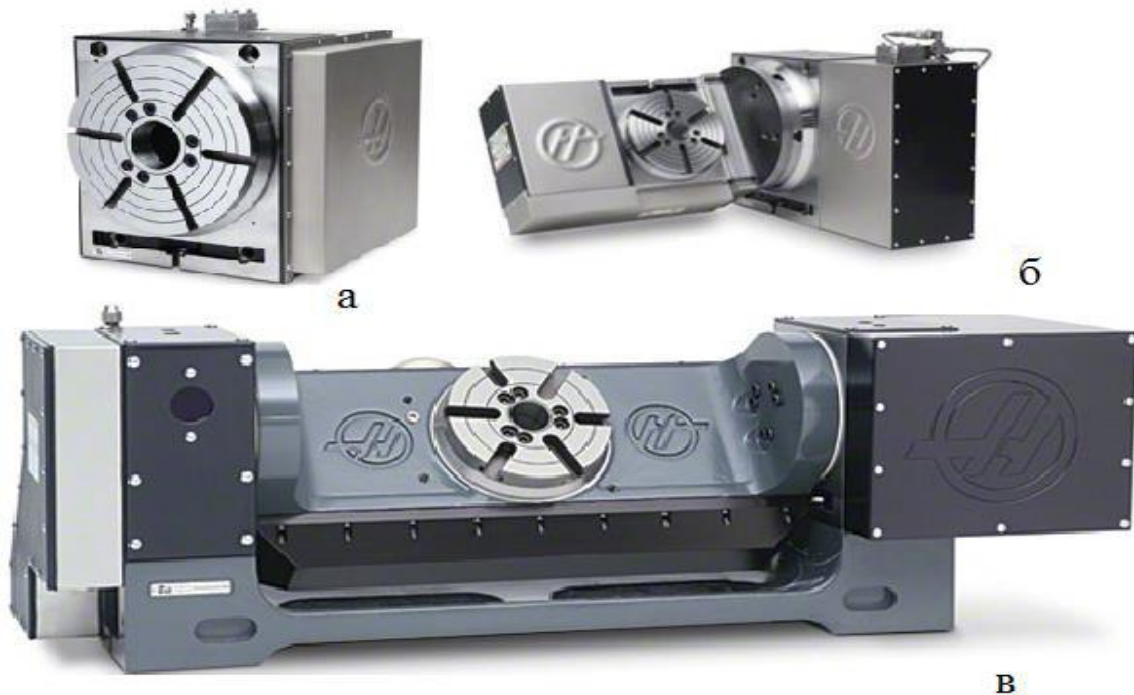


Рис. 4.75. Типи додаткових поворотних столів для верстатів з ЧПК

На рис. 4.75, б показаний консольний стіл, який може повертатися навколо двох осей і призначений для обробки відносно невеликих заготовок. На рис. 4.75, в наведений двокоординатний

«глобусний» стіл. Такі столи можуть мати фіксований поворот або безперервну кругову подачу, яка задається програмою ЧПК. Дискретність повороту таких столів дорівнює $0,001^\circ$, а швидкість обертання – $0,001\text{--}300^\circ/\text{с}$, що складає приблизно ~ 50 об/хв.

Сучасні верстати з ЧПК часто випускають з вмонтованими поворотними або глобусними столами, що збільшує їх технологічні можливості, але підвищує вартість.

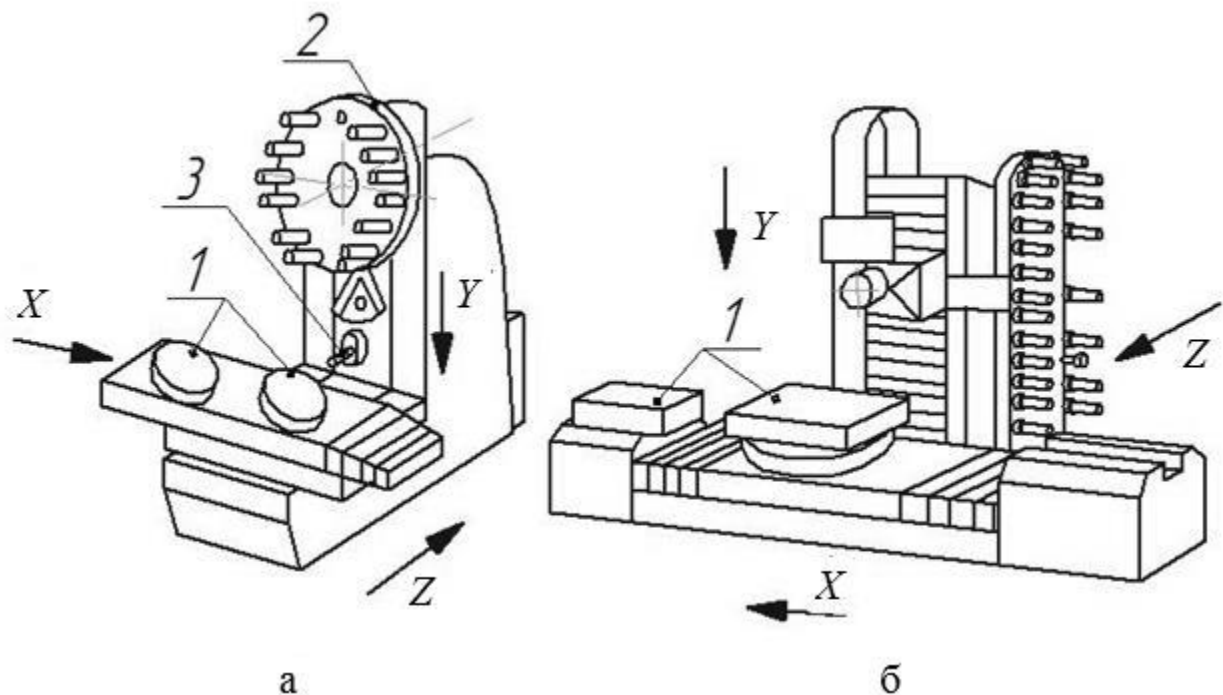


Рис. 4.76. Схеми багатоопераційних верстатів з ЧПК



Рис. 4.77. Оброблюючий центр з вертикальним шпинделем

На рис. 4.76, а показана схема оброблюючого центра з двопозиційним столом 1 (для швидкої заміни заготовок), дисковим магазином 2 і шпинделем 3. Стіл має робочі подачі в горизонтальній площині уздовж осей X та Z , а шпиндельна бабака – вертикальне переміщення уздовж осі Y .

На рис. 4.76, б показана схема оброблюючого центра з двопозиційним столом і ланцюговим магазином для інструментів. Стіл переміщується уздовж осі X , а шпиндель – уздовж осей Y та Z .

На рис. 4.77 показано ОЦ з вертикальним шпинделем, з числом керованих координат $3 + 2 = 5$ (три – переміщення шпиндельного супорта з шпинделем – координати X, Y, Z ; дві – поворот глобусного стола навколо горизонтальної і вертикальної осей – координати A, C). Магазин з РІ та інші механізми надійно захищені від попадання стружки і МОР.

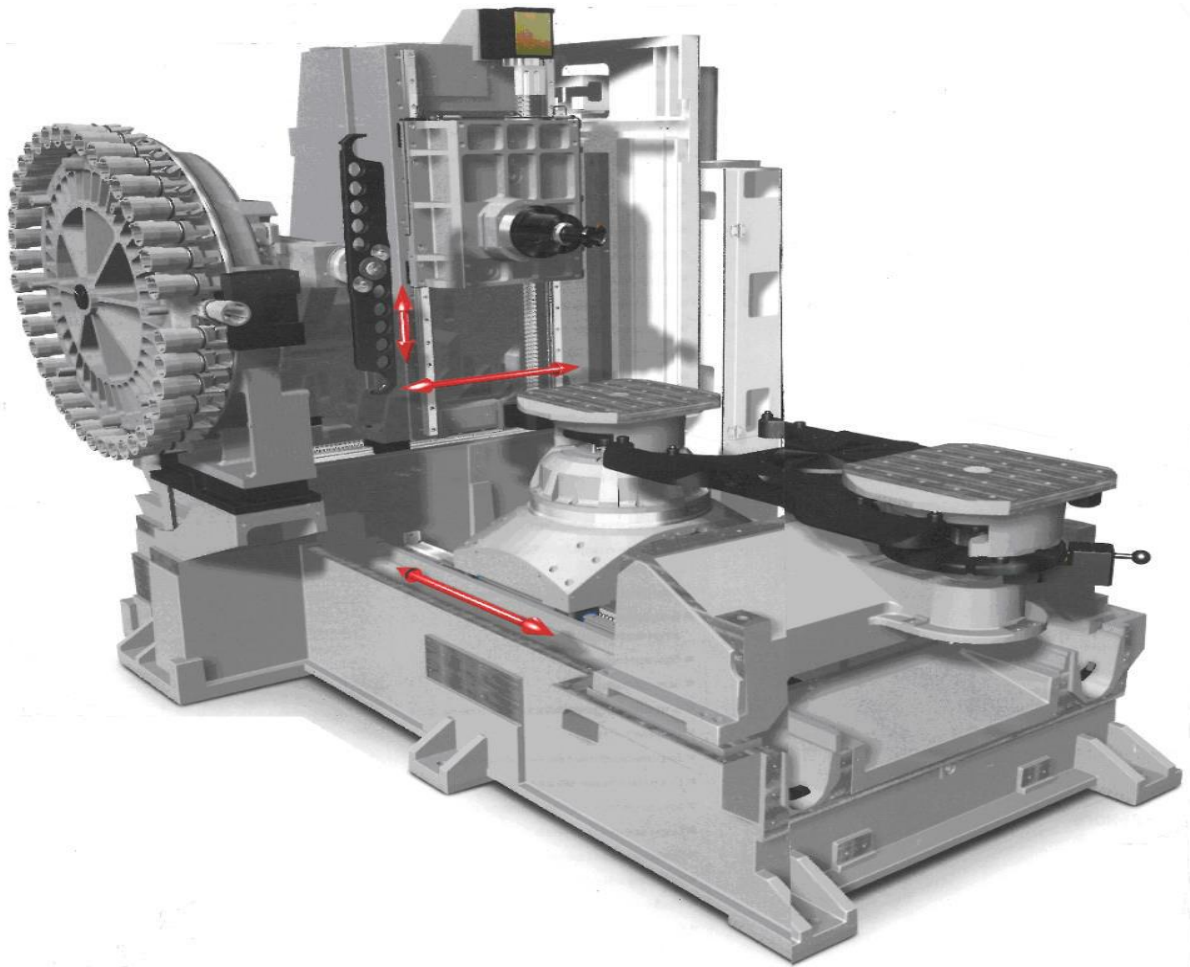


Рис. 4.78. Оброблюючий центр з горизонтальним шпинделем

На рис. 4.78 показаний 4-координатний ОЦ з горизонтальним шпинделем. Шпиндельна бабка переміщується горизонтально – уздовж осі X , вертикально – уздовж осі Y , а поворотний стіл – уздовж осі Z і має керований поворот навколо вертикальної осі (координата B). Верстат оснащений 40-камісним інструментальним магазином і механізмом типу «рука» для заміни інструментів у шпинделі. Верстат має керований програмою механізм заміни поворотних столів, що дозволяє під час обробки заготовки на одному столі з іншого знімати оброблену деталь і установлювати нову заготовку.

Велика місткість інструментальних магазинів ОЦ, можливість за один установ обробити заготовку з 5-ти сторін і висока точність позиціонування РО дозволяють з високою продуктивністю виготовляти дуже складні та точні деталі (рис. 4.79), які іноді неможливо обробити на звичайних верстатах з ручним керуванням.

ОЦ працюють з підвищеними режимами різання, що в поєднанні з автоматизацією усіх допоміжних дій підвищує продуктивність праці у порівнянні зі звичайними універсальними верстатами в 4–10 і більше разів. Один ОЦ замінює 5–10 верстатів традиційної конструкції і окупає витрати за 1–2 роки.

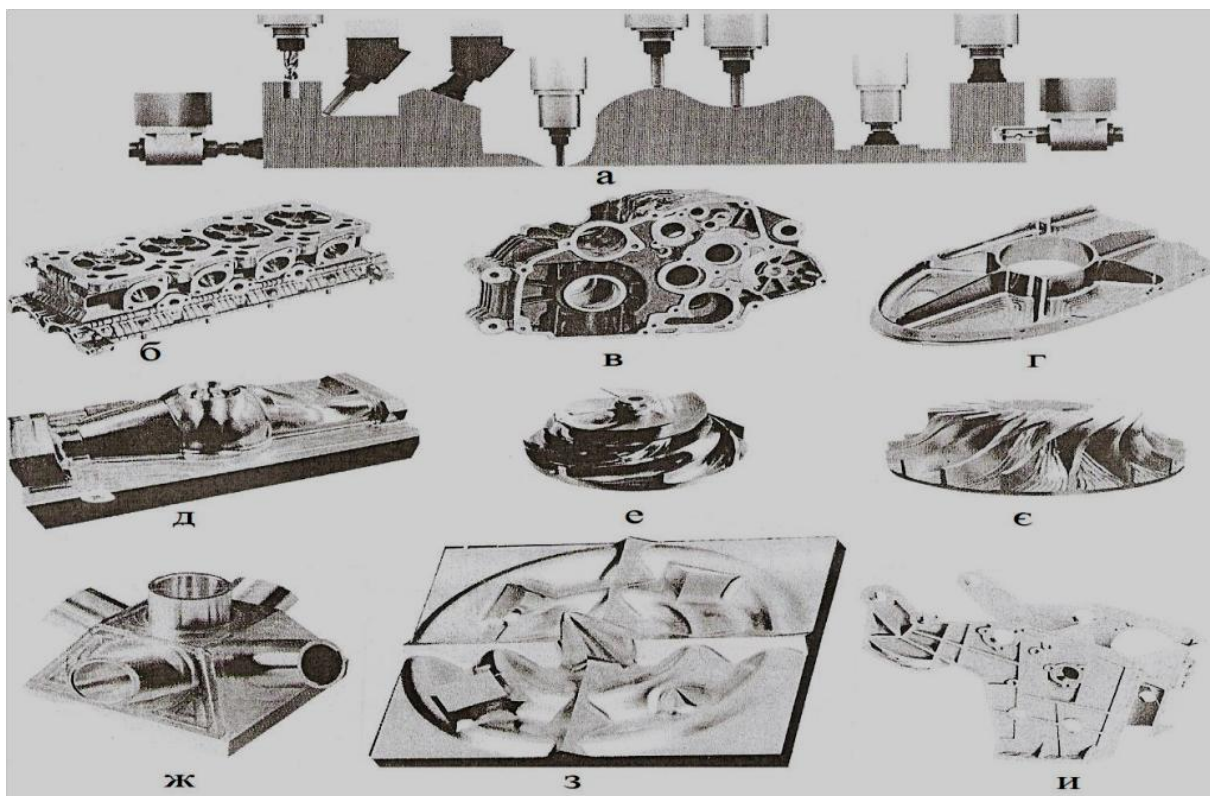


Рис. 4.79. Типи деталей, оброблюваних на ОЦ з ЧПК

У сучасних ОЦ з ЧПК частота обертання шпинделів, в основному, знаходиться в межах $n \leq 6000 - 24000$ об/хв, а величина робочих подач і холостих ходів – до 40 м/хв. Найвища ефективність обробки на ОЦ забезпечується при їх експлуатації в 2–3 зміни.

Обробка на ОЦ заготовок складної форми забезпечує високу точність взаємного розміщення оброблених поверхонь. Дискретність подач робочих органів ОЦ – $\pm 0,001-0,0005$ мм. Точність позиціонування РО : для ОЦ нормальної точності – $\pm 0,01$ мм; а для центрів високої точності – $\pm (0,005-0,01)$ мм; прецизійних – $\pm (0,002-0,005)$ мм. Повторюваність позиціонування – до 0,0025 мм. Загальна похибка завершальної обробки для ОЦ нормальної точності складає $\pm 0,05$ мм, високої точності – $\pm 0,01$ мм. При обробці діаметральних розмірів досягається 7-ий, а іноді 5-ий, квалітет точності при шорсткості поверхонь $Ra = 5-2,5$ (до 1,25) мкм.

Практична робота №9

Тема: «Визначення показників надійності»

Теоретичні відомості

Згідно із ДСТУ 2860–94 “Надійність техніки. Терміни та визначення”: **надійність** — це властивість об’єкта зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування. У цьому визначенні під об’єктом розуміють систему, споруду, машину, підсистему, апаратуру, функціональну одиницю, одиницю обладнання, пристрій, елемент чи будь-яку її частину, що розглядається відносно надійності як самостійна одиниця. Об’єктами можуть бути й інші технічні засоби, технічний персонал або їх поєднання. Отже, властивість «надійність» стосується не тільки утворених об’єктів, а й виконавців — операторів, слюсарів, ремонтників, інженерно-технічного персоналу тощо.

Поняття «надійний», «ненадійний» лише якісно характеризує цю властивість технічного об’єкта. З тим, щоб мати можливість кількісно оцінити та порівняти її з надійністю іншого, обґрунтовано розробити відповідні інженерно-технічні заходи щодо її підвищення, розглядають окремі властивості надійності.

Цей самий стандарт (ДСТУ 2860–94) регламентує п’ять властивостей об’єкта, рівень яких можна оцінювати кількісно: **безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збережуваність, готовність** (табл. 18.1)

Таблиця 18.1

Властивості та показники надійності

Властивість і надійності	Вид показників	Показник	Позначення
Безвідмовність	Одиничні	Імовірність Безвідмовної роботи	$P(t)$
		Середній наробіток до відмови	T_0 або T_{cp}
		Інтенсивність відмов	$\lambda(t)$
		Гамма-відсотковий наробіток до відмови	$T_{\square}$
		Наробіток на відмову	T
		Параметр потоку відмов	$\omega(t)$
Довговічність	Одиничні	Середній ресурс	T_p
		Середній термін служби	T_{cl}
		Гамма-відсотковий ресурс	$T_{p\square}$
		Гамма-відсотковий термін служби	$T_{cl\square}$
		Призначений ресурс	T_{pnp}

		Призначений термін служби	$T_{слпр}$
Ремонтопридатність	Одиничні	Імовірність відновлення	$P_B(t)$
		Середня тривалість відновлення	T_B
		Гамма-відсоткова тривалість відновлення	$T_B \square$
		Інтенсивність	$\mu(t)$
		Середня інтенсивність відновлення	$\mu_{cp}(t)$
		Середня трудомісткість ТО (ремонту)	S_p
Збережуваність	Одиничні	Середній термін збережуваності	$T_{зб}$
		Гамма-відсотковий термін збережуваності	$T_{зб} \square$
Готовність	Комплексні	Коефіцієнт готовності	K_r
		Коефіцієнт неготовності	$K_{нг}$
		Стаціонарний коефіцієнт готовності	$K_{г.ст}$
		Коефіцієнт оперативної готовності	$K_{о.г}$
		Коефіцієнт технічного використання	$K_{т.в}$
		Коефіцієнт збереження ефективності	K_{ef}

Розглянемо визначення кожної з них.

Безвідмовність — властивість об'єкта виконувати потрібні функції в певних умовах протягом заданого інтервалу часу чина робітку.

Довговічність — властивість об'єкта виконувати потрібні функції до переходу в граничний стан при встановленій системі технічного обслуговування (ТО) та ремонту.

Ремонтопридатність — властивість об'єкта бути пристосованим до підтримання та відновлення стану, в якому він здатний виконувати потрібні функції за допомогою ТО та ремонту.

Характеризувати ремонтпридатність можна часом вимушеного простоювання машин та обладнання, який дорівнює сумарному часу, потрібному для профілактики, пошуку місця відмови та її усунення. Чим надійнішою є технічна система, тим вища її ремонтпридатність, тим менше вона відмовляє і простоє, тобто тим вища ймовірність застатися системі в будь-який момент часу у робочому стані.

Ремонтопридатність разом з надійністю визначає ефективність дії будь-якого технічного об'єкта чи технічної системи. Якщо система достатньо надійна і рідко відмовляє, але має низьку ремонтпридатність, потребує великих витрат часу на профілактику та відновлення, то вона не завжди може конкурувати з менш

надійною системою, в якій час простоювання, потрібний для профілактики та відновлення, малий. Для виконання поставленого завдання першій системі може бути потрібно більшого резерву часу, ніж другій. Крім того, ремонтпридатність разом з надійністю визначає вартість експлуатації, необхідну кількість резервних вузлів, обсяг ремонтних засобів тощо.

Поняття ремонтпридатності стосується об'єктів і систем тривалого використання та виробів з тривалим терміном зберігання. Це поняття не застосовується для об'єктів і систем разового використання, які не відновлюються ні протягом зберігання, ні в період експлуатації.

Збережуваність —

властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів, що характеризують здатність об'єкта виконувати необхідні функції під час і після зберігання та транспортування.

Готовність — властивість об'єкта бути здатним виконувати потрібні функції в заданих умовах у будь-який час чи протягом заданого інтервалу часу за умови забезпечення необхідними зовнішніми ресурсами.

Ця властивість залежить від поєднання властивостей безвідмовності, ремонтпридатності, а також від матеріально-технічного забезпечення його ТО і ремонту.

Перш ніж перейти до розгляду інших понять і визначень, які охоплює надійність, зазначимо, що вона формується на етапах проектування і виготовлення виробів, а проявляється і забезпечується на етапі їх експлуатації. Технічна властивість виробів виявляється на етапі експлуатації виробів, тому оперують поняттям “експлуатаційна надійність”.

Для визначення окремих властивостей виробів уживають терміни “стан”, “граничний стан”. Стандарт регламентує 25 різновидів станів об'єктів. Розглянемо лише шість станів, зокрема справний, несправний, працездатний, непрацездатний, критичний, які характеризують машини та обладнання харчової, мікробіологічної і фармацевтичної промисловості.

Справний стан (справність) — стан об'єкта, за яким він здатний виконувати усі задані функції.

Несправний стан (несправність) — стан об'єкта, за яким він не здатний виконувати хоча б одну із покладених на нього функцій.

Працездатний стан (працездатність) — стан об'єкта, який характеризується його здатністю виконувати усі потрібні функції.

Непрацездатний стан (непрацездатність) — стан об'єкта, за яким він не здатний виконувати хоча б одну з потрібних функцій.

Критичний стан — стан об'єкта, що може призвести до травмування людей, значних матеріальних збитків чи інших небажаних наслідків. Критичний стан об'єкта може характеризуватися несправностями вузлів і агрегатів об'єкта, які впливають на безпеку його експлуатації (гальмова система, система запобіжних клапанів, система світлової сигналізації тощо).

Граничний стан — стан об'єкта, за яким його подальша експлуатація неприпустима чи не доцільна або відновлення його непрацездатного стану неможливе чи не доцільне (гранично спрацьовані всі базові вузли і деталі).

Кожну з п'яти властивостей (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збережуваність, готовність) об'єкта, які характеризують його надійність, оцінюють відповідними показниками.

Безвідмовність об'єкта оцінюють такими показниками: імовірністю безвідмовної роботи (ІБР); середнім наробітком до відмови; інтенсивністю відмов; гамма-відсотковим наробітком на відмову; наробітком на відмову; параметром потоку відмов.

Імовірність безвідмовної роботи об'єкта (його вузлів і агрегатів) — це імовірність того, що протягом заданого наробітку відмова об'єкта не виникне.

Середній наробіток до відмови

— це математичне сподівання наробітку об'єкта до першої відмови.

Інтенсивність відмов — умовна густина імовірності виникнення відмови об'єкта, яка визначається за умови, що до цього моменту відмова не виникла.

Гамма-відсотковий наробіток на відмову — це наробіток, протягом якого відмова об'єкта не виникне з імовірністю $\square$, вираженою у відсотках.

Наробіток на відмову — це відношення наробітку ремонтпридатного об'єкта до математичного сподівання числа його відмов протягом цього наробітку.

Параметр потоку відмов — це відношення математичного сподівання кількості відмов відновлюваного об'єкта за досить малий його наробіток до значення цього наробітку.

Довговічність об'єкта оцінюють такими показниками: середнім ресурсом; середнім терміном служби; гамма-відсотковим ресурсом; гамма-відсотковим терміном служби; призначеним ресурсом; призначеним терміном служби.

Середній ресурс — це математичне сподівання ресурсу (від початку експлуатації або від моменту капітального ремонту об'єкта до настання його граничного стану).

Середній термін служби — це математичне сподівання терміну служби (календарної тривалості від початку експлуатації нового або відремонтованого об'єкта до настання його граничного стану).

Гамма-відсотковий ресурс — це сумарний наробіток, протягом якого об'єкт не досягне граничного стану з імовірністю $\square$, вираженою у відсотках.

Гамма-відсотковий термін служби — це календарна тривалість експлуатації, протягом якої об'єкт не досягне граничного стану з імовірністю $\square$, вираженою у відсотках.

Призначений ресурс — це сумарний наробіток, при досягненні якого експлуатацію об'єкта належить припинити незалежно від його технічного стану.

Призначений термін служби — це календарна тривалість експлуатації, при досягненні якої експлуатацію об'єкта належить припинити незалежно від його технічного стану.

Ремонтпридатність об'єкта оцінюють такими показниками: імовірністю відновлення*; середньою тривалістю відновлення; гамма-відсотковою тривалістю відновлення; інтенсивністю відновлення; середньою інтенсивністю відновлення; середньою трудомісткістю ТО (ремонту).

Імовірність відновлення—це імовірність того, що час відновлення працездатного стану об'єкта не перевищить заданого значення.

Середня тривалість відновлення—

це математичне сподівання часу відновлення працездатного стану об'єкта після відмови.

Гамма-відсоткова тривалість відновлення — це інтервал часу, протягом відновлення працездатності об'єкта здійснюється з імовірністю $\square$, вираженою у відсотках.

*“Відновлення” означає, що після виявлення несправності об'єкта він знову відновлює здатність виконувати потрібну функцію.

Інтенсивність відновлення — це умовна густина імовірності відновлення працездатності об'єкта, визначена для одного моменту часу за умови, щодо цього моменту відновлення не завершилося.

Середня інтенсивність відновлення — це її середнє значення в заданому інтервалі часу.

Середня трудомісткість ТО (ремонту) — це математичне сподівання трудомісткості ТО(ремонту), виражене у людино-годинах.

Збережуваність об'єкта оцінюють середнім терміном збережуваності і гамма-відсотковим терміном збережуваності.

Середній термін збережуваності — це математичне сподівання строку збережуваності.

Гамма-відсотковий термін збережуваності — це термін збережуваності, якого досягає об'єкт із заданою імовірністю $\square$, вираженою у відсотках.

Готовність оцінюють такими показниками: коефіцієнтом готовності; коефіцієнтом неготовності;

середнім коефіцієнтом готовності; стаціонарним коефіцієнтом готовності; коефіцієнтом оперативної готовності; коефіцієнтом технічного використання; коефіцієнтом збереження ефективності.

Коефіцієнт готовності—

імовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачене.

Коефіцієнт неготовності (коефіцієнт простою) — імовірність того, що об'єкт виявиться непрацездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачене.

Середній коефіцієнт готовності — середнє значення нестационарного коефіцієнта готовності у заданому інтервалі часу.

Стаціонарний коефіцієнт готовності — значення коефіцієнта готовності, визначене для умов роботи об'єкта, коли середній параметр потоку відмов і середня тривалість відновлення залишаються сталими.

Коефіцієнт оперативної готовності — імовірність того, що за винятком тих запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено, він у довільний момент часу виявиться у працездатному стані і надалі виконуватиме потрібну функцію протягом заданого інтервалу часу.

Коефіцієнт технічного використання — це відношення математичного сподівання сумарного часу перебування об'єкта у працездатному стані за деякий період експлуатації до математичного сподівання сумарного часу перебування об'єкта в працездатному стані та у простоях, зумовлених ТО і ремонтом за той самий період.

Коефіцієнт збереження ефективності—

це відношення значення показника ефективності використання об'єкта за призначенням за певну тривалість експлуатації до номінального значення цього показника, розрахованого за умови, що відмови цього об'єкта а протягом того ж періоду не виникають.

Кожен із цих показників, які характеризують туди і іншу властивість об'єкта щодо його надійності, розраховують за результатами попередньо проведених експериментальних досліджень чи спостережень з використанням відповідних формул.

Показники ремонтпридатності

Важливою ознакою об'єкта є зручність його обслуговування. Вона є характеристикою технічного рівня конструкції, повинна плануватися на етапі проектування і мати кількісні показники. На практиці тривалість відновлення об'єкта майже завжди є значно меншою від наробітку між відмовами, але при розрахунках втрату наслідок відмов і кількості обслуговного персоналу їй потрібно враховувати.

Випадкова величина T_v — час відновлення роботи здатного стану технічної системи після відмови. Вважатимемо, що розподіл величини T_v незалежить від часу, порядкового номера відновлення, тривалості попереднього відновлення, попереднього напрацювання між відмовами.

Імовірність відновлення — це ймовірність того, що об'єкт після відмови буде відновлений протягом заданого часу t

Інтенсивність відновлення — це умовна щільність часу відновлення для моменту часу t і за умови, щодо цього моменту відновлення об'єкта не відбувалося.

Технологія виготовлення типових деталей харчових машин [Текст]: методичні вказівки до практичних робіт для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної форми навчання / Ж.М.Пігулко – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2023.- 55с.

Комп'ютерний набір і верстка:

Ж.М.Пігулко

Редактор

Ж.М.Пігулко

Підп. до друку _____ 2021 р. Формат А4
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк.3,5
Обл. вид. 3,4 арк. Тираж 15 прим.