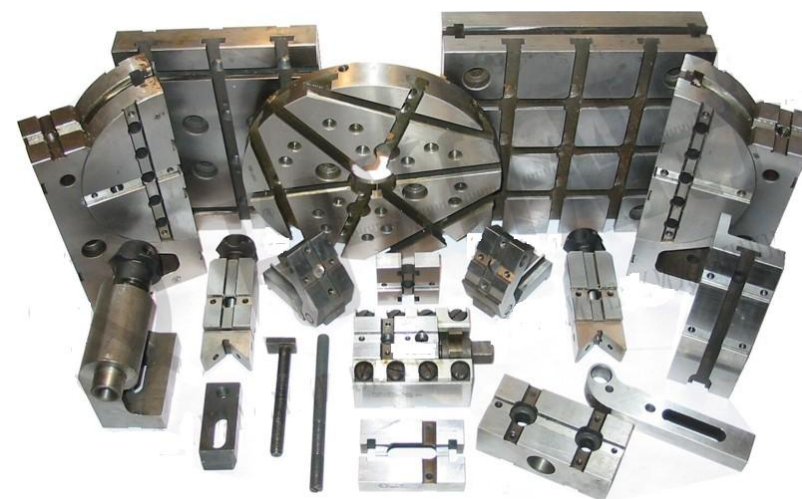


О. В. Петров, С. И. Сухоруков



**ТЕХНОЛОГІЧНА
ОСНАСТКА**

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О. В. Петров, С. І. Сухоруков

ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2018

УДК 621.7.07

ПЗ0

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 23 лютого 2017 р.)

Рецензенти:

В. І. Савуляк, доктор технічних наук, професор

О. В. Узунов, доктор технічних наук, професор

І. В. Севостьянов, доктор технічних наук, професор

Петров, О. В.

ПЗ0 Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.

Навчальний посібник містить теоретичний матеріал вивчення дисципліни «Технологічна оснастка» для студентів спеціальностей «Прикладна механіка», «Галузеве машинобудування» та «Матеріалознавство», а також суміжних спеціальностей усіх форм навчання. Матеріали посібника можуть використовуватись під час курсового проектування та виконання випускних кваліфікаційних робіт.

Навчальний посібник виконано згідно з програмою дисципліни «Технологічна оснастка» ВНТУ.

УДК 621.7.07

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Поняття технологічної оснастки та її роль у машинобудівному виробництві.....	5
1.1 Загальні відомості про технологічну оснастку.....	5
1.2 Удосконалення засобів технологічної оснастки.....	7
1.3 Проектування засобів технологічної оснастки.....	8
2 Базування заготовок на операціях механічної обробки.....	11
2.1 Поняття базування заготовок.....	11
2.2 Принципи базування заготовок.....	12
2.3 Способи базування заготовок.....	13
3 Установлення заготовок.....	17
3.1 Установлення та установні елементи.....	17
3.2 Установлення на площину.....	18
3.3 Установлення на зовнішні циліндричні поверхні.....	20
3.4 Установлення на внутрішні циліндричні поверхні.....	21
3.5 Допоміжні установні елементи.....	28
3.6 Графічні позначення установних елементів.....	28
4 Закріплення заготовок за допомогою затискних пристроїв.....	31
4.1 Поняття сили закріплення та визначення її величини.....	31
4.2 Затискні пристрої та їхнє застосування.....	37
4.3 Гвинтові затискні пристрої.....	39
4.4 Ексцентрикові затискні пристрої.....	43
4.5 Клинові затискні пристрої.....	47
4.6 Важільні затискні пристрої.....	49
4.7 Центрувальні затискні пристрої.....	52
5 Силкові приводи затискних пристроїв та визначення їхніх параметрів.....	58
5.1 Пневматичні приводи.....	59
5.2 Гідравлічні та пневмогідравлічні приводи.....	66
5.3 Вакуумні приводи.....	70
5.4 Електромеханічні приводи.....	71
5.5 Електромагнітні та магнітні приводи.....	72
6 Допоміжні елементи технологічної оснастки.....	75
6.1 Пристрої для направлення та координації інструментів.....	75
6.2 Поворотні, ділильні та виштовхуючі пристрої.....	81
7 Пристосування.....	85
7.1 Класифікація пристосувань.....	85
7.2 Верстатні пристосування.....	86
7.3 Контрольно-вимірювальні пристосування.....	112
7.4 Складальні пристосування.....	118
Глосарій (glossary).....	121
Перелік використаної літератури.....	122

ВСТУП

Інтенсифікація виробництва в машинобудуванні пов'язана з модернізацією засобів виробництва на базі застосування новітніх досягнень науки і техніки. Технічне переозброєння, підготовка виробництва нових видів продукції машинобудування й модернізація засобів виробництва неодмінно охоплюють процеси проектування засобів технологічного оснащення та їхнього виготовлення.

Технологічна оснастка є однією з основних складових технологічного оснащення. Призначення технологічної оснастки – забезпечувати, змінювати й розширювати технологічні можливості обладнання. У діючому виробництві потрібне постійне оновлення технологічного оснащення, а при зміні номенклатури виробів або вимог до їхнього виготовлення для заданого складу обладнання нові виробничі умови забезпечуються завдяки повній або частковій її заміні.

До складу технологічної оснастки входить сукупність робочого, вимірювального інструменту й пристосувань, що використовуються для базування, закріплення та контролю оброблюваних деталей на різному технологічному обладнанні: металообробних верстатах, пресах, вимірювальних машинах та ін. Залежно від призначення технологічного обладнання розрізняється і його оснастка.

Механізація та автоматизація процесу закріплення заготовок поряд зі зростанням продуктивності обробки забезпечує: підвищення точності завдяки стабільності сили закріплення, зниження похибки закріплення; скорочення частки ручної праці; зниження фізичного навантаження робітників; можливість багатостатного обслуговування, оскільки робітник звільняється від необхідності тривалої присутності біля одного верстата; регламентацію циклу обробки, що є передумовою для автоматизації процесу загалом.

У навчальному посібнику наведено найбільш повну номенклатуру технологічної оснастки сучасного машинобудівного виробництва. Подано матеріал, що сприятиме розвитку в студентів розуміння структури технологічної оснастки та її застосування у сфері експлуатації й проектування пристосувань різного цільового призначення для реалізації технологічних процесів виробництва виробів машинобудування.

1 ПОНЯТТЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ ТА ЇЇ РОЛЬ У МАШИНОБУДІВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1.1 Загальні відомості про технологічну оснастку

У машинобудівному виробництві одним із основних складових процесу виготовлення виробів є засоби технологічного оснащення.

Засоби технологічного оснащення – це сукупність знарядь виробництва, необхідних для здійснення технологічного процесу (рис. 1.1).

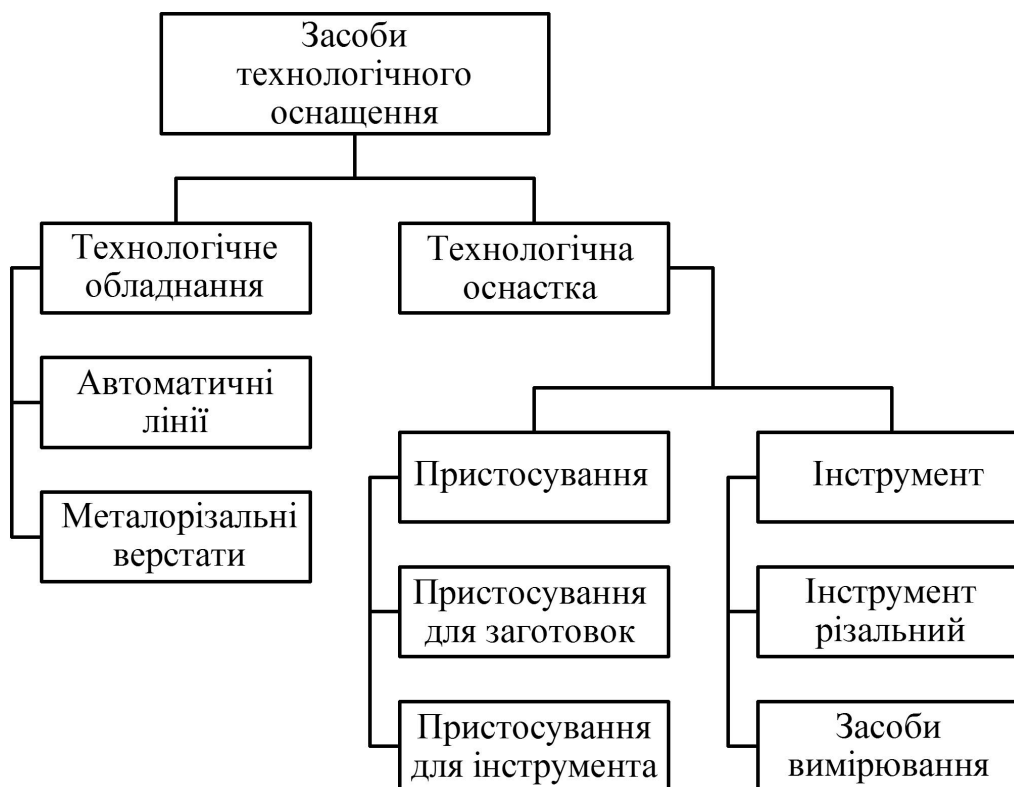


Рисунок 1.1 – Засоби технологічного оснащення

До засобів технологічного оснащення належить технологічне обладнання й технологічна оснастка.

Технологічна оснастка (ТО) – це пристрої та механізми, які доповнюють технологічне обладнання та слугують для забезпечення виконання технологічних операцій, а також підвищення продуктивності й безпеки праці робітника. Сюди входять різноманітні види різального та вимірювального інструменту, а також пристосування, що використовуються для базування, закріплення й контролю оброблюваних деталей на різному технологічному устаткуванні: металообробних верстатах, пресах, вимірювальних машинах та ін. Основними різновидами ТО є інструменти та пристосування.

Інструмент – засіб ТО, призначений для дії на предмет праці з метою зміни або визначення його стану.

Пристосування – засіб ТО, призначений для установлення або направлення предмету праці чи інструменту при виконанні технологічної операції.

Використання інструментів та пристосувань дозволяє скоротити окремі складові та загальну величину штучного часу, що можна встановити виходячи із формули:

$$t_{um} = t_o + t_{don} + t_{m.o} + t_{o.o} + t_n, \quad (1.1)$$

де t_o – основний час, що можна скоротити в результаті застосування багатоінструментальної обробки й багатомісних пристосувань, а також шляхом підвищення режимів різання за рахунок збільшення жорсткості технологічної системи;

t_{don} – допоміжний час, який можна скоротити в результаті установлення заготовок без вивірювання, використання швидкодійних пристроїв для закріплення, повороту й знімання заготовок, а також шляхом перекриття допоміжного часу основним;

$t_{m.o}$ – час технічного обслуговування, що можна скоротити за рахунок застосування пристроїв для швидкої зміни інструмента та його наладки;

$t_{o.o}$ – час організаційного обслуговування, який можна скоротити в результаті застосування пристроїв для відведення стружки;

t_n – час перерв у роботі, що можна скоротити за рахунок полегшення умов праці.

Використання пристосувань сприяє також зменшенню підготовчо-завершального часу при випуску виробів партіями.

Основним різновидом ТО є пристосування. Їх поділяють на декілька груп залежно від цільового призначення:

- верстатні пристосування застосовуються для установлення заготовок на верстатах;
- пристосування для установлення різальних інструментів;
- складальні пристосування для забезпечення правильного взаємного розташування деталей і складальних одиниць на складальних операціях;
- контрольні пристосування для перевірки точності заготовок, проміжного й остаточного контролю деталей, перевірки складальних одиниць і машин (випробувальні й контрольні-вимірвальні стенди);
- пристосування транспортно-кантувальні для захоплення, переміщення, перевертання оброблюваних заготовок і складання виробів у автоматизованому виробництві.

Використання пристосувань сприяє підвищенню точності й продуктивності оброблення та складання виробів, продуктивності контролю деталей; забезпечує механізацію й автоматизацію технологічних процесів, зниження кваліфікації робіт, розширення технологічних можливостей устаткування, підвищення безпеки робіт.

До складу пристосувань входять установні (опорні), направляючі, настроювальні, допоміжні й базові елементи.

Установні елементи слугують для базування заготовок і деталей. Вони мають бути точними, змінними й зносостійкими.

Направляючі елементи (наприклад, кондукторні втулки, копіри) застосовують для усунення пружних віджимань інструменту й надання йому певного положення щодо заготовки. Вони мають бути точними, змінними й зносостійкими.

Настроювальні елементи (висотні й кутові установи) застосовують для контролю положення інструменту при настройці і піднастройці верстата.

До допоміжних елементів і пристроїв належать поворотні й ділильні пристрої, багатопозиційні пристосування для надання оброблюваній заготовці різних положень щодо інструменту; виштовхувачі ручного й автоматичного типу для швидкого видалення невеликих деталей з пристосовань; підйомні пристрої, що виконують спеціальні технологічні прийоми.

Базові елементи (корпуси, плити, планшайби) слугують для кріплення до них інших елементів, пристроїв і механізмів пристосовань.

1.2 Удосконалення засобів технологічної оснастки

При швидкому розвитку сучасного виробництва й безперервності вдосконалення виробів існує необхідність у постійному оновленні ТО. Терміни вдосконалення та виготовлення ТО повинні бути короткими, інакше до моменту випуску виріб починає морально старіти. Водночас необхідно підсилювати оснащеність технологічних процесів для підвищення продуктивності праці й зниження собівартості виробів. Така суперечність викликала необхідність прискорення й здешевлення виготовлення всіх засобів ТО.

Завдання з удосконалення ТО та підвищення її характеристик вирішуються за допомогою застосування нормалізації та стандартизації складових ТО.

При нормалізації й стандартизації скорочується номенклатура й збільшується кількість виготовлених деталей одного розміру та найменування, зменшуються об'єми, терміни, трудомісткість і собівартість конструкторських робіт. На етапі виготовлення з'являється можливість виробництва деталей ТО партіями, централізованим порядком і в запас, а при експлуатації скорочуються час і витрати на ремонт ТО в результаті використання деталей із запасу. Нормалізовані й стандартні елементи можуть бути зняті з використаного ТО і застосовані під час складання нового ТО. Рівень використання нормалізованих і стандартних деталей при конструюванні спеціальних ТО становить 70%. Розрізняють три етапи нормалізації ТО.

До першого етапу нормалізації відноситься нормалізація їхніх загальних конструктивних і розмірних елементів. Метою є встановлення розмірних рядів на елементи та вузли, визначення габаритів і приєднувальних

розмірів, нормалізація конструктивних елементів (різьб, деталей кріплення, штифтів, шпонкових з'єднань і т. д.), установлення допусків на деталі й посадок для з'єднань.

На другому етапі здійснюють нормалізацію деталей ТО (установних елементів, корпусів, установів, деталей допоміжних і затискних пристроїв).

Третій етап охоплює частини ТО різного функціонального призначення: вузли затискних систем (гідроциліндри, пневмокамери, пневмоциліндри тощо), вузли допоміжних пристроїв та ін.

Також одним із основних принципів удосконалення ТО є запозичення відомих технічних рішень. Це зумовлено високою питомою вагою витрат в собівартості продукції, оскільки проектування та виробництво засобів ТО має індивідуальний характер і залежить від конкретних конструктивно-технологічних параметрів кожного оброблюваного виробу.

1.3 Проектування засобів технологічної оснастки

Метою проектування є створення ефективних засобів підвищення продуктивності і точності обробки, складання й контролю, зниження собівартості виробів, полегшення умов і підвищення безпеки праці.

Під час проектування засобів ТО, зокрема пристосування, беруть участь фахівці технологічного та конструкторського відділів.

До завдань технолога входять: вибір заготовки й технологічних баз; установлення маршруту обробки; уточнення змісту технологічних операцій із розробленням ескізів, що дають уявлення про встановлення й закріплення заготовки; визначення проміжних розмірів за операціями та допусками на них; установлення режимів різання; визначення штучного часу на операцію; вибір типу й моделі верстата.

До завдань конструктора входять: конкретизація прийнятої технологом схеми установлення; вибір конструкції та розмірів установних елементів; визначення сили закріплення; уточнення схеми й розмірів затискного пристрою; визначення розмірів направляючих деталей; загальне компонування пристосування; установлення допусків на виготовлення пристосування.

Не дивлячись на чітке розділення функцій, технолог і конструктор мають працювати спільно. Це підвищить ефективність проектування й забезпечить раціональну побудову технологічних операцій та іншої схеми пристосування.

Проектування засобів ТО тісно пов'язане з розробкою технологічного процесу виготовлення деталей. Найскладнішою й трудомісткою частиною ТО є пристосування, тому на їхньому прикладі розглянемо методику проектування.

Для проектування верстатних пристосувань характерні такі етапи.

1. Аналіз початкових даних

Початковими даними для проектування спеціальних верстатних пристосувань є: креслення заготовки й деталі з технічними вимогами їхнього приймання; операційні креслення на попередню й виконувану операції; операційні карти технологічного процесу обробки даної деталі (з них визначають послідовність і зміст операцій, режими різання, використовувані устаткування, інструменти і т. д.). Також необхідні стандарти на деталі та вузли верстатних пристосувань; альбоми нормалізованих конструкцій, інформація про аналогічні пристосування за літературними й патентними джерелами.

Під час проектування також необхідно враховувати технологічні можливості виготовлення пристосування в умовах даного підприємства й програму випуску виробів, щоб вибрати найрентабельнішу конструкцію та обґрунтувати застосування в пристосуванні змінних швидкозношуваних деталей.

Для переналагоджуваних і групових пристосувань потрібно, окрім вказаного, визначити деталі, оброблювані з використанням даного пристосування, і мати щодо кожної деталі перераховані вище відомості.

На підставі аналізу початкових даних розробляють технічне завдання на проектування пристосування, що містить розділи: найменування й сфера застосування, підстава для розробки, мета й призначення розробки, технічні вимоги, використовувана під час розробки документація, економічні показники.

2. Розробка ескізу компоновки і принципової розрахункової схеми пристосування, що враховує:

- а) тип, число й розташування установних елементів;
- б) вигляд і конструкцію направляючих елементів (деталей для напряму і контролю положення різального інструменту);
- в) схему сил закріплення заготовки й тип затискних пристроїв;
- г) кінематику передачі зусилля від приводу до затискних елементів;
- д) тип і конструкцію допоміжних пристроїв (виходячи з характеру операції, необхідної точності обробки та маси заготовки);
- е) спосіб установлення й закріплення пристосування на верстаті;
- ж) техніку видалення стружки;
- з) умови безпечної експлуатації пристосування.

3. Розрахунок пристосувань:

- а) силовий – розрахунок потрібних сил закріплення, затискних пристроїв і параметрів силового приводу;
- б) розрахунок на точність за вибраними параметрами, що обґрунтовує технічні вимоги до виготовлення пристосування;

- в) вибір конструкційних матеріалів і розрахунок на міцність та жорсткість конструкційних елементів пристосування;
- г) техніко-економічний розрахунок доцільності застосування спроектованого пристосування;
- д) коректування, якщо це необхідно, на основі проведених розрахунків розрахункової схеми пристосування або технологічного процесу обробки.

4. Розробка креслень загального вигляду пристосування та його деталей

Розробку починають з нанесення на лист контурів заготовки. Залежно від складності пристосування креслять декілька проекцій заготовки тонкими або штрихпунктирними лініями. Заготовка вважається умовно прозорою. Далі навколо контурів заготовки наносять окремі елементи пристосування. Спочатку установні деталі, потім деталі для напряму інструмента, затискні й допоміжні пристрої. Після цього креслять корпус пристосування, який об'єднує всі вказані вище елементи.

На загальному вигляді ставлять розміри, допуски й посадки на основні сполучення деталей, що визначають точність обробки, налагоджувальні розміри, а також габаритні, контрольні й координувальні розміри з відхиленнями і т. д.

Над штампом креслення записують технічну характеристику й технічні вимоги на виготовлення, експлуатацію й складання пристосування.

Після того, як отримують складальне креслення пристосування та специфікацію, виконують креслення оригінальних деталей, що має на меті подальше виготовлення цих деталей та складання в готовий виріб.

2 БАЗУВАННЯ ЗАГОТОВОК НА ОПЕРАЦІЯХ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

2.1 Поняття базування заготовок

Базуванням називається надання заготовці або виробу необхідного положення щодо вибраної системи координат. Базами називаються поверхні, лінії або точки заготовки, що використовуються для її орієнтування (базування) у пристосуванні або для орієнтування деталей щодо інших деталей і складальних елементів.

При вирішенні завдань базування заготовок, деталей і складальних одиниць у машинобудуванні використовують різні види баз, що мають певні особливості:

1. *Технологічна база* слугує для визначення положення заготовки або виробу в процесі виготовлення. Стосовно механічної обробки технологічною базою називається поверхня заготовки, щодо якої орієнтуються її поверхні, оброблювані при даному установі. За особливостями застосування технологічні бази поділяються на опорні, настроювальні й перевірочні.

Опорні бази – це технологічні бази, безпосередньо дотичні з відповідними установними поверхнями пристосування або верстата.

Настроювальна база – це база, відносно якої орієнтуються оброблювані поверхні та яка утворюється при одному установі з даними оброблюваними поверхнями заготовки. Тобто це база, щодо якої проставлені виконувани розміри й виконане налаштування верстата (виставлені упори верстата або різальні інструменти).

Перевірочна база – це база, відносно якої виконується орієнтація положення заготовки на верстаті, установлення різального інструмента під час обробки або орієнтація положення деталей чи складальних одиниць під час складання виробів. Прикладом є базування заготовок за раніше виготовленими (відлитим або обробленим) отворами за допомогою установних пальців. Після закріплення заготовок у пристосуваннях установні пальці виймають із заготовки й виконують чистову обробку отворів.

2. *Вимірювальна база* слугує для визначення відносного положення заготовки або виробу й засобів вимірювання. Тобто щодо неї виконується відлік виконуваних розмірів при обробці або перевірці взаємного розташування поверхонь деталей (паралельності, перпендикулярності тощо).

3. *Конструкторська база* слугує для визначення положення деталей або складальної одиниці у виробі.

4. *Штучні технологічні бази* створюють у тому випадку, якщо конфігурація заготовок не дає можливості застосувати технологічну базу, яка дозволяє зручно, стійко та надійно орієнтувати й закріпити заготовку в пристосуванні або на верстаті. Прикладами можуть бути центрувальні отвори валів, або додаткові елементи – бобишки, спеціально створювані для полегшення установлення турбінних лопаток у пристосуваннях.

2.2 Принципи базування заготовок

Відповідно до поставленого технологічного завдання, під час базування заготовки вирішується завдання з визначення необхідного числа й місць розташування ідеальних зв'язків, опорних точок і встановлення відповідних базових поверхонь заготовки.

Щоб заготовку позбавити шести ступенів вільності, треба на неї накласти жорсткі геометричні зв'язки, що сполучають її з координатними площинами вибраної системи. Ці зв'язки накладаються шляхом контакту баз заготовки з установними елементами пристосування. Такі контакти відбуваються по локальних поверхнях. Умовно, їх складно вважати точками.

Залежно від числа опорних точок, що розташовуються на базі, тобто від числа ступенів вільності, яких позбавляється заготовка, стосовно призматичних заготовок застосовують (рис. 2.1, а):

- установну базу *A*, що перебуває в контакті з трьома опорними точками;
- направляючу базу *B*, що перебуває в контакті з двома опорними точками;
- опорну базу *C*, що має контакт з однією опорною точкою.

Для підвищення точності й надійності орієнтування заготовок як установну базу приймають поверхню з найбільшими розмірами, а як направляючу базу – найдовшу поверхню.

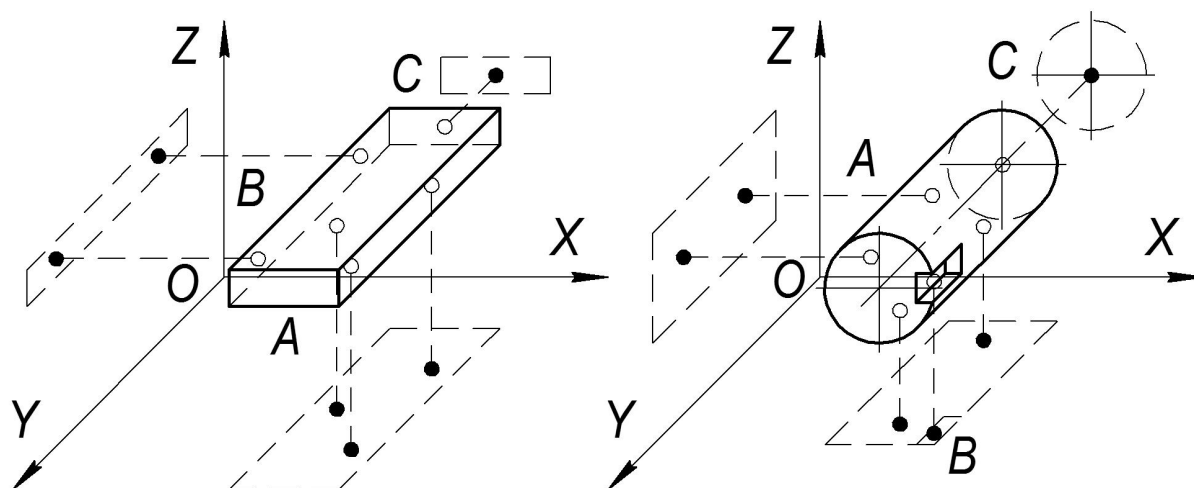


Рисунок 2.1 – Схеми базування призматичної (а) і циліндричної (б) заготовок

Для орієнтування довгого циліндричного тіла ($l \geq 2 \cdot d$) необхідно з'єднати його циліндричну поверхню двома двосторонніми зв'язками з площинами XOY і YOZ (рис. 2.1, б), позбавляючи таким чином тіло чотирьох ступенів вільності. Для усунення можливості переміщення тіла вздовж осі OY варто з'єднати торець з площиною XOZ . З метою поз-

бавлення тіла шостого ступеня вільності необхідно передбачити шостий двосторонній зв'язок у вигляді опорної точки, що розташовується на поверхні, наприклад, шпонкової канавки. Стосовно довгого циліндричного тіла циліндрична поверхня *A* з чотирма опорними точками називається подвійною направляючою базою, торцева поверхня *C* з п'ятою опорною точкою називається опорною базою, а поверхня шпонкової канавки *B* із шостою опорною точкою – другою опорною базою.

2.3 Способи базування заготовок

Базування за допомогою комплекту плоских площин

Комплект плоских поверхонь утворює координатний кут, на площинах якого розташовуються опорні точки. На рис. 2.2 наведена схема базування об'єкта трьома площинами.

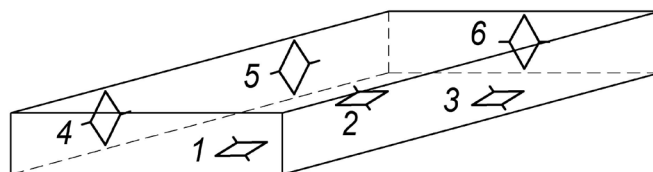


Рисунок 2.2 – Схема базування об'єкта трьома площинами

На одній поверхні розташовуються три опорні точки (установна база; опорні точки 1, 2, 3), на іншій площині – дві опорні точки (напрямна база; опорні точки 4, 5) і на третій площині – одна опорна точка (опорна база; опорна точка 6).

Базування за допомогою двох площин та зовнішньої циліндричної поверхні

Комплект баз утворюється поєднанням торця, зовнішньої циліндричної поверхні та поверхні, якою може бути будь-яка плоска поверхня. Цей комплект баз здатен реалізувати дві схеми базування.

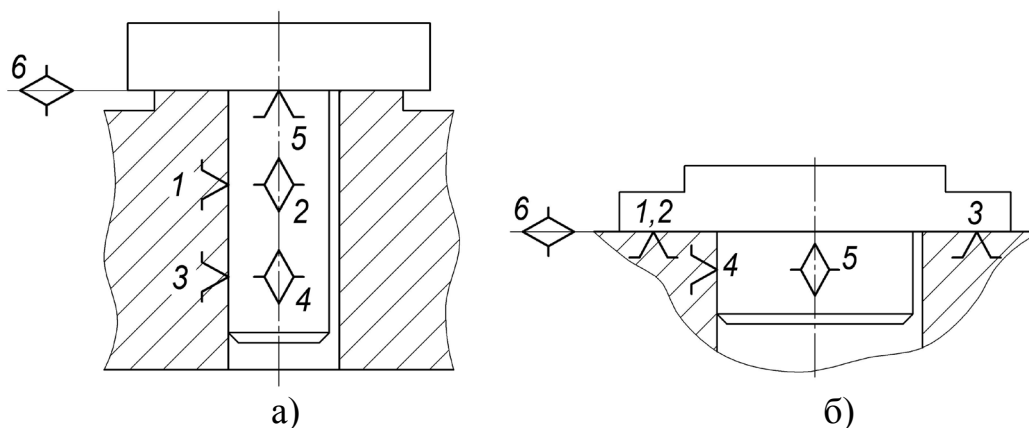


Рисунок 2.3 – Схеми базування на зовнішній циліндричній поверхні

На першій схемі базування (рис. 2.3, а) на зовнішній циліндричній поверхні розташовуються чотири опорні точки (1, 2, 3, 4), на торці – опорна точка 5 і на третій поверхні – опорна точка 6.

У другій схемі базування (рис. 2.3, б) на зовнішній циліндричній поверхні розташовуються дві опорні точки (4, 5), на торці – три опорні точки (1, 2, 3) і на третій поверхні – опорна точка 6.

Розташування опорних точок зумовлює відповідне конструктивне виконання комплекту баз. Для першої схеми базування довжина циліндричної поверхні має перевищувати її діаметр не менше ніж у 1,5–2 рази. Для другої схеми базування довжина циліндричної частини має становити не більше $1/3$ діаметра циліндричної поверхні. При обох схемах базування похибка базування буде зумовлена наявністю зазору в спряженні циліндричних поверхонь.

Базування за допомогою двох площин та зовнішньої циліндричної поверхні

Під час базування за допомогою двох площин та зовнішньої циліндричної поверхні комплект баз утворюється поєднанням торця, внутрішньої циліндричної поверхні й площини, якою, зазвичай, є бокова поверхня паза (рис. 2.4).

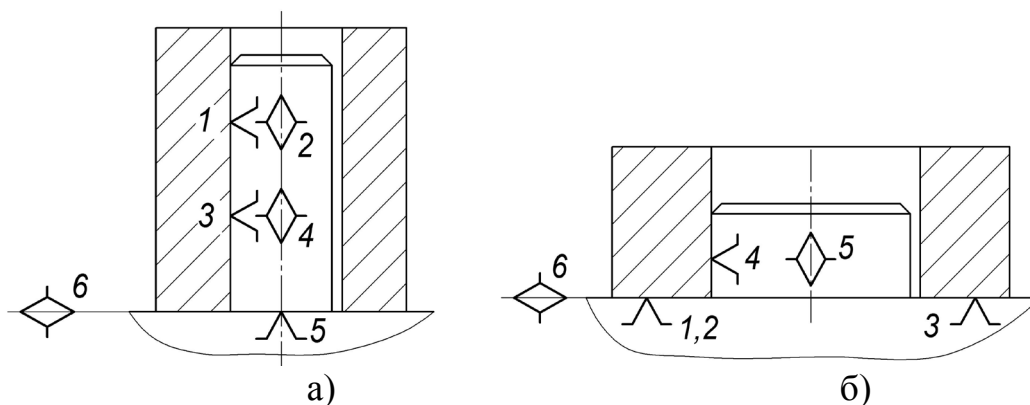


Рисунок 2.4 – Схеми базування за допомогою двох площин та зовнішньої циліндричної поверхні

Схема базування для цього комплекту баз, як і в попередньому випадку, має два варіанти. У першому варіанті (рис. 2.4, а) на внутрішній циліндричній поверхні розташовуються опорні точки (1, 2, 3, 4), на торці – опорна точка 5 і на третій поверхні – опорна точка 6. У другому варіанті (рис. 2.4, б) на внутрішній циліндричній поверхні розташовуються опорні точки 4, 5, на торці – опорні точки 1, 2, 3 і на третій поверхні – опорна точка 6. Кожній схемі базування відповідає своє конструктивне рішення. Для першої схеми базування довжина циліндричної поверхні має бути більшою за діаметр отвору не менше ніж у 1,5–2 рази. Для другої схеми базування довжина циліндричної частини має бути не більше $1/3$ діаметра

отвору. Така схема базування характеризується присутністю похибки базування, що зумовлена наявністю зазору в спряженні циліндричних поверхонь.

Базування за допомогою площини та двох циліндричних отворів

Під час базування за допомогою площини та двох циліндричних отворів на площині розташовуються опорні точки 1, 2, 3, на поверхні одного циліндричного отвору – опорні точки 4, 5 і на поверхні іншого циліндричного отвору – опорна точка 6 (рис. 2.5).

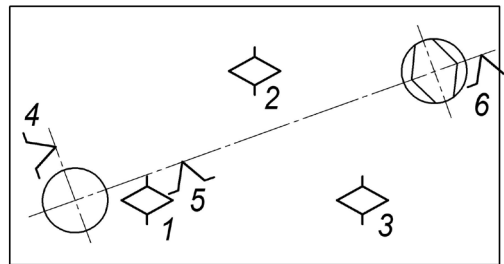


Рисунок 2.5 – Схема базування за допомогою площини та двох циліндричних отворів

При цьому рекомендується розташовувати отвори якнайдалі один від одного. Це мінімізує похибку базування за кутом повороту, що зумовлена наявністю зазорів між отворами та циліндричними пальцями.

Базування за допомогою площини, осі та центру симетрії

Базування площиною, віссю та центром симетрії має свою специфіку. По-перше, не варто плутати таке базування з базуванням за прихованими базами. Згідно з ГОСТ 21495–76 «Базирование и базы в машиностроении», прихованою базою називається «база заготовки або виробу у вигляді уявної площини, осі або точки». Приховані бази використовують у тих випадках, коли в об'єкта базування число конструктивно оформлених поверхонь менше трьох. Приховані бази розташовуються на площині, уявно проведеної перпендикулярно координатним площинам, побудованим на конструктивно оформлених базах об'єкта.

Отже, у тих випадках, коли виникає необхідність базувати об'єкт площинами, віссю й центрами симетрії, необхідно тим чи іншим способом їх матеріалізувати. Робиться це нанесенням розмічальних рисок, що є слідами перетину координатних площин, або застосуванням різного роду самоцентрувальних пристроїв. Тим самим, приховані бази стають явними базами.

Самоцентрувальні механізми застосовують тоді, коли об'єкт базується по площині, осі або центрі симетрії. Задачею самоцентрувальних механізмів є поєднання площини, або вісі, або центра симетрії об'єкта, що базується з площиною, віссю або центром симетрії відповідного пристосування. З цією метою самоцентрувальні механізми виконують з двома і більше затискними елементами, які повинні з однаковою швидкістю одночасно сходиться або

розходиться відносно площини, осі або центра симетрії відповідно. Такі самоцентрувальні пристосування одночасно здійснюють як базування об'єкта, так і його закріплення (рис. 2.6).

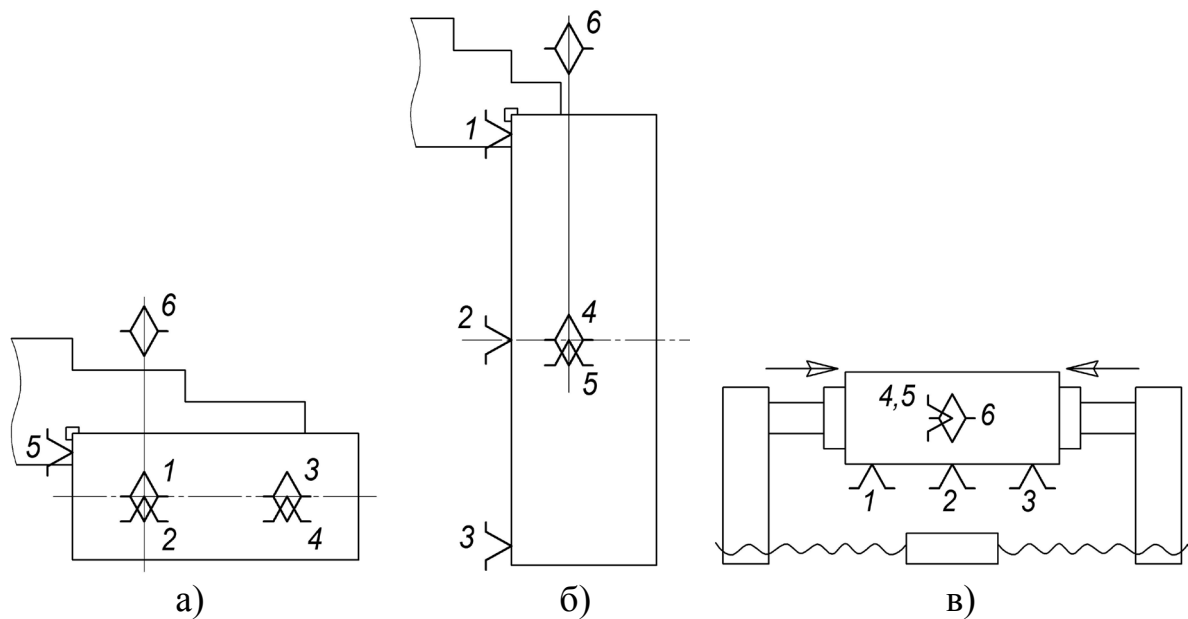


Рисунок 2.6 – Схема базування за допомогою площини, осі та центра симетрії

Як приклад самоцентрувальних пристроїв можна навести три кулачковий патрон для базування вала по осі симетрії в просторі (рис. 2.6, а), трикулачковий патрон для базування диска по центру симетрії на площині (рис. 2.6, б), лещата для базування призматичної деталі по площині симетрії (рис. 2.6, в). До самоцентрувальних пристроїв також належать різні оправки.

3 УСТАНОВЛЕННЯ ЗАГОТОВОК

3.1 Установлення та установні елементи

Після вибору схеми базування заготовки потрібно обрати її схему установлення, тобто надати таке положення, яке забезпечить стійкість під час обробки. Щоб забезпечити стійкість заготовки, необхідно їй надати жорсткі геометричні зв'язки, які з'єднають її з координатними площинами вибраної системи. Ці зв'язки надаються шляхом контакту баз заготовки з установними елементами. Такі контакти відбуваються по локальних поверхнях. Умовно їх можна вважати точковими опорами.

Такі точкові опори конструктивно виконують у вигляді елементів з малою поверхнею контакту. Вони забезпечують достатню стійкість заготовки незалежно від похибки її розмірів і форми, але мають і недоліки – можливість пошкодження базових поверхонь заготовки при великих силах закріплення і зсув заготовки внаслідок контактних деформацій у місцях дотику опор з базами. При малій шорсткості поверхні баз несучу поверхню опор збільшують – і малі поверхні форми баз не здійснюють значного впливу на стійкість системи установлення.

Схема розташування установних елементів визначається схемою базування заготовки й типом установних елементів. Вибирають таку схему установлення заготовки, за якої забезпечуються найвища точність і найбільша стійкість.

Вибір установних елементів залежить від комплекту технологічних баз заготовки, кожна з яких має бути реалізована в конструкції пристосування шляхом вибору відповідного установного елемента.

Варто пам'ятати, якщо база явна, то вона реалізується безпосереднім контактом базової поверхні з установними елементами. Приховані бази, зазвичай, реалізуються або за рахунок центрування заготовки, або за рахунок сил тертя при закріпленні заготовки.

Більшість установних елементів є стандартизованими, тому для їхнього вибору можна скористатися відповідними стандартами. У спеціальних пристосуваннях допустимо використовувати спеціальні установні елементи.

Число та розташування установних елементів мають забезпечувати орієнтацію заготовки, згідно з прийнятою схемою базування, і достатню її стійкість у пристосуванні.

При використанні баз з параметром шорсткості $Ra > 20$ мкм установні елементи варто виконувати з обмеженою опорною поверхнею для зменшення впливу нерівностей цих баз на стійкість заготовки. Установні елементи не повинні ушкоджувати базові поверхні, але при цьому мають бути жорсткими та зносостійкими.

Жорсткість та зносостійкість установних елементів підвищують виготовленням їх зі сталей (У8А, 20, 20Х, 45) з подальшою термообробкою, хромуванням їхніх несучих поверхонь, наплавленням твердого сплаву і шліфуванням поверхонь до отримання шорсткості $Ra = 0,63 \dots 0,32$ мкм. Для полегшення ремонту технологічної оснастки установні елементи виконують легкознімними.

Опорні елементи мають різноманітну конструкцію, яка залежить від форми бази та кількості ступенів вільності, яких позбавляється заготовка. Розрізняють основні та допоміжні установні елементи.

Основні установні елементи характеризуються тим, що вони реалізують одну чи декілька опорних точок для установлення заготовки. Розміщені відповідним чином у пристосуванні, вони утворюють необхідну сукупність опорних точок, що відповідає вибраній схемі базування. До основних установних елементів належать: опорні пальці, установні пальці, опорні пластини, центри, призми.

Допоміжні установні елементи відрізняються тим, що вони підводяться до поверхонь заготовки після того, як вона отримала необхідну кількість контактних точок з основними установними елементами. Таким чином, допоміжні установні елементи використовують для збільшення числа точок контакту заготовки з пристосуванням з метою підвищення жорсткості системи. До таких елементів належать: регульовані та плаваючі опори, а також люнети.

3.2 Установлення на площину

Під час установлення заготовки на площину в пристосуванні необхідно використовувати три опорні точки, розміщені в одній заданій площині, але не на одній прямій. Це досягається за допомогою різних поєднань установних елементів: трьох опорних пальців, двох опорних пластин та ін.

Під час установлення на опорні пальці потрібно звернути увагу на шорсткість поверхні заготовки. Якщо її поверхня має параметр шорсткості $Ra > 3,2$ мкм, то опорна поверхня має бути або сферичної (рис. 3.1, б), або рифленою (рис. 3.1, в), що підвищує надійність зчеплення двох поверхонь. Якщо поверхня заготовки оброблена і має параметр шорсткості $Ra < 3,2$ мкм, то поверхня опори має бути плоскою та гладкою (рис. 3.1, а, г).

Опорні пальці є стандартизованими елементами на наведені у довідниках:

- «Постійна опора з плоскою головкою» (ГОСТ 13440–68);
- «Постійна опора зі сферичною головкою» (ГОСТ 13441–68);
- «Постійна опора з рифленою головкою» (ГОСТ 13442–68).

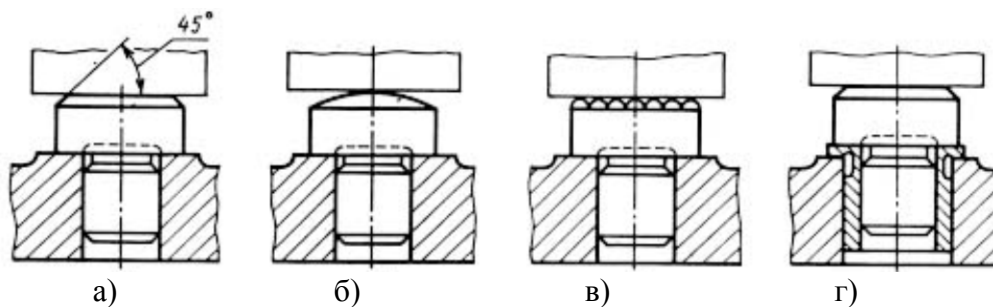


Рисунок 3.1 – Опорні пальці

Розміри опорної поверхні визначають залежно від допустимих контактних деформацій, які впливають на точність установлення заготовки. Під час проектування пристосувань рекомендуються такі рекомендовані навантаження P на опори зі сталі та чавуну зі сферичною головкою діаметром D :

$D, \text{мм}$	10	16	25	40
$P, \text{кН}$	2	5	12	30

Для заготовок з кольорових сплавів навантаження менше на 30–40 %. Опори з рифленою головкою допускають навантаження у 2 рази більші:

$D, \text{мм}$	10	16	25	40
$P, \text{кН}$	4	10	25	60

Опорні пальці запресовуються в корпусі пристосування або у відповідних змінних втулках. Після зносу опорні пальці змінюють.

Установлення на дві опорні пластини є одним з найпоширеніших способів установлення, оскільки вони реалізують три опорні точки (рис. 3.2).

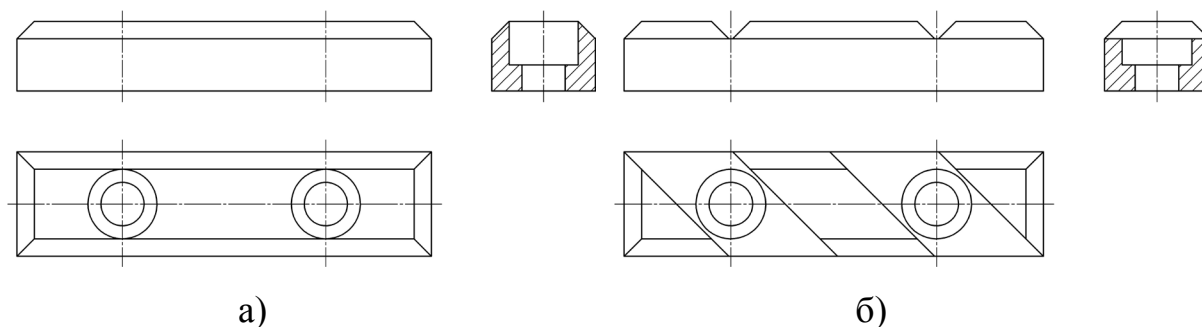


Рисунок 3.2 – Опорні пластини

Опорні пластини можуть мати різну форму, є стандартизованими елементами на наведені у довідниках:

- «Опорна шайба» (ГОСТ 17778–72);
- «Опорні пластини» (ГОСТ 4743–68);

- «Постійні високі опори» (ГОСТ 1247–67).

Опорні пластини встановлюються в корпусі пристосування за допомогою гвинтів. Після зносу опорні пластини змінюють.

3.3 Установлення на зовнішні циліндричні поверхні

Установлення заготовок на зовнішню циліндричну поверхню, перпендикулярну до її осі площину, зазвичай здійснюється в опорні призми. Для заготовок з обробленою поверхнею (діаметром 5–150 мм) застосовують широкі опорні призми (рис. 3.3, а), для заготовок з необробленою поверхнею – вузькі призми (рис. 3.3, б), які зменшують вплив макрогеометричних похибок.

Для локалізації контакту заготовки можна встановлювати її на чотири опори (рис. 3.3, в), запресовані в бічні поверхні призми. У таких призмах заготовки займають цілком стійке положення, навіть за наявності викривленості, бочкоподібності й інших похибок форми.

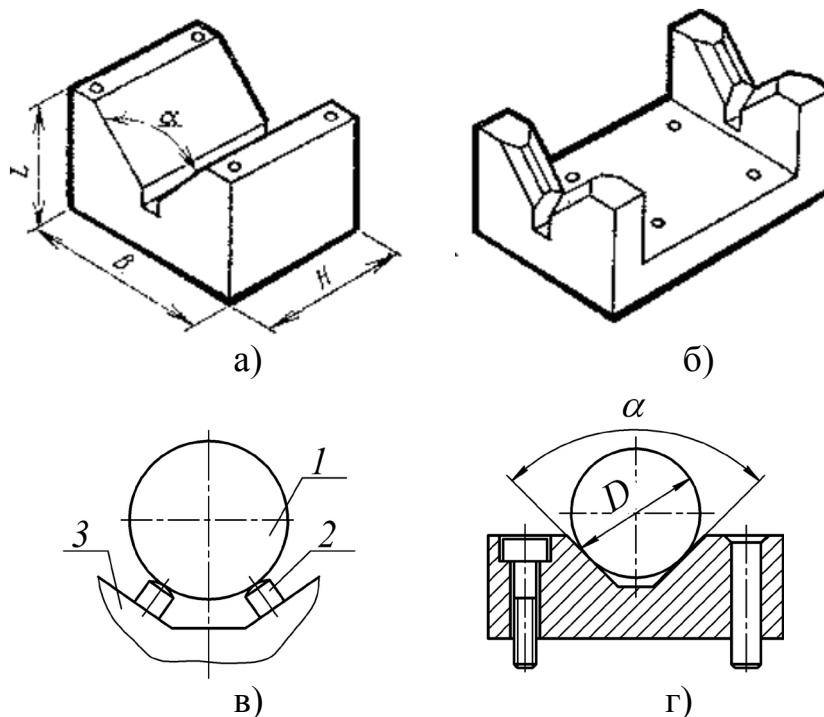


Рисунок 3.3 – Типи призм і схема установлення заготовок у призми

Гранично допустиме навантаження на призму з умов контактної міцності можна визначити за формулою (для заготовок з чавуну або сталі):

$$Q = 7 \cdot b \cdot D, [\text{H}] \quad (3.1)$$

де b – довжина лінії контакту заготовки з призмою, мм;
 D – діаметр заготовки, мм (рис. 3.3, г);
 α – кут призми ($\alpha = 90^\circ$).

Для установлення заготовок типу трійників на зовнішні циліндричні поверхні використовують три вузькі призми, чим забезпечується їхня повна орієнтація в просторі (рис. 3.4, а). А для установлення заготовок типу хрестовин варто застосовувати три призми та (якщо необхідно) опору *l*, що самовстановлюється (рис. 3.4, б).

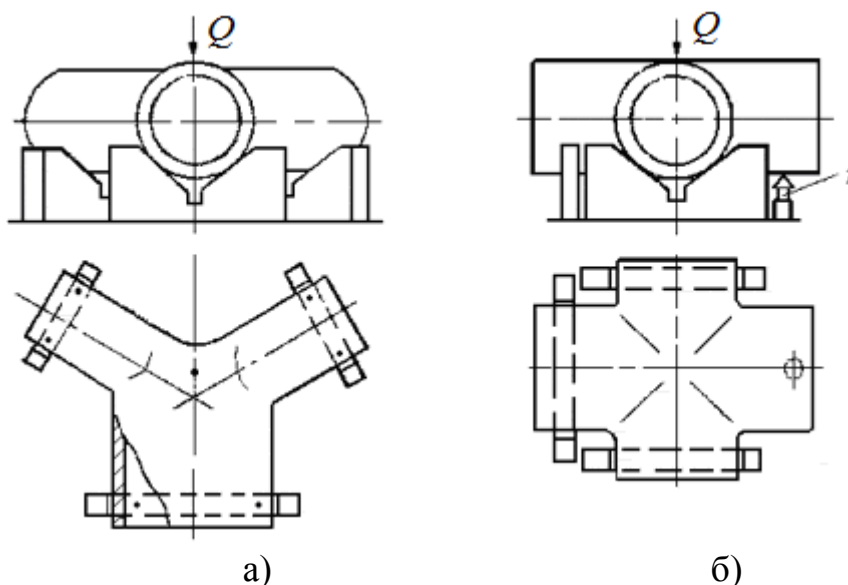


Рисунок 3.4 – Схеми установлення заготовок типу трійників та хрестовин

Призми виготовляють зі сталі 20Х із цементацією на глибину 0,8–1,2 мм і гартуванням робочих поверхонь (55-60 HRCэ). Призми великих розмірів виготовляють із сірого чавуну з прикрученими сталевими елементами. Призми кріплять до корпусу пристосування гвинтами й фіксують контрольними штифтами. Бічні (робочі) і нижню поверхні призм шліфують до шорсткості $Ra = 0,63 \dots 0,32$ мкм.

Призми є стандартизованими елементами та наведені у довідниках:

- «Призма опорна» (ГОСТ 12195–66);
- «Призма з боковим кріпленням» (ГОСТ 12197–66);
- «Призма рухома» (ГОСТ 12193–66);
- «Призма установна» (ГОСТ 12191–66);
- «Призма нерухома» (ГОСТ 12196–66).

3.4 Установлення на внутрішні циліндричні поверхні

Для установлення заготовок на внутрішні циліндричні поверхні використовують установні пальці, оправки та центри.

3.4.1 Установні пальці

Установлення заготовки за допомогою установних пальців на два циліндричні отвори з паралельними осями й перпендикулярну до них

площину застосовується під час обробки деталей типу корпусів, плит і т. д. (рис. 3.5). Переваги такого устанавлення полягають у простоті конструкції пристосування, можливості дотримання постійності баз на більшості операцій технологічного процесу, відносній простоті передачі й фіксації заготовок на потокових та автоматичних лініях, доступності різального інструменту до заготовки. Заготовка закріплюється прикладанням сили, перпендикулярної до її базової площини, яка піддається чистовій обробці.

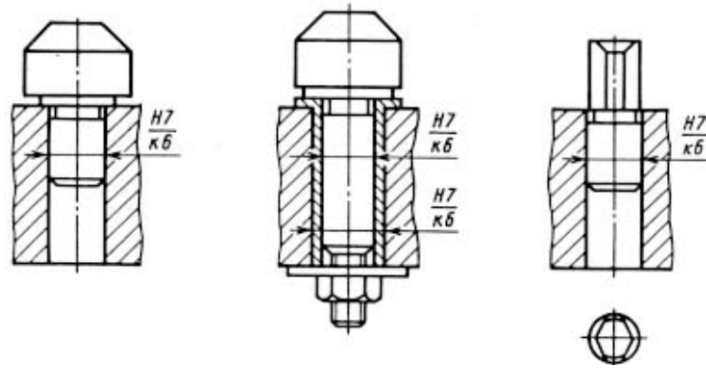


Рисунок 3.5 – Установні пальці

Під час устанавлення на установні пальці виникає похибка, зумовлена зсувами заготовки на величину діаметрального зазора між поверхнями з'єднання (рис. 3.6). Якщо базовий торець заготовки не перпендикулярний до осі отвору, можливе відхилення осі отвору від осі пальця.

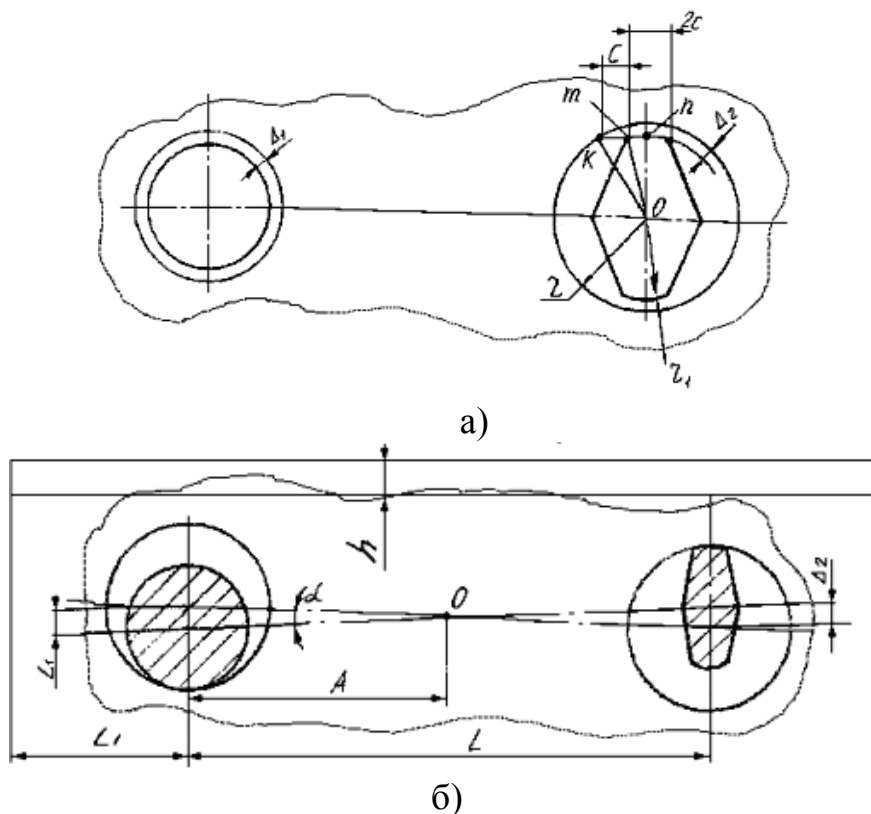


Рисунок 3.6 – Схема для розрахунку похибки устанавлення

Як правило, установлення здійснюється на два пальці. Один палець виконують циліндричної, а інший – зрізаної (ромбічною) форми. Якщо обидва пальці виконати циліндричними, то діаметр одного з них, наприклад правого, повинен мати значення $d - \delta$ (де δ – допуски на відстань L між осями базових отворів). Але в такому разі можливе похитування заготовки на лівому пальці від середнього положення на величину $\pm \delta/2$. Тому доцільнішою є ромбічна форма правого пальця з циліндричною стрічкою невеликої ширини (2с). Величина похитування заготовки при цьому матиме значення $\pm (r - r_1)$, де r і r_1 – радіуси отвору і стрічки відповідно.

Установлення заготовок базовими отворами в стаціонарні пристосування виконують на консольні циліндричні пальці. Пальці діаметром до 16 мм виконують зі сталі У7А, а діаметром більше 16 мм – зі сталі 20Х із цементацією на глибину 0,8...1,2 мм і гартуванням до твердості 50...55 НRCэ. Робочу поверхню пальців шліфують до шорсткості $Ra = 0,63...0,32$ мкм. Установні пальці встановлюють у корпуси пристосявань по посадках Н7/к6 або Н9/ф8 (рис. 3.5).

Установлення заготовки на три паралельні отвори й перпендикулярну до них площину застосовується під час обробки корпусних деталей на автоматичних лініях. Застосовують три установні ромбічні пальці, що, порівняно з установленням на два пальці, дає деякі переваги: менший кут повороту заготовки й легшу посадку на пальці, що дозволяє зменшити посадочний зазор і підвищити точність установлення. Недоліком схеми є швидке зношування ромбічних пальців, що веде до зниження точності установлення. Базові отвори обробляються з точністю Н7.

Установлення заготовки на внутрішні циліндричні поверхні з пересічними (що перехрещуються) осями застосовуються для баз із необробленою й обробленою поверхнями. Установні елементи можуть бути виконані висувними при суцільних базових поверхнях і нерухомими при установленні заготовки на часткові (неповні) базові поверхні.

Установні пальці є стандартизованими елементами та наведені в довідниках:

- «Установні пальці з упором» (ГОСТ 16898–71);
- «Установні зрізані пальці з упором» (ГОСТ 16899–71);
- «Установні циліндричні пальці» (ГОСТ 16900–71);
- «Установні циліндричні зрізані пальці» (ГОСТ 16901–71);
- «Пальці установні циліндричні високі» (ГОСТ 17774–72);
- «Пальці установні зрізані високі» (ГОСТ 17775–72);
- «Пальці установні циліндричні постійні» (ГОСТ 12209–68);
- «Пальці установні зрізані постійні» (ГОСТ 12210–68);
- «Установні змінні пальці циліндричні» (ГОСТ 12211–66);
- «Установні змінні пальці зрізані» (ГОСТ 12212–66).

3.4.2 Оправки

Для установлення заготовок типу тіл обертання з обробленою циліндричною поверхнею використовують оправки, які поділяються на жорсткі та розтискні.

Типи жорстких оправок (рис. 3.7):

а) конічна оправка (конусність $1/2000\dots 1/4000$), на яку заготовка встановлюється циліндричним отвором (рис. 3.7, а), обробленим з точністю Н6–Н7. За рахунок розклинюючої дії вона міцно утримується від провертання під час обробки. Точність центрування становить $0,005\dots 0,010$ мм. Недоліком оправки є відсутність точної фіксації заготовки за довжиною. Такий тип оправок застосовується переважно в одиничному та дрібносерійному виробництві;

б) оправка, на яку заготовка встановлюється з натягом (рис. 3.7, б). Використання підкладних кілець під час запресування дозволяє орієнтувати заготовку за довжиною на оправці. Точність центрування становить $0,005\dots 0,010$ мм;

в) оправка, на яку заготовка вставляється із зазором (рис. 3.7, в). Положення заготовки за довжиною визначається буртом оправки. Її провертання запобігають затягуванням гайки або шпонки за наявності в заготовці відповідної канавки. Базові отвори заготовок рекомендується виконувати за сьомим квалітетом. Точність центрування залежить від зазору і, як правило, становить $0,02\dots 0,03$ мм.

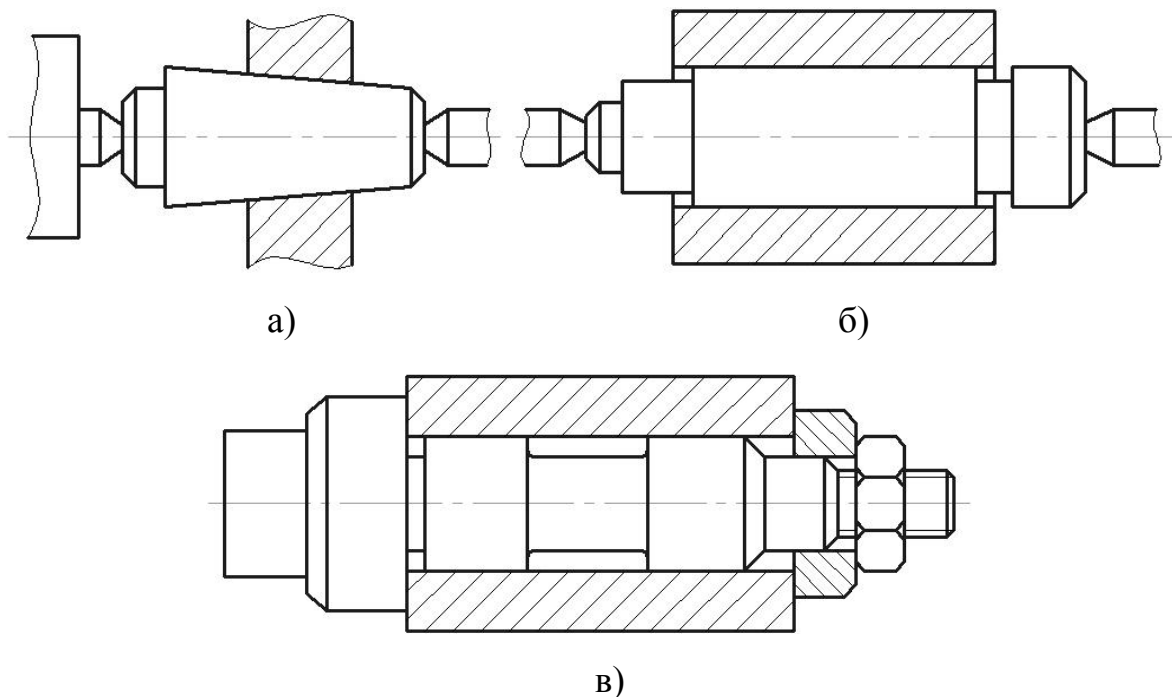


Рисунок 3.7 – Жорсткі оправки

Типи розтискних оправок (рис. 3.8):

а) консольна оправка з прорізами на робочій шийці слугує для

закріплення заготовки затягуванням внутрішнього конуса (рис. 3.8, а). Допускається використання баз у вигляді отворів, оброблених з точністю Н8–Н12. Точність центрування становить 0,02...0,4 мм;

б) оправка з пружною гільзою, розтискною зсередини гідропластмасою (рис. 3.8, б). Затягуванням гвинта стискають гідропластмасу, яка розтискаючи тонкостінну гільзу закріплює заготовку. Базові отвори заготовок виконують з точністю Н7-Н8. Точність центрування становить 0,005...0,01 мм;

в) консольна оправка з трьома затискними елементами й розтискним внутрішнім конусом застосовується для закріплення товстостінних заготовок з обробленим або необробленим отвором (рис. 3.8, в) Точність центрування становить 0,05...0,10 мм;

г) оправка з гофрованими втулками (рис. 3.8, г). Під час прикладання осьової сили циліндричні частини втулок вигинаються й міцно закріплюють заготовку. Втулки оправки виготовляють зі сталі 38Х, У10А або 65Г з термічною обробкою до твердості 45...50 НRCэ. Різностінність втулки допускається до 0,05 мм і биття торця до 0,005 мм. Точність обробки базових отворів у межах Н6-Н7. Точність центрування становить 0,002...0,003 мм.

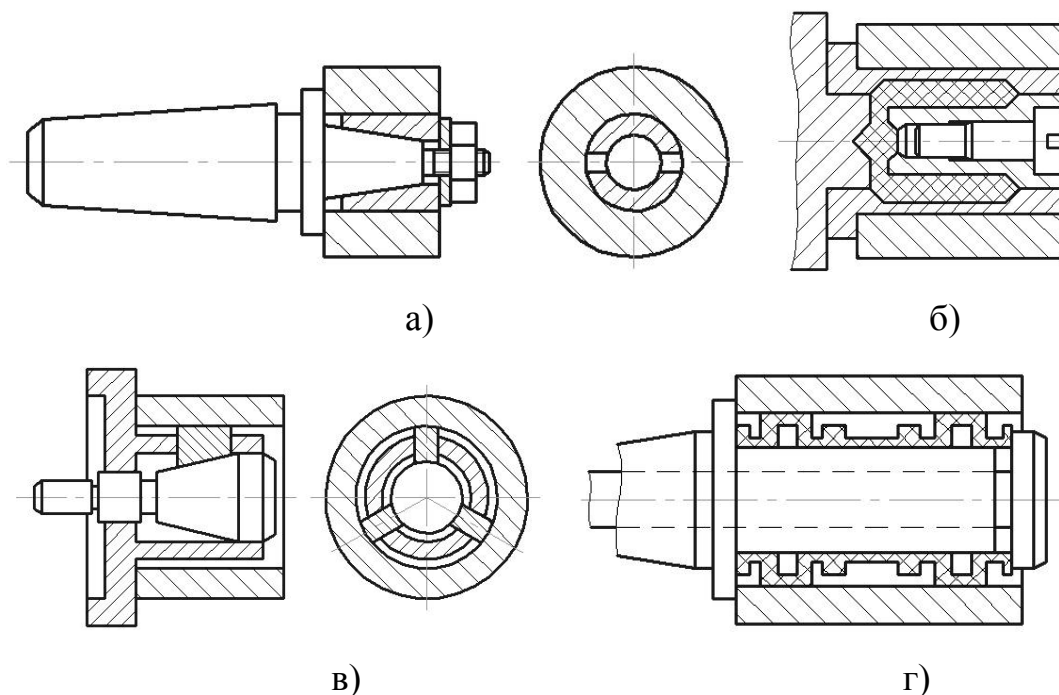


Рисунок 3.8 – Розтискні оправки

Оправки виготовляють зі сталі 20Х, цементують на глибину 1,2...1,5 мм і гартують до твердості 55...60 НRCэ. Робочі поверхні шийок шліфують до шорсткості $Ra = 0,63...0,32$ мкм. Для передачі моменту на кінці оправки передбачають квадрат, лиски або поводковий палець. Оправки діаметром більші 80 мм для полегшення виконують порожнистими.

3.4.3 Центри

Установлення заготовки на центрувальні отвори й конічні фаски застосовується під час обробки деталей типу валів. Як установні елементи використовують центри. За типом конструкції та форми центри поділяють на такі різновиди:

- жорсткий центр (рис. 3.9, а);
- зрізаний центр (для деталей типу гільз, рис. 3.9, б);
- поводковий центр, що передає крутний момент від вдавлювання рифлення в поверхню конічної фаски заготовки під час прикладання до центру осьової сили (що погіршує поверхню базової фаски) (рис. 3.9, в);
- центр (спеціальний) з трьома вузькими стрічками *l* (рис. 3.9, г);
- поводковий центр, який передає крутний момент через рифлення, що вдавлюються в площину торця заготовки. Рифлення виконують на трьох ділянках сферичної шайби, яка самовстановлюється. Центр плаваючої конструкції встановлений у проміжній втулці;
- плаваючий передній центр застосовується для точної установки заготовки за довжиною. При упорі в торець проміжної втулки поєднуються технологічна та вимірвальна бази (рис. 3.9, д).

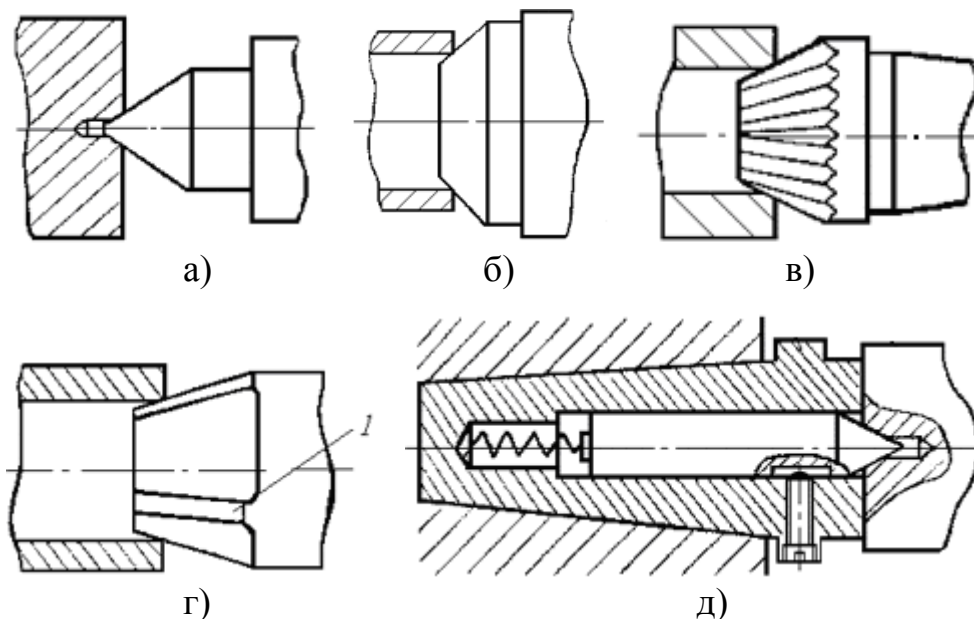


Рисунок 3.9 – Центри

Центри виконують зі сталей 45, У6А, У8А і піддаються термічній обробці до твердості 56-61 HRC_э. Зносостійкість підвищують наплавленням твердого сплаву. Форму заднього центрального отвору під час токарної обробки зберігають застосуванням центрів, що обертаються.

При відхиленні від співвісності центрувальних отворів виникає дотик кромки центрів до центрувальних отворів. Під дією радіальної сили заготовка зміщується в поперечному й повздовжньому напрямках в результаті стиснення й зносу кромки. Те ж спостерігається при неспівпаданні кутів центрів і центрувальних отворів.

Похибка форми центрувальних отворів у поперечному перетині призводить до відхилення від круглості оброблюваних шийок. Похибку можна зменшити шліфуванням, притиранням або підтисканням отворів еталонним центром.

При установленні на два центри заготовка зберігає один ступінь вільності – можливість обертання навколо своєї осі. Тому в низці випадків, наприклад, під час фрезерування шпонкових пазів або квадратів, необхідне додаткове базування заготовки за допомогою упорів й інших пристроїв.

Для заготовок особливої конструкції застосовують установлення на три центри (рис. 3.10, а), один з яких є рухомих і виконує роль затискного елемента. Але в такому разі необхідно витримувати точну глибину центрувальних отворів, оскільки при великій глибині (правого) отвору між ним і центром виникає зазор – і заготовка може погойдуватися відносно осі двох інших центрів.

Також можливе установлення на чотири центри (два жорстких і два висувних), що забезпечує меншу чутливість до зміни глибини центрувальних отворів, оскільки зазори вибираються піджиманням висувних центрів (рис. 3.10, б). Проте, як і в попередній схемі, при змінній глибині отворів можливий дотик кромки до центрувальних отворів.

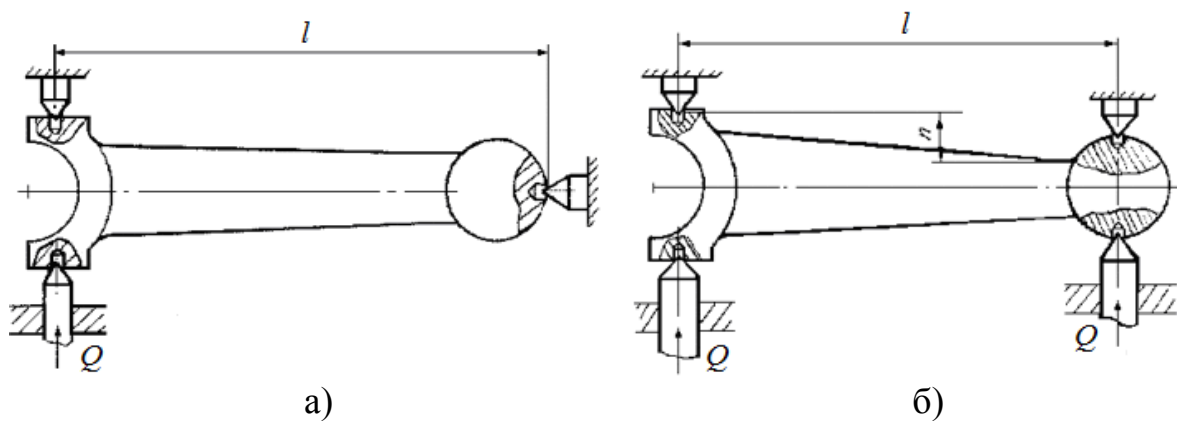


Рисунок 3.10 – Схеми установлення на центри

Установлення заготовки по зубчатих поверхнях застосовується під час шліфування осьових отворів циліндричних і конічних зубчатих коліс. Використовуючи як бази робочі (евольвентні) поверхні зубів, досягають точної співісності отвору й зубчатого вінця. При цьому застосовують спеціальні патрони. Як установні елементи використовують кульки для конічних коліс, ролики для прямозубих циліндричних коліс, кульки й виті пружні ролики для циліндричних коліс зі спіральним зубом і зубчаті ексцентрикові сектори в спеціальних патронах для циліндричних коліс. Ролики та кульки розміщують у западинах зубчатого вінця. Роликів беруть три, а кульок – шість (по два в одну западину).

Установлення конічних зубчатих коліс здійснюють на кульові опори, застосовуючи спеціальні пристрої, що притискають деталь по торця ступиці.

3.5 Допоміжні установні елементи

Допоміжні установні елементи поділяють на дві групи: регульовані опори й самоустановлювальні (плаваючі) опори.

Регульовані опори (рис. 3.11, а) працюють таким чином. Спочатку заготовку встановлюють на установні елементи й фіксують у цьому положенні. Потім механічно або вручну доводять опору до поверхні заготовки й теж фіксують.

Самоустановлювальні (плаваючі) опори (рис. 3.11, б, в), як правило, підпружинені. Під дією пружини вони самостійно доводяться до заготовки, після чого їх фіксують.

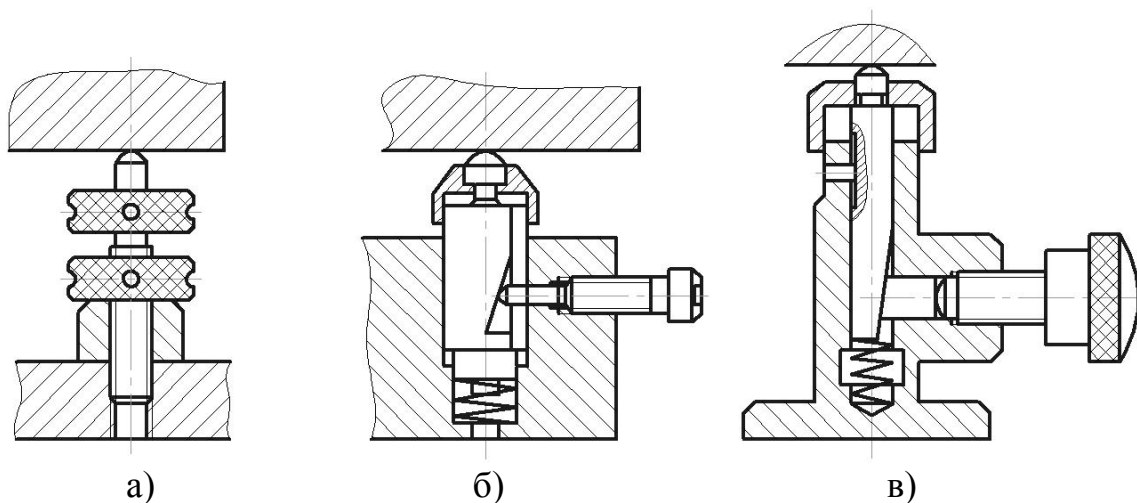


Рисунок 3.11 – Допоміжні установні елементи

Кількість допоміжних установних елементів може бути необмежена, проте для спрощення конструкції пристосування їхню кількість варто брати мінімальною. Застосування допоміжних установних елементів дозволяє значно підвищити жорсткість технологічної системи та використовувати продуктивніші режими різання.

3.6 Графічні позначення установних елементів

У технологічній документації під час виконання схеми установлення чи операційного ескізу використовують графічні позначення установних елементів, що регламентуються згідно з ГОСТ 3.1107–81.

У табл. 3.1 наведені графічні позначення опор.

Також мають відповідне позначення форми робочих поверхонь опор та інших установних елементів, що представлено у табл. 3.2. Рекомендується позначення форми робочих поверхонь ставити зліва від позначення установного елемента, а кількість точок контакту (якщо є необхідність на це звернути увагу) – справа.

Таблиця 3.1 – Графічне позначення опор

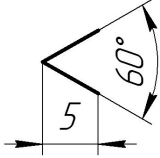
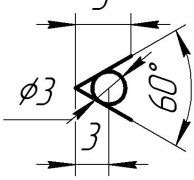
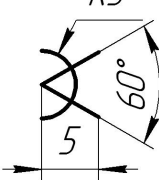
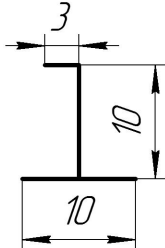
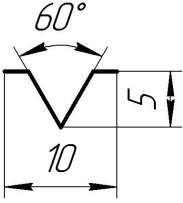
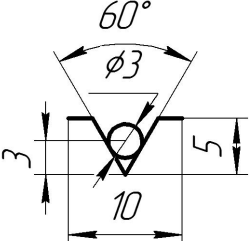
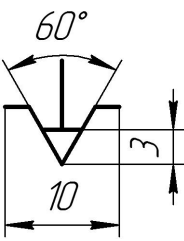
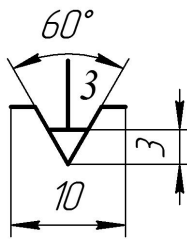
Нерухома опора	Рухома опора	Плаваюча опора	Регульована опора
Вигляд спереду та позаду			
Вигляд зверху			
Вигляд знизу			

Таблиця 3.2 – Графічне позначення форм робочих поверхонь установних елементів

Плоска	Сферична	Циліндрична (кулькова)	Тригранна
Конічна	Ромбічна	Призматична	Рифлена

Графічні позначення пристроїв, що використовуються для установлення заготовок на зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні, подані у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Графічне позначення установних пристроїв

Центр нерухомий	Центр обертальний	Центр плаваючий	Патрон повідковий
			
Оправка циліндрична	Оправка кулькова (роликів)	Патрон цанговий	Патрон трикулачковий
			

На рис. 3.12 показано приклад графічного позначення схеми установлення деталі типу вал. Відповідно до використаних графічних позначень, видно, що деталь установлена в трикулачковому патроні з упором у лівий торець (нерухому опору з плоскою поверхнею), з обертальним центром у правому торці, а також із кріпленням у рухомому люнеті (рухомій опорі).

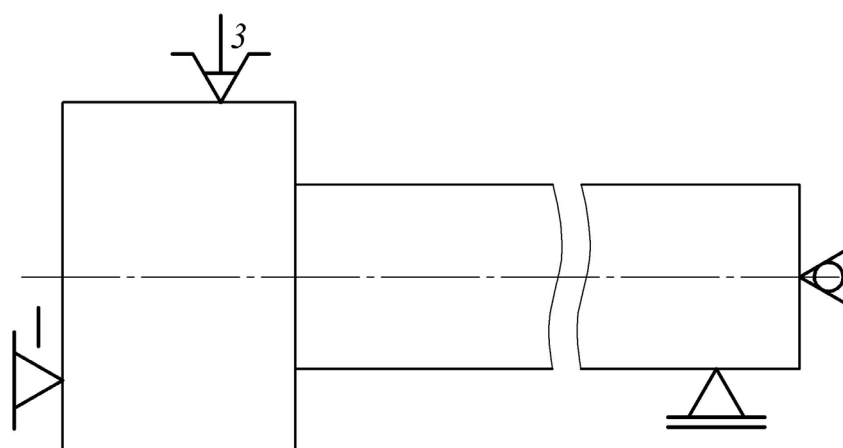


Рисунок 3.12 – Приклад схеми установлення деталі типу вал

4 ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ЗА ДОПОМОГОЮ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ

4.1 Поняття сили закріплення та визначення її величини

Під час механічної обробки різанням на заготовку діють сили різання, об'ємні сили, а також сили другорядного й випадкового характерів. Ці сили можуть зумовити зміщення заготовки в пристосуванні під час оброблення. Тому при розробленні конструкції пристосування особлива увага приділяється розрахунку необхідної сили закріплення. Сила закріплення має забезпечити незмінне положення заготовки відносно установних елементів пристосування, запобігти її зрушенню або повороту під дією сил різання, тобто забезпечити надійне закріплення протягом усього часу.

Для того, щоб запобігти переміщенню заготовки під впливом сил різання, до неї необхідно прикласти силу закріплення Q_3 , величина якої дозволяє протидіяти силам різання безпосередньо або через сили тертя. Така сила називається необхідною силою закріплення заготовки в пристосуванні (рис. 4.1).

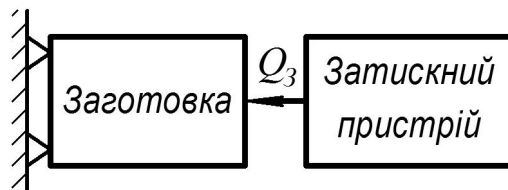


Рисунок 4.1 – Принцип взаємодії заготовки та затискного пристрою

Розрахунок сил закріплення виконують під час конструювання нових і при використанні існуючих пристосувань. У першому випадку визначаються параметри затискних пристроїв і співвідношення сил закріплення. При цьому величина сили закріплення Q_3 має бути достатньою для попередження зсуву заготовки в пристосуванні й не повинна перевищувати силу, визначену з умови точності виконання операції. Інакше, вводять корективи в схему установлення й закріплення заготовки, режими різання, технологічні умови тощо.

У другому, частішому, випадку розрахунок містить перевірочний характер. Знайдена з умов обробки необхідна сила закріплення має бути меншою за силу, яку розвиває наявний затискний пристрій, або дорівнювати їй. Якщо цього немає, то змінюють умови обробки з метою зниження необхідної сили закріплення.

Необхідність закріплення заготовки відпадає у випадках, якщо:

- а) сили обробки значно менші, порівняно з вагою заготовки й силами тертя (наприклад, при свердленні дрібних отворів у важкій станині);
- б) сили обробки за напрямом такі, що не можуть порушити положення заготовки (наприклад, при протягуванні отворів).

Визначення величини необхідної сили закріплення є одним з основних завдань під час проектування верстатного пристосування. Особливу увагу варто звернути на те, що в процесі оброблення дійсні значення сили різання можуть істотно відрізнятися від розрахункових і довідкових значень. Причиною цього є різні випадкові та систематичні чинники, що діють під час різання, наприклад, непостійність механічних властивостей матеріалу, нерівномірність наклепу й припуску по оброблюваних поверхнях, знос різального інструменту і т. д. Крім того, при прийнятій схемі розрахунку сил закріплення можливі різні стани контакту між опорними поверхнями пристосування й заготовкою, заготовкою та затискним пристроєм. Усі ці зміни сил різання й станів контакту розрахунковим шляхом врахувати неможливо. Тому в практичних розрахунках величину сили різання, знайдену розрахунковим шляхом, штучно збільшують множенням на коефіцієнт запасу закріплення k . Значення коефіцієнта запасу закріплення k визначають, виходячи з конкретних умов виконання операції і способу закріплення заготовки в пристосуванні на основі формули:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (4.1)$$

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу (беруть $k_0 = 1,5$);

k_1 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність припуску по оброблюваній поверхні заготовки, що призводить до збільшення сили різання (для чорнового оброблення $k_1 = 1,2$; для чистового оброблення $k_1 = 1$);

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні різального інструмента (значення k_2 наведені в табл. 4.1);

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання під час оброблення нерівномірних поверхонь (при точінні й торцевому фрезеруванні $k_3 = 1,2$; при безперервному різанні $k_3 = 1,0$);

k_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність сили закріплення (для ручних затискачів $k_4 = 1,3$; для механізованих $k_4 = 1$);

k_5 – коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних затискних елементів. При їхньому зручному розташуванні й малому куті повороту важелів $k_5 = 1$, при незручному розташуванні й великому куті повороту важелів $k_5 = 1,2$;

k_6 – коефіцієнт, що враховується лише за наявності моментів, які намагаються повернути заготовку. Якщо заготовка встановлена базовою площиною на опори з обмеженою поверхнею контакту, то $k_6 = 1,0$. При установленні на пластини або інші елементи з більшою поверхнею контакту $k_6 = 1,5$, оскільки наявність макронерівностей на базових поверхнях може призвести до невизначеного положення місць контакту відносно центра повороту заготовки.

Якщо в результаті розрахунку коефіцієнта запасу отримано значення $k < 2,5$, то приймаємо $k = 2,5$.

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта k_2

Метод оброблення	Компоненти різання	Значення	
		для чавуна	для сталі
Свердління	$M_{кр}$	1,2	1,0
	P_o	1,1	1,0
Зенкерування попердне	$M_{кр}$	1,3	1,0
	P_o	1,2	1,0
Зенкерування чистове	$M_{кр}$	1,2	1,0
	P_o	1,2	1,0
Попереднє точіння та розточування	P_z	1,0	1,0
	P_y	1,2	1,4
	P_x	1,25	1,6
Чистове точіння та розточування	P_z	1,05	1,00
	P_y	1,40	1,05
	P_x	1,30	1,00
Фрезерування попердне й чистове циліндричною фрезою	P_z	1,2–1,4	1,6–1,8
Фрезерування попердне та чистове торцевою фрезою	P_z	1,2–1,4	1,6–1,8
Шліфування	P	1,0	1,1–1,2
Протягування	P	1,0	1,5

Необхідну величину сили закріплення визначають шляхом розв'язання задачі статки, розглядаючи рівновагу заготовки під дією прикладених до неї сил і моментів. Для цього необхідно скласти розрахункову схему. Розрахункова схема має містити:

- схему установлення заготовки;
- сили й моменти різання, що діють на заготовку;
- сили закріплення заготовки;
- реакції установних і затискних елементів;
- сили й моменти тертя в місцях контакту заготовки з установними та затискними елементами.

Розрахункову схему варто складати для найбільш несприятливого розташування різального інструменту на оброблюваній поверхні, коли сили й моменти, що намагаються змінити положення заготовки в пристосуванні, максимальні. За розрахунковою схемою встановлюють напрям можливого переміщення або повороту заготовки під дією сил і моментів різання, визначають величину проєкцій усіх сил на напрям переміщення й складають рівняння рівноваги для сил і моментів. Розв'язавши отримані рівняння, знаходять формули для розрахунку сили закріплення Q_3 . Якщо можливі переміщення заготовки в декількох напрямках, то рівняння

рівноваги розв'язують для кожного з них, а з отриманих значень Q_3 за необхідну силу закріплення вибирають найбільшу. У загальному вигляді рівняння рівноваги заготовки в пристосуванні під дією сил і моментів різання, за наявності сили закріплення, можна подати таким чином:

1. Перевірка заготовки на зрушення під дією сили різання P_{PI3} :

$$k \cdot P_{PI3} \leq F_{TP} ;$$

2. Перевірка заготовки на поворот під дією крутного моменту M_{PI3} :

$$k \cdot M_{PI3} \leq M_{TP} ;$$

де k – коефіцієнт запасу закріплення;

P_{PI3} – сила різання, що діє на заготовку;

M_{PI3} – крутний момент сил різання, що діє на заготовку;

F_{TP} – сумарна сила тертя в напрямі, протилежному напрямку зрушення;

M_{TP} – сумарний момент сил тертя в напрямі, протилежному напрямку повороту заготовки.

Силу тертя F_{TP} визначають за формулою:

$$F_{TP} = f \cdot R, \quad (4.2)$$

де f – коефіцієнт тертя по поверхнях контакту заготовки з елементами пристосування;

R – реакція поверхні, по якій здійснюється тертя.

Значення коефіцієнтів тертя f залежить від умов контакту й типу поверхонь заготовки та пристосування (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнтів тертя

Умови контакту заготовки й пристосування	Коефіцієнт тертя, f
Заготовка контактує з опорами:	
з плоскою головкою по оброблених поверхнях	0,16
зі сферичною головкою по необроблених поверхнях заготовки	0,25
з насічною головкою по необроблених поверхнях заготовки	0,70

Продовження таблиці 4.2.

Заготовка контактує з опорними пластинами, призмами, кільцями або гільзами пристосування:	
обробленими поверхнями	0,15
необробленими поверхнями	0,2–0,25
Заготовка закріплена в патроні з кулачками:	
гладенькими	0,15–0,2
з кільцевими канавками	0,3–0,4
із взаємно перпендикулярними канавками	0,4–0,5
з гострим рифленням	0,7–0,9

Таким чином, до заготовки з одного боку прикладені сила тяжіння та сили різання, а іншого боку – реакції опор та сили закріплення. Під дією цих сил заготовка має зберігати рівновагу. Розглянемо приклади визначення сили закріплення.

Приклад 1. На рис. 4.2 зображено схему, у якій сила закріплення Q_3 притискає заготовку до опор пристосування, а сила різання P , яка виникає під час механічної обробки, намагається зсунути заготовку вздовж опорної площини, що характерно для операцій свердління.

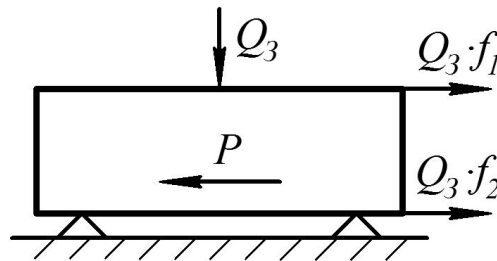


Рисунок 4.2 – Схема різання для визначення сили закріплення для операцій свердління

Відповідно до цієї схеми на заготовку діють сили:

- на верхню площину сила закріплення Q_3 та сила тертя $Q_3 \cdot f_1$, що протидіє зсуву заготовки;

- на нижню площину сили реакцій опор, що дорівнюють силі закріплення та силі тертя між заготовкою та опорами $Q_3 \cdot f_2$.

Тоді рівняння рівноваги заготовки матиме вигляд:

$$k \cdot P - Q_3 \cdot f_1 - Q_3 \cdot f_2 = 0, \quad (4.3)$$

де k – коефіцієнт запасу;
 f_1 – коефіцієнт тертя між заготовкою та затискачем;
 f_2 – коефіцієнт тертя між заготовкою та опорами пристосування.
 З формули 4.3 визначимо силу закріплення Q_3 :

$$Q_3 = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2}, \text{ [Н]}. \quad (4.4)$$

Приклад 2. На рис. 4.3 зображено схему, у якій сила різання P направлена під кутом до сили закріплення Q_3 , що характерно для операцій фрезерування.

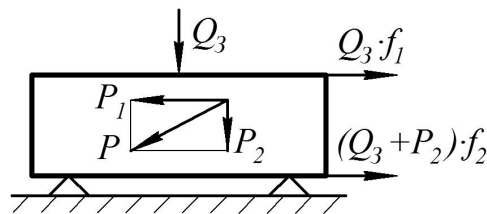


Рисунок 4.3 – Схема різання для визначення сили закріплення для операцій фрезерування

Тоді рівняння рівноваги заготовки матиме вигляд:

$$k \cdot P_1 - Q_3 \cdot f_1 - (Q_3 + P_2) \cdot f_2 = 0. \quad (4.5)$$

Сила закріплення Q_3 буде дорівнювати:

$$Q_3 = \frac{k \cdot P_1 - P_2 \cdot f_2}{f_1 + f_2}, \text{ [Н]}. \quad (4.6)$$

Приклад 3. На рис. 4.4 зображено схему, у якій заготовка обробляється на токарному верстаті та закріплюється в трикулачковому патроні. Сила різання P створює крутний момент M_{KP} , який намагається повернути заготовку в кулачках. Сили тертя, що виникають у точках контакту кулачків із заготовкою, створюють момент тертя M_{TP} , який протидіє повороту заготовки.

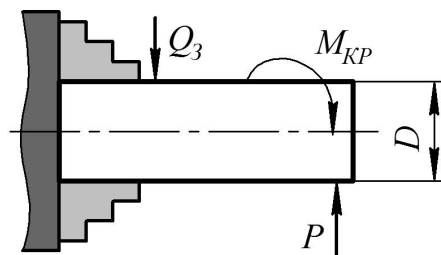


Рисунок 4.4 – Схема різання для визначення сили закріплення для операцій точіння

Тоді рівняння рівноваги заготовки матиме вигляд:

$$k \cdot M_{KP} - M_{TP} = 0. \quad (4.7)$$

Крутний момент різання визначається за величиною вертикальної складової сили різання:

$$M_{KP} = (P \cdot D) / 2. \quad (4.8)$$

Момент тертя під час контакту трьох кулачків із заготовкою дорівнює:

$$M_{TP} = (3 \cdot Q_3 \cdot f \cdot D) / 2. \quad (4.9)$$

Підставивши рівняння 4.8 та 4.9 у рівняння 4.7, знайдемо силу закріплення:

$$Q_3 = \frac{k \cdot P}{3 \cdot f}, \text{ [Н]}. \quad (4.10)$$

У деяких випадках на величину сили закріплення, окрім сил і моментів різання, можуть впливати й інші сили, наприклад, сила тяжіння заготовки, сили й моменти інерції, які враховуються в розрахунковій силовій схемі при їхній значній дії на закріплюваний об'єкт. Значення цих сил встановлюються розрахунковим шляхом. Варто мати на увазі, що сила закріплення заготовки Q_3 може бути збільшена за рахунок застосування затискного пристрою або механізованого приводу, які виконують функцію підсилювача початкової сили.

4.2 Затискні пристрої та їхнє застосування

Основне призначення затискних пристроїв пристосувань – забезпечення завдяки силі закріплення надійного контакту заготовки з установними елементами для попередження її зсуву та вібрацій у процесі обробки.

Затискні пристрої використовуються також для забезпечення правильного установлення й центрування заготовки.

Затискні пристрої мають відповідати таким вимогам:

- надійність у роботі й зручність в обслуговуванні;
- відсутність деформації закріплюваних заготовок та ушкодження їхніх поверхонь;
- мінімальні витрати сил і часу на закріплення і відкріплення заготовок;
- рівномірність закріплення заготовок (особливо в багатомісних пристосуваннях);
- відсутність зрушення заготовки під час закріплення;
- забезпечення постійності сил закріплення за необхідності підвищення режимів різання обробки.

Ефективність дії затискних пристроїв, певною мірою, залежить від напрямку й місця прикладання сили закріплення.

Під час вибору напрямку прикладання сили закріплення необхідно враховувати такі правила:

1. Сила закріплення має бути направлена перпендикулярно до площин установних елементів, щоб забезпечити надійний контакт з опорами базових поверхонь і унеможливити зрушення заготовки під час закріплення.

2. При базуванні заготовки по декількох базових плоских поверхнях сила закріплення має бути направлена до того установного елемента, з яким заготовка має найбільшу площу контакту.

3. Напрями сили закріплення й сили тяжіння заготовки, по можливості, мають співпадати (це полегшить роботу пристосування).

4. Напрямок сили закріплення, по можливості, має співпадати з напрямком сили обробки.

На практиці рідко можна вибрати напрям сили закріплення, що задовольнятиме всі наведені правила. Тому після аналізу всіх варіантів ухвалюють найприйнятніше рішення. При цьому можливе введення в силову схему закріплення допоміжних установних елементів, які сприятимуть зменшенню сил закріплення та зміні їхнього напрямку.

Під час вибору місця прикладання сил закріплення варто дотримуватися таких правил:

1. Сила закріплення не має призводити до перекидання заготовки або її зрушення.

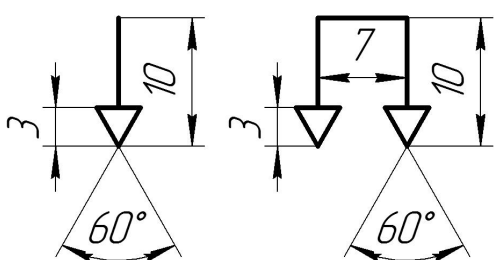
2. Дія сил закріплення й зумовлених ними реакцій опор не має створювати згинаючих моментів, що знижують точність обробки нежорстких заготовок.

3. Точка прикладання сили закріплення має бути ближче до місця обробки, особливо для нежорстких заготовок.

Затискні пристрої можна не застосовувати у двох випадках: під час оброблення важких стійких заготовок, коли сили, що діють на заготовку, значно менші, ніж її вага; коли сили різання діють так, що не можуть порушити положення заготовки.

Затискні пристрої мають графічне позначення, що використовуються для розроблення схем установлення. У табл. 4.3 наведено графічні позначення затискачів затискних пристроїв.

Таблиця 4.3 – Графічне позначення затискачів

Затискачі: одиничний та подвійний	
--------------------------------------	--

Залежно від типу затискача й силового вузла затискні пристрої можна класифікувати за ступенем механізації на ручні, механізовані й автоматизовані.

Ручні затискні механізми потребують застосування м'язової енергії робітника під час закріплення й відкріплення заготовки. Механізовані працюють від приводу й використовують різні силові вузли: гідравлічні, пневматичні, електричні. Автоматизовані затискні пристрої приводяться в рух робочими органами верстата без участі робітника.

Затискні пристрої поділяють на прості та комбіновані, що складаються з кількох простих механізмів. До простих належать гвинтові, ексцентрикові, клинові, важільні, центрувальні тощо.

4.3 Гвинтові затискні пристрої

Гвинтові затискні пристрої (затискачі) застосовують у пристосуваннях з ручним закріпленням заготовок механізованого типу, а також у пристосуваннях-супутниках на автоматичних лініях.

Переваги гвинтових затискних пристроїв:

- простота й компактність конструкції, широке використання стандартизованих деталей;
- зручність у налагодженні, що дозволяє успішно їх застосовувати в конструкціях прогресивних переналагоджуваних пристосувань;
- висока ремонтоздатність;
- можливість одержувати значну силу закріплення заготовок, при порівняно невеликому моменті на приводі, та здатність до самогальмування;
- великий хід натискного гвинта (гайки), що дозволяє надійно закріплювати заготовки зі значними відхиленнями розмірів.

Недоліки гвинтових затискних пристроїв:

- зосереджений характер сил закріплення, що обмежує їхнє застосування для установаження тонкостінних і термічно необроблених заготовок;
- порівняно великий (0,04–0,07 хв) час закріплення силами м'язів;
- нестабільність сил закріплення силами м'язів, що знижує точність обробки.

Найбільш проста конструкція гвинтових затискачів із закріпленням гайкою (рис. 4.5), які бувають з розрізною шайбою (рис. 4.5, а) або відкидною розрізною планкою (рис. 4.5, б). Після ослаблення гайки 1 шайба (планка) 2 зсовується і заготовка 3 знімається через гайку.

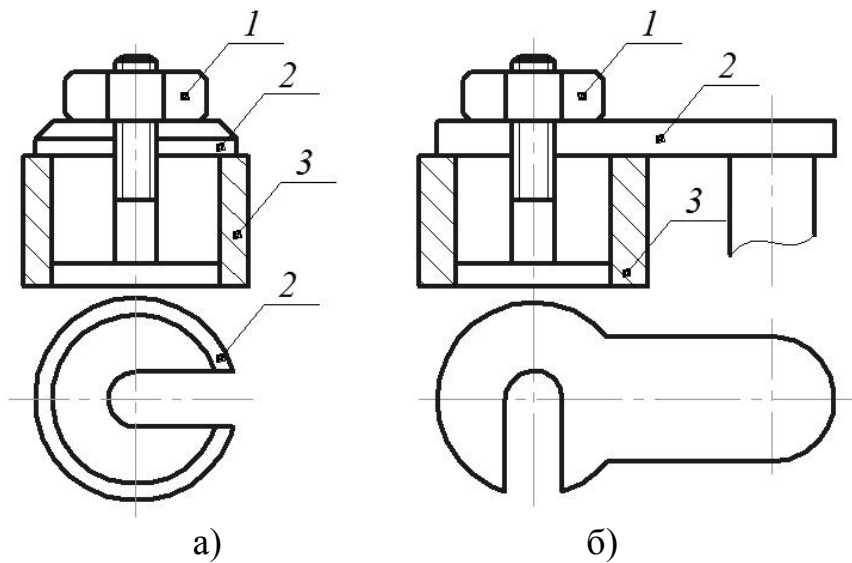


Рисунок 4.5 – Гвинтові затискачі із закріпленням гайкою

Також гвинтові затискачі виконуються у вигляді окремого затискного гвинта, що приводиться в рух рукояткою або ключем (рис. 4.6).

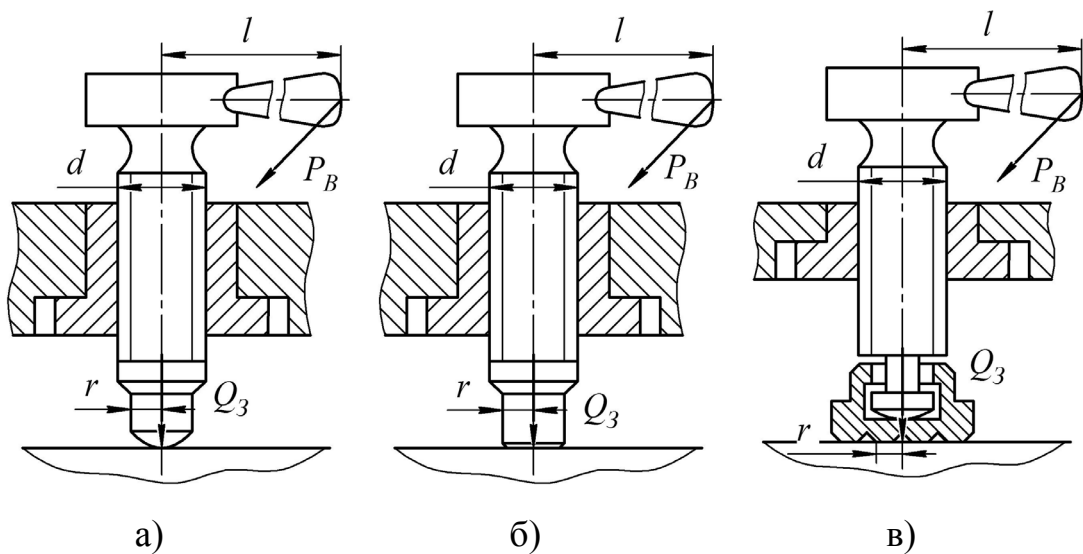


Рисунок 4.6 – Гвинтові затискачі із затискним гвинтом:

- а) – зі сферичним торцем; б) – з плоским торцем;
- в) – зі сферичним торцем, що встановлений у п'яту

На рис. 4.6 позначено: P_B – сила, прикладена до рукоятки; Q_3 – сила закріплення; l – довжина рукоятки; d – діаметр гвинтового затискача. Закріплення за допомогою гвинтових затискачів відбувається при силловому контакті закріплюваного об'єкта з торцем гвинта або його наконечником (п'ятою).

Заготовки закріплюють безпосередньо гвинтом (гайкою) чи за допомогою прихоплювачів і планок. Застосування прихоплювачів дозволяє

закріплювати заготовку в необхідному місці, одержувати перевагу в силі чи в переміщенні. Застосування відкидних і знімних планок, швидко-знімних шайб, зменшує допоміжний час. П'яти слугують для захисту поверхонь заготовок від вм'ятин. Перехідні втулки для натискних гвинтів підвищують ремонтоздатність. Рукоятки й головки гвинтових затискачів вибирають з урахуванням вимог ергономіки та необхідної величини моменту на гвинті.

Від виду різі й торця гвинта (гайки) залежить сила закріплення заготовки (при заданому моменті на приводі). Перевага надається метричній різі, яка має високий коефіцієнт тертя, що підвищує надійність від самовідгвинчування. Різі з великим кроком дозволяють швидше закріпити заготовку, а з дрібним – більш надійні під час обробки заготовок з ударами, вібрацією, змінними навантаженнями. Різь гвинтових затискачів, як правило, виготовляють 6, 7, 8 ступенів точності. Гвинти та гайки для гвинтових затискних механізмів виготовляють зі сталі 45 з термообробкою до твердості HRC₃ 30–35.

Під час розрахунку параметрів гвинтового затискача необхідно знайти величину номінального діаметра гвинта (гайки) та величину моменту, який необхідно прикласти до важеля гвинтового затискача.

Номінальний діаметр гвинта визначається за формулою (мм):

$$d = C \cdot \sqrt{Q_3 / \sigma}, \quad (4.11)$$

де C – коефіцієнт для основної метричної різі ($C = 1,4$);

Q_3 – сила закріплення заготовки, Н;

σ – напруження розтягу (стиснення). Для гвинтів із сталі $\sigma = 80 \dots 100$ МПа.

Розрахований таким чином діаметр округлюють до найближчого більшого стандартного значення. У пристосуваннях застосовують різі від М8 до М42. Момент, прикладений до рукоятки, для отримання заданої сили закріплення Q_3 визначається за формулою:

$$M = r_{CP} \cdot Q_3 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + M_{TP}, \quad (4.12)$$

де r_{CP} – середній радіус різі;

α – кут підйому різі;

ρ – кут тертя в різі;

M_{TP} – момент тертя на опорному торці гайки або гвинта.

Наближена формула визначення моменту на опорному торці гайки має вигляд:

$$M = 0,2 d Q_3, \quad (4.13)$$

Момент відкріплення гвинтового затискного пристрою при $\rho > \alpha$:

$$M = r_{CP} \cdot Q_3 \cdot \operatorname{tg}(\rho - \alpha) + M_{TP}. \quad (4.14)$$

При відкріпленні необхідно долати тертя спокою, і тому значення f і ρ задають на 30–50% більше, ніж при закріпленні.

Наближене значення (після перетворень):

$$M' = 0,25 d Q_3. \quad (4.15)$$

Для гвинтів зі сферичним торцем момент тертя на торці можна не враховувати ($M_{TP} < 0,03 \cdot M$):

$$M \approx 0,1 d Q_3. \quad (4.16)$$

Для гвинтів з плоским торцем:

$$M = 0,1 \cdot d \cdot Q_3 + f \cdot Q_3 \cdot 2 \cdot r / 3; \quad (4.17)$$

для гвинтів з елементом, запобігаючим пошкодженню поверхні заготовки:

$$M = 0,1 \cdot d \cdot Q_3 + r \cdot f \cdot \operatorname{ctg}(\alpha/2) \cdot Q_3, \quad (4.18)$$

або

$$M = 0,1 \cdot Q_3 \cdot (d + r), \quad (4.19)$$

при $\alpha = 120^\circ$ і $f = 0,16$ (тут α кут конічної поверхні отвору черевика, у який упирається сферичний торець гвинта з радіусом r).

На рис. 4.7 показано застосування гвинтових затискачів під час закріплення заготовок.

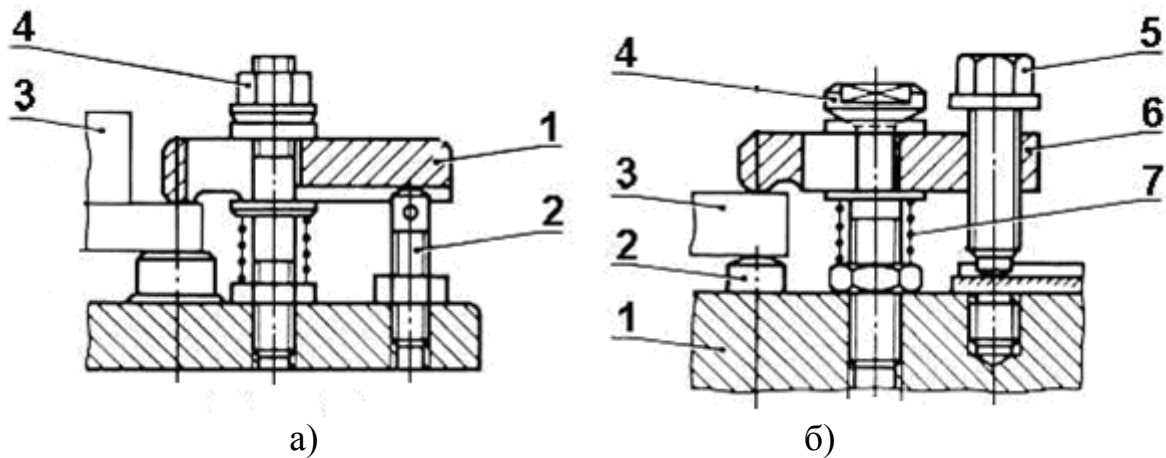


Рисунок 4.7 – Застосування гвинтових затискачів для закріплення заготовок

На рис. 4.7, (а) показано гвинтовий затискач із закріпленням гайкою, де 1 – притискна планка, 2 – регульована опора, 3 – заготовка, 4 – гайка.

На рис. 4.7, (б) показано гвинтовий затискач із закріпленням гвинтом, де 1 – корпус пристосування, 2 – опора, 3 – заготовка, 4 – гвинтова опора, 5 – гвинт, 6 – притискна планка, 7 – пружина.

4.4 Ексцентрикові затискні пристрої

Ексцентрикові затискні пристрої – ексцентрик, обладнаний рукояткою або іншим приводом, за допомогою чого він приводиться в рух і діє на об'єкт закріплення (рис. 4.8). Основним рухом ексцентрика є поворот зовнішньої поверхні, що зумовлює дію на закріплений об'єкт за рахунок збільшення радіуса в точці контакту.

До складу ексцентрикових затискних пристроїв входять ексцентрикові кулачки, опори під них, цапфи, рукоятки та інші елементи.

Переваги ексцентрикових затискних пристроїв:

- простота та компактність конструкції;
- широке використання в конструкції стандартних виробів;
- зручність у налагодженні;
- здатність до самогальмування;
- швидкодія.

Недоліки ексцентрикових затискних пристроїв:

- зосереджений характер сил, що не дозволяє застосувати ексцентрикові затискачі для закріплення нежорстких заготовок;
- сили закріплення круглими ексцентриковими кулачками нестабільні й суттєво залежать від розмірів заготовок;
- зниження надійності, що пов'язано зі зношенням ексцентрикових кулачків.

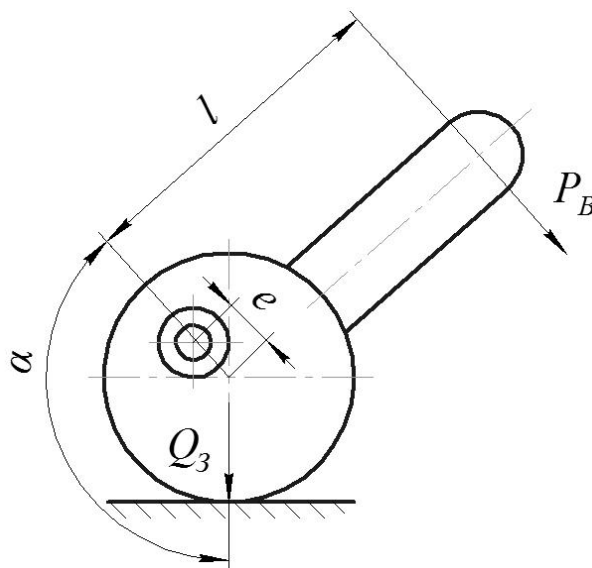


Рисунок 4.8 – Схема дії сил у ексцентриковому затискному пристрої

Ексцентрикові затискні пристрої розрізняють за типом ексцентрикових кулачків, які можуть бути:

- круглі з циліндричною робочою поверхнею;
- криволінійні з робочою поверхнею, що виконана за спіраллю Архімеда, іноді за евольвентною або логарифмічною спіраллю;
- торцеві.

Найбільшого поширення отримали круглі ексцентрики, оскільки вони найпростіші у виготовленні. Круглий ексцентрик – це диск або валик, що повертається навколо осі, зміщеної відносно геометричної осі ексцентрика на деяку величину, що називають ексцентриситетом e . При цьому круглі ексцентрики мають певні недоліки: їхні самогальмівні властивості змінюються з кутом повороту в межах, що наближається до 180° (у дійсності він завжди менший за цю величину на $20\text{--}30^\circ$). Тому інколи використовують криволінійні (не круглі) ексцентрики. Їхні самогальмівні властивості збільшуються з кутом повороту, а сам кут може бути більшим 180° . Робоча поверхня таких ексцентриків, як правило, виконується за евольвентною та спіраллю Архімеда, оскільки вони найбільш прості у виготовленні.

На рис. 4.9 зображено різні види ексцентрикових затискних пристроїв. З рисунка видно, що в таких пристроях можуть застосовуватись Г-подібні прихвати (а) та (б), торцевий ексцентрик (в) й ексцентриковий сектор (г).

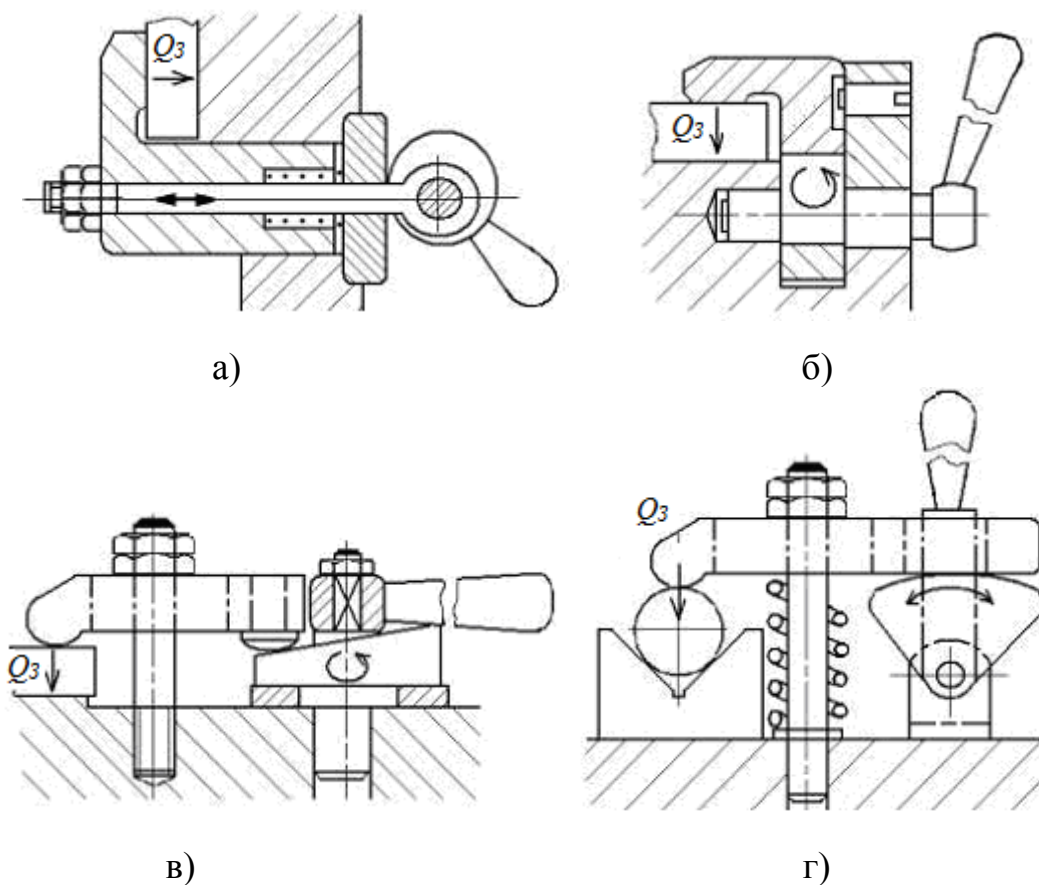


Рисунок 4.9 – Види ексцентрикових затискних пристроїв

Початковими даними для розрахунку основних розмірів круглого ексцентрика є:

Q_3 – сила закріплення заготовки, Н;

δ – допуск на розмір заготовки від її установної бази до місця прикладання сили закріплення, мм;

α – кут повороту ексцентрика від нульового положення.

Основними розрахунковими параметрами ексцентриків є:

e – величина ексцентриситету;

r – радіус ексцентриситету;

R – радіус ексцентрика;

B – ширина цапфи ексцентрика.

Величина ексцентриситету визначається за формулою, якщо кут повороту ексцентрика не обмежений:

$$e = (\delta + S_1 + S_2 + Q_3/J)/2, \quad (4.20)$$

де e – ексцентриситет;

S_1 – зазор для вільного введення заготовки під ексцентрик;

S_2 – запас ходу ексцентрика, оберігаючий його від переходу через мертву точку;

J – жорсткість затискного пристрою, Н/мм.

Для випадку, коли кут повороту α значно менше 180° :

$$e = (\delta + S_1 + Q_3/J)/(1 - \cos \alpha). \quad (4.21)$$

Ураховуючи ширину « B » цапфи ексцентрика, визначимо її радіус:

$$r = Q_3 / (2 \cdot B \cdot \sigma_{cm}), \quad (4.22)$$

де σ_{cm} – допустиме напруження стиснення (15–20 МПа);

B – ширина цапфи.

При $B = 2 \cdot r$:

$$r = \sqrt{Q_3 / (4 \cdot \sigma_{cm})}. \quad (4.23)$$

Радіус ексцентрика R визначають з умови самогальмування, коли рівнодіюча T реакції Q і сили тертя F дорівнює реакції з боку цапфи, що проходить дотично колу тертя радіусу ρ , і направлена протилежно до неї:

$$R = (e - \rho) / \sin \varphi. \quad (4.24)$$

Радіус ρ кола тертя визначається з рівності:

$$\rho = f \cdot r, \quad (4.25)$$

де f – коефіцієнт тертя спокою в цапфі (для напівсухих поверхонь $\varphi = 8^\circ$ і $f = 0,12 \dots 0,15$ ці величини беруть за найменшою межею).

Ширина робочої частини ексцентрика:

$$B = 0,41 \cdot \sqrt{(Q_3 \cdot E) / (R \cdot \sigma^2)}, \quad (4.26)$$

де σ – допустиме напруження в місці контакту ексцентрика із заготовкою (для загартованої сталі $\sigma = 800 \dots 1200$ МПа);

E – модуль пружності матеріалу, МПа (у цьому випадку для ексцентрика й заготовки (проміжного елемента) E однакове).

Для досягнення необхідної сили закріплення Q_3 визначимо найбільший момент на рукоятці ексцентрика (рис. 4.10):

$$M = N \cdot l = [1 + \sin(\alpha' + \varphi)] \cdot e \cdot Q_3, \quad (4.27)$$

де N – сила на рукоятці;

l – довжина рукоятки (за цією формулою момент знаходиться з точністю до 10%);

$\alpha' = 180^\circ - \alpha$, (α – кут повороту ексцентрика);

φ – кут тертя спокою;

e – ексцентриситет.

Ексцентрики рекомендується виготовляти зі сталі 20Х із цементацією на глибину 0,8–1,2 мм і подальшим загартуванням до твердості HRC 55–60 (ГОСТ 9061–68).

На рис. 4.10 показано застосування ексцентрикових затискачів під час закріплення заготовок.

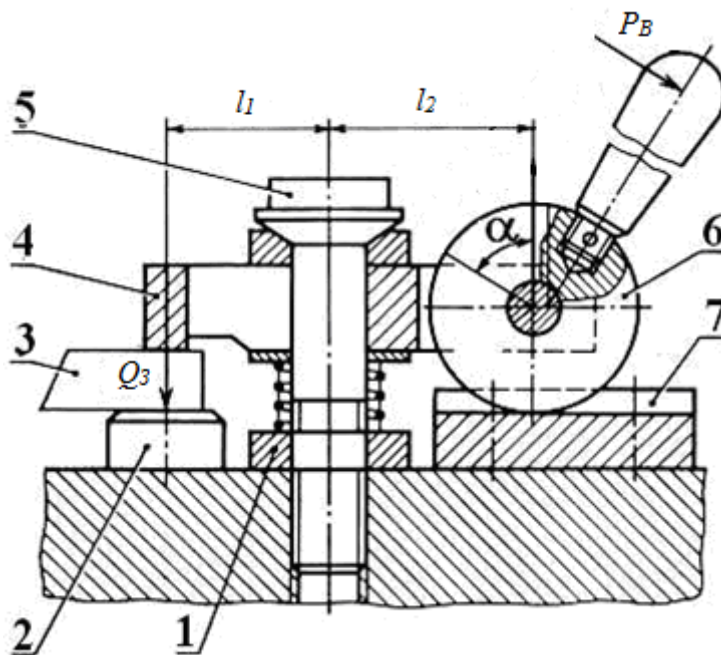


Рисунок 4.10 – Застосування ексцентрикових затискачів для закріплення заготовок

На рис. 4.10 показано ексцентриковий затискний механізм, де 1 – гайка; 2, 7 – опори; 3 – заготовка; 4 – планка, 5 – гвинт, 6 – ексцентрик. Також на рисунку позначено: Q_3 – сила закріплення; P_B – сила на рукоятці ексцентрика; l_1 та l_2 – плечі закріплення; e – величина ексцентриситету; α – кут повороту ексцентрика.

Ексцентрикові затискачі, як і гвинтові, можуть входити до складу комбінованих затискних пристроїв. Найчастіше вони застосовуються в поєднанні з важільними й клиновими затискачами.

4.5 Клинові затискні пристрої

Клинові та клиноплунжерні затискні пристрої дозволяють здійснювати закріплення заготовок під дією на них затискного елемента, що приводиться в рух за допомогою клина. Такі затискні пристрої дозволяють збільшувати значення та змінювати напрям прикладеної сили закріплення, тому їх застосовують як проміжну ланку в складних затискних системах.

На рис. 4.11 зображено клиновий затискний пристрій, до складу якого входить односкосий клин 1 та одноопорний плунжер 3. Робоча поверхня (скос) клина має кут сходження α , контактує з плунжером 3 та опирається на поверхню 2. Під дією сили P_B клин 1 переміщується вліво, у результаті чого плунжер 3 зміщується вгору, що дозволяє передати силу Q_3 для закріплення заготовки.

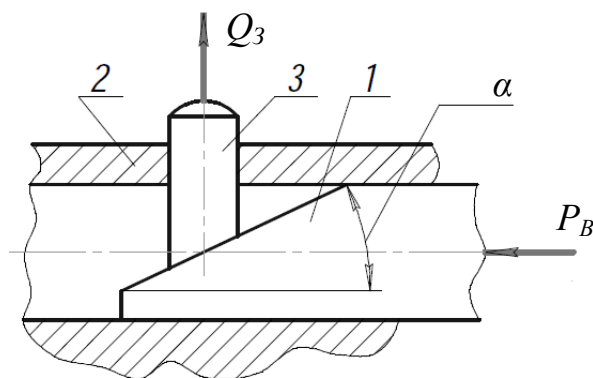


Рисунок 4.11 – Клиновий затискний пристрій з односкосим клином

Переваги клинових затискних пристроїв:

- простота та компактність конструкції;
- зручність у налагодженні;
- здатність до самогальмування;
- постійність сил закріплення, які залежать від допуску на розмір заготовки.

Недоліки клинових затискних пристроїв:

- зосереджений характер сил, що не дозволяє застосувати клинові затискачі для закріплення нежорстких заготовок;

- низька надійність, яка залежить від характеру клинового сполучення, форми поперечного перерізу плунжерів та пазів під плунжери, зазорів між плунжерами та пазами, захищеності від стружки.

Важливим конструктивним елементом є кут сходження клина α . Зі зменшенням кута α збільшується перевага в силі (передаточне відношення сил $i_c = Q_3/P_B$), але одночасно збільшується програш у переміщеннях (передаточне відношення переміщень $i_n = S(P_B)/S(Q_3) = \text{ctg } \alpha$, де $S(P_B)$ і $S(Q_3)$ – переміщення плунжера (кулачка) і клина відповідно).

Початковими даними для розрахунку основних розмірів клинових і клиноплунжерних механізмів є:

Q_3 – сила закріплення заготовки, Н;

δ – допуск на розмір заготовки, мм (із креслень).

Основними розрахунковими параметрами є:

α – кут сходження клина;

$S(Q_3)$ – хід плунжера (кулачка);

$S(P_B)$ – хід клина;

P_B – вихідна величина сили приводу.

Після визначення принципової схеми механізму закріплення та початкових даних для розрахунку вибирають кут сходження клину α .

Хід плунжера (кулачка) визначається за формулою:

$$S(Q_3) = \delta + \Delta_{\text{gap}} + \Delta S(Q_3) + Q_3/J \quad (4.28)$$

де $\Delta_{\text{gap}} = 0,2-0,4$ мм – гарантований зазор для вільної установки;

$\Delta S(Q_3) = 0,2-0,4$ мм – запас ходу плунжера, що враховує похибки виготовлення й знос механізму;

J – жорсткість механізму ($J = 1000-2500$ кН/м).

Хід клина визначається за формулою:

$$S(P_B) = S(Q_3) \cdot \text{ctg } \alpha. \quad (4.29)$$

Величина сили приводу визначається за формулою:

$$P_B = Q_3 / i_c, \quad (4.30)$$

де i_c – передавальне відношення сил.

Наприклад, для механізму з односкосим клином (рис. 4.12, а):

$$i_c = \frac{1}{[\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg} \varphi_1]}, \quad (4.31)$$

а для клинового механізму з роликком на опорі (рис. 4.12, б):

$$i_c = \frac{1}{[\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg} \varphi_{1np}]}, \quad (4.32)$$

де φ і φ_1 – кути тертя відповідно на похилій і горизонтальній поверхнях клина;

$\varphi_1 = \arctg(d/D) \cdot \tg\varphi_1$ – приведений кут тертя на горизонтальній поверхні клина (як правило, $\varphi = \varphi_1 = 5^\circ 50'$, $\varphi_{1np} = 2^\circ 50'$);

D і d – відповідно зовнішній і внутрішній діаметри роликів (зазвичай, приймають $d/D = 0,5$).

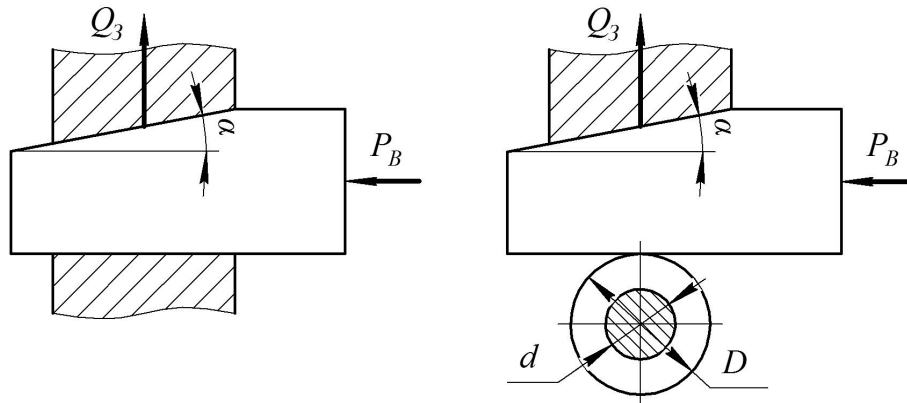


Рисунок 4.12 – Види клинових затискних пристроїв

На рис. 4.13 показано застосування клинового затискного пристрою для закріплення заготовки.

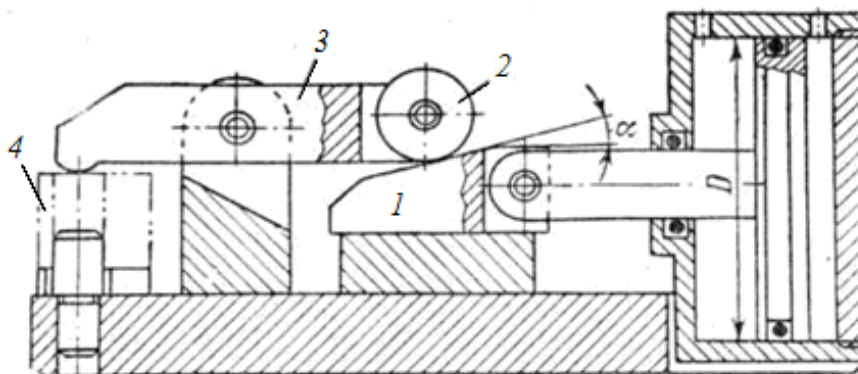


Рисунок 4.13 – Застосування клинового затискного пристрою для закріплення заготовки

На рис. 4.13 показано клиновий затискний пристрій, де 1 – клин, що приводиться у дію за допомогою штоку пневматичного циліндра діаметром D ; 2 – ролик; 3 – важіль; 4 – заготовка.

4.6 Важільні затискні пристрої

Важільні затискні пристрої виготовляються у вигляді прихватів, важелів або передавальних ланок. Вони використовуються спільно з іншими затискними механізмами (гвинтами, ексцентриками та ін.) часто як підсилювачі.

Переваги важільних затискних пристроїв:

- простота конструкції та дешевизна;
- здатність підсилення сили закріплення;
- здатність передавати силу закріплення під необхідним кутом.

Недоліки важільних затискних пристроїв:

- відсутнє самогальмування.

Розрахунок важільних затискачів полягає у визначенні передавального відношення важеля, виходячи з довжини його плечей і місць прикладання зусиль. Знаючи передавальне відношення можна визначити величину сили, що розвиватиметься затискачем як результат прикладення до нього вихідної сили закріплення.

Наприклад, на рис. 4.14 зображено три схеми закріплення заготовок з використанням важелів.

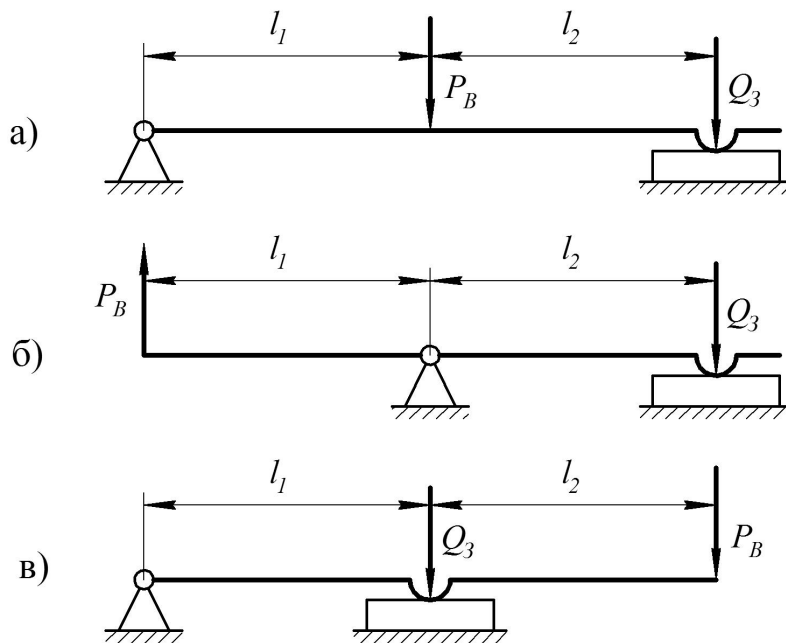


Рисунок 4.14 – Схеми закріплення за допомогою важелів

На рис. 4.14, (а) зображено найменш ефективну схему закріплення, оскільки сила закріплення заготовки Q_3 завжди менша, ніж вихідна сила P_B :

$$Q_3 = P_B \cdot \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cdot \eta, \quad (4.33)$$

де η – ККД механізму ($\eta = 0,85$).

Інша схема (рис. 4.14, б) ефективніша за попередню, оскільки сила закріплення Q_3 може дорівнювати прикладеній силі P_B або може бути більшою за неї:

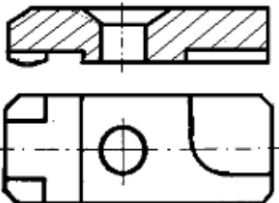
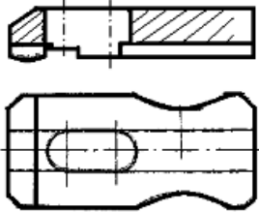
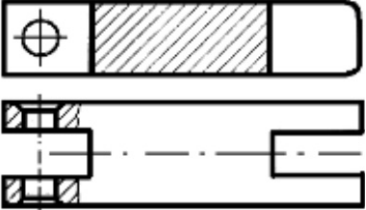
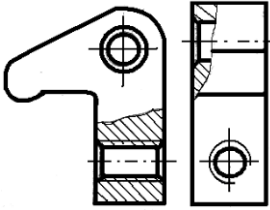
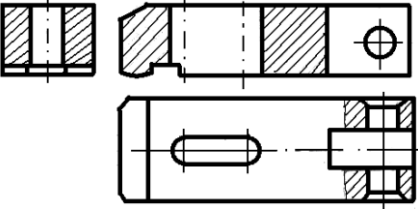
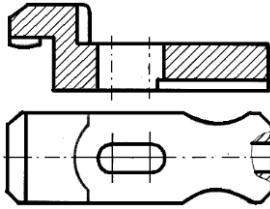
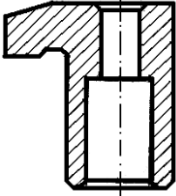
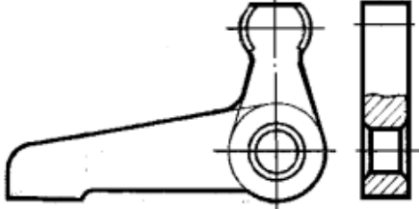
$$Q_3 = P_B \cdot \frac{l_1 + l_2}{l_1} \cdot \eta. \quad (4.34)$$

Більш ефективною є схема на рис. 4.14, (в), згідно з якою величина сили закріплення Q_3 буде більшою за величину прикладеної сили P_B :

$$Q_3 = P_B \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot \eta. \quad (4.35)$$

Важільні затискні пристрої виконують у вигляді прихватів (притискних планок) або як важелі підсилення силових приводів. Для полегшення установлення заготовок важелі можуть бути поворотними, відкидними та пересувними, як показано у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Конструкції прихватів та важелів

<p>Прихват поворотний (ГОСТ 4734–69)</p> 	<p>Прихват пересувний (ГОСТ 4735–69)</p> 
<p>Прихват відкидний (ГОСТ 4736–69)</p> 	<p>Прихват двосторонній шарнірний (ГОСТ 9057–69)</p> 
<p>Прихват пересувний шарнірний (ГОСТ 9058–69)</p> 	<p>Прихват пересувний фасонний (ГОСТ 14732–69)</p> 
<p>Прихват Г-подібний (ГОСТ 14733–69)</p> 	<p>Важіль кутовий (ГОСТ 12471–67)</p> 

Продовження таблиці 4.2.

<p>Важіль кутовий з двома отворами (ГОСТ 12472–67)</p> 	<p>Важіль кутовий з кулачком та пазом (ГОСТ 12474–67)</p> 
<p>Важіль кутовий двокулачковий (ГОСТ 12473–67)</p> 	<p>Важіль кутовий двопазовий (ГОСТ 12475–67)</p> 

У пристосуваннях можуть використовуватися як елементарні затискні пристрої (гвинтові, ексцентрикові, важільні, клинові), так і комбіновані механізми, тобто складатися з декількох елементарних затискних пристроїв.

4.7 Центрувальні затискні пристрої

Центрувальні затискні пристрої виконують одночасно функції установних та затискних елементів. Тому такі пристрої рухомі в напрямі закріплення заготовки, але при цьому зберігають установні властивості з достатньою точністю.

До центрувальних затискних пристроїв належать: цанги, розтискні оправки, мембранні патрони, затискні втулки з гідропластмасою. Такі пристрої застосовують для установлення заготовок по зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхнях.

Цангами називаються різні пружинні втулки, які можуть центрувати заготовки по зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхнях. На рис. 4.15 наведено конструкцію цангового затискного пристрою для центрування та закріплення заготовок по зовнішній циліндричній поверхні.

Повздовжні прорізи перетворюють кожен пелюстку цанги у консольно закріплену балку, яка отримує радіальні пружні переміщення при повздовжньому русі за рахунок взаємодії конусів цанги та корпусу. Оскільки радіальні переміщення всіх пелюсток цанги здійснюються одночасно та з однаковою швидкістю, то процес закріплення заготовки супроводжується її самоцентруванням.

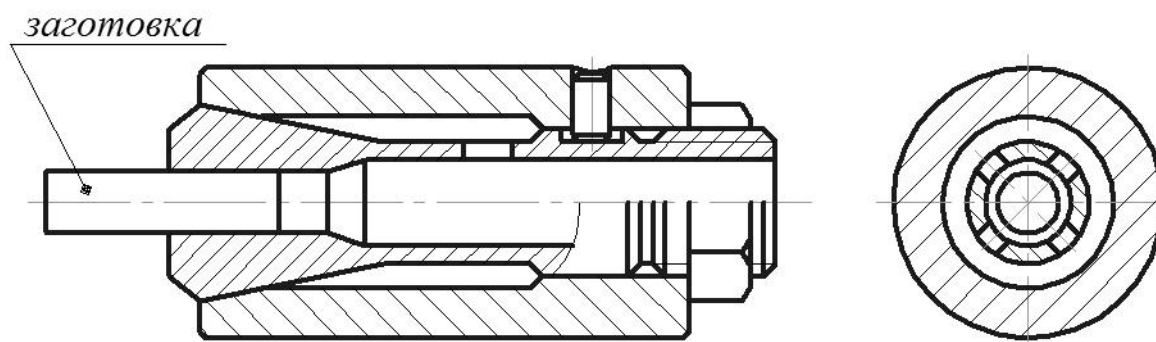


Рисунок 4.15 – Цанговий затискний пристрій

Кожну пелюстку цанги можна розглядати як односкосий клин, тому для приблизного розрахунку сили приводу цанги можна скористатися формулами для розрахунку клина. Для точного розрахунку величини сили приводу необхідно врахувати силу деформації пелюстків цанги y , що дорівнює половині зазору між цангою та заготовкою.

Величина сили приводу цанги при роботі без упору (як показано на рис. 4.15, а) визначається за формулою:

$$P_B = (Q_3 + Q') \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)], \quad (4.36)$$

де Q_3 – необхідна сила закріплення заготовки, Н;

Q' – сила стиснення пелюсток цанги, що забезпечує необхідний зазор між її губками та заготовкою, Н;

α – половина кута конуса цанги, град;

φ_1 – кут тертя в стику конічних поверхонь цанги та корпуса, град.

Силу Q' можна знайти з умови прогину консольно закріпленої балки (пелюстки) з вилітом довжиною l :

$$Q' = n \cdot \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot y}{l^3}, \quad (4.37)$$

де E – модуль пружності матеріалу цанги (для сталевих цанг можна приймати $E = 2 \cdot 10^5 - 2,2 \cdot 10^5$ МПа);

I – момент інерції сектора перетину (тонкого кільця) цанги в місці контакту пелюстки, мм^4 ;

y – величина прогину пелюстки, мм: $y = s/2$ (s – радіальний зазор між цангою та заготовкою);

n – число пелюсток цанги;

l – довжина (виліт) пелюстки цанги від місця контакту до середини конуса, мм.

Момент інерції сектора перетину пелюстки цанги визначається за формулою:

$$I = \frac{D^3 \cdot h}{8} \cdot \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (4.38)$$

де D – зовнішній діаметр поверхні пелюстки в місці перетину, мм;

h – товщина стінки пелюстки, мм;

α_1 – половина кута сектора пелюстки цанги, рад.

Якщо прийняти $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа й $y = s/2$, то розрахунок Q' можна вести за формулами:

- для трипелюсткової цанги

$$Q' = 600 \cdot \frac{s \cdot D^3 \cdot h}{l^3}, \quad (4.39)$$

- для чотирьопелюсткової цанги

$$Q' = 200 \cdot \frac{s \cdot D^3 \cdot h}{l^3}. \quad (4.40)$$

Величина сили приводу цанги при роботі з упором визначається за формулою:

$$P_B = (Q_3 + Q') \cdot [tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2], \quad (4.41)$$

де φ_2 – кут тертя в контактї між цангою та заготовкою, град.

Число пелюсток цанги залежить від її робочого діаметра d та профілю заготовки. При $d \leq 30$ мм цанга має три пелюстки, при $30 < d < 80$ мм – чотири, при $d \geq 80$ мм – шість пелюсток. Для збереження працездатності цанги деформація її пелюсток не має виходити за межі пружної зони. Це зумовлює підвищені вимоги до точності виконання величини діаметра базової поверхні заготовки, яка має бути виконана не менше ніж за дев'ятим квалітетом точності.

Кут конуса цанги $\alpha = 30\text{--}40^\circ$. При менших кутах можливе заклинювання цанги, і в таких випадках застосовують спеціальний знімач. Кут конуса стискаючої втулки на 1° більше або менше кута конуса цанги. Базову поверхню заготовок для закріплення в цангах обробляють за 6–9 квалітетами точності.

Цанги забезпечують концентричність установки 0,02–0,05 мм та виготовляються з вуглецевої сталі У10А з подальшою термічною обробкою в місцях губок до твердості HRCэ 59...63 та у хвостовій частині до HRCэ 40...46. Цанги також виготовляють з легованих сталей, що містять 0,6–0,7% С, 1% Мп і 0,5% Сr. Марганець і хром додають цангам високу твердість і зносостійкість.

Мембранні патрони (рис. 4.16) використовують для точного центрування заготовок по зовнішній або внутрішній циліндричній поверхні (точність центрування становить 0,003–0,005 мм).

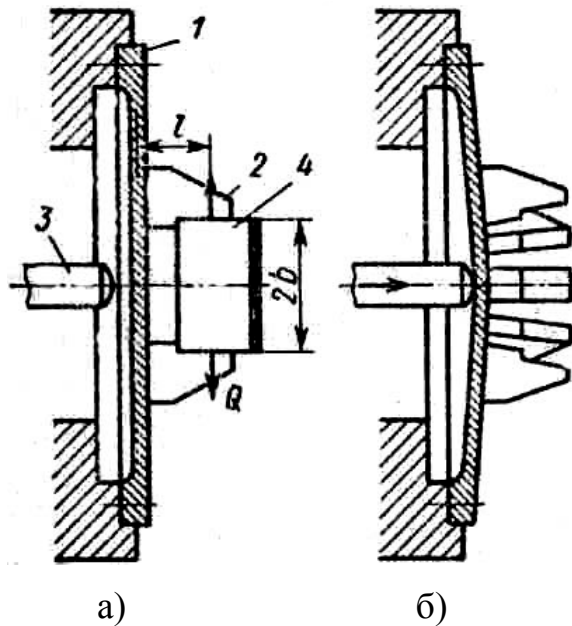


Рисунок 4.16 – Мембранний патрон у закритому (а) та відкритому (б) положеннях

Він складається з круглої пластини (мембрани) *1* із симетрично розташованими виступами-кулачками *2*, що прикручується до планшайби верстата. Кількість кулачків може бути в межах 6–12 шт. У середині шпинделя проходить шток *3*, за допомогою якого здійснюється розтискання кулачків патрона (рис. 4.16, б). Закріплення заготовки здійснюється в результаті відходу штоку назад від пластинки, що зумовлює повернення її в попереднє положення та стискання кулачками заготовки *4* (рис. 4.16, а).

Вихідними даними для розрахунку параметрів мембранного патрона є:

$M_{різ}$ – момент різання, що намагається повернути заготовку в кулачках патрона;

$2b$ – діаметр базової поверхні заготовки;

l – відстань від середини кулачків до середньої площини мембрани;

n – кількість кулачків;

f – коефіцієнт тертя між заготовкою та кулачками ($f = 0,15–0,18$).

Величина радіальної сили на одному кулачку буде визначатися за формулою:

$$Q_3 = \frac{k \cdot M_{різ}}{n \cdot f \cdot b}, \text{ [Н]}, \quad (4.42)$$

де k – коефіцієнт запасу, що визначається з умов виконання операції.

Від сили Q_3 виникає момент M , що вигинає мембрану. При достатньо великій кількості кулачків момент M (момент прикладений по концентричному колу радіусом b) можна наближено представити рівномірно розподіленим по колу радіусом b :

$$M = \frac{Q \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b}, [\text{Н} \cdot \text{м}]. \quad (4.43)$$

Матеріал мембрани – сталі 65Г, 30ХГС або У7А, що загартовані до твердості HRC 40–45.

Оправки та патрони з тарільчастими пружинами застосовують для центрування та закріплення по внутрішній або зовнішній циліндричній поверхнях оброблюваних заготовок. На рис. 4.17, зображена консольна оправка з тарільчастою пружиною. Оправка складається з корпусу 1, упорного кільця 4, тарільчастої пружини 5, натисної втулки 3 та тягового гвинта 2, з'єднаного з натисною втулкою. Заготовка в оправці закріплена по внутрішній циліндричній поверхні. У результаті переміщення тягового гвинта 2 вліво, натисна втулка 3 тисне на тарільчасту пружину 5. Пружина випрямлюється, її зовнішній діаметр збільшується, а внутрішній зменшується, оброблювана заготовка центрується та закріплюється.

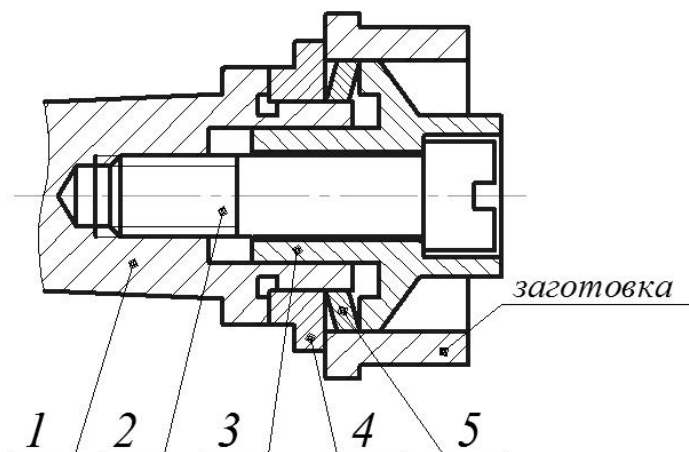


Рисунок 4.17 – Консольна оправка з тарільчастою пружиною

Розмір установних поверхонь пружин під час стиснення може змінюватись залежно від їхнього розміру на 0,1–0,4 мм. Відповідно, базова циліндрична поверхня оброблюваної заготовки повинна мати точність 2–3-го класів.

Оправка й патрони з пластинчастими (тарільчастими) пружинами забезпечують міцне закріплення по внутрішній або зовнішній циліндричній поверхні й точне центрування в межах 0,01–0,02 мм. Пружина є конічним кільцем зі сталі 60С2А товщиною 0,5–1,25 мм, термічно обробленим до твердості HRCэ 41–46. Від осьової сили, що виникає, наприклад, від затягування гвинта, пружини частково стискаються й

діаметр їхньої зовнішньої поверхні збільшується. При віджиманні гвинта пружини повертаються у вихідне положення й заготовка легко знімається з оправки. Висока точність центрування забезпечується шліфуванням зовнішніх поверхонь пружин у стиснутому стані. Базові поверхні заготовок виконують з точністю не нижче Н11.

Оправка з гідропластмасою. Якщо в замкнену порожнину пристосування помістити мінеральне мастило або гідропластмасу та подіяти на них зовнішньою силою, то виникає гідростатичний тиск, який рівномірно передається на всі стінки порожнини. Ця властивість рідинних заповнювачів використовується у двох різновидах спеціального технологічного оснащення:

- багатоланкові пристосування, у яких гідростатичний тиск передається системі плунжерів;
- самоцентрувальні тонкостінні втулки з пружною оболонкою.

На рис. 4.18 показана консольна оправка з тонкостінною втулкою та гідропластмасою.

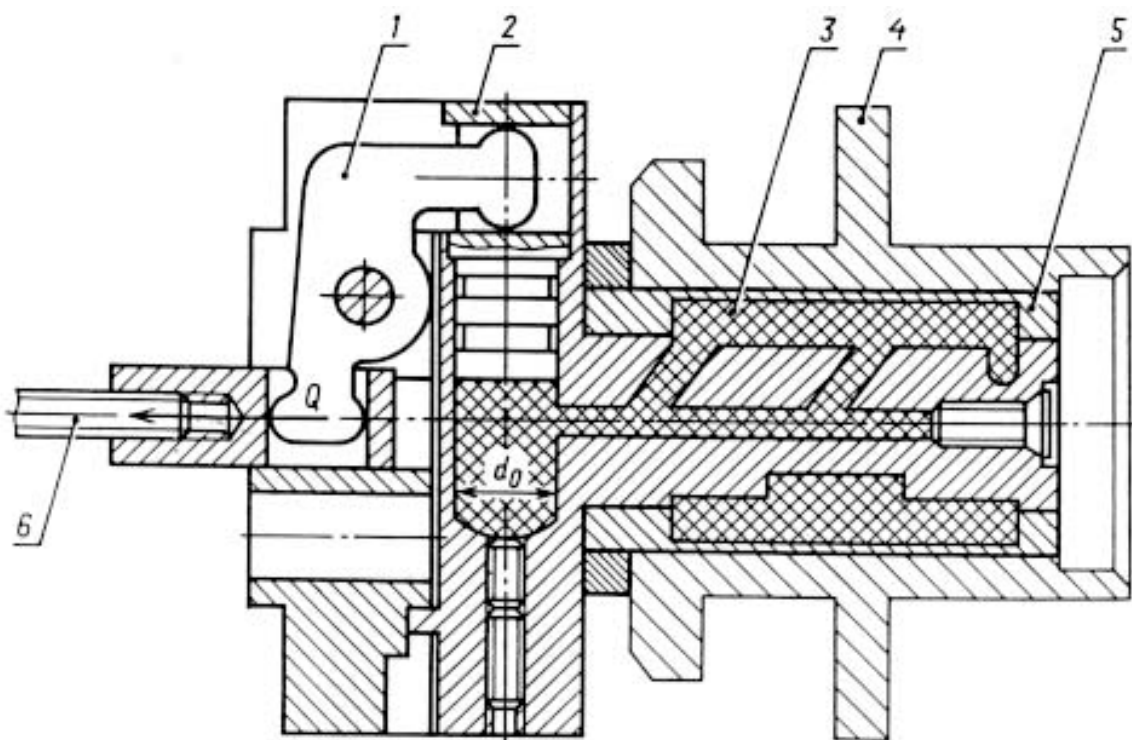


Рисунок 4.18 – Консольна оправка з гідропластмасою

Оброблювана заготовка 4 базовим отвором установлюється на зовнішню поверхню тонкостінної втулки 5. У результаті переміщення вліво тяги 6 важіль 1 пересуває плунжер 2, який стискає гідропластмасу 3, що знаходиться в замкненій порожнині. Гідропластмаса рівномірно тисне на внутрішню поверхню втулки 5, втулка розтискається, зовнішній діаметр втулки збільшується і вона центрує та закріплює оброблювану заготовку 4.

5 СИЛОВІ ПРИВОДИ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХНІХ ПАРАМЕТРІВ

Силовий привод потрібний для створення сили P_B , необхідної для затискних пристроїв, щоб розвинути та надати заготовці необхідну силу закріплення Q_3 , яка забезпечить відсутність вібрації або зсув заготовки відносно установних елементів пристрою під дією власної ваги або сили різання під час оброблення (рис. 5.1).

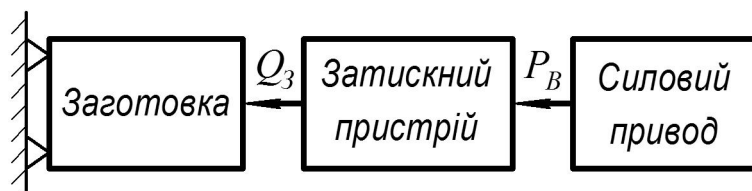


Рисунок 5.1 – Структурна схема закріплення заготовки

Крім елементарних силових приводів, які створюють незначні за величиною зусилля закріплення, використовуються також потужніші силові приводи, що дозволяють значно збільшити силу закріплення, а також автоматизувати операцію закріплення.

За конструкцією силові приводи можуть бути вбудованими, прикріпленими й агрегатованими. Вбудованими називаються приводи, рухомі силові елементи яких виконані безпосередньо в корпусі пристосування. Цим досягається компактність за найменшої кількості деталей, але такий привод не може бути повністю використаний в інших пристосуваннях. Їх широко застосовують в конструкціях спеціальних і спеціалізованих пристосувань, які часто мають литі корпуси. Прикріпленими називаються окремо зібрані вузли, що прикріплюються до пристосування. Їхня перевага у тому, що вони можуть бути стандартними й використовуватися на різних пристроях. Застосовуються в конструкціях збірних і переналагоджуваних пристосувань. Агрегатованими називають окремі спеціальні силові установки, укомплектовані повітророзподільними пристроями та закріплені поза пристосуванням.

До силових приводів висувають такі вимоги:

- простота конструкції та керування;
- низька вартість;
- висока швидкодія;
- надійність і стабільність роботи;
- нечутливість до зміни умов навколишнього середовища;
- мінімальні габарити й маса;
- високий коефіцієнт корисної дії;
- дотримання вимог з техніки безпеки.

Використання силових приводів дозволяє вирішити два завдання: підвищити продуктивність і полегшити умови праці робітника із закріплення заготовок у пристосуванні.

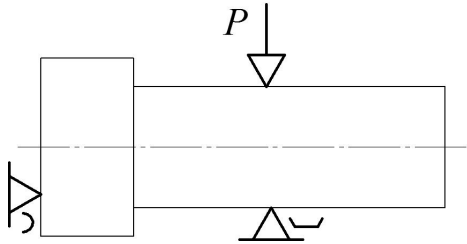
Основним недоліком під час використання силових приводів у верстатних пристосуваннях є збільшення витрат на їхнє проектування, виготовлення та обслуговування.

Пристосування, що експлуатаються в машинобудівному виробництві, оснащуються такими приводами:

- пневматичний;
- гідравлічний (пневмогідравлічний, механогідравлічний);
- електричний (електромеханічний);
- вакуумний;
- магнітний (електромагнітний).

Під час розробки схеми установлення заготовки у пристосуванні використовуються відповідні графічні позначення приводу затискного пристрою, що представлено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Графічні позначення приводів затискних пристроїв

Привод затискного пристрою	Позначення	Приклад позначення на схемі установлення
Пневматичний	P	
Гідравлічний	H	
Електричний (електромеханічний)	E	
Магнітний	M	
Електромагнітний	EM	

5.1 Пневматичні приводи

У серійному та масовому виробництвах широкого застосування одержали пневматичні приводи пристосувань. Пневматичні приводи характеризуються такими перевагами:

- відносна простота конструкції та експлуатації, і відповідно, низька собівартість та швидка окупність витрат;
- надійність роботи в широкому діапазоні температур, вологості та запиленості навколишнього середовища;
- висока пожежо- та вибухобезпечність;
- великий термін служби, що становить 10...50 млн циклів;
- висока швидкість переміщення вихідної ланки пневматичних виконавчих пристроїв (лінійного типу до 15 м/с, обертального типу до 100 000 об/хв);
- легкість отримання й відносна простота передачі енергії, а також можливість оснащення значної кількості споживачів від одного джерела;
- відсутність необхідності запобіжних пристроїв у разі перевантаження.

До основних недоліків пневматичних приводів належать:

- недостатня плавність переміщення робочих елементів, особливо при зміні навантаження, що зумовлено стисненістю повітря;
- складність позиціювання виконавчих органів пневмодвигунів;
- невелика величина тиску стисненого повітря в робочих порожнинах пневмодвигунів (0,4...0,6 МПа), що зумовлює обмеження максимальної вихідної сили або збільшення розмірів пневмодвигунів для отримання більшої величини вихідної сили.

Загальні технічні вимоги до пневмоприводів містяться в ГОСТ 18460–73.

Силові пневматичні приводи складаються з пневмодвигуна, пневматичної апаратури та повітровоідів.

Пневматичні силові приводи поділяють за видом пневмодвигуна на пневматичні циліндри з поршнем і пневматичні камери з діафрагмами.

За способом конструювання з пристосуваннями поршневі й діафрагмові пневмоприводи розділяють на вбудовані, прикріплювані й універсальні. Вбудовані пневмоприводи розміщують у корпусі пристосування й становлять з ним єдине ціле. Прикріплені пневмоприводи, що встановлюють на корпусі пристосування, з'єднують із затискними пристроями, їх можна від'єднувати від корпусу й застосовувати на інших пристосуваннях. Універсальний пневмопривод – це спеціальний пневмоагрегат, застосовуваний для переміщення затискних пристроїв у різних верстатних пристосуваннях.

Поршневі та діафрагмові пневмодвигуни можуть бути одно- і двосторонньої дії. У пневмодвигунах односторонньої дії робочий хід поршня зі штоком у пневмоциліндрі чи прогин діафрагми в пневмокамері відбувається під дією стисненого повітря, а зворотний хід поршня зі штоком чи діафрагми зі штоком – під дією пружини, установлені на штоці. Такі пневмодвигуни застосовують у тих випадках, коли для закріплення заготовки необхідна сила більша, ніж для відкріплення. Пневмодвигуни двосторонньої дії застосовують у випадках, коли для закріплення та відкріплення заготовки в пристосуванні потрібна велика сила, наприклад, у пристосуваннях із затискними самогальмівними пристроями.

У цехових умовах стиснене повітря, необхідне для роботи пневматичних силових приводів пристосування, як правило, надходить на робочі місця з централізованої системи (пневмомережі), що містить: компресорні станції з системою підготовки стисненого повітря (фільтри, регулятори), розподільники, пневмомагістралі та ін. Можливе застосування індивідуальних систем забезпечення стисненим повітрям. Для подачі повітря безпосередньо в пневмоциліндри пристосувань на робочому місці використовуються пневмокрани або розподільники, які можуть входити в конструкцію пристосування або розміщуватися окремо, наприклад, на столі верстата поряд з пристосуванням, і підключатися до нього за допомогою пневматичних рукавів з одного боку, а з іншого боку – до пневмомережі.

Пневмоциліндри – це поршневі пневмодвигуни лінійного типу. На рис. 5.2 показано стаціонарний пневмоциліндр двосторонньої дії.

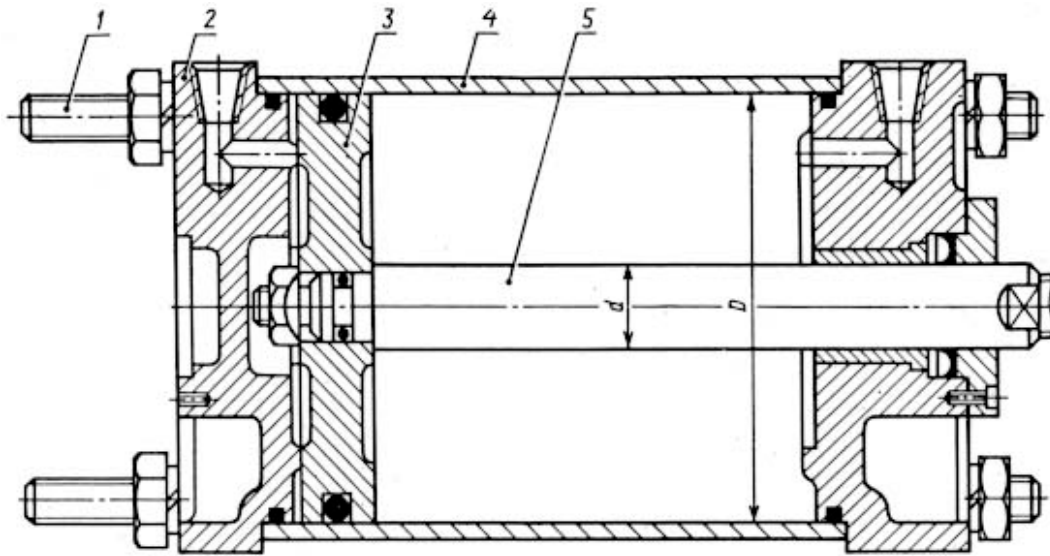


Рисунок 5.2 – Стаціонарний пневмоциліндр

До складу пневмоциліндра входять кріпильні шпильки 1, задня кришка 2, поршень 3, гільза 4, шток 5 та передня кришка 6. Стиснуте повітря подається в порожнину циліндра через конічні отвори кришок 2 та 6. На стаціонарні пневмоциліндри двосторонньої дії в машинобудуванні встановлений ГОСТ 15608–70.

Розрізняють пневмоциліндри односторонньої та двосторонньої дії. У пневмоциліндрах односторонньої дії (рис. 5.3, а) тиск подається тільки в одну порожнину циліндра, зворотний хід реалізується за рахунок пружини.

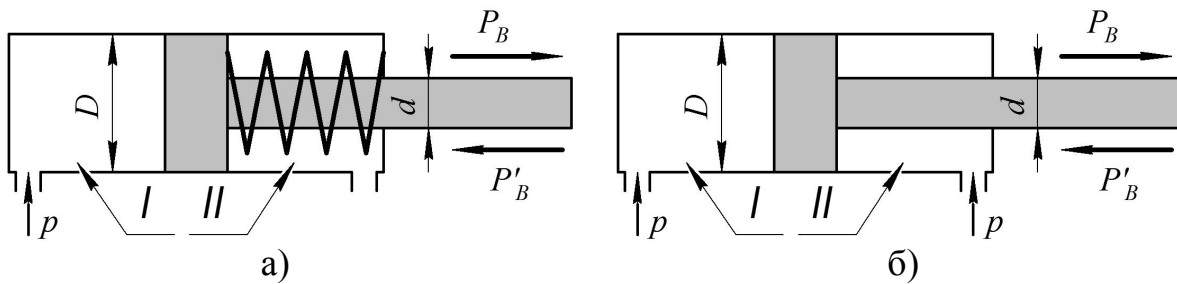


Рисунок 5.3 – Схеми конструкцій пневмоциліндрів

У пневмоциліндрах двосторонньої дії (рис. 5.3, б) прямий і зворотний ходи штока здійснюються подачею тиску як у поршневу, так і в штокову порожнину відповідно.

На рис. 5.3 позначено: D – діаметр циліндра; d – діаметр штока; P_B – вихідна сила закріплення; P_B' – вихідна сила закріплення, що діє у зворотному напрямі; p – тиск повітря або робочої рідини, що подається в циліндрі; I – поршнева порожнина; II – штокова порожнина.

Під час розрахунку пневмоприводу з пневмоциліндром визначають осьову силу P_B на штоці поршня, що залежить від діаметра пневмоциліндра й тиску стиснутого повітря в його порожнинах. Можна за заданою силою на штоці поршня й тиском стиснутого повітря визначити діаметр пневмоциліндра.

Величина вихідної сили, що розвиває пневмоциліндр, визначається за формулами:

а) для пневмоциліндрів двосторонньої дії:

$$P_B = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta, \quad P_B' = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta; \quad (5.1)$$

б) для пневмоциліндрів односторонньої дії:

$$P_B = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta - q, \quad P_B' = q, \quad (5.2)$$

де q – сила стиснення пружини (90...200 Н);

η – коефіцієнт корисної дії циліндра (0,85 ... 0,9).

Пружина на штоці при її граничному стиску (наприкінці робочого ходу поршня) має чинити опір від 5% (при великих) до 20% (при малих діаметрах пневмоциліндра) від сили P_B на штоці пневмоциліндра в момент закріплення заготовки в пристосуванні.

Як правило, під час розрахунків параметрів затискного пристрою пристосування величина вихідної сили P_B визначається в результаті розв'язання рівнянь рівноваги заданої схеми закріплення. Тому з формул 5.1 чи 5.2 залишається визначити величину діаметра пневмоциліндра D , який зможе забезпечити визначену величину P_B .

Величина діаметра пневмоциліндра визначається за формулами:

а) для пневмоциліндрів двосторонньої дії:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_B}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ [м]}; \quad (5.3)$$

б) для пневмоциліндрів односторонньої дії:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (P_B + q)}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ [м]}. \quad (5.4)$$

Знайдену величину діаметра пневмоциліндра D округляють до найближчого більшого значення стандартного ряду прийнятих розмірів діаметрів пневмоциліндрів відповідно до ГОСТ 15608–70. Практично застосовують такі розміри діаметрів D робочої порожнини циліндрів: 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 32 мм.

Пневмоциліндри за способом кріплення до пристосувань поділяють на чотири типи: з подовженими стяжками, з фланцевим кріпленням, з лапками, із шарнірним кріпленням.

Пневмокамери – це діафрагмові пневмодвигуни лінійного типу. Переміщення штока пневмокамери здійснюється за рахунок прогину діафрагми при подачі стисненого повітря в безштокову порожнину пневмокамери. Повернення штока та діафрагми у вихідне положення здійснюється за рахунок дії пружини.

За будовою розрізняють пневмокамери з тарілчастою гумовотканинною діафрагмою, з плоскою гумовотканинною діафрагмою та з плоскою гумовою діафрагмою. Тарілчасті діафрагми виготовляють у пресформах з чотиришарової тканини бельтинг (ГОСТ 2924–67), покритої по обидва боки маслостійкою гумою. Крім тарілчастих, застосовують плоскі діафрагми, вирізані з листової технічної гуми (ГОСТ 7338–65) з прокладкою товщиною до 3 мм.

На рис. 5.4 показано пневмокамери двосторонньої та односторонньої дії.

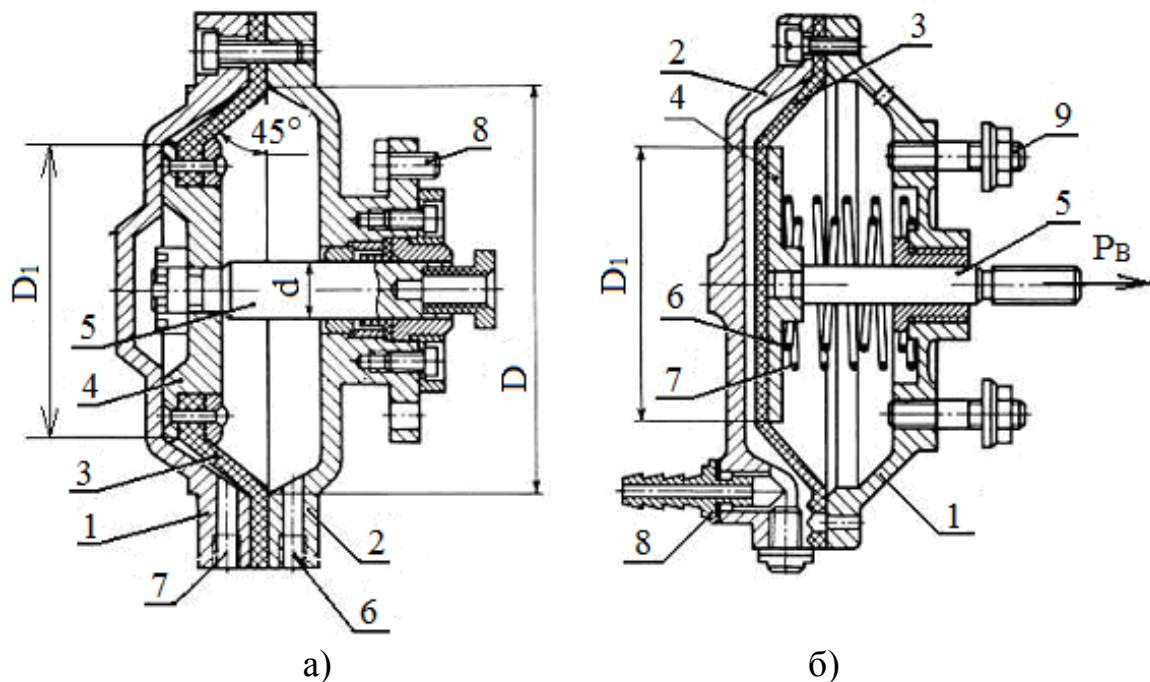


Рисунок 5.4 – Типи пневмокамер:
двосторонньої (а) та односторонньої дії (б)

На рис. 5.4, (а) зображена пневмокамера двосторонньої дії, застосовується для переміщення затискних елементів пристосування при закріпленні заготовок у стаціонарних пристосуваннях. Корпус пневмокамери складається з двох кришок 1 та 2, між якими затиснута гвинтами тарілчаста гумотканинна діафрагма 3, жорстко закріплена кільцем із заклепками на сталевому диску 4, що встановлена на шийці штока 5 і закріплена ковпачковою гайкою. У результаті подачі стисненого повітря через штуцер 7 у кришці 1 у безштокову порожнину пневмокамери, діафрагма 3 з диском 4 і штоком 5 зміщується вправо. При цьому шток 5 через проміжні ланки

переміщає затискні пристрої пристосування і заготовка закріплюється. Після виконання технологічної операції розкріплення заготовки здійснюється в результаті подачі стисненого повітря через штуцер 6 у кришці 2 у штокову порожнину пневмокамери, діафрагма 3 зі штоком 5 зміщується вліво. У цей час повітря з безштокової порожнини пневмокамери через штуцер 7 у кришці 1 надходить у розподільний кран та виходить в атмосферу.

На рис. 5.4, (б) зображена пневмокамера односторонньої дії з тарілчастою (опуклою) діафрагмою складається з корпусу 1 і кришки 2, між якими затиснута гвинтами тарілчаста гумотканинна діафрагма 3, жорстко прикріплена до сталевого диска 4, установленного на штоку 5, що знаходиться у крайньому лівому положенні під дією пружин 6 та 7. У результаті подачі стисненого повітря через штуцер 8 у безштокову порожнину пневмокамери відбувається переміщення діафрагми 3 з диском 4 і штоком 5 вправо. При цьому долаються зусилля пружин 6 та 7, і шток 5 через тягу й проміжні ланки переміщає затискні пристрої пристосування, і заготовка закріплюється. Під час переміщення діафрагми вправо повітря зі штокової порожнини через отвір виходить в атмосферу.

При розрахунку пневмоприводу з пневмокамерою визначають осьову силу P_B на штоці діафрагми та довжину робочого ходу штока.

Якщо переміщувати шток пневмокамери на всю довжину робочого ходу, то наприкінці ходу штока вся енергія стиснутого повітря буде витратитися на пружну деформацію діафрагми, і корисне зусилля на штоку знизиться до нуля. Тому використовують не всю довжину робочого ходу штока діафрагми, а тільки частину її, щоб сила на штоку наприкінці ходу становила 80–85% сили при вихідному положенні штока.

На рис. 5.5 зображено конструкцію пневмокамери односторонньої дії, де позначено: D – діаметр діафрагми; d – діаметр опорного диска діафрагми; P_B – вихідна сила закріплення; p – тиск повітря, що подається до пневмокамери.

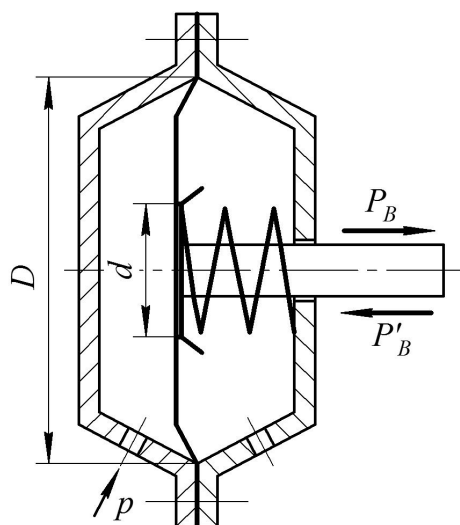


Рисунок 5.5 – Схема конструкції пневмокамери односторонньої дії

У пневмокамері вихідна сила закріплення P_B на штоці змінюється під час переміщення штока від початкового положення в кінцеве. Оптимальна довжина ходу штока пневмокамери, при якому сила P_B змінюється незначно, залежить від розрахункового діаметра діафрагми, її товщини й матеріалу.

Розрахунок пневмокамер полягає у визначенні сили P_B на штоці й довжини його робочого ходу. Для пневмокамер односторонньої дії використовуються такі розрахункові залежності:

а) для тарілчастих та плоских гумовотканинних діафрагм:

$$P_B = \frac{\pi \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16} - q, \quad P_B' = \frac{0,75 \cdot \pi \cdot (D + d)^2 \cdot p}{16} - q; \quad (5.5)$$

б) для плоских гумових діафрагм:

$$P_B = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot p}{4} - q, \quad P_B' = \frac{0,9 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot p}{4} - q, \quad (5.6)$$

де P_B – вихідна сила закріплення на штоці пневмокамери у вихідному положенні діафрагми;

D – діаметр діафрагми;

d – діаметр опорного диска діафрагми;

p – тиск стиснутого повітря;

q – сила протидії пружини (90...200 Н),

P_B' – сила на штоці в положенні закріплення (для тарілчастих гумовотканинних діафрагм).

Формули 5.5–5.6 використовуються також для визначення розмірів пневмокамер, коли відома необхідна величина сили P_B на штоці. Причому отримані розрахункові значення розмірів діаметра D пневмокамери мають бути округлені до найближчого більшого значення зі стандартного ряду розмірів. У пневмокамерах застосовуються значення стандартного ряду прийнятих розмірів діаметрів D (ГОСТ 13373–67): 63, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм.

Залежно від способу компонування пристосувань, пневмокамери поділяють на універсальні, вбудовані та прикріплювані.

Пневмокамери, порівняно з пневмоциліндрами, мають такі переваги:

- простіші за конструкцією та менші за вартістю;
- потребують меншої точності виготовлення та чистоти обробленої поверхні;
- за нормальних умов експлуатації діафрагмові пневмокамери витримують до зносу понад 500 000 циклів, що значно більше, ніж ущільнення пневмоциліндрів;
- у пневмокамер односторонньої дії відсутня втрата повітря, а в пневмокамер двосторонньої дії ущільнення застосовують тільки на штоці.

Значним недоліком пневмокамер є невелика величина переміщення діафрагми зі штоком та менші зусилля на штоці пневмокамери під час його

переміщення з вихідного в кінцеве положення. Тому пневмокамери застосовують у тих випадках, коли необхідні невеликий хід штока та менша вихідна сила на ньому.

Для збільшення сили на штоці застосовують пневмокамери з подвійними діафрагмами. У такому разі на одному штоці розташовуються дві діафрагми.

5.2 Гідравлічні та пневмогідравлічні приводи

Для гідравлічних силових приводів робочим середовищем є робоча рідина, подача якої, зазвичай, здійснюється в індивідуальному порядку з гідросистеми відповідного верстата, до якої входять: гідронасос, фільтри, регулятори, розподільники, баки тощо.

Гідравлічні приводи використовують з гідродвигунами прямолінійної дії – гідроциліндрами. Порівняно з пневматичними, гідравлічні силові вузли мають менші габарити внаслідок застосування вищого тиску робочої рідини (6 МПа і вище).

У гідравлічних приводах використовують гідроциліндри одно- і двосторонньої дії. У гідроциліндрах односторонньої дії зворотний хід поршня здійснюється пружиною. Ущільнення поршнів і штоків гідроциліндрів здійснюється шляхом застосування одного-двох кілець круглого поперечного перерізу зі стійкої гуми.

У верстатних пристосуваннях найширше застосовують нормалізовані вбудовані гідроциліндри з внутрішнім діаметром 40, 50, 60, 75 і 100 мм. На корпусі пристосування вони кріпляться за допомогою різьбової шийки.

Початкові дані для розрахунку гідравлічних затискних пристроїв: необхідна сила на штоку P_B , хід поршня L і час його робочого ходу (час закріплення заготовки) t . Задаючись тиском мастила p , можна визначити площу поршня $F = P_B/p$, звідки діаметр гідроциліндра буде дорівнювати:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_B}{\pi \cdot p}}. \quad (5.7)$$

Живлення гідросистеми здійснюється шестеренним, лопатевими або плунжерним насосами. Використовують також плунжерні живильники з ручними приводом для створення робочого тиску мастила в гідравлічних пристроях.

Переваги гідроприводів: малогабаритні, оскільки працюють при високому тиску робочої рідини (6 МПа і вище); безшумні; забезпечують плавність руху; мають високий ККД (80...90 %) і малі запізнювання в спрацьовуванні (0,01...0,02 с).

Недоліки гідроприводів: необхідність в індивідуальній або груповій насосній станції з достатньо габаритним резервуаром і у зворотному

трубопроводі; висока вартість; чутливість до зміни в'язкості робочої рідини при його нагріві.

Для поєднання переваг пневматичних та гідравлічних приводів іноді використовують **пневмогідравлічні приводи**. У пневмогідравлічному приводі робоча рідина менше нагрівається, ніж у гідравлічних, і менше піниться. Втрати енергії в них нижчі, а надійність роботи вища. Вони прості, недорогі у виготовленні й достатньо універсальні в застосуванні.

На рис. 5.6 зображено схему пневмогідравлічного приводу.

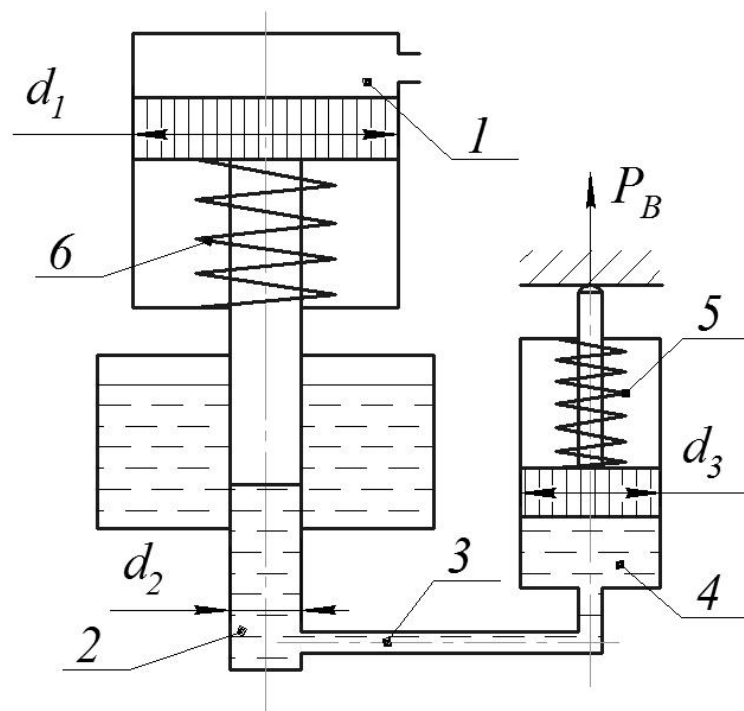


Рисунок 5.6 – Пневмогідравлічний привод

У зображеному приводі стисле повітря надходить у пневмоциліндр 1 діаметром d_1 . Шток поршня пневмоциліндра 1 діаметром d_2 є плунжером гідроциліндра 2. Робоча рідина, що витісняється плунжером, надходить трубопроводом 3 у другий гідроциліндр 4 з діаметром поршня d_3 . Шток цього гідроциліндра пов'язаний з виконавчим затискним механізмом.

З випуском відпрацьованого повітря зворотний рух поршнів здійснюється пружинами 5 і 6. З резервуара 7 робоча рідина надходить у систему для компенсації витоків. Пристрій виконується у вигляді окремого блока або з окремо винесеним гідроциліндром 4, який вбудовується в пристосування. Управління здійснюється триходовим краном.

Початковими даними під час конструювання пневмогідравлічних приводів є вихідна сила закріплення заготовки P_B , тиск стислого повітря p_1 і діаметр гідроциліндра d_3 при розміщенні його в пристосуванні. З умови установлення й знімання заготовки часто задають хід L_3 штока затискного циліндра.

Нехтуючи втратами, тиск p_2 робочої рідини в циліндрах 2 і 4 можна визначити за формулою:

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot F_1}{F_2} = \frac{p_1 \cdot d_1^2}{d_2^2}. \quad (5.8)$$

де F_1 і F_2 – площі поршнів циліндрів 1 і 2. Сила на штоці гідроциліндра 4:

$$P_B = \frac{p_2 \cdot \pi \cdot d_3^2}{4}. \quad (5.9)$$

При заданих P_B, p_1 і d_3 :

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{1,13 \cdot \sqrt{P_B / p_1}}{d_3}. \quad (5.10)$$

З урахуванням ККД циліндрів 1, 2 і 4:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{1,13 \cdot \sqrt{P_B / (p_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3)}}{d_3}. \quad (5.11)$$

Для $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = 0,9$:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{1,13 \cdot \sqrt{P_B / p_1}}{d_3}. \quad (5.12)$$

По заданій величині ходу L_3 можна визначити хід поршня L циліндра 1 і плунжера L_2 в циліндрі 2 ($L_1 = L_2$):

$$d_3^2 \cdot L_3 = d_2^2 \cdot L_2, \text{ звідки } L_2 = d_3^2 \cdot L_3 / d_2^2.$$

Для випадку, коли пневмогідролічний підсилювач заданий (тобто d_1, d_2 і p_1 відомі) і сила P_B відома:

$$p_2 = p_1 = \frac{d_1^2}{d_2^2} \text{ і } d_3 = \frac{1,33 \cdot d_2 \cdot \sqrt{P_B / p_1}}{d_1}. \quad (5.13)$$

Пневмогідролічні приводи мають малі габарити виконавчого механізму й працюють від мережі стислого повітря. Вони забезпечують швидке виконання холостих і допоміжних рухів, автоматичне перемикання на робочі ходи з необхідним уповільненням швидкості руху робочого органа.

Існують також **механогідравлічні приводи**, які поєднують силу перевагу гідравлічного привода та простоту конструкції й керування, порівняно з пневматичним приводом (рис. 5.7). Механогідравлічні приводи складаються з ручного гвинтового затискача та гідравлічного циліндра.

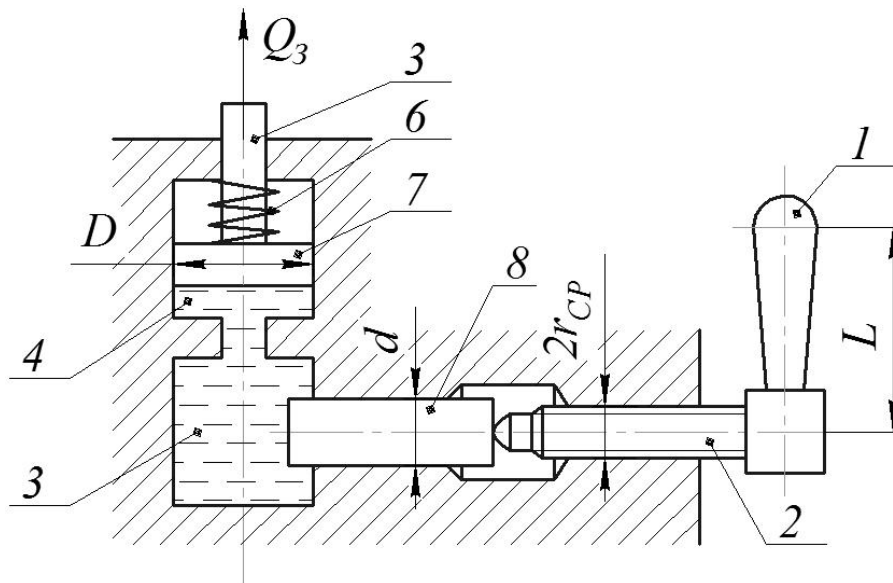


Рисунок 5.7 – Схема механогідравлічного привода

Під час повороту рукоятки *1* гвинт *2* через плунжер *8* витісняє робочу рідину з резервуара *3* у нижню порожнину циліндра *4*. При цьому поршень *7* зі штоком *5* переміщується вгору і шток через проміжні ланки закріплює заготовку. Після завершення технологічної операції обробки деталі, обертанням рукоятки *1*, відводять гвинт *2* вправо. При цьому пружина *6* переміщує шток *5* з поршнем *7* униз, і заготовка звільняється.

Сила на штоці гідроциліндра механогідравлічного привода визначається за формулою:

$$P_B = \frac{N \cdot L}{r_{CP} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot \eta - Q_1. \quad (5.14)$$

де P_B – вихідна сила на штоці;

N – сила, що прикладається до рукоятки гвинта;

L – відстань від точки прикладання сили до осі гвинта;

r_{CP} – середній радіус різі гвинта;

D – діаметр поршня гідроциліндра;

d – діаметр штока-плунжера;

α – кут підйому різі ($\alpha = 2,5\text{--}3,5^\circ$);

φ – кут тертя в різевому з'єднанні ($\varphi = 6,5^\circ$);

$\eta = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує тертя в ущільненнях;

Q_1 – сила опору пружини.

5.3 Вакуумні приводи

Вакуумні приводи працюють за принципом використання атмосферного тиску для притискання заготовки (рис. 5.8).

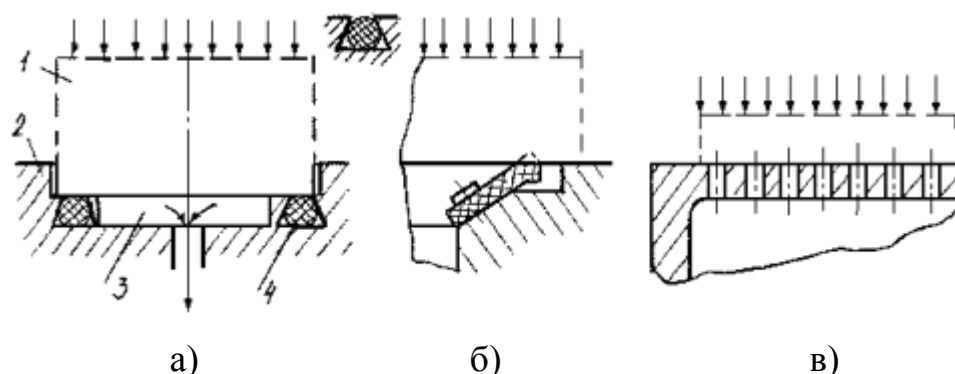


Рисунок 5.8 – Закріплення заготовки за допомогою вакуумного приводу

Заготовка *1* установлюється в центрувальну виточку або на плиту пристосування *2*, з порожнини *3* якої видаляється повітря (рис. 5.8, а), у результаті чого заготовка притискається до плити пристосування атмосферним тиском. Герметичність системи забезпечується ущільненням з гумового шнура *4* або гумової смужки (рис. 5.8, б).

Шнур ущільнювача виконують з вакуумної гуми марок 1015, 9024 або 7889. При контакті заготовки з поверхнею плити шнур має заповнювати канавку й деформуватися по висоті на 5...10%.

Сила, що притискає заготовку до плити, визначається за формулою:

$$Q_3 = F \cdot (0,1 - p) \cdot 10^{-4}, \quad (5.15)$$

де F – активна площа порожнини пристосування, межі якої беруться по лінії ущільнення, см^2 ;

p – тиск розрідження в робочій порожнині пристосування, як правило, $p = 0,01 \dots 0,015$ МПа (застосування глибшого вакууму недоцільне, оскільки сила закріплення збільшується при цьому незначно).

Вакуумні затискні пристрої застосовують для кріплення заготовок з різних матеріалів з плоскою або криволінійною базовою поверхнею. Сила закріплення достатня для виконання технологічних операцій і чистової обробки. Для протидії зсувної сили можуть застосовуватися упори.

Вакуумні пристрої ефективні для кріплення тонких пластин. Для їхнього рівномірного багатоточкового притискання до плити на установній площині виконують велику кількість дрібних близько розташованих отворів (рис. 5.8, в). Це дозволяє виконувати закріплення без ущільнення й запобігає деформуванню та викривленню пластин.

Ці пристрої використовують також для захоплення легких заготовок і деталей під час транспортування на лініях автоматичної обробки й складання.

5.4 Електромеханічні приводи

Затискні пристрої з приводом від електродвигуна застосовують у верстатах токарно-револьверної групи, агрегатних верстатах і автоматичних лініях. Вони, як правило, мають гвинтові затискачі з приводом від електроключа муфтою тарування крутного моменту.

Принцип роботи пристрою такий (рис. 5.9). Від вала електродвигуна 1 обертання через редуктор 2 і муфту 3 передається на гвинт 4, що переміщує пов'язану зі штоком затискного пристрою гайку 5. Після досягнення потрібної сили закріплення муфта спрацьовує. Затягуванням пружини 6 регулюють крутний момент. Реверсуванням двигуна здійснюють відкріплення заготовки.

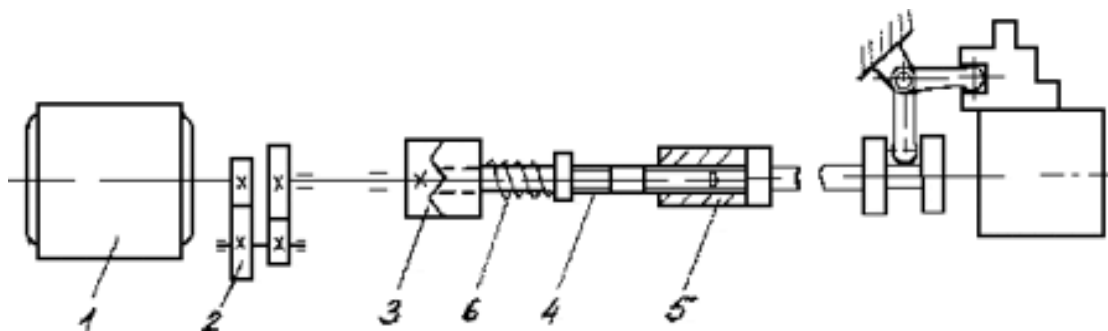


Рисунок 5.9 – Затискний пристрій з приводом від електродвигуна

Кут скосу α зубів муфти знаходиться в межах $30^\circ \dots 45^\circ$. Знаючи крутний момент на муфті M , можна визначити силу попереднього затягування пружини:

$$P = M \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) / r, \quad (5.16)$$

де r – середній радіус розташування кулачків муфти;

φ – кут тертя на поверхні контакту зубів ($\varphi = 5-8^\circ$).

Застосовується також схема затискного пристрою без муфти. У такому разі після закріплення заготовки зі збільшенням моменту на валу електродвигуна та сили струму реле струму вимикає електродвигун.

Електроприводи характеризуються найбільшою швидкістю спрацьовування, малою витратою енергії, високим ККД, більшим ніж у пневмо- і гідроприводів, але більшими ніж у гідроприводів габаритними розмірами і масою, чутливістю до перевантажень і меншою надійністю в роботі.

5.5 Електромагнітні та магнітні приводи

Електромагнітні затискні пристрої виконують у вигляді плит і планшайб для закріплення сталевих і чавунних заготовок з плоскою базою. У корпусі 1 плити розташовані електромагніти 6 (рис. 5.10). Заготовку 5 встановлюють на кришку 2, у якій розташовані полюси 3, оточені ізоляцією 4 з немагнітного матеріала (латунь, нержавіюча сталь) з товщиною до 5 мм. Магнітний потік замикається через заготовку, проходячи через корпус і кришку плити. Утримуюча сила виникає в місцях контакту заготовки з полюсами та кришкою плити.

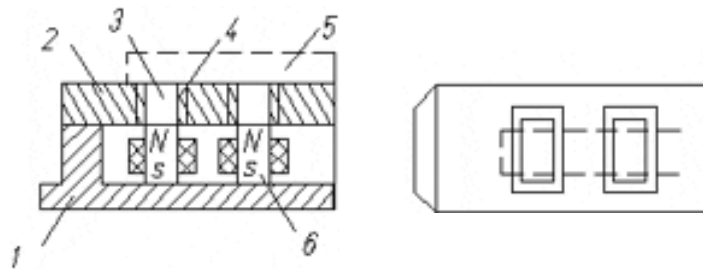


Рисунок 5.10 – Електромагнітна плита

Сердечники електромагнітів і полюса кришки виготовляють зі сталі 10, а решта деталей плити – зі сталей 10 і 15 або з чавуну СЧ12. Живлення електромагнітних плит здійснюється постійним струмом (номінальна напруга 24, 48, 110 і 220 В) від мотор-генераторів, селенових або мідно-закисних випрямлячів.

Утримуючу силу Q_3 визначають за максимальними зусиллями обробки, коли виникає найбільший зсувний момент (з урахуванням конфігурації заготовки в плані та розташування її відносно полюсів плити).

Сприймана плитою сила зрушення заготовки:

$$F = Q_3 \cdot f + F_1, \quad (5.17)$$

де f – коефіцієнт тертя між плитою і заготовкою ($f = 0,16 \dots 0,18$);

F_1 – магнітна сила, що перешкоджає зрушенню заготовки відносно полюсів плити (зазвичай, приймають $F_1 = a \cdot Q_3$, де $a = 0,05 \dots 0,08$).

Прийнявши $F = k \cdot P$, де P – зсувна сила і k – коефіцієнт запасу, отримаємо:

$$Q_3 = \frac{k \cdot P}{f + a}. \quad (5.18)$$

Утримуюча сила Q_3 залежить від товщини оброблюваних заготовок (рис. 5.11, а), шорсткості поверхні їхніх баз (рис. 5.11, б) і матеріала заготовок. Наприклад, якщо прийняти за одиницю значення утримуючої

сили для заготовок зі сталі 10, то для інших матеріалів становитиме: для сталі 45...0,95; для інструментальних легованих сталей – 0,9...0,8; для сірих чавунів – 0,5...0,4; для ковких чавунів – 0,6...0,5. Також утримуюча сила може змінюватися в межах 50% і більше залежно від положення заготовки відносно полюсів плити.

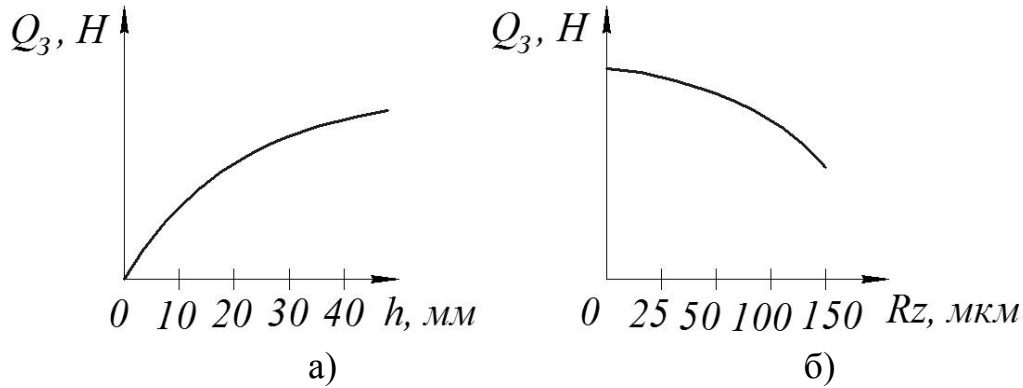


Рисунок 5.11 – Залежність утримуючої сили від товщини заготовок і від шорсткості поверхні їх баз

Після установаження на електромагнітні плити деталі набувають залишкових магнітних властивості. У результаті вони можуть притягувати продукти зносу сталевих і чавунних деталей, викликаючи прискорене зношування вузлів і механізмів. Розмагнічування деталей виконують у змінному магнітному полі, густина якого поступово зменшується від максимального значення до нуля. Деталі пропускають через соленоїд зі змінним струмом (50 Гц) або розташовують на столі спеціального пристрою як замикаючий якір електромагніту. Допустимий ступінь намагніченості для деталей підшипників кочення становить не більше 1 Гц, для більшості деталей – 2...3 Гц.

Технологічні можливості електромагнітних плит, особливо в умовах дрібносерійного виробництва й групової обробки, розширюються із застосуванням швидкозмінних підставок, які встановлюють на поверхню плити та є подовжувачами магнітопровода. При цьому варто враховувати, що підставка створює додатковий опір проходженню магнітного потоку, і тому утримуюча сила підставки дещо менша, ніж плити, на яку вона ставиться.

Магнітні затискні пристрої (плити, планшайби) мають постійні магніти, що ізолювані немагнітними прокладками та скріплені немагнітними зв'язками (заклепками) у загальний блок.

Заготовка є якорем, через який замикається магнітний потік. Для відкріплення заготовки блок зрушують за допомогою кривошипного механізму вздовж плити. При цьому магнітний потік замикається через корпус і кришку плити, мінаючи заготовку.

Магнітні й електромагнітні плити підвищують продуктивність праці (іноді в 10...15 разів) за рахунок допоміжного та основного часу при бага-

томісній обробці. Вони можуть використовуватися багато разів, що підвищує коефіцієнт оснащення операцій і скорочує номенклатуру пристоювань.

Переваги магнітних плит, порівняно з електромагнітами: відсутність живлення струмом, а отже, більша безпека в роботі й менші витрати на експлуатацію; менші висота та маса. Недолік – менш зручне їхнє увімкнення й вимкнення в автоматичному режимі.

Також застосовують плити з постійними магнітами, магнітні властивості яких задіюють подачею в котушки сильних імпульсів постійного струму. У таких плит струм живлення під час роботи вимкнений і немає рухомих частин. Розмагнічування досягається подачею в котушки спадаючого до нуля змінного струму. Плити з постійними електромагнітами забезпечують тиск на робочій поверхні до 0,8 МПа.

Постійні магніти виконують з феромагнітних матеріалів з високою залишковою індукцією й великою коерцитивною силою – сталей з високим вмістом вуглецю й спеціальних присадок вольфраму, кобальту, хрому. Ці сталі зберігають магнітні властивості протягом тривалого часу (не менше двох років), і їхні магнітні властивості можна відновити повторним намагніченням. Постійні магніти для плит виготовляють з литих матеріалів: ЮНД8, ЮНДК15, ЮНДК18, ЮН13ДК24, ЮН14ДК24Т2 тощо.

Електромагнітні й магнітні плити та патрони застосовують для закріплення заготовок, що піддаються технологічній обробці (наприклад, шліфування, точіння, фрезерування, стругання). Використання упорів, що сприймають складову силу різання P_z , дозволяє застосовувати плити й під час чорнової обробки.

Базові поверхні заготовок мають піддаватися чистовій обробці, оскільки зі збільшенням висоти макро- і мікронерівностей поверхні знижується утримуюча сила внаслідок збільшення опору повітряним проміжком проходженню магнітного потоку.

6 ДОПОМІЖНІ ЕЛЕМЕНТИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

6.1 Пристрої для направлення та координації інструментів

Для виконання окремих операцій механічної обробки жорсткість різального інструмента може бути недостатня. Для усунення пружних віджимань інструмента та надання йому визначеного положення в процесі обробки відносно заготовки застосовують направляючі елементи:

1. Кондукторні втулки – для визначення положення та направлення осьових інструментів.

2. Копіри – для визначення траєкторії відносного руху інструмента та заготовки.

3. Установи та шаблони – для швидкого установлення інструмента на необхідний розмір.

Застосування даних елементів дозволяє отримати підвищення точності розмірів деталей, а також продуктивності праці на операціях механічної обробки.

Кондукторні втулки

Кондукторні втулки застосовують для направлення інструмента (свердла, зенкера, розвертки, борштанги) під час механічної обробки на верстатах свердлильно-розточної групи. Кондукторні втулки дозволяють підвищити точність діаметральних розмірів, форми та розташування отворів.

Розрізняють такі типи кондукторних втулок (рис. 6.1): постійні та змінні. Постійні втулки, насамперед, поділяють на втулки без буртика (рис. 6.1, а) та з буртиком (рис. 6.1, б). Змінні втулки поділяють на змінні з буртиком (рис. 6.1, в) та швидкозмінні із замком (рис. 6.1, г).

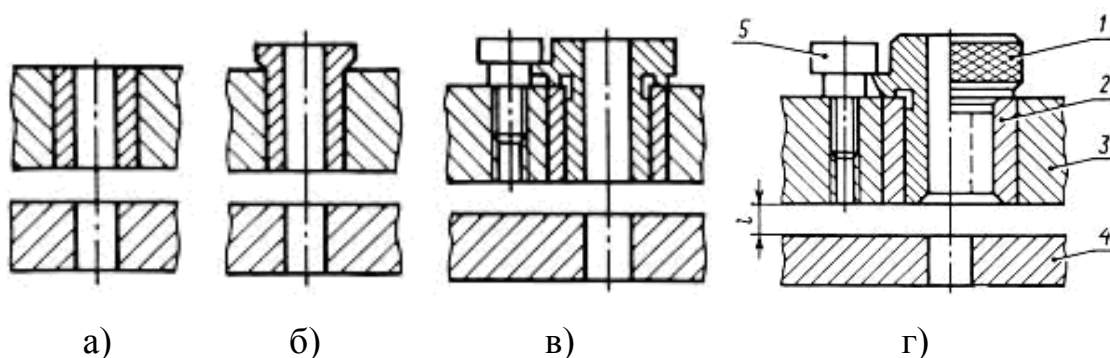


Рисунок 6.1 – Типи кондукторних втулок:

а) – постійна без буртика; б) – постійна з буртиком;

в) – змінна з буртиком; г) – швидкозмінна із замком

(1 – буртик, 2 – постійна втулка, 3 – корпус, 4 – деталь, 5 – гвинт)

Постійні втулки застосовують у кондукторах при дрібносерійному виробництві під час обробки отвору одним інструментом.

Змінні втулки застосовують у пристосуваннях для масового й багато-серійного виробництва. Швидкозмінні втулки із замком застосовують під час обробки отвору декількома послідовно змінюваними інструментами. Змінні й швидкозмінні втулки вставляють у постійні, запресовані в корпус пристосування.

Існують також спеціальні кондукторні втулки, які за типом відповідають описаній вище класифікації, але мають конструктивні особливості, що враховують особливості заготовки та технологічної операції. На рис. 6.2 зображено кондукторні втулки, які призначені для виконання спеціальних технологічних операцій:

- для обробки отворів на криволінійній поверхні (рис. 6.2, а);
- для направлення осі отвору, розташованого в заглибленні (рис. 6.2, б);
- для обробки отворів, з малими відстанями між осями (рис. 6.2, в та г).

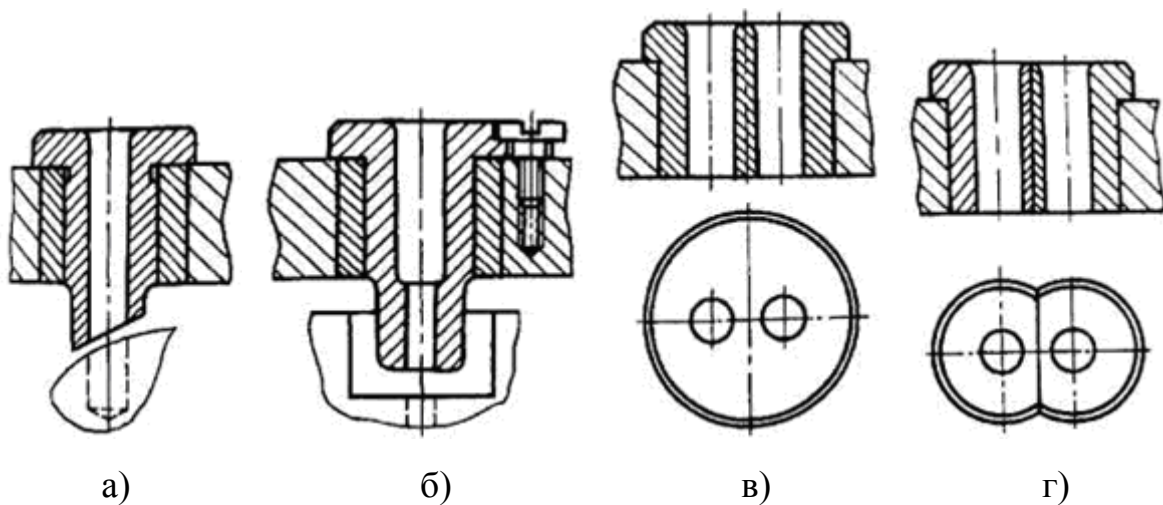


Рисунок 6.2 – Спеціальні кондукторні втулки

Кондукторні втулки, переважно, запресовують у корпус спеціальної конструкції, який називається кондуктор (рис. 6.3). Кондуктори бувають накладні (рис. 6.3, а та в) та пересувні (рис. 6.3, б).

Накладні кондуктори за конструкцією можуть бути орієнтовані по базовому отвору (рис. 6.3, а) і контуру оброблюваної заготовки (рис. 6.3, в). В обох випадках передбачається надійне кріплення накладного кондуктора на заготовку. Ці кондуктори застосовують для свердління отворів у середніх і великих заготовках на радіально-свердильних верстатах.

Пересувні кондуктори (рис. 6.3, б) застосовують при послідовному свердлінні дрібних отворів (діаметром до 5 мм) у невеликих заготовках, які можуть фіксуватися спеціальним гвинтом, на вертикальному одношпindelному свердильному верстаті, що пересувають по столу верстата й утримують рукою від руху під час обробки.

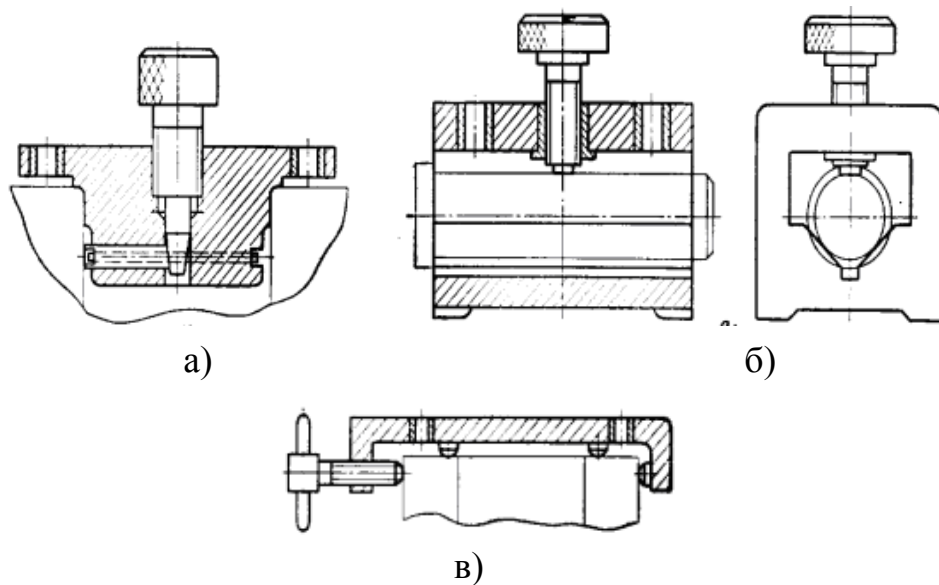


Рисунок 6.3 – Типи кондукторів: а) та б) – накладні; в) – пересувний

Конструкція та розміри кондукторних втулок для свердління стандартизовані. Для виготовлення втулок під час свердління отвору діаметром до 25 мм використовують сталь марок У10А, У12А чи 9ХС (загартування до твердості HRC 62–65); під час свердління отвору діаметром понад 25 мм – сталь марок 20 чи 20Х з цементацією на глибину 0,8–1,2 мм і загартуванням до тієї ж твердості. Орієнтований термін служби кондукторних втулок 10000–15000 свердлінь. Середня інтенсивність зносу кондукторних втулок під час свердління отворів діаметром 10–20 мм на 10 м довжини становить:

- під час обробки сірого чавуну середньої твердості 3–5 мк;
- під час обробки сталі 40 4–6 мк;
- під час обробки алюмінієвих сплавів 1–2 мк.

За цими даними можна більш точно визначити кількість свердлінь через кондукторну втулку, задаючи припустиму величину її зносу.

Допуски на діаметр отвору для проходу свердла й зенкерів установлюють за посадкою F8, а для розверток за посадкою F7 системи валу. При точності розташування осі отвору 0,05 мм і вище допуск на діаметр отвору для проходу свердла призначають за посадкою H. При цьому необхідно попереджати надмірне нагрівання інструмента під час роботи, щоб уникнути його заїдання у втулці. Для підвищення точності напрямку інструмента використовують високі втулки, довжина яких дорівнює кроку гвинтових канавок свердла.

Для визначення граничних розмірів отвору втулок допуски на діаметр інструмента беруть у відповідних стандартах. Допуски на знос кондукторних втулок не розроблені. На практиці вважають межею зносу нижнє відхилення допуску на діаметр отвору, що обробляється. Під час свердління отворів під болти й заклепки величина зносу може бути розширена без впливу на точність з'єднання деталей, що складаються. На деяких підприємствах допуски на знос для цих випадків встановлюють 0,2–0,3 мм.

Для зменшення зносу втулки між її нижнім торцем і поверхнею заготовки залишають зазор e . Тоді стружка не проходить через втулку, а скидається в сторону. Під час свердління чавуна $e = (0,3 \dots 0,5) \cdot d$, під час свердління сталі й інших в'язких матеріалів зазор збільшують до d . У разі зенкування $e = 0,3 \cdot d$.

Поверхні спряження втулок шліфують до шорсткості $Ra = 0,63$. Отвір під інструмент доцільно піддавати більш ретельній обробці $Ra = 0,32$ для підвищення терміну служби втулки.

Копіри

Для обробки фасонних і профільованих поверхонь застосовують пристосування, оснащені копірами. Роль копирів – направляти різальний інструмент щодо заготовки для одержання заданої траєкторії їхнього руху. Обробку з копірами виконують на фрезерних, токарних, стругальних, шліфувальних та інших верстатах.

Найбільш загальним випадком обробки по копіру є фрезерування замкнутого контуру методом кругової подачі. Скріплені заготовка й копір обертаються навколо загальної осі. Відстань між цією віссю та віссю фрези відповідно до профілю копіра змінюється, унаслідок чого виходить потрібний профіль деталі. На рис. 6.4 показано три схеми обробки замкнутого контуру. При обробці за першою схемою (рис. 6.4, а) діаметри ролика 1 і фрези 2 однакові, тому профіль копіра 3 ідентичний профілю обробленої деталі 4. На другій схемі (рис. 6.4, б) діаметр ролика не дорівнює діаметру фрези, тому профіль копіра є еквідистантою профілю деталі. На третій схемі (рис. 6.4, в) профілі копіра та деталі, а також діаметри фрези й ролика є різними, у такому випадку вісь ролика й фрези розташовують на заданій постійній відстані в одній площині.

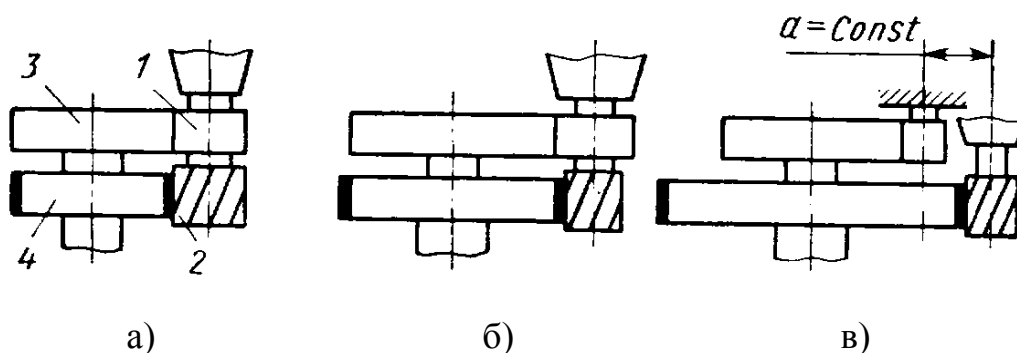


Рисунок 6.4 – Схеми застосування копирів

У розглянутих випадках осі ролика й фрези нерухомі. Заготовка й копір установлені на шпиндель пристосування й обертаються з постійною кутовою швидкістю. Стіл вертикально-фрезерного верстата, на якому виконується обробка, не з'єднана з гвинтом повздовжньої подачі та відтискається в одну сторону вантажем, пружиною чи пневматичним

циліндром. Сила відтиску має бути достатня для того, щоб забезпечити сталість контакту копіра й ролика. За один оберт копіра й заготовки стіл верстата робить один зворотно-поступальний рух. У цьому процесі копір виконує роль кулачка.

Для компенсації зміни діаметра фрези при її заточенні доцільно робити ролик конічної форми (рис. 6.5, а, б), а на копії виконувати відповідний скос. Кут між твірною та віссю ролика $10\text{--}15^\circ$. Після заточення фрези ролик переміщують уздовж осі, тому розмір деталі залишається постійним.

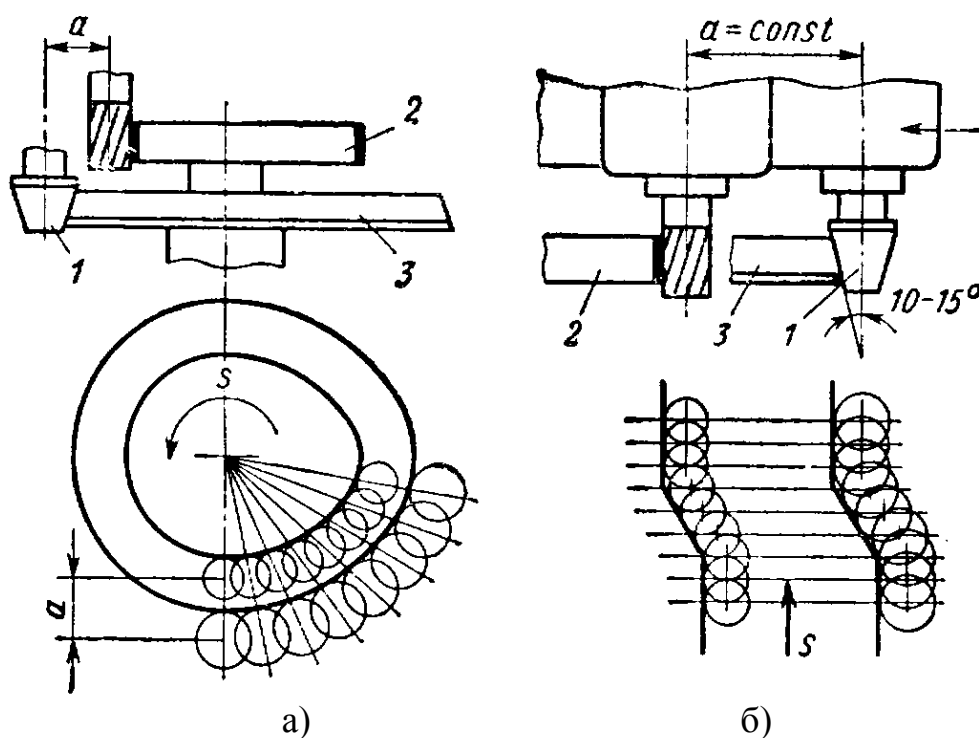


Рисунок 6.5 – Схема компенсації у копірах зміни діаметра фрези при круговій та поступальній подачі: 1 – ролик, 2 – деталь, 3 – копір

Копір і ролик виготовляють з високовуглецевої чи цементованої сталі, обробленої до твердості $HRC\ 58\text{--}62$.

Шаблони

Налагодження установа інструментів на необхідний розмір без допомоги спеціальних пристроїв займає багато часу та може не забезпечити необхідну точність. Для пришвидчення налагодження верстата та підвищення точності обробки до конструкцій пристосувань вводять спеціальні елементи, які дозволяють визначити положення інструментів, що відповідає необхідному технологічному чи конструкторському розміру. Такими елементами є шаблони та установи. Застосування шаблонів характерне для токарних робіт, а установів – для фрезерних. При цьому забезпечується підвищення продуктивності праці, що досягається в результаті зменшення часу на технічне обслуговування верстата в нормі часу на операцію.

На рис. 6.6, (а) зображено приклад установлення двох підрізних різців за шаблоном 1. Такий шаблон може бути знімним відкидним, шарнірно закріпленим. Під час налаштування шаблон ставлять у вихідне положення, а після закріплення різців знімають або відкидають у неробоче положення. Другим прикладом шаблона для установлення різця може слугувати установне кільце 1 (рис. 6.6, б), яке встановлюється на оправку разом з оброблюваною заготовкою 2. Різці підводять дотично до шаблона – кільця 1.

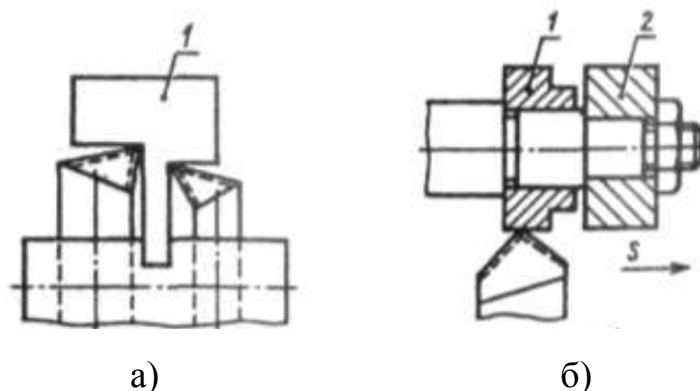


Рисунок 6.6 – Типи шаблонів

Установи

Установи отримали широке розповсюдження в конструкціях пристосувань для налагодження на розмір фрез. На рис. 6.7 зображено установ, що дозволяє здійснити установлення фрези 3 в горизонтальному та вертикальному положенні відносно установних поверхонь верстата або пристосування по двох пластинках 2, закріплених на установі 1.

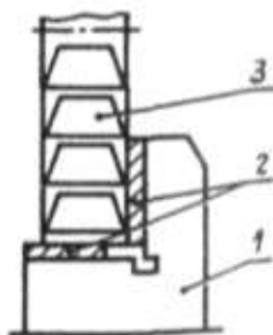


Рисунок 6.7 – Установ

Установи розміщуються на пристосуваннях так, щоб вони не заважали установленню та обробленню заготовок, але при цьому були вільно доступні інструментам.

На рис. 6.8 зображено конструкції установів:

- висотний – для установлення фрези в одному напрямі (рис. 6.8, а);
- кутовий – для установлення фрези у двох напрямках (рис. 6.8, б).

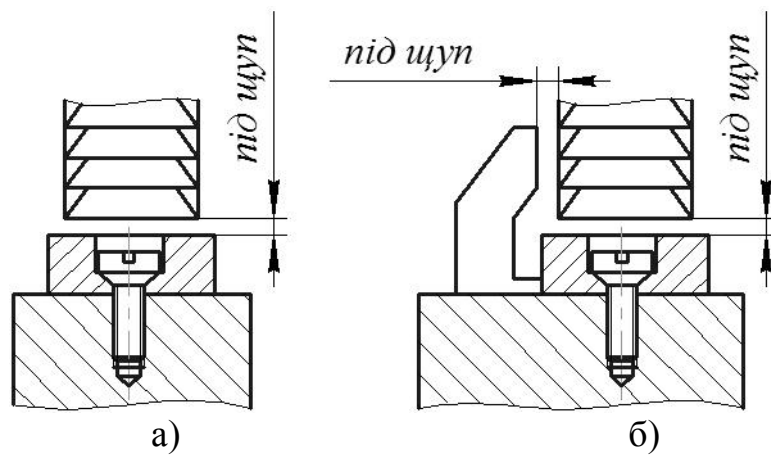


Рисунок 6.8 – Типи установів: а) висотний; б) кутовий

У процесі налагодження верстата між установом та фрезою застосовують щуп, який має щільно, але без защемлення, входити в зазор. Безпосередній дотик фрези з установом недопустимий, оскільки необхідно уникнути його пошкодження як у момент налагодження, так і під час механічної обробки заготовки.

Для виготовлення установів застосовують матеріали сталі У7А або 20Х з термообробкою до твердості HRC 55-60.

6.2 Поворотні, ділильні та виштовхуючі пристрої

Поворотні та ділильні пристрої застосовують в багатопозиційних пристосуваннях для надання оброблюваній заготовці різних положень щодо інструмента. Ділильний пристрій складається з диска, закріпленого на поворотній частині пристосування, і фіксатора, що забезпечує незмінність вибраного положення диска.

За способом використання на верстатах ділильні та поворотні пристрої поділяються на накладні (з'ємні), що встановлюються на столі верстата, та стаціонарні, що вбудовані у верстат і є одним із його вузлів.

Накладні поворотні пристрої можуть обертатися навколо вертикальної (рис. 6.9, а), горизонтальної (рис. 6.9, б) або нахиленої (рис. 6.9, в) осі.

У дрібносерійному виробництві застосовують поворотні та ділильні пристрої з ручним керуванням. Їхня конструкція може бути з горизонтальною або вертикальною віссю повороту. У серійному виробництві використовують пристрої з керуванням від пневмоциліндра. У крупносерійному виробництві використовують багатошпindelні ділильні пристрої, що дозволяють значно підвищувати продуктивність праці. У масовому виробництві знаходять застосування ділильні механізми автоматичної дії або з керуванням від переміщення стола верстата.

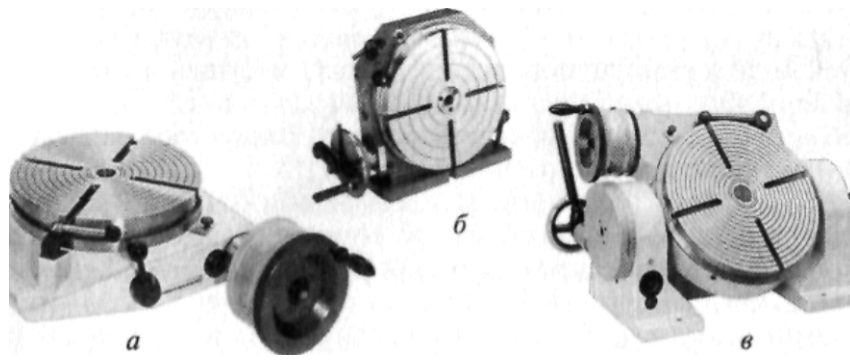
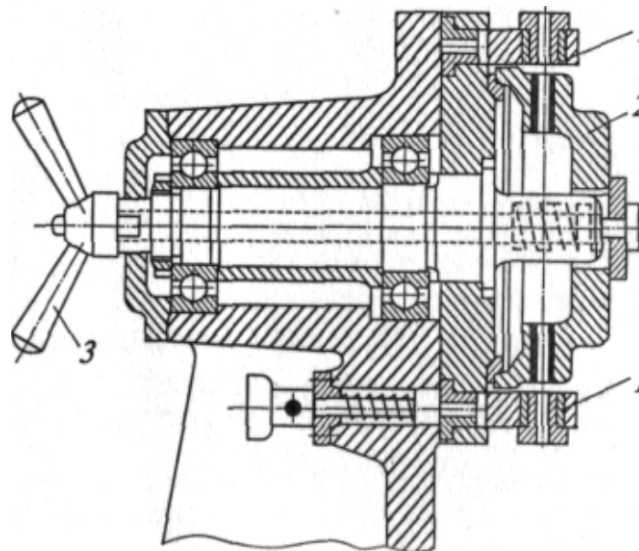


Рисунок 6.9 – Накладні поворотні пристрої

Пристрої також можуть бути поворотно-ділильними для періодичного переміщення установлених на них заготовок з однієї позиції на іншу з точною фіксацією кожної позиції, що забезпечує обробку за декілька технологічних переходів. Число позицій планшайби ділильно-поворотного столу становить 2–12, та, як правило, одна з позицій є холостою для розвантаження оброблених деталей.

На рис. 6.10 показано поворотно-ділильний пристрій з горизонтальною віссю обертання. У зображеному пристрої заготовка 2 за допомогою кондукторної втулки 1 може бути оброблена на вертикально-свердильному верстаті на одній операції з двох установів. Після свердління отвору на першому установі за допомогою рукоятки 3 виконується обертання на 180° для виконання свердління на другому установі.



Рисунку 6.10 – Поворотно-ділильний пристрій

В автоматичних пристосуваннях обертання й фіксація їхньої поворотної частини здійснюються без участі робітника. Застосовують механічні, пневматичні, гідравлічні й пневмогідравлічні пристрої повороту. Механічні пристрої мають мальтійські, кулачкові, черв'ячні й рейкові механізми.

У поворотних та ділільних пристроях для точного установлення вихідної ланки механізму позиціонування та для запобігання його зміщення під дією сил у процесі механічної обробки застосовують фіксатори.

Конструкції фіксаторів бувають різних типів (рис. 6.11). Кульковий фіксатор (рис. 6.11, а) найбільш простий, але не забезпечує точний розподіл і не сприймає момент сили обробки. Його поворотна частина на подальший розподіл переводиться вручну до характерного клацання при западанні кульки в наступне поглиблення.

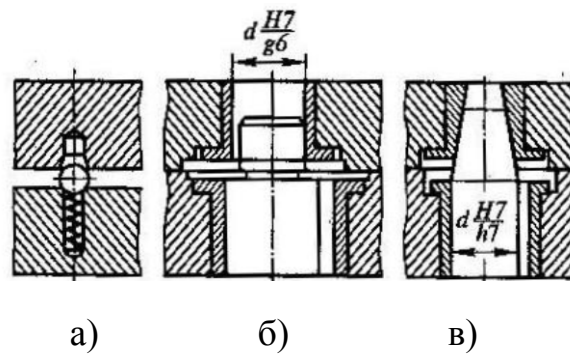


Рисунок 6.11 – Типи конструкцій фіксаторів

Фіксатор з витяжним циліндричним пальцем (рис. 6.11, б) може сприймати момент від сил різання, проте не забезпечує високу точність розподілу через зазори в рухомих з'єднаннях. Велику точність забезпечують фіксатори (рис. 6.11, в) з конічною частиною витяжного пальця (кут конуса $\alpha = 15^\circ$).

На рис. 6.12 зображено конструкцію витяжного фіксатора ділільного пристрою пристосування.

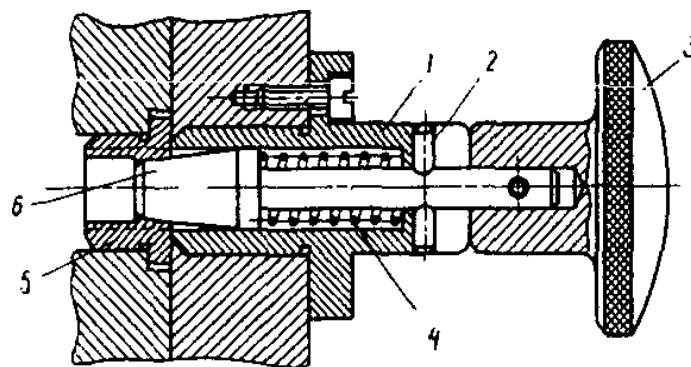


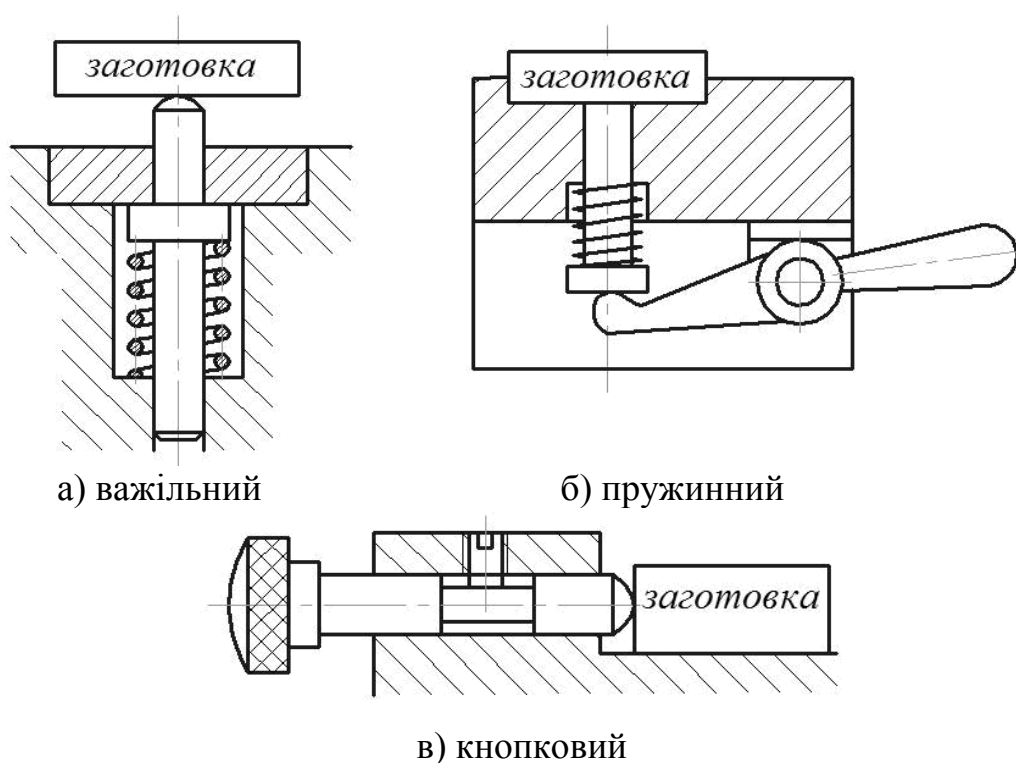
Рисунок 6.12 – Витяжний фіксатор ділільного пристрою пристосування

Фіксація потрібного положення пристрою відбувається в результаті встановлення конічної частини витяжного пальця 6 фіксатора у втулку 5 під дією пружини 4, що розміщена в корпусі 1. Установлення у крайнє положення витяжного пальця обмежується штифтом 2 та здійснюється рукояткою 3.

У точних ділільних пристроях фіксатори розвантажують від дії моменту й поворотну частину пристосування притискають до нерухої спеціальними пристроями, що підвищує термін служби фіксаторів і жорсткість системи. Для зменшення зносу палець і втулку фіксатора виконують із загартованої сталі з твердістю HRCэ 56...61.

Довговічність ділільного механізму можна підвищити, наприклад, застосуванням подвійної фіксації столу – попереднього й остаточного. Перше досягається мальтійським механізмом, а друге – циліндричними фіксаторами. Мальтійський механізм сприймає в кінці повороту інерційні моменти, забезпечуючи сприятливі умови роботи другому фіксатору.

Для швидкого та зручного видалення обробленої заготовки з пристосування часто використовують виштовхувачі (рис. 6.13).



Рисунку 6.13 – Виштовхувачі

Виштовхувачі можуть бути ручного або автоматичного типу. Їхнє застосування підвищує продуктивність праці та створює зручність у роботі з пристосуванням.

7 ПРИСТОСУВАННЯ

7.1 Класифікація пристосувань

Основним різновидом технологічної оснастки є пристосування. Використання пристосувань сприяє підвищенню точності й продуктивності обробки та складання виробів, продуктивності контролю деталей, забезпечує механізацію та автоматизацію технологічних процесів, зниження кваліфікації робіт, розширення технологічних можливостей устаткування, підвищення безпеки робіт.

Запозичення відомих технічних рішень при створенні оснащення – основний принцип при оснащенні пристосуваннями технології виготовлення виробу. Це зумовлено високою питомою вагою витрат, пов'язаних з технологічним оснащенням, у собівартості продукції, оскільки проектування та виробництво оснащення містить індивідуальний характер і залежить від конкретних конструктивно-технологічних параметрів кожного оброблюваного виробу.

У машинобудівному виробництві пристосування поділяють на декілька груп залежно від цільового призначення, спеціалізації та ступеня механізації й автоматизації.

За цільовим призначенням пристосування поділяють на такі групи.

1. Верстатні для установаження та закріплення оброблюваних заготовок. Ці пристосування поділяються на свердлильні, фрезерні, розточувальні, токарні та ін. До них належать також пристосування спеціального призначення (для згинання, рихтування та інших операцій).

2. Верстатні для установаження й закріплення робочого інструмента: патрони для свердл, розверток, мітчиків, багатошпиндельні фрезерні й свердлильні головки, інструментальні державки для токарно-револьверних верстатів та інші пристрої.

3. Складальні, що використовуються для з'єднання деталей у виробі. Застосовують різні типи пристосувань: для кріплення базових деталей виробу, для забезпечення правильного установаження елементів виробу, що сполучаються, для попередньої деформації встановлюваних пружних елементів (пружин, розрізних кілець), а також для запресування, клепання, розвальцьовування та інших операцій, якщо при складанні потрібні значні зусилля.

4. Контрольні, що використовуються для перевірки заготовок, при проміжному й остаточному контролі деталей та під час складання машин.

5. Пристосування для захвату, переміщення й перевертання важких, а в автоматизованому виробництві й легких заготовок, деталей і виробів.

За ступенем спеціалізації пристосування поділяють на універсальні, переналагоджувані та спеціальні.

1. Універсальні пристосування (УП) використовують в одиничному й дрібносерійному виробництві, поділяють на стандартні та спеціальні. Стандартні УП виготовляють централізовано. До них належать машинні лещата, патрони, ділильні головки, поворотні столи, планшайби та ін., які застосовують для обробки деталей широкої номенклатури й різних розмірів. Спеціальні УП виконують для деталей певного типу, але різних розмірів. УП можуть бути безналагоджувальні (трикулачкові патрони) і налагоджувальні (ділильні головки).

2. Переналагоджувані пристосування застосовують у дрібносерійному й середньосерійному виробництві. До них належать: універсально-складальні (УСП) і збірно-розбірні (СРП), які складаються з набору нормалізованих деталей і вузлів, що допускають багатократну переконфонування зібраних конструкцій; універсально-налагоджувальні (УНП) зі змінними налагодками, що дозволяють обробляти деталі різних найменувань; групові переналагоджувані для обробки певної групи деталей.

3. Спеціальні пристосування (СП) призначені для виконання окремих технологічних операцій. Вони є переналагоджуваними пристосуваннями одноцільового призначення й використовуються в масовому виробництві при постійному закріпленні операцій на робочих місцях. У серійному виробництві часто застосовують групові переналагоджувальні СП. Також СП трудомісткі й дуже вартісні у виготовленні, оскільки через широку різноманітність конструкцій їх виготовляють методами одиничного виробництва.

За ступенем механізації та автоматизації пристосування поділяють на ручні, механізовані, напівавтоматичні й автоматичні.

7.2 Верстатні пристосування

Верстатним називається пристосування, яке входить до складу оброблювальної технологічної системи та призначене для установаження заготовки під час виконання операції механічної обробки на верстаті. Верстатні пристосування становлять значну частину номенклатури пристосувань у сучасному механоскладальному виробництві. За рахунок використання верстатних пристосувань під час оброблення деталей усувається розмітка заготовок і вивіряння їх при установаженні на верстатах, підвищується продуктивність праці, розширюються технологічні можливості устаткування, знижується собівартість продукції, покращуються умови й безпека праці робітника, з'являються можливості створення багатостанкового обслуговування та застосування технічно обґрунтованих норм часу. Орієнтування заготовок і деталей здійснюється автоматично за рахунок контакту їхніх базових поверхонь з установними елементами пристосувань. При цьому забезпечуються задані розміри та підвищується точність обробки.

Застосовуючи пристосування можна скоротити основний технологічний час за рахунок поєднання обробки декількох заготовок і різних поверхонь однієї заготовки, збільшення числа одночасно працюючих інструментів, підвищення параметрів режиму обробки. Також скорочується допоміжний час за рахунок автоматичної орієнтації заготовок, скорочення часу на їхнє закріплення, поєднання допоміжного часу з основним, усунення витрат часу на перевірку положення заготовок при установленні, використання в конструкціях швидкодійних ручних, механізованих й автоматизованих затискних пристроїв, автоматичних завантажувальних пристроїв, поворотних пристроїв та ін.

Від якості пристосування, переважно, залежить ефективність технологічних процесів виготовлення деталей. Жорсткість пристосування впливає на жорсткість всієї технологічної системи.

Використовуючи пристосування на типовому металорізальному устаткуванні можна виготовляти деталі з важкооброблюваних конструкційних матеріалів. За допомогою пристосувань, що розширюють технологічні можливості верстатів, можна здійснювати закріплення інструментів, використання яких на такому верстаті не передбачено, і забезпечити додаткові переміщення оброблюваної заготовки та інструмента. При цьому можливе кріплення заготовок та інструментів на непризначених для цих цілей поверхнях верстата, підвищується точність положення та переміщення інструмента, стають можливими види обробки, для яких такий верстат не призначений.

Зважаючи на різноманіття технологічних процесів, конструктивних форм і розмірів деталей, що виготовляються, типів верстатів й інших чинників номенклатура пристосувань може бути достатньо різноманітна. Не дивлячись на великі відмінності в конструктивному оформленні, пристосування мають практично однакову структуру, куди входять різні елементи, механізми й деталі, зокрема:

- *установні елементи* (опори) слугують для орієнтації заготовки в просторі та її базування під час обробки;

- *затискні елементи й пристрої* пристосувань призначені для забезпечення надійного контакту базових поверхонь заготовок з установними елементами пристосувань і запобігання зсуву заготовки під час обробки;

- *силові приводи* пристосувань забезпечують дію затискних елементів на закріплювану заготовку із заданою силою і в певному напрямі;

- *корпуси* пристосувань є базовими найвідповідальнішими елементами пристосувань, за допомогою яких усі деталі та пристрої пристосувань об'єднуються в єдине ціле;

- *допоміжні пристрої та елементи* слугують для розширення технологічних можливостей, підвищення швидкодії пристосувань, зручності керування ними та обслуговування. До допоміжних належать поворотні й ділильні пристрої з дисками та фіксаторами, різні виштовхувальні пристрої

(виштовхувачі), швидкодійні клеми й відкидні гвинти для кріплення відкидних елементів пристосувань, підйомні механізми тощо.

Технічні вимоги до пристосувань зумовлені їх службовим призначенням. Оскільки пристосування призначене для базування об'єкта, то висуваються вимоги, які можна розділити на три групи:

1. Точність установних елементів пристосування, що створюють комплект баз для базування об'єкта й комплект баз, якими встановлюється саме пристосування.

2. Точність відносного розташування комплектів баз.

3. Точність розміщення напрямних втулок, кінематичних елементів та їхнього відносного розташування.

Крім того, пристосування повинне мати необхідну міцність, жорсткість, зносостійкість і теплостійкість.

Схема верстатного пристосування, переважно, визначається прийнятою побудовою операції обробки. Тому ознаки класифікації верстатних операцій можуть бути використані для побудови схем пристосувань. Розрізняють такі основні ознаки верстатних пристосувань.

1. За числом встановлюваних заготовок: одно- і багатомісні пристосування. Ознака впливає на компоновку і конструкцію пристосування.

2. За числом використовуваних інструментів: одно- і багатоінструментальні пристосування. При одночасному використанні декількох інструментів потрібне посилене закріплення заготовки та розширення робочої зони для їхньої розміщення. За одноразовим використанням декількох інструментів пристосування можна поділити на одно- і багато-бічні.

3. За порядком застосування інструментів і розташування заготовок: пристосування для послідовної, паралельної та паралельно-послідовної обробок. Ця ознака може впливати на компоновальні й конструкційні рішення під час розміщення установних, затискних і поворотних елементів.

4. За числом позицій, що займає заготовка відносно інструмента: одно- і багатопозиційні. Багатопозиційні пристосування можуть бути використані для послідовного виконання технологічних переходів і для паралельної обробки, коли на різних позиціях поєднуються в часі обробка з установленням і зняттям заготовки.

5. За ступенем безперервності обробки: пристосування для дискретної та для безперервної обробки. Під час безперервної обробки установлення й зняття заготовок відбувається без зупинки верстата, а витрачений на це час перекривається основним часом.

6. За участі людини в обслуговуванні пристосувань: ручні, механізовані, напівавтоматичні і автоматичні.

Поєднуючи розглянуті ознаки, можна одержати велику кількість різних схем пристосувань. Перехід від одномісних, одноінструментальних пристосувань послідовної дії до багатомісних, багатоінструментальних пристосувань з паралельним виконанням переходів і пристосувань багатопозиційного типу дозволяє на одному і тому ж верстаті значно підвищити

продуктивність обробки заготовок. Концентруючи обробку, можна скоротити число операцій, зменшити число верстатів і виробничі площі. Використання пристосувань автоматичного типу замінює робочу силу й дозволяє автоматизувати виробництво на базі дешевих універсальних верстатів.

7.2.1 Пристосування для токарних верстатів

Усі пристосування для токарних верстатів можуть бути класифіковані за такими основними ознаками: конструкція; розміри обладнання, розміри заготовок, необхідна точність обробки з використанням пристосування.

За конструктивною ознакою (залежно від способу установлення та закріплення заготовок) токарні пристосування поділяють на такі групи: кулачкові, повідкові, цангові й мембранні патрони, токарні центри, токарні оправки, що базується в конус шпинделя, люнети, планшайби.

Кулачкові патрони в основному бувають дво-, три- і чотирикулкові.

У двокулачковий самоцентрувальний патрон закріплюють різні фасонні вилки й поковки, причому кулачки таких патронів часто призначені для закріплення заготовки тільки одного типорозміру.

На рис. 7.1 зображено автоматизований двокулачковий патрон, який кріпиться на шпинделі за допомогою планшайби 1, до якої чотири гвинтами 15 прикріплений корпус 2 патрона. Повзуни 4, пов'язані з кулачками патрона, переміщуються в пазах корпусу. Патрон працює від пневмоциліндра, закріпленого на задньому кінці шпинделя. Заготовка затискається в той момент, коли повзун 16, переміщуючись уліво, повертає важіль 3 навколо осей 13, зрушуючи кулачки 8 до центра. Для зняття обробленої деталі повзун 14 переміщується вправо. Змінні кулачки 8 попередньо регулюють на заданий розмір заготовки вручну гвинтом 5.

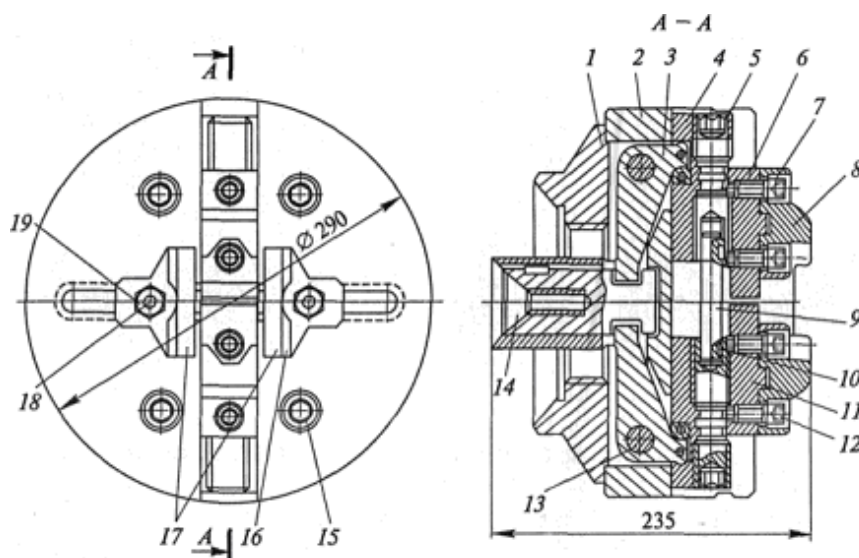


Рисунок 7.1 – Автоматизований двокулачковий патрон:

- 1 – планшайба; 2 – корпус; 3 – важіль; 4, 14, 16 – повзуни;
- 5 – регулювальний гвинт; 6, 11 – основа; 7, 12, 15, 18 – гвинти;
- 8 – змінний кулачок; 9 – стержень; 10 – шпонка; 13 – вісь;
- 17 – упори; 19 – гайка

Залежно від розмірів і форми заготовок у патрон установлюють змінні кулачки 8 на виступи основ 6 та 11 і прикріплюють гвинтами 7 та 12. Упори 17 пересуваються в Т-подібних пазах корпусу. Їх установлюють за розміром заготовки та фіксують гвинтами 18 і гайками 19. Стержень 9 за допомогою шпонок 10 забезпечує одночасне переміщення кулачків при налагодженні патрона.

Найбільшого розповсюдження отримали трикулачкові самоцентрувальні патрони, які використовують під час обробки заготовок круглої й шестигранної форм або круглих прутків великого діаметра. На рис. 7.2 зображено трикулачковий самоцентрувальний патрон, призначений для базування й закріплення заготовок типів вал і диск під час обробки на токарних верстатах, у тому числі, з ЧПК.

Зображений патрон складається з корпусу 7, основних 1 і накладних 3 кулачків, змінної вставки 6 з плаваючим центром 5 і ексцентриків 2, у кільцевій пази яких входять штифти 13. Швидке затискання і розтискання накладних кулачків при їхній переналадці здійснюється тягами 4 через ексцентрики 2. Для обробки заготовок типу вал у патрон установлюють змінну вставку 6 з плаваючим центром 5 і виточкою по зовнішньому діаметру. Заготовку розміщують у центрах (у центрі 5 та задньому центрі верстата) і затискають плаваючими кулачками за допомогою втулки 8 з клиновими замками, яка з'єднана з приводом, закріпленим на задньому кінці шпинделя верстата. Розтискання виконується за допомогою фланця 11.

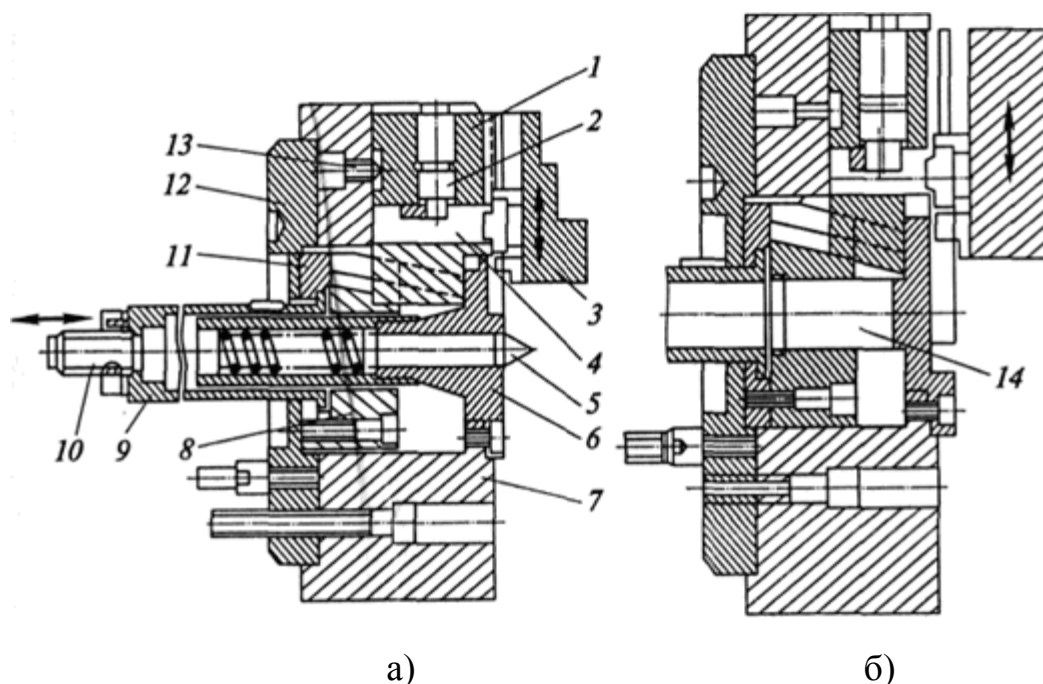


Рисунок 7.2 – Самоцентрувальний трикулачковий клиновий патрон для обробки заготовок типу вал (а) та диск (б): 1 – основний кулачок; 2 – ексцентрик; 3 – накладний кулачок; 4 – тяга; 5 – плаваючий центр; 6 – змінна вставка; 7 – корпус; 8 – втулка з клиновими замками; 9 – втулка; 10 – гвинт; 11, 12 – фланці; 13 – штифт; 14 – вставка

У чотирикулачковому патроні (рис. 7.3) закріплюють прутки квадратного перерізу, а в патронах з індивідуальним регулюванням кулачків – заготовки прямокутної або несиметричної форми.

У корпусі 1 чотирикулачкового патрона виконані чотири паза, у кожному з яких змонтований кулачок 4 з гвинтом 3 для незалежного переміщення кулачків у радіальному напрямку. Від осевого зсуву гвинт 3 утримується вставкою 2. Кулачки можуть бути повернені на 180° для закріплення заготовок по внутрішній або зовнішній поверхні. На передній поверхні патрона нанесені концентричні насічки (відстань між ними становить 10–15 мм), які дозволяють виставити кулачки на однаковій відстані від центра патрона.

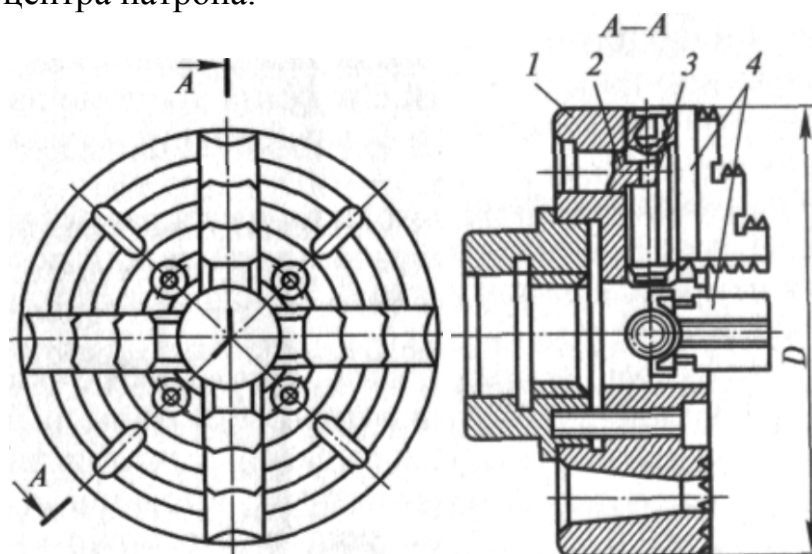


Рисунок 7.3 – Чотирикулачковий самоцентрувальний патрон:
1 – корпус; 2 – вставка; 3 – гвинт; 4 – кулачок; D – діаметр патрона

Кулачкові патрони виконуються з ручним або механізованим приводом затискних механізмів. Застосування автоматизованого патрона скорочує час на закріплення заготовки й відкріплення обробленої деталі порівняно з ручним механізмом на 70–80%, що значно полегшує працю робітника.

Токарні центри (рис. 7.4) використовують під час обробки заготовок різної форми й розмірів. Кут при вершині робочої частини 1 центра (рис. 7.4, а), як правило, дорівнює 60° . Діаметр опорної частини 3 менший за діаметр конусної хвостової частини 2. Це дозволяє виймати центр з гнізда без пошкодження конічної поверхні хвостової частини заготовки.

Центр (рис. 7.4, б) слугує для установлення заготовок діаметром до 4 мм. У таких заготовок замість центрових отворів є зовнішні заглиблення – конічні поверхні з кутом при вершині 60° , у які входить внутрішній конус центра, що називається зворотнім. Якщо необхідно підрізати торець

заготовки, застосовують зрізаний центр (рис. 7.4, в), який встановлюють тільки в піноль задньої бабки. Центр зі сферичною робочою частиною (рис. 7.4, г) використовують у тих випадках, коли потрібно обробити заготовку, вісь якої не збігається з віссю обертання шпинделя верстата. Центр з рифленою робочою поверхнею робочої частини (рис. 7.4, д) призначений для обробки заготовок з великим центровим отвором.

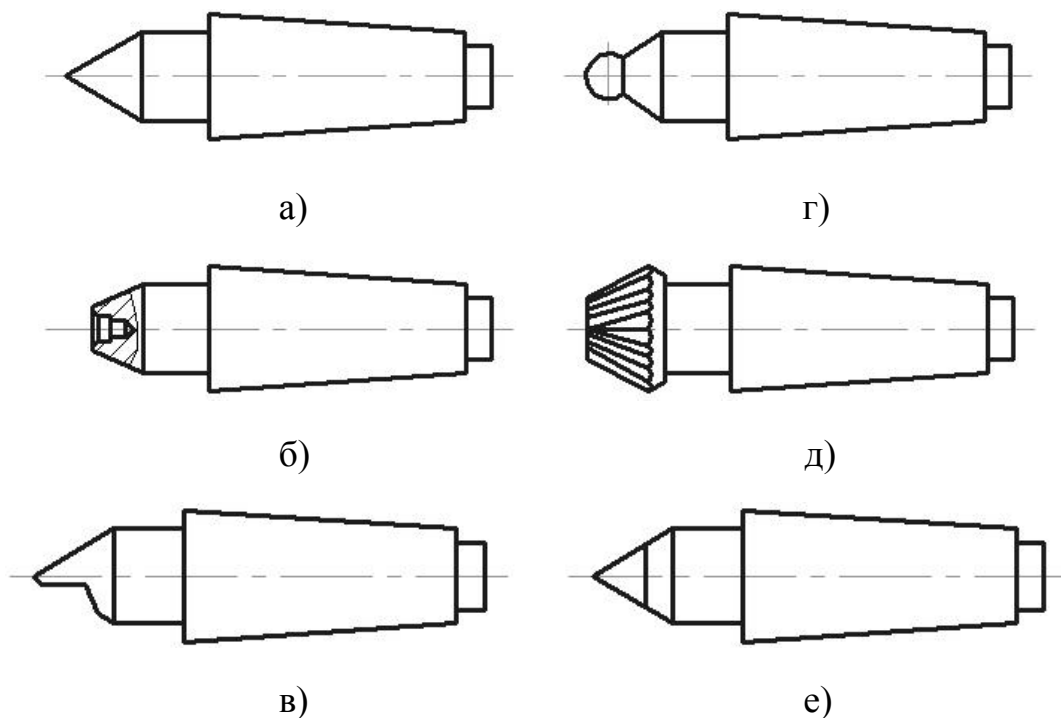


Рисунок 7.4 – Токарні центри різних типів

У процесі обробки заготовки в центрах передній центр обертається разом з нею і слугує тільки опорою, а задній центр при цьому нерухомий. Унаслідок нагрівання під час обертання він втрачає твердість та інтенсивно зношується. Тому задній центр виготовляють з вуглецевої сталі з твердосплавної робочою частиною.

Повідкові патрони. Токарні центри працюють разом з повідковими самозатискними патронами, які призначені для базування й передачі крутного моменту заготовкам типу вал, що встановлюються в центрах токарних верстатів, у тому числі, із ЧПК.

На рис. 7.5 зображено повідковий самозатискний патрон, що встановлюється в передню бабку токарного верстата. При контакті заготовки з пінолем задньої бабки підпружинений плаваючий центр 2 повідкового патрона зміщується вліво і торець заготовки з попереднім натягом встановлюється на базувальний торець рухомого корпусу 4. При подальшому русі пінолю корпус 4 переміщується в осьовому напрямку, стискаючи

зворотню пружину 5, і повертається за годинниковою стрілкою по гвинтовому пазу щодо встановленої в корпусі 6 циліндричної шпонки із зубчастими секторами 8.

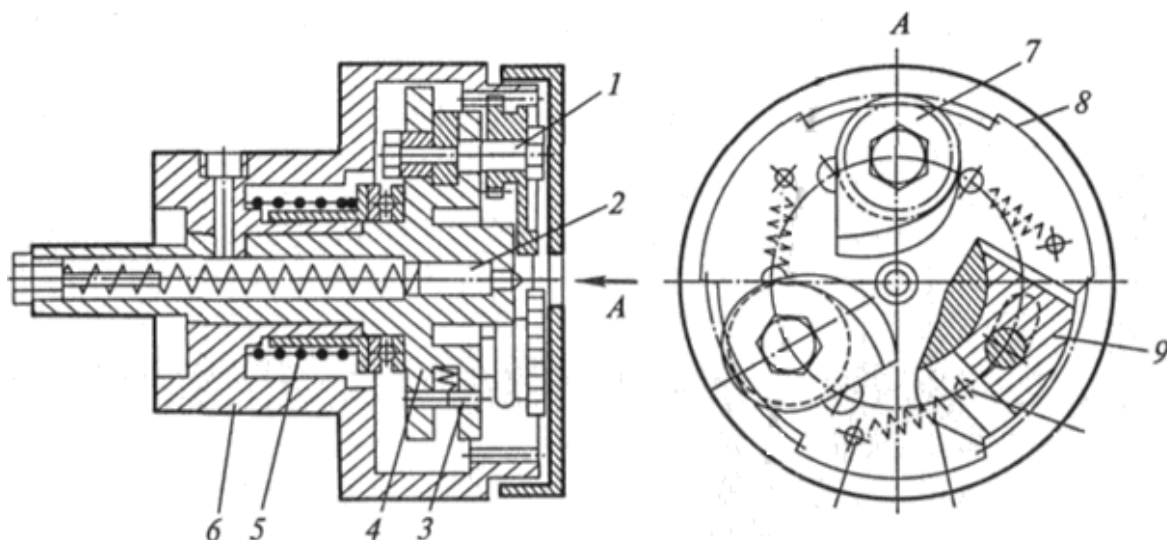


Рисунок 7.5 – Повідковий самозатискний патрон: 1 – вісь; 2 – плаваючий центр; 3 – круговий паз; 4 – рухомий корпус; 5 – поворотна пружина; 6 – корпус; 7 – зубчасте колесо-кулачок; 8 – зубчастий сектор; 9 – вставка; 10, 12 – штифти; 11 – пружина

Вінець корпусу 4 виконаний з круговим пазом 3, у якому встановлені вставки 9 із закріпленими на них осями 1. При повороті корпусу 4 зубчасті колеса-кулачки 7, що встановлені на осях 1 і входять у зачеплення із зубчастим сектором 8, повертаються проти годинникової стрілки до контакту із заготовкою із зусиллям натягу, створюваного пружинами 11, закріпленими на штифтах 10 і 12 у корпусі 4 та вставках 9. Після фіксації кулачків 7 на поверхні заготовки подальший поворот кулачків припиняється. Це усуває можливість зсуву заготовки з плаваючого центра. При подальшому повороті корпусу 4 до упору в корпус 6 вставки 9 (з осями 1 і кулачками 7) переміщуються в пазу корпусу 4, розтягуючи пружини 11. При цьому корпус 4, кулачок 7, заготовка й захисний кожух переміщуються в осьовому напрямку. Закріплення заготовки здійснюється одночасним базуванням на плаваючий центр і нерухомий торець корпусу 6.

На рис. 7.6 зображено універсальний повідковий патрон. У патроні в отворі корпусу 4 хвостовика встановлено плаваючий центр 9 і пружина 2, розташована між різьбовими втулками 5 і 7. У задній торець центру встановлена штанга 3. Корпус 11 патрона має виточку під диск 10, у якому закріплені через 120° три нерухомих пальці 6.

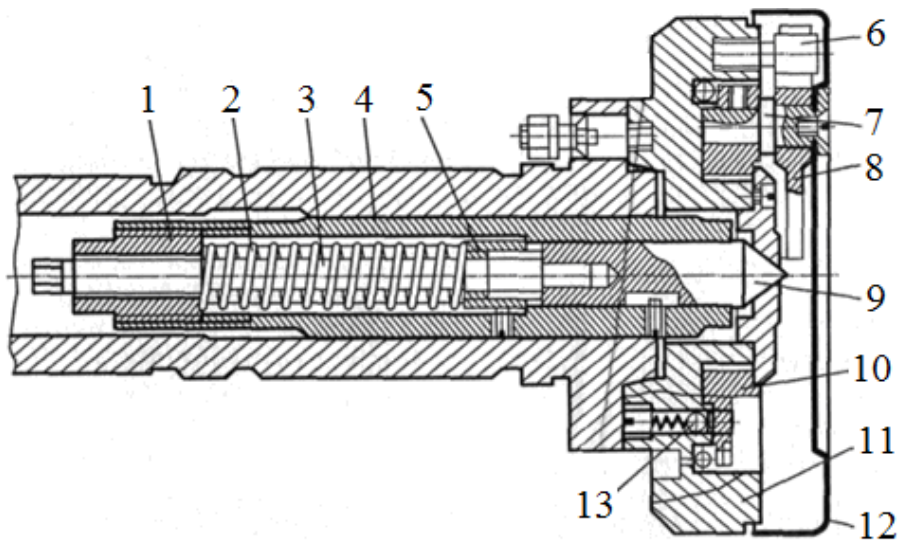


Рисунок 7.6 – Універсальний повідковий патрон:
 1, 5 – різбові втулки; 2 – пружина; 3 – штанга; 4 – корпус хвостовика;
 6 – нерухомий палець; 7 – палець для кріплення кулачка 8;
 9 – плаваючий центр; 10 – диск; 11 – корпус патрона;
 12 – поворотний кожух; 13 – фіксатор

На диску встановлені також три пальці 7, на яких закріплюють змінні ексцентрикові кулачки 8 із зубчастими поверхнями й поворотний кожух 12. Диск 10, повертаючись, захоплює за собою кулачки, які пазами охоплюють нерухомі пальці 6 і, переміщуючись разом з диском, повертаються відносно пальців 7, у результаті чого кулачки рівномірно затискають заготовку, передаючи їй крутний момент. При повороті кожуха проти годинникової стрілки кулачки розкриваються й фіксуються підпружиненим фіксатором 13.

Хомутики (рис. 7.7) призначені для передачі обертання заготовки, встановленої в центрах токарного верстата.

Як правило, хомутик надягають на заготовку й закріплюють гвинтом (рис. 7.7, а), при цьому хомутик своїм хвостовиком опирається в палець диска приводу.

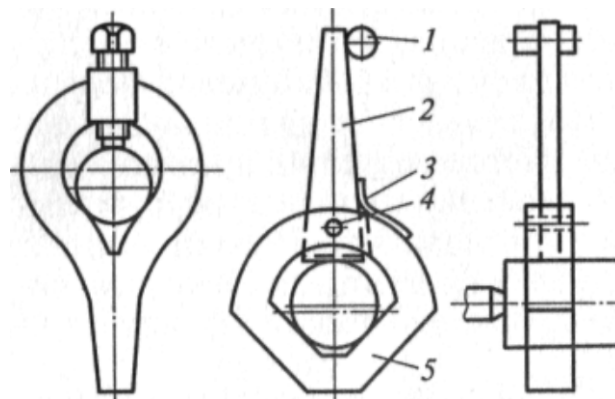


Рисунок 7.7 – Звичайний (а) та самозатягувальний (б) токарні хомутики:
 1 – палець-поводок; 2 – хвостовик; 3 – пружина; 4 – вісь; 5 – корпус

Більш зручним у роботі є самозатягувальний хомутик (див. рис. 7.7, б), хвостовик 2 якого рухомо закріплений у корпусі 5 на осі 4. Нижня частина хвостовика 2, обернена до заготовки, виконана ексцентрично відносно осі 4 і має насічку. Для встановлення хомутика на заготовку хвостовик нахилиють у сторону пружини 3, яка створює попередню силу закріплення. Остаточне закріплення заготовки забезпечує палець-поводок 1 патрона під час обробки.

Люнети застосовують як додаткові опори при закріпленні заготовок, у яких довжина виступаючої з патрона частини становить 12–15 діаметрів і більше. Люнети поділяються на нерухомі та рухомі (рис. 7.8).

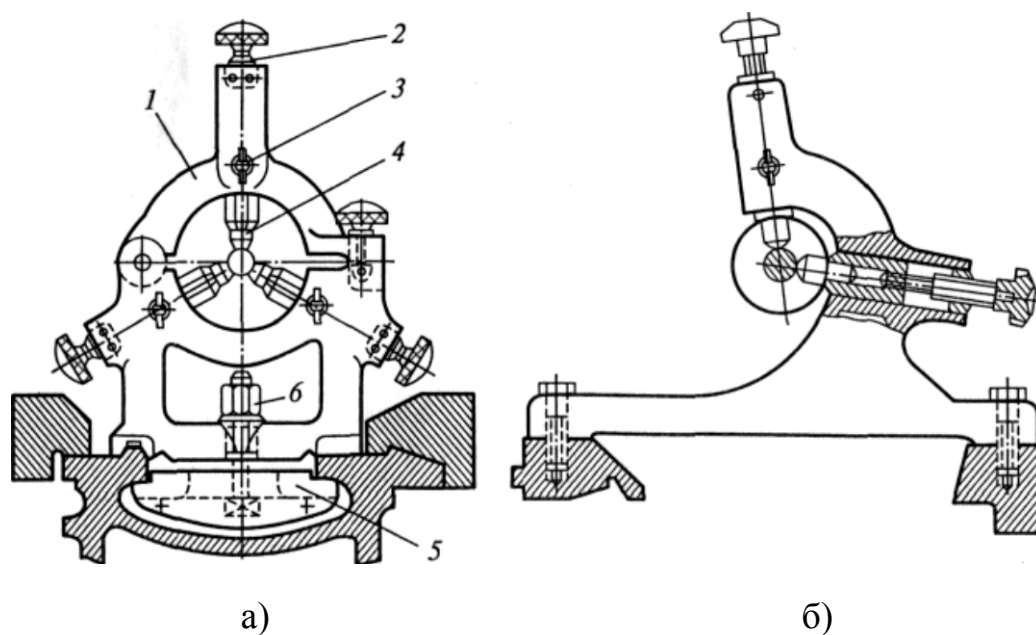


Рисунок 7.8 – Люнети нерухомий (а) та рухомий (б):

1 – відкидна частина; 2 – гвинт; 3 – болт;
4 – кулачки; 5 – планка; 6 – гайка

Нерухомий люнет (рис. 7.8, а) встановлюють на напрямних станини верстата й кріплять планкою 5 за допомогою болта та гайки 6. Верхня частина 1 нерухомого люнета відкидна, що дозволяє знімати й встановлювати заготовки на кулачки або ролики 4 люнета. Вони слугують опорою для заготовки й підтискаються до неї гвинтами 2. Після встановлення заготовки гвинти 2 фіксуються болтами 3. На заготовці в місцях контакту з роликами люнета проточують канавку.

Рухомий люнет (рис. 7.8, б) кріпиться на каретці супорта й переміщується під час обробки вздовж заготовки. Рухомий люнет має два кулачки, які слугують опорами для заготовки. Третьою опорою є різець.

Планшайби. Для виконання токарних операцій обробки поверхонь корпусних деталей використовують планшайби. Вони відрізняються конструкціями, зовнішніми діаметрами, числом пазів для кріплення, розмірами й розташуванням центральних елементів.

На рис. 7.9 зображена конструкція уніфікованої переналагоджуваної токарної планшайби багаторазового застосування, призначеної для токарної обробки заготовок невеликих та середніх розмірів.

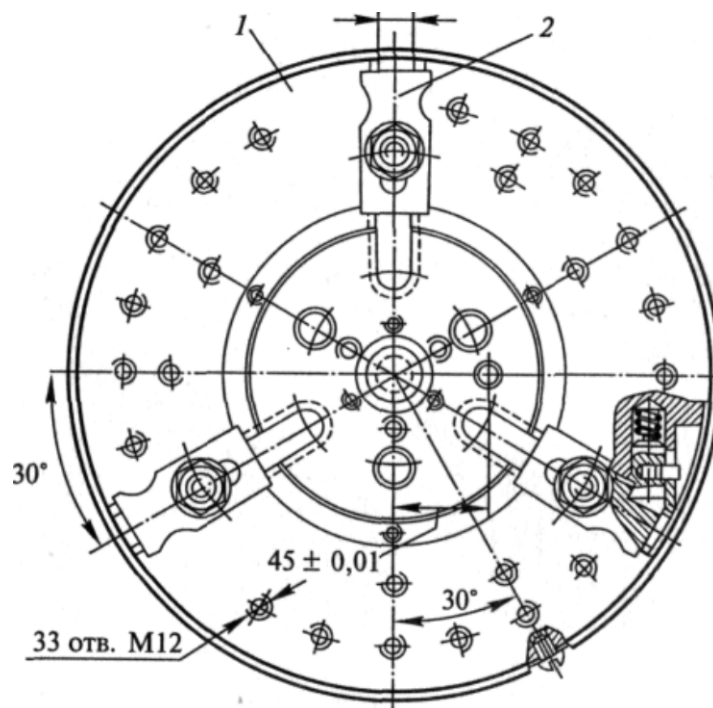


Рисунок 7.9 – Токарна планшайба: 1 – додатковий диск; 2 – прихват

Пристрій складається з диска, який встановлюється на шпиндель верстата, і додаткового диска 1, прикріпленого до корпусу болтами. Три прихвата 2 пересуваються по пазах диска 7 на вставках. Заготовка встановлюється на змінній площині, закріплюється вручну прихватами або прихватами з регульованою опорою, що встановлюються в один з отворів. В окремих випадках використовується центральний затискач.

Іноді заготовку встановлюють безпосередньо на диск. Під час виконання робіт, пов'язаних з високими вимогами до співвісності оброблених поверхонь, диск пристосування можна вивірити за допомогою індикатора по круговій канавці. Після налагодження пристосування закривають захисним кожухом.

7.2.2 Пристосування для свердлильних верстатів

Пристосування для свердлильних верстатів займають велику питому вагу верстатних пристосувань. Сучасні вимоги щодо якості машин не дозволяють свердління отворів по розмітці, тому свердлильні пристосування широко застосовуються не тільки в масовому, а й у дрібносерійному та навіть одиничному виробництві.

Поряд з кондукторами під час обробки отворів широко застосовуються і затискні пристрої без кондукторних плит і втулок при виконанні таких операцій, як: зняття фасок, цекування, зенкування, нарізання різі й т. п.

Обробка отворів при сучасних режимах різання спричинила необхідність надійного кріплення оброблюваних заготовок з мінімальними витратами допоміжного часу. У зв'язку з цим, набули широкого поширення кондуктори та затискні пристрої з механізованим приводом.

Пристосування для свердлильних верстатів мають велику різноманітність конструкцій із влаштування кондукторних плит, за методом базування й кріплення оброблюваних заготовок і за іншими ознаками.

Свердлильні пристосування розрізняються також положенням, яке займає заготовка під час обробки. За цією ознакою пристосування поділяються на стаціонарні, поворотні, пересувні й перекидні. Найбільше застосування мають стаціонарні та поворотні пристосування.

Стаціонарним називається таке пристосування, у якому оброблювана заготовка в процесі всієї обробки на такому верстаті залишається нерухомою.

Поворотні пристосування застосовуються для обробки отворів, розташованих з різних сторін деталі або по колу, і при багатопозиційній обробці із застосуванням багатошпиндельних головок. Вони можуть мати горизонтальну, вертикальну або похилу вісь обертання. Найбільше застосування мають поворотні пристосування з горизонтальною й вертикальною віссю обертання. Такі пристосування, зазвичай, складаються з нерухомого корпусу (стійки) і поворотної частини, для закріплення однієї або декількох заготовок. Сучасні поворотні пристосування здебільшого приводяться в рух від механізованого або автоматизованого приводу.

Стаціонарні пристосування поділяють на спеціальні та універсальні. Спеціальні стаціонарні пристосування застосовують для обробки отворів у заготовках деталей одного або декількох типів, схожих за формою й розмірами, у великосерійному та масовому виробництвах. Універсальні стаціонарні пристосування застосовують під час групової обробки деталей, закріплених за певним верстатом, у середньосерійному й дрібносерійному виробництвах. Число різних типорозмірів деталей, оброблюваних на універсальних стаціонарних пристосуваннях, можна значно збільшити за рахунок застосування змінних столів. Широке застосування таких пристосувань та їхня механізація значно підвищують продуктивність праці й скорочують час та кошти на підготовку виробництва до запуску нового виробу.

До стаціонарних пристроїв можна також віднести кондукторні плити, скальчаті кондуктори, різні патрони з автоматизованим приводом.

Кондукторні плити (кондуктори) слугують для обробки заготовок на свердлильних верстатах, і мають кондукторні втулки для направлення різального інструмента. Іноді під час обробки отворів, розташованих на різних поверхнях заготовок, потрібно змінити її положення на верстаті відносно різального інструмента. Для цього застосовують кондуктори різних видів: накладні, стаціонарні, пересувні, поворотні.

Скальчаті кондуктори консольного або порталного типу мають широке застосування для обробки різних деталей на свердлильних верстатах. Скальчатий кондуктор складається з постійних нормалізованих і

змінних вузлів та деталей. Постійними вузлами й деталями скальчатого кондуктора є корпус, дві або три скалки, установлені в корпусі для закріплення кондукторної плити, постійна кондукторна плита й механізм для переміщення скалок з постійною кондукторною плитою вниз (при закріпленні) і вгору (при розкріпленні) оброблюваної деталі. До змінних вузлів і деталей скальчатого кондуктора належать змінні столи для установлення оброблюваних заготовок і змінні кондукторні плити, у яких встановлені кондукторні втулки. Змінні столи встановлюють, фіксують і закріплюють на столі корпусу кондуктора, а змінну кондукторну плиту – на нижній площині постійної кондукторної плити.

Різні типорозміри скальчатих кондукторів застосовують для обробки отворів у різних за формою й габаритним розмірам деталей.

Залежно від виду механізму для підйому й опускання напрямних скалок з кондукторною плитою, скальчаті кондуктори поділяються на такі типи.

1. З рейковим механізмом і приставним роликівим або ексцентриковим замком.
2. З рейковим механізмом і торсионно-роликівим замком.
3. З рейково-конусним (клиновим) механізмом.
4. З рейково-пружинним механізмом.
5. З пружинно-кривошипним або пружинно-кулачковим механізмом.
6. З пневматичним приводом.

На рис. 7.10 зображено скальчатий кондуктор порталного типу з ручним приводом, який слугує для обробки отворів у заготовках деталей типу валиків. Базова конструкція складається з корпусу 1 скальчатого кондуктора, у верхній плиті якого знаходиться змінна втулка 3.

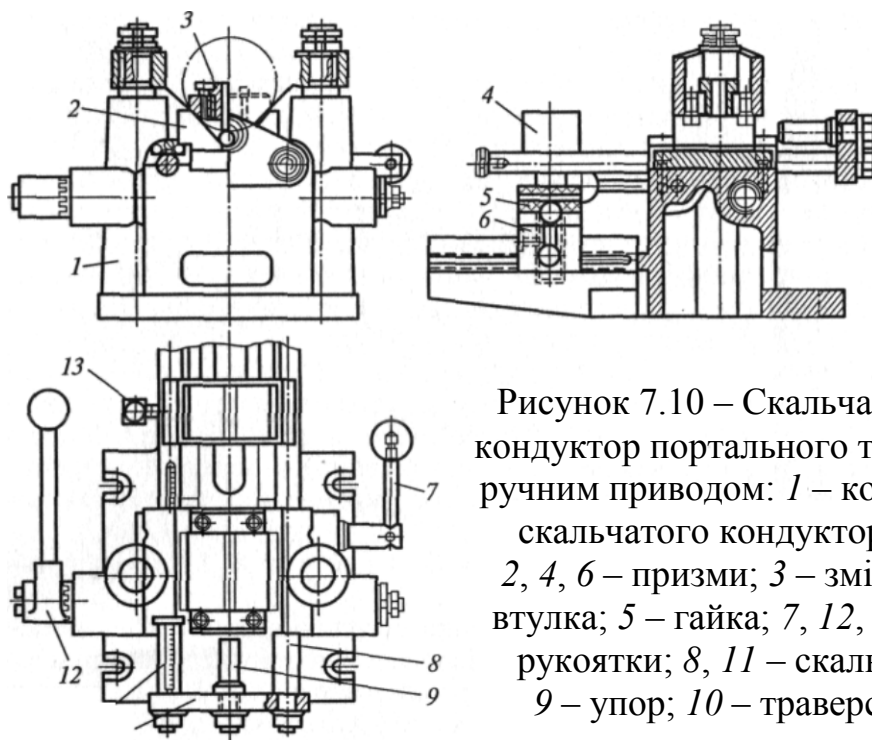


Рисунок 7.10 – Скальчатий кондуктор порталного типу з ручним приводом: 1 – корпус скальчатого кондуктора; 2, 4, 6 – призми; 3 – змінна втулка; 5 – гайка; 7, 12, 13 – рукоятки; 8, 11 – скалки; 9 – упор; 10 – траверса

Заготовки встановлюють на призму 2. Допоміжна опора – це призма 4, що регулюється по висоті гайкою 5. Призма 6 устанавлюється в необхідне положення відносно корпусу кондуктора шляхом переміщення по пазу і фіксується рукояткою 13. Положення упору 9 регулюється за довжиною переміщенням траверси 10, що закріплена на скалках 8 і 11. Для устанавлення необхідного розміру на скалці 11 нанесені поділки. Упор закріплюється в необхідному положенні тангенціальними затискачами за допомогою рукоятки 7. Закріплення заготовок проводиться кондукторною плитою, яка переміщується рейково-шестеренною передачею, що здійснюється поворотом рукоятки 12.

На рис. 7.11 зображено механізований скальчатий кондуктор консольного типу із вбудованим пневмоприводом. Нижня частина корпусу кондуктора – пневмоциліндр 9, у якому переміщується поршень 12 зі штоком 3. Постійна кондукторна плита 5 устанавлена на напрямних скалках 2 і 4 та штоці 3. На нижній площині 10 постійної кондукторної плити 5 устанавлюється й закріплюється змінна кондукторна плита з втулками (на рисунку не показана). Змінний стіл для устанавлення і закріплення заготовок розміщується на площині столу 11 корпусу пристосування. На столі є два фіксуючі пальця 1 і 6, а також чотири отвори для устанавлення й закріплення змінних столів.

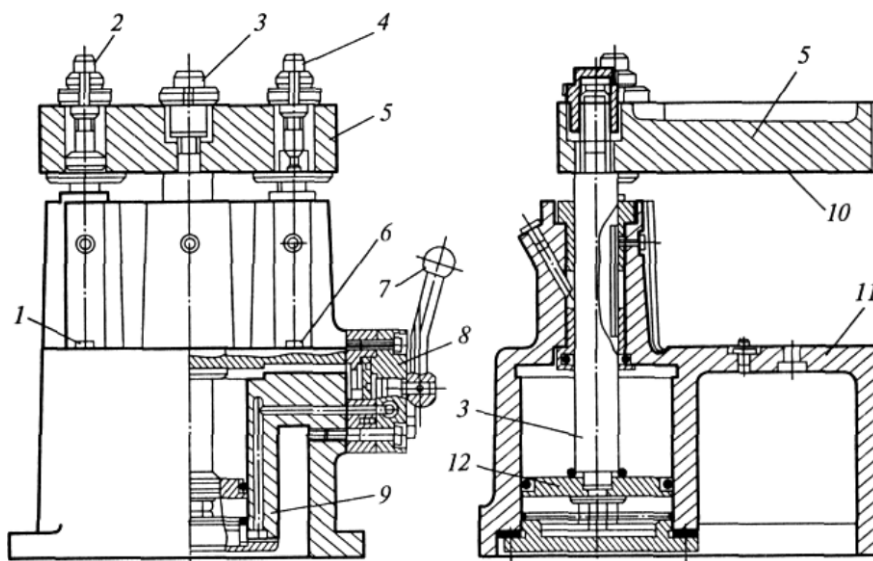


Рисунок 7.11 – Механізований скальчатий кондуктор консольного типу з вбудованим пневмоприводом: 1, 6 – фіксуючі пальці; 2, 4 – напрямні скалки; 3 – шток поршня; 5 – постійна кондукторна плита; 7 – рукоятка; 8 – розподільний кран; 9 – пневмоциліндр; 10 – нижня площина постійної кондукторної плити; 11 – стіл корпусу пристосування; 12 – поршень

При надходженні стиснутого повітря у верхню порожнину пневмоциліндра 9 поршень 12 зі штоком 3 переміщується вниз. Шток 3 з

направляючими скалками 2 і 4, постійною кондукторною плитою 5 і прикріпленою до її нижньої площини 10 змінною плитою, опускаючись, затискають заготовку, установлену на столі 11. Під час подачі стисненого повітря в нижню порожнину пневмоциліндра 9, поршень 12 зі штоком 3, скалками 2 і 4, переміщаючись угору, піднімає постійну кондукторну плиту 5 і відбувається розтискання обробленої заготовки. При повороті рукоятки 7 розподільного крана 8 стиснене повітря по черзі подається у верхню або нижню порожнину пневмоциліндра 9.

Останнім часом на свердлильних верстатах використовують пристосування багаторазового застосування. На рис. 7.12 зображена затискна частина такого пристосування, що складається зі стандартизованих елементів. Кондукторна плита на рисунку не показана, оскільки вона знаходиться на шпинделі вертикально-свердлильного верстата. Після обробки необхідної партії заготовок пристосування розбирають.

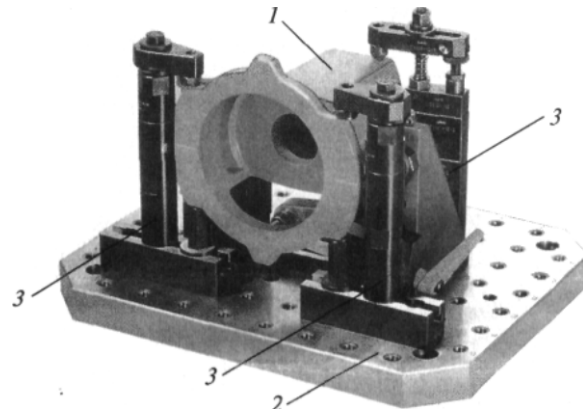


Рисунок 7.12 – Затискна частина свердлильного пристосування багаторазового застосування: 1 – заготовка; 2 – основа; 3 – прихвати

Поворотні пристосування застосовують з вертикальною, горизонтальною або похилою осями обертання. Поворотні пристосування з вертикальною віссю обертання називають столами, а з горизонтальною віссю – стійками.

Стійки бувають одно- і двоопорні. Поворотні столи та стійки складаються з корпусу (нерухома частина) і планшайби (поворотна частина).

На поворотній частині столу або стійки кріплять змінні столи з кондукторними втулками й з установно-затискними елементами, у яких установлюють і закріплюють заготовки. Кути повороту рухомих частин столів і стійок на одну поділку відраховують за круговою шкалою з конусом або фіксатором. Столи та стійки повертають вручну або механізованим приводом.

Поворотні столи та стійки нормалізовані, їх застосовують в одиничному, дрібносерійному і середньосерійному виробництвах, а також частково – у великосерійному і масовому виробництвах.

На рис. 7.13 зображена конструкція універсального столу з пневмоприводом, що застосовується для послідовного свердління отворів, розташованих по колу. Стіл складається з корпусу 6 (нерухома частина) і планшайби 5 (поворотна частина). На планшайбі 5 закріплено кільце 9, у якому по колу розташовано певне число отворів. Точна індексація повороту планшайби на певний кут здійснюється одним з рейкових фіксаторів 8, які послідовно входять в отвори відповідного ряду в кільці 9 під дією пружин, розташованих у двох втулках 11, запресованих у корпус 6.

Кожен рейковий фіксатор 8 управляється рукоятками 10 і 13 відповідно. Поворот планшайби 5 столу на одну поділку здійснюється вручну. Для більшої жорсткості пристосування планшайбу після її повороту й фіксації притискають до корпусу 6 і віджимають від нього перед наступним поворотом. Притискання планшайби 5 до корпусу 6 виконує пневмопривод, вбудований у корпус, а відтискання – пружина 2.

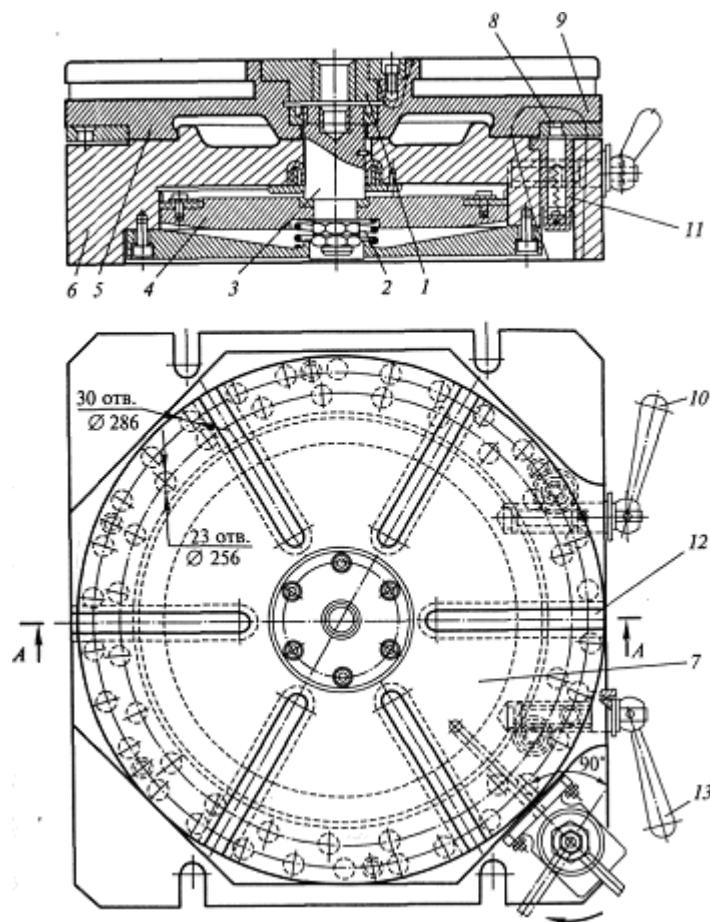


Рисунок 7.13 – Універсальний поворотний стіл із вбудованим пневмоприводом: 1, 11 – втулки; 2 – пружина; 3 – шток; 4 – поршень; 5 – планшайба; 6 – корпус; 7 – верхня поверхня планшайби; 8 – рейковий фіксатор; 9 – кільце; 10, 13 – рукоятки; 12 – пази планшайби

У пневмоциліндрі розміщується поршень 4 зі штоком 3, на кінці якого встановлена втулка 1. При надходженні стиснутого повітря в штокову

порожнину пневмоциліндра поршень зі штоком і втулкою переміщуються вниз і втулка притискає планшайбу до корпусу. Коли повітря зі штокової порожнини через розподільний кран випускають в атмосферу, поршень 4 зі штоком 3 і втулкою 7 під впливом пружини 2 переміщуються вгору і планшайба 5 відтискається від корпусу 6. Змінні столи для базування й закріплення заготовок встановлюють на верхній поверхні 7 планшайби 5 і кріплять болтами, установленими в пазах 12 планшайби.

Поворотні стійки з горизонтальною віссю обертання одно- і двоопорні застосовують під час послідовної обробки отворів, розташованих на різних площинах деталі, а також для свердління радіально розташованих отворів. Одноопорні стійки застосовують під час обробки отворів у заготовках з невеликим вильотом осі отвору відносно корпусу стійки. Двоопорні стійки складаються з основної та допоміжної стійок, установлених на одній плиті, і застосовуються під час обробки отворів у заготовках великих деталей, які при консольному закріпленні на одно-опорній стійці мають великий виліт і недостатню жорсткість. Поворотні стійки нормалізовані, застосовують їх при виготовленні деталей, схожих за формою та розмірами. До кожної поворотної стійки виготовлюють кілька змінних столів.

На рис. 7.14 зображена одноопорна поворотна стійка з пневмогідравлічним приводом.

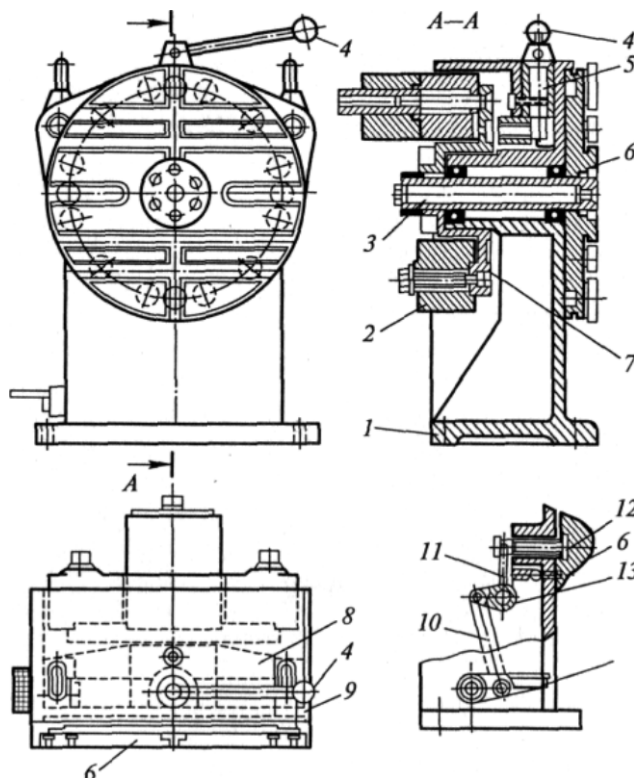


Рисунок 7.14 – Одноопорна поворотна стійка з пневмогідравлічним приводом: 1 – корпус; 2 – вантаж; 3 – шпindelь; 4 – рукоятка; 5 – ексцентриковий валик; 6 – планшайба; 7 – диск; 8 – планка; 9 – палець; 10, 11, 13 – важелі; 12 – фіксатор; 14 – педаль

Стійка складається з корпусу, установленим у ньому шпинделем 3, на кінці якого закріплена поворотна планшайба 6 з пазами для кріплення змінних столів. Планшайба 6 разом зі шпинделем повертається в циліндричній виточці корпусу 7.

Положення планшайби після повороту на потрібний кут визначає фіксатор 12, що заходить в отвір. Після повороту й фіксації планшайби 6 повертають рукоятку 4 ексцентриковим валиком 5, що переміщує планку 8 з двома пальцями планшайби 6. Кінці пальців 9 із зубцями, що входять у циліндричний паз планшайби 6, притягують її до корпусу 7 і закріплюють. При розкріпленні планшайби 6 рукоятку 4 з ексцентриковим валиком 5 повертають в інший бік, тоді він перестає натискати на планку 8 з пальцями 9, які відходять і звільняють планшайбу від затиску на корпусі 1.

Від фіксації планшайба звільняється при натисканні на педаль 14, яка діючи на важелі 10, 11 та 13 виводить фіксатор 12 з отвору планшайби. При установленні змінних столів на поворотній планшайбі з'являється дисбаланс, який усувають перестановкою вантажів 2 на диску 7.

7.2.3 Пристосування для фрезерних верстатів

Пристосування для фрезерних верстатів за видом подачі столу поділяють на пристосування з прямолінійною, круговою і складною копірною подачами. За ступенем поєднання допоміжного часу з основним фрезерні пристосування поділяють на дві групи: пристосування, у яких під час обробки деталей допоміжний час поєднується з основним, і пристосування, у яких під час обробки деталей цей час не поєднується.

Пристосування для фрезерних верстатів бувають універсальними, універсально-збірними, універсально-налагоджувальними, груповими та спеціальними.

Машинні лещата є універсальним пристосуванням, яке застосовують для обробки різних за формою і розмірами деталей. Лещата мають постійні деталі (корпус, напрямні, механізм затиску) і змінні губки, які використовують під час обробки різних типорозмірів деталей. Лещата бувають з однією, з двома рухомими губками або з плаваючими губками. У лещатах застосовуються затискачі гвинтові, ексцентрикові, механізовані, пневматичні, гідравлічні, пневмогідравлічні. Залежно від напрямку сили закріплення, що діє на рухому губку, лещата бувають з тягучою або штовхаючою силою закріплення.

На рис. 7.15 показано універсальні самоцентрувальні лещата з двома постійними рухомими губками 1 і змінними губками 2 і 3. При обертанні гвинта 4 з правою різьбою на одному кінці та лівою на іншому, губки 1 лещат зсуваються (при закріпленні заготовки) або розсуваються (при розкріпленні).

На рис. 7.15 зображена конструкція лещат з найбільшим і найменшим діаметрами оброблюваних заготовок. У лещатах ліва призматична губка

для зменшення переміщення губок при установленні та знятті деталей замінена плоскою.

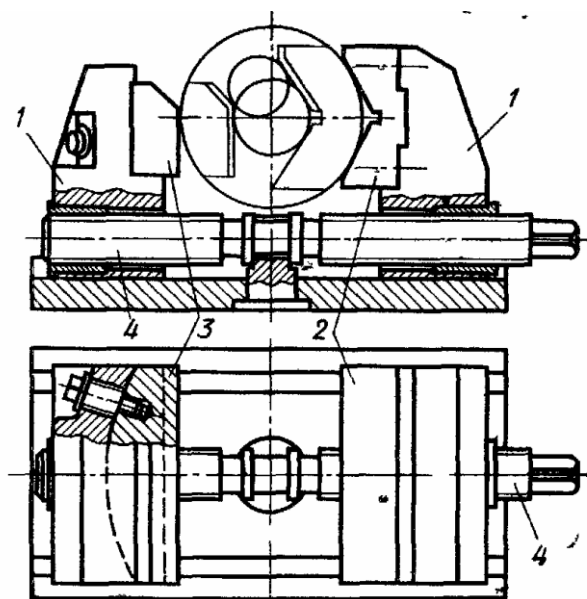


Рисунок 7.15 – Універсальні самоцентрувальні лещата

На рис. 7.16 зображено універсальні переналагоджувані поворотні лещата УПГ-6 із вбудованим діафрагмовим пневмоприводом. На них можна встановлювати деталі розміром 200×250 мм.

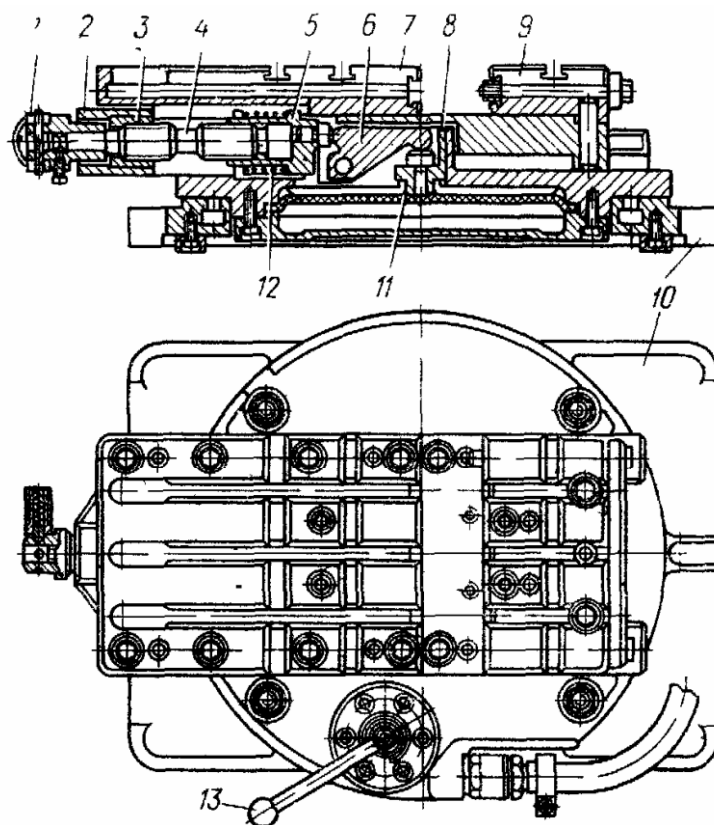


Рисунок 7.16 – Лещата універсальні поворотні

При надходженні стиснутого повітря в нижню порожнину пневмокамери діафрагма 11 прогинається і переміщує шток 8 угору. Шток через важіль 6, упор у гайці 5, гвинт 4 і втулку 3 переміщує вліво рамку 2 з рухомою губкою 9, і оброблювана деталь затискається губками 7 і 9. При розтисканні заготовки поворотом рукоятки 13 розподільного крана стиснене повітря випускається з нижньої порожнини пневмокамери в атмосферу, діафрагма 11 випрямляється, рухома губка 9 переміщується вправо під впливом пружини 12. Рухома губка при закріпленні деталі переміщується пневмоприводом уліво на 5–6 мм. Підведення і відведення губки 9 на більшу відстань і попереднє затиснення губками оброблюваної заготовки виконується вручну, за допомогою гвинта 4 з рукояткою 1. Попереднє ручне затиснення заготовки необхідне тому, що пневматичний привод переміщує затискні пристрої пристосування недостатньо плавно. Тому оброблювані деталі з нестійкими базовими поверхнями при затисканні їх пневмоприводом можуть зміститися й зайняти неправильне положення, якщо вони не були попередньо затиснуті вручну. Лещата повертаються на плиті 10 у горизонтальній площині на 360°. Лещата встановлюють на столі фрезерного верстата й закріплюють болтами, заведеними у відповідні пази.

На рис. 7.17 зображено універсальні поворотні лещата із вбудованим поршневым пневмоприводом двосторонньої дії. В отворі нерухомої основи 8 лещат вбудований пневмоциліндр 11, з яким гвинтами з'єднаний порожнистий поворотний корпус 12. До корпусу прикріплений розподільний кран 6 з рукояткою 7 для перемикання золотника при почерговому впуску стисненого повітря у верхню чи нижню порожнину пневмоциліндра 11 і випуску повітря в атмосферу. На верхній частині поворотного корпусу 12 лещат закріплена сталева плита 5. У плиті й рухомій губці 1 є Т-подібні пази під головки болтів для кріплення до лещат спеціальних змінних пристроїв. На верхній частині плити 5 закріплена регульована губка 3, яку залежно від розмірів оброблюваних заготовок можна переміщати гвинтом 4 або переставляти в пазах плити 5.

Під час обробки великогабаритних деталей губку 5 знімають. Під час закріплення заготовки у змінній конструкції лещат стиснене повітря надходить у верхню порожнину пневмоциліндра 11 і переміщує поршень 10 зі штоком 9 униз. При цьому довге плече важеля 2, що знаходиться в пазу штока 9, опускається, а коротке плече переміщує рухома губку й деталь закріплюється губками 1 і 3. Під час повороту рукоятки 7 золотник крана 6 пропускає стиснене повітря в нижню порожнину пневмоциліндра 11. Стисле повітря, натискаючи на поршень 10, переміщує його зі штоком 9 угору. При цьому довге плече важеля 2 піднімається вгору, коротке плече відводить губку від центра і деталь розкріплюється.

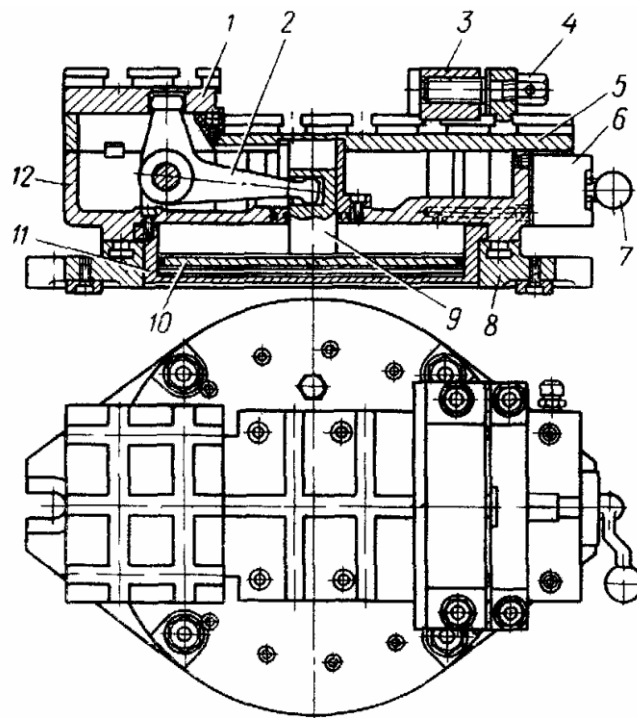


Рисунок 7.17 – Лещата універсальні поворотні з пневмоприводом

Розглянуті конструкції переналаджуваних лещат з механізованим приводом застосовують у серійному й дрібносерійному виробництвах для закріплення заготовок і деталей під час обробки на фрезерних верстатах.

Застосування змінних установних елементів в універсальних пристосуваннях дозволяє обробляти деталі різних типорозмірів на фрезерних верстатах у дрібносерійному й серійному виробництвах.

Для закріплення заготовок, установних елементів чи пристосувань використовують прихвати. Прихвати можуть бути з ручним приводом або механізованим. Елементи пристосувань з прихватами стандартизовані. На рис. 7.18 зображено пристосування, яке зібрано зі стандартизованих елементів з ручним приводом прихватів.

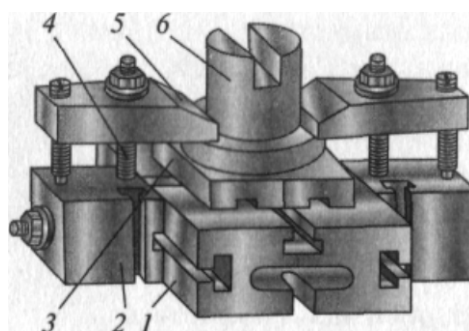


Рисунок 7.18 – Стандартизоване пристосування на базі прихватів з ручним приводом: 1 – базова плита; 2 – опора; 3 – установна планка; 4 – кріпильний болт; 5 – прихват; 6 – заготовка

Фрезерні верстатні пристосування можуть бути ділильними, тобто у їхній конструкції застосовуються ділильні столи та ділильні головки.

Ділильні столи поділяють на круглі неповоротні та поворотні. Також такі столи можуть бути з ручним, пневматичним, гідравлічним чи електричним приводом.

На рис. 7.19, (а) зображено загальний вигляд неповоротного стола з мембранним пневмоприводом, який вбудований в основу 1. Мембрана 2 зв'язана зі штоком 3, у який встановлюються змінні тяги або штовхачі, що затискають заготовку при подачі повітря через поворотний кран 4 в порожнину пневмокамери.

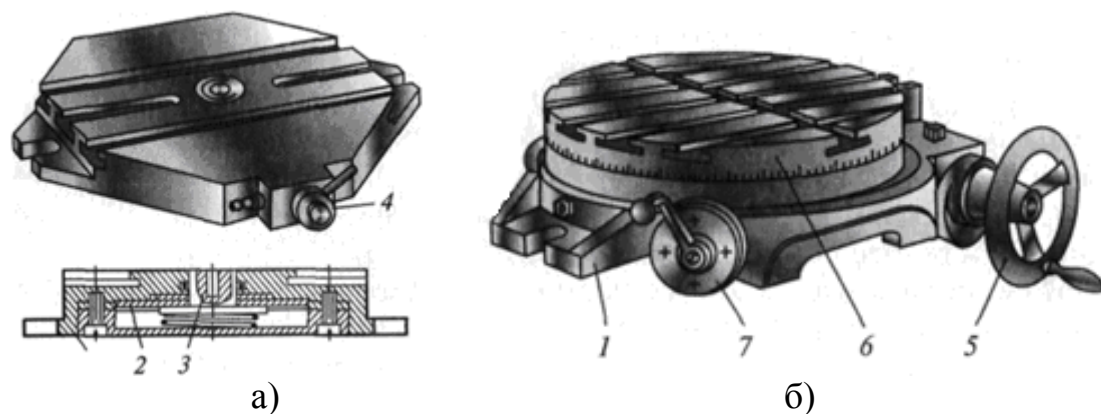


Рисунок 7.19 – Неповоротний (а) та поворотний (б) столи фрезерного верстата: 1 – основа стола; 2 – мембрана; 3 – шток; 4 – поворотний кран; 5 – штурвал; 6 – стіл; 7 – пневмокран

Поворотні столи (рис. 7.19, б) дозволяють обробляти фасонні поверхні заготовок, а також застосовувати метод неперервного фрезерування, коли під час обробки однієї заготовки оброблені деталі знімаються і на їхнє місце встановлюють нові заготовки. При цьому стіл може отримувати неперервне обертання від привода верстата чи окремого привода.

7.2.4 Пристосування для верстатів з ЧПК та оброблюваних центрів

Ефективність використання верстатних пристосувань на верстатах з ЧПК зумовлює низку спеціальних вимог. Пристосування мають забезпечувати розширення технологічних можливостей для обробки заготовок не тільки у трьох координатах, а й у чотирьох, і навіть п'яти. Пристосування має забезпечувати повну інструментальну доступність, тобто можливість підходу інструмента до всіх оброблюваних поверхонь заготовки при одному установленні, зокрема, на поворотному столі.

Крім цього, пристосування мають забезпечувати точне положення базувальних елементів відносно початку координат верстата (нульової точки). Також необхідно забезпечити точне положення пристосування відносно нульової точки верстата.

За рахунок автоматизації та механізації пристосування мають забезпечувати скорочення часу закріплення-розкріплення заготовок.

Принципові відмінності конструкцій пристосувань для верстатів з ЧПК від пристосувань для аналогічних верстатів з ручним керуванням найбільш характерні для фрезерно-свердлильно-розточувальної групи й обробних

центрів, у яких застосовують універсально-налагоджувальні елементи (базова частина – накладні плити), які, переважно, жорстко закріплюються на столах верстатів. Змінні столи, базувальні й затискні елементи, а також складальні одиниці встановлюють і закріплюють на накладних плитах. Базові накладні плити виконують з пазами, мережею пазів, мережею різьбових отворів, мережею пазів і циліндричних отворів, пазами й мережею циліндричних отворів, мережею циліндричних і різьбових отворів, мережею східчастих отворів, з верхньою циліндричною та нижньою різцевою частинами. Циліндричні гладенькі отвори використовують для базування установних елементів, а пази – для кріплення установних і затискних елементів.

Серед різних типів пристосувань для верстатів з ЧПК та оброблювальних центрів найбільш розповсюджені модульні, збірно-розбірні та універсально-складальні безналадні пристосування.

Модульні пристосування складаються з модулів – базових плит і кутників, на які компонуються модульні установні та затискні елементи.

Комплекти використовують для компонування пристосувань, призначених для базування за обробленими площинами і двома отворами заготовок корпусних деталей під час обробки їх на верстатах з ЧПК свердлильно-фрезерно-розточувальної групи та багатоцільових верстатах з ЧПК. Пристосування встановлюють на стіл верстата. Габаритні розміри плит становлять: 700×1120×100 мм; 700×800×100 мм; 1120×1250×150 мм; а габаритні розміри кутників – 230×600×300 мм; 600×1000×700 мм; 600×1000×800 мм.

На рис. 7.20 зображено комплект елементів модульних верстатних пристосувань. Комплект змінних установних і затискних елементів (рис. 7.20, б) компонується на базових плитах 1 і кутниках 2 (рис. 7.20, а). Елементи базують по координатно-фіксуєчим отворах діаметром 12, 16 і 20 мм і закріплюють болтами, встановленими в Т-подібних пазах шириною 11, 18 або 22 мм плити або кутника. Точне розташування заготовок щодо початку відліку координат верстата досягається наявністю мережі координатно-фіксуєчих отворів. При використанні гідравлічних затискних пристроїв трубопроводи від джерела тиску приєднують до відповідних штуцерів.

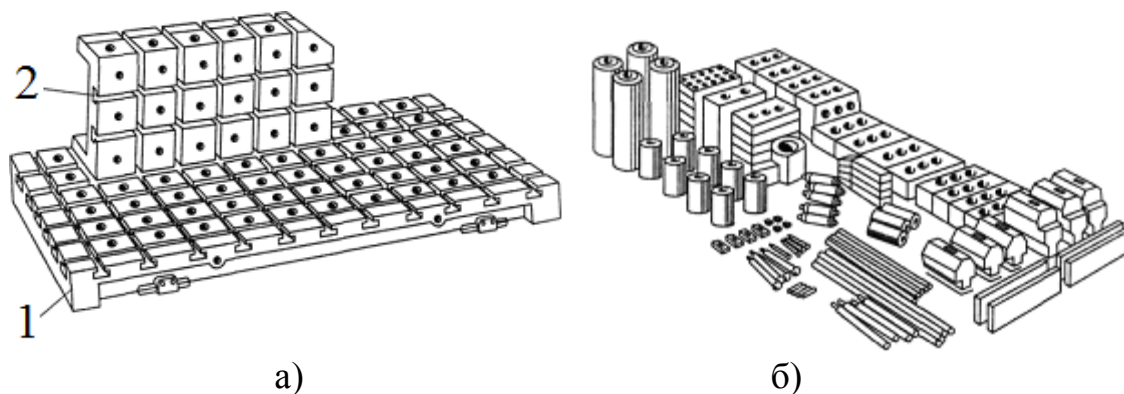


Рисунок 7.20 – Комплект елементів модульних верстатних пристосувань

Конструкції модульних пристроїв призначені для базування та закріплення заготовок корпусних і площинних деталей під час їхньої обробки на багатоцільових верстатах. На рис. 7.21 зображено модульне пристосування для установлення та закріплення корпусних деталей.

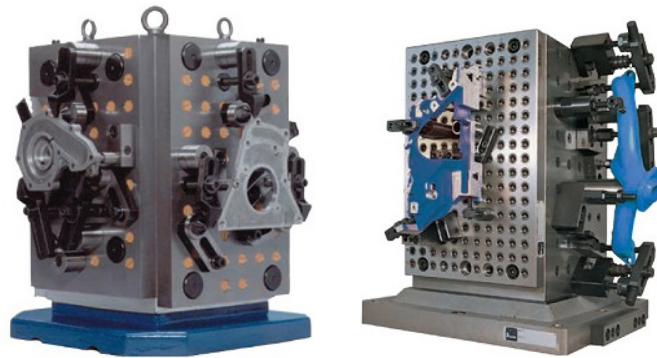


Рисунок 7.21 – Модульні верстатні пристосування для установлення та закріплення корпусних деталей

Універсально-складальні пристосування (УСП) призначені для базування й закріплення заготовок під час їхньої обробки на фрезерних, свердлильних і багатоцільових верстатах з ЧПК. Такі пристосування складаються з комплектів елементів і складальних одиниць різних конструкцій, що мають конкретне функціональне призначення, з яких методом агрегування можна компоувати без пригону необхідне пристосування для виконання конкретних операцій. УСП можуть установлюються на плитах-супутниках, які застосовуються під час роботи на багатоцільових верстатах з ЧПК.

Комплект УСП містить три серії елементів: серія 8 (діаметр кріплення 8 мм, крок 20 мм); серія 12 (діаметр кріплення 12 мм, крок 30 мм); серія 16 (діаметр кріплення 16 мм, крок 40 мм).

Комплект охоплює різні за функціональним призначенням елементи – деталі та складальні одиниці:

- базові плити й кутники, що слугують основою пристосування;
- корпусні (опори, підкладки, планки для збору корпусу пристосування);
- напрямні (призми, установи, планки, пальці, установні втулки для створення баз і направлення різального інструмента);
- затискні (прихвати та затискачі для закріплення заготовок);
- кріпильні (гвинти, шпильки, гайки, призначені для складання пристосування та закріплення заготовки);
- засоби механізації (гідроциліндри, арматура, гідроаккумулятори, роз'ємні з'єднання).

На рис. 7.22 наведено приклад УСП для свердління двох отворів у валу.

Основою пристосування є прямокутна плита 1, на якій установлено дві опорні колони 2 з кондукторними планками 3.

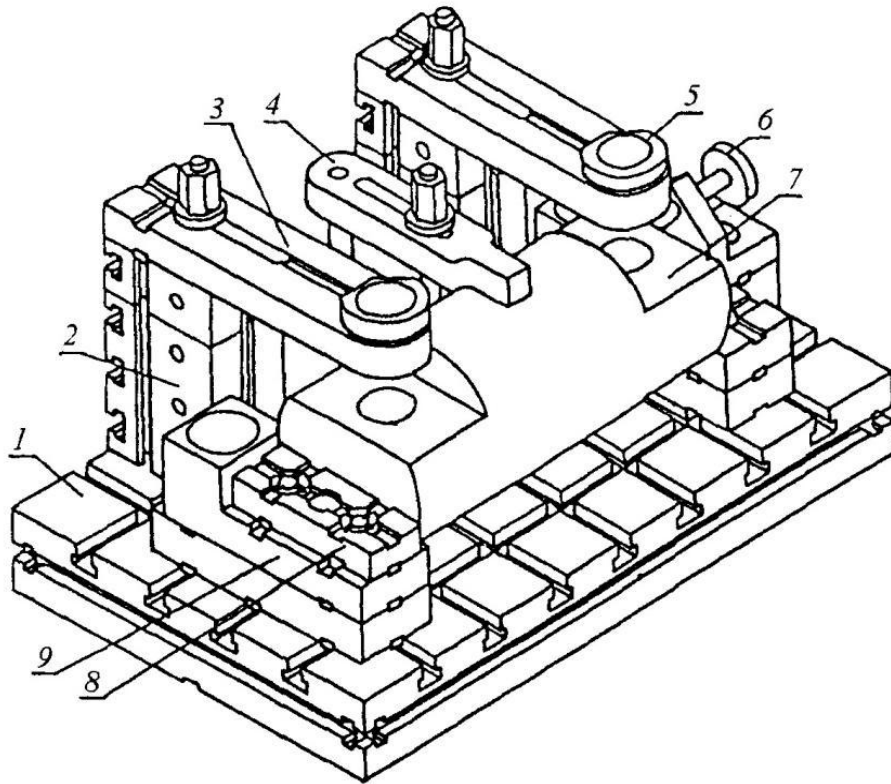


Рисунок 7.22 – Пристосування універсально-складальне для свердління двох отворів

Заготовка 7 базується на дві ступінчасті планки 9 і гвинтом 6 підтискається до планки 8. Закріплення виконується прихватом 4, а свердління отвору здійснюється через кондукторні втулки 5.

Комплект елементів універсально-складального пристосування (рис. 7.23) складається з базових плит і кутників, установних, затискних і кріпильних елементів.

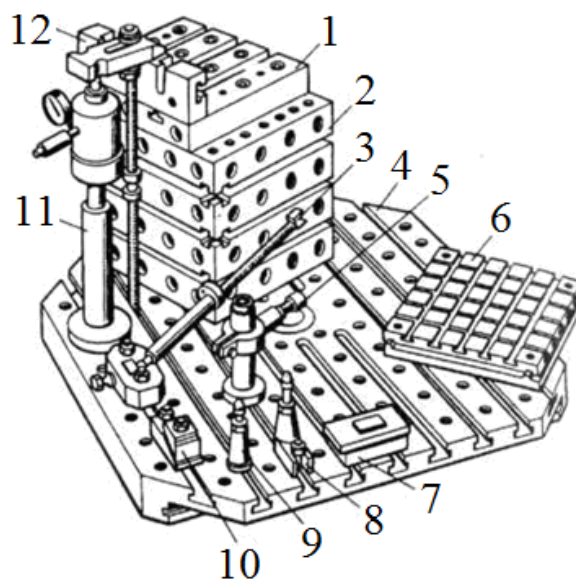


Рисунок 7.23 – Комплект універсально-складального пристосування

До складу комплекту входять: 1 – плити опорні; 2 – секції кутника; 3 – розпірки регульовані; 4 – плити базові; 5 – опори регульовані універсальні; 6 – плити квадратні; 7 – домкрати; 8 – опори; 9 – підпірки гвинтові; 10 – притискачі клинові; 11 – підпори секційні гідравлічні; 12 – планки опорні трьохпазні.

Базові елементів УСП мають габаритні розміри 1000×1000×100 мм та містять Т-подібні кріпильні пази шириною 22 мм і сітку координатно-фіксуєчих отворів діаметром 20 мм, призначених для фіксації змінних столів. Крок між пазами й отворами 100 мм.

Для запобігання потрапляння до отворів бруду й стружки вони закриті пружними пробками. Центральний отвір призначений для фіксації плити щодо центрального отвору столу верстата. На нижній поверхні плити є два отвори для кріплення й фіксації по центральному пазу стола верстата за допомогою шпонок. Для кріплення плити до столу верстата виконані два П-подібних паза. До бічних площин можуть бути прикріплені опорні планки з Т-подібними пазами. Координатно-фіксуєчі отвори мають буквено-цифрову індикацію. На плиті може бути встановлена одна, дві або чотири заготовки.

До недоліків УСП варто віднести знижену жорсткість елементів і компонування загалом, високу податливість кріпильних елементів, недостатню жорсткість фіксації, невисокий рівень механізації та високу вартість комплекту.

Збірно-розбірні пристосування (ЗРП) є різновидом системи УСП. Основна відмінність ЗРП від УСП полягає в тому, що ЗРП збирають з деталей і складальних одиниць із застосуванням змінних столів на весь період виробництва виробу. ЗРП переналагоджуються шляхом перекомпонування, регулювання або заміни змінних столів. Фіксацію елементів у ЗРП здійснюють способом «палець-точний отвір», для чого на елементах виконані система точно координованих циліндричних отворів. Для закріплення змінних столів й інших елементів передбачені поздовжні Т-подібні пази. Закріплення заготовок забезпечують вбудовані в плити гідроциліндри, а також гідравлічні затискні пристрої.

Оскільки плити ЗРП виконані не з поперечними пазами, а з отворами, їхня жорсткість у 2 рази вища, ніж жорсткість аналогічних плит УСП. Також у комплекті ЗРП передбачені перехідники, що дозволяють збирати комбіновані пристосування з УСП і ЗРП, що розширює їхні технологічні можливості.

На рис. 7.24 зображено двомісне верстатне пристосування для встановлення корпусних деталей.

Пристосування призначене для базування й закріплення двох заготовок корпусних деталей під час обробки на багатоцільових верстатах з ЧПК.

Заготовки 4 базують по площинах на опорах 3 та 6 і закріплюють чотирма прихватами 5, які взаємодіють з гідроциліндрами 7, розташованими на кутниках 2, які кріплять до плити 1. Закріплення та відкріплення заготовок здійснюється в горизонтальній площині.

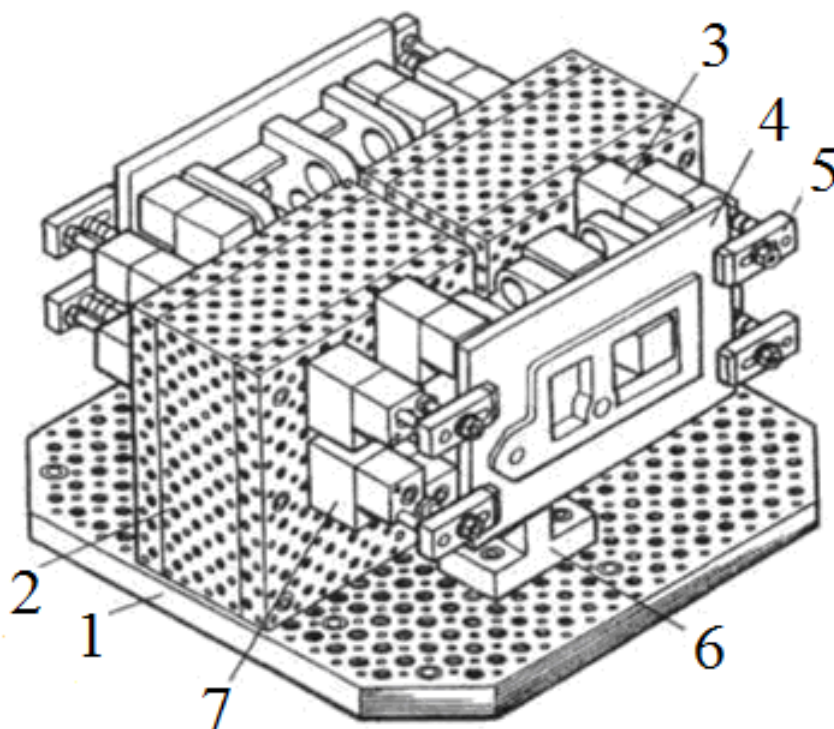


Рисунок 7.24 – Двомісне верстатне пристосування для установлення корпусних деталей

До недоліків ЗРП відносять меншу універсальність, більш трудомістку і дорогу наладку, відсутність деталей для направлення ріжучого інструмента.

7.3 Контрольно-вимірювальні пристосування

Сучасне виробництво характеризується постійно зростаючими вимогами щодо точності геометричних параметрів деталей, які виготовляються. Перевірка точності цих параметрів зумовлює застосування спеціальних та оригінальних засобів контролю. Контроль точності виконується як на проміжних етапах обробки (операційний контроль), так і на етапі остаточного приймання продукції (остаточний контроль). Багато деталей мають складну конструктивну форму й малі допуски. Тому для їхнього контролю часто застосовують контрольно-вимірювальні пристосування (КВП), які є спеціальними виробничими засобами вимірювання та контролю, що є конструктивним поєднанням базувальних, затискних і вимірювальних пристроїв, а також калібрів. Їхнє основне призначення полягає у вимірюванні похибки або контролі геометричних параметрів деталей і

складальних одиниць під час їхнього виготовлення на етапах проміжного й остаточного контролів.

За допомогою контрольно-вимірювальних пристроїв перевіряють:

- лінійні розміри: зовнішні та внутрішні діаметри, висоту, ширину, глибину, виступи, довжину різних елементів деталей, які неможливо або недоцільно вимірювати граничними калібрами або універсальними вимірювальними засобами;

- точність форми поверхонь;

- точність розташування поверхонь;

- параметри зчеплення зубчастих коліс, різьбових з'єднань, фасонних поверхонь і деталей зі складним профілем.

Також за допомогою КВП можна:

- виконувати активний контроль розмірів заготовок безпосередньо під час обробки на верстатах;

- перевіряти одночасно декілька параметрів деталей;

- виконувати сортування деталей за точністю параметрів на групи в межах заданого допуску;

- налаштовувати різальний інструмент на заданий розмір і здійснювати контроль розмірів заготовок під час обробки на верстатах з ЧПК.

Основними вимогами, що висуваються до конструкції контрольно-вимірювальних пристроїв, є: забезпечення оптимальної точності та продуктивності контрольних операцій, зручність в експлуатації, технологічність у виготовленні, зносостійкість та економічна доцільність.

Не дивлячись на велику різноманітність контрольно-вимірювальних пристосувань, усі вони мають загальну структуру, яку можна подати у вигляді сукупності елементів, що розрізняються за функціональним призначенням. Кількість елементів у структурі пристосування невелика та їх можна об'єднати в такі основні групи: установні (базувальні), затискні, передавальні, вимірювальні пристрої, рухомі (для обертання або лінійного переміщення контрольованої деталі або вимірювального пристрою), допоміжні, корпусні. Основою будь-якого контрольно-вимірювального пристосування є корпус, на ньому монтується решта елементів, які можуть відрізнятися розмірами і конструктивним виконанням, залежно від конструкції й призначення КВП, причому в його структуру може входити як увесь комплекс елементів, так й елементи з окремих груп.

7.3.1 Призначення і типи контрольно-вимірювальних пристосувань

Калібри й універсальні засоби вимірювання (мікрометр, штангенциркуль тощо) малопродуктивні, а в умовах потоково-автоматизованого виробництва цілком неприйнятні.

Контрольно-вимірювальні пристосування (КВП) підвищують продуктивність праці контролерів, покращують умови їхньої роботи та підви-

щують якість контролю. Їх застосовують для перевірки заготовок, деталей і вузлів машин.

Похибка вимірювання, під якою розуміють відхилення знайденого значення величини від її дійсного значення, має бути, за можливістю, малою. Проте необхідно враховувати, що надмірне підвищення точності вимірювання може призвести до ускладнення й дорожчання пристосування, а також до зниження його продуктивності. Залежно від призначення виробу похибки вимірювання припускаються в межах 8–30% поля допуску на контрольовану величину.

Загальна похибка вимірювання визначається низкою її складових:

- похибкою, властивій самій схемі вимірювання; похибкою установки контрольованого виробу;
- неточністю налаштування пристосування за еталоном;
- зносом деталей пристосування;
- коливаннями температури.

Необхідно вивчити умови виникнення первинних похибок і виявити шляхи їхнього зменшення або повного усунення під час конструювання КВП. На вибір їхньої принципової схеми впливає задана продуктивність контролю. Наприклад, при цілковитій перевірці деталей у потоковому виробництві час контролю не має перевищувати темп роботи потокової лінії. При вибіркового контролю деталей вимоги щодо продуктивності контрольовано-вимірювальних пристосувань можуть бути знижені.

Контрольно-вимірювальні пристосування можуть бути:

- стаціонарними – для перевірки деталей на одному робочому місці;
- переносними – для перевірки деталей на одному чи декількох робочих місцях;
- пасивними – застосовують після виконання операції обробки;
- активними – контролюють деталі під час обробки, даючи сигнал на виконавчі ланки верстата або робітнику на припинення обробки або зміну технологічних умов при виявленні браку;
- звичайні та автоматичні.

На рис. 7.25, (а) зображено стаціонарне пристосування для контролю биття торців до осі отвору. До складу пристосування входять: 1 – шайба; 2, 15 – кронштейн; 3 – опора; 4 – оправка; 5, 11 – втулка; 6 – нижня втулка; 7 – гайка; 8 – верхня втулка; 9 – шпилька; 10 – рухома частина; 12 – індикатор годинникового типу (ІГТ); 13, 18, 21, 22 – гвинт; 14 – скалка; 16 – стійка; 17 – ступиця; 19 – болт; 20 – основа.

На рис. 7.25, (б) зображено переносне контрольне пристосування для перевірки відхилення від перпендикулярності важкодоступного торця. До складу пристосування входять: 1, 7 – гвинти; 2 – хомутик; 3 – ІГТ; 4 – втулка; 5 – упор; 6 – ступінчата оправка.

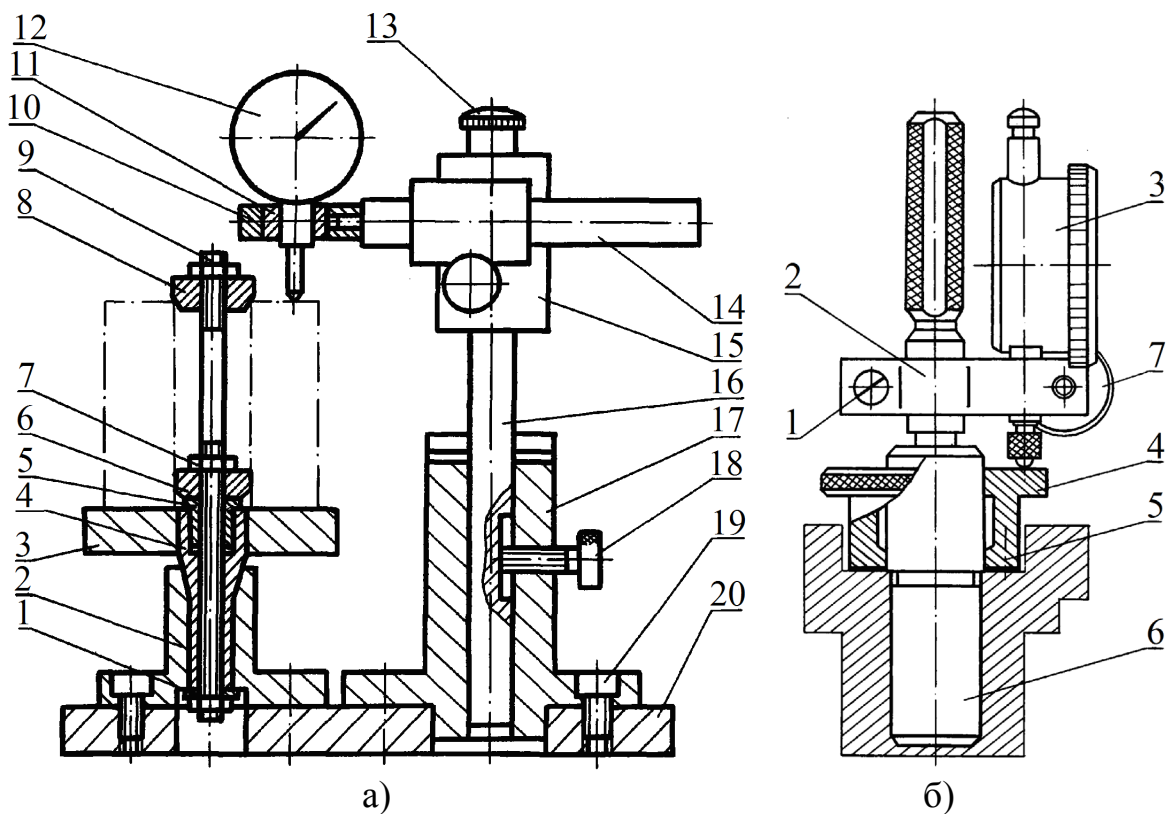


Рисунок 7.25 – Види контрольно-вимірювальних пристосувань

КВП мають забезпечувати задану точність і продуктивність контролю, бути простими у виготовленні, зручними й надійними в експлуатації, а також економічно доцільними.

7.3.2 Основні елементи контрольно-вимірювальних пристосувань

КВП складаються з установних, затискних, вимірювальних і допоміжних елементів, які кріпляться на корпусі пристосування.

Для установлення на базові площини застосовують постійні опори зі сферичними й плоскими головками, опорні пластини й спеціальні деталі (сектори, кільця) залежно від форми бази в плані. Опори зі сферичними головками застосовують для установлення деталей на необроблені бази. Для підвищення зносостійкості опори термічно обробляють до твердості HRC₃ 56...61.

Для установлення на зовнішні циліндричні поверхні застосовують призми. Для підвищення точності КВП і підвищення зносостійкості призм застосовують призми з роликми, переставними валами або з пластинками з твердого сплаву, що напаюють на робочі поверхні.

Крім розглянутих схем установлення, застосовують також різні поєднання елементарних поверхонь як установні бази (площина – зовнішня циліндрична поверхня, площина – отвір й ін.).

Для підвищення продуктивності контролю застосовують багатовимірні КВП, що дозволяють одночасно перевіряти декілька розмірів за одне

установлення деталі. Це можливо, якщо одна поверхня деталі є установною і вимірювальною базою для всіх розмірів, що перевіряються. Наприклад, на рис. 7.26 зображено групове КВП для перевірки торцевого биття.

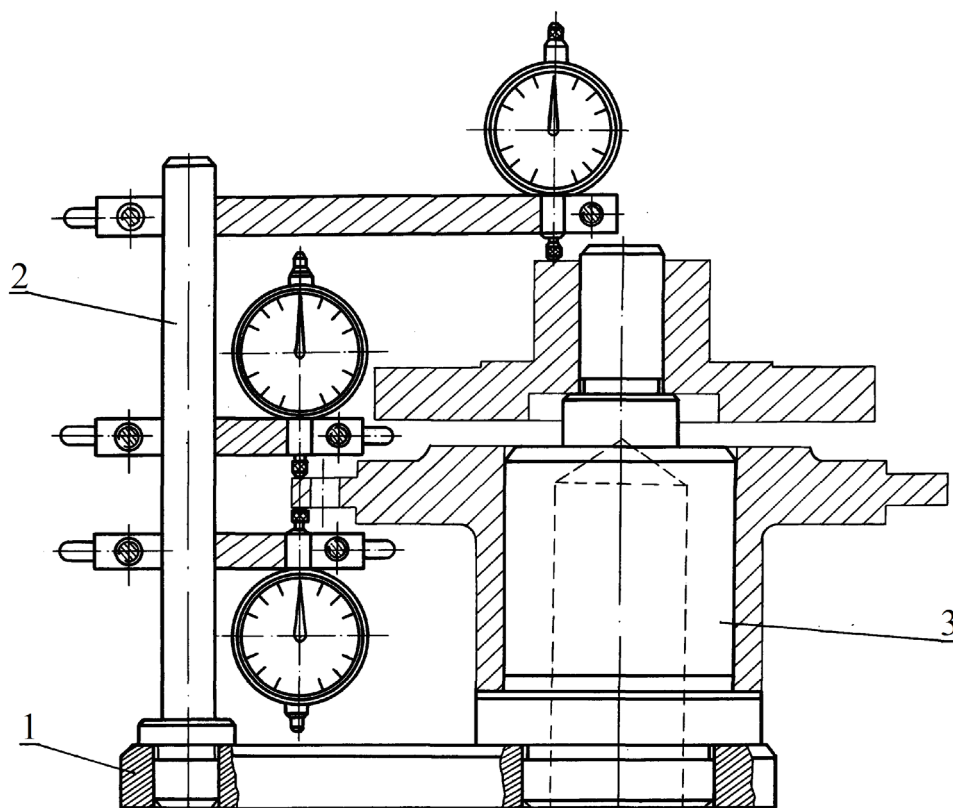


Рисунок 7.26 – Групове КВП для перевірки торцевого биття:
1 – основа, 2 – стійка, 3 – оправка

Вимірювальні пристрої пристосувань діляться на граничні (безшкальні) і відлікові (шкальні).

Граничні пристрої не дають чисельних значень вимірюваних величин і всі виробі, що перевіряються, ділять на три категорії: придатні, брак по переходу за нижню межу допуску і брак по переходу за верхню межу допуску (або виправний і невиправний брак).

Як прості пристрої застосовують жорстко закріплені або висувні граничні елементи (скоби, пробки, щупи). Їх використовують при порівняно грубих допусках на розмір, що перевіряється. Для жорстких елементів не вище 8...9 квалітетів, для висувних – не вище 11-го.

Широко застосовують у КВП і контрольно-сортувальних автоматах давачі електроконтактів: граничні й амплітудні. Перші використовують для контролю розмірів, другі – для контролю форми й розташування поверхонь деталі.

Давачі електроконтактів забезпечують точність вимірювання $\pm 1-3$ мкм, яка зберігається до 25 тис. вимірювань без регулювання давачів. Рідше

застосовують ємнісні, індуктивні та фотоелектричні давачі.

Пристосування з відліковими пристроями застосовують при звичайному й автоматичному контролі. Вони необхідні також для перевірки налаштування верстата на розмір.

Як відлікові пристрої застосовують звичайні індикатори з важільними або зубчатими передачами. Наприклад, індикатори годинного типу з ціною поділки 0,01 мм, мікроіндикатори (0,002 мм) і мініметри (0,001 мм).

Застосовують також пневматичні мікрометри, які забезпечують точність вимірювань 0,5...0,2 мкм (вони бувають з манометрами і з повітряними витратомірами – ротаметрами). Їх можна використовувати для перевірки розмірів, правильності форми і взаємного положення поверхонь деталі в одно- і багатовимірних пристосуваннях, а також пристосуваннях автоматичного типу.

Як відлікові пристрої застосовують також індуктивні, п'єзоелектричні, ємнісні та інші пристрої. Принцип їхньої дії заснований на трансформації переміщення вимірювального щупа в електричні величини.

Для вибору відлікових пристроїв, залежно від серійності виробництва і допусків, необхідно враховувати їхні метрологічні й економічні показники. До метрологічних показників належать:

- ціна поділки;
- межа вимірювання;
- чутливість (відношення зміни сигналу на виході до вхідного сигналу вимірюваної величини);
- похибка показів (відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини);
- поріг чутливості (найменше значення вимірюваної величини, яке може викликати зміну положення покажчика приладу);
- період заспокоєння стрілки, що впливає на продуктивність контролю;
- тиск при вимірюванні.

До економічних показників належать:

- витрати на вимірювальний пристрій;
- час, що витрачається на вимірювання;
- кваліфікація контролера;
- тривалість роботи до ремонту;
- час і витрати на установку вимірювального пристрою;
- збільшення витрат внаслідок зменшення допусків, що зумовлюється похибкою пристрою.

Під час вибору вимірювальних пристроїв необхідно знайти найвигідніший варіант для отримання виробів з найменшою собівартістю.

Як пристрої, що працюють за принципом нормальних калібрів, застосовують контурні, плоскі та об'ємні шаблони. Оцінювання відповідності деталей, що перевіряються, виконується за допомогою щупів або на просвіт.

У контрольно-вимірювальних пристосуваннях застосовують різні допоміжні пристрої: поворотні пристрої під час перевірки радіального або

осьового биття; повзуни для переміщення вимірювальних елементів під час перевірки паралельності або прямолінійності; приводні механізми для обертання під час контролю за правильністю форми шийок циліндричних деталей або співвісністю ступенів; підйомні пристрої та виштовхувачі для установки й зняття деталей; передавальні пристрої між контролюючим елементом і відліковим вимірником.

7.4 Складальні пристосування

Складальні пристосування використовують при вузловому та загальному складанні виробів. Вони є простими й ефективними засобами механізації ручного складання та необхідними додатковими пристроями звичайного й автоматизованого складального устаткування. Складальні пристосування забезпечують високу продуктивність складання, точне та швидке установлення й закріплення елементів виробу, що сполучаються, зручність складання.

За ступенем спеціалізації складальні пристосування поділяють на універсальні й спеціальні, за типом приводу – на механічні, пневматичні, гідравлічні тощо.

Універсальні пристосування найбільш широко застосовують в одиничному й дрібносерійному виробництві. До них належать:

1. Плити й складальні балки, які слугують для установлення, вивірення й закріплення зібраних машин та їхніх вузлів.

2. Призми та кутники, які слугують для установлення й закріплення вузлів або базових деталей.

3. Струбцини, які використовують для тимчасового скріплення деталей і вузлів зібраних машин (наприклад, під час зварювання).

4. Домкрати, які використовують для установлення та підтримки громіздких і важких деталей та вузлів.

5. Слюсарні лещата з ручним приводом (ГОСТ 4045–75Е) із шириною губок 63, 80, 100–200 мм, які виготовляють трьох типів: 1) лещата загального призначення, 2) лещата з поворотною губкою для фасонних деталей; 3) лещата з додатковими губками для труб.

6. Захвати, які застосовують для передачі зібраних виробів і подачі деталей на складання.

Спеціальні пристосування застосовують у великосерійному й масовому виробництвах. Розрізняють два типи таких пристосувань.

До першого типу належать пристосування для нерухомого установлення й закріплення базових деталей та вузлів виробу, що збираються. Пристосування цього типу мають забезпечувати стійке положення деталі (вузла) під час складання. Точного базування при цьому не вимагається. Зусилля закріплення має бути достатнім, щоб утримувати деталь (складальну одиницю) при впливі на неї складального обладнання. Часто пристосування цього типу роблять поворотними як у горизонтальній, так й у вертикальній площині для забезпечення доступу до виробу, що збирається з різних сторін. Пристосування такого типу можуть бути стаціонарними

(установленими на верстаках, столах, фундаментах) і рухомими (переміщуваними по рольгангах або конвеєру).

До другого типу належать пристосування для точного й швидкого взаємного установлення деталей або частин виробу, що з'єднуються. Ці пристосування звільняють складальників від трудомісткої роботи з орієнтування та вивірення з'єднаних деталей, а також прискорюють процес складання. Такі пристосування мають не тільки затискні, а й напрямні (базувальні) елементи. Також ці пристосування застосовують в операціях складання при посадках з натягом, розвальцьовуванні, клепанні, зварюванні, пайці тощо.

Спеціальні пристосування можуть застосовуватися для виконання окремих складальних операцій: попереднього стиснення й установки пружин, запресовування деталей складної конфігурації, установки ущільнювальних кілець тощо. Такі пристосування можуть забезпечуватися силовим приводом: ручним (важільним, гвинтовим, ексцентриковим), пневматичним (найбільш часто), рідше гідравлічним (для великих зусиль) або електромеханічним (при великому ході).

Спеціальні складальні пристосування складаються з корпусу та змонтованих на його основі установних елементів і затискних пристроїв. Установні елементи забезпечують необхідне положення деталей і частин виробу без вивірення. Вони повинні мати досить розвинену поверхню, щоб уникнути зминання контактуючих опорних поверхонь виробу. Часто з цією метою установні елементи облицьовуються твердою гумою або пластмасою.

Залежно від призначення складальні пристосування можна розділити на такі основні групи:

а) пристосування-затискачі, які використовують для закріплення складаних виробів, складальних одиниць або деталей у потрібному для складання положенні, а також для надання стійкості складальній одиниці та полегшення її складання;

б) установні пристосування, які призначені для правильного й точного установлення з'єднаних деталей або складальних одиниць відносно одне одного, що гарантує отримання необхідних монтажних розмірів;

в) робочі пристосування, які використовують під час виконання окремих операцій технологічного процесу складання, наприклад, вальцювання, запресовування, установлення й зняття пружин, ущільнень тощо;

г) контрольні пристосування, які виготовлені відповідно до конфігурації, форми, розмірів та інших особливостей контрольованих спряжень складальних одиниць і виробів для визначення відповідності конструктивних параметрів, які отримують у процесі складання, вимогам технічного завдання та умов.

До пристосувань-затискачів висувають такі основні вимоги:

- закріплення деталі складальної одиниці в пристосуванні має бути досить надійним і міцним;

- закріплення має здійснюватись мінімальною кількістю найпростіших прийомів і якнайшвидше;

- закріплення не має деформувати деталі або викликати пошкодження їхніх поверхонь; за необхідності точного встановлення деталей, затискачі не мають зміщувати їх під час закріплення.

У процесі складання варто уникати деформування деталей та складальних одиниць. Це може відбуватись, наприклад, унаслідок неправильного розташування деталі або складальної одиниці, або невдалого вибору місця закріплення, за недостатньої кількості опор, під дією занадто великої сили закріплення тощо. Варто враховувати, що іноді деформуються навіть дуже масивні деталі, особливо якщо закріплення здійснюється вручну без контролю. Тому пневматичні й пневмогідравлічні затискачі, які утримують деталі з постійним і необхідним тиском, мають значну перевагу перед ручними. Якщо під час складання ставиться вимога щодо точної фіксації складальної одиниці та її закріплення, для уникнення зміщення під дією прикладених сил рекомендують застосовувати пневматичні затискачі з клиновими або важільними підсилювачами.

Затискні елементи забезпечують фіксацію та стійкість установлених елементів виробу, оберігають їх від зсуву під дією сил складального обладнання. Для унебезпечення від деформування поверхонь деталей, які фіксують, торці затискних елементів оснащують м'якими вставками (накладками). Як затискні елементи можуть використовуватися прямі та Г-подібні прихвати. Як привод використовуються пневмо- і гідроциліндри. Іноді використовують вакуумні прихвати, пружинні затискачі (останні не перешкоджають тепловому розширенню деталей, що важливо, наприклад, під час зварювання).

У багатьох випадках, особливо під час складання вузлів середніх і великих розмірів, доцільно суміщати установні, затискні та, інколи, контрольні функції пристосування. Такі пристосування прийнято називати складальними стендами (стапелями). Під час складання деталі закріплюють у масивних каркасах, на яких і виконують усі необхідні наладні та складальні операції. Завдяки виконанню принципу постійності конструкторських баз у самих стендах (стапелях) забезпечується співпадіння та єдність баз складальних одиниць і, як наслідок, точне стикування їх між собою під час загального складання.

Розрізняють обробні й складальні стапелі. Перші призначені для механічної доробки стикових поверхонь та інших елементів агрегатів, другі – для виконання всіх підготовчих операцій і складання складальних одиниць.

Для зручності складання багато пристосувань забезпечують поворот складального виробу відносно горизонтальної або вертикальної площини. Такі пристрої називають кантувачами.

ГЛОСАРИЙ (GLOSSARY)

- Базування – *basing*
Закріплення – *fixing*
Засіб вимірювання – *mean of measuring*
Засіб контролю – *mean of control*
Важільний затискний пристрій – *lever clamping device*
Верстатне пристосування – *machine-tool device*
Вимірювання – *measuring*
Гвинтовий затискний пристрій – *spiral clamping device*
Гідроциліндр – *hydraulic cilider*
Ексцентрик – *eccentric*
Індикатор годинникового типу – *indicator of sentineling type*
Інструмент – *tool*
Клиновий затискний пристрій – *wedge clamping device*
Коефіцієнт запасу – *coefficient of supply*
Кондуктор – *conductor*
Контроль – *control*
Контрольно-вимірювальне пристосування – *control and measuring device*
Налаштування – *adjusting*
Опора – *support*
Оправка – *mounting*
Пневмокамера – *pneumatic chamber*
Пневмоциліндр – *pneumatic cylinder*
Похибка базування – *error of basing*
Похибка вимірювання – *error of measuring*
Похибка установлення – *error of setting*
Привод верстатного пристосування – *drive of machine-tool adaptation*
Сила різання – *force is cutting*
Сила закріплення – *force is fixing*
Силовий привод – *force drive*
Технологічна база – *technological base*
Технологічна операція – *technological operation*
Технологічний процес – *technological process*
Точність – *exactness*
Установлення – *setting*

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Станочные приспособления : справочник в 2 т. / Ред. : Б. Н. Вардашкин. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 1 / [под ред. Вардашкина Б. Н., Шатилова А. А.]. – 1984. – 692 с.
2. Станочные приспособления : справочник в 2 т. / редкол. : Вардашкин Б. Н. (председатель) [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. – Т. 2 / [под ред. Вардашкина Б. Н., Данилевского В. В.]. – 1984. – 656 с.
3. Альбом по проектированию приспособлений : учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / [Б. М. Базров, А. И. Сорокин, В. А. Губарь и др.]. – М. : Машиностроение, 1991. – 121 с.
4. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков / Ансеров М. А. – Л. : Машиностроение, 1975. – 656 с.
5. Мироненко О. М. Курсове проектування з дисциплін «Проектування пристосувань», «Системи автоматизованого проектування технологічної оснастки» : навчальний посібник / О. М. Мироненко, Ю. А. Буренніков. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 61 с.
6. Белоусов А. П. Проектирование станочных приспособлений : учебное пособие для учащихся техникумов / Белоусов А. П. – М. : Высшая школа, 1980. – 240 с.
7. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков : справочник / Горошкин А. К. – М. : Машиностроение, 1979. – 303 с.
8. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебное пособие для студентов вузов машиностроительных специальностей / Горохов В. А. – Мн. : Высшая школа, 1986. – 238 с.
9. Терликова Т. Ф. Основы конструирования приспособлений : учебное пособие для машиностроительных вузов / Терликова Т. Ф., Мельников А. С., Баталов В. И. – М. : Машиностроение, 1980. – 119 с.
10. Черпаков Б. И. Технологическая оснастка : учебник для учреждений среднего профессионального образования / Черпаков Б. И. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 288 с.
11. Контрольно-вимірювальні пристрої технологічних машин : навчальний посібник / За ред. проф. З. А. Стецька. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 321 с.
12. Складальні процеси в машинобудуванні : навчальний посібник / Уклад. : В. В. Савуляк. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 99 с.

Навчальне видання

**Петров Олександр Васильович
Сухоруков Сергій Іванович**

ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА

Навчальний посібник

Рукопис оформлено: О. Петров

Редактор: О. Ткачук

Оригінал-макет виготовлено: О. Ткачук

Підписано до друку 04.05.2018
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 7,38.
Наклад 50 (1-й запуск 1-20) пр Зам. № 2018-082.

Видавець та виготовлювач
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-87-38.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.