Лабораторна робота № 2

БАЗУВАННЯ ЗАГОТОВОК І КОНСТРУКЦІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

Мета роботи – вивчення схем базування заготовок для механічної обробки з видаленням припуску; ознайомлення з призначенням і конструкцією основних елементів спеціальних верстатних пристроїв.

2.1 Базування заготовок при обробленні

Терміни і визначення основних понять базування і баз викладено в ДСТУ 2232-93.

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

База – поверхня, вісь, точка, що належать заготовці або виробу і використовуються для базування.

За призначенням бази поділяють на три види: конструкторські, технологічні й вимірювальні.

Конструкторські бази використовують для визначення положення деталі у виробі. Конструкторські бази поділяють на основні і допоміжні. Основна конструкторська база призначена для визначення положення певної деталі, а допоміжна – для визначення положення деталі, що приєднується до неї.

Технологічною називається база, що використовується для задання положення заготованки або виробу при виготовленні або ремонті.

Вимірювальну базу використовують для знаходження відносного положення заготованки або виробу і засобів вимірювання.

Незалежно від призначення бази класифікують також за характером прояву (прихована і явна) і за ступенями вільності, що віднімаються під час базування від заготованки, деталі або складальної одиниці (встановлювальна, напрямна, опорна, подвійна напрямна і подвійна опорна).

Під *прихованою* розуміють базу у вигляді умовної площини, осі (наприклад, вісь симетрії деталі) або точки. База ж у вигляді реальної поверхні, розмірної риски або точки перетинання рисок називається *явною*. Технологічні бази завжди явні.

2.1.1 Комплект баз призматичної та циліндричної заготовок

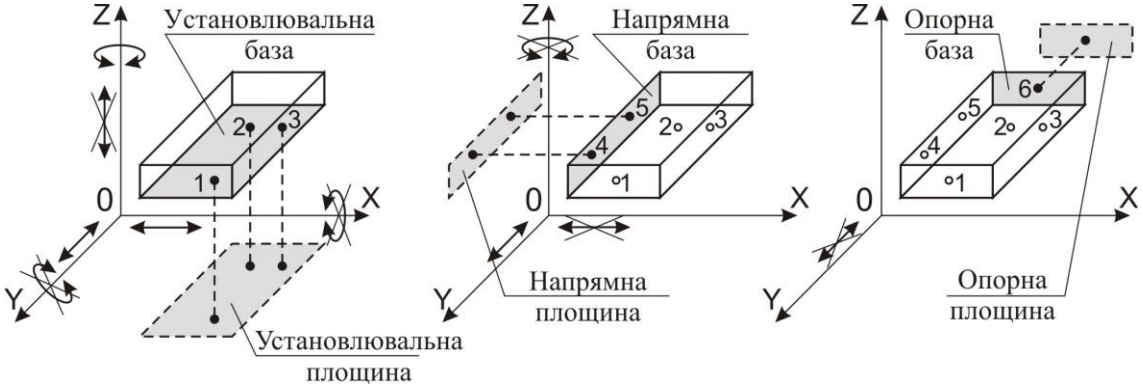
Спрощено вважають, що контакт стичних тіл відбувається в опорних точках, що символізують кожен зв'язок заготованки з вибраною системою координат.

Правило шести точок: для повного базування заготованки в просторі необхідним є комплект баз із трьох ортогональних площин, що мають шість опорних точок. *Комплектом баз* називається сукупність трьох баз, що утворюють систему координат заготованки.

Деталі літаків, вертольотів і ЛА, що одержують розмірною обробкою

різанням, мають зазвичай складну геометричну форму. На деталях, однак, можна виділити характерні геометричні поверхні – плоскі, циліндричні, конічні тощо. Для прикладу розглянемо комплект баз призматичних і циліндричних заготовок.

Комплект баз призматичної заготованки показано на рисунку 2.1.



а б в

Рисунок 2.1 – Комплект баз призматичної заготованки:
а – установлювальна база; б – напрямна база; в – опорна база

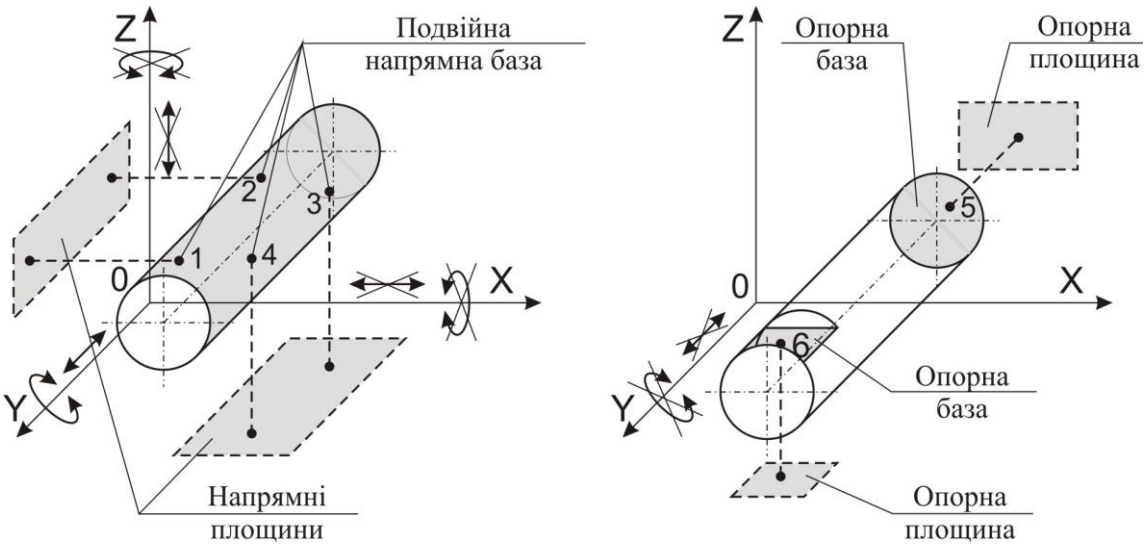
Щоб позбавити призматичну заготованку трьох ступенів вільності (можливості переміщення уздовж осі Z й обертання навколо осей X і Y), необхідно зв'язати її нижню поверхню з площиною XOY трьома жорсткими двосторонніми зв'язками 1 – 3 (рисунок 2.1, а). База, використовувана для накладення на заготованку зв'язків, що позбавляють її трьох ступенів вільності (переміщення вздовж однієї координатної осі та поворотів навколо двох інших осей), називається ***установлювальною***.

Для позбавлення заготованки ще двох ступенів вільності (можливості переміщення уздовж осі X й обертання навколо осі Z) необхідно зв'язати її бічну поверхню з площиною YOZ двома жорсткими двосторонніми зв'язками 4, 5 (рисунок 2.1, б). База, що використовується для накладення на заготованку зв'язків, що позбавляють її двох ступенів вільності (переміщення вздовж однієї координатної осі та повороту навколо іншої осі), називається ***напрямною***.

Для того щоб позбавити заготованку одного ступеня вільності (можливості переміщення вздовж осі Y), її торцеву поверхню з'єднують із площиною XOZ одним жорстким двостороннім зв'язком 6 (рисунок 2.1, в). База, що використовується для накладення на заготованку зв'язків, що позбавляють її одного ступеня вільності (переміщення вздовж однієї координатної осі або повороту навколо цієї ж осі), називається ***опорною***.

Як установлювальну базу для призматичних заготовок рекомендується вибирати поверхню з максимальними габаритними розмірами, як напрямну базу – поверхню найбільшої довжини, а як опорну базу – найкоротшу поверхню заготованки.

Комплект баз циліндричної заготованки показано на рисунку 2.2.



а б

Рисунок 2.2 – Комплект баз циліндричної заготованки:
а – подвійна напрямна; б – опорні

Для базування циліндричної заготованки її бічну поверхню з'єднують зв'язками 1, 2 із площиною YOZ і зв'язками 3, 4 – із площиною XOY, позбавляючи заготованку чотирьох ступенів вільності – можливості переміщення вздовж осей X і Z, а також поворотів навколо цих осей (рисунок 2.2, а).

Поверхня циліндричної заготованки, що має чотири опорні точки, є ***подвійною напрямною базою***.

Щоб позбавити циліндричну заготованку можливості переміщення вздовж осі Y, необхідно з'єднати її торець зв'язком 5 із площиною XOZ (рисунок 2.2, б). Для забезпечення певного положення заготованки відносно власної осі має бути передбачено зв'язок 6 (див. рисунок 2.2, б) у вигляді опорної точки, що розташовується на поверхні, наприклад шпонкової лиски. Площини заготованки, що мають по одній опорній точці, відповідно до раніше наведеного визначення є опорними базами.

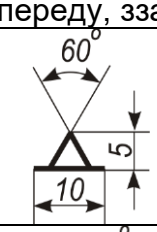
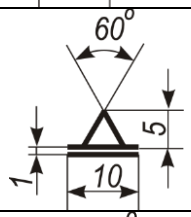
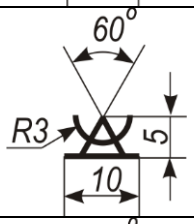
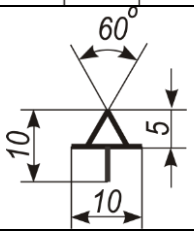
2.1.2 Схема базування заготовок

Схему розташування опорних точок на базах називають ***схемою базування***. Для орієнтованого положення заготованки у вибраній системі координат на неї необхідно накласти шість двосторонніх геометричних зв'язків (позбавити шести ступенів вільності).

Кожна опорна точка віднімає у заготованки один ступінь вільності. Зайві опорні точки (більше шести) роблять схему базування статично невизначуваною і знижують точність базування.

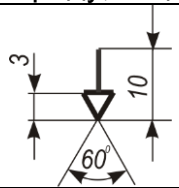
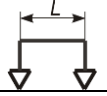
Графічне позначення опор наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Умовні позначення опор

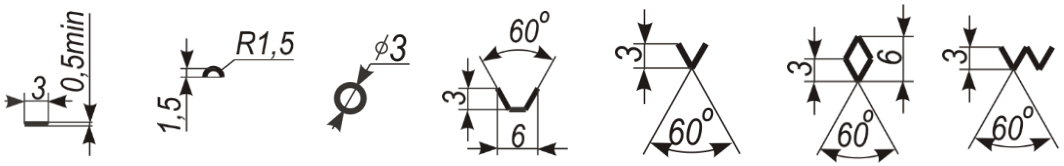
Найменування опори	Позначення опори на видах		
	спереду, ззаду	зверху	знизу
Нерухома			
Рухома			
Плаваюча			
Регульована			

Закріплення – це забезпечення нерухомості заготованки, досягнутої при базуванні. Для сталості положення заготованки і протидії силам різання до неї за допомогою затискачів прикладають зусилля закріплення, що здійснюють силове замикання у вибраній системі координат. Графічне позначення затискачів наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Умовні позначення затискачів

Найменування затискача	Позначення затискача на видах		
	спереду, ззаду	зверху	знизу
Одиночний			
Подвійний			

Для зазначення форми робочої поверхні опор і затискачів застосовують позначення відповідно до рисунка 2.3. Позначення форм робочих поверхонь наносять ліворуч від позначення опори або затискача. Позначення рельєфу робочої поверхні наносять також ліворуч від відповідної опори затискача.

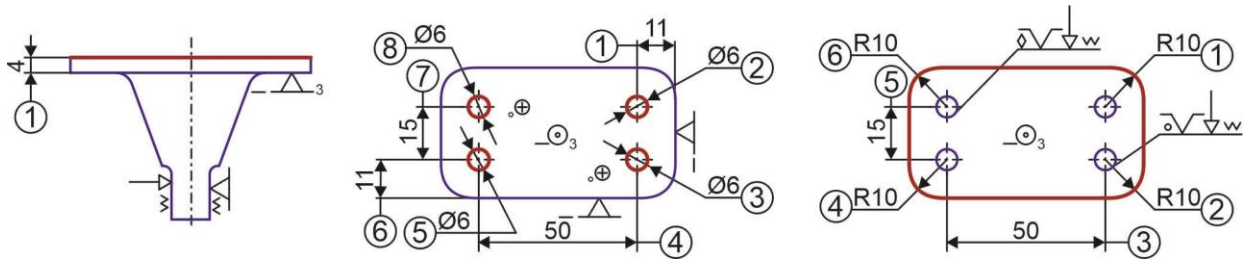


а б в г д е ж

Рисунок 2.3 – Позначення форми робочої поверхні: а – плоска; б – сферична; в – циліндрична; г – призматична; д – конічна; е – ромбічна; ж – рельєфна

На схемах базування та закріплення допускається кілька позначень однойменних опор на кожному виді замінювати одним позначенням із зазначенням їхньої кількості праворуч.

При розробленні схеми базування та закріплення виконують операційний ескіз, на якому зазначають розташування опор і затискачів, а також розміри оброблюваних поверхонь. Опори та затискачі позначають суцільною тонкою лінією, а оброблювані поверхні заготованки – суцільною основною лінією, що у два-три рази товща суцільної (рисунок 2.4).



а б в

Рисунок 2.4 – Приклади операційних ескізів для механічної обробки: а – фрезерування площини; б – свердління чотирьох отворів; в – фрезерування контуру

На операційному ескізі оброблювана заготованка зображується в тому стані, якого набуває в результаті виконання певної операції.

Методика вибору схеми базування:

– на основі аналізу конструкції, призначення деталі або складальної одиниці, проставляння конструкторських розмірів і допусків визначають конструкторські бази;

– як кращий комплект технологічних баз вибирають відповідну сукупність конструкторських баз;

– послідовно розглядають можливість оброблення різних поверхонь деталі залежно від вибраного комплекту технологічних баз;

– вибраний варіант базування перевіряють на відповідність заданій (конструкторській, нормативній) точності.

Правила вибору технологічних баз:

– вибирають схему базування, що забезпечує мінімальну похибку встановлення заготованки;

– для підвищення точності виготовлення деталей застосовують

принцип *сполучення баз* – конструкторської, технологічної та вимірювальної;

– доцільно дотримуватися принципу *сталості баз*. При зміні технологічних баз протягом виконання ТП точність оброблення заготованки знижується через похибку взаємного розташування нових і технологічних баз, що застосовувалися раніше.

2.2 Класифікація верстатних пристроїв

Верстатними пристроями називають додаткові (допоміжні) пристрої до металорізальних верстатів.

Верстатні пристрої призначені:

– для встановлення оброблюваних заготовок при виконанні операцій відповідно до вимог ТП;

– підвищення точності і стабільності якості оброблення поверхонь, що забезпечується шляхом правильного базування, надійного закріплення заготованки і надання їй більшої жорсткості в процесі оброблення;

– підвищення продуктивності праці, що досягається завдяки усуненню розмітки заготовок перед обробленням, вивірки заготовок при встановленні та скороченні штучного часу на всіх технологічних операціях механічної обробки.

Усі пристрої класифікують за ступенем спеціалізації, кількістю установлюваних заготовок, рівнем механізації й автоматизації та типами верстатів.

За ступенем спеціалізації пристрої поділяють на універсальні, спеціалізовані і спеціальні.

Універсальними називають пристрої для встановлення заготовок різної конструкції у певному діапазоні розмірів. Зазвичай ці пристрої входять у комплект оснащення, що додається до верстата.

Спеціалізованими називають пристрої для встановлення однотипних заготовок, тобто заготовок, що належать до однієї класифікаційної групи, виділеної за ознаками близькості конструктивних і технологічних характеристик.

Спеціальними називають пристрої для встановлення конкретної заготованки при виконанні окремої операції.

За кількістю встановлюваних заготовок пристрої поділяють на одномісні – для встановлення однієї заготованки і багатомісні – для одночасного встановлення кількох заготовок.

За рівнем механізації й автоматизації пристрої поділяють на такі:

– ручні, в яких закріплення і розкріплення заготованки виконуються вручну;

– механізовані, в яких закріплення і розкріплення заготовок виконуються за допомогою гідравлічних, пневматичних або магнітних приводів;

– напівавтоматичні, що виконують заданий алгоритм функціонування частково за участю людини;

– автоматичні, які є автоматичними технічними пристроями (без участі людини).

За типами верстатів пристрої поділяють відповідно до методів оброблення на токарські, свердлильні, фрезерні, шліфувальні тощо.

Незважаючи на велику різноманітність конструкцій застосовуваних пристріїв, усі вони мають спільну структуру, що дозволяє поділити пристрої за функціональним призначенням на окремі частини. Такі частини пристроїв прийнято називати елементами.

Елемент – це деталь, складальна одиниця, механізм, призначені для виконання певної функції у верстатному пристрої.

Всі елементи можна об'єднати в такі основні групи: встановлювальні, затискні, напрямні, корпуси. У групі елементи розрізняються не тільки за розмірами, але й за конструктивним виконанням. Залежно від призначення конструкція пристрою може складатися з усього комплексу елементів або тільки з окремих груп елементів.

Проєктують елементи з урахуванням вимог, що ставлять до них виходячи з функції, що ними виконується. Це дозволяє використовувати спільні методи проєктування для кожної окремої групи елементів.

2.2.1 Встановлювальні елементи пристроїв

При встановленні заготованка має бути правильно зорієнтована відносно системи координат верстата. Орієнтування заготованки досягається її базуванням відповідно до правила шести точок.

Для базування заготовок використовуються встановлювальні елементи пристроїв, що жорстко з'єднані з корпусом пристрою. Встановлювальні елементи виконують у вигляді опорних штирів, пластин, кілець, втулок, пальців, призм.

Конструкція опорних штирів стандартизована – їх називають «***опори постійні»***. Опори з плоскою головкою (рисунок 2.5, а) застосовують для чистового базування попередньо оброблених плоских поверхонь, зі сферичною і насічною головками – для чорнового базування.

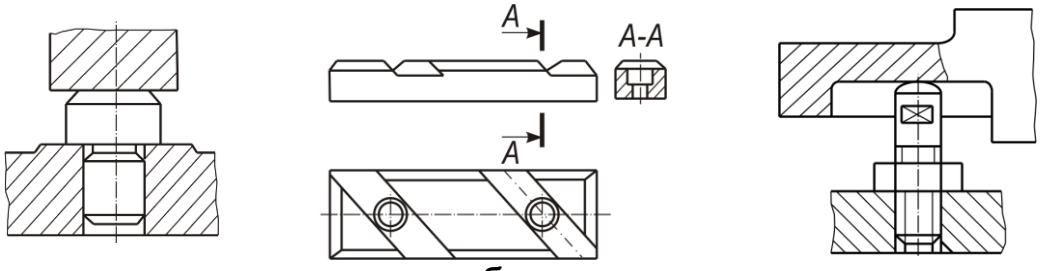


Рисунок 2.5 – Встановлювальні елементи для призматичних заготовок

Базування за допомогою ***опорних пластин*** – найбільш поширений спосіб орієнтування оброблених площин заготованки. Опорні пластини виготовляють двох типів: плоскі та з косими пазами (рисунок 2.5, б). В останніх опорні поверхні легше очищаються від стружки, тому їх слід застосовувати для встановлення в горизонтальній площині, а плоскі – на бічних поверхнях верстатного пристрою.

Базування заготованки в пристрої забезпечують основні встановлювальні елементи, що стосується застосування додаткових елементів, то вони не беруть участі у базуванні, але дозволяють надати заготовці більшої стійкості й жорсткості. Ці ***опори рухомі***, їх підводять до заготованки після базування її на основних опорах (рисунок 2.5, в).

Установлення ***на пальці*** по двох отворах і площині використовується при обробленні заготовок типу корпусів, плит. Перевагами такої схеми базування є простота конструкції пристрою, можливість дотримання принципу сталості баз на більшості технологічних операцій.

Конструктивно розрізняють установлення на два циліндричних пальці або на один циліндричний і один зрізаний пальці (рисунок 2.6). Границя застосовності цих сполучень визначається точністю діаметрів і взаємного розташування базових отворів та поворотів оброблюваних поверхонь заготованки.

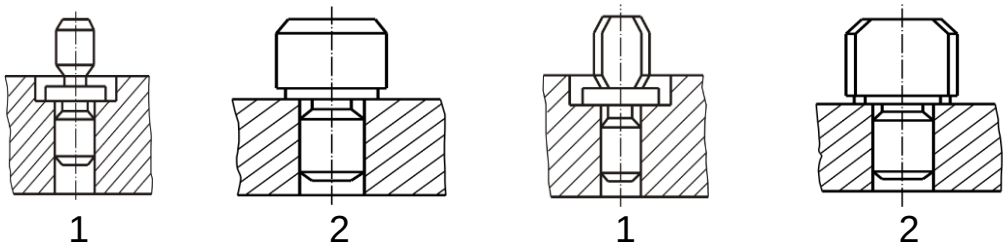


Рисунок 2.6 – Встановлювальні пальці: а – циліндричні; б – зрізані;
1 – $D < 10$ мм; 2 – $D = 10...16$ мм

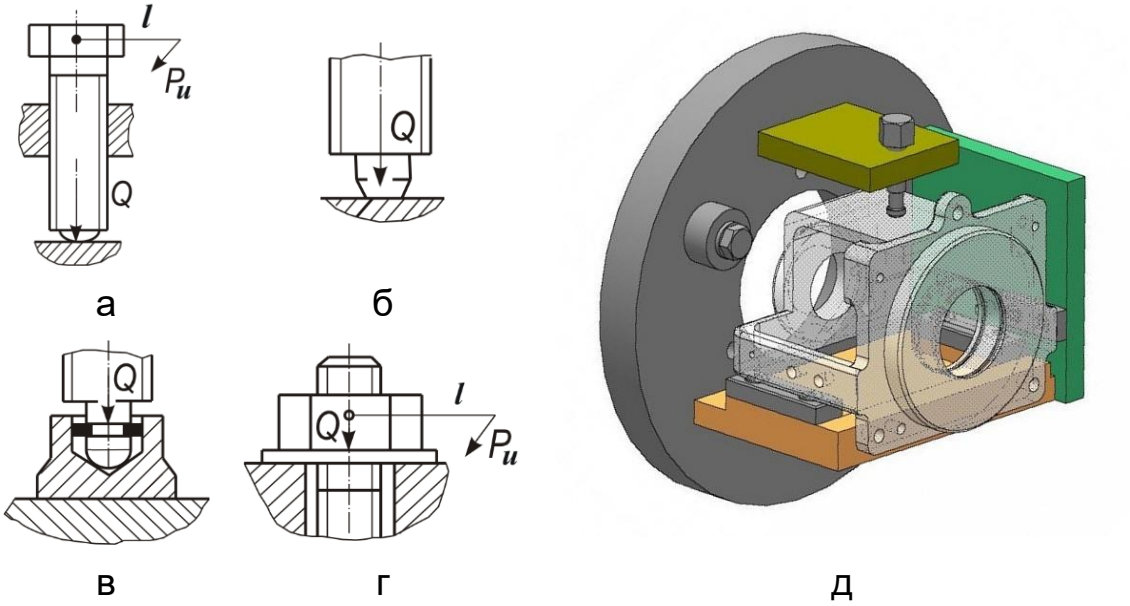
Для базування циліндричних заготовок переважно застосовують ***призми*** – встановлювальні елементи з робочою поверхнею у вигляді паза, утвореного двома площинами з кутом α між ними. Призма визначає положення осі заготованки, перпендикулярної до основи призми, внаслідок сполучення її з віссю кутового паза. Найбільшого поширення набули призми з кутом $\alpha = 90^{\circ}$. При встановленні заготовок з чисто обробленими базами застосовують призми із широкими опорними поверхнями, а для чорнових баз – з вузькими.

2.2.2 Затискні елементи пристроїв

Затискні елементи (затискачі) призначені для забезпечення контакту заготованки з установлювальними елементами і створення надійного закріплення її в процесі оброблення. При цьому заготовці надаються підвищені жорсткість і вібростійкість, що дозволяє виконувати оброблення з заданою точністю і продуктивністю. Затискні механізми пристроїв поділяють на прості (гвинтові) і комбіновані (прихвати, іноді притискачі). Прості затискачі передають силу закріплення заготованки безпосередньо через одну ланку.

Гвинтові затискачі прості за конструкцією, закріплення заготованки здійснюється болтом (рисунок 2.7, а – в) або гайкою (рисунок 2.7, г).

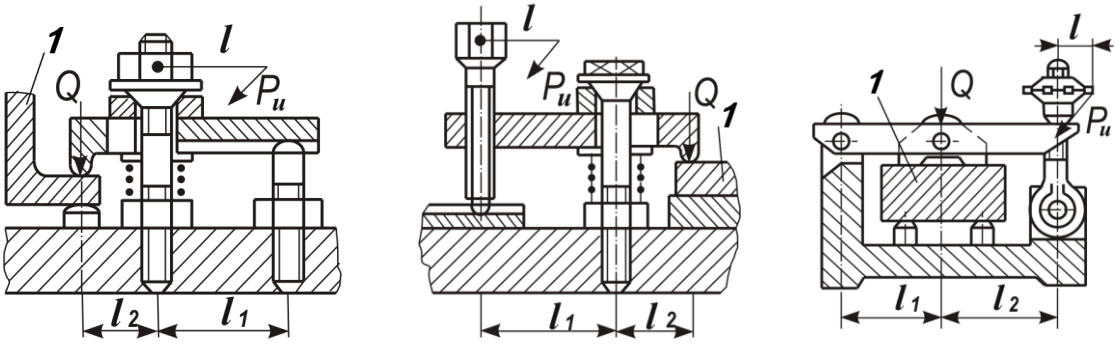
На рисунку 2.7, д показано приклад закріплення корпусної заготованки на планшайбі верстатного пристрою гвинтом із сферичним торцем.



а б в г д

Рисунок 2.7 – Гвинтові затискачі: а – гвинт зі сферичним торцем; б – гвинт із плоским торцем; в – гвинт із башмаком; г – гвинт з гайкою; д – приклад закріплення заготованки гвинтом; Q – затискне зусилля; $P_и$ – вихідне зусилля; l – плече, на якому прикладається вихідне зусилля

Комбіновані затискні пристрої, що складаються з важеля в сполученні з гвинтовим, ексцентриковим або клиновим механізмом, називають ***прихватами*** (рисунок 2.8). Прихвати застосовують для збільшення сил затиску, зміни величини ходу або напрямку затиску заготованки в пристрої.



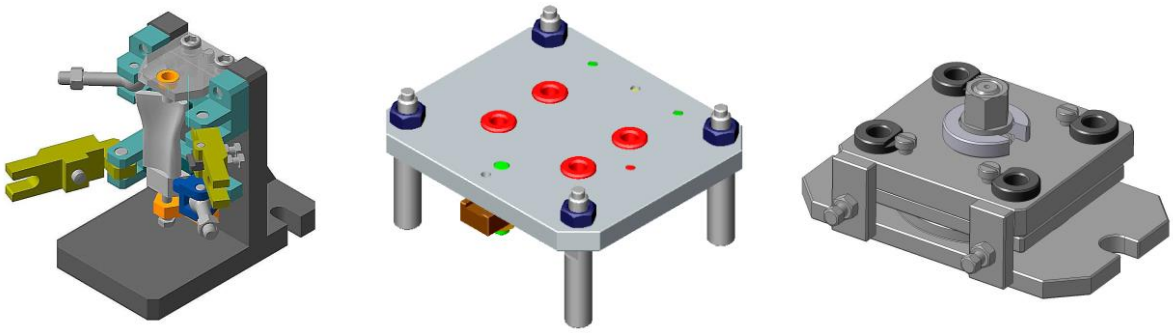
а б в

Рисунок 2.8 – Конструкції прихватів: а, б – з регульованою опорою; в – з відкидною планкою; *1* – заготованка; l – плече вихідного зусилля; l_1, l_2 – плечі важелів; Q – затискне зусилля; $P_и$ – вихідне зусилля

2.2.3 Напрямні елементи пристроїв

Напрямні елементи пристроїв – ***кондукторні втулки*** застосовують для визначення положення і напрямку різноманітних осьових інструментів при обробленні отворів – свердл, зенкерів, розгорток тощо. Вони визнача-

ють положення осі інструменту відносно встановлювальних елементів пристрою і підвищують його радіальну жорсткість. При цьому відпадає необхідність у розмітці заготовок, внаслідок чого підвищується продуктивність оброблення та точність розташування отворів. Оснащені кондукторними втулками пристрої для оброблення отворів на верстатах свердлильної групи прийнято називати ***кондукторами*** (рисунок 2.9).

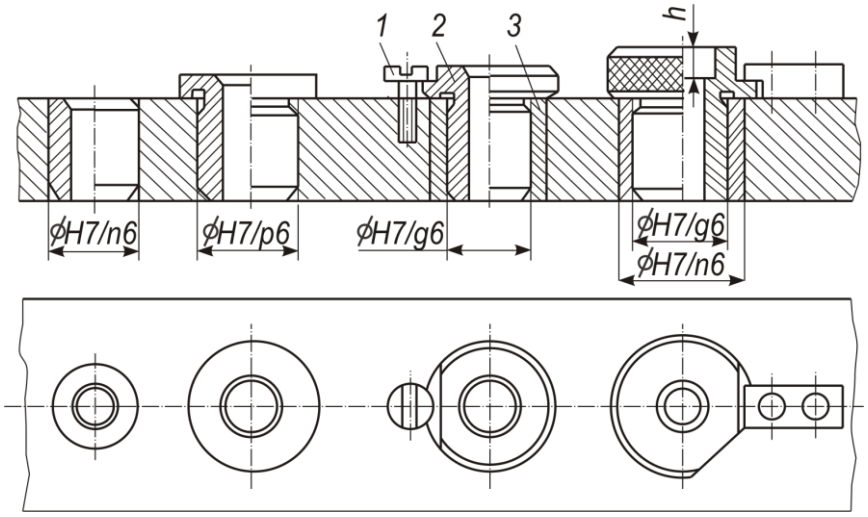


а б в

Рисунок 2.9 – Приклади загального вигляду кондукторів різного компонування: а – корпусний; б – стійковий; в – коробчастий

Для встановлення кондукторних втулок призначені кондукторні плити, їхня товщина зазвичай становить 15...30 мм.

Розрізняють три види стандартних кондукторних втулок: постійні (без буртика або з буртиком), змінні та швидкозмінні (рисунок 2.10).



а б в г

Рисунок 2.10 – Стандартні кондукторні втулки: а – постійна без буртика; б – постійна з буртиком; в – змінна; г – швидкозмінна; 1 – гвинт; 2 – змінна втулка; 3 – проміжна втулка

Постійні втулки застосовують, коли отвір на операції обробляється лише одним інструментом – свердлом. *Змінні втулки*, як і постійні, використовують при обробленні отворів одним інструментом, але у випадках, коли

необхідна часта їх заміна через спрацювання.

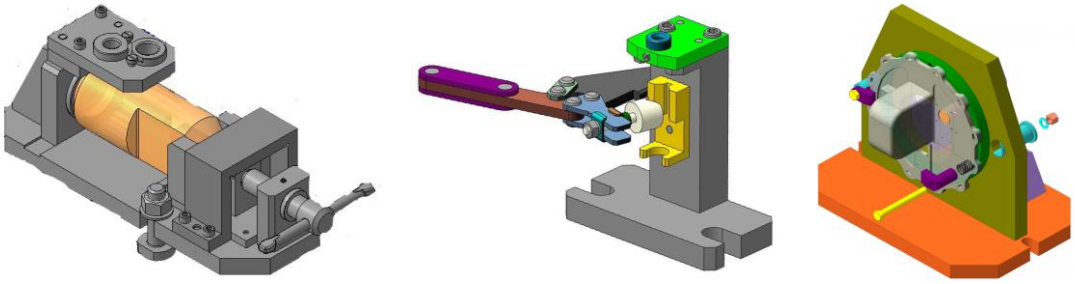
Швидкозмінні втулки застосовують у тих випадках, коли отвір обробляють послідовно декількома інструментами, наприклад свердлом, зенкером та розгорткою. Для спрямування кожного з них передбачається своя швидкозмінна втулка. Усі втулки мають однаковий зовнішній діаметр, а внутрішні – діаметр відповідного інструменту.

Буртик у швидкозмінних втулках робиться високим і з накаткою для зручності утримання під час їх зняття та встановлення. На буртику є наскрізний поздовжній зріз, що дозволяє легко виймати і вставляти втулку при заміні, а також бічний уступ для кріплення планкою, яка утримує від виштовхування втулки стружкою. При знятті втулку повертають проти годинникової стрілки до збігу зрізу з планкою і піднімають вгору.

Висота постійних, змінних і швидкозмінних втулок становить 1,5 – 2 діаметри отвору втулки під інструмент. Відстані від нижнього торця втулки до поверхні заготованки вибирають такими, що дорівнюють 0,3 – 0,9 діаметра отвору. Різальний інструмент направляється в отвори всіх кондукторних втулок по рухомій посадці з гарантованим зазором.

2.2.4 Корпуси верстатних пристроїв

Корпус – це основна частина пристрою, на якій розміщуються і закріплюються в суворо певному положенні всі інші елементи, утворюючи при цьому єдину конструкцію. На корпусі за необхідності передбачають базові посадкові поверхні для орієнтації та кріплення кондуктора на столі свердлильного верстата (рисунок 2.11, а, б) або верстатного пристрою на столі фрезерного верстата (рисунок 2.11, в).



а б в

Рисунок 2.11 – Приклади компонування корпусів спеціальних верстатних пристроїв: а, б – кондуктора; в – пристрою для фрезерування

На практиці найбільшого поширення набули литі, зварні та збірні корпуси спеціальних верстатних пристроїв. Для забезпечення зручного очищення від стружки в конструкції корпусів необхідно уникати заглиблень і важкодоступних місць, а також передбачати спеціальні вікна.

У Додатку А подано комп'ютерні моделі спеціальних верстатних пристроїв, що були розроблені у різні роки студентами кафедри технології виробництва літальних апаратів при виконанні курсового проєкту «САПР те-

хнологічного оснащення» та технологічного розділу кваліфікаційної роботи бакалавра.

2.3 Комплектування лабораторної роботи

1. Спеціальні верстатні пристрої для різних типів верстатів.
2. Варіанти оброблюваних поверхонь для розроблення операційних ескізів (Додаток Б).

2.4 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Вивчити теоретичні положення, пов'язані з базуванням призматичних і циліндричних заготовок.
2. Вивчити основні конструктивні елементи і методику проєктування спеціальних верстатних пристроїв.
3. Ознайомитися з конструкцією спеціальних верстатних пристроїв для свердління та фрезерування.
4. Розробити операційний ескіз оброблення для одного з варіантів за завданням викладача відповідно до Додатка Б.
5. Відповісти на контрольні запитання.
6. Оформити звіт з роботи.

2.5 Зміст звіту

1. Короткий конспект, що містить основну термінологію і схеми базування призматичних і циліндричних заготовок.
2. Основні положення про конструктивні елементи і методику проєктування спеціальних верстатних пристроїв.
3. Операційний ескіз для заданого варіанта оброблення.
4. Висновки з лабораторної роботи.

Контрольні запитання

1. На які види за призначенням поділяють бази?
2. Які бази утворюють комплект баз для призматичних і циліндричних заготовок?
3. Перелічіть правила вибору технологічних баз.
4. Як класифікують верстатні пристрої?
5. Які встановлювальні елементи застосовують для базування призматичних і циліндричних заготовок?
6. Який принцип дії закладено в основу конструкції прихватів?
7. Які функції виконують постійні, змінні та швидкозмінні кондукторні втулки верстатних пристроїв?
8. Які конструктивні елементи розміщують на корпусі спеціального верстатного пристрою?

ДОДАТОК

Варіанти оброблюваних поверхонь для розроблення операційного ескізу

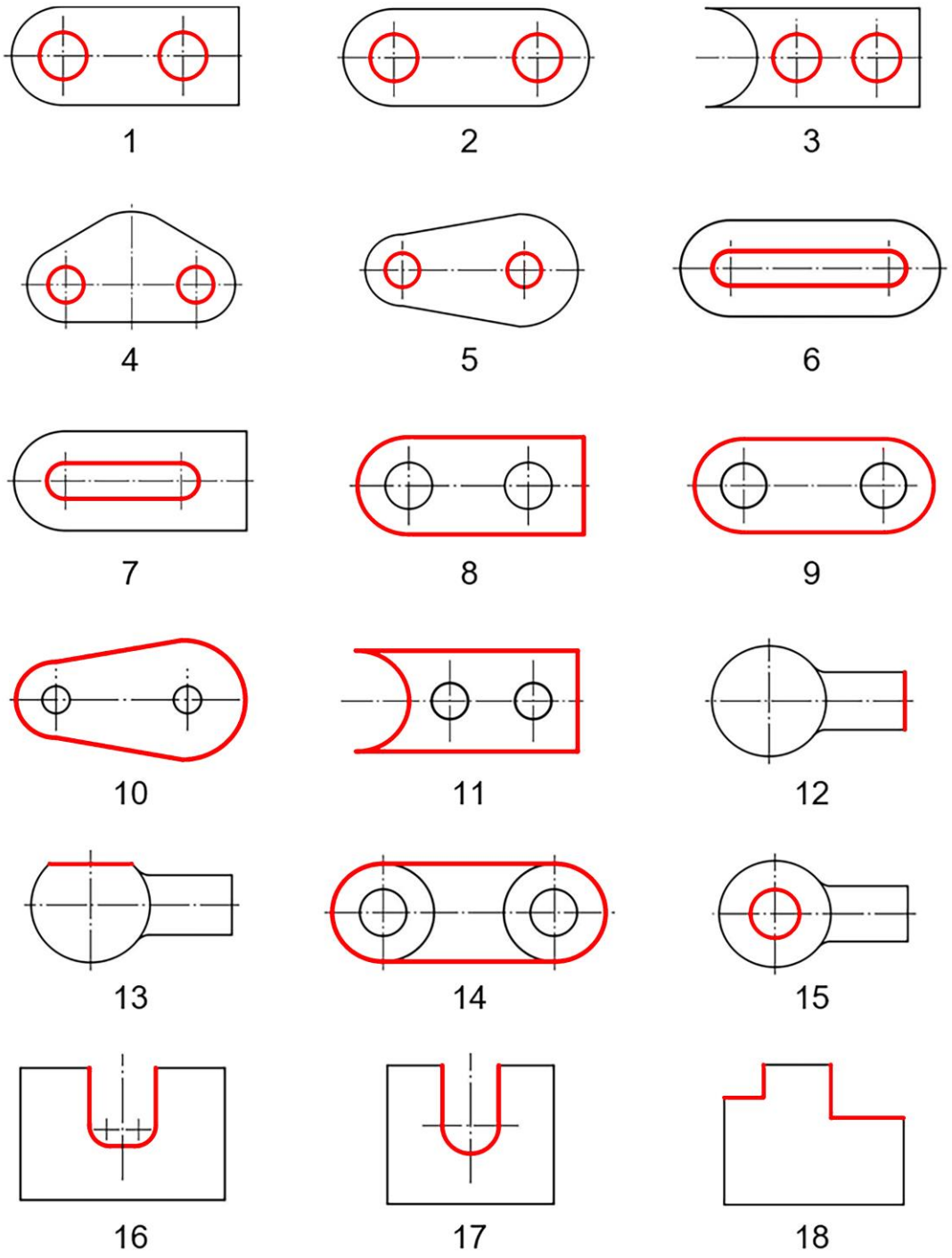


Рисунок Б.1 – Варіанти оброблюваних поверхонь: червона лінія – поверхня, що оброблюється, чорна – контури деталі