

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Технологічні основи машинобудування

Конспект лекцій

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр

галузь знань 13 Механічна інженерія

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

денної форми навчання

Любешів 2021

УДК

До друку

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

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу
Бібліотекар _____ М.М. Деміх

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»
протокол № _____ від « ____ » _____ 2020 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів харчового
виробництва

протокол № _____ від « ____ » _____ 2020 р.

Голова циклової методичної комісії _____ Кравченко Т.Ф.

Укладач: _____ Н.Г.Остапук, викладач другої категорії

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Кравченко Т.Ф., викладач вищої категорії, голова
циклової методичної комісії викладачів харчового виробництва

Технологічні основи машинобудування [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освітньо-
професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 13 Механічна інженерія
спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної форми навчання/уклад. Н.Г.Остапук. –
Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2021. – 63с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Технологічні основи
машинобудування» з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, містить
контрольні питання до кожної з тем та перелік рекомендованої літератури.

© Остапук Н.Г., 2021

Лекція 1. Вступ. Основні поняття і положення

План

1. Вступ
2. Історія розвитку машинобудування
3. Основні поняття і положення

Література [1, 2, 3]

1. Вступ

Технологія машинобудування – це наука про виготовлення машин заданої якості в установлені виробничі терміни та в необхідній кількості при мінімальній собівартості.

Технологія машинобудування як учбова дисципліна має ряд особливостей які відрізняють її від інших дисциплін. По-перше технологія машинобудування – прикладна наука. По-друге технологія машинобудування окрім того що вона є прикладною наукою разом з тим має значну теоретичну основу, а саме:

- вчення про типізацію технологічних процесів та групові методи обробки;
- вчення про жорсткість системи ВПД (верстат, пристрій, інструмент, деталь);
- точність процесу обробки;
- похибки обладнання та пристроїв і їх вплив на точність обробки;
- вплив механічної обробки на стан матеріалу обробленої деталі та експлуатаційні властивості;
- розрахунки оптимальних припусків на обробку;
- шляхи підвищення продуктивності та економічності технологічних процесів;
- теорія конструкторських та технологічних баз;
- вчення технологічності виробів.

Технологія машинобудування – комплексна інженерна наукова дисципліна, що тісно пов'язана та використовує розробки багатьох навчальних дисциплін. Саме визначення технології машинобудування як науки про виготовлення машин трактує її як синтез технічних проблем («виготовлення

машин необхідної якості»), організації виробництва («у визначеній виробничою програмою кількості»), планування («в заданий термін») і економіки («з найменшою собівартістю»).

Першочергове значення технології машинобудування витікає з того, що людина не може існувати без використання в своєму житті машин та знарядь праці, які вивільняють людину від тяжкої виснажливої фізичної праці, або використовуються для культурних та матеріальних потреб. Потреби людства весь час зростають, тому зростає кількість та досконалість машин. А ефективне виготовлення цих машин і є задачею машинобудування. Крім того машини, які широко використовуються в різних галузях промисловості в зв'язку з прискоренням науково-технічного прогресу швидко морально старіють, а це визиває необхідність їх заміни сучасним обладнанням.

2. Історія розвитку машинобудування

Письмові свідчення про перші кроки і здобутки в галузі створення і застосування машин і механізмів можна віднайти в архівах різних суспільств стародавнього світу та середньовіччя всього людства.

Роботи Архімеда (287—212 р. до н. е.) в Стародавній Греції у галузі механіки значно вплинули на становлення і розвиток машинобудування. Герон Александрійський (бл. 10—70 р. н. е.) створив перший «паровий двигун» (Парова турбіна Герона). Перші аналогові обчислювальні пристрої були винайдені і застосовувалися ще до нашої ери. Найбільш відомим з них є астролябія, винайдена в Елліністичний період, приблизно, 150 років до н. е. Винахідник невідомий, хоча першість часто приписується Гіппарху. Більш складним і загадковим пристроєм є антикітерський механізм, який датується 70-ми роками до н. е., і який являє собою аналоговий обчислювальний пристрій для астрономічних обчислень, можливості якого до кінця ще не досліджені.

У Стародавньому Китаї префект міста і тодішньої префектури Наньян, інженер і винахідник Ду Ши у 31-му році нашої ери вперше застосував поступально-зворотний механізм із приводом від водяного колеса для приведення в дію міхів, що наддували повітря у домну для виплавляння чавуну. Чжан Хен (78—139 н. е.) поліпшив водяний годинник і винайшов сейсмометр. Ма Цзюнь (200—265 н. е.) виготовив немагнітний компас у вигляді візка із диференціалами. Дерев'яна фігурка на візку постійно вказувала потрібний напрямок руху незалежно від траєкторії за рахунок з'єднання із колесами за допомогою диференціалів. Якщо траєкторія не змінювалась і візок рухався по прямій, то кутові швидкості коліс були однаковими і фігурка не рухалась. Якщо траєкторія руху починала

змінюватися, змінювалися і кутові швидкості обертання коліс, що спричиняло повертання фігурки. Якщо візок рухався по колу, фігурка, обертаючись, вказувала на одну і ту ж точку.

Середньовічний китайський годинникар та інженер Су Сун (1020—1101 н. е.) впровадив спусковий механізм у свій астрономічний годинник-башту за два століття раніше, від того, як такий спуск можна було віднайти в годинниках середньовічної Європи, а також, першу в світі ланцюгову передачу, відому як «нескінченний привод». Бі Шен (990—1051), перший у світі у 1040-х роках винайшов прототип друкарського верстата із ручним набором порцелянових літер, а Ван Чжень (1290—1333), автор енциклопедичної праці «Нун шу», вдосконалив конструкцію та використав більш довговічні дерев'яні літери.^[8]

У роки золотої доби ісламу, приблизно з 7-го до 15-го століття, значний внесок у розвиток технологій механіки та машинобудування зробили ісламські винахідники. У 1206 році Аль-Джазарі, який був одним з них, написав свою знамениту *«Книгу знань про геніальні механічні пристрої»*, у якій представив багато механічних конструкцій. Його також вважають винахідником механічних елементів, які на даний час є основою таких поширених механізмів, як колінчастий і кулачковий вали.

Неоціненний вклад у розвиток машинобудування, як галузі знань, виду інженерної діяльності та проєктування машин вніс найбільш визначний вчений, мислитель, літератор, художник, анатоміст, архітектор, винахідник та інженер епохи відродження Леонардо да Вінчі. Його винаходи та геніальні конструктивні передбачення набагато випередили епоху. До них належать ескізи проєктів ливарної печі, прокатного стану, ткацьких, деревообробних, та друкарських верстатів, підводного човна, танка, серії планерів, парашута та інших.

Важливі досягнення в галузі наукових основ машинобудування відбулися в Англії в 17 столітті, коли сер Ісаак Ньютон сформулював свої три закони Ньютона, розробив основи математичного аналізу та заклав фундамент теоретичних засад класичної фізики. Ньютон неохоче публікував свої методи і закони протягом багатьох років, але, врешті-решт, його переконали зробити це колеги, такі як сер Едмонд Галлей, який також оприлюднив свої праці на благо всього людства. Готфрід Лейбніц, якому приписують створення двійкової системи числення та механічного калькулятора (арифмометра), також зробив значний внесок у розвиток математичного аналізу та написав відомий трактат *«Dynamica»* з аналітичної механіки.

Промислова революція XVIII століття призвела до винаходів прядильної машини, ткацького верстата, парової машини, як універсального двигуна, та інших машин. Це спричинило необхідність «створення машин для виробництва машин» і започаткувало виникнення верстатобудування, як окремої галузі машинобудування, забезпечивши виробництво машин і двигунів, необхідних для приведення їх в дію. У 1848 році Йоганн фон Ціммерманн (англ. *Johann von Zimmermann*) (1820—1901) заснував перший завод шліфувальних верстатів у Хемніці, Німеччина.

Перехід від мануфактури до машинного виробництва відкрив епоху великої машинної індустрії, ознаменував технічний переворот, поділ праці, виникнення нових професій та їх вузької спеціалізації і загальне ламання суспільних відносин.

Інженери-механіки почали об'єднуватися у спілки та товариства. Перше британське професійне товариство інженерів-механіків було засноване 1847 року як «Інституція інженерів-механіків», через тридцять років після цього британські інженери утворили таке ж професійне товариство — «Інституцію цивільних інженерів». 1880-го року в Сполучених Штатах було створене Американське товариство інженерів-механіків (англ. *American Society of Mechanical Engineers*), яке стало третім таким професійним інженерним товариством, після «Американського товариства цивільних інженерів» (англ. *American Society of Civil Engineers*) (1852) і «Американського інституту гірничих інженерів» (англ. *American Institute of Mining Engineers*) (1871).

Першими навчальними закладами в Сполучених Штатах, які започаткували інженерну освіту в галузі машинобудування, були:

- військова академія Сполучених Штатів (англ. *United States Military Academy*) в 1817 році;
- навчальний заклад, тепер відомий як Норвічський університет (англ. *Norwich University*) в 1819 році;
- політехнічний інститут Ренсселера (англ. *Rensselaer Polytechnic Institute*) в 1825 році.

Машинобудування України виникло ще в середині XIX сторіччя. Наявність металу, вигідне транспортно-географічне розташування, висока концентрація сільськогосподарського виробництва сприяли розвитку важкого, транспортного і сільськогосподарського машинобудування.

Основними елементами розвитку сучасного машинобудування є вдосконалювання засобів виробництва, методів організації виробництва (наприклад використання технологій серійного й масового виготовлення), перехід до стандартизації, автоматизації й інформаційного забезпечення процесів.

3. Основні поняття і положення

До основних понять у машинобудуванні відносяться такі:

- **виріб** - це будь який предмет чи набір предметів, які виготовляються на підприємстві (трактор, насос, компресор тощо);

- **деталі** - це вироби, які виготовлені із однорідного матеріалу без застосування складальних операцій (вал, кришка, гвинт, фланець, виливка корпусу, важіль тощо);

- **складальна одиниця (вузол)** - це виріб, який виготовляється з складових частин складальними операціями (зварювання, клепання, паяння, з'єднання різьбовими елементами, розвальцюванням, фальцюванням тощо) на підприємстві що його виготовляє (підшипник кочення, муфта, задня бабка токарного верстата, гідроциліндр, редуктор тощо);

- **комплекс** - це два і більше спеціальних виробів, які не з'єднані на заводі де їх виготовляють складальними операціями, але призначені для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій. Прикладом комплексу може бути набір виробів таких як токарний верстат, керуючий блок, гідравлічний привід;

- **комплект** - це два і більше виробів, які не з'єднані на заводі де їх виготовляють складальними операціями і представляють собою набір виробів спільного експлуатаційного призначення допоміжного характеру (комплект запасних частин, комплект інструменту тощо);

- **напівфабрикат** - це виріб підприємства-постачальника, який потребує додаткової обробки або складання;

- **комплектуючий виріб** - це виріб підприємства-постачальника, який застосовується як складова частина виробу, що випускається іншим підприємством;

- **складальний комплект** - це група складових частин (складальних одиниць), яку необхідно подати на робоче місце для складання виробу або його складової частини;

- **агрегат** — складальна одиниця, яку можна окремо скласти та яка може

виконувати визначену експлуатаційну функцію самостійно або у складі виробу.

- **заготовка** - це виріб, з якого внаслідок зміни форми, розмірів, шорсткості поверхонь та властивостей матеріалу отримують деталь чи суцільну складальну одиницю;

- **типовий виріб** – виріб, що належить до групи близьких за конструкцією виробів і має найбільшу кількість конструктивних і технологічних ознак цієї групи.

Питання для самоконтролю

1. Що таке технологія машинобудування?
2. Які теоретичні основи включає технологія машинобудування?
3. Які історичні відомості про розвиток машинобудування вам відомі?
4. Що таке виріб?
5. Що таке деталь?
6. Що таке складальна одиниця?
7. Що таке комплекс?
8. Що таке комплект?
9. Що таке агрегат?
10. Що таке заготовка?

Лекція 2. Характеристика типів виробництва

План

1. Характеристика виробничого та технологічного процесів

2.

Виробничий процес це сукупність дій людей та знарядь виробництва, які направлені на перетворення природної сировини у корисні для людини вироби. Цей процес може бути дуже тривалим та складним.

Прикладом виробничого процесу може бути наприклад: добуток залізної руди та вугілля у надрах, перетворення їх на чавун у вигляді зливок, виплавка сталі та виготовлення прокату, виготовлення з прокату методами обробки деталей, складання з деталей окремих виробів (компресори, насоси, реактори, масообмінні апарати, теплообмінники тощо). Загальний виробничий процес настільки складний та тривалий, що розглядають його частини у вигляді окремих виробничих процесів. Такими виробничими процесами можуть бути: виробничий процес машинобудівного заводу, виробничий процес металургійного заводу, виробничий процес добувного підприємства тощо.

Виробничий процес машинобудівного заводу складається з виготовлення заготовок, різноманітні методи їх обробки (механічна, термічна, хімічна), контроль якості, транспортування, зберігання, складання машин, їх регулювання та випробування.

В залежності від складності та об'єму частини виробничого процесу можуть відбуватися на різних підприємствах, тоді він буде диференційованим. Якщо окремі частини виробничого процесу здійснюються на одному підприємстві, тоді він буде комплексним.

Технологічний процес - це частина виробничого процесу. Технологія слово грецького походження (techne -мистецтво, майстерність, вміння; logos - слово, вчення). Технологічний процес пов'язаний зі зміною стану об'єкту виробництва. Наприклад у процесі виготовлення деталей змінюються їх розміри, форма та властивості матеріалу, у процесі складання здійснюється

необхідне взаємне розташування деталей та характер їх з'єднання. Технологічний процес може бути як комплексним так і диференційованим. Тому можна розрізняти такі технологічні процеси як виготовлення заготовок, термічна обробка, механічна обробка, складання. Під технологічним процесом механічної обробки розуміють послідовне змінення стану заготовки (розмірів, форми, якості поверхонь, властивостей матеріалу) до отримання готової деталі. Під технологічним процесом складання розуміють послідовне з'єднання деталей у вузли а вузлів і деталей у вироби.

Технологічний процес механічної обробки чи складання має чітку структуру. Найбільш крупна структурна одиниця технологічного процесу, яка здійснюється на одному робочому місці та охоплює усі послідовні дії одного робітника або групи робітників і засобів виробництва по обробці одної деталі або одночасно групи деталей називається **операцією**. Таким чином операція є основною складовою частиною технологічного процесу. Як правило вона має назву в залежності від способу обробки, яка застосовується на операції. На операцію розроблюється уся основна планова облікова і технологічна документація. Крім того операція являється основою для організації робіт, проектування технологічних процесів, а також планування, обліку і оплати за виконану роботу. Як правило основна документація у вигляді маршрутних карт складається на операцію.

Операція у свою чергу складається з окремих структурних елементів, а саме:

-**установом** називається частина операції, яка виконується при одному закріпленні заготовки (або групи заготовок) на верстаті або у пристрої. Наприклад для обробки центрових отворів на валах заготовку закріплюють у токарному патроні та оброблюють торець і свердлять центровий отвір. Потім знімають заготовку, розвертають її на 180^0 , закріплюють та здійснюють обробку торця та центрального отвору з іншої сторони;

-**позицією** називається кожне нове положення заготовки відносно верстата при незмінному її закріпленні (це зміна положення за допомогою поворотних

устріїв). Наприклад для обробки зубців дисковою модульною фрезою заготовку після обробки чергової впадини між зубцями повертають за допомогою ділильної головки (пристрій) на величину центрального кута без її розкріплення;

-переходом називається частина операції, яка здійснюється одним і тим же різальним інструментом (або одночасно декількома різальними інструментами) по обробці одної поверхні (або одночасно декількох поверхонь) без зміни режиму різання;

-проходом називається частина переходу при якому знімається один шар матеріалу при незмінній установці різального інструмента та незмінному режимі різання (Прохід часто називають ходом);

- прийомом називається закінчена сукупність окремих рухів робочого у процесі виконання операції.

Розрізняють робочий хід та допоміжний хід. Наприклад робочий хід на токарному верстаті зняття різцем одного шару стружки безперервно, а на стругальному верстаті зняття одного шару металу по всій поверхні. Допоміжний хід це однократне переміщення різального інструмента відносно заготовки без зміни її форми, розмірів, шорсткості і властивостей матеріалу.

Прийоми як правило бувають допоміжної дії. Наприклад верстатна операція по свердлуванню отвора у валі складається з таких прийомів:

-взяти вал та установити його у пристрої, закріпити вал, включити верстат, підвести інструмент до вала, включити подачу, відвести інструмент у вихідне положення, зупинити верстат, розкріпити вал, взяти вал та покласти його на стелаж.

2. Характеристика типів виробництв та їх визначення

Тип виробництва, як загальна організаційно технічна характеристика, залежить від:

- розміру виробничої програми;
- характеристики продукції;
- технічних і економічних умов здійснення виробничих процесів.

Тип виробництва визначає ступінь спеціалізації робочих місць та форму організації виробничих процесів.

В машинобудуванні розрізняють три основних типи (види) виробництва: **одиничне, серійне, масове.**

Кожному з цих видів виробництв властиві свої особливості виробничих і технологічних процесів і свої форми їх організації.

Слід відмітити, що на одному й тому ж підприємстві (і навіть у цеху) можуть існувати різні типи виробництв. Так, наприклад, у важкому машинобудуванні, яке має характер одиничного, дрібні деталі можуть виготовлятися по принципу серійного і навіть масового виробництва.

Таким чином характер виробництва усього заводу визначається по тому виробничому процесу, який переважає.

Перехід від одиничного виробництва у сторону масового в залежності від збільшення кількості випуску виробів знижує трудомісткість, яка виражається у наступних розмірах:

- при збільшенні випуску виробів у 3 рази трудомісткість зменшується на 20%, при збільшенні у 5 разів на 30%, при збільшенні 10 разів на 37%, при збільшенні у 30 разів на 50%.

Дамо характеристику різним типам виробництва.

Одиничне виробництво. Повторюваність виробів незначна, або відсутня. Вироби різноманітні по конструкції та технологічним вимогам до них. Технологічне обладнання - універсальне. Пристрої теж універсальні і дуже рідко спеціальні. Ріжучий та вимірювальний інструменти універсальні. Верстати попередньо не налагоджуються, робота виконується по пробним промірам. Розміщення технологічного обладнання здійснюється по їх типам. Способи виготовлення заготовок неточні з великими припусками, але дешеві (прокат, лиття у земляні форми по дерев'яним моделям, вільне кування). Широко застосовується розмічання. Переважне досягнення задачі точності при складанні індивідуальна пригонка. Мала ступінь деталізації технологічних процесів (маршрутні технологічні процеси). Укрупнене нормування робіт.

Кваліфікація робітників висока. Висока собівартість виробу та низька механізація та автоматизація але дуже висока гнучкість виробництва.

Організація одиничного виробництва пов'язана з розташування у цеху верстатів по окремо по їх видам (токарні, фрезерувальні, свердлувальні, шліфувальні тощо).

Серійне виробництво. Воно займає проміжне положення між одиничним і масовим. Між усіма трьома типами виробництв відсутня чітка межа. Характеризується серійне виробництво в основному тим що вироби виготовляються серіями (вузли, складні вироби), або партіями (деталі). В залежності від кількості виробів у серії або партії, їх характеру і трудомісткості розрізняють такі серійні виробництва: мало серійне (МСВ), середньо серійне (ССВ), крупно серійне (КСВ). Цей розподіл досить умовний.

Повторюємість партій (серій) періодична. Технологічне обладнання універсальне, частково спеціалізоване і спеціалізоване. Пристрої спеціалізовані та переналагоджувальні. Різальний інструмент універсальний і спеціальний. Вимірювальний інструмент: калібри, спеціальний вимірювальний інструмент. Здійснюється налагодження верстатів. Верстати розташовані по ходу технологічного процесу. Заготовки: прокат, кокільне лиття, штамповки. Розмітка застосовується тільки для крупних і складних деталей. Точність досягається методами повної і неповної взаємозамінності.

Технологічні процеси розробляються більш детально і формуються у вигляді маршрутно-операційних або операційних карт. Кваліфікація робітників різноманітна. Собівартість виготовлення деталей середня.

Масове виробництво. Безперервний випуск одних і тих же деталей. Широке використання спеціалізованого і спеціального обладнання і автоматичних ліній. Використання спеціальних пристроїв, які часто органічно зв'язані з верстатами. Різальні інструменти універсальні, спеціальні і комбіновані. Вимірювальні інструменти: калібри, спеціальні прилади, автоматичний контроль у процесі обробки. Складне налагоджування верстатів, автоматична їх робота. Обладнання розташовується по ходу технологічних

процесів. Заготовки: прокат, кокільне лиття, лиття, під тиском, інші точні методи лиття, штампування, пресування тощо. Розмічання не застосовується. Точність досягається методом повної і групової “взаємозамінності”. Технологічні процеси розроблюються детально. Здійснюється детальне нормування, хронометражне дослідження операцій. Кваліфікація робочих низька (при наявності високо кваліфікованих налагоджувальників). Низька собівартість продукції, що випускається.

Масове виробництво характеризується безперервним виготовленням обмеженої номенклатури на вузькоспеціалізованих робочих місцях.

Питання для самоконтролю

1. Що таке виробничий процес?
2. Що таке технологічний процес?
3. Чим відрізняється виробничий процес від технологічного?
4. Що таке операція?
5. Охарактеризуйте одиничне виробництво?
6. Охарактеризуйте серійне виробництво?
7. Охарактеризуйте масове виробництво?

Лекція 3. Технологічність конструкції виробів

План

1. Поняття та характеристика технологічності виробів
2. Вимоги технологічності при конструюванні
3. Вимоги технологічності при складанні
4. Вимоги технологічності при виготовленні заготовок
5. Вимоги технологічності при виготовленні деталей

1. Поняття та характеристика технологічності виробів

Сукупність властивостей виробу, які визначають пристосованість його конструкції до досягнення оптимальних витрат при виробництві та експлуатації та при заданих показниках якості, об'ємі випуску і умовах виконання робіт і визначає поняття технологічності виробу.

Основною метою технічних рішень по забезпеченню технологічності конструкцій являється раціональне використання ресурсів у процесі розробки, виготовлення та експлуатації з урахуванням конкретних особливостей виробництва і умов експлуатації.

Технологічність конструкції - поняття комплексне і визначається у взаємному зв'язку заготовельних процесів, механічної обробки, складання та контролю. Комплексність поняття технологічності розповсюджується також на область проектування, виготовлення та експлуатації. Недооцінка ТК на стадії проектування приводить до коректування креслень, подовженню терміну підготовки виробництва та додатковим витратам.

Технологічність конструкції - поняття відносне. Конструкція може бути технологічною для одного типу виробництва і нетехнологічною для іншого. Технологічність конструкції може бути різною для різних підприємств з різними виробничими можливостями.

2. Вимоги технологічності при конструюванні

Одним з самих важливих положень єдиної системи технологічної

підготовки виробництва (ЄСТПВ) являється те, що розробка технологічних процесів виготовлення виробів повинна бути нерозривно пов'язана з відпрацюванням їх на технологічність починаючи з розробки конструкторської документації. На цій стадії рішення по поліпшенню технологічності конструкцій являється найбільш ефективним. Для рішення цієї задачі вироби необхідно розглядати як об'єкт проектування, виробництва і експлуатації, тобто комплексно.

Розглянемо основні засоби, які зв'язані з вимогами поліпшення технологічності конструкцій при проектуванні.

Раціональне розчленування конструкції на окремі вузли, які мають визначені функції по призначенню. Складальна одиниця повинна складатися мінімальною кількістю складальних процесів (болтові з'єднання, зварювання, клепа́ння тощо), мати можливість регулювання і мати мінімум складових деталей.

По можливості повинна виконуватися вимога конструктивної і технологічної спадкоємності. Спадкоємність може полягати у запозиченні кращих розробок із попередніх розробок, або з інших виробів, які одночасно розроблюються. Це підвищує серійність виробництва і скорочує витрати на підготовку виробництва.

По можливості повинна бути здійснена повна уніфікація складових частин у конструкціях виробів, які створюються. Це приводить до скорочення необхідної кількості типорозмірів різальних та вимірювальних інструментів, скороченню номенклатури запасних частин, скороченню трудомісткості, собівартості тощо.

Раціональне обмеження марок і сортamentів матеріалів та їх недифіцитність. Велика різноманітність матеріалів ускладнює отримання заготовок, їх обробку, зберігання і транспортування.

Раціональне призначення допустимих шорсткостей. Для кожного з'єднання деталей існує своя оптимальна шорсткість поверхонь, яка залежить від матеріалу, діючих навантажень та швидкості відносного їх переміщення.

Шорсткість призначена більше оптимальної скорочує строк служби з'єднання. Шорсткість, яка призначена менше оптимальної вимагає додаткових витрат і в результаті припрацювання підвищується у процесі роботи до оптимальної.

Забезпечення найбільшого рівня взаємозамінності, що дає змогу складати вузли без пригонки. Це досягається по можливості скороченням складального розмірного ланцюга. Багатоланкові розмірні ланцюги приводять до більш жорстких допусків складових ланок.

3. Вимоги технологічності при складанні

Складання конструкції виробу по окремим конструктивно-технологічним вузлам дає змогу організувати складальний процес до повної технологічної готовності виробу і дозволяє здійснювати одночасний монтаж вузлів на базову деталь.

Заміна різьбових з'єднань на з'єднання зварюванням, клепаанням, гнуттям тощо значно спрощує процес складання..

Можливість установка вузлів на базову деталь простими рухами полегшує автоматизацію та механізацію.

Крупно габаритні та важкі деталі повинні мати спеціальні елементи для зручності їх транспортування (отвори, приливи, рим-болти тощо).

Забезпечення можливості зручного та вільного підводу високопродуктивного механізованого інструмента до місць з'єднань деталей скорочує витрати часу на складання.

Для полегшення досягнення заданої точності при складанні необхідно додержання принципу найкоротшого розмірного ланцюга.

Конструкція виробу повинна дозволити складати його без складних пристроїв та поворотів базової деталі при сталій установчій базі.

Складання повинно вестись без сумісної додаткової обробки деталей при складанні.

Конструкція вузла повинна забезпечувати єдине можливе взаємне положення вузлів або деталей.

Для полегшує складання деталей застосовуються західні фаски.

Складання деталей по двом поверхням повинно бути послідовним.

Більш технологічні шліцьові з'єднання з centruванням по внутрішньому розміру d , якщо зовнішня деталь загартована (легке шліфування отвору зовнішньої деталі) і по діаметру D при не загартованій зовнішній деталі (легке шліфування вала по зовнішній поверхні).

Для поліпшення технологічності сполучень необхідно до мінімуму зменшувати довжину поверхонь, які сполучаються між собою.

Ефективним поліпшенням технологічності при складанні є застосування операцій зварювання, лютування, клепання, склеювання.

Застосування зварювання приводить до зниження ваги на (20-30)% і зменшення механічної обробки на (30-50) %.

4. Вимоги технологічності при виготовленні заготовок

Конструкція виливки не повинна мати скупчення металу у перетинах. У скупченнях можуть утворюватись пори.

У виливках необхідно передбачати раціональне та плавне з'єднання стінок і наявність ливарних ухилів. При перетині стінок не повинно утворення накопичення матеріалу (рис. 1, а), яке приводить до утворення раковин. Цього можна уникнути якщо ввести отвір (рис. 1, б). Більш технологічним є рознесення при можливості стінок (рис. 1, в). Не рекомендується розташовувати сполучення стінок на згинах (рис.1, г). Їх треба перенести на прямі ділянки (рис. 1, д).

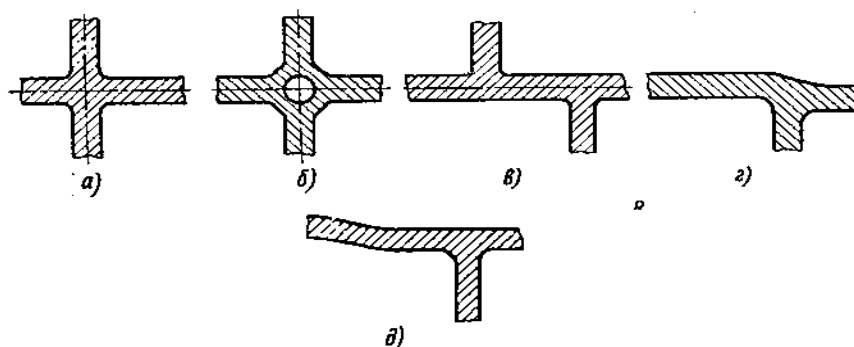


Рис. 1. Приклади перетину стінок у корпусних деталях

У верхній частині виливки розташовують деталі, у яких густина має найменше значення.

Поліпшення технологічності штампованих заготовок досягається за рахунок симетричних форм ухилів конфігурації конструкції деталей у напрямку штампування, застосування профільного та періодичного прокату.

5. Вимоги технологічності при виготовленні деталей

Виготовлення деталей здійснюють переважно на верстатах і тому трудомісткість виготовлення складає 35-55% від загальної трудомісткості виготовлення виробів.

Розглянемо способи підвищення технологічності при виготовленні деталей.

Конструктивні форми повинні бути створені сполученням стандартних нормалізованих поверхонь.

Поверхні, які оброблюються повинні мати мінімальні розміри.

Плоскі поверхні повинні по можливості оброблюватися за один прохід з досягненням однакової якості.

Необхідно передбачати на поверхнях деталі канавки для виходу різальних інструментів.

Деталь повинна мати достатню жорсткість та розвинуту опорну поверхню для зручності та надійності її установки на верстаті.

Витрати на обробку вала значно скорочуються якщо діаметри поверхонь зменшуються в одну сторону або від середини до кінців.

Необхідно по можливості розташовувати осі отворів паралельно один одному та перпендикулярно базовій поверхні.

Питання для самоконтролю

1. Поняття та характеристика технологічності виробів
2. Які вимоги технологічності при конструюванні?
3. Які вимоги технологічності при складанні?
4. Які вимоги технологічності при виготовленні заготовок?
5. Які вимоги технологічності при виготовленні деталей?

Лекція 4. Основи проектування технологічних процесів

План

1. Основні поняття і положення
2. Основні етапи проектування технологічних процесів
3. Вибір типу виробництва

1. Основні поняття і положення

Розрізняють одиничний і типовий технологічні процеси. Одиничний процес застосовують для виготовлення виробів одного найменування, типорозміру і виконання незалежно від масштабу випуску виробів. Типовий процес характеризується єдністю змісту і послідовності більшості технологічних операцій та переходів для групи виробів із загальними конструктивними ознаками. Розроблені типові процеси обробки валів, втулок, зубчастих коліс та інших груп деталей.

За призначенням розрізняють робочі і перспективні технологічні процеси. Робочий процес розробляють на рівні підприємства для виготовлення конкретного виробу. Перспективний процес розробляється як інформаційна основа робочого технологічного процесу. У перспективному процесі використовують останні досягнення науки і техніки.

За ступенем деталізації розрізняють процеси маршрутні, операційні та маршрутно-операційні.

Маршрутний технологічний процес містить опис процесу виготовлення виробу по всіх операціях різних видів в технологічній послідовності з даними про обладнання, оснащення (пристосування і інструменті), матеріальних і трудових нормативах. У маршрутному процесі вказують операції без переходів і режимів обробки.

Операційний технологічний процес містить опис технологічної операції із зазначенням переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення.

Маршрутно-операційний технологічний процес, як і маршрутний, виконують по документації, в якій вміст операцій викладається без вказівки переходів і режимів обробки.

Проектування технологічних процесів є складовою частиною Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЕСТПП), створеної в нашій країні. Ця система встановлена на базі державних стандартів з метою організації та управління технологічною підготовкою виробництва на основі новітніх досягнень науки і техніки.

За основу при розробці технологічних процесів беруть техніко-економічний принцип, сутність якого полягає в забезпеченні стабільної якості виконуваного процесу при найменших затратах живої і матеріалізованої праці.

Нижче розглядаються основні питання, з якими доводиться зустрічатися при розробці технологічних процесів механічної обробки в тій послідовності, в якій вони фіксуються в технологічних картах.

При розробці технологічного процесу використовують вихідну інформацію, яка поділяється на базову, керівну і довідкову. Базова інформація включає робочий креслення деталі і технічні умови на її виготовлення, а також програму випуску деталей із зазначенням терміну, протягом якого повинна бути виконана програма. Керівної інформацією є технічне завдання на розробку технологічного процесу, стандарти на технологічні процеси, документація на технологічні процеси виготовлення аналогічних виробів та ін. В якості довідкової інформації використовують опису прогресивних методів обробки, каталоги, довідники по вибору припусків, режимів обробки, розрахунку технічних норм і ін.

Проектування технологічного процесу є завданням комплексної і відрізняється багатоваріантністю рішень. При проектуванні повинна враховуватися програма випуску деталі. Для одиничного виробництва технологічні розробки виконуються без зайвих подробиць у вигляді маршрутних процесів.

В умовах серійного і масового виробництва технологічні процеси розробляють досить детально і ретельно зі складанням операційних технологічних карт та іншої технологічної документації.

Основні терміни та визначення, що стосуються розробки технологічних процесів, регламентовані ГОСТ 3.1109 комплексу державних стандартів «Єдина система технологічної документації» (ЕСТД).

2. Основні етапи проектування технологічних процесів

Проектування технологічних процесів складається з таких взаємопов'язаних етапів: аналізу вихідних даних, технологічного контролю деталі, вибору типу виробництва, вибору заготовки, вибору баз, встановлення маршруту обробки окремих поверхонь, проектування технологічного маршруту виготовлення деталі з вибором типу обладнання, розрахунку припусків, розрахунку проміжних і вихідних розмірів заготовки; побудови операцій, розрахунку режимів обробки, технічного нормування операцій, оцінки техніко-економічних показників процесу, оформлення технологічної документації.

Аналіз вихідних даних і технологічний контроль креслення і технічних умов. При аналізі вихідних даних слід ознайомитися з призначенням і конструкцією деталі, що підлягає виготовленню, технічними умовами її виготовлення і експлуатації, програмою випуску деталей, а також з виробничими умовами, в яких намічено виконання процесу (обладнання, транспортні засоби та ін.).

Технічні вказівки на кресленнях. На кресленні деталі необхідно вміти читати все властивості і особливості деталей в остаточному вигляді: якість поверхні, точність розмірів і форми, міцність і т.п., а також особливості виконання деталей за кресленням. Всі ці вказівки можуть бути оформлені на кресленнях текстовими або умовними записами в певному порядку в - відповідно до стандартів ЕСКД. Слід мати на увазі, що на кресленнях виробів не допускається поміщати технологічні вказівки, крім випадків, коли вони є єдиним способом вираження вимог до якості виробу.

Якість поверхні деталі визначається допустимою шорсткістю поверхні, а також різного виду покриттями.

Ступінь шорсткості поверхні залежить від способу і технологічного процесу виготовлення деталі і визначається висотою нерівностей R_z або середнім арифметичним відхиленням профілю R_a на базовій довжині. Стандартом встановлено 14 класів шорсткості поверхонь деталі. При необхідності більш дрібного підрозділи ступенів шорсткості стандартом встановлено для кожного класу з 6-го по 14-й поділ на розряди: а, б, в.

Допустима шорсткість поверхні деталі позначається на кресленні встановленими знаками згідно з ГОСТ 2.309 – 73.

Вихідні дані зумовлюють важливий напрям проектного процесу з метою забезпечення необхідної якості та ефективності при заданому масштабі випуску.

У процесі аналізу вихідних даних технолог здійснює технологічний контроль креслення і технічних умов. При цьому слід виявити шляхи поліпшення технологічності конструкції деталі. Це дозволить зменшити трудомісткість виготовлення деталі, знизити собівартість її обробки.

3. Вибір типу виробництва та вихідної заготовки

Тип виробництва вибирають, виходячи із заданої програми випуску шляхом розрахунку такту випуску деталей. Якщо такт випуску близький до орієнтовно встановленої середньої тривалості основних операцій обробки даної деталі, то виробництво вважають масовим. Якщо ж такт випуску значно перевищує тривалість основних операцій, то деталі виготовляють за принципом серійного виробництва з обробкою їх виробничими партіями. Розмір виробничої партії визначають, виходячи з трудомісткості операцій обробки, трудомісткості налагодження устаткування на основних операціях, витрат незавершеного виробництва та інших економічних і організаційних міркувань.

На вибір заготовки і методу її одержання значний вплив мають характеристика матеріалу, з якого повинна виготовлятися деталь, її конструктивні форми і розмір, програма випуску.

Метод отримання заготовки повинен забезпечити найменшу собівартість виготовлення деталі. Наприклад, при виготовленні ступеневої валу в умовах одиничного виробництва економічно виправдане застосування заготовки з прокату, так як штампована заготівля потребують дорогого штампа. При серійному або масовому випуску слід зіставити собівартість виготовлення деталі при різних варіантах вихідної заготовки.

Попередній вибір методу отримання вихідної заготовки може бути здійснений за технологічними характеристиками. Кожному методу відповідає певна характеристика точності і область раціонального застосування. Точність заготовки впливає на собівартість виготовлення деталі.

Слід також мати на увазі, що при малій програмі випуску деталей витрати на виготовлення спеціального оснащення для заготівельних процесів (проектування і виготовлення штамів, прес-форм і ін.) не окупаються. Таким чином, вибір методу отримання заготовки повинен бути обґрунтований економічними розрахунками собівартості виготовлення деталі з урахуванням собівартості отримання заготовки і собівартості механічної обробки.

При виборі литих заготовок і поковок крім призначення припусків на обробку і допусків на розміри вказують також штампувальні або ливарні ухили, радіуси заокруглень, допустимі дефекти поверхонь, базові поверхні для першої операції механічної обробки і вимоги, що пред'являються до цих поверхонь, способи термічної обробки заготовки і очищення її поверхонь.

Для заготовок з прокату та спеціальних профілів розміри встановлюють згідно ГОСТ, враховуючи необхідні припуски на обробку.

Питання для самоконтролю

1. Який технологічний процес називають маршрутним?
2. Який технологічний процес називають операційним?
3. Який технологічний процес називають маршрутно-операційним?
4. З яких етапів складається проектування технологічних процесів?
5. Що впливає на вибір типу виробництва при проектуванні технологічного процесу?
6. Що впливає на вибір та метод отримання вихідної заготовки?

Лекція 5. Заготовки деталей машин

План

1. Вибір заготовок в машинобудуванні
2. Литі заготовки
3. Ковані і штамповані заготовки
4. Заготовки з прокату

1. Вибір заготовок в машинобудуванні

Розробку технологічного процесу виготовлення деталі починають з вибору заготовки. На вибір способу отримання заготівки впливають наступні характеристики : матеріал деталі, її конфігурація, форма поверхонь і їх розміри, технічні умови на виготовлення деталі, об'єм і серійність випуску.

Вибрати заготівку - означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати по таблицях припуски на механічну обробку всіх поверхонь і вказати допуски на виготовлення заготівки, передбачити необхідні ливарні або штампувальні нахили і радіуси переходів та скласти креслення заготівки з вказівкою площини роз'єму ливарної форми або штампу.

Остаточне рішення про вибір способу отримання заготівки приймають після комплексного розрахунку собівартості заготівки і деталі. При цьому порівнюють декілька варіантів і вибирають такий, при якому забезпечується мінімальна собівартість деталі, вартість виготовлення заготівки і її механічної обробки, що включає.

При економічному обґрунтуванні вибору виду будь-якої заготівки для знов проектного технологічного процесу можливі наступні три варіанти :

- спосіб отримання заготівки приймають аналогічним тому, який вже існує в даному виробництві. Оскільки в цьому випадку вартість заготівки не змінюється, то вона не враховується при визначенні технологічної собівартості виготовлення деталі; при обґрунтуванні правильності вибору заготівки досить послатися на довідкову літературу, де для даних умов рекомендується цей варіант як оптимальний;

- спосіб отримання заготівки змінюється в порівнянні з базовим варіантом, проте не змінюється технологічний процес механічної обробки. В цьому випадку перевазі віддають заготівці, що характеризується кращим використанням металу і меншою вартістю;

- спосіб отримання заготівки змінюється щодо базового варіанту і в результаті цього істотно змінюється ряд операцій механічної обробки заготівки. В цьому випадку питання про доцільність застосування нового

вигляду заготовки вирішують тільки після визначення повної технологічної собівартості деталі, що включає витрати на виготовлення заготовки і її механічну обробку.

Основні види заготовок для деталей машин залежно від їх матеріалу, призначення і форми:

- литі заготовки з чавунів, сталей і кольорових металів;
- гаряче і холодно штамповані, ковані і пресовані заготовки зі сталей, алюмінієвих сплавів і латуні;
- заготовки з пруткового прокату і листового матеріалу;
- заготовки з неметалічних матеріалів (різних пластичних мас, текстоліту, деревини, скла, гуми і ін.);
- зварні заготовки.

2. Литі заготовки

Литі заготовки застосовують для складних фасонних деталей, що не піддаються ударним навантаженням, виготовляють з чавунних виливок. Деталі складної конфігурації, що працюють в тяжких умовах, отримують із сталевих виливок.

Якість і вартість литих заготовок у великій мірі залежать від способу їх виготовлення. Види лиття описані у спеціальній літературі []. Серед них розрізняють такі:

- лиття у пісчано-глиністи форми;
- лиття по виплавляємим моделям;
- лиття в оболонкові форми;
- лиття у металічні форми (кокілі);
- лиття під тиском;
- відцентрове лиття.

Матеріали які використовують для лиття повинні мати добрі ливарні властивості: рідкотекучість, мала усадка, мала прихильність до утворення тріщин тощо. Цим властивостям відповідають такі матеріали як сірий та ковкий чавуни, вуглецеві та леговані сталі, мідні сплави, алюмінієві та магнієві сплави, туго плавкі метали (титан, молібден, вольфрам).

Застосування машинного формування по металевим моделям дозволяє істотно підвищити якість і продуктивність виготовлення відливок в порівнянні з ручним формуванням. Литво в оболонкові форми застосовують головним чином при отриманні складних відповідальних відливок. При автоматизації цей спосіб дозволяє отримувати до 450 напівформ в годину.

Литво в металеві форми (кокілі) економічно обгрунтоване при розмірі партії не меншого 300-500 шт.

Литво по моделях, що виплавляються, економічно доцільно для литих деталей складної конфігурації з важкооброблюваних сталей при розмірі партії понад 100 шт.

Литво під тиском економічно доцільно при розмірі партії 1000-2000 шт. і більш і застосовується для отримання заготовок з алюмінієвих, цинкових і латунних сплавів. Продуктивність - до 1000 відливач в час.

Відцентрове литво застосовують, для отримання заготовок, що мають форму тіл обертання.

Після економічного обґрунтування правильності вибору виду заготовки розробляють її креслення (ескіз).

Креслення відливання з технічними вимогами повинне містити всі дані, необхідні для виготовлення, контролю і приймання відливок, і виконуватися відповідно до вимог стандартів ЄСКД і ГОСТ 3.1125-88.

3. Ковані і штамповані заготовки

Ковані і штамповані заготовки застосовують для деталей, що працюють на вигин, кручення, розтягування і що мають значну різницю розмірів поперечних перетинів окремих елементів. При цьому прагнуть отримати конфігурацію заготовок, що наближається до форми деталі.

Поковки, що отримують вільним куванням, застосовують в одиночному і дрібносерійному виробництві, а також при виготовленні великогабаритних деталей. Для цих поковок ГОСТ 7829-70 встановлює припуски на механічну обробку різанням, граничні відхилення на номінальні розміри поковки, а також напуск для поковок і умови їх призначення. Кування може бути застосовано для осадки або витяжки. Осадка це операція зменшення висоти заготовки при збільшенні площі поперечного перетину. Витяжка це операція подовження заготовки або її частини за рахунок зменшення поперечного перетину. До операції кування можна віднести також такі операції як прошивка (отримання порожнин витисненням металу) вирубка (відділення частини заготовки), гнуття (надання заготовці вигнутої форми) тощо.

У серійному і масовому виробництві заготовки отримують у відкритих або закритих штампах на ковальсько-пресовому устаткуванні.

Штамповка може бути гарячою об'ємною або холодною. Гаряча об'ємна штамповка здійснюється при температурі вище температури рекристалізації.

При виборі заготовок, що отримують тиском, слід мати на увазі, що найбільш продуктивні способи - це холодна висадка на автоматах і поперечний-гвинтове плющення (до 350 шт./мин).

Заготовки деталей типу стрижнів з потовщенням, кілець, втулок, деталей з наскрізними або з глухими (зокрема глибокими) отворами і деякі інші доцільно отримувати на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

Кування і штампування підвищують механічні властивості матеріалу, які дуже часто регламентуються технічними вимогами на виготовлення деталі.

4. Заготовки з прокату

Заготовки з прокату найбільш розповсюджені та економічно доцільні. До 90 % сталі, яка виплавляється, та більша частина кольорових металів перероблюється прокаткою. Промисловість випускає дуже різноманітний сортамент профілю з прокату: квадрат, круг, шестигранник, прямокутник, швелер, рейки, кутовий та тавровий профіль. Круглий та квадратний сталевий профіль випускається з розмірами сторони або діаметра від 5 до 250 мм, шестигранний з діаметром вписаного кола від 6 до 100 мм, штабовий профіль шириною від 10 до 200 мм та товщиною від 4 до 60 мм.

У машинобудуванні заготівки з прокату зазвичай найпоширеніші і дешевші. З прокату також відрізають заготівки для штампування.

Холодно тягнутий прокат значно точніше і якісніше гарячекатаного, тому заготовки з нього вимагають меншої механічної обробки і є економічними в серійному і великосерійному виробництвах.

Питання для самоконтролю

1. Характеристика факторів, які впливають на вибір способу отримання заготовок.
2. Характеристика способів лиття та визначення ефективності отримання литих заготовок.
3. Характеристика способів отримання заготовок куванням та штамповкою.
4. Характеристика заготовок з прокату.

Лекція 6. Базування заготовок

План

1. Обґрунтування вибору технологічних баз
2. Характеристика видів баз
3. Основні правила вибору технологічних баз
4. Основні правила базування заготовок

1. Обґрунтування вибору технологічних баз

Однією з головних умов виконання СП машини є забезпечення заданого взаємного розташування її деталей та вузлів. При обробленні заготовки на верстаті вона повинна бути правильно орієнтована щодо механізмів і вузлів верстата, що визначають траєкторії переміщення різальних інструментів і самої заготовки, тобто повинне бути забезпечено відповідне її базування.

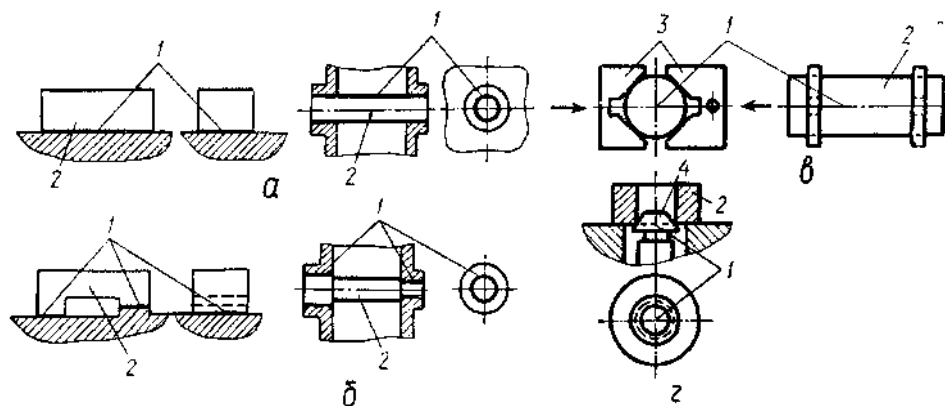


Рис. 2. Приклади базування: 1 - база; 2 - заготовка; 3 - затискні губки; 4 - конус центрувального пристрою

Базування заготовки або виробу полягає у наданні їм необхідного положення щодо обраних осей координат. Базування заготовки на верстаті, деталей і вузлів у машині забезпечується вибором відповідних баз.

Базою називають поверхню (рис. 2, а) або сукупність поверхонь (рис. 2, б), вісь, точку, що належать заготовці і використовуються для базування (рис. 2, в, г).

2. Характеристика видів баз

Оскільки поняття базування використовується на всіх стадіях створення виробів (проектування, підготовка виробництва, виготовлення і контроль деталей, складання виробу), бази класифікують на чотири види: **проектні, конструкторські, технологічні і вимірювальні.**

Проектною називається база, що обрана при проектуванні виробу, а також при ТП його виготовлення або ремонту. Під час проектування виробу - складальної одиниці проектними базами визначають розрахункове положення даної деталі щодо інших деталей специфікованого виробу. При проектуванні ТП проектні бази визначають розрахункове положення заготовки відносно інструменту, пристрою або верстату. На кресленнях проектні бази зображують у вигляді таких геометричних елементів: бісектриса кута; вісі поверхонь, що представляють собою тіла обертання; площини симетрії та ін.

Конструкторською називається база, що призначена для визначення положення деталі або вузла у складальній одиниці. При складанні виробу його елементи з'єднуються конструкторськими базами. Розрізняють основні і допоміжні конструкторські бази.

Основна конструкторська база даної деталі або складальної одиниці, призначена для визначення їхнього положення у виробі.

Допоміжна конструкторська база деталі або складальної одиниці, призначена для визначення положення інших деталей, що приєднуються до них.

Вимірювальною називається база, яка використовується для визначення відносного положення заготовки або готового виробу і засобів вимірювання .

Технологічними називають бази, які використовуються для визначення положення заготовки або готового виробу при їхньому виготовленні або ремонті.

Технологічні бази заготовки визначаються поверхнями, що контактують з установочними елементами пристроїв або верстату. Такими поверхнями можуть бути будь-які поверхні заготовки: зовнішні і внутрішні; циліндричні і

конічні; плоскі; поверхні центрувальних отворів та ін. На рис. 3. представлені приклади технологічних баз.

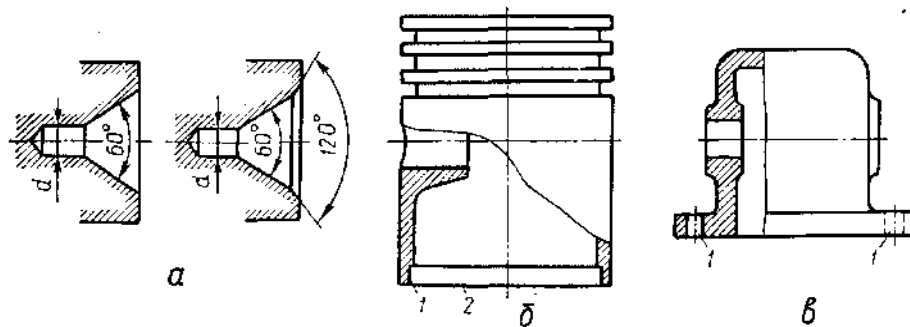


Рис.3. Допоміжні технологічні бази: *a* — центрувальні отвори (звичайне і з запобіжним конусом 120°); *б* — пасок поршня, що центрує; *в* - установочні отвори в корпусній деталі

3. Основні правила вибору технологічних баз

При виборі технологічних баз для обробки заготовок варто виходити з наступних положень.

Підставою для вибору технологічних баз є СП поверхонь деталі і встановлених між ними розмірних зв'язків.

Вибір технологічних баз залежить від: технічних вимог, що характеризують точність розмірів деталі; розташування і макроекономії поверхонь деталі; можливостей наявного парку верстатів і технологічних пристроїв.

Вибір технологічних баз виконують у два основних етапи:

- 1) вибирають технологічні бази, які необхідні для одержання найбільш відповідальних показників точності деталі і також можуть бути використані при обробленні більшості поверхонь заготовки (визначає ті поверхні, з яких необхідно починати її обробку);
- 2) вибирають технологічні бази на першій (перших) операції ТП.

Вибір технологічних баз на першій (перших) операції зв'язаний з рішенням двох груп задач:

- установленням зв'язків між поверхнями, що обробляються і поверхнями, що залишаються необробленими;

- розподілом припусків між поверхнями, що обробляються.

Як правило, можливі декілька варіантів базування заготовки. Кожен варіант базування забезпечує пряме (найкоротше), тобто найкраще рішення лише однієї задачі з усієї сукупності. Тому потрібно вибрати той варіант, що забезпечує всі технічні вимоги у межах допустимих відхилень і менш складний у реалізації схем базування.

4. Основні правила базування заготовок

При встановленні заготовки на верстаті або при проектуванні установочних пристроїв необхідно передбачити відповідне базування заготовки. При цьому бази повинні бути обрані так, щоб забезпечити статично визначну і досить точну установку заготовки щодо траєкторії різального інструмента. Для цього на основі умов рівноваги твердого тіла треба забезпечити жорсткими опорами всі шість ступенів вільності заготовки, що зводяться до трьох можливих переміщень уздовж трьох довільно обраних осей координат і трьом обертам навколо цих осей. У цьому випадку використовується комплекс баз, що представляє собою сукупність трьох баз, що утворюють систему координат заготовки. Кожна зі ступенів вільності може бути зв'язана з відповідно розташованою нерухомою опорною точкою, що символізує одну зі зв'язків заготовки з обраною системою координат. Для забезпечення нерухомості заготовки в обраній системі координат на неї треба накласти шість двосторонніх геометричних зв'язків (рис. 4, а).

Таким чином, для того щоб заготовка зайняла на верстаті (у пристрої) певне визначене положення, її треба помістити на шість нерухомих точок, що зв'язують усі шість ступенів вільності (рис. 4, б). На рис. 4, б показана установка заготовки 1 на опорні точки 2 у комплекті із *установочних, направляючих і опорної* баз. *Установочною* (I) називається база, що використовується для накладення на заготовку зв'язків, що позбавляють її трьох ступенів вільності — переміщення уздовж однієї координатної осі (Z) і поворотів навколо двох інших осей (XY). *Напрямною* (II) називається база, що використовується для накладення на заготовку зв'язків, що позбавляють її двох ступенів вільності — переміщення уздовж однієї координатної осі (Y) і

повороту навколо іншої осі (Z). *Опорною* (III) називається база, що використовується для накладення на заготовку зв'язків, що позбавляють її однієї ступені вільності — переміщення уздовж однієї координатної осі (X). На рис. 4, в показана схема базування заготовки, тобто схема розташування опорних точок на базах. Опорні точки нумерують порядковими номерами, починаючи з бази, на якій розташовується найбільше число точок.

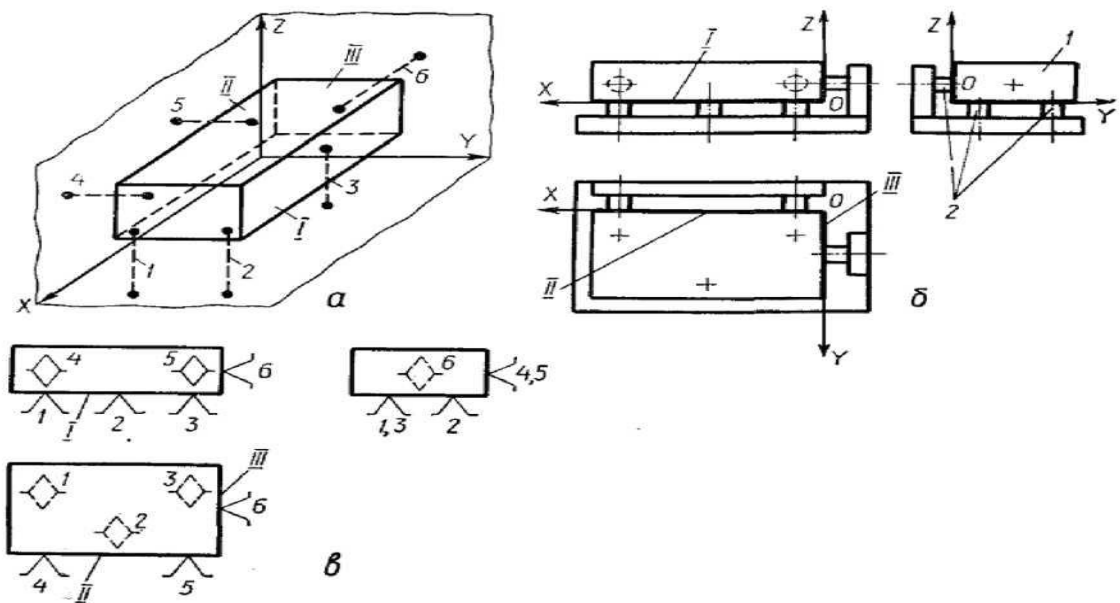


Рис. 4. Схема базування заготовки по правилу 6-ти точок

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає призначення базування заготовки у процесі її оброблення?
2. Що таке базування?
3. Що таке база?
4. Які є види баз?
5. Характеристика вимірjuвальної бази
6. Характеристика технологічної бази
7. Характеристика конструкторської бази
8. Класифікація технологічних баз
9. Поняття чорнoвої і чистової технологічних баз, їх призначення

Лекція 7. Методи обробки поверхонь

План

1. Обробка різанням
2. Електромеханічна обробка
3. Електроерозійна (електрофізичних) обробка
4. Електрохімічна, електроабразивна, ультразвукова обробка
5. Електрофізико-термічна, термічна та хіміко-термічна обробка
6. Обробка дуговим плазмовим струменем

У механічних цехах середнього та малого масштабу попередня обробка заготовок, тобто виконання заготівельних операцій, зазвичай проводиться в заготівельному відділенні, яке часто розташовується при цеховому складі заготовок і матеріалів. При наявності на заводі декількох великих механічних цехів замість заготівельного відділення організовується самостійний заготівельний цех, який обслуговує всі металообробні цехи заводу.

1. Обробка різанням

Задані форми, розміри та якість поверхонь деталей машин досягаються в основному обробкою різанням; обробку різанням поділяють на обдирку, чорнову, напівчистову та чистову. Для отримання точних розмірів мінімальної шорсткості поверхні застосовують тонку обробку.

Обдирання - попередня обробка різанням заготовок, отриманих литтям, куванням або прокаткою. Обдиранню піддають великі поковки та відливки. Обдиранням зменшують просторові відхилення та похибки форми вихідної заготовки.

Чорнову обробку використовують для заготовок, що піддавалися обдиранню, для великих штампованих заготовок.

Напівчистову обробку застосовують, коли при чорновій обробці не може бути видалений весь припуск або коли до точності геометричних форм оброблюваної заготовки та просторовим відхиленням її елементів пред'являються підвищені вимоги.

Чистову обробку застосовують як остаточну або проміжну під подальшу обробку. Одноразовій чистовій обробці піддають заготовки, отримані методами, що забезпечують високу точність їх виконання (штампування по першій групі точності, лиття в кокіль, лиття по виплавленій моделі тощо) на режимах, близьких до режимів тонкої обробки.

Тонку обробку різцями застосовують як метод остаточної обробки зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь (замінює шліфування) і здійснюють при високих швидкостях різання, малих глибинах різання (0,05-0,5 мм) на спеціальних верстатах.

Фрезерування - обробка металів і неметалічних матеріалів зняттям стружки, при якій ріжучий інструмент - фреза - здійснює обертальний рух, а оброблювана заготовка - поступальний. Застосовується для обробки площин, криволінійних поверхонь деталей, різьбових поверхонь, зубчастих і черв'ячних коліс та ін. При обробці фрезами розрізняють чорнове, напівчистове, чистове, а при обробці торцевими фрезами й тонке фрезерування.

Свердління - утворення зняттям стружки отвору в суцільному матеріалі за допомогою свердла, зазвичай здійснює обертальний і поступальний руху відносно своєї осі (при свердлінні отворів на свердлильних верстатах обертається інструмент (свердло); при свердлінні на токарних верстатах (а також на верстатах для глибокого свердління) звичайно обертається оброблювана деталь).

Зенкування - чистова обробка отворів зенкером після свердління, у відливках, після гарячого або холодного пробивання отворів у поковках або штампівках, циліндричних заглиблень під головки або шийки гвинтів і т. п.

Розгортання - чистова обробка конічних і циліндричних поверхонь за допомогою металорізального інструмента - розгортки. Розгортання отворів застосовують як метод остаточної обробки або як метод, що передуює хонінгуванню, тонкому розточуванню, притиранню. Розгортання використовують для одержання отворів точного діаметру.

Протягування - спосіб обробки різанням внутрішніх і зовнішніх поверхонь заготовок на протяжних верстатах. При протягуванні застосовують багатолезовий різальний інструмент - протяжку. Протягуванням обробляють наскрізні отвори, пази будь-якого перетину (шпонкові канавки), плоскі та криволінійні поверхні, а також зовнішні поверхні обертання. Протягування

отворів роблять після свердління, а пазів і зовнішніх поверхонь - за необробленої поверхні.

Шліфування - чистова обробка поверхонь деталей абразивними інструментами Шліфування застосовують як метод попередньої і остаточної обробки. Обдирочне шліфування часто використовують для одержання базових поверхонь у дрібних і середніх відливках.

Хонінгування - обробка поверхонь заготовок спеціальним інструментом - хоном, забезпеченим дрібнозернистими абразивними брусками; хон обертається й одночасно здійснює зворотно-поступальний осьовий рух; в результаті на оброблюваній поверхні утворюється дрібна сітка пересічних рисок від абразивних зерен, що добре утримує мастило. Хонінгуванням усувають конусоподібність та овальність отвору без зміни положення його осі. Хонінгування поділяють на попереднє, чистове і тонке в залежності від припуску, що знімається та зернистості абразивних брусків.

Суперфінішування - тонка оздоблювальна обробка поверхні заготовок брусками із мікропорошкових абразивних матеріалів. Заготовка, зазвичай, обертається або рухається поступально, а брусок здійснює складний коливальний рух при малому, але постійному тиску на заготовку.

Притирання - доведення деталей, що працюють в парі (пари зубчастих передач, пари клапанів двигунів, плунжерні пари паливної апаратури тощо), для забезпечення найкращого контакту робочих поверхонь.

Полірування - обробка матеріалів до отримання дзеркального блиску поверхні. Полірування проводять м'яким полірувальним колом з нанесеною на нього полірувальною пастою або струменем абразивної рідини. Обробка поверхонь із застосуванням притиральних і полірувальних паст базується на одночасній дії інструменту (притира або полірувального м'якого кола) і поверхнево-активних речовин, що містяться в пастах. На відміну від притирання полірування не підвищує точність обробки.

2. Електромеханічна обробка

Це спосіб остаточної обробки металевих виробів різанням або тиском, супроводжується місцевим нагріванням поверхні електричним струмом поблизу формотворного інструменту.

Електро механічну обробку здійснюють в умовах місцевого нагріву шару металу, що знімається при підводі в зону різання електричного струму великої сили (300-1000 А) і малої напруги (1-5). При електро механічному згладжуванні відбувається деформування мікронерівностей поверхні, що нагрівається, із допомогою електричного струму. Інструментом служить ролик або полірувальник. Поєднання теплового (температура в зоні контакту інструмента і заготовки досягає 800-900° С) і силового дії змінює структуру і механічні властивості поверхневого шару, підвищуючи його твердість і зношуваність.

3. Електроерозійна (електрофізичних) обробка

Цей спосіб обробки металів ґрунтується на тепловій дії імпульсів електричного струму, між електродами - інструментом та оброблюваною заготовкою. Має чотири різновиди: електроіскрова, електроімпульсна, анодно-механічна та електроконтактна.

а) *електроіскрова обробка* заснована на дії короткочасних іскрових розрядів (тривалість менше однієї сотисячної частки секунди) на оброблюваний матеріал. Для отримання іскрових розрядів використовують електричний генератор імпульсів обмеженої потужності. Цю обробку застосовують для прошивання отворів малого діаметра, різання вузьких пазів і вирізання по контуру;

б) *електроімпульсна обробка* полягає в послідовному збудженні розрядів між поверхнями інструменту та заготовки з допомогою імпульсів напруги, що виробляються спеціальним генератором, що дає більш тривалий і потужний дуговий розряд;

в) при *анодно-механічній обробці* для створення короткочасних розрядів використовують швидке переміщення інструменту відносно оброблюваної заготовки. Інструментом служить металевий диск, що обертається, металева стрічка або дріт. В зону обробки подається електроліт. На поверхні заготовки утворюється струмонепровідна плівка. У місцях контакту заготовки з інструментом, вона видаляється. За допомогою анодно-механічного процесу можна різати прокат та прорізати пази;

г) при *електроконтактній обробці* для створення короткочасних розрядів використовують швидке переміщення інструменту відносно оброблюваної заготовки без подачі електроліту.

4. Електрохімічна, електроабразивна, ультразвукова обробка

Електрохімічна обробка

Це спосіб обробки виробів в потоці електроліту. При обробці використовують постійний струм напругою 12 - 25 В і дешевий електроліт (водний розчин кухонної солі). Застосовують при виготовленні деталей складної конфігурації (штампи, прес-форми та ін.), для гравірування, згладжування країв, зняття задирок та т. п.

Електроабразивна обробка.

Спосіб заснований на електрохімічному розчиненні твердого матеріалу при одночасному видаленні продуктів розчинення із зони обробки. Цей метод відрізняється від анодно-механічної обробки тим, що використовується тільки один інструмент - електропровідний абразив з графітовим наповнювачем, який є одночасно й катодом, й інструментом.

Ультразвукова обробка

Спосіб полягає у впливі ультразвуком на речовину. Застосовують для обробки заготовок з матеріалу підвищеної крихкості (тверді сплави, скло, кварц, мінералокераміка, алмаз, германій, кремній і ін). При цьому отримують глухі та наскрізні отвори різного діаметру, вузькі пази, різьблення, виконують обробку поверхонь обертання та інші операції. При ультразвуковому шліфуванні та хонінгуванні забезпечується зменшений тиск абразивного інструменту на оброблювану заготовку та відбувається менше засолювання інструменту.

5. Електрофізико-термічна, термічна та хіміко-термічна обробка

Електрофізико-термічна обробка

Здійснюють за допомогою джерела тепла, що утворюється в результаті концентрації енергії пучка електронів, іонів, фотонів і випаровування матеріалу. До таких методів відноситься електронно-променева, іонно-променева та світло-променева (лазерна) обробка. Ці методи застосовують для прошивки дрібних отворів і пазів в тонких деталях, а також для їх розрізання.

Термічна та хіміко-термічна обробка.

Цю обробку застосовують для зміни фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей металів, що визначають технологічні та експлуатаційні характеристики деталей.

При термічній обробці відбуваються структурні та фазові зміни, а також зміни напруженого стану металу. Основні види термічної обробки - відпал, нормалізація та відпуск, поліпшення та старіння.

Хіміко-термічна обробка протікає з дифузійним насиченням поверхневих шарів заготовки різними елементами; при цьому хімічний склад поверхневого шару змінюється. До хіміко-термічної обробки відносяться цементація, азотування, ціанування, алітування, хромування та ін.

6. Обробка дуговим плазмовим струменем

Проводиться за допомогою горіння, в якому дуговий розряд виникає у вузькому електрично нейтральному каналі між двома електродами. Уздовж стовпа дуги пропускають газ, який в зоні розряду іонізується, набуває властивості плазми та виходить з пальника у вигляді яскравого струменя, що має температуру 15000°C. З допомогою цього виду обробки можна наносити покриття та різати заготовки з різноманітних матеріалів - провідників, напівпровідників і діелектриків. Крім різання пальниками можна здійснювати стругання поверхонь, підготовку кромek листів з нержавіючої сталі та інших металів і сплавів під зварювання.

Питання для самоконтролю

1. Суть обробки різанням.
2. Види обробки різанням та їх характеристика?
2. Характеристика електромеханічної обробки
3. Суть електроерозійної (електрофізичної) обробки
4. Суть електрохімічної, електроабразивної, ультразвукової обробок
5. Суть електрофізико-термічної, термічної та хіміко-термічної обробок
6. Характеристика обробки дуговим плазмовим струменем

Лекція 8. Точність механічної обробки

План

1. Поняття про точність
2. Основні фактори, що впливають на точність
3. Методи досягнення заданої точності при обробці деталей

1. Поняття про точність

Точність – основна характеристика будь-якої машини. Виготовити деталь абсолютно точно неможливо, тому точність може бути різною.

Точність деталі визначається:

- а) відхиленням розмірів дійсних від номінальних;
- б) відхиленням від геометричної форми деталі та її окремих елементів;
- в) відхиленням поверхонь та осей окремих елементів від їх взаємного розташування.

Основні визначення і допустимі норми відхилень форми і розташування поверхонь приведені в ГОСТ 10356-88.

Залежно від необхідної точності змінюється трудомісткість, а значить і собівартість виготовлення деталі і машини в цілому.

Стандартом передбачені класи точності, які мають порядковий номер і зростають зі зменшенням точності виготовлення: 1 – найточніший; 2 – точний; 3 – звичайна або середня точність, наступні класи для більш грубих робіт.

Класи точності:

1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8, 9:

2-й – основний

На точність деталі впливають: точність виготовлення заготовки, методи попередньої та кінцевої обробки, методи термічної обробки.

Економічна точність – досягається при мінімальній собівартості обробки в нормальних виробничих умовах (справні верстати і пристрої, відповідні інструменти, нормальні затрати часу і кваліфіковані робітники).

Досяжна точність – досягається при обробці в особливих, найбільш сприятливих умовах, незвичайних для умов даного виробництва, висококваліфікованими спеціалістами без врахування затрат часу і собівартості виготовлення.

2. Основні фактори, які впливають на точність обробки

До основних факторів, які впливають на точність обробки відносяться:

а) неточність верстатів (неточність виготовлення окремих деталей і складання, зазори в підшипниках та напрямних, зношування деталей, непаралельність і неперпендикулярність направляючих та осей. Геометрична точність верстата визначається при його ненавантаженому стані за допомогою індикаторів рівні, точних лінійок та інших пристроїв. Точність верстатів регламентується стандартом. Наприклад: радіальне биття шпинделя 0,01...0,015 мм, похибка паралельності направляючих до 0,02 мм на 1 м довжини і не більше 0,05...0,08 мм і т.д.

Спрацювання відбувається, в основному, в деталях, що сприймають навантаження при обробці. Це підшипники шпинделя, направляючі.

б) точність виготовлення різального та допоміжного інструмента, пристроїв та його спрацювання при роботі.

Найбільший вплив має знос по заданій поверхні, а також затуплення різального леза, що збільшує радіальну силу різання.

Похибка пристрою повинна бути не більша $1/3 \dots 1/5$ від загальної похибки обробки. Також відбувається зношування елементів пристроїв для базування і спрямування різального інструменту.

в) неточність встановлення інструмента та налагодження верстата. В умовах одиничного виробництва – робітника, що виготовляє деталь в серійному та масовому залежить від кваліфікації налагоджувальника. В одиничному виробництві – розмір досягається пробними проходами (взяття пробної стружки). Недолік – різна товщина стружки на різних ділянках.

Метод автоматичного отримання розміру (умови серійного та масового виробництва) коли неточності виникають внаслідок зношування інструменту і неточності при зміні інструмента.

г) похибки установки та базування заготовки на верстаті або в пристрої.

Похибка базування виникає внаслідок неспівпадання встановлювальної та вимірювальної баз. Похибка закріплення – через зміщення заготовки внаслідок затискання

При базуванні циліндричних поверхонь в призмах вісь симетрії деталі завжди знаходиться в площині симетрії деталі, але відстань від основи призми до центра деталі змінюється залежно від відхилення діаметра заготовки та кута призми. Розрахунки здійснюють за допомогою нескладних математичних розрахунків.

При обробці валів в центрах, якщо передній центр жорсткий, то похибка базування в осьовому напрямку визначається за формулою:

д) деформації в системі верстат-пристрій-інструмент-деталь (ВПІД) під дією сил різання. Їх можна роз на деформації окремих деталей верстата чи пристрою, інструмента чи деталі, зазорів та пружного відтискання в з'єднаннях верстата чи пристрою. Перші розраховуються за формулами з опору матеріалів, другі – набагато складніші.

Під жорсткістю пружної системи розуміють її здатність чинити опір дії сил, які хочуть її деформувати. Жорсткість системи ВПІД має суттєвий вплив на точність обробки і виникнення вібрацій.

Вплив жорсткості заготовки є особливо великим при обробці циліндричних поверхонь на токарних та круглошліфувальних верстатах. Якщо відношення довжини вала до діаметра більше 12, то вал вважається нежорстким і при обробці використовують спеціальні опори (люнети - рухомі або нерухомі).

При обробці вала в патроні прогин в 16 більший, ніж при точінні в центрах. При обробці на токарному верстаті радіальна складова сили різання викликає також відтиск передньої і задньої бабки (за нормативами 0,02 мм при зусиллі 2000 Н для передньої бабки (шпинделя), задньої 0,04 мм, супорта 0,03 мм.

Для покращення точності обробки також використовують додаткові опори для підвищення жорсткості кріплення інструментів.

е) деформація деталі, яка виникає при її закріпленні для обробки.

Найбільший вплив мають при обробці габаритних деталей на стругальних та фрезерних верстатах (притискні планки треба встановлювати якнайближче до опор стола).

При обробці довгих валів сили затискання центрами можуть згинати вал або стискати його.

При обробці тонкостінних заготовок в патроні виникає деформація від дії сили затиску, яка може бути і залишковою.

є) теплові деформації та внутрішні напруження.

Теплові деформації виникають від:

1) нагрівання інструменту і деталі за рахунок сил різання; 2) нагрівання деталей верстата через тертя при роботі; 3) непостійності температури приміщення.

Найбільший вплив теплові деформації мають при обробці деталей по 1 і 2 класу точності. Тому практично при всіх видах обробки використовують мастильно-охолоджувальні рідини(МОР).

Вимірювання точних деталей здійснюється в приміщенні з постійною температурою. Неточність обробки може виникати і через перерозподіл внутрішніх напружень при зрізанні шару матеріалів. Найбільший вплив для великих відливок, тому для них використовують так зване „старіння”.

Відливки обробляють спочатку на чорно, а потім здійснюють чистові операції. Значний вплив мають теплові деформації також при зварюванні.

ж) впливу якості поверхні на показники вимірювання, тобто чим вища шорсткість тим більша похибка, оскільки вимірювання здійснюється по виступах нерівностей.

Сумарна похибка обробки складається з усіх вищеперерахованих і вони можуть накладатися, взаємопогашатися, тому загальну похибку треба визначити в кожному конкретному випадку.

3. Методи досягнення заданої точності при обробці деталей

Механічна обробка для досягнення заданої точності деталі може бути здійснена наступними двома методами:

а) методом індивідуального отримання заданих розмірів і форми оброблюваних поверхонь (метод пробних проходів);

б) метод автоматичного отримання форми і розмірів оброблюваних поверхонь.

Перший метод застосовується головним чином в одиничному і дрібносерійному виробництві, і, як правило, пов'язаний з попередньою розміткою заготовки перед обробкою. Припуск під обробку (шар металу, який необхідно видалити) в більшості випадків знімають за декілька проходів інструменту. Після кожного проходу деталь вимірюють і поступово, з кожним новим проходом наближаються до заданого розміру. Як правило, перші проходи виконують не на всю довжину оброблюваної поверхні і лише після “вловлювання” необхідного розміру проводять обробку всієї поверхні. Цей метод вкрай непродуктивний, точність обробки майже повністю залежить від кваліфікації робітника.

При обробці деталей другим методом повністю виключається розмітка заготовок і вивірка їх положення при встановленні на верстат. Суть методу автоматичного отримання розмірів легко проілюструвати на прикладі.

На столі верстату поміщають спеціальне пристосування, яке забезпечує необхідне встановлення деталі відносно ріжучого інструменту (в даному випадку фрези). Саме пристосування при цьому встановлюється відносно шпинделя верстата таким чином, щоб витримати розміри h і a . Ширина паза b в даному випадку визначається розміром d фрези, а розмір c забезпечується за рахунок обмеження величини ходу стола верстата. Для цієї мети використовуються спеціальні шляхові датчики (упори), які дозволяють витримувати даний розмір із заданою точністю. Всі ці перераховані попередні роботи, а також встановлення режимів різання на верстаті виконуються кваліфікованими робітниками-налагоджувальниками. На долю робітника-верстатника залишається, як правило, виконання наступних прийомів: встановлення, закріплення, зняття і заміна оброблюваних деталей, пуск і зупинка верстата, контроль за його роботою, контроль якості виготовлюваних деталей.

Точність виготовлення деталей при використанні методу автоматичного отримання розмірів не залежить від кваліфікації робітника-верстатника,

продуктивність процесу обробки, як правило, висока, отримані деталі взаємозамінні.

Таким чином, метод автоматичного отримання розмірів оброблюваних поверхонь характеризується перш за все тим, що робота проводиться на попередньо налагоджених верстатах із застосуванням спеціальних пристосувань і більш складного налагодження самого верстату. При цьому, як вже було сказано, виключається розмітка заготовок і вивірка їх положення в процесі встановлення на верстаті.

Точність обробки має свій числовий вираз через похибку обробки, яка і характеризує ступінь невідповідності реальної деталі ідеальній схемі, покладеній в основу методу обробки. Для правильної побудови технологічного процесу обробки, який би забезпечував отримання деталі із заданою ступеню точності (допустимою величиною похибки у всій партії) необхідно знати джерела виникнення похибок, а також знати способи зменшення або виключення цих похибок.

Точність певного класу (квалітету) досягається використанням різних верстатів та інструментів для обробки.

Отвори:

(3кл) 6-7-й кв. - шліфування, зенкування;

(4кл) 11-й кв. - свердло з кондуктором;

(5кл) 12-13-й кв. - свердло, різець на всіх верстатах;

(2кл) 3-5-й кв. - чистове розвертання, протягування, хонінгування, протирання.

Вали:

5-6-й кв. - чистове шліфування, притирання;

6-7-й кв. - шліфування;

8-9-й кв. - чистове точіння, шліфування;

11-й кв. - точіння на майже всіх верстатах;

12-13-й кв. - точіння на всіх верстатах;

Найточніший спосіб обробки – шліфування.

Методи досягнення точності обробки:

- чистове точіння з зачисткою шліфувальною стрічкою - 0,02мм (20мкм);
- точне шліфування - 0,005мм (5мкм);
- шліфування на прицевійних верстатах - 0,0025мм (2,5мкм);

Питання для самоконтролю

1. Що розуміють під точністю та чим вона визначається?
2. Перерахуйте класи точності деталей машин.
3. Дайте поняття економічної та досяжної точності.
4. Охарактеризуйте фактори, які впливають на точність.

Лекція 9. Типові технологічні процеси виготовлення деталей

План

1. Класифікація типових деталей
2. Матеріали та способи отримання заготовок ступінчастих валів
3. Технологічний процес виготовлення ступінчастих валів

1. Класифікація типових деталей

Згідно класифікації, виділено 8 класів, за якими деталі поділяються за формою та подібністю процесів виготовлення на:

- 1) корпусні деталі;
- 2) круглі стрижні;
- 3) порожнисті циліндри;
- 4) диски;
- 5) не круглі стрижні;
- 6) невеликі деталі складної форми;
- 7) кріпильні деталі;
- 8) спеціальні деталі.

До класу «Корпусні деталі» відносяться всі відлиті та зварні деталі коробчастої форми, а також деталі типу станин, стійок, плит, кутників, кришок, кронштейнів, блоків циліндрів, барабанів багатошпиндельного обладнання тощо.

Клас «Круглі стрижні» - деталі типу валів, осей, штоків, штанг, шпинделів тощо.

Клас «Порожнинні циліндри» - труби, втулки, гільзи, циліндри тощо.

Клас «Диски» - шків, маховики, фланці, зубчасті колеса тощо.

Клас «Некруглі стрижні» - важелі всіх видів, балки, криві стрижні тощо.

До класу «Невеликі деталі складної форми» відносяться трійники, штуцери, кутники, фасонні деталі.

«Кріпильні деталі» - болти, гайки, шпильки, штифти, гвинти, заклепки, шпонки тощо.

Клас «Спеціальні деталі» - деталі складної конфігурації.

Розроблені типові технологічні процеси обробки однотипних деталей визначають напрямок процесу, орієнтуючись на який, заводські технологи можуть розробляти конкретний технологічний процес із врахуванням наявного обладнання, інструментів, способів отримання заготовок тощо.

Типовий технологічний процес звичайно проектують на найбільш складну деталь певного класу (так звану комплексну деталь).

Більш прості деталі оброблюють за цим же технологічним процесом за винятком операцій, яких не треба виконувати.

2. Матеріали та способи отримання заготовок ступінчастих валів.

В загальному машинобудуванні зустрічаються вали безступінчасті і ступінчасті, суцільні та порожнинні, гладкі та шліцеві, вали-шестерні, а також комбіновані улюбій послідовності. За формою геометричної вісі вали бувають прямими, колінчастими, кривошипними та ексцентриковими.

Найбільше розповсюдження у машинобудуванні мають різні ступінчасті вали середніх розмірів, серед яких переважають гладкі. Понад 85% загальної кількості валів становлять вали довжиною 150...1000мм.

Вали в основному виготовляють з конструкційних і легованих сталей, що мають високу міцність, добру оброблюваність, здатні до термообробки. Цим вимогам найповніше відповідають сталі 35, 40, 45, 40Х, 40Г2, 65Г тощо.

Леговані сталі застосовують рідше через їхню високу вартість, а також через підвищену чутливість до концентрації напруг.

Продуктивність механічної обробки валів залежить від виду матеріалів, розмірів і конфігурації заготовок, а також від типу виробництва.

Заготовки отримують відрізанням від гарячекатаних або холоднотянутих прутків (одиничне, дрібносерійне та серійне виробництво).

На виробництві з великим масштабом випуску та при виготовленні валів складної конфігурації заготовки доцільніше отримувати способами пластичного деформування. Ці способи (кування, штампування, прокат, обтиснення) дозволяють отримувати заготовки, за формою та розмірами

найбільш близькі до готової деталі, що значно підвищує продуктивність механічної обробки. При цьому значно зменшується металомісткість, що характеризується коефіцієнтом використання металу.

Вибір найбільш раціонального способу отримання заготовок у кожному окремому випадку визначається комплексно з врахуванням техніко-економічної доцільності. Зі збільшенням масштабу випуску особливого значення набуває ефективність використання металу та зменшення трудомісткості механічної обробки. Тому у крупносерійному та масовому виробництві повинні домінувати способи отримання заготовок з коефіцієнтом використання металу від 0,7 та більше. Штучну заготовку з прутка доцільно замінювати на штамповану, якщо досягається підвищення коефіцієнта використання металу хоча б на 5%.

При механічній обробці заготовок на автоматизованих верстатах особливого значення набуває точність заготовок.

3. Технологічний процес виготовлення ступінчастих валів

Розробка технологічного процесу виготовлення вала починається з детального вивчення його службового призначення у машині і технічних умов, яким він повинен відповідати.

Для цього вивчають складальне креслення того вузла, до якого входить оброблюваний вал, технічні вимоги технології складання.

Основними базами більшості валів є поверхні їх опорних шийок. Але використовувати їх у якості технологічних баз для обробки зовнішніх поверхонь неможливо, особливо, при умові дотримання принципу єдності баз.

Тому для більшості операцій, за технологічні бази приймають поверхні центрових отворів з обох торців заготовки, що дозволяє оброблювати практично всі зовнішні поверхні вала на одних і тих же базах з установкою його в центрах.

У зв'язку з цим механічну обробку валів розпочинають з операції підготовки технологічних баз – підрізання торців та їх центрування.

В залежності від типу виробництва цю операцію можна здійснювати на токарних, револьверних верстатах, а також на centruвальних і фрезерувальних верстатах. Більшість фрезерно-центрувальних верстатів вмонтувати в автоматичну лінію. Двосторонній фрезерно-центрувальний верстат 73C1 має дві позиції для закріплення заготовки, на яких послідовно здійснюється фрезерування торців і їх центрування.

Фрезерно-центрувальні верстати MP77 і MP78 барабанного типу одночасно фрезерують та центрують дві заготовки без зняття їх з верстата. Ці верстати

продуктивні, але габаритні, складним є і їх налагодження. У складі автоматичних ліній найчастіше застосовують верстати A981 для фрезерування торців і A982 для центрування.

Зовнішні поверхні ступінчастих валів обточують на токарних, токарно-копіювальних, горизонтальних багатоінструментних верстатах, на одно- та багатошпиндельних автоматах, на токарних верстатах із 4ПК.

При обробці валів у центрах для витримування лінійних розмірів від постійної бази доцільно застосовувати плаваючі центри з цпором торця заготовки в упорні кільця. Це дозволяє досягти високої точності установки заготовки, незалежно від похибок глибини їх зацентрування.

За допомогою копіювальних пристроїв можна вести обробку валів за 8-9 квалітетах точності.

Багаторіцева обробка жорстких валів забезпечує 9-11 квалітети.

Багаторіцева обробка може виявитися ефективнішою за копіювальну при обробці валів, що мають значні перепади діаметрів шийок. Але суттєве збільшення сил різання може привести до демормування оброблювального вала, а це примушує зменшувати подачу порівняно з копіювальною обробкою.

Сучасні токарно-копіювальні верстати у 1,5...2 рази продуктивніші універсальних токарних. Вони мають відкриту робочу зону, що дозволяє наскрізне трансформування деталі при обробці на автоматних лініях. На них можна вести чорнову обробку багаторіцевим супортом, а чистову — одноріцевим із використанням копіювального пристрою.

Основні моделі токарно-шліфувальних верстатів мають до 5 автономних копіювальних супортів. Це дозволяє вести незалежну обробку на різних ділянках, що значно поліпшує продуктивність

Застосування такого обладнання є доцільним, коли на окремих шийках наявний великий припуск, який неможливо зняти за один прохід.

У дрібносерійному виробництві економічно доцільно застосовувати верстати з ЧПК. Автоматичний цикл обробки дозволяє здійснювати швидко переналагодження цих верстатів для обробки валів різних типів розмірів.

Лекція 10. Технологія процесів складання

План

1. Роль складання в машинобудуванні
2. Види скального процесу
3. Типи складального виробництва

1. Роль складання в машинобудуванні

В машинобудівному виробництві, залежно від характеру технологічних процесів, розрізняють три стадії: заготівельну, механообробних і складальну.

Заготівельні виробництва в якості вихідних виробів використовують продукцію металургійних підприємств, що надходить у вигляді «чушок» і прокату різного сортаменту металів. Методами литва і обробки тиском ці вироби перетворюються на виливки, поковки, штампування, які своїми розмірами і конфігураціями вже дають уявлення про реальні деталі автомобілів і тракторів.

В той же час, точність розмірів і якість поверхонь виробів, одержуваних у заготівельних виробництвах, в більшості випадків не відповідають вимогам креслень деталей.

Необхідна якість параметрів деталей досягається в механообробних виробництвах. У цих виробництвах методами лезової обробки поверхонь (точіння, фрезерування, протягування, свердління тощо), абразивної обробки (шліфування, хонінгування, полірування і т.д.) і методами поверхневого пластичного деформування забезпечуються вимоги, сформульовані конструктором на кресленні деталі.

Складання - це завершальний етап виробництва, що забезпечує отримання кінцевої продукції із заданими технічними якостями. Порівнюючи три стадії виробництва між собою, на перший погляд видається, що складання виробу найбільш простий етап. Тут не потрібно обладнання, що реалізує великі зусилля і температури, характерні для процесів заготівельного виробництва, великі потужності і широка номенклатура типів обладнання та інструментів механообробки. В принципі, складальні процеси можна реалізувати за рахунок простих технічних засобів і, відповідно, великої кількості робітників. При цьому якість продукції, що випускається і економічні показники роботи підприємства погіршуються.

Створення високоефективного складального виробництва особливо гостро залежить від технологічності конструкції складальних одиниць. Саме збірка є основним критерієм, що визначає якість конструкторських розробок для умов конкретного виробництва.

Процес складання є заключним етапом виготовлення машини, що визначає в значній ступені її експлуатаційні якості. Процес виготовлення машини може гарантувати досягнення усіх необхідних її експлуатаційних показників, а також надійності і довговічності в експлуатації лише при умові високоякісного проведення усіх етапів складання машини (тобто складання і регулювання окремих складаних одиниць – вузлів і загального складання і випробовування виготовленого виробу в цілому).

Це пов'язано з тим, що в процесі складання по різних причинах можуть виникати похибки взаємного розташування деталей, які суттєво знижують точність і службові якості виробу, що складається. Трудомісткість складання складає 25 ... 35 % загальної трудомісткості виготовлення виробів, а при великому обсязі припасовувальних робіт (в одиничному і дрібносерійному виробництві) вона досягає 40 ... 50 %.

Тому технологічні процеси механічної обробки завжди підпорядковуються технології складання.

Виготовлення сучасних машин вимагає чіткої організації технологічного процесу складання при ретельній технологічній підготовці виробництва. В загальному випадку всі процеси під час виробництва можуть бути класифіковані за ознаками:

- 1) за призначенням у виробництві - основний, допоміжний, обслуговуючий;
- 2) за характером виконуваних операцій - заготівельний, оброблювальний, складальний;
- 3) за характером об'єкту виробництва - простий, складний;
- 4) за участю праці в процесі - трудовий, природний;
- 5) за характером протікання в часі - дискретний, безперервний;
- 6) за мірою автоматизації - ручний, механізований, автоматизований, автоматичний.

2. Види складального процесу

Складання - це процес утворення рознімних або нероз'ємних з'єднань складових частин або виробу в цілому. В залежності від утворюваних, в процесі складання, елементів збірку поділяють на вузлову і загальну.

Вузлове складання (збірка) - це процес, об'єктом якого є складова частина виробу.

Загальне складання - це процес, об'єктом якого є виріб в цілому.

По стадіях процесу складання поділяється на такі види:

1) попереднє складання (збірка) - складання заготовок, складових частин або виробу в цілому, які в подальшому підлягають розбиранню (наприклад, попередня збірка вузла з метою визначення розміру нерухомого компенсатора);

2) проміжне складання (зборка) - складання заготовок, виконане для подальшої їх спільної обробки (наприклад, попередня збірка корпусу редуктора з кришкою для подальшої спільної обробки отворів підшипників)

3) складання під зварювання - складання заготовок для їх подальшого зварювання;

4) остаточне складання - складання виробу або його складової частини, після якої не передбачене його подальше розбирання під час виготовленні.

Після остаточного складання для деяких виробів може слідувати демонтаж, до складу якого входять роботи по частковому розбиранні зібраного виробу з метою підготовки його до упаковки та транспортування

За методом утворення з'єднань процес складання поділяється на:

- слюсарну збірку - збірку виробу або його складової частини за допомогою слюсарно-складальних операцій;

- монтаж - установку виробу або його складових частин на місці використання (монтаж верстата з ЧПУ на підприємстві-споживачі);

- електромонтаж - монтаж електровиробів або їх складових частин, які мають струмопровідні елементи;

- зварювання, паяння, клепку і склеювання.

3. Типи складального виробництва

Зміст робіт, пов'язаних з виконанням складальних операцій залежить від типу складального виробництва. Тип складального виробництва (одиничне, серійне, масове) має великий вплив на технологію і організацію процесу збірки в машинобудуванні. Одиничне і дрібносерійне складальне виробництво характеризується:

- великою номенклатурою виробів;
- відсутністю усталеної технології складання;
- широким використанням універсального обладнання і інструментів;
- наявністю висококваліфікованих робітників;
- великим обсягом припасувальних робіт.

В багатосерійному виробництві обсяг робіт по збірці поділяється виділяється на вузлове і загальне складання. Значно зменшується обсяг припасовувальних робіт. Вироби збирають серіями, повторюючи через певні проміжки часу. У масовому виробництві складання однойменних виробів ведеться постійно. Є чіткий поділ на вузлове і загальне складання. За кожним робочим місцем закріплені певні складальні операції. Час виконання однієї складальної операції узгоджують із загальним темпом збірки.

Розробляються найдокладніші вузлові технологічні процеси і технологічний процес загального складання. Обладнання розташовується по потоку у відповідності з технологією збірки. Припасовувальні роботи, як правило, відсутні. Кваліфікація робітників нижче, ніж в одиничному і серійному виробництві. У структуру складальної операції в загальному випадку входять: подача деталей; їх орієнтація відносно один одного або якої-небудь однієї деталі; з'єднання; закріплення; зняття зібраного вузла і, нарешті, контроль (можливо і навпаки - контроль, а потім зняття вузла або подача його на наступну позицію збірки).

У складі технологічного процесу складання виробу в загальному вигляді виділяють наступні основні види робіт: підготовчі роботи; припасовувальні.

Питання для самоконтролю

1. Яка роль складання в машинобудуванні?
2. Які види складального процесу вам відомі?
3. Охарактеризуйте типи складального виробництва?

Лекція 11. Технологічне обладнання для виготовлення деталей

План

1. Вибір технологічного обладнання
2. Вибір пристроїв
3. Вибір різального та допоміжного інструментів

При розробці проектної технології вибір технологічного обладнання обмежується економічними міркуваннями.

Згідно з класифікацією верстатів, запропонованою А.І. Кашириним, верстатне обладнання поділяється на такі види: верстати широкого або загального призначення (універсальні), верстати високої продуктивності, верстати спеціалізовані та спеціальні.

Верстати широкого або загального призначення застосовують у серійному та одиничному виробництвах.

Верстати високої продуктивності мають обмежені технологічні можливості. Проте, завдяки підвищеній потужності та жорсткості, на них можна вести обробку на більш високих режимах різання і більш концентрованими методами. До верстатів цього типу належать: токарні багаторізцеві, гідрокопіювальні, одно- і багатопшпіндельні автомати і напіваавтомати, круглошліфувальні, що працюють методом поперечної подачі, безцентрово-шліфувальні, барабанно- й карусельно-фрезерні та ін. Такі верстати призначені для великосерійного та масового виробництва.

Спеціалізовані верстати створюють на базі верстатів високої продуктивності встановленням додаткових шпінделів та інших вузлів, за допомогою яких вони можуть бути пристосовані для виконання конкретних операцій при обробці конкретних деталей в умовах масового виробництва.

Спеціальні верстати проектують та виготовляють на особливе замовлення та використовують для виконання певної операції. Проектування та виготовлення верстатів цієї групи є дуже дорогим. Тому вони виправдовують себе лише у масовому виробництві. Особливі групи складають агрегатні верстати, що застосовуються в серійному та масовому виробництвах, та верстати з числовим програмним керуванням, які використовують в умовах дрібно - та середньосерійного виробництва.

Вибір технологічного обладнання повинен базуватись на аналізі витрат на реалізацію технологічного процесу в межах життєвого циклу виробів при заданій їх якості. Результати аналізу подають відношенням: основних часів, штучних часів, приведених затрат при виконанні робіт на різних верстатах.

Обладнання вибирають за головним критерієм, що найбільше виявляє його функціональне призначення і технологічні можливості. Таким критерієм є вид обробки, на який розрахований верстат, відповідно до його службового призначення (токарний - для точіння, фрезерний - для фрезерування та ін.). Другим за важливістю критерієм є габаритні розміри робочої зони верстата, які повинні відповідати габаритним розмірам заготовки із врахуванням розмірів пристрою. Третім критерієм є відповідність верстата необхідній точності обробки.

При виборі обладнання користуються паспортами верстатів, а за їх відсутності - каталогами металорізального та іншого обладнання.

2. Вибір пристроїв

При виборі пристроїв керуються наступними міркуваннями. В одиничному і дрібносерійному виробництвах широко застосовують універсальні пристрої (патрони, лещата, ділильні універсальні головки, поворотні столи тощо). У великосерійному і масовому виробництвах застосовують головним чином спеціальні пристрої, які скорочують допоміжний і основний час більше, ніж універсальні, при більш високій точності. Вибір пристроїв повинен базуватись на аналізі затрат на реалізацію технологічного процесу у встановлений проміжок часу при заданій кількості виробів. Аналіз затрат повинен передбачати порівняння варіантів пристроїв, що відповідають однаковим вимогам і забезпечують вирішення однакових завдань у конкретних виробничих умовах. При виборі оптимального варіанта пристрою повинні враховуватись: технічні вимоги на виготовлення деталі - кількість деталей та строки їх виготовлення; вимоги техніки безпеки та промислової санітарії; затрати на виготовлення пристрою. У практиці сучасного машинобудування сформувались такі системи пристроїв.

Універсально-збірні пристрої (УЗП) компонують з остаточно оброблених взаємозамінних стандартних універсальних елементів. Їх використовують як спеціальні пристрої короткочасної дії. Вони забезпечують встановлення та фіксацію заготовок у межах габаритних можливостей комплекту УЗП.

Спеціальні збірно-розбірні пристрої (СЗРП) - пристрої, які компонують зі стандартних елементів додатковою їх механічною обробкою і використовують як спеціальні необоротні пристрої тривалої дії з оборотних елементів.

Нерозбірні спеціальні пристрої (НСП) - пристрої, які компонують із застосуванням стандартних деталей та вузлів загального призначення як необоротні пристрої довготривалої дії з необоротних деталей та вузлів. Вони складаються з двох частин: уніфікованої базової частини та змінного налагодження. Пристрої цієї системи стійкі до змін конструкції оброблюваних заготовок та коригувань технологічних процесів. У випадку подібних змін необхідна лише заміна змінного налагодження. Пристрої цієї системи використовують при груповій обробці деталей.

Універсально-безналагоджувальні пристрої (УБП) - найбільш поширена система в умовах серійного виробництва. Ці пристрої забезпечують встановлення та фіксацію оброблених заготовок будь-яких виробів малого та середнього габариту. При цьому встановлення заготовок пов'язане з необхідністю контролю їх орієнтації в пристрої. Такі пристрої забезпечують виконання широкої номенклатури операцій обробки заготовок.

Універсально-налагоджувальні пристрої (УНП) - пристрої які забезпечують встановлення за допомогою спеціальних налагоджень, фіксацію оброблюваних заготовок малого і середнього габариту та виконання широкої номенклатури операцій обробки заготовок. Застосовуються як пристрої короткочасної дії.

Спеціальні налагоджувальні пристрої (СНП) - пристрої, що забезпечують за певною схемою базування, встановлення за допомогою спеціальних налагоджень та фіксацію споріднених за конструкціями заготовок для виконання типових операцій.

Усі перераховані системи пристроїв належать до категорії уніфікованих. Вибір уніфікованого пристрою багато в чому відрізняється від вибору звичайного оснащення. Як правило, цю роботу виконує конструктор по оснащенню. Технолог лише вказує необхідну систему пристрою і приводить схему базування.

При виборі пристроїв необхідно використовувати таку документацію: нормативно-технічну (стандарти на пристрої та їх деталі, стандарти на терміни і

визначення технологічного оснащення); технічну (альбоми типових конструкцій пристроїв, каталоги і паспорти на технологічне обладнання, інструктивно-методичні матеріали щодо вибору технологічного оснащення).

3. Вибір різального та допоміжного інструментів

При виборі типу і конструкції різального інструменту необхідно враховувати характер виробництва, метод обробки, тип верстата, розмір, конфігурацію та матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки. Характер виробництва впливає на вибір різального інструменту з економічної точки зору. Так, у масовому виробництві застосування спеціального багатолезового інструменту є доцільним, оскільки затрати на його виготовлення швидко перебиваються за рахунок зниження вартості деталі у зв'язку з пришвидшенням її обробки. В той же час в одиничному виробництві застосування спеціального інструменту може виявитись невигідним. У цьому випадку до спеціального інструменту вдаються лише тоді, коли стандартним інструментом обробити деталь неможливо. Взагалі необхідно пам'ятати, що застосування стандартного інструменту необхідно визнати більш бажаним незалежно від характеру виробництва, оскільки він у 5.10 разів дешевший аналогічного спеціального. Метод обробки, прийнятий для виконання операції, визначає тип інструменту. Тип верстата впливає на вибір інструменту в тому відношенні, що він, з одного боку, визначає метод обробки, а з другого - конструктивно вирішує спосіб закріплення інструмента і тим самим визначає конструкцію його приєднувального елемента.

Розмір і конфігурація оброблюваної деталі впливає на вибір інструмента щодо його розмірів і конструкції. Великогабаритні деталі для своєї обробки вимагають інструмента великих типорозмірів (за винятком обробки кріпильних отворів, канавок та інших дрібних елементів). Конфігурація оброблюваних поверхонь часто є причиною застосування спеціального фасонного інструменту. Матеріал оброблюваних деталей впливає на вибір матеріалу різального інструмента і на геометричні параметри його різальної частини. Необхідна якість поверхні впливає на вибір конструкції інструмента і його геометрію. Наприклад, при чорновому фрезеруванні, коли якість фрезерованої поверхні не має суттєвого значення, застосовують фрези з великими зубцями - як більш продуктивні. При чистовому фрезеруванні перевагу віддають фрезам з дрібними зубцями, які непридатні для роботи з великим припуском.

Точність обробки впливає на вибір типу і конструкції інструмента. Так, в залежності від точності отвору остаточну його обробку можна виконувати

свердлом, зенкером, розверткою, різцем, протяжкою, шліфувальним кругом. При виборі конкретних типорозмірів різального інструменту необхідно використовувати стандарти на інструмент галузеві та відомчі стандарти підприємства.

Особливе значення має вибір матеріалу різальної частини інструмента. Із врахуванням економічної доцільності необхідно застосовувати нові марки матеріалів, які характеризуються підвищеною стійкістю проти спрацювання. Забезпечуючи високу якість оброблюваних поверхонь, вони застосовуються для чистової обробки замість малопродуктивного і дорогого шліфування. До них належать надтверді матеріали (НТМ). Лезовий різальний інструмент, оснащений полікристалами НТМ, дає змогу обробляти практично всі матеріали, забезпечуючи при цьому високу продуктивність та розмірну стійкість.

Рекомендації щодо вибору абразивного інструмента. Різноманітність поєднань фізико-механічних властивостей і структури матеріалів, а також умов шліфування не дозволяє однозначно встановлювати оптимальну характеристику шліфувального круга і його абразивного матеріалу. Нижче наводяться лише загальні рекомендації, що базуються на практичному досвіді.

Для якісного та продуктивного шліфування шліфувальний круг повинен бути вибраний в залежності від конкретних умов обробки. Абразивний матеріал зерен круга призначають в залежності від матеріалу заготовки. Так, електрокорунди застосовують при шліфуванні сталей (незагартованих і загартованих), кувального чавуну і м'яких бронз. Зелений карбід кременю застосовують при заточуванні інструмента, оснащеного твердим сплавом. Зернистість круга вибирають в залежності від потрібної якості оброблюваної поверхні та величини поверхні дотику круга із заготовкою. При чорновому шліфуванні застосовують круги з більш великим зерном, ніж при чистовому шліфуванні. При шліфуванні в'язких і м'яких металів для запобігання швидкого засалювання круга використовують більш крупнозернисті круги, при шліфуванні крихких і твердих металів - дрібнозернисті. Чим більша поверхня дотику круга із заготовкою, тим більш крупнозернистим повинен бути круг.

На твердість шліфувального круга впливають умови, що забезпечують самозаточування круга в процесі шліфування. Тому чим твердіший матеріал заготовки, тим м'якшим повинен бути круг, і навпаки, оскільки при твердому матеріалі зерно круга буде зношуватись інтенсивніше, тим швидше буде випадати з круга залишаючи місце новому, гострому зерну. Більш твердими

кругами для запобігання осипання повинні бути крупнозернисті круги, оскільки в інших однакових умовах на зерно крупнозернистого круга припадає більше навантаження, ніж на зерно дрібнозернистого круга. Чим більша площа дотику круга із заготовкою, тим менша глибина різання припадає на одне зерно, більше умов для засалювання круга і перегрівання оброблюваної поверхні, а тому м'якішим повинен бути шліфувальний круг. Таким чином, при однакових t і D круг повинен бути м'якшим при плоскому шліфуванні, ніж при зовнішньому круглому шліфуванні, із зв'язуючих матеріалів найбільш поширені керамічні, які забезпечують високу продуктивність та дозволяють вести шліфування із застосуванням мастильно-охолоджуючої рідини.

За структурою круг вибирають виходячи з умов обробки. Круги зі щільною структурою, що добре зберігають форму, застосовують для чистових і фасонних робіт, круги із середньощільною структурою - для обробки заготовок із незагартованих сталей, для заточування різального інструмента, для всіх видів круглого шліфування і для плоского шліфування периферією круга, круги з відкритою структурою застосовують при обробці заготовок з в'язких і м'яких матеріалів і при плоскому шліфуванні торцем круга.

Паралельно з вибором різального інструмента вибирають допоміжний інструмент. При цьому керуються такими міркуваннями. В цьому випадку досягаються більш короткі технологічні розмірні ланцюги і точність обробки підвищується. Наприклад, свердло конічним хвостовиком вставляється в конічний отвір шпинделя свердлильного верстата. В тих випадках, коли неможливо обійтись без допоміжного інструмента, перевагу віддають стандартному і нормалізованому допоміжному інструменту (перехідні конуси Морзе, цанги, оправки для циліндричних, черв'ячних і шліцьових фрез та ін.). Лише за відсутності стандартного вдаються до призначення спеціального допоміжного інструмента (різцетримачі багаторізових верстатів тощо).

Питання для самоконтролю

1. Які є види верстатного обладнання?
2. Де застосовуються верстати загального призначення?
3. Перелічіть верстати високої продуктивності?
4. Де застосовуються спеціальні верстати?
6. Які є види різального інструменту та якими рекомендаціями слід керуватися при роботі з ним?

Зміст

Лекція 1. Вступ. Основні поняття і положення	3
Лекція 2. Характеристика типів виробництва	9
Лекція 3. Технологічність конструкції виробів	15
Лекція 4. Основи проектування технологічних процесів	20
Лекція 5. Заготовки деталей машин	25
Лекція 6. Базування заготовок	29
Лекція 7. Методи обробки поверхонь	34
Лекція 8. Точність механічної обробки	40
Лекція 9. Технологічне обладнання для виготовлення деталей	47
Лекція 10. Технологія процесів складання.....	51
Лекція 11. Технологічне обладнання для виготовлення деталей	55
Література.....	62

Література

1. Чумак М. Г. Матеріали та технологія машинобудування: підручник /М. Г. Чумак. - Київ : Либідь, 2000. - 368 с.
2. Богуслаєв, В. О. Основи технології машинобудування: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закладів / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. - Запоріжжя: Мотор Січ, 2003. - 336 с.
3. Бондаренко, С. Г. Основи технології машинобудування: навчальний посібник / С. Г. Бондаренко. - Львів: Магнолія 2006, 2007. - 500 с. - (Вища освіта в Україні).
4. Григурко, І. О. Технологія машинобудування: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. / І. О. Григурко, М. Ф. Брендюля, С. М. Доценко. - Львів: Новий світ - 2000, 2007. - 768 с.
5. Жигуц, Ю. Ю. Технологія машинобудування: навчальний посібник для студ. вищих навч. закладів: рек. МОНУ / Ю. Ю. Жигуц, В. Ф. Лазар. - Київ: Кондор, 2013. - 352 с.
6. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю. В. Технологія машинобудування. Підручник.: ЖДТУ, Житомир.–2005, 835 с.

Технологічні основи машинобудування [Текст]: конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 133 Галузеве машинобудування денної форми навчання / уклад. Н.Г.Остапук. – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ», 2021. – 63 с.

Комп'ютерний набір і верстка : Н.Г. Остапук

Редактор: Н.Г.Остапук

Підп. до друку _____ 2021 р. Формат А4.

Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. _____

Обл. вид. арк. _____ Тираж 15 прим.