

ТЕМА 2 (ЛЕКЦІЯ 2) Розрахунок похибок базування, затискання та встановлення заготовки у пристрої .

Теоретичні схеми базування та їх позначення в конструкторсько-технологічній документації

План лекції

1. Встановлення заготовок у пристроях.
2. Розрахунок дійсних похибок базування при встановленні деталей у пристрою плоскою поверхнею
3. Розрахунок пристроїв на точність.
4. Правила вибору баз.

1 ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАГОТОВОК У ПРИСТРОЯХ

У процесі обробки заготовки повинні займати цілком певне (однозначне) положення щодо верстата й різального інструменту, що забезпечується встановленням заготовок у пристроях. Під *встановленням заготовки* розуміється процес її базування і закріплення - прикладених до заготовки сил і пари сил, що забезпечують у процесі обробки сталість положення заготовки, досягнуте при базуванні.

Базуванням називають надання заготівці або виробу необхідного положення щодо обраної системи координат.

Технологічними базами називають поверхні, які використовують для визначення положення заготовки чи виробу в процесі виготовлення. При встановленні деталі в пристрою за технологічну базу приймають реальні поверхні, що безпосередньо контактують з установочними елементами пристрої. Положення деталі в пристрою визначають її базуючі поверхні. Деталі, які встановлюють у верстатні пристрої, мають різні базові поверхні за формою і видом.

Чорновими базами називають неопрацьовані поверхні деталі, які використовують для її встановлення в пристрою при обробці на першій операції, коли оброблених поверхонь немає.

Чистовими (остатніми) базами називають оброблені поверхні деталі, що служать для встановлення в пристрою при обробці на всіх наступних операціях механічної обробки.

Конструкторськими базами називають бази (поверхні), які використовують для визначення положення деталі у виробі чи вузлі. Ці бази необхідно в першу чергу використовувати для установки оброблюваної деталі в пристрою, тому що при цьому виходять менші похибки обробки.

Конструкторські бази деталей за призначенням бувають основні й допоміжні.

Установочні бази оброблюваної деталі розділяються на *опорні і поверхневі*. **Опорними установочними базами** називають сукупність поверхонь оброблюваної деталі. **Вимірювальними базами** називають поверхні деталей, від яких роблять відлік розмірів при її обробці. Число, форму і розташування опорних установочних базових поверхонь слід вибирати так, щоб забезпечити визначене і незмінне положення оброблюваної деталі в пристрою щодо різального інструменту при обробці.

З механіки відомо, що тверде тіло має шість ступенів свободи (рис.2.1): три пов'язані з переміщенням тіла уздовж трьох взаємно перпендикулярних осей координат Ox , Oy , Oz і три - з можливим його поворотом щодо цих осей. При установці деталі в пристрою кожен зі ступенів свободи пов'язується шляхом притиску деталі до відповідної нерухомої точки (опори) пристрої.

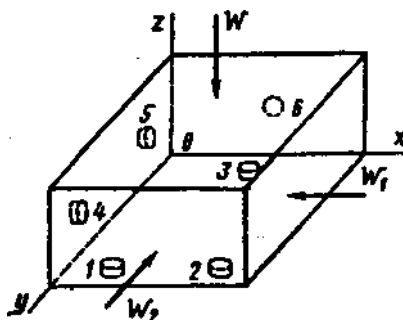


Рис.2.1 – Схема базування оброблюваної деталі в пристрою по шести опорних точках

Кожна опора зв'язує один ступінь свободи деталі, отже для позбавлення деталі всіх ступенів свободи необхідно, щоб у пристрою було шість нерухомих опорних точок (правило шести точок).

Ці точки знаходяться в трьох взаємно перпендикулярних площинах: точки 1, 2 і 3, розташовані в площині XOY , позбавляють деталь трьох ступенів свободи - можливості переміщувати уздовж осі OZ і обертатися навколо осей OX , OY ; точки 4 і 5, розташовані в площині ZOY , позбавляють деталь двох ступенів свободи – можливості переміщувати уздовж осі OX і обертатися навколо осі OZ ; точка 6, розташована на площині XOZ , позбавляє деталь шостого ступеня свободи - можливості переміщувати уздовж осі OY . Сили затиску W , $W1$, $W2$, що діють у напрямках, перпендикулярних до трьох площин, притискають деталь до шести нерухомих опор. Число нерухомих опор у пристрою не повинне бути більше шести, тому що в противному разі створюється хитке положення оброблюваної деталі в пристрою.

Похибки базування і закріплення оброблюваних деталей у пристрою.

Сумарна похибка при виконанні будь-якої операції механічної обробки складається з похибок встановлення деталі, настроювання верстата і похибки обробки, що виникає в процесі виготовлення деталі.

Похибка установки E_y - одна зі складових сумарної похибки виконуваного розміру деталі - виникає при установці оброблюваної деталі в пристрою і складається з похибки базування E_b , похибки закріплення U_z і похибки положення деталі U_{pr} , яка залежить від неточності пристрою і визначається помилками виготовлення і збирання його установочних елементів і їхнього зносу при роботі.

Похибка налагоджування верстата Δ_n виникає при установці різального інструмента на розмір, а також унаслідок неточності копіїв і упорів для автоматичного одержання заданих розмірів деталі.

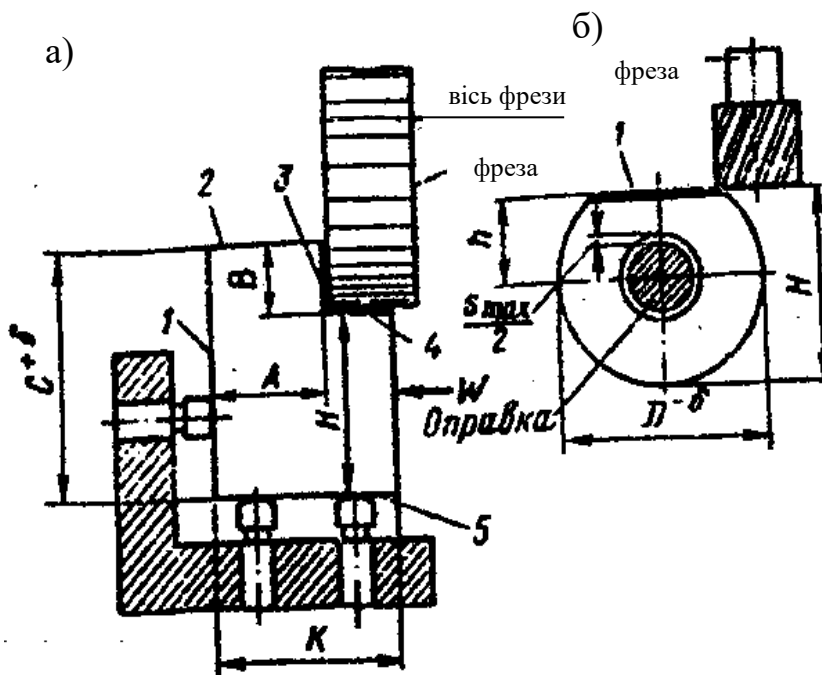
Похибка обробки $\Delta_{обр.}$, яка виникає у процесі обробки деталі на верстаті, пояснюється:

- 1) геометричною неточністю верстата;
- 2) деформацією технологічної системи *верстат - пристрої - інструмент - оброблювана деталь (ВПД)* під дією сил різання;
- 3) неточністю виготовлення і зносом різального інструмента і пристрої;
- 4) температурними деформаціями технологічної системи. Для одержання

гарних деталей сумарна похибка при обробці деталі на верстаті повинна бути менше допуску δ на заданий розмір деталі. Ця умова виражається нерівністю

$$E\delta + \Delta_n + \Delta_{обр} \leq \delta. \quad (2.1)$$

Похибкою базування $E\delta$ називають різницю граничних відстаней вимірювальної бази щодо встановленого на заданий розмір деталі різального інструмента. Похибка базування виникає, коли опорна установочна база оброблюваної деталі не сполучена з вимірювальною. Величина $E\delta$ відноситься до заданого розміру, який одержується при відповідній схемі установки деталі в пристрою.



На рис.2.2,а наведена схема установки, при якій бічна установочна база 1 оброблюваної деталі одночасно є і вимірювальною базою для поверхні 3. Тому похибка базування для розміру A дорівнює нулю: $E\delta_A = 0$.

Нижня опорна база 5 є установочною, а вимірювальною базою для оброблюваної поверхні 4

Рис.2.2 – Приклади встановлення оброблюваних деталей у пристроях з похибками базування

служить поверхня 2. На налагодженому верстаті вісь фрези займає визначене положення, а вимірювальна база 2 для партії оброблюваних деталей буде змінювати своє положення від S_{max} до S_{min} , тобто в межах допуску δ на розмір S . Тому похибка базування для розміру B дорівнює допуску на розмір S між установочною 5 і вимірювальною 2 базами.

Круглу деталь встановлюють отвором на тверду оправку для обробки

лиски фрезою на фрезерному верстаті (рис.2.2, б). При такій установці між отвором деталі і твердою оправкою пристрій утворює зазор і виникає похибка базування. Вимірною базою для оброблюваної поверхні I є вісь оправки. Унаслідок зазору S між деталлю й оправкою вісі деталі й оправки не збігаються і вимірною базою - вісь деталі може переміщуватися вгору і вниз: при зсуві деталі тільки в один бік виходить максимальний зазор S_{max} , отже похибка базування $E_{бh}=S_{max}$.

Похибка закріплення E_z – це різниця між найбільшою і найменшою величинами проекцій зсуву вимірною базою в напрямку одержуваного розміру внаслідок додання до оброблюваної деталі сили затиску W . Основна причина, що впливає на похибку закріплення деталі, - деформація базових поверхонь деталі і стиків ланцюга, по якій передаються сили затиску (механізований привод, проміжні ланки, корпус, установочні й затискні деталі пристрою, оброблювана деталь).

Великий вплив на похибку закріплення мають форма і габаритні розміри оброблюваної деталі, точність і чистота базових поверхонь, конструкція пристрою і постійність сил затиску деталі. Отже, похибку закріплення необхідно визначати для конкретних схем установки деталі в пристрою дослідним шляхом. При обробці деталей у досить твердих пристроях похибка закріплення впливає на точність обробки і її можна в розрахунках не враховувати.

Похибка положення $E_{пр}$ деталі щодо різального інструменту виникає в результаті неточного виготовлення пристрою, його збирання й зносу установочних елементів у процесі експлуатації. Неточності при виготовленні пристрою виникають від похибок виготовлення його деталей, збирання і регулювання. Точність виготовлення пристрою задається в робочому кресленні й у технічних умовах.

На похибку накладення деталі в пристрою найбільший вплив справляє знос його постійних установочних опор. Різні деталі пристрою контролюють у встановлений термін і при зносі проходять відповідний вид ремонту.

Позначимо похибки виготовлення пристрою і знос його опор через $\varepsilon_{пр}$. Оскільки $\varepsilon_{б}$, ε_z , $\varepsilon_{пр}$ являють собою поля розсіювання випадкових величин, що

підкоряються закону нормального розподілу, то похибку установки ε_y як сумарне поле розсіювання виконуваного розміру деталі визначають за формулою

$$\varepsilon'_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} . \quad (2.2)$$

При виборі способу установки деталі необхідно порівняти отриману для даної установки похибку ε'_y із припустимою ε_y . Для прийнятої схеми установки необхідно виконувати умову

$$\varepsilon'_y \leq \varepsilon_y . \quad (2.3)$$

2 РОЗРАХУНОК ДІЙСНИХ ПОХИБОК БАЗУВАННЯ ПРИ ВСТАНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ У ПРИСТРОЇ ПЛОСКОЮ ПОВЕРХНЕЮ

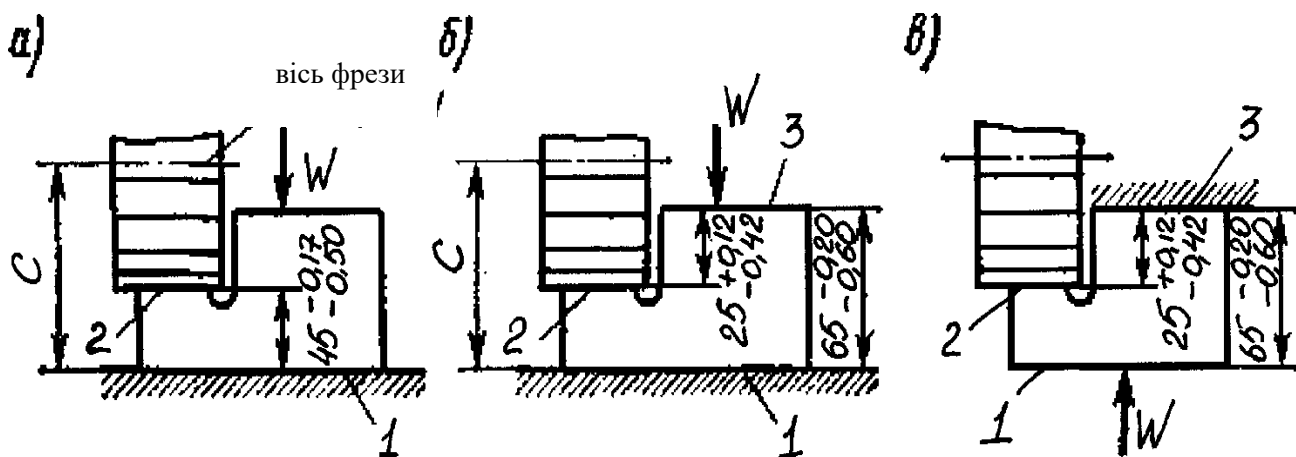


Рис. 2.3 - Схеми для визначення похибок базування при установці оброблюваних деталей у пристрої плоскою поверхнею

Оброблювана деталь (рис.2.3,а) встановлена на постійні опори пристрою нижньою базовою площиною 1, що є вимірювальною базою, тому що зв'язана з оброблюваною поверхнею 2 розміром $45^{-0.17}$ мм. У цьому випадку похибка базування для розміру $45^{-0.17}$ мм, отриманого після фрезерування, дорівнює нулю і не входить у сумарну похибку, що впливає на точність розміру. Затиск

деталі виконується силою W .

Оброблювана деталь (рис. 2.3,б) встановлена в пристрою *нижньою базовою площиною 1*, але *вимірювальною базою* є площина 3, безпосередньо зв'язана з *оброблюваною поверхнею 2* розміром $45^{+0,12}_{-0,42}$ мм. У цьому випадку виникає *похибка базування*, обумовлена наступним шляхом. Розмір C між віссю фрези і нижньою установочною базовою площиною 1 оброблюваної деталі є постійним. Отже положення осі фрези при обробці поверхні 2 залишається незмінним щодо установочної базової поверхні 1. Вимірювальна база 3 при фрезеруванні площини 2 у партії деталей буде переміщувати $-0,60$ щодо зовнішнього діаметра фрези в межах поля допуску 0,40 мм на розмір $65^{-0,20}$ мм, отриманий на попередній операції.

У даному випадку допуск на розмір $65_{-0,60}^{-0,20}$ мм між установочною поверхнею 1 і вимірною поверхнею 3. Визначаємо похибку базування оброблюваної деталі в пристрою $\varepsilon_{65} = 0,40$ мм. Похибка ε_{65} входить у сумарну похибку розміру $25_{-0,42}^{+0,12}$ мм, одержаного при даному способі установки оброблюваної деталі в пристрою. Отже на похибку налагодження верстата й обробку залишається мала величина

$$0,54 - 0,40 = 0,14 \text{ мм.}$$

Щоб фрезерувати поверхню 2, необхідно усунути похибку базування ε_{65} , встановивши оброблювану деталь так, як показано на рис.2.3 в, або змінити допуски на розміри $25_{-0,42}^{+0,12}$ і $65_{-0,60}^{-0,20}$ мм. Оскільки робити установку деталі на рис.2.3, в незручно і технолог не може без згоди конструктора збільшити допуск на розмір $25_{-0,42}^{+0,12}$ мм, залишається одна можливість – зменшити допуск на розмір $65_{-0,60}^{-0,20}$ мм і, отже, зменшити похибку базування.

Новий зменшений допуск на розмір 65 мм можна знайти з рівняння

$$\delta_{65} = \varepsilon_{\delta} = \delta_{25} - \Delta, \quad (2.4)$$

де δ_{65} і δ_{25} – допуски на розміри 65 і 25 мм;

Δ – сумарна похибка (без урахування похибки базування), визначається для розміру 25 мм із таблиць середньої економічної точності обробки поверхонь деталей.

Знову прийнятий допуск на розмір 65 мм технолог проставляє на ескізі і видає робітникові для фрезерування площини 1 на попередній операції. Наприклад, при $\Delta = 0,2$ допуск $\delta_{65} = \delta_{25} - \Delta = 0,54 - 0,2 = 0,34$.

Отже на операційному ескізі оброблюваної деталі повинні бути проставлені розміри з допусками $25_{-0,42}^{+0,12}$ і $65_{-0,60}^{-0,20}$ мм.

3.1 РОЗРАХУНОК ПРИСТРОЇВ НА ТОЧНІСТЬ

Для забезпечення необхідної точності оброблюваної деталі при конструюванні пристрої необхідно вибрати таку схему, при якій буде дотримана умова

$$\varepsilon'_{\delta} \leq \varepsilon_{\delta}, \quad (2.5)$$

де ε'_{δ} – дійсне значення похибки базування заготовки в пристрою;

ε_{δ} – допустиме значення похибки базування заготовки в пристрою.

Допустиме значення похибок базування заготовки в пристрою ε_{δ} орієнтовно розраховують за формулою

$$\varepsilon_{\delta} = \delta - \Delta, \quad (2.6)$$

де δ – допуск витриманого розміру;

Δ – похибка обробки, одержана при виконанні даної операції.

При відсутності обґрунтованих даних про точність обробки, одержаної при даній операції, може прийматися середньооекономічна точність обробки.

Дійсне значення похибок базування заготовки в пристрою ε'_{δ} визначають з геометричних зв'язків, властивих схемі базування. Формули розрахунку ε'_{δ} для найбільш частих схем базування наводяться в довідкових даних.

Розрахункова сумарна похибка пристрої ε_{np} визначається за формулою

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - (k_1 \cdot \varepsilon'_{\delta} + \varepsilon_y + k_2 \cdot \Delta), \quad (2.7)$$

де δ – допуск на оброблюваній деталі;

k_1 – коефіцієнт, рівний 0.8 – 0.85;

k_2 – коефіцієнт, рівний 0.6 – 1.0;

Δ – похибка обробки на даній операції;

ε_y – похибка установки.

Похибка встановлення ε_y – це зсув заготовки при закріпленні.

Вона залежить від типу пристрою і, головним чином, від характеру затиску і незалежить від схеми базування і методу обробки. Значення похибки базування можна вибрати з довідників. Визначивши похибку базування ε'_{δ} і знайшовши

по таблицях похибку установки ε_y деталі і точність обробки Δ , розраховуємо сумарну похибку пристрої ε_{np} , яку потім розподіляють по окремим складовим ланкам розмірного ланцюга

$$\varepsilon_{np} = \sum \delta_u + \delta_y + \delta_z + \delta_n, \quad (2.8)$$

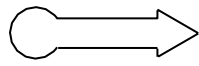
де δ_u – похибка виготовлення деталей пристрою;

δ_y – похибка установки пристрою на верстаті;

δ_z – похибка внаслідок конструктивних зазорів, необхідних для посадки на установочні елементи пристрою;

δ_n – похибка чи перекид зсуву інструмента, що виникає через неточність виготовлення напрямних елементів пристрою, якщо напрямні відсутні, похибка δ_u не враховується.

Умовні позначення до схем базування для типових випадків:



затискний пристрій;



обробні поверхні;



упор;



основні установочні бази, опорні установочні

Δa , Δb , Δc та ін. – допуски розмірів a , b , c та ін.

S_{\min} – мінімальний гарантований зазор;
 x – радіальне биття.

3.2 ПРАВИЛА ВИБОРУ БАЗ

З метою зменшення величини похибок базування необхідно керуватися наступними правилами вибору баз:

1. Для деталей, що не обробляються повністю, в якості чорнових баз слід приймати поверхні, які не підлягають обробці

2. При обробці деталей, оброблюваних повністю чорною базою повинна служити поверхня, що має найменший припуск. У цьому разі буде найбільша гарантія того, що не вийде браку через недолік припуску на яку-небудь поверхню, тому що поверхні з найменшими припусками будуть співвісні з поверхнями, прийнятими за бази при подальшій обробці.

3. Поверхні, обрані для чорнових баз, повинні бути по можливості найбільш рівними і незміщеними. Це ж повинно бути враховане при виготовленні заготовок. Призначення чорнової бази треба розглядати тільки як засіб для одержання першої чистової бази. Повторно одержати по чорновій базі положення оброблюваної деталі, однакове з першою установкою, неможливо, тому повторна установка по чорновій базі неприпустима тобто вона використовується тільки один раз. Наступна установка повинна виконуватися по чистовій базі.

4. В якості чистових баз треба застосовувати в першу чергу поверхні конструкторських баз і тільки при повній відсутності можливості обмежитися конструкторськими базами приймати за чистові бази інші поверхні деталі.

5. Велике значення має умова єдності (сталості) баз, яка полягає в тому, щоб максимальну кількість поверхонь заготовки обробляти при установці на ті самі базові поверхні. При наявності у заготовок декількох поверхонь для

чистої бази треба вибрати поверхню з меншим допуском

6. Необхідно суміщати установочну і вимірвальну бази, тому що при цьому виключається похибка базування.

7. Обрані установочні поверхні повинні забезпечити відсутність деформацій деталі, що можуть бути викликані дією сили затиску пристрою або зусиль різання, а також простоту конструкції і дешеве виготовлення пристрою.

