

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Технологія
Машинобудування

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни
ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА
для студентів спеціальності 131
«Прикладна механіка»
усіх форм навчання

Конспект лекцій з дисципліни «Технологічна оснастка» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: Вишнепольський Є.В., – Запоріжжя: НУЗП, 2024 – 84 с.*

Укладач: Є.В. Вишнепольський, доц., к.т.н.

Рецензент: Н.В. Гончар, доц., к.т.н.

Відповідальний
за випуск: С.І. Дядя, доц., к.т.н.

Затверджено на засіданні кафедри
"Технології машинобудування"
протокол № 1 від 06.08.2024 р.

Рекомендовано до видання
НМК Машинобудівного факультету
протокол № 1 від 27.08.2024 р.

ЗМІСТ

1	Тема 1. Вступ. Класифікація пристосувань. Вимоги до верстатних пристосувань	4
2	Тема 2 . Принципи базування та вибір баз	10
3	Тема 3. Основні та допоміжні установочні елементи	24
4	Тема 4. Похибки установки та базування	34
5	Тема 5. Розрахунок пристосувань на точність	52
6	Тема 6. Розрахунок сил затиску. Основні принципи закріплення заготовок в пристосуваннях	60
7	Тема 7. Затискні пристосування. Конструкції. Розрахунок ..	71
8	ЛІТЕРАТУРА.....	84

Автор висловлює щире подяку авторам Мироненко О.М. ВНТУ та Захаркін О.У. СумДУ за матеріалами навчальних посібників яких створено цей конспект лекцій.

Тема 1. Вступ. Класифікація пристосувань. Вимоги до верстатних пристосувань (2 години)

Сучасну технологію машинобудування потрібно забезпечити сучасними машинами і пристосуваннями.

Задачі, які потрібно розв'язувати при проектуванні пристосувань:

1. Покращення якості виробів за рахунок підвищення надійності.
2. Збільшення довговічності виробів.
3. Збільшення точності виготовлення деталей.
4. Збільшення коефіцієнта корисної дії.
5. Зменшення трудомісткості.
6. Зменшення собівартості.
7. Зменшення металомісткості виготовлення машин.
8. Уніфікація елементів пристосувань, механізація, автоматизація.

9. Зменшення часу на підготовку виробництва нових виробів.

Цієї мети можна досягти при використанні прогресивної технологічної оснастки і обладнання (пристосувань).

Пристосуванням в машинобудуванні називають допоміжні пристрої, які використовуються для виконання операцій механічної обробки складання й контролю.

В багатосерійному виробництві на одну деталь використовують у середньому до 10 пристосувань. Затрати на виготовлення пристосувань досягають 15-20% від вартості обладнання.

80-90% пристосувань – це пристосування для установки й закріплення заготовки.

Використання пристосувань підвищує продуктивність і точність обробки, складання й контролю, полегшує працю робітників, регламентує строки виконання операцій, розширює технологічні можливості верстатів, підвищує безпеку роботи і усуває аварії. При використанні пристосувань використовується менш кваліфікована робоча сила.

Підвищення продуктивності досягається завдяки:

1. Скороченню допоміжного часу.
2. Скороченню часу на установку й зняття заготовки.
3. Скороченню часу на розміщення заготовки.
4. Підвищенню режимів різання в результаті збільшення жорсткості технологічної системи.
5. Розширенню функціональних можливостей верстатів.

В цілому пристосування можна розділити на 4 основні групи.

1.Верстатні пристосування, які використовуються для установки та закріплення заготовок у відповідності до технологічного процесу. Ці пристосування поділяються на свердлильні, фрезерні, розточувальні, токарні і т.д.

До верстатних пристосувань відносять і пристосування спеціального призначення (для рихтування, гнуття і інших специфічних операцій розтяжки).

2.Пристосування для закріплення різального інструмента. Ці пристосування виконують зв'язок між верстатом і інструментом. Такі пристосування називають допоміжним інструментом.

3.Складальні пристосування для виконання з'єднань сполучних деталей вузлів і виробу. Складальні пристосування у свою чергу поділяються за характером виконання свого службового призначення :

3.1 Для закріплення базових деталей виробу, який складається.

3.2 Для забезпечення правильної установки з'єднувальних елементів виробу.

3.3 Для деформування пружних елементів вузлів, що складаються.

3.4 Для виконання запресування, клепання, розвальцьовування.

4.Контрольні пристосування, які використовуються для перевірки заготовок при проміжних і завершальному контролі деталей у процесі обробки, а також для перевірки складених вузлів машин.

Крім того, пристосування поділяються за рівнем спеціалізації на універсальні, переналагоджувальні і спеціальні.

Універсальні пристосування застосовуються в індивідуальному й дрібносерійному виробництві. Які поділяються на стандартні та спеціальної конструкції, для типових деталей, але з різними розмірами.

Переналагоджувальні пристосування використовують у дрібносерійному і середньосерійному виробництві. До них відносяться УСП (універсальні складальні пристосування), складально-розбірні (СРП), які складаються з нормалізованих деталей і вузлів.

Спеціальні пристосування використовують для виконання однієї технологічної операції. Вони використовуються в масовому виробництві.

При впровадженні нового виробу у виробництво на виготовлення пристосувань використовується до 80% часу підготовки виробництва. Спеціальні пристрої високопродуктивні, швидкодіючі, багатомісні,

багато інструментальні, часто повністю автоматизують процес обробки деталей.

За своєю конструкцією пристосування повинні бути зручними для роботи, швидкодіючими, достатньо жорсткими для забезпечення заданої точності, раціональними з точки зору техніки безпеки, зручними для установки на верстат, простими і дешевими у виготовленні, доступними для ремонту і заміни зношених деталей.

Відповідно до ЕСТПП «Правила вибору технологічного оснащення» верстатні пристосування підрозділяються на такі системи (табл. 1); нерозбірні спеціальні пристосування (НСП); універсальні безналагоджувальні пристосування (УНП); універсально-збірні пристосування (УСП); збірно-розбірні пристосування (СРП); універсальні безналагоджувальні пристосування (УБП), спеціалізовані налагоджувальні пристосування (СНП).

Основні вимоги безпеки до конструкції усіх видів верстатних пристосувань установлює ГОСТ 12.2.029-77 ССБТ. «Приспособления станочные. Общие требования безопасности».

Таблиця 1 Характеристика верстатних пристосувань

Пристосування	Застосування	Ступінь оборотності
Нерозбірні спеціальні (НСП)	Масове й велико-серійне виробництво.	Необоротні
Спеціалізовані налагоджувальні (СНП) Збірно-розбірні (СРП)	Серійне виробництво	Зворотні Складові складальні одиниці деталі і корпус у розібраному вигляді зворотні (допускають багаторазове використання)
Універсальні налагоджувальні (УНП)	Дрібносерійне виробництво	Оборотна основна частина пристосування
Універсальні безналагоджувальні (УБП)	Індивідуальне і дрібносерійне виробництво	Змінні налагодження спеціального призначення необоротні
Універсально-збірні (УСП)	Індивідуальне або дослідне виробництво	Складові складальні одиниці і деталі в розібраному вигляді, оборотні

Конструкція пристосувань повинна:

- забезпечити безпеку установки і зняття оброблюваних заготовок: елементи верстатних пристосувань, що виступають за габарити столу верстата, не повинні перешкоджати роботі верстата, обмежувати доступ до органів керування, створювати небезпеку верстатнику;

- не мати гострих кутів, крайок і інших поверхонь з нерівностями, що представляють джерело небезпеки (розміри фасок і округлень зовнішніх поверхонь повинні бути не менш 1 мм);

- забезпечувати надійне і зручне з'єднання з верстатом чи змінними налагоджувальними елементами за допомогою болтів до верстатних пазів, притискних планок, гвинтів і т.п. (спосіб з'єднання повинний виключати мимовільне ослаблення і зсув у процесі експлуатації);

- пристосування, що установлюються на обертові поверхні, має бути надійно орієнтовані щодо осі обертання;

- забезпечувати вільний вихід стружки, стік МОР, а в разі потреби мати пристрої для їхнього видалення (вікна, лійки для збору і лотки для відводу стружки);

- мати запобіжні кожухи, якщо кожух верстата не забезпечує належного захисту працюючого (при оберткових пристосуваннях);

- мати пристрої і поверхні, що забезпечують безпеку і зручність установки і зняття пристосувань (маса переміщуваного вручну пристосування разом із закріпленою заготовкою не повинна перевищувати 16 кг);

- передбачати можливість вільної закладки і знімання стропів, кліщів та інших загартбних пристроїв для переміщення пристосувань за допомогою вантажопідйомних механізмів (при обробці заготовок масою понад 12 кг);

- мати пристрої (рим-болти, цапфи і т.п.), що забезпечують збереження стійкості при переміщенні пристосувань вантажопідйомними машинами (для пристосувань масою більш 16 кг).

Для усунення влучення пальців рук між затискними елементами пристосування і деталлю в процесі закріплення деталі зазор між затиском і деталлю має бути не більш 5 мм. Якщо форма, розміри і способи закріплення деталі утрудняють витяг їх після обробки, то пристосування постачають виштовхувачами. У конструкціях верстатних пристосувань варто передбачати можливість періодичного змазування всіх тертьових поверхонь за допомогою масельничок, мастильних отворів, каналів.

Системи пневмо- і гідроприводу в затискних пристроях пристосувань повинні забезпечувати безпечне закріплення і розкріплення заготовки, її надійне утримання під час обробки, а також при раптовому припиненні подачі стиснутого повітря чи рідини до повної зупинки устаткування. При використанні пневматичних приводів повинна бути виключена можливість відкидання на робітника стружки і пилу відпрацьованим повітрям і забруднення робочої зони.

Конструкція магнітних верстатних пристосувань повинна забезпечувати надійне кріплення оброблюваних заготовок з феромагнітних матеріалів виходячи з максимального зусилля різання, а також повна їхня водонепроникність. Електромагнітні верстатні пристосування мають бути заземлені.

Електроприводи електроустаткування верстатних пристосувань повинні відповідати наступним вимогам ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования».

Конструкція верстатного пристосування має бути безпечною при складуванні та транспортуванні. Не допускається ремонт і технічне обслуговування пристосувань під час роботи верстата. Пристосування повинні зберігатися на стелажах, у шафах, що забезпечують дотримання усіх вимог безпеки при складуванні й збереженні вантажів. Виготовлені, модернізовані пристосування після ремонту під час приймальних, приймально-здавальних чи періодичних іспитів повинні піддаватися контролю.

Тема 2. Принципи базування та вибір баз. (4 години)

Класифікація поверхонь

Уся множина поверхонь деталей зводиться до трьох видів:

- виконавчі;
- базові;
- вільні.

ВИКОНАВЧІ - поверхні, за допомогою яких виріб виконує своє службове призначення безпосередньо (поверхня шківів, що стикається з приводним пасом, поверхня різь в гвинтових механізмах, робоча поверхня зубів коліс, поверхні лопаток, що взаємодіють із робочим середовищем у твердому, рідкому, газоподібному станах, поверхні відбивачів світлових, теплових і інших потоків).

БАЗОВІ - поверхні, за допомогою яких визначається положення даного виробу у виробі більш високого рівня або положення інших виробів, що приєднуються до нього.

ВІЛЬНІ - поверхні, що не стикаються з поверхнями інших виробів, але визначають габарити, масу, жорсткість і інші параметри деталей. Ці поверхні можуть підлягати обробці, а можуть не оброблятися, тобто залишатися в стані вихідної заготовки.

Усі ці поверхні утворюють множину поверхонь, що сполучаються і не сполучаються. Перші виконують певні функції виконавчих або базових, другі – вільних.

При складанні елементів машини необхідно забезпечити правильне розміщення деталей і вузлів у складальних одиницях, а при обробці заготовок їх необхідно правильно орієнтувати щодо елементів верстата. Завдання взаємного орієнтування виробів у складальних одиницях і заготовок при обробці вирішуються їх базуванням.

БАЗУВАННЯ - надання заготовці або виробу необхідного положення щодо обраної системи координат (ГОСТ 21495 – 84).

При механічній обробці заготовок на верстатах базуванням прийнято вважати надання заготовці необхідного положення щодо елементів верстата. Фіксація положення, досягнутого при базуванні, здійснюється закріпленням заготовок. У зв'язку з цим при установці заготовок перед обробкою вирішуються два завдання: базування і закріплення.

Відомо, що будь-яке матеріальне тіло в тривимірному просторі має шість ступенів вільності – три переміщення уздовж координатних осей і три обертання навколо цих осей. При базуванні на тіло накладається деяке число позиційних зв'язків (обмежники переміщень

та обертань), що позбавляють його визначених ступенів вільності. Таким чином визначається числове значення положення по відповідній координаті. У реальних умовах базування позиційні зв'язки замінюються контактом відповідних поверхонь або опорних точок заготовки і пристосування. Число опорних точок заготовки повинно бути таким, що дорівнює числу замінених ними позиційних зв'язків. При цьому під опорною точкою мається на увазі ідеальна точка контакту, що позбавляє заготовку одного ступеня вільності. Згідно з ГОСТом 21495-84 опорні точки позначають:



- для вигляду збоку;



- для вигляду зверху.

БАЗА - поверхня або виконуючі ту ж функцію сполучення поверхонь, вісь, точка, що належать заготовці або виробові і використовуються для базування.

Бази класифікуються за такими ознаками:

За призначенням:

- конструкторські (основні та допоміжні);
- технологічні;
- вимірювальні.

За числом ступенів вільності, що вони позбавляють (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Характеристика баз за числом ступенів вільності, що вони позбавляють

Найменування бази	Ступінь вільності, що позбавляється	Вид поверхні, що реалізує базу
Встановлювальна (ВБ)	3 (1 перем., 2 оберти)	Площина
Напрямна (НБ)	2 (1 перем., 1 оберт)	Площина
Опорна (О)	1 (1 перем. Або 1 оберт)	Площина, зрізаний палець
Подвійна напрямна (ПНБ)	4 (2 перем., 2 оберти)	Довгий циліндр
Подвійна опорна (ПОБ)	2 (2 перем.)	Короткий циліндр

За характером прояву (див. Рисунок 2.1):

- явні (у вигляді реальних поверхонь, розмічувальних рисок або точок);
- сховані (у вигляді уявної площини, осі симетрії тощо).

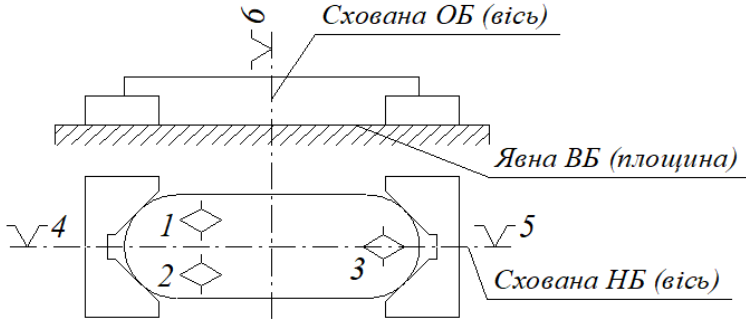


Рисунок 2.1 - Базы явні і сховані

ОСНОВНА КОНСТРУКТОРСЬКА БАЗА (ОКБ) використовується для визначення положення самої деталі або складальних одиниць у виробі (рисунок 2.2).

ДОПОМІЖНА КОНСТРУКТОРСЬКА БАЗА (ДКБ) використовується для визначення положення деталей або складальних одиниць, що приєднуються до даного виробу (рисунок 2.2).

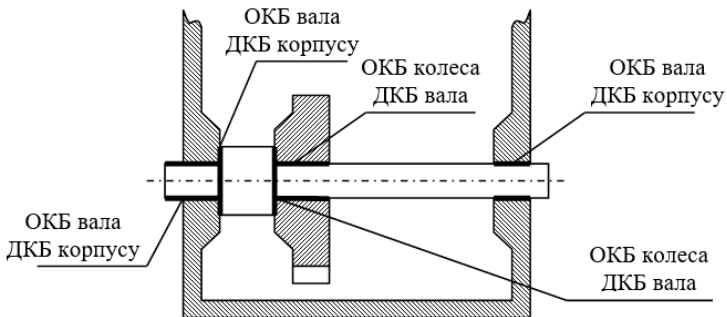


Рисунок 2.2 – Основні і допоміжні конструкторські бази

ТЕХНОЛОГІЧНА БАЗА (ТБ) - база, що використовується для визначення положення заготовки або виробу при виготовленні, складанні або ремонті (рисунок 2.3).

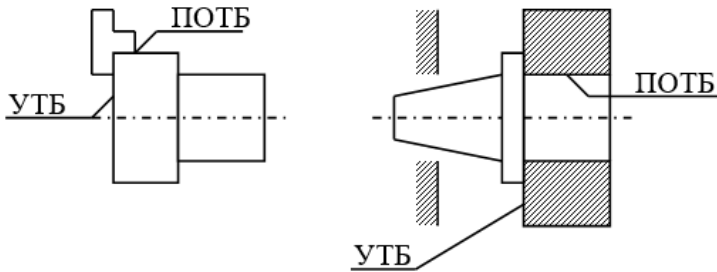


Рисунок 2.3 – Технологічні бази

Технологічні бази можуть бути реальними (реальні поверхні виробу) і штучними (поверхні спеціально створені для базування при виготовленні, складанні або ремонті, наприклад, центрові гнізда у вала).

ВИМІРЮВАЛЬНА БАЗА (ВБ) – база, що використовується для визначення відносного положення поверхонь або виробів і засобів виміру.

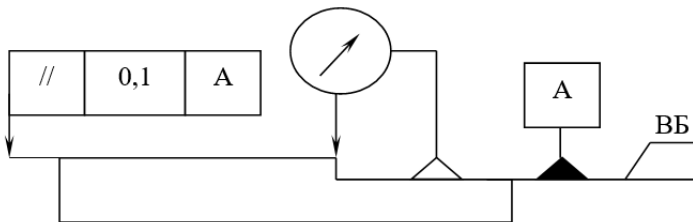


Рисунок 2.4 – Вимірнявальна база (ВБ)

Характеристика баз за числом ступенів вільності, які вони позбавляють

ВСТАНОВЛЮВАЛЬНА БАЗА (ВБ) – позбавляє виріб 3 ступенів вільності, подана завжди площиною. За установчу базу рекомендується брати поверхню виробу, що має найбільшу площу.

НАПРЯМНА БАЗА (НБ) – позбавляє виріб 2 ступенів вільності, подана завжди площиною. За напрямну базу рекомендується брати поверхню, що має найбільшу довжину (для максимального рознесення опорних точок).

ОПОРНА БАЗА (ОБ) – позбавляє виріб 1-ї ступені вільності. Подана або площиною, або, як особливий випадок, циліндричним зрізаним пальцем.

ПОДВІЙНА НАПРЯМНА БАЗА (ПНБ) – позбавляє виріб 4 ступенів вільності. Подана довгою ($L > D$) зовнішньою або внутрішньою циліндричною поверхнею (рисунк 2.5). Іноді ПНБ може бути реалізована за допомогою двох рознесених у просторі коротких циліндричних поверхонь.

ПОДВІЙНА ОПОРНА БАЗА (ПОБ) – позбавляє виріб 2 ступенів вільності. Подана короткою ($L < D$) зовнішньою або внутрішньою циліндричною поверхнею.

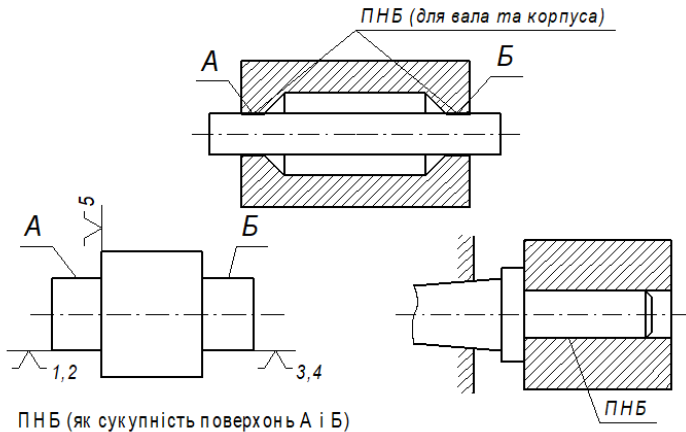


Рисунок 2.5 – Приклади подвійної напрямної бази (ПНБ)

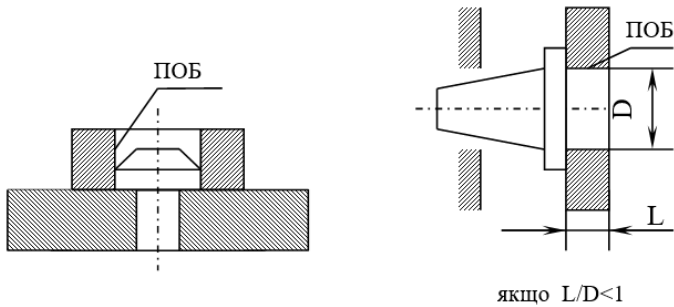


Рисунок 2.6 – Приклад подвійної опорної бази (ПОБ)

Розглянемо теоретичні схеми базування заготовок різних класів. Теоретична схема базування паралелепіпеда. Вона моделює схеми базування заготовок типу корпусів, плит та подібних до них деталей. Теоретична схема наведена на рисунку 2.7.

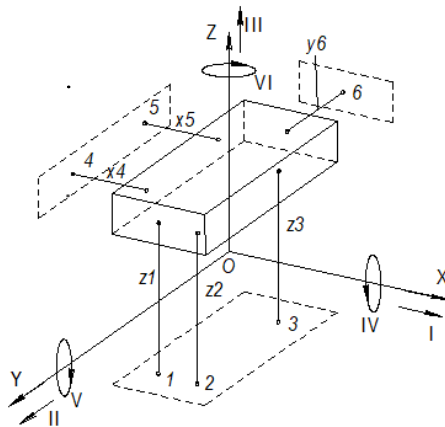


Рисунок 2.7 – Схема базування призматичних заготовок

Відповідні цій схемі таблиця відповідностей і матриця зв'язків показані нижче.

Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності (див. Рисунок 2.7)
1,2,3	III,IV,V
4,5	I,VI
6	II

Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	0	1	Встановлювальна база
A	1	1	0	
L	1	0	0	Напрямна база
A	0	0	1	
L	0	1	0	Опорна база
A	0	0	0	

У таблиці відповідностей зазначаються ступені вільності (I-VI), що позбавляються при накладенні визначених зв'язків (1 – 6).

У матриці зв'язків "1" означає, що дана база визначає положення виробу по лінійній (L) або кутовій координаті (α) у відповідній координатній системі і "0" - у протилежному випадку.

Теоретична схема базування довгих циліндрів подана на рисунку 2.8. Вона моделює базування заготовок при установці з використанням довгих циліндричних поверхонь, торців і радіальних елементів у пристосуваннях із установчими елементами типу призм.

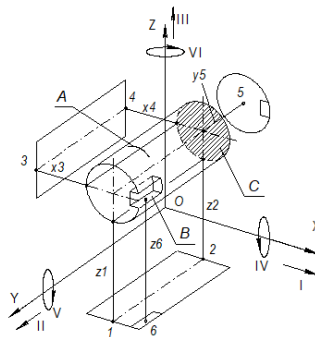


Рисунок 2.8 – Схема базування довгих циліндрів

Нижче подані відповідні цій схемі таблиця відповідностей і матриця зв'язків.

Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності
1,2,3,4	I,III,IV,VI
5	II
6	V

Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	1	0	1	Подвійна напрямна база
A	1	0	1	
L	0	1	0	Опорна база
A	0	0	0	
L	0	0	0	Опорна база
A	0	1	0	

Теоретична схема базування заготовок типу дисків подана на рисунку 2.9.

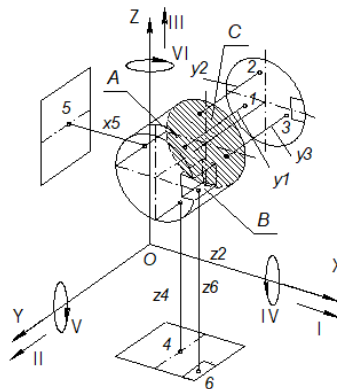


Рисунок 2.9 – Схема базування дисків

Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності
1,2,3	II,IV,VI
4,5	III,I
6	V

Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	0	Встановлювальна база
A	1	0	1	
L	1	0	1	Подвійна опорна база
A	0	0	0	
L	0	0	0	Опорна база
A	0	1	0	

Потрібно відзначити, що для тіл обертання позбавлення заготовки шостого ступеня вільності необхідно лише у випадках наявності кутових координуючих розмірів для поверхонь, які обробляють на різних операціях, наприклад, при свердленні отвору в заготовці, показаній на рисунку 2.10а, її досить позбавити 5 ступенів вільності (неповне базування), а заготовку, показану на рисунку 2.10б, необхідно додатково орієнтувати відносно раніше виготовленого радіального паза й у такий спосіб позбавити ще однієї – шостої ступені вільності (повне базування).

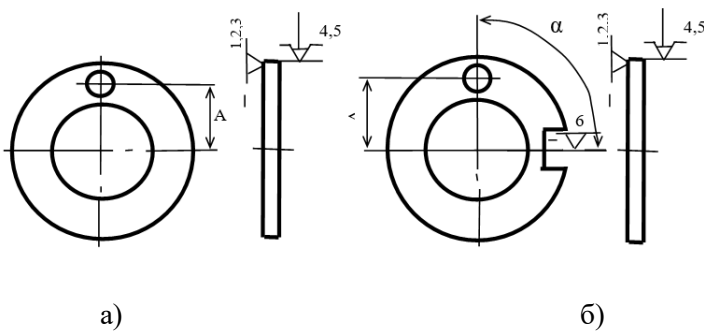


Рисунок 2.10 – Приклад повного і спрощеного базування

Правило 6 точок. Для повного базування заготовки в пристосуванні необхідно і досить створити в ньому шість опорних точок, розташованих певним чином відносно базових поверхонь заготовки.

Умовні позначення баз у технологічній документації

При розробленні різних технологічних документів - операційних ескізів, схем базування і закріплення при проектуванні оснащення, тощо - необхідно позначити бази і зазначити форму поверхонь, застосовуваних для базування, число ступенів вільності, що вони позбавляють, точки прикладання сил затиску, зазначити джерело їх виникнення.

Для цього використовуються спеціальні умовні позначення згідно з ГОСТОМ 3.1107-81 "Обозначения условные графические, применяемые в технологических процессах. Опоры и зажимы." Деякі з них, що мають найчастіше застосовуються, наведені нижче:

 опора нерухома;

 центр жорсткий;

 опора рухома;

 центр обертовий;

 опора плаваюча;

 центр плаваючий.

Типові позначення схем базування на операційних ескізах.

Схеми базування призматичних заготовок

При базуванні призматичних заготовок як бази найбільш часто використовуються площини й отвори.

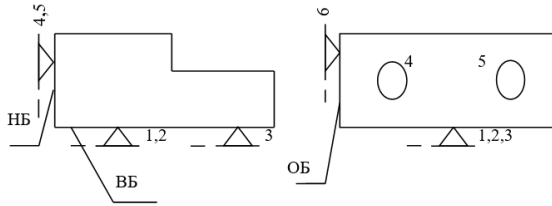


Рисунок 2.11 – Базування по трьох площинах

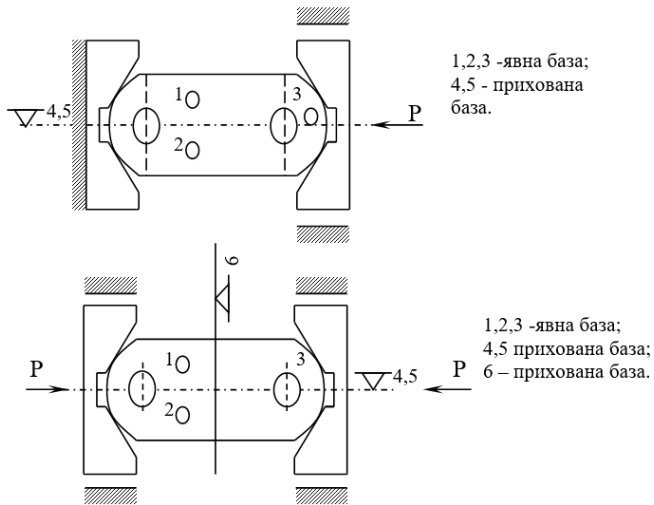


Рисунок 2.12 – Базування з використанням призм для реалізації прихованих баз

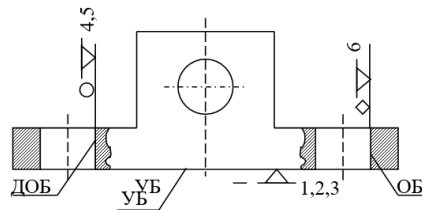


Рисунок 2.13 – Базування на площину і два пальці

Схеми базування заготовок типу валів

Заготовки типу валів, як правило, при обробці встановлюються в центрах або призмах. Довгі вали (із співвідношенням $L/d > 12$) обробляються із застосуванням люнетів. Центри можуть бути жорсткими, плаваючими й обертовими. Деякі типові схеми базування з їх використанням наведені нижче.

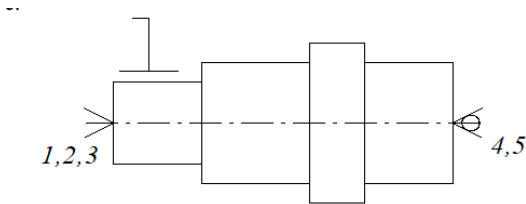


Рисунок 2.14 – Базування в жорсткому лівому та обертовому правому центрах

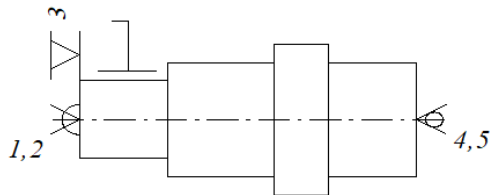


Рисунок 2.15 – Базування з використанням лівого плаваючого та обертового правого центра

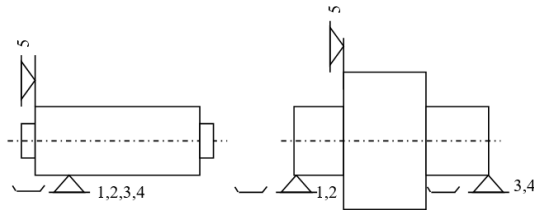


Рисунок 2.16 – Варіанти базування в призмах

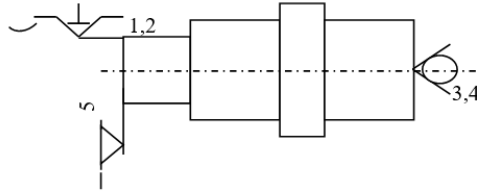


Рисунок 2.17 – Базування в патроні з підтиском заднім обертовим центром

Схеми базування заготовок типу дисків, кілець

Заготовки цих класів при обробці встановлюються в більшості випадків у самоцентруючих патронах, на спеціальних оправках та інших пристосуваннях. При цьому як бази використовуються площини, циліндричні поверхні, радіальні елементи. Деякі зі схем базування наведені нижче.

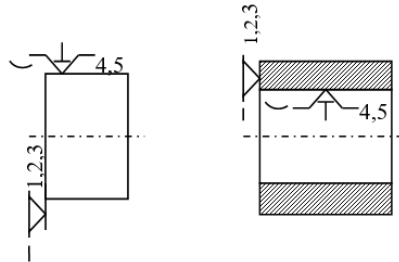


Рисунок 2.18 – Базування в трикулачковому патроні

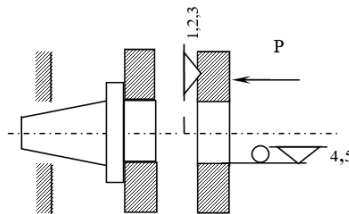


Рисунок 2.19 – Базування на короткій оправці

Це далеко не повний перелік можливих випадків базування різних заготовок. Деякі інші випадки наведені у вищезгаданому державному стандарті, а багато інших схем є похідними від розглянутих вище.

Правила вибору баз

Усі поверхні деталі в загальному випадку можуть бути поділені на дві групи:

- такі, що не підлягають обробці після одержання вихідної заготовки;
- такі, що підлягають обробці з заданою точністю.

Точність і взаємне розташування перших між собою забезпечуються методом одержання вихідної заготовки. Точність взаємного розташування поверхонь першої і другої груп між собою досягається шляхом правильного вибору технологічних баз.

Технологічні бази поділяються на чорнові та чистові. Існують деякі правила для їх призначення.

Чорнові бази – бази, використовувані на першій механічній операції. Ці бази призначені для підготовки чистових баз. Чорнові бази використовуються тільки один раз, на першій технологічній операції. При їх виборі потрібно враховувати такі принципи:

- якщо в деталі є поверхні, що не підлягають обробці, то їх потрібно застосувати для чорнових баз;
- за чорнові бази не можна брати поверхні рознімання штампів, такі, що мають ливники й інші особливості заготовок;
- за чорнові бази потрібно брати поверхні, на яких передбачений мінімальний припуск.

Чистові бази - бази, що використовуються для чистової обробки.

1 Чистові технологічні бази повинні по можливості бути елементами деталі, що є її конструкторськими або вимірювальними базами (принцип суміщення баз).

2 Чистові бази повинні забезпечувати обробку заготовок на різних технологічних операціях без зміни баз (принцип постійності баз).

3 Якщо таких поверхонь у деталі немає, то створюють штучні чистові бази (центрові гнізда, штучні приливки тощо).

Тема 3. Основні та допоміжні установочні елементи (2 години)

Установчі елементи призначені для визначення положення оброблюваної заготовки щодо різального інструменту. У процесі механічної обробки необхідно не тільки правильно влаштувати базу заготовки, а й забезпечити сталість контакту і нерухомість заготовки щодо пристосування.

Залежно від виду обробки і типу заготовки для її орієнтації досить однієї, двох або трьох баз, але при закріпленні заготовки в пристосуванні вона повинна бути позбавлена всіх шести ступенів свободи.

Оскільки забезпечити високі параметри шорсткості, площинності, прямолінійності на великій площі поверхні досить складно, то заготовки в пристосування встановлюють на опори, число яких повинно дорівнювати числу ступенів свободи, яких позбавляється заготовка. Опори бувають основні, допоміжні, регульовані і самоустановлювальні. Опори повинні мати шорсткість робочої поверхні не нижче $Ra=0,63$, володіти високою жорсткістю, зносостійкістю, не повинні деформувати базові поверхні заготовок і бути легко змінними. Основні опори бувають зі сферичною, насеченою і плоскою головками (рис. 3.1).

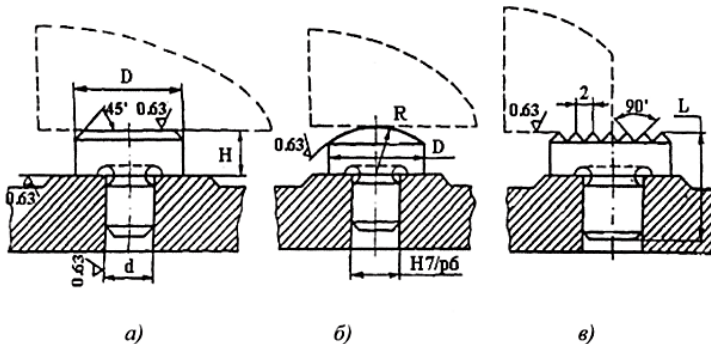


Рисунок 3.1 – Стандартизовані опори (штирі): а - з плоскою головкою; б - зі сферичною голівкою; в - з насеченою головкою

Якщо заготовка має великі габарити і складну форму, то не завжди її можна встановити тільки на основні опори. У цих випадках застосовують підводиться допоміжні опори, що не базують заготовку, а надають їй в процесі обробки стійкість і жорсткість (рис. 3.2).

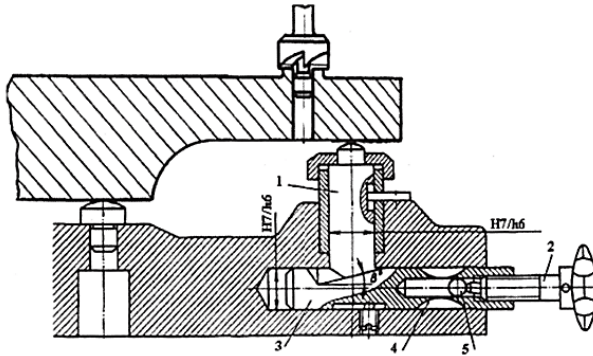


Рисунок 3.2 – Підводиться допоміжна опора

В якості допоміжних опор можуть бути використані регульовані опори у вигляді гвинтів зі сферичною опорною поверхнею і самоустановлювальні опори (рис. 3.3).

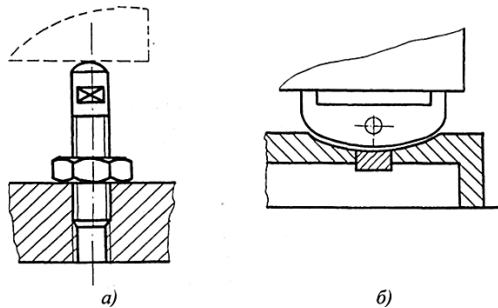


Рисунок 3.3 – Регульована (а) і Самоустановлювальні (б) опори

У тих випадках, коли існує необхідність частой зміни опор (штирів), в отвір пристосування запресовують загартовану втулку, в яку встановлюється опора (рис. 3.4).

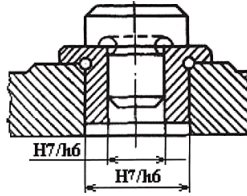


Рисунок 3.4 – Опора, яка встановлюється у втулці

Якщо оброблювана заготовка має оброблену базову поверхню, що володіє високою точністю, то в цьому випадку в якості опор можуть бути використані плоскі пластини (рис. 3.5), які зазвичай встановлюють на вертикальних стінках пристосування, або пластини з косими пазами (рис. 3.6), які встановлюють на горизонтальних поверхнях. Якщо на одній поверхні встановлено кілька опорних пластин, то зазвичай для підвищення точності виробляють їх спільну шліфування.

Зазвичай опори (штирі) виготовляють зі сталі У8А, яку гартують до HRC 50 ... 60 або зі сталі 20 (для штирів з діаметром головки більш 12 мм), яку піддають цементації і загартування. Пластини виготовляють зі сталі 15 і сталі 20, які також піддають цементації і загартування до HRC 55 ... 60, а також з інших легованих сталей 20Х и 12ХНЗА.

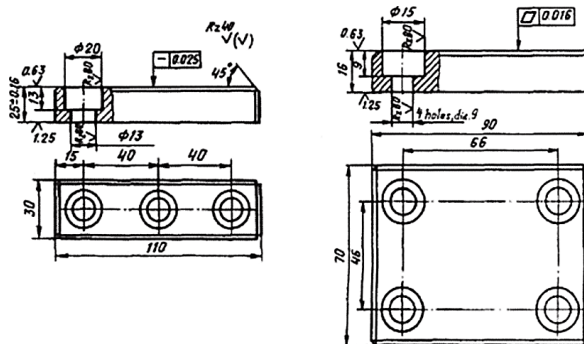


Рисунок 3.5 – Плоскі пластини

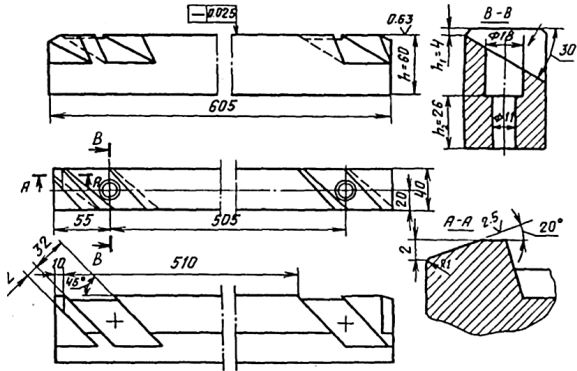


Рисунок 3.6 – Пластини з косими пазами

При установці заготовок в пристосування з двох циліндровим отворів і перпендикулярної до їх осей плоскій поверхні використовують установочні пальці і стандартизовані пластини (рис. 3.7). Один з пальців виконується циліндричним, а другий - зрізаним, що дозволяє уникнути заклинювання при точності отворів по Н7. Така схема базування знайшла широке застосування при обробці заготовок в умовах масового виробництва - в автотракторному машинобудуванні, де використовуються заготовки невеликі за розмірами і масою.

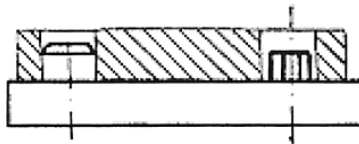


Рисунок 3.7 – Схема базування по площині і двом отворам

Установка заготовок з базуванням по торця і отвору на високий або низький палець (рис. 3.8) позбавляє заготовку:

1) при установці на довгий циліндричний не зрізати палець - чотирьох ступенів свободи (подвійна спрямовуюча база), а установка на торець - одного ступеня свободи (опорна база);

2) при установці на короткий палець - двох ступенів свободи (подвійна опорна база), а торець при цьому є настановної базою і позбавляє заготовку трьох ступенів свободи.

При установці заготовок з базуванням по торця, площини і отвору площину підстави заготовки є настановної базою, отвір - направляючої базою (заготівля позбавляється двох ступенів свободи) і торець заготовки - опорною базою (рис. 3.9).

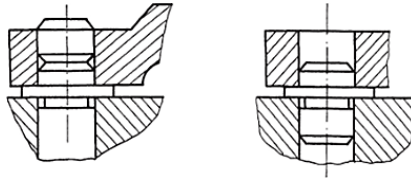


Рисунок 3.8 – Схеми базування по торця і отвору на високий і низький пальці

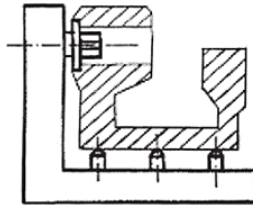


Рисунок 3.9 – Схема базування по плоскості, торця і отвору

Для повного базування заготовок по перерахованим схемами для забезпечення гарантованого контакту поверхонь заготовки з відповідними елементами пристосувань необхідно створити силове замикання, тобто використовувати елементи кріплення (прихвати, затискачі, фіксатори і т.п.).

Установчі пальці бувають в залежності від інтенсивності їх експлуатації постійними (рис. 3.10), змінними (рис. 3.11) і висувними (рис. 3.12), і встановлюються в наскрізних отворах на спеціально виконаних виступаючих майданчиках або в виточках. Постійні пальці зазвичай запресовуються в корпус пристосування, а змінні пальці встановлюються в перехідні втулки, які також запресовуються в корпус пристосування. Установчі пальці зазвичай виготовляють зі сталі У7А або зі сталі 20Х, які піддають хіміко-термічній обробці до HRC 50 ... 55.

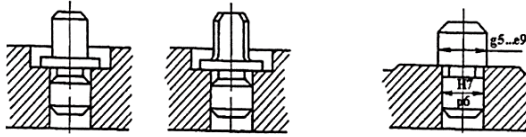


Рисунок 3.10 – Постійні установчі пальці

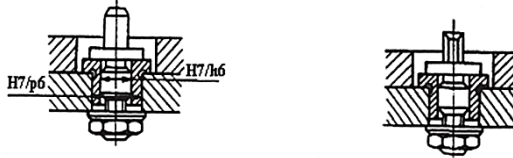


Рисунок 3.11 – Змінні установчі пальці

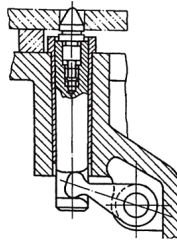


Рисунок 3.12 – Висувною установчий палець

Як настановних елементів пристосувань широке застосування мають жорсткі і розтискні оправлення, на яких встановлюють заготовки в процесі механічної обробки. Жорсткі оправлення можуть бути консольними або центровими і можуть мати різне конструктивне виконання.

В умовах дрібносерійного виробництва використовують жорсткі оправлення, що мають конусність зовнішньої циліндричної поверхні від 1: 2000 до 1: 1500 (рис. 2.96). Оброблювана заготовка завдяки наявності конуса добре базується на оправці в радіальному напрямку (її зовнішня поверхня концентрично поверхні оправлення), проте в осьовому напрямку базування відсутня, і при наявності великих сил різання можливий проворот заготовки на оправці.

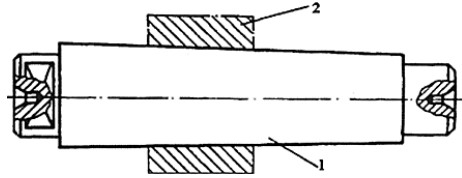


Рисунок 3.13 – Жорстка центрова оправлення з конічною зовнішньою поверхнею: 1 - оправлення; 2 - оброблювана деталь

Такі оправлення застосовуються при зовнішньому точінні на-прохід. В умовах середньо- і великосерійного виробництва застосовуються оправлення з зазором (рис. 3.14), які мають зав'язаний буртик для осьового базування заготовки і підвідний гайку. Зазвичай конструкція таких оправок не дозволяє обробляти торці заготовки, і похибка радіального базування у них значно вище за рахунок наявності зазору між зовнішньою циліндричною поверхнею оправлення і внутрішньої циліндричної поверхнею заготовки.

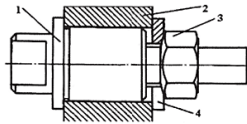


Рисунок 3.14 – Жорстка оправлення з зазором: 1 - зав'язаний буртик; 2 - заготовка; 3 - кріпильна гайка; 4 - розрізна шайба

Наявність розрізної шайби дозволяє здійснювати швидку зміну заготовок.

В умовах великосерійного і масового виробництва використовуються оправлення, на які заготовки надягають з натягом, який дозволяє витримувати великі осьові зусилля і крутний момент (рис. 3.15).

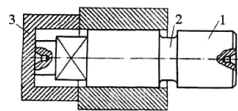


Рисунок 3.15 – Жорстка оправлення з натягом

Для осьового базування заготовки при її напресування використовується спеціальний стакан 3, який потім видаляється.

Така оправлення 1 дозволяє здійснювати обробку з високими режимами різання. Відсутність зазору сприяє досягненню суворой концентричності циліндричних поверхонь. Конструкція оправлення дозволяє обробляти торці деталі за рахунок канавки 2. При необхідності оправлення може мати шпонку для передачі заготовки крутного моменту.

При обробці заготовок, що мають шлицевое отвір, може бути використана жорстка шліцьова оправлення (рис. 3.16).

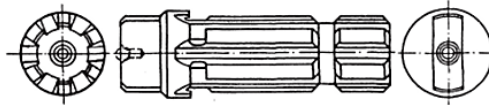


Рисунок 3.16 – Жорстка шліцьова оправлення

На рис. 3.17 представлені конструкції розтискних консольних оправок.

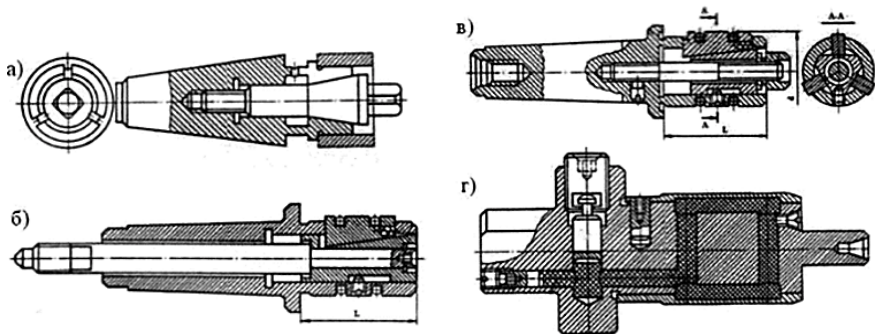


Рисунок 3.17 – Конструкції розтискних консольних оправок: а – цангова; б і в – кулачкова; г-з Гідропласт

Центри використовуються для установки на верстатах деталей, що мають центрові отвори (вали), або отворів з фасками (втулки).

Центри бувають нерухомими, які обертаються разом зі шпинделем верстата, і обертаються. Обертові центри використовуються при високих частотах обертання деталей, наприклад при токарній обробці, а нерухомі - при малих частотах обертання, наприклад при шліфуванні.

Центри бувають гладкими невращаючої, зрізаними, з рифленнями для передачі крутного моменту за рахунок впровадження рифлень в торець заготовки (рис. 3.18). Наконечники центрів для зменшення їх зносу виконують з твердого сплаву. Для забезпечення точної осьової орієнтації заготовок застосовують плаваючі центри, які самоуста- навлюються під дією пружини в столичному отворі заготовки. При цьому торець заготовки базується по опорної шайбі центру. Різні види центрів представлені на рис. 3.18-3.20.

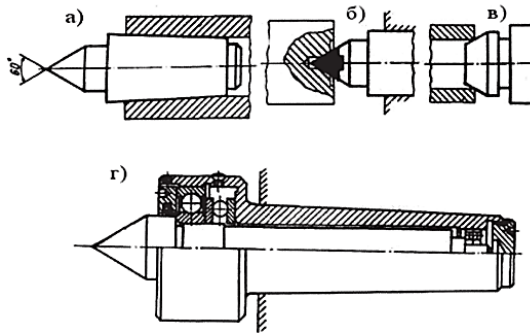


Рисунок 3.18 – Різновиди центрів: а, б- гладкі невращаючої; в - гладкий зрізаний; г – обертається

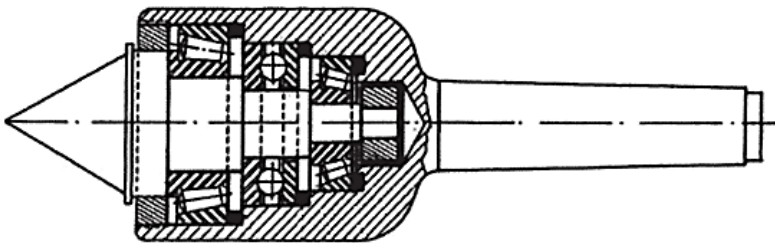


Рисунок 3.19 – Токарний обертається центр для виконання обдирні робіт

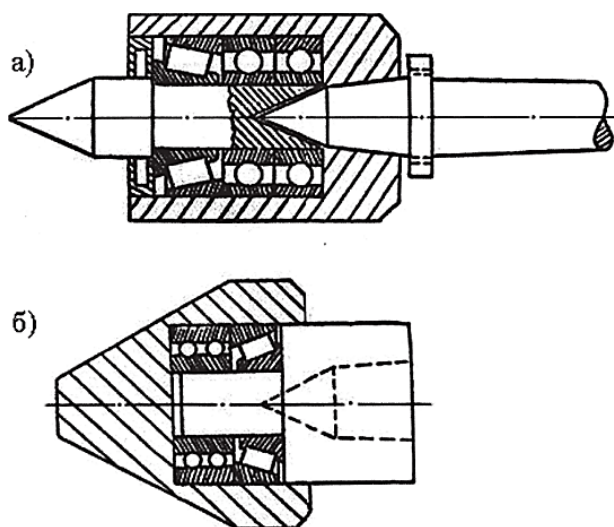


Рисунок 3.20 – Обертові центри зі змінною голівкою для обробки: а - деталей середніх розмірів; б - габаритних деталей

Тема 4. Похибки установки та базування (4 години) [4]

Точність обробки забезпечується певним положенням заготовок відносно різального інструменту. Положення заготовки при обробці характеризується шістьма ступенями свободи, що визначають можливість переміщення і повороту заготовки відносно трьох координатних осей. При повній орієнтації заготівля втрачає усі ступені свободи; при неповній - числа ступенів свободи менше шести.

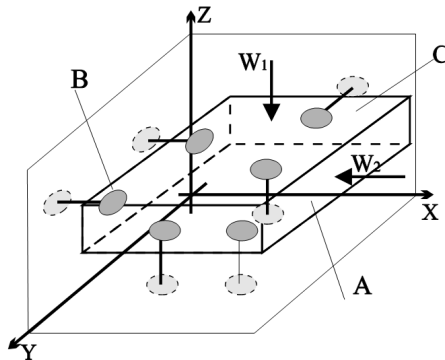


Рисунок 4.1

Позбавлення деталі ступенів свободи досягається накладенням зв'язків. Під зв'язками маються на увазі обмеження позиційного характеру, що накладаються на рухи точок даного тіла. Для орієнтування призматичного тіла в просторі необхідно з'єднати три точки a_1 , a_2 , a_3 його нижньої поверхні двосторонніми позиційними зв'язками з площиною XOY прямокутної системи координат. Ці двосторонні зв'язки представляються у вигляді стержнів, що не деформуються, зберігають здатність ковзати уздовж осей OX і OY не відриваючись від площини XOY , тобто тіло втрачає 3-і ступені свободи : поступальної ходи уздовж осі OZ і обертального навкруги OX і OY не відриваючись від площини XOY . Т. е. тіло втрачає три ступені свободи : поступального уздовж осі OZ і обертального навкруги OX і OY . Площина B з'єднується двома зв'язками або опорними точками з площиною ZOY . Вони позбавляють її двох ступенів свободи : переміщення уздовж осі OX і обертання навкруги OZ . Опорна точка Z

позбавляє деталь одного ступеня свободи - переміщення уздовж осі ОУ. Шість накладених двосторонніх позиційних зв'язків забезпечують задане орієнтування тіла відносно системи координат OXYZ і фіксація тіла в цьому положенні.

При установці заготовки на опорні точки пристосування кожна їх реалізує один двосторонній зв'язок.

Під «опорною точкою» мається на увазі ідеальна точка контакту поверхні заготовки і пристосування, що позбавляє заготівлю одного ступеня свободи, роблячи неможливим її переміщення в напрямі, перпендикулярному опорній поверхні. Число опор на які встановлюють заготівлю не повинно бути більше шести.

Правило шести точок: Для повного базування заготовки в пристосуванні необхідно і достатньо створити в ній шість опорних точок, розташованих певним чином відносно базових поверхонь.

Розробляючи питання про установку деталі вирішують яких ступенів свободи потрібно позбавити деталь за допомогою настановних елементів пристосування для отримання заданих кресленням розмірів.

Для забезпечення стійкого положення заготовки в пристосуванні:

1. Відстань між опорами слід вибирати великим, оскільки в цьому випадку зменшується вплив погрішності форми базових поверхонь на положення заготовки в пристосуванні.
2. При установці заготовки на опори не повинен виникати перевертаючий момент.

Закріплення заготовки здійснюється однією силою (наприклад W_1), яка визиває виникнення сили тертя між нижньою базою та опорами, що заважає зміщенню заготовки у інших напрямках. Опори мають обмежену поверхню контакту та жорстко закріплені в корпусі пристосування.

Для того, щоб визначити положення валика в просторі, необхідно задати п'ять жорстких зв'язків, які позбавляють його п'яти ступенів свободи: можливості переміщатися у напрямі осей ОХ, ОУ і ОZ і обертатися навколо осей ОХ і ОZ. Шостий ступінь свободи - обертання навколо власної осі - залишається вільною.

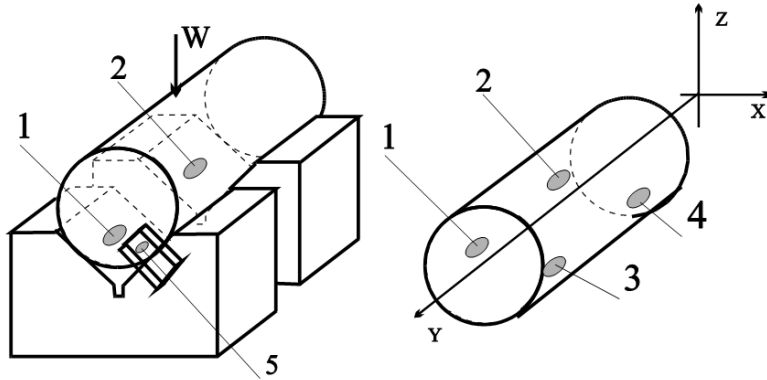


Рисунок 4.2

Поверхня деталі, що несе три опорні точки, називається головною базуючою поверхнею; бічна поверхня з 2-ма опорними точкам - що направляє, торцева з однією опорною точкою - опорної.

Циліндрична поверхня валика, що несе 4 опорних точки, називається подвійною направляючою поверхнею. Торцева поверхня валика є опорною базою.

При обробці недостатньо жорстких заготовок виникає необхідність збільшення числа опорних точок понад шести. При установці прямокутної заготовки з довгим кронштейном, у якого обробляються торці бобишек застосовується опора, що індивідуально підводиться, 1, до якої заготівля притискається силою W' . Це підвищує жорсткість технологічної системи, дозволяючи використати продуктивніші режими різання.

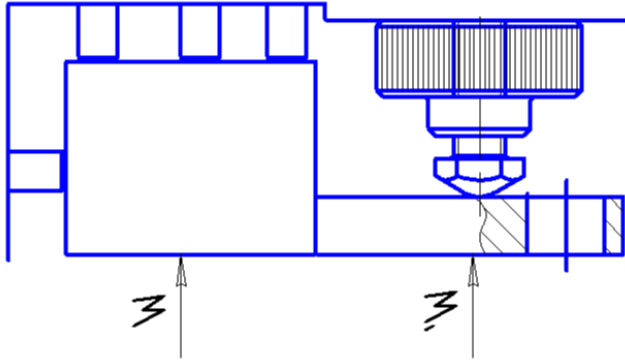


Рисунок 4.3

Додаткові опори виконують тільки регульованими або такими, що самоустановлюються. При установці заготовки опори індивідуально підводяться (самоустановлюються) до поверхні заготовки, а потім стопоряться, перетворюючись на час виконання цієї операції в жорсткі опори. Число додаткових опор не обмежене, проте для спрощення конструкції пристосування їх число слід брати мінімальним.

Установка - (по ГОСТ 21495-76) процес базування і закріплення заготовки і виробу.

Погрішність установки - відхилення фактично досягнутого положення заготовки або виробу при установці від потрібного.

Погрішність установки ε_y , як одна із складових загальної погрішності виконуваного розміру підсумовується з погрішностей базування ε_b , закріплення ε_z і погрішностей заготовки, викликаних неточністю пристосування $\Delta_{пр}$. По своєму фізичному сенсу величина (у виражає погрішність положення заготовки.

Оскільки величини ε_b , ε_z , $\Delta_{пр}$ є полем розсіювання випадкових величин, то загальна погрішність установки визначається як:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_z^2 + \Delta_{пр}^2}$$

Базування (по ГОСТ 21495-76) - надання заготовки або виробу необхідного положення відносно системи координат.

Погрішність базування - відхилення фактично досягнутого положення заготовки або виробу при базуванні від потрібного.

Погрішність базування має місце при несуміщенні технологічної і вимірювальної бази заготовок.

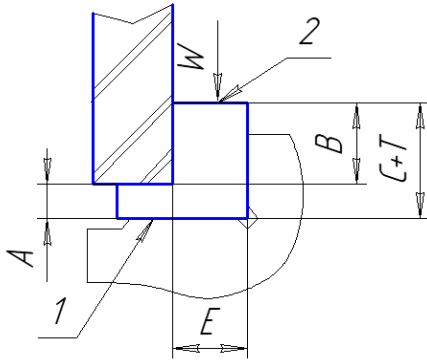


Рисунок 4.4

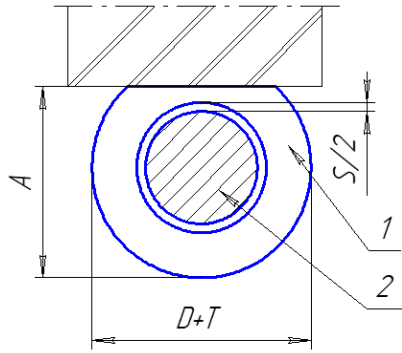


Рисунок 4.5

При цій установці (Рис. 4.4) погрішність базування для розміру А рівна 0, тобто $\varepsilon_{6A} = 0$. (технологічна і вимірювальна бази поєднані в площині 1), а погрішність базування для розміру В дорівнює допуску на розмір С, тобто $\varepsilon_{6B} = T$ (технологічна база 1 не поєднана з вимірювальною 2).

При установці заготовки на циліндричний палець (рис. 4.5) базовим отвором розрізняються два випадки. При посадці без проміжку (розтискне опрацювання) погрішність базування для розміру А дорівнює половині допуску на діаметр заготовки: $\varepsilon_{6A} = T/2$. За наявності зазору (жорсткий палець) погрішність базування для цього ж розміру зростає на величину граничної зміни діаметрального проміжку: $\varepsilon_{6A} = T/2 + S$.

Для зменшення або виключення погрішності базування слід поєднувати технологічні і вимірювальні бази, вибирати раціональні розміри і розташування настановних елементів, усувати або зменшувати проміжки при посадці заготовки на охоплювані і охоплюючі настановні елементи.

Погрішність закріплення заготовки є різницею між найбільшою і найменшою величиною проєкцій зміщення вимірювальної бази на напрям виконуваного розміру при додатку до заготовки сили

закріплення. Для партії заготовок погрішність закріплення дорівнює нулю, якщо величина зміщення постійна. Згідно з визначенням:

$$\varepsilon_z = (y_{\max} - y_{\min}) \cdot \cos \alpha,$$

де α – кут між напрямом виконуваного розміру і напрямом зміщення вимірювальної бази.

Погрішність закріплення ε_z для розмірів А і В (рис.4) не рівна 0 ($\alpha = 0$), а для розміру Е : $\varepsilon_{zE}=0$, оскільки бічна (вимірювальна) база переміщається при затиску заготовки у власній площині ($\alpha = 90^\circ$).

Погрішність закріплення, як і погрішність базування не впливає на точність діаметрів і розмірів, що зв'язують оброблювані при даному установі поверхні, а також на точність форми оброблюваних поверхонь.

Приклади значень погрішностей закріплення для деяких типових пристосувань:

- ε_z в лещатах - 0,05 - 0,2 мм;
- прихватами - 0,01 - 0,2 мм;
- у кулачковому патроні - 0,04 - 0,1 мм;
- у цанговому патроні - 0,02 - 0,1 мм.

Δ_{np} - погрішність положення заготовки, залежна від пристосування.

$$\Delta_{np} = \varepsilon_{np} + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_u,$$

де ε_{np} - погрішність виготовлення пристосування по вибраному параметру, залежна від погрішності виготовлення і складання настановних та ін. елементів пристосування.

ε_{yc} - погрішність установки пристосування на верстаті (допустима величина $\varepsilon_{yc} = 0,005-0,02\text{мм}$).

ε_i - погрішність положення заготовки, що виникає в результаті зношування елементів пристосування. Ця величина залежить від програми випуску виробів, їх конструкції і розмірів, матеріалу і маси заготовки, стану її базової поверхні.

При обробці площинних заготовок, а також торцевих поверхонь (уступів) тіл обертання і при отриманні лінійних розмірів погрішності

базування, закріплення і пристосування є векторами, що лежать на одній прямій, і підсумовуються арифметично:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\sigma} + \varepsilon_z + \Delta_{пр}.$$

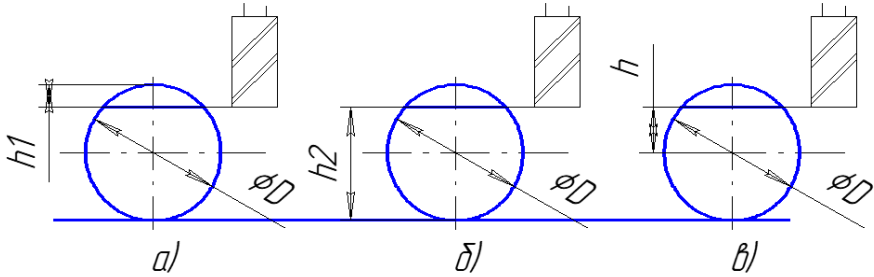


Рисунок 4.6

При установці валика в призму погрішність базування залежатиме від кута призми (і допуску на діаметр D).

Припустимо, що на призму по черзі встановили два вали з партії: один з діаметром $D_{\max}$, інший з $D_{\min}$. Визначимо:

- відстань Δh_1 між тими, що верхніми, що утворюють валів;
- відстань Δh_2 між тими, що нижніми, що утворюють валів;
- відстань Δh між їх осями.

Ці відстані і будуть погрішностями базування відповідних розмірів при установці їх за схемами рис. 4.6.

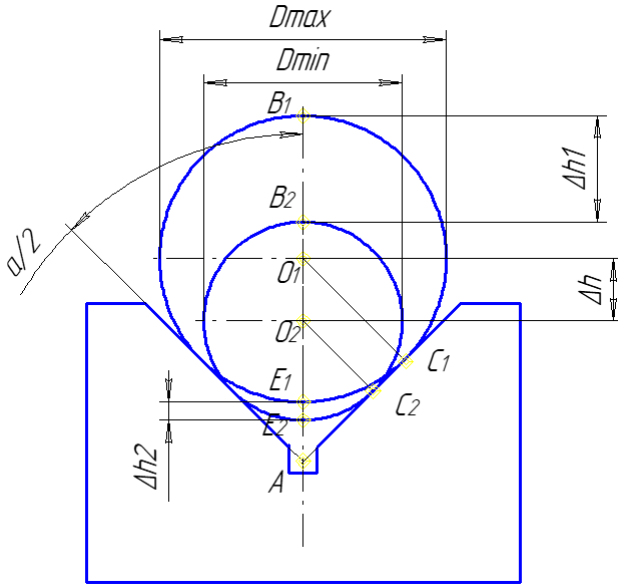


Рисунок 4.7

$$\varepsilon_{h1} = \Delta h_1 = AB_1 - AB_2$$

$$AB_1 = O_1B_1 + O_1A = \frac{D_{\max}}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2} \right)$$

$$AB_2 = O_2B_2 + O_2A = \frac{D_{\min}}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2} \right)$$

$$\varepsilon_{h1} = \frac{D_{\max}}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2} \right) - \frac{D_{\min}}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2} \right) = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2} \right)$$

$$\varepsilon_{h1} = \Delta h_1 = \frac{T}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha/2} \right)$$

$$\varepsilon_h = \Delta h = \frac{T}{2 \sin \alpha/2}$$

$$\varepsilon_h = \Delta h = AO_1 - AO_2$$

$\varepsilon_{h2} = \Delta h_2$ можна визначити з рівності:

$$E_2 O_1 = O_1 E_1 + \Delta h_2 = E_2 O_2 + \Delta h$$

$$\frac{D_{\max}}{2} + \Delta h_2 = \frac{D_{\min}}{2} + \Delta h$$

$$\varepsilon_{h2} = \Delta h_2 = \frac{T}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} - 1 \right)$$

$$\Delta h_2 = \frac{D_{\min}}{2} - \frac{D_{\max}}{2} + \Delta h = \frac{T}{2 \cdot \sin \alpha/2} - \frac{T}{2} = \frac{T}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} - 1 \right)$$

При вугіллі призми $\alpha = 90^\circ$ погрішність базування буде:

$$\varepsilon_{h1} = 1.21T$$

$$\varepsilon_{h2} = 0.21T$$

$$\varepsilon_h = 0.7T$$

При установці за схемами, показаними на Рис. 6 ($\alpha = 180^\circ$) погрішностей базування будуть:

$$\varepsilon_{h1} = T$$

$$\varepsilon_{h2} = 0$$

$$\varepsilon_h = 0.5T$$

Таким чином, найменша погрішність базування виникає при виконанні обробки за схемою Рис. 4.6-б.

Установка заготовок на центрові гнізда і конічні фаски.

В цьому випадку при установці в жорстких центрах можливі погрішності в радіальному і осьовому напрямках.

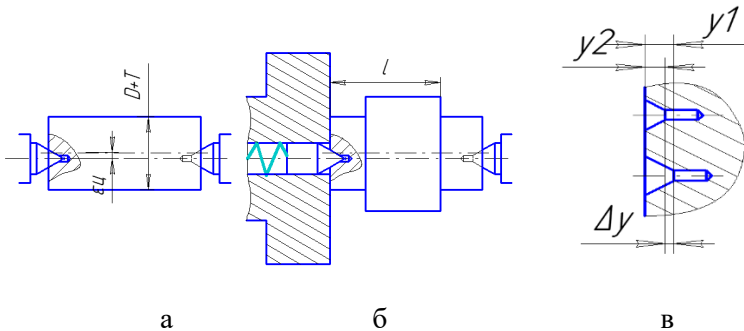


Рисунок 4.8

На першому переході погрішність в радіальному напрямі створюється погрішністю зацентровування, тобто зміщенням осі центрових гнізд відносно осі заготовки. Приблизно цю погрішність можна визначити по формулі:

$$\varepsilon_y = 0,25T,$$

де T - допуск на діаметральний розмір заготовки.

Ця погіршеність проявляється у вигляді биття заготовки. На подальших переходах погіршеність зменшується і разом з іншими складовими погіршеності укладається в полі допуску.

У осьовому напрямі погіршеність створюється за рахунок коливань розміру лівого центрального гнізда, що являється і напольгливою базою.

$$\varepsilon_l = \Delta y,$$

де y - довжина конуса центрального отвору;

Δy - різниця між найбільшою і найменшою довжиною конуса центрального гнізда у партії заготовок.

Для забезпечення постійного положення заготовки в осьовому напрямі застосовується установка деталей за схемою приведеної на Рис. 8-6.

Погіршеності базування для осьових розмірів.

Установка на жорсткий передній і висувний задній центри:

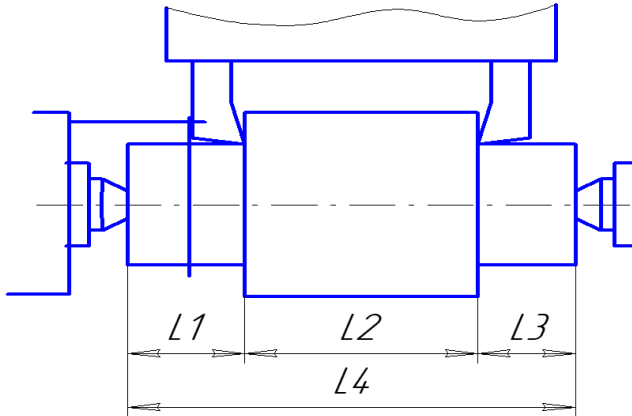


Рисунок 4.9

Погіршеності базування:

$$\varepsilon_{\delta L1} = \varepsilon_{\delta L4} = T_y$$

$$\varepsilon_{\delta L2} = 0$$

$$\varepsilon_{\delta L3} = T + T_y$$

Установка на плаваючий передній і висувний задній центри:

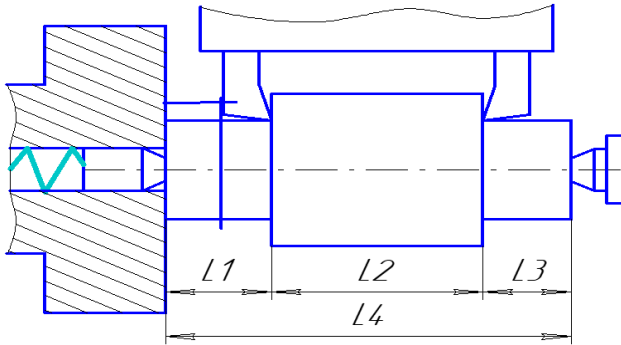


Рисунок 4.10.

Погрішності базування:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\delta L1} = \varepsilon_{\delta L12} = \varepsilon_{\delta L4} &= 0 \\ \varepsilon_{\delta L3} &= T \end{aligned},$$

де T - допуск на довжину заготовки;

$T_{\text{ц}}$ - допуск на глибину лівого центрального отвору.

Базування по площині і отвору із застосуванням настановних пальців.

Ці схеми діляться на три групи:

- по торцю і отвору;
- по площині, торцю і отвору з віссю паралельної площини;
- по площині і двом перпендикулярним до неї отворам.

При базуванні деталей **по торцю і отвору** залежно від умов обробки можливі 2 випадки:

- основною базуючою поверхнею є отвір;
- основною базуючою поверхнею є торець.

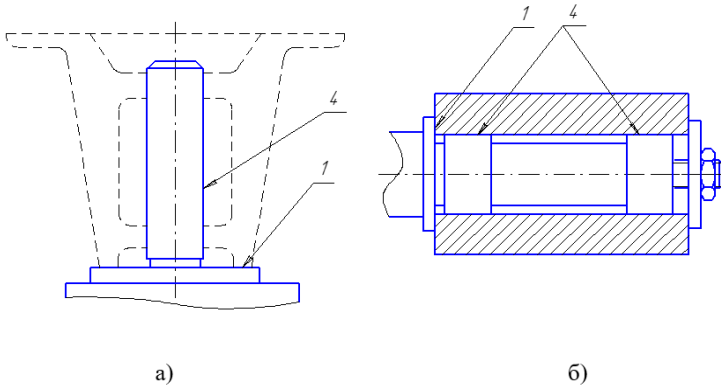


Рисунок 4.11

Коли базування деталі здійснюється на довгий отвір з установкою на високому циліндричному пальці отвір є основною базою, що несе 4 опорних точки, торець, - одну; у деталі складений один ступінь свободи - можливість обертатися навколо пальця. Аналогічною є схема базування на жорсткому токарному оправлянні (рис. 4.11-б).

У разі, коли за основну базу приймаю торець деталі (деталь встановлюють на площину, а отвір є додатковою базою) настановні пальці мають бути низькими.

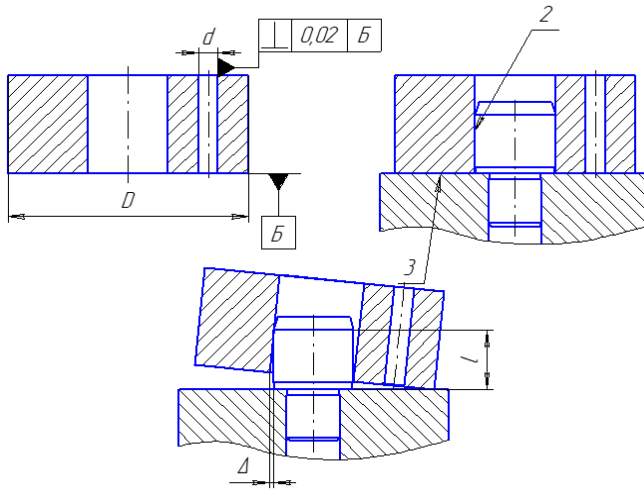


Рисунок 4.12

Наприклад, для обробки отвору $\varnothing d \perp$ площини Б за головну базу приймаємо площину Б, оскільки вимагається забезпечити $\perp$ осі оброблюваного отвору до цієї площини. В результаті базування заготівля втрачає три ступені свободи (обертання навколо осей Y і X і рухи уздовж осі Z). Оскільки деталь кругла і один ступінь свободи може залишитися, то друга база повинна позбавляти деталь 2-х ступенів свободи : переміщень по осях X і Y. Таким елементом є циліндричний палець з короткою опорною поверхнею. Висота пальця вибирається з умови відсутності заклинювання при установці на нього деталі:

$$l = \frac{\Delta}{n} \cdot 100,$$

де n - відхилення від перпендикулярності торця і осі базового отвору.

При базуванні деталі по **площині, торцю і отвору** для повного прилягання площини до опор і витримки розміру L^{+T} потрібне палець виконувати ромбічної або зрізаної форми.

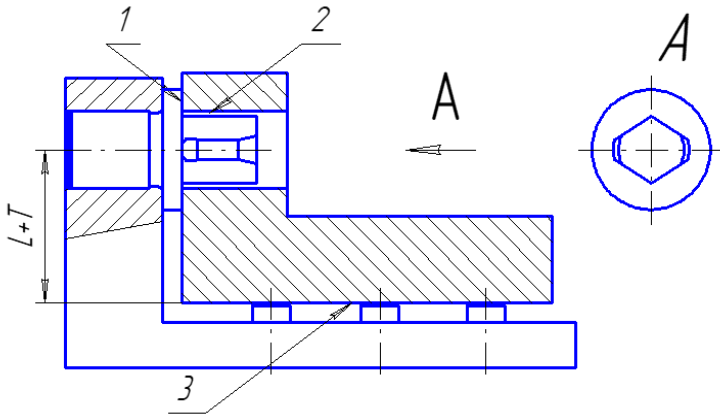


Рисунок 4.13

Установка заготовки на 2 циліндричні отвори з паралельними осями і перпендикулярну до них площину.

Ця схема використовується при обробці деталей малих і середніх розмірів типу корпусів, плит, рам і картерів. Її достоїнства: проста конструкція пристосування і можливість досить повно витримати принцип постійності баз на різних операціях технологічного процесу.

Базову площину заготовки піддають чистовій обробці, а отвори розгортають по 7 квалітету (H7). настановними елементами служать опорні пластини і 2 низьких жорстких пальця.

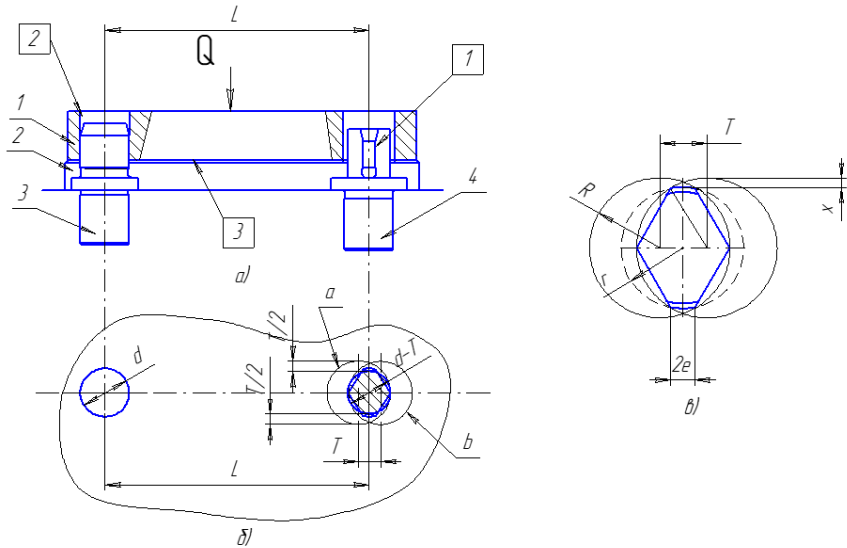


Рисунок 4.14

Заготовку 1 ставлять на пластини 2 і пальці 3 і 4. При допуску T на відстань L між осями базових отворів одне з них (рис. 4.14-б) може займати два граничні положення. Очевидно, що область, утворена перетином кіл a і b , відноситься до усіх заготовок цієї партії. Якщо правий палець буде циліндричним, то його діаметр має бути рівний $d - T$; в цьому випадку при базуванні можливе виникнення похитування заготовки на лівому пальці від середнього положення на величину $\pm T/2$. Доцільніша ромбічна (зрізана) форма пальця з циліндричною стрічкою шириною $2e$. Величина похитування x складає (рис. 4.14-в):

$$x = r - \sqrt{r^2 - eT}$$

Приклад: $r = 50$ мм, $e = 10$ мм, $T = 0,1$ мм

$$x = 50 - \sqrt{50^2 - 10 \cdot 0,1} = 0,02 \text{ мм}$$

При циліндричній формі пальця (діаметр = $d - T$) похитування складе 0,1 мм.

Погрішність при установці деталі на 2 пальці (циліндричний і ромбічний).

Ця погрішність характеризується максимальним і мінімальним зміщенням заготовки від її середнього положення в напрямках, перпендикулярних до осей циліндричного і ромбічного пальців.

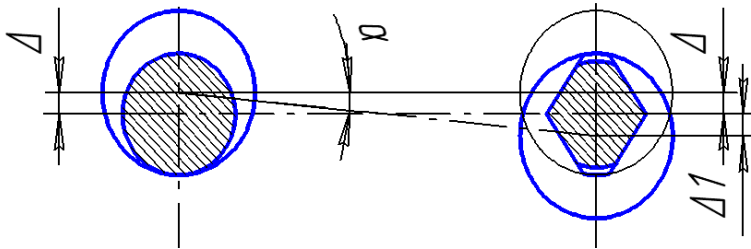


Рисунок 4.15

Мінімальне зміщення осі циліндричного пальця :

$x_{\min} = \Delta$ - мінімальний радіальний проміжок в посадці отвору на палець.

Максимальне зміщення осі циліндричного пальця:

$$x_{\max} = \Delta + \frac{T_1}{2} + \frac{T'_1}{2} + \frac{T'_{1из}}{2},$$

де T_1 - допуск на діаметр базового отвору;

T'_1 - допуск на діаметр циліндричного пальця;

$T'_{1из}$ - допуск на його знос.

Мінімальне зміщення осі ромбічного пальця :

$x_{\min} = \Delta$ - мінімальний радіальний проміжок в посадці отвору на палець.

Максимальне зміщення осі циліндричного пальця :

$$x_{\max} = \Delta + \frac{T_2}{2} + \frac{T'_2}{2} + \frac{T'_{2из}}{2},$$

де T_2 - допуск на діаметр базового отвору;

T'_2 - допуск на діаметр ромбічного пальця;

$T'_{2из}$ - допуск на його знос.

По величинах зміщень знаходять погрішність установки для виконуваних розмірів.

Найбільший кут повороту α заготовки від її середнього положення рівний:

$$\alpha \approx \sin \alpha = \frac{O'_1 O_2}{O_1 O_2}$$

з урахуванням максимальних зміщень пальців в отворах:

$$\alpha \approx \sin \alpha = \frac{\Delta_1 + \Delta + \frac{T_1}{2} + \frac{T'_1}{2} + \frac{T'_{из1}}{2} + \frac{T_2}{2} + \frac{T'_2}{2} + \frac{T'_{из2}}{2}}{L}$$

Для зменшення кута α відстань L слід брати найбільшим. При прямокутній в плані базовій площині базові отвори розташовують на кінцях її діагоналі.

З приведених схем видно, що установка деталі на високий циліндричний палець віднімає у неї 4 ступені свободи, на низький циліндричний палець - 2, на високий зрізаний - 2, на низький зрізаний - один ступінь свободи.

Тема 5. Розрахунок пристосувань на точність (2 години)

На точність обробки впливає ряд технологічних чинників, що викликають загальну погрішність обробки ε_0 , яка не повинна перевищувати допуску T виконуваного розміру

$$\varepsilon_0 \leq T \quad (1.1)$$

Вираження для визначення допуску T

$$T = \sqrt{\Delta_{\text{пр}}^2 + \Delta_{\text{нал}}^2 + \varepsilon^2 + 3\Delta_{\text{знос}}^2 + \Delta_t^2 + \sum \Delta_{\phi}} \quad (1.2)$$

де $\Delta_{\text{пр}}$ - погрішність внаслідок пружних деформацій *МС ЗИПС* під впливом сил різання; $\Delta_{\text{нал}}$ - погрішність налаштування *МС*; ε - погрішність установки заготовки в пристосуванні; $\Delta_{\text{знос}}$ - погрішність від розмірного зносу інструменту; Δ_t - погрішність обробки, що викликається тепловими деформаціями *ТС*; Δ_{ϕ} - сумарна погрішність форми оброблюваної поверхні, обумовлена геометричними погрішностями верстата і деформацією заготовки.

За виразом(1.2) можна визначити погрішність установки ε , приймаючи її за допустиме значення погрішності установки $[\varepsilon]$ заготовки в пристосуванні

$$[\varepsilon] = \sqrt{(T - \sum \Delta_{\phi})^2 - \Delta_{\text{пр}}^2 - \Delta_{\text{нал}}^2 - 3\Delta_{\text{знос}}^2 - \Delta_t^2} \quad (1.3)$$

З іншого боку, погрішність установки заготовки визначається відомим виразом як сумарне поле розсіяння випадкових величин

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2} \quad (1.4)$$

де ε_6 - погрішність базування заготовки в пристосуванні; ε_3 - погрішність закріплення заготовки, що виникає в результаті дії сил

закріплення; $\varepsilon_{\text{п}}$ - погрішність положення заготовки, залежна від пристосування.

Величина $\varepsilon_{\text{п}}$ може бути представлена у виді

$$\varepsilon_{\text{п}} = \varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{уп}} + \varepsilon_{\text{и}} + \varepsilon_{\text{пн}} \quad (1.5)$$

де $\varepsilon_{\text{п р}}$ - шукана погрішність виготовлення пристосування по вибраному параметру, залежна від погрішностей виготовлення і складання настановних і інших елементів пристосування; $\varepsilon_{\text{у. п.}}$ - погрішність установки пристосування на верстаті; $\varepsilon_{\text{и}}$ - погрішність положення заготовки, що виникає в результаті зношування настановних елементів пристосування; $\varepsilon_{\text{п. и.}}$ - погрішність від перекосу інструменту в елементах (пристроях) для напрямку і визначення його положення або траєкторії.

Для прийнятої схеми установки повинна виконуватися умова

$$\varepsilon \leq [\varepsilon]. \quad (1.6)$$

Інакше слід змінити побудову операції або схему установки заготовки в пристосуванні.

Значення $\varepsilon_{\text{п}}$ змінюється залежно від умов і типу виробництва, а також від особливостей конструкції пристосування.

При використанні пристосування в дрібносерійному і серійному виробництвах

$$\varepsilon_{\text{п}} = \varepsilon_{\text{пр}} + \sqrt{\varepsilon_{\text{уп}}^2 + 3\varepsilon_{\text{и}}^2} \quad (1.7)$$

де $\varepsilon_{\text{п р}}$ - розглядається як постійна величина, яка може компенсуватися налаштуванням верстата.

У масовому і великосерійному виробництвах при використанні одномісних пристосувань $\varepsilon_{\text{п}} = \varepsilon_{\text{и}}$ оскільки операції строго закріплені за робочими місцями і вказані погрішності компенсуються налаштуванням МС ЗИПС.

Для багатомісних пристосувань

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{\varepsilon_{\Pi}^2 + 3\Delta_{\Pi}^2} \quad (1.8)$$

Таким чином, загальна погрішність обробки, прирівняна допуску виконуваного розміру, визначається вираженням

$$\varepsilon_0 = T = \sqrt{\Delta_{\Pi}^2 + \Delta_{\text{нал}}^2 + \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\Pi}^2 + \varepsilon_{\text{уп}}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_{\Pi\text{и}}^2 + 3\Delta_{\Pi}^2 + 3\Delta_T^2 + \Sigma \Delta_{\Phi}} \quad (1.9)$$

Звідси шукана погрішність виготовлення пристосування

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{(T - \Sigma \Delta_{\Phi})^2 - \Delta_{\Pi}^2 - \Delta_{\text{нал}}^2 - \varepsilon_6^2 - \varepsilon_3^2 - \varepsilon_{\Pi}^2 - \varepsilon_{\text{уп}}^2 - \varepsilon_i^2 - \varepsilon_{\Pi\text{и}}^2 - 3\Delta_{\Pi}^2 - 3\Delta_T^2} \quad (1.10)$$

У зв'язку із складністю визначення ряду величин, що входять у вираження(1.10), погрішність виготовлення пристосування можна розраховувати за спрощеним виразом

$$\varepsilon_{\Pi} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \times \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уп}}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_{\Pi\text{и}}^2 + (K_{T2} \times \omega_{\text{тс}})^2} \quad (1.11)$$

де K_T - коефіцієнт, що враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілу : $K_{T1}=1,0...1,2$; K_{T1} - коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення погрішності базування при роботі на налагоджених верстатах: $K_{T1} = 0,80...0,85$; K_{T2} - коефіцієнт, що враховує долю погрішності обробки в сумарній погрішності, що викликається чинниками, не залежними від пристосування : $K_{T2} = 0,6...0,8$ (більшого значення коефіцієнта набуває при меншій кількості значимих величин, залежних від пристосування); $\omega_{\text{т.с.}}$ - середня економічна точність обробки, що приймається по таблицях допустимих погрішностей для цього методу обробки.

Вираження(1.3) з урахуванням спрощень набере вигляду

$$[\varepsilon] = \sqrt{T^2 - (K_{T2} \times \omega_{\text{тс}})^2} \quad (1.12)$$

Коефіцієнт $K_{T2} = 0,5$ для розмірів 8 квалитета точності і грубіше;
 $K_{T2} = 0,7$ для розмірів 7 квалитета точності і точніше.

Погрішності, залежні від пристосування ($\varepsilon_6, \varepsilon_3, \varepsilon_{\Pi}, \varepsilon_{\Pi\text{и}}$)

розраховуються у кожному конкретному випадку за прийнятими схемами базування, закріплення і обробки. Знайдене значення $\varepsilon_{п р}$ вказується на кресленні загального вигляду пристосування в якості допуску *розташування поверхонь або розміру між поверхнями пристосування, що контактують відповідно із заготовлею і верстатом, або* записується в технічні вимоги на виготовлення і експлуатацію проектованого пристосування.

Від'ємники з допуску складові загальної погрішності обробки можна підсумовувати і арифметично.

Тоді $k_{т}=1$, і значення отриманої погрішності пристосування $\varepsilon_{п р}$ зменшується. Такий підхід до розрахунку можна рекомендувати стосовно прецизійних *пристосувань*.

Розрахунок на точність **кондукторів** можна виконувати також по формулі (1.11). В цьому випадку погрішність $\varepsilon_{п р}$ буде допуском *міжцентрової відстані між* його кондукторними втулками. Величина $\varepsilon_{п р}$ є половиною *допуску відстані* між осями кондукторних втулок або базовою площиною пристосування і віссю кондукторної втулки (рис.5.1), тобто розмір L повинен мати допуск $\pm \varepsilon_{п р}$.

Величину $\varepsilon_{п р}$ можна визначити за умови, що середини полів допусків міжцентрових відстаней в деталях і кондукторній плиті співпадають:

$$\varepsilon_{п р} = T - (\sum s \sum e \sum e_{п и}) \quad (1.13)$$

де T – односторонній допуск відстані між осями отворів в заготовки;

$\sum s$ - сума максимальних односторонніх радіальних проміжків;

$\sum e$ - сума ексцентриситетів втулок;

$\sum e_{п.і.}$ - сума погрішностей від перекосів інструментів, визначуваних по формулах

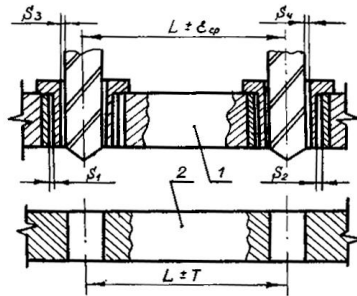


Рис. 5.1 – Схема до розрахунку на точність кондукторів

$$\sum s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4, \quad (1.14)$$

де s_1 і s_2 - максимальні радіальні проміжки відповідно між змінними і постійними втулками; s_3 і s_4 - максимальні проміжки відповідно між втулками і інструментом

$$\sum e = e_1 + e_2 + e_3 + e_4, \quad (1.15)$$

де e_1 і e_2 - допуски співісної змінних втулок; e_3 і e_4 - допуски співісної постійних втулок. Зазвичай $e_1 = e_2 = e_3 = e_4 = 0,005 \text{ мм}$.

При визначенні допуску відстані між базовою площиною і віссю кондукторної втулки величини s_2 , s_4 , e_2 , e_4 приймаються рівними нулю.

Основні етапи розрахунку

1. Вибір одного або декількох розрахункових параметрів пристосування, які роблять вплив на положення і точність обробки заготовки.

2. Визначення розрахункових чинників.

3. Визначення необхідної точності виготовлення пристосування за вибраними розрахунковими параметрами.

4. Розподіл допусків виготовлення пристосування на допуски складових ланок розмірного ланцюга.

5. Складання технічних вимог складального креслення спроектованого пристосування.

Для визначення шуканої величини $\epsilon_{пр}$ по формулі (1.11) необхідно вибрати за довідковими даними або розрахувати значення усіх її складових. Допуск T береться з креслення деталі або з карти

операційного ескіза технологічного процесу обробки заготовки. При невказаних допусках форми і розташування оброблюваних поверхонь їх величини визначаються за стандартом.

Погрішність закріплення ε_z виникає внаслідок зміни положення заготовки в результаті додатка до неї зусилля закріплення і визначається як різниця між найбільшою і найменшою проекціями зміщення вимірювальної бази у напрямі виконуваного розміру.

У більшості випадків при визначенні ε_z враховуються, в основному, контактні деформації в місцях сполучення заготовки з опорними поверхнями пристосування. На погрішність закріплення робить вплив непостійність зусилля закріплення, розсіяння шорсткості, погрішності форми і розташування опорних поверхонь заготовки, знос опорних поверхонь пристосування. Можна вважати, що погрішність закріплення близька до нуля при постійній силі закріплення заготовок механізованим приводом і однакою якості їх базових поверхонь. Величину ε_z можна зменшити, стабілізуючи силу закріплення, підвищуючи жорсткість стиків *"настановний елемент - базова поверхня заготовки"* пристосування, покращуючи якість опорних поверхонь, а також збільшуючи жорсткість пристосування у напрямі передачі сили закріплення.

Погрішність установки пристосування $\varepsilon_{y.n}$ на верстаті, планшайбі або шпинделі верстата виникає із-за проміжків між поверхнями пристосування і верстата, що сполучаються. Для зменшення проміжків рекомендується підвищувати точність посадочних місць пристосування, далі розносити на корпусі орієнтуючі його елементи і підганяти посадочні місця до верстата. У масовому виробництві при використанні одного пристосування і незмінному його закріпленні погрішність $\varepsilon_{y.n}$ може бути часткова або повністю усунена налаштуванням верстата. При використанні декількох однакових пристосувань (дублерів, супутників) ця погрішність не компенсується налаштуванням верстата і повністю входить до складу погрішності ε_y . У серійному виробництві при частому переустановленні пристосування на величину $\varepsilon_{y.n}$ впливають знос і ушкодження поверхонь, що сполучаються. При дотриманні вимог до зміни пристосувань і правильному виборі проміжків в сполученнях $\varepsilon_{y.n} = 0,02...0,05$ мм. У кожному конкретному випадку рекомендується виконувати розрахунок залежно від схеми установки пристосування і заданої точності посадочних елементів.

Погрішність положення деталі внаслідок зносу настановних елементів пристосування На знос настановних елементів впливають їх розміри і конструкція, матеріал і маса оброблюваної заготовки, стан її базових поверхонь. Найбільш інтенсивно зношуються опори з точковим і лінійним контактами, менш інтенсивно - опорні пластини з великими поверхнями контакту. Пристосування зношуються сильніше, якщо на них обробляються заготовки з чорновими базовими поверхнями із слідами окалини, формувальної суміші. Зношування зростає зі збільшенням маси заготовок і подовженням шляху їх переміщення по настановних елементах. Приблизно знос настановних елементів може бути визначений у виді

$$U = U_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \quad (1.16)$$

де U_0 - середній знос настановних елементів для чавунної заготовки при зусиллі затиску $P=10\text{кН}$ і базовому числі установок $N = 100000$; k_1, k_2, k_3, k_4 - відповідно коефіцієнти, що враховують вплив матеріалу заготовки, устаткування, умов обробки і числа установок заготовки, що відрізняються від прийнятих при визначенні U

Порядок розрахунку пристосування на точність

Розрахунок пристосування на точність рекомендується виконувати в наступному порядку:

1. вибирають розрахункові параметри і величини допусків;
2. розробляють розрахункову схему установки заготовки в пристосуванні, що забезпечує найменшу погрішність базування і закріплення;
3. за розрахунковою схемою пристосування визначають погрішність несуміщення баз $\varepsilon_{бн}$ по лінійних або кутових розмірах, що витримуються, на виконуваній операції;
4. знаходять погрішність закріплення $\varepsilon_з$ по таблицях або розрахунком;
5. визначають фактичну погрішність установки ε по формулі $\varepsilon_{факт.} = \varepsilon_{бн} + \varepsilon_з$.
6. вибирають по таблицях економічну точність обробки $\omega_{т.с.}$ для розрахункового параметра;

7. визначають допустиму сумарну погрішність установки $[\varepsilon]$ і перевіряють виконання умови(6). *Якщо воно не виконується, необхідно змінити схему базування, установки або метод обробки;*

8. визначають розрахункові чинники, що входять у формулу, і шукану погрішність виготовлення(точність у зборі) пристосування за вибраними параметрами;

9. по отриманому значенню погрішності виготовлення пристосування, *розмірного ланцюга, що приймається за замикаючу ланку*, визначають допуски складових ланок - деталей пристосування, що входять в цей розмірний ланцюг;

10. складають технічні вимоги до складального креслення пристосування і наносять їх на креслення.

Тема 6. Розрахунок сил затиску. Основні принципи закріплення заготовок в пристосуваннях (8 годин)

Затискними називають елементи пристосувань, що забезпечують у разі потреби надійний контакт базових поверхонь заготовки з робочими поверхнями настановних елементів пристосувань і запобігаючи можливості вібрацій заготовки або її зміщення відносно цих поверхонь в процесі виконання технологічних операцій.

Сила є основною мірою механічної взаємодії матеріальних тіл. Дія сили на тіло як *векторної величини* характеризується її числовим значенням, напрямом і точкою прикладення.

Тому більшість вимог, що пред'являються до затискних механізмів, пов'язана з правильним призначенням точок прикладення, напрямів і числових значень сил затиску.

Необхідність застосування затискних механізмів зникає в двох випадках:

- 1) коли обробляють (збирають) важку, стійку заготовку (складальну одиницю), в порівнянні з вагою якої сили обробки (складки) істотно менше;
- 2) коли сили, що виникають при обробці (складанню), діють так, що вони не можуть порушити положення заготовки відносно робочих поверхонь настановних елементів, досягнуте базуванням.

Основні вимоги, що пред'являються до затискних елементів

1. При закріпленні заготовки не повинне порушуватися її положення відносно робочих поверхонь настановних елементів пристосувань, досягнуте базуванням. Ця вимога задовольняється раціональним вибором точок прикладення, напрямів і числових значень сил вживаної силової системи затиску.

2. Сили закріплення не повинні викликати неприпустимих деформацій закріплюваних заготовок і ушкоджень(зім'яло) їх поверхонь.

3. Числові значення сил закріплення мають бути мінімально необхідними, але достатніми для забезпечення в процесі обробки надійного положення заготовки відносно робочих поверхонь настановних елементів пристосування.

4. Закріплення і відкріплення заготовок повинні здійснюватися з мінімальною витратою сил і часу робітника. При використанні ручних затисків зусилля руки не повинне перевищувати 147 Н (15 кгс).

5. Затискний механізм має бути простим по конструкції, максимально зручним і безпечним в роботі.

Методика розрахунку сил затиску

Розрахунок сил закріплення заготовки може бути зведений до рішення завдань статистики на рівновагу твердого тіла (чи системи тіл), що знаходиться під дією системи зовнішніх сил. Приступаючи до рішення такого роду завдань, слідє, передусім, встановити, рівновагу якого тіла (чи яких тіл) слід розглянути, щоб знайти шукані величини. Схема рішення завдань зводиться до наступних дій:

1. *Виявлення об'єкту рівноваги, т. є. вибір тіла (чи тіл), рівновага яких має бути розглянута для вирішення поставленого завдання.*

Для вирішення завдання потрібно розглянути рівновагу тіла, до якого прикладені задані і шукані сили або сили, рівні шуканим (наприклад, якщо потрібно знайти тиск на опору, то можна розглянути рівновагу тіла, до якого прикладена чисельно рівна цій силі реакція опори і т. п.).

Коли задані сили діють на одне тіло, а шукані на інше або коли ті і інші сили діють одночасно на декілька тіл, може виявитися необхідним розгляд рівноваги системи цих тіл або кожного з тіл системи окремо.

2. *Зображення діючих сил.* Визначивши тіло або тіла, рівноваги яких розглядаються (і тільки після цього), слід на кресленні зображувати усі зовнішні сили, що діють на це тіло(чи тіла), включаючи як задані, так і шукані сили, у тому числі реакції усіх зв'язків з урахуванням їх властивостей.

3. *Складання умов рівноваги.* Умови рівноваги складають для сил, що діють на тіло (чи тіла), рівновага яких розглядається з урахуванням характеру системи діючих сил. При складанні рівнянь рівноваги слід мати на увазі, що якщо на тіло діє плоска система паралельних сил, то треба скласти два рівняння, якщо ж на тіло діє довільна плоска система сил, то слід скласти три рівняння рівноваги. Якщо тіло знаходиться в рівновазі під дією довільної просторової системи сил, то в загальному випадку можна скласти шість рівнянь рівноваги.

4. *Визначення шуканих величин на основі складених рівнянь, перевірка правильності рішення і дослідження отриманих результатів.*

При рішенні завдань, пов'язаних з розрахунком сил затиску, об'єктом рівноваги зазвичай є оброблювана заготівля. До заготовки з одного боку прикладені сила тяжкості і сили, визначувані процесом обробки, з іншої - шукані затискні сили і реакції настановних елементів.

При дії цих сил заготівля не повинна зміщуватися відносно робочих поверхонь настановних елементів, а це можливо у разі задоволення діючої системи сил умовам рівноваги. При розрахунках слід орієнтуватися на таку стадію обробки заготовки, при котрій зусилля, що зрушують заготівлю, вимагають для забезпечення нерухомості заготовки найбільших сил закріплення.

Початковими даними для розрахунку сил закріплення є:

- 1) схема базування заготовки (схема розташування опорних точок на базах);
- 2) місця додатка, напрями і числові значення сил, що породжуються способом обробки;
- 3) силова схема закріплення заготовки, т. е. точки прикладення і напрями сил закріплення.

Складання початкових даних для розрахунку необхідних сил закріплення є найважливішим етапом проектування затискних пристроїв, оскільки помилки, що припустилася, на цьому етапі може привести до створення непрацездатного пристосування, що не забезпечує надійне закріплення заготовки.

При обробці на заготівлю можуть діяти наступні сили - різання, відцентрове, інерційне.

Сили різання, яке за місцем додатка, числовому значенню і напрямку в реальних умовах є змінними величинами. При режимі обробки (урізування, вихід інструменту), що не встановився, параметри сил різання змінюються. При режимі обробки сили різання, що встановився, також схильні до коливань із-за непостійності припуску на обробку і фізико-механічних властивостей матеріалу оброблюваних заготовок, прогресуючої втрати різальних властивостей інструменту із-за його поступового затуплення і інших причин. При деяких видах обробки довільної просторової системи сил, то в загальному випадку можна скласти шість рівнянь рівноваги.

4. *Визначення шуканих величин на основі складених рівнянь, перевірка правильності рішення і дослідження отриманих результатів.*

При рішенні завдань, пов'язаних з розрахунком сил затиску, об'єктом рівноваги зазвичай є оброблювана заготовля. До заготовки з одного боку прикладені сила тяжкості і сили, визначувані процесом обробки, з іншої - шукані затискні сили і реакції настановних елементів.

При дії цих сил заготовля не повинна зміщуватися відносно робочих поверхонь настановних елементів, а це можливо у разі задоволення діючої системи сил умовам рівноваги. При розрахунках слід орієнтуватися на таку стадію обробки заготовки, при ко-торой зусилля, що зрушують заготовлю, вимагають для забезпечення нерухомості заготовки найбільших сил закріплення.

Початковими даними для розрахунку сил закріплення є:

- 1) схема базування заготовки (схема розташування опорних точок на базах);
- 2) місця додатка, напрями і числові значення сил, що породжуються способом обробки;
- 3) силова схема закріплення заготовки, т. е. точки прикладення і напрями сил закріплення.

Складання початкових даних для розрахунку необхідних сил закріплення є найважливішим етапом проектування затискних пристроїв, оскільки помилки, що припустилася, на цьому етапі може привести до створення непрацездатного пристосування, що не забезпечує надійне закріплення заготовки.

При обробці на заготовлю можуть діяти наступні сили - різання, відцентрове, інерційне.

Сили різання, яке за місцем додатка, числовому значенню і напрямку в реальних умовах є змінними величинами. При режимі обробки(урізування, вихід інструменту), що не встановився, параметри сил різання змінюються. При режимі обробки сили різання, що встановився, також схильні до коливань із-за непостійності припуску на обробку і фізико-механічних властивостей матеріалу оброблюваних заготовок, прогресуючої втрати різальних властивостей інструменту із-за його поступового затуплення і інших причин. При деяких видах обробки(стругання, довбане, точіння переривчастих поверхонь і т. д.) сили різання є навантаженням ударного характеру.

Сили різання розраховує по формулах теорії різання матеріалів чи вибирають по нормативах. Але з урахуванням сказаного вище при розрахунках сил закріплення сили різання, що розраховуються вказаним вище чином, мають бути збільшені шляхом введення коефіцієнт запасу, який позначимо через KK , підвищуючи тим самим рівень надійності закріплення заготовки. Цей коефіцієнт, окрім нестабільності сил різання, враховує і ще ряд інших чинників, які викликають відхилення дійсної картини роботи пристосування від тієї розрахункової схеми, яку приймають для визначення затискних сил.

Для повнішого обліку конкретних умов виконання технологічної операції значення коефіцієнта K слід встановлювати диференційовано. Величину коефіцієнта K можна визначити як твір первинних коефіцієнтів :

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \quad (4.1)$$

де $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу; K_1 - враховує стан технологічної бази (при чорнових базах $K_1 = 1,2$, при чистих $K_1 = 1,0$); K_2 - враховує рівень затуплення інструменту; K_3 - враховує ударне навантаження на інструмент (при обробці переривчастих поверхонь $K_3 = 1,2$); K_4 - враховує стабільність силового приводу (при ручному приводі $K_4 = 1,3$, механізованому $K_4 = 1,0$); K_5 - характеризує особливості затискних механізмів з ручним приводом (при зручному затиску $K_5 = 1$, при незручному $K_5 = 1,2$); K_6 - враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки зрушуючими силами. При установці на опори, поверхня контакту яких із заготівлею має невеликі розміри (штирі, пластинки), $K_6 = 1$; при установці на опори з невизначеною в межах бази зоною контакту $K_6 = 1,5$.

Вагу заготовки враховують при розрахунку сил затиску, коли заготівлю кріплять на вертикально або похило розташовані робочі поверхні настановних елементів. Вагу враховують також при установці заготовки в поворотних або кантованих пристосуваннях.

Відцентрові сили виникають в заготовках, що обертаються, при зміщенні центру тяжіння заготовки від осі її обертання.

Інерційні сили виникають і мають істотне значення, коли заготівля здійснює зворотно-поступальний рух або при різкій зміні швидкості обертання (наприклад, при гальмуванні на високошвидкісних верстатах токарної групи і т. д.). Відцентрові і

інерційні сили розраховують, спираючись на положення теоретичної механіки.

Числові значення сил затиску і наслідку їх дій на результати обробки значною мірою залежать від їх напрямів. При виборі напрямку затискної сили слід дотримуватися наступних основних положень.

1. Сила затиску має бути спрямована по нормалі до відповідної робочої поверхні настановного елементу пристосування, щоб забезпечити надійність контакту з нею поверхні заготовки, визначуваної схемою базування.

2. При базуванні по декількох технологічних базах сила затиску має бути спрямована на ту робочу поверхню настановного елементу, з якою заготівля має найбільшу площу контакту.

3. Напрямок сили затиску повинен співпадати з напрямом ваги заготовки; це полегшує роботу затискного пристрою.

4. Напрямок сили затиску повинен співпадати з напрямом сили різання.

У практиці рідко можна вибрати напрям сили затиску, що задовольняє усім правилам. У цих випадках необхідно шукати найбільш прийнятні рішення.

При обробці легких заготовок в першу чергу необхідно враховувати сили різання, а при обробці важких заготовок враховувати їх вагу.

Вибору раціонального напрямку сили затиску сприяє введення в конструкцію пристосування *упорів*, призначених для запобігання переміщенню заготовки в тому або іншому напрямі. Упори застосовують в двох випадках.

1. В процесі обробки діють великі зрушуючі сили, спрямовані паралельно робочій поверхні настановних елементів. Наприклад, на рис. 6.1, *а*, заготівля 1 ступінчастого валу встановлена на призмі 2. Сила різання P діє паралельно робочим поверхням призми. Без осьового упору 3 для забезпечення нерухомості заготовки знадобилася б велика затискна сила Q , яка могла б привести до ушкодження її базових поверхонь. При введенні в конструкцію осьового упору 3, що перешкоджає осьовому зміщенню заготовки під дією сили різання P , потрібна сила Q може бути значно зменшена, а при необхідності її взагалі можна замінити на іншу силу Q' .

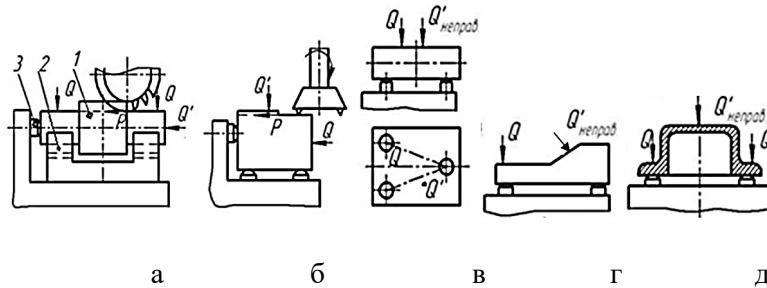


Рисунок 6.1 – До вибору напрямів і точок прикладення сил затиску

2. При деяких схемах обробки якщо в конструкцію пристосування не ввести упор, то на заготовки неможливо буде знайти поверхню, до котрою можна було б прикласти затискну силу, що забезпечує нерухомість заготовки. Наприклад (рис. 6.1, б), для *безперервної* обробки *усієї* верхньої поверхні призматичної заготовки без застосування упору унеможливлено додатка затискної сили QQ' , оскільки вживані для цього пристрою не дозволяють виконати цю обробку. Введення упору дозволяє вирішити питання закріплення заготовки, використовуючи при цьому силу QQ .

Точку прикладення сили затиску слід вибирати так, щоб прикладена в цій точці сила не перевертала (рис. 6.1, в) і не зрушувала (рис. 6.1, г) заготовку, а також не викликала неприпустимих її деформацій (рис. 6.1, д). При обробці нежорстких заготовок місця їх закріплення слід розташовувати як можна ближче до зони обробки.

Приклади розрахунку сили затиску

При проектуванні затискного пристрою слід в першу чергу розрахувати необхідну силу затиску Q . Кожен інженерний розрахунок, та і не тільки розрахунок, а взагалі дослідження в області технічних наук, включає, як відомо, наступні три етапи:

1. *Ідеалізація об'єкту*. На цьому етапі розглядається реальний об'єкт і виділяються ті його особливості, які є найбільш суттєвими для вирішуваної задачі. В результаті отримуємо розрахункову схему.

2. *Аналіз розрахункової схеми*. За допомогою засобів теорії встановлюються закономірності розрахункової схеми, реальної конструкції, що відповідає.

3. *Зворотний перехід від розрахункової схеми до реального об'єкту і формулювання практичних виведень, заради яких був зроблений розрахунок (дослідження).*

Таким чином, *розрахункова схема об'єкту* - це умовне зображення об'єкту, що приймається для його розрахунку. Розрахункову схему вибирають так, щоб істотно спростити розрахунок, не спотворюючи в той же час дійсної картини роботи об'єкту (споруди, механізму і т. д.), схильного до зовнішніх дій.

Початковими даними для розробки розрахункової схеми затискного пристрою є:

- 1) схема базування заготовки;
- 2) місця додатка, напрями і числові значення сил, що породжуються методом обробки;
- 3) місця додатка і напрями сил закріплення заготовки.

Розглянемо завдання, що вирішуються при розрахунку затискних сил і відносяться до другого етапу. Проаналізуємо ряд *поширених розрахункових схем, які є практично загальними для деяких використовуваних схем обробки.*

Приклад 1

На рис. 6.2 горизонтальна сила різання $P_{рез}$ прагне зрушити заготівлю 1 відносно робочих поверхонь настановних елементів 2. Зрушення заготовки буде неможливе, якщо система сил, що діє на заготівлю, задовольнятиме наступним умовам рівноваги в проєкціях на осі x і y :

$$\sum F_{ix} = 0; -F_{тр1} - F_{тр2} - F_{тр3} + P_{різ} = 0; \quad (4.2)$$

$$\sum F_{iy} = 0; -Q + N_1 + N_2 = 0. \quad (4.3)$$

Тертя, що входять в рівняння (4.2) і (4.3) сили, можуть бути визначені по формулах

$$F_{тр1} = f_1 N_1, F_{тр2} = f_1 N_2, F_{тр3} = f_2 Q \quad (4.4)$$

де f_1 і f_2 - коефіцієнти тертя заготовки об настановні і затискний елементи пристосування.

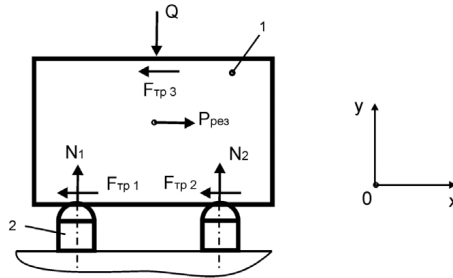


Рисунок 6.2 – Розрахункова схема для визначення сил затиску(приклад 1): 1 - заготівля; 2 - настановний елемент

Вирішуючи рівняння (4.2) -(4.4) відносно затискної сили Q , отримаємо

$$Q_{\text{розр}} = \frac{P}{f_1 + f_2}$$

Вводячи коефіцієнт запасу $K > 1$ (див. формулу(4.1)), отримаємо залежність для визначення розрахункової затискної сили :

$$Q_{\text{розр}} = \frac{KP}{f_1 + f_2} \quad (4.5)$$

Числових значень коефіцієнта тертя f можна набувати: при установці заготовки на плоскі опори $f = -0,16$; при установці заготовки з необробленими поверхнями на опори з сферичною робочою поверхнею $f = -0,18-0,3$; при установці на опори з рифленою робочою поверхнею $f = -0,7$ і більше.

Приклад 2

Якщо на заготівлю діють горизонтальна $P_{\text{рез1}}$ і вертикальна $P_{\text{рез2}}$ складові сили різання (рис. 6.3), то умови рівноваги в проекціях на осі x і y наберуть вигляду:

$$\Sigma F_{ix} = 0; -F_{\text{тр1}} - F_{\text{тр2}} - F_{\text{тр3}} + P_{\text{рез1}} = 0; \quad (4.6)$$

$$\Sigma F_{iy} = 0; -Q - P_{\text{рез2}} + N_1 + N_2 = 0. \quad (4.7)$$

Вирішуючи рівняння (4.6), (4.7) і (4.4) спільно відносно Q і вводячи коефіцієнт запасу K , отримаємо

$$Q_{\text{розр}} = \frac{K(P_{\text{різ1}} - f_1 P_{\text{різ2}})}{f_1 + f_2} \quad (4.8)$$

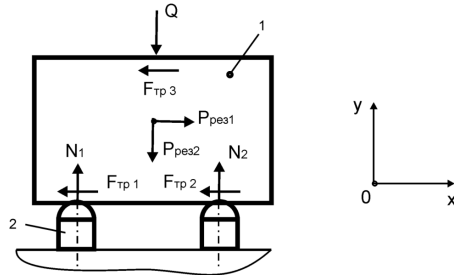


Рисунок 6.3 – Розрахункова схема для визначення сил затиску (приклад 2) : 1 - заготовка; 2 - настановний елемент

Приклад 3

Установці циліндричної заготовки в трикулачковому самоцентрирующем патроні відповідає розрахункова схема, приведена на рис. 6.4. При обробці на заготівлю діаметром d діє момент $M_{\text{різ}}$.

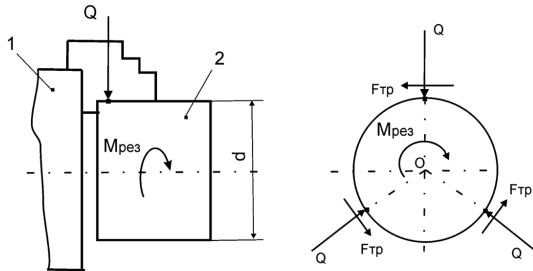


Рисунок 6.4 – Розрахункова схема для визначення сил затиску (приклад 3) : 1 - трикулачковий самоцентрируючий патрон; 2 - циліндрична заготовка

Виходячи з подібності дії на заготівлю кожного з трьох кулачків патрона, умову рівноваги сил, прикладених до заготовки, можна написати у виді

$$\Sigma m_0=0; M_{рез}-3F_{тр}d/2=0. \quad (4.9)$$

При цьому

$$F_{тр}=f Q$$

де f - коефіцієнт тертя заготовки об кулачки патрона.

Вирішуючи рівняння (4.9) відносно сили Q і вводячи коефіцієнт запасу K , отримаємо залежність для визначення розрахункової затискної сили :

$$Q_{розр} = \frac{2KM_{різ}}{3fd} \quad (4.10)$$

Тема 7. Затискні пристосування. Конструкції. Розрахунок (6 годин)

По мірі складності розрізняють прості і комбіновані затискні механізми.

До простих (чи елементарним) механізмів відносять: гвинтові, клинові, ексцентрикові, важільні, шарнірно-важільні, пружинні (рис. 7.1).



Рисунок 7.1 – Приклади використання гвинтових (а), клинових (б), важільних (в), ексцентрикових (г), шарнірно-важільних (д,е) механізмів

Комбіновані механізми складаються з двох-трьох що блокуються послідовно простих механізмів (рис. 7.2).

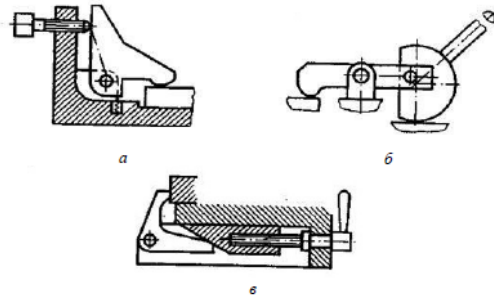


Рисунок 7.2 - Схеми комбінованих силових механізмів : а - гвинто-важільний; б - ексцентрико-важільний; у - клино-важільний

По числу точок прикладення сил затиску механізми ділять на одиничні і багатократні. До багатократних відносять механізми, які кріплять одну заготовку по декількох точках або декілька заготовок одночасно і з рівними силами. Такі механізми наводяться в дію від одного силового джерела.

По рівню механізації розрізняють наступні групи механізмів:

- *ручні*, вимагаючи застосування фізичної сили робітника; їх використовують в одиничному і дрібносерійному виробництві;
- *механізовані*, такі, що наводяться в дію від силового приводу(ці механізми нерідко називають механізмами-підсилювачами); їх застосовують в серійному і масовому виробництві;
- *автоматизовані*, такі, що наводяться в дію частинами верстатів, що переміщуються, силами різання або відцентровими силами мас, що обертаються; закріплення і розкріплювання заготовки здійснюється без участі робочої; їх застосовують у великосерійному і масовому виробництві.

При розробці конструкції пристосувань завжди виникає завдання встановлення по відомій силі затиску Q типу і основних розмірів затискного пристрою і визначення початкової сили W , яку повинне створити джерело сили для забезпечення сили Q . Для будь-якого затискного механізму можна записати рівняння для сил і переміщень :

$$Q = W_i; S_Q = S_w l_{п}, \quad (4.11)$$

де S_w - переміщення, що передається від силового приводу затискному механізму; i, i_n - передатні стосунки сил і переміщень, що характеризують конструктивні параметри механізму; S_q – переміщення (хід) виконавчої ланки механізму.

Передатні стосунки комбінованих механізмів визначають як твір тих, що входять в них простих.

Для обґрунтованого вибору типу затискного механізму і розрахунку його конструктивних параметрів необхідно мати для цих механізмів розгорнуті рівняння (4.11).

Гвинтові механізми знайшли широке застосування в пристосуваннях з ручним закріпленням заготовок, з механізованим приводом, а також в пристосуваннях-супутниках. Їх *достоїнства*: простота конструкції, невисока вартість і висока надійність в роботі.

Гвинтові механізми застосовують як для безпосереднього затиску, так і у поєднанні з іншими механізмами. Безпосередній затиск виконується або гвинтом при нерухомій різьбовій втулці, або гайкою при не-рухливій шпильці (рис. 7.3). Силу W на руків'ї, необхідну для створення сили затиску Q можна розрахувати по наступній формулі :

$$W = Q \frac{r_{cp}}{l} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1),$$

де r_{cp} - середній радіус різьблення, мм; l - виліт ключа, мм; α - кут підйому різьблення; φ_1 - кут тертя в різьбовій парі.

При розрахунку сили, що розвивається гвинтовим затиском, необхідно враховувати додаткові втрати на тертя в місці контакту гвинта(гайки) із заготівлею. Умову рівноваги гвинта(гайки) в цьому випадку можна записати в наступному виді:

$$Wl = Qr_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + M_{тр} \quad (4.12)$$

де $M_{тр}$ - момент тертя на опорному торці гвинта (гайки).

Величина $M_{тр}$ залежить від конструкції п'яти затискного гвинта. На рис. 7.3 приведені варіанти конструкцій п'ят затискних гвинтів.

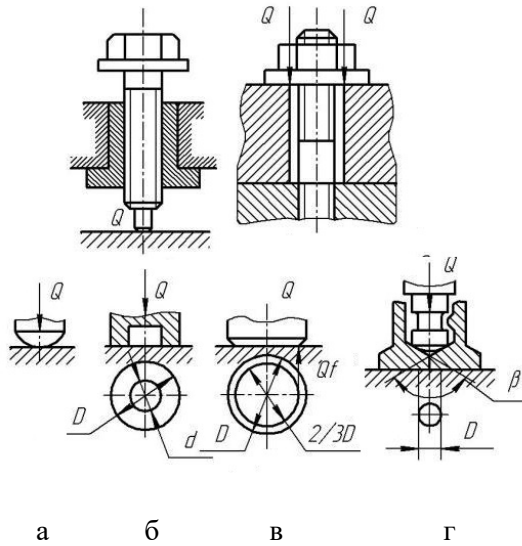


Рисунок 7.3 – Схеми гвинтових затисків

Для гвинтів з сферичною п'ятою(рис. 4.7, а)

$$M_{\text{тр}} \approx 0 \quad (4.13)$$

оскільки гвинт із заготовкою контактує в точці.

Для гвинтів з п'ятою (рис. 4.7, б) і для затиску гайкою

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} Q f \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \quad (4.14)$$

Для гвинтів з плоскою п'ятою (рис. 4.7, в)

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} Q f D \quad (4.15)$$

Для гвинтів з нерухомим наконечником (рис. 4.7, г)

$$M_{\text{тр}} = Q f \frac{D}{2} \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \quad (4.16)$$

У формулах (4.14) – (4.16) f - коефіцієнт тертя п'яти гвинта об поверхню заготовки(наконечника).

Для розрахунку сили затиску Q гвинтового затиску необхідно в умову рівноваги(4.12) ввести те, що відповідає конструкції п'яти значення $M_{тр}$ з формул(4.14) -(4.16).

Клин (рис. 7.4) дуже широко використовують в конструкціях затискних механізмів пристосувань. Клин сприяє створенню простих, компактних і надійних пристосувань. Клин може бути складовою частиною як простих затискних механізмів, так і комбінованих (рис. 7.5). Застосування в затискному механізмі клину забезпечує:

- а) збільшення початкової сили приводу;
- б) зміна напрямку дії сили;
- в) самогальмування механізму (здатність зберігати силу затиску Q при припиненні дії початкової сили W , що створюється приводом)

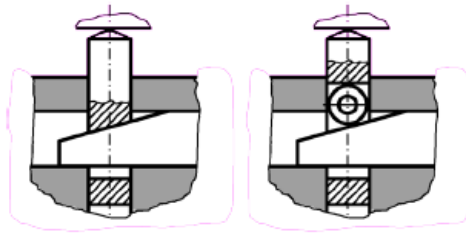


Рисунок 7.4 – Схеми клинових затисків

Якщо клиновий механізм призначений для зміни напрямку дії сили затиску, то кут клину зазвичай дорівнює 45° , а якщо ж для збільшення числового значення сили затиску або підвищення надійності закріплення, то кут клину виконують рівним $6 - 15^\circ$ (кути самоторможения).

Клин застосовують в наступних конструктивних варіантах затисків :

- 1) механізми з плоским односкосим клином;
- 2) багатоклинові (багатоплунжерні) механізми;
- 3) ексцентрики (механізми з криволінійним клином);
- 4) торцеві куркульки (механізми з циліндричним клином).

Схема комбінованого затиску, приведенного на рис. 7.5, утворена послідовним з'єднанням плоского односкосного клину 1 з кутом α , на який через шток 2 приводи діє сила W , і важільного затиску 3, передавального на заготівлю силу затиску Q .

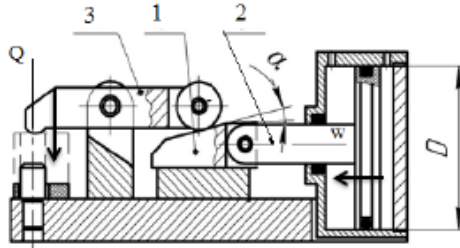


Рисунок 7.5 - Схема комбінованого затиску : 1 - клин; 2 - шток; 3 - важільний затиск

Ексцентрикові затискачі. Під ексцентриком в машинобудуванні мають на увазі деталь машини у вигляді циліндра або диска, вісь обертання якого зміщена відносно його геометричної осі на деяку відстань e , що називається *ексцентриситетом*. Затискні властивості в ексцентриці проявляються тому, що він є з'єднанням в одній деталі двох елементів - круглого диска діаметром (рис. 7.6) і плоского односкосного клину. При повороті ексцентрика навколо осі обертання диска клин спочатку усуває проміжок між диском і заготівлею, а потім діє на механізм распирающе, що і породжує пружну силу затиску Q .

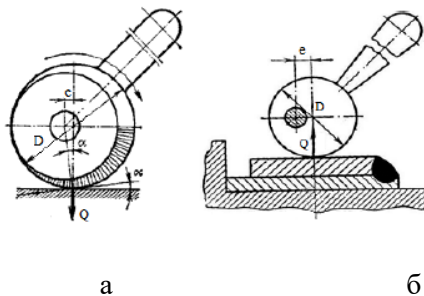


Рисунок 7.6 – Схеми ексцентрикового затиску

Робоча поверхня ексцентриків може бути *колом* (круглі ексцентрики) або *спіраллю* (криволінійні ексцентрики). Відмінність їх полягає в тому, що в розгортці круглих ексцентриків плоский клин отримується криволінійним зі змінним кутом α залежно від кута повороту ексцентрика (рис. 7.6, а), а у криволінійних ексцентриків кут α не залежить від цього кута. Це означає, що криволінійні ексцентрики створюють стабільну силу затиску в партії заготовок, а круглі - ні.

Ексцентрикові затиски є самими *швидкодіючими* з усіх ручних затискових механізмів. По швидкодії вони порівнянні з пневмозатискачами (тривалість процесу закріплення дорівнює 0,6-2,0 с).

Недоліками ексцентрикових затисків є:

1) мала величина робочого ходу, що обмежується величиною ексцентриситету;

2) підвищена стомлюваність робітника, оскільки при відкріпленні заготовки робітникові необхідно прикладати силу, обумовлену властивістю самоторможения ексцентрика;

3) ненадійність затиску при роботі інструменту з ударами або вібраціями із-за небезпеки самооткрєпления.

Незважаючи на ці недоліки, ексцентрикові затиски широко використовують в пристосуваннях, особливо для дрібносерійного і середньосерійного виробництва.

Ексцентрикові затиски значно поступаються різьбовим затискам по силі затиску. Ексцентрикові затиски із звичайними стандартними руків'я-мі розвивають силу затиску, силу, що перевищує, прикладену до руків'я, в 10-15 разів. У гвинтових затисках із застосуванням стандартних гайкових ключів це перевищення дорівнює 75-150.

Круглі ексцентрики слід проектувати такими, що самотормозящимися щоб уникнути їх відходу в процесі затиску. Ця умова може бути дотримана при правильному співвідношенні діаметру D ексцентрика і його ексцентриситету e . Відношення діаметру D до ексцентриситету e є характеристикою ексцентрика. Залежно від числового значення коефіцієнта тертя ця характеристика може змінюватися.

У практиці проектування ексцентриків прийнято вважати, що при коефіцієнті тертя $f = 0,1$ (кут тертя $5...43^\circ$) $D/e \geq 20$, при $f = 0,15$ (кут тертя $8...30^\circ$) $D/e \geq 14$.

Торцевий кулачок є різновидом клинового механізму, у якого плоский односкосий клин укріплений на циліндрі (рис. 7.7). Для створення пружної сили затиску Q кулачок повинен обернутися на деякий кут навколо осі O цього циліндра під дією сили W , прикладеної до руків'я завдовжки ℓ , створюючи тим самим силу Q' розпору.

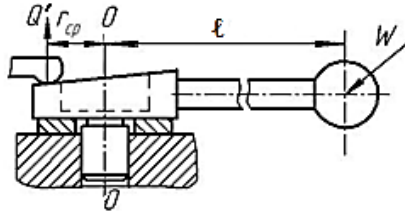


Рисунок 7.7 – Схема затискного механізму з торцевим кулачком

Важільні затиски (рис. 7.8, 7.9) зазвичай застосовують у поєднанні з іншими елементарними затисками, утворюючи складніші затискні системи. Вони дозволяють змінювати числове значення і напрям передаваної сили.

Усе різноманіття розрахункових схем важільних затисків можна звести до трьох силових схем, показаних на рис. 7.8, на якому приведені також формули для розрахунку необхідної величини зусилля W для створення сили затиску Q заготовки стосовно ідеальних механізмів (т. є. без урахування сил тертя). Ці формули витікають з умови рівності нулю суми моментів усіх сил, прикладених до важеля, відносно осі обертання важеля. На рис. 7.9 показані різні конструктивні схеми для важільних затисків.

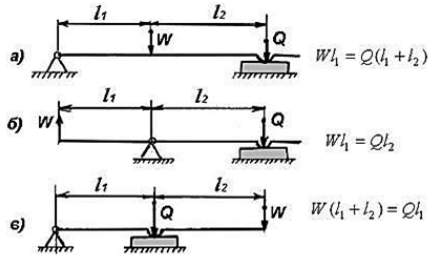


Рисунок 7.8 – Розрахункові схеми важільних затисків

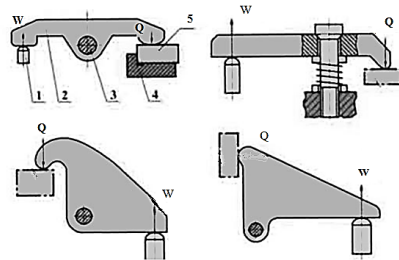


Рисунок 7.9 – Конструктивні схеми важільних затискних механізмів :
 1 - шток силового приводу; 2 - прихват; 3 - вісь; 4 - настановний елемент; 5 - заготовка

Аналіз схем на рис. 7.8 показує, що найбільший вигравш в силі (найбільше передатне відношення) дає схема в, проте в конструктивному відношенні вона громіздка, а в експлуатації незручна, оскільки вимагає великого робочого ходу силового джерела і ускладнює завантаження заготовки під важіль. Схема б застосовується в тих випадках, коли вимагається змінити напрям початкової сили. Схема а дає найбільш компактну конструкцію, проте передатне відношення сил в ній завжди менше одиниці.

У шарнірно-важільному затискному механізмі (на відміну від важільного) важіль має два шарніри на кінцях; через один з них від приводу передається сила W , через другий - змінена сила затиску Q на заготовку або інший простий механізм затиску. У пристосуваннях використовують три різновиди шарнірно-важільних механізмів :

одноважільні, двохважільні односторонньої дії, двохважільні двосторонньої дії.

У пружинних затискних механізмах пружина є елементом, що перетворює початкову силу приводу W в силу затиску Q . Сила Q визначається розміром стискування пружини. На рис. 7.10 приведені дві конструктивні схеми пружинних затисків. У схемі, приведеній на рис. 7.10, а, необхідне стискування пружини 3 досягається у момент зіткнення торцевої поверхні штока, що рухався управо, 5 приводу з поверхнею нерухомого упору 4. При такому взаємному положенні елементів пружинного затиску плунжер 2 впливає на заготовлю 1 з силою Q , а надмірну силу $Q=W-Q$ сприймає на себе нерухомий упор.

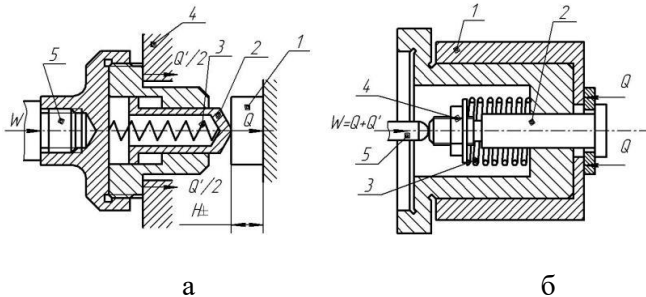


Рисунок 7.10 – Схеми пружинних затисків: а: 1 - заготівля; 2 - плунжер; 3 - пружина; 4 - упор; 5 - шток приводу; б: 1 - заготівля; 2 - тяга; 3 - пружина; 4 - гайка; 5 - шток

У схемі, представлений на рис. 7.10, б, необхідне стискування пружини 3 досягається за допомогою гайки 4 при налаштуванні пристосування. Пружна сила Q пружини передається на заготівлю 1 через шайбу, гайку 4, тягу 2, швидкознімну шайбу. Для відкріплення заготовки шток 5 приводу силою W переміщає управо тягу 2, додатково стискаючи пружину 3. Пружини для таких затисків вибирають з числа нормалізованих, таких, що забезпечують необхідне значення Q , необхідне стискування пружини і інші вимоги.

Достоїнства пружинних затискачів:

- 1) простота конструкції;
- 2) дозволяють відносно просто автоматизувати процеси закріплення і відкріплення заготовок.

Схема такого автоматизованого пружинного затиску, використовуюваного при обробці на свердлувальних верстатах, приведена на рис. 7.11. Силowym приводом тут є шпindelь *1* верстата під час руху подання. Підвішена до гільзи шпинделя на качалках *2* підвісна кондукторна плита *3* опускається разом з нею вниз до упору в заготовлю *4*. При подальшому ході гільзи пружини стискаються, при цьому пружні сили цих пружин через плиту передаються на заготовлю, забезпечуючи її затиск. Для нормальної роботи затискного механізму необхідно, щоб, по-перше, до моменту початку, свердління дотична до заготовки плита впливала на неї з необхідною силою Q і, по-друге, зростання сили Q при подальшому стискуванні пружин, обумовлених опусканням шпинделя на довжину робочого ходу, не було надмірним. Для цього застосовують пружини з великим числом витків.

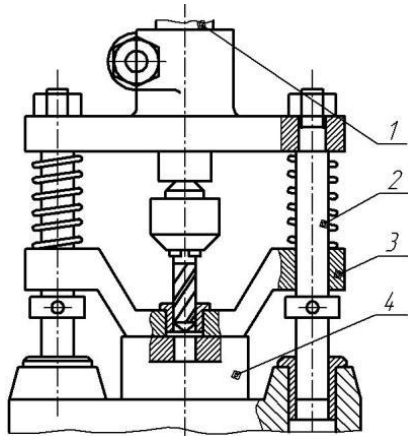


Рисунок 7.11 – Схема автоматизованого пружинного затиску заготовки у свердлувальному пристосуванні: 1 - гільза шпинделя; 2 - качалка; 3 - підвісна кондукторна плита; 4 - заготовка

Багатократні затиски наводяться в дію від одного силового джерела і затискають одну або декілька заготовок в декількох точках одночасно. Застосування багатократних затисків дозволяє скоротити допоміжний час на операції. Основною вимогою, що пред'являється до багатократних затисків, є рівність затискних сил. Для того, щоб забезпечити рівність сил затиску, ведені ланки механізму повинні

складати «плаваючу» систему, що блокується, розвиває силу затиску незалежно від дійсних розмірів встановлюваних в пристосуванні заготовок.

Відомі конструкції багатократних затисків пристосувань можна розподілити на групи, прийнявши за класифікаційну ознаку напрям ліній дії сил затиску. За цією ознакою можна виділити наступні групи багатократних затисків :

- 1) затиски послідовної дії, передавальні силу затиску в од-ном напрямі від заготовки до заготовки (закріплення пакету заготовок);
- 2) затиски паралельної дії, затискаючи деталі в декількох паралельних напрямках;
- 3) затиски із зустрічними напрямками сил затиску;
- 4) затиски з пересічними лініями дії сил затиску;
- 5) комбіновані механізми, що є з'єднанням механізмів перших груп.

На рис. 7.12, *а-в*, представлені затиски паралельної дії. За-жим на рис. 7.12, *а*, відрізняється простотою і надійністю в роботі, але при великій кількості встановлюваних заготовок виявляється громіздким і незручним.

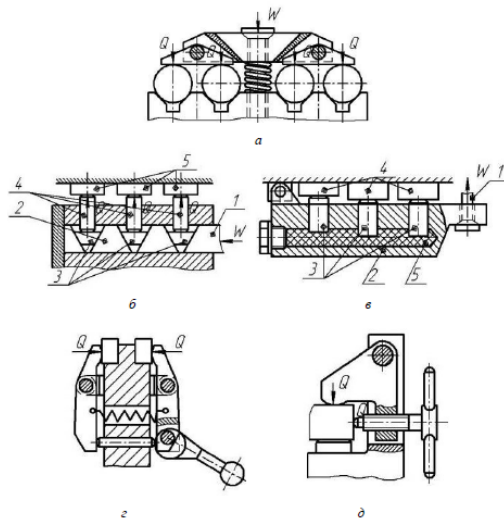


Рисунок 7.12 – Схеми багатократних затисків

Затиск на рис. 7.12, б, компактний. Під дією сили WW система рухливих клинів 1, 2, 3 і плунжерів 4 переміщається до тих пір, поки усі плунжери не затиснуть заготовки 5. *Недоліки* цього затиску : 1) низький ККД; 2) при однакових кутах клинів сили затиску неоднакові із-за втрат на тертя; для досягнення рівності сил затиску кути клинів слід виконувати різними, що ускладнює виготовлення.

Цих недоліків позбавлені затиски з гідропластом - речовиною у вигляді пасти, використовуваною в затискних пристроях для передачі сил на затискні елементи (рис. 7.12, в). Маючи властивості рідини, гідропласт 5 передає тиск однаково за усім зайнятим ним обсягом. Тому силове джерело через тягу 1, важіль 2, плунжери 3 передає однакову силу затиску Q на усі заготовки 4.

На рис. 7.12, г, д, показані затиски із зустрічними і пересічними лініями дії сил затиску. При розрахунку сил в таких затисках початкова сила приводу дорівнює сумі сил затиску окремих заготовок з урахуванням передатних стосунків механізмів затисків і їх ККД.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Мироненко О.М. Проектування пристосувань. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2004 .- 122 с.
- 2 Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: Навчально-методичний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004. – 98 с.
- 3 Технологічна оснастка: навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков.– Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
4. Технологічне оснащення. Методичний посібник до виконання індивідуального конструкторського проекту при проектуванні затискних верстатних пристроїв для студентів напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка / Т.В. Біркіна, В.В. Зіль, В.І. Холоша. – Д.: Дніпровський гірничий університет, 2012 - 73 с.
5. Nee A. Y. C. et al. An advanced treatise on fixture design and planning. – World Scientific, 2004. – Т. 1.
6. Bird L. Taunton's complete illustrated guide to using woodworking tools. – TauntonPress, 2004. – Т. 70729.
7. Altintas Y. Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design/Y.Altintas. — Cambridge UniversityPress, 2012. — 380p.
8. Klocke F. Manufacturing Processes, Cutting/ Fritz Klocke. — New York : Springer, 2011. — 504 p.
9. Kumar G. et al. Recent advances in mechanical engineering. – Springer, 2021. – С. 51-60.
10. Kalpakjian S. MANUFACTURING ENGINEERING AND TECHNOLOGY SIXTH EDITION IN SI UNITS Serope Kalpakjian Illinois Institute of Technology Steven R. Schmid The University of Notre Dame SI Conversion by Hamldon Musa Universiti Teknologi Malaysia Prentice Hall Singapore London. – 2007.