

О.М. Мироненко

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАНЬ

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О.М. Мироненко

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАНЬ

Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як навчальний посібник для студентів спеціальності 7.090202-01, 7.090202-04, 8.090202 . Протокол N5 від 26 грудня 2002 р.

Вінниця ВНТУ 2004

УДК 621.9(075)

М 64

Рецензенти:

В.Ф.Анісімов, доктор технічних наук, професор (ВДАУ)

Ю.А.Буренніков, кандидат технічних наук, професор (ВНТУ)

В.І.Савуляк, кандидат технічних наук, професор (ВНТУ)

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Мироненко О.М.

М64 Проектування пристосувань. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2004 .- 122 с.

В посібнику розглянуті фундаментальні основи проектування пристосувань. Посібник розроблений у відповідності з планом кафедри та програми до дисциплін "Проектування пристосувань", "САПР технологічної оснастки".

УДК 621.9 (075)

© О.М.Мироненко, 2004

Зміст

1. Задачі проектування пристосувань.	4
1.1. Класифікація пристосувань.	4
1.2. Маркування пристосувань.	6
2. Пристосування для закріплення заготовок.	7
2.1. Розрахункові фактори величини сили закріплення.	8
2.1.1. Технологічні сили які діють на заготовку.	8
2.1.2. Обємні сили.	9
2.1.3. Сили тертя.	10
2.1.4. Коефіцієнт запасу.	10
2.2. Розрахунок елементарних механізмів закріплення.	12
2.2.1. Гвинтові затискні механізми.	12
2.2.2. Ексцентрикові затискачі.	16
2.2.3. Клиновий, клино-плунжерний затискний механізм.	21
2.2.4. Важільні затискні механізми.	23
2.2.5. Центруючі і затискні механізми.	25
2.3. Приводи пристосувань.	31
2.3.1. Пневматичні приводи.	31
2.3.2. Гідравлічні приводи.	39
2.3.3. Вакуумні приводи.	43
2.3.4. Механічні приводи.	44
2.3.5. Електромеханічні приводи.	49
2.3.6. Електромагнітні приводи пристосувань.	50
2.4. Конструктивні елементи пристосувань.	52
2.4.1. Встановлювальні елементи.	52
2.4.2. Корпусні деталі пристосувань.	54
2.4.3. Напрямні елементи пристосувань.	59
2.4.4. Копіри.	63
2.4.5. Ділильні пристрої пристосувань.	64
2.4.6. Налагоджувальні елементи пристосувань.	64
2.5. Розрахунок пристосувань на точність.	67
2.5.1. Визначення точності виготовлення пристосувань.	67
2.5.2. Визначення точності деталей пристосувань.	67
2.6. Методика проектування пристосувань.	71
2.7. Конструкції пристосувань для механічної обробки.	72
2.7.1. Пристосування для свердлильних верстатів.	72
2.7.2. Пристосування для фрезерних верстатів.	79
2.7.3. Токарні пристосування.	83
3. Пристосування для закріплення і зняття різального інструменту.	88
4. Контрольні пристосування.	90
5. Складальні пристосування.	103
6. Техніко-економічне обґрунтування застосування пристосувань.	116
7. Література	122

1. Задачі проектування пристосувань

1.1 Класифікація пристосувань

1. Сучасну технологію машинобудування потрібно забезпечити сучасними машинами і пристосуваннями.

Задачі, які потрібно розв'язувати при проектуванні пристосувань:

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

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

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

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

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

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

Підвищення продуктивності досягається завдяки:

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

В цілому пристосування можна розділити на 4 основні групи.

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

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

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

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

3.1 Для закріплення базових деталей виробу, який складається.

3.2 Для забезпечення правильної установки з'єднувальних елементів виробу.

3.3 Для деформування пружних елементів вузлів, що складаються.

3.4 Для виконання запресування, клепання, розвальцьовування.

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

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

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

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

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

При впровадженні нового виробу у виробництво на виготовлення пристосувань використовується до 80% часу підготовки виробництва. Спеціальні пристрої високопродуктивні, швидкодіючі, багатомісні, багато інструментальні, часто повністю автоматизують процес обробки деталей.

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

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

Таблиця 1

Характеристика верстатних пристосувань

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

1.2 .Маркування пристосувань.

Згідно з нормами МН 74-59 пристосування класифікуються за групами, підгрупами, видами, різновидностями . Кожний класифікаційний ступінь має відповідну цифрову характеристику. Позначення складається з восьми цифр, чотири перших вказують на експлуатаційну характеристику, наприклад 7221, це 7-пристосування для верстатних і ручних робіт, 2-пристосування для фрезерних робіт, 2-пристосування з прямолінійною подачею столу, 1-пристосування, в яких головна базова поверхня є площина, наступні чотири цифри служать порядковим реєстраційним номером.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Які задачі вирішуються при проектуванні пристосувань?
3. Що таке пристосування? Його службове призначення.
4. Як класифікуються пристосування за цільовим призначенням, за рівнем спеціалізації, за рівнем механізації й автоматизації?

5. Яку роль відіграють верстатні пристосування в технологічній системі?
6. Як класифікуються пристосування відповідно до ЕСТПП ?
7. Шляхи скорочення витрат часу на проектування і виготовлення пристосування.
8. Як маркуються пристосування?

2. Пристосування для закріплення заготовок

Призначення пристосувань для закріплення

Задача затискних механізмів (ЗМ) верстатних пристосувань полягає в надійному закріпленні, що попереджає вібрації й зсув заготовок щодо опор пристосування при обробці.

Необхідність застосування затискних пристроїв відпадає, якщо обробляється важка заготовка, при умові, що сили різання в порівнянні з її вагою малі. Необхідність закріплення відпадає тоді, коли сили, що виникають при обробці, прикладені так, що вони притискають заготовку до установочих елементів.

Вимоги, що висовуються до затискних механізмів

1. ЗМ повинні бути швидкодіючими забезпечувати мінімальний час спрацювання затисного механізму скорочувати допоміжний час й підвищувати продуктивність праці
2. При закріпленні не повинно виникати зрушення заготовок, які приводять до порушення призначеної схеми базування.
3. Сили закріплення заготовок повинні відповідати силам різання, а в деяких випадках силам ваги (при обробці масивних заготовок, установлених консольно чи з нахилом) і силам інерції (при обробці з різким гальмуванням, чи реверсом). Кращі ЗМ з самогальмуванням.
4. Відповідальні деталі ЗМ повинні бути міцними й зносостійкими, захищеними від забруднення й стружки.
5. Сили закріплення не повинні викликати деформації закріплених заготовок і псування їх поверхонь; закріплення і відкріплення заготовок повинно виконуватися з мінімальною затратою сил та часу працівника; вони повинні забезпечувати рівномірність затискання, особливо при закріпленні декількох заготовок в багатомісних пристосуваннях; крім того, затискні пристрої не повинні зміщати заготовку в процесі її закріплення.
6. Конструкція ЗМ повинна бути зручною в налагодженні й експлуатації, ремонті, включати якомога більше число стандартних деталей і складальних одиниць.

При конструюванні нового пристосування силу закріплення (P_z) знаходять з умови рівноваги заготовки під дією сил різання, ваги, інерції, тертя; реакцій в опорах і власне сили закріплення. Отримане значення сили закріплення перевіряють з умови точності виконання операції. У разі потреби змінюють схему установлення, режим різання й інші умови виконання операції.

При використанні наявного пристосування зі ЗМ, що розвиває відому силу закріплення, розрахунок носить перевірковий характер: потрібна сила закріплення повинна бути не більше відомої; у протилежному випадку змінюють режим різання, число проходів і інші умови обробки.

Пневматичні, гідравлічні, пневмогідравлічні ЗМ прямої дії мають складну залежність між прикладеною силою і пружними переміщеннями. Сили закріплення визначають з умови рівноваги заготовки.

7. Сили різання не повинні за можливістю сприйматися затискними пристроями. Вони повинні сприйматися більш жорсткими встановлювальними елементами пристосування. Місце прикладання сил закріплення обирається з умови найбільшої жорсткості і стійкості кріплення і мінімальної деформації заготовки. Для підвищення точності обробки потрібно забезпечити постійну величину сили закріплення.

8. В ручних затискних пристроях зусилля руки не повинно перевищувати 150Н. Значення моментів, що передаються рукою на моховики і рукоятки різних конструкцій і розмірів, приведені в розділі 2.2.1.

В неавтоматизованому виробництві робочий може виконувати за зміну в середньому до 750 затисків (при силі до 200Н.). Якщо змінне завдання складає 400 деталей і обробка їх в пристосуванні з двома гвинтовими затискачами, то працівник не зможе виконати програму. В даному випадку потрібно застосувати пристосування з силовими (пневматичними, гідравлічними та іншими) вузлами.

Нижче наводяться орієнтовні дані по тривалості закріплення заготовок різними затискними пристроями: закріплення в трикулачковому патроні ключем – 0,07 хв; закріплення (затяжка) одного гвинтового затиску ключем – 0,07 хв, штурвалом – 0,04 хв; закріплення заготовки поворотом важеля або рукоятки – 0,04 хв, маховиком або зірочкою – 0,03 хв; поворотом рукоятки пневмо- або гідрокрана – 0,01 хв.

2.1. Розрахункові фактори, які впливають на величину сили закріплення

При обробці на заготовку можуть діяти : технологічні сили, об'ємні сили, сили тертя, а також сили другорядного та випадкового характеру.

2.1.1. Технологічні сили, які діють на заготовку

За величиною, направленням і місцем прикладання сили різання (технологічні сили) є змінними факторами. При невстановленому режимі (врізання інструмента) величина сил різання зростає від нуля до визначеного максимуму. При встановленому режимі їх величина також піддається коливанням через непостійний припуск і механічні властивості матеріалу. При затупленні інструменту сили різання зростають на 10-30 %. При деяких видах обробки (стругання, довбання) сили різання представляють собою навантаження ударного характеру.

На рисунку 2.1 показані епюри осьових сил P_0 і крутних моментів $M_{кр}$, що виникають при свердлінні наскрізного отвору. При виході свердла

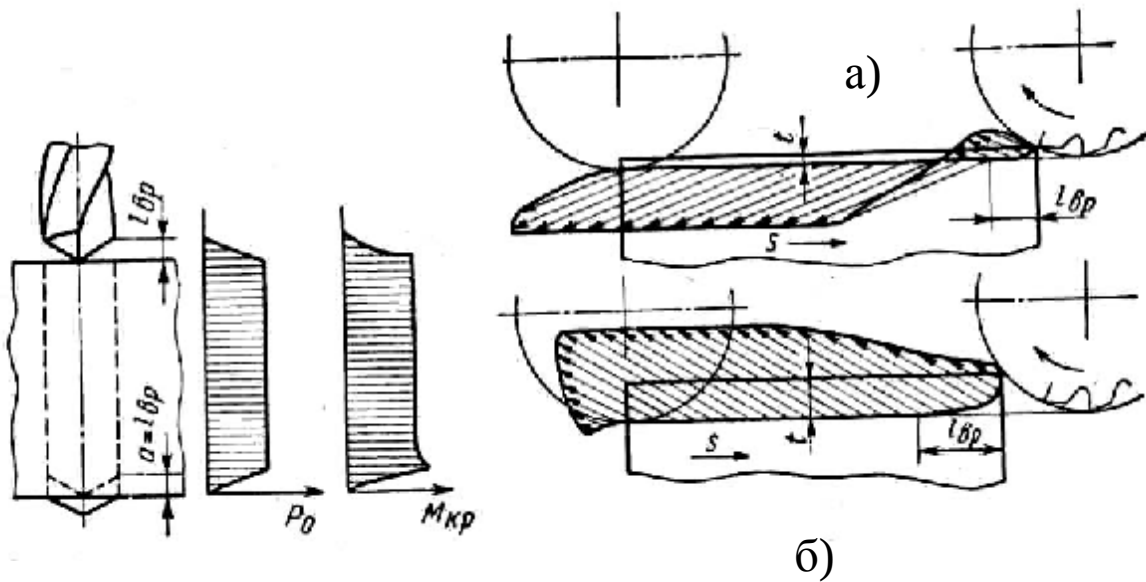


Рис. 2.1.

Епюри осьових сил і крутних моментів при свердлінні наскрізного отвору

Рис.2.2

Епюри рівнодійної сили різання при фрезеруванні:
а – при малій глибині різання;
б – при великій глибині різання.

$M_{кр}$ дещо збільшуються. Затискна сила повинна визначатися по цій стадії обробки.

На рисунку 2.2 показані епюри рівнодійних сил при циліндричному фрезеруванні. При малій глибині різання заготовка притискається цією силою вниз, при великій глибині – відтискається вгору.

2.1.2. Об'ємні сили – вага заготовки, відцентрові, інерційні сили виникають при певних умовах обробки. Вага заготовки діє і враховується при установці заготовки в пристосуванні на вертикальні або нахилено розташовані елементи. Фактор ваги створює різні умови закріплення заготовки, якщо її обробка здійснюється в поворотних або в ексцентричних пристосуваннях. В процесі обробки різанням вага заготовки безперервно зменшується завдяки цьому може безперервно зміщуватись центр ваги заготовки.

Відцентрові сили виникають в процесі обробки при зміщенні центра ваги встановленої заготовки відносно її осі обертання. Величину діючих на заготовку відцентрових сил і моментів (при динамічному дисбалансі) можна прирівнювати до сили різання при швидкісних методах обробки.

Інерційні сили при звичайних методах обробки виникають і мають суттєве значення у випадку, коли заготовка здійснює зворотно-

поступальний рух і має обертальний рух при різкому зміні швидкості цього руху, тобто, при наявності великих кутових прискорень.

При зворотно-поступальному русі сили інерції, що діють на заготовку в кожний окремий момент часу підраховуються за формулою

$$P = \frac{dv}{dt} m$$

де $\frac{dv}{dt}$ – прискорення зворотно-поступального руху;

m – маса заготовки;

При зміні швидкості ω обертального руху момент, що діє на заготовку,

$$M = \frac{d^2\varphi}{dt^2} I,$$

де $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$ – кутове прискорення заготовки;

I – момент інерції заготовки відносно осі обертання;

при $\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \text{const}$

$$M = \frac{\omega}{t} I.$$

2.1.3. Сили тертя

Коефіцієнт тертя залежить від матеріалу, від площі контакту, від наявності залишків змащувальної і охолоджувальної рідини.

Коефіцієнт тертя K_1 при контакті не оброблених заготовок (виливків, поковок) з постійними опорами, що мають сферичну головку (ГОСТ 13441—68), залежить від нормальної сили і радіуса сфери. Зі збільшенням нормальної сили й зменшенням радіуса сфери коефіцієнт тертя зростає від 0,18 до 0,30 у результаті опору зрушенню при великих контактних деформаціях.

Практично коефіцієнт тертя можна брати в межах 0,2—0,25. При контакті заготовок із затискними й установчими елементами з рифлями коефіцієнт тертя в значній мірі залежить від нормальної сили. З ростом нормальної сили збільшується глибина проникнення рифлів у поверхневі шари заготовки, у зв'язку з чим опір ковзання зростає. При великих нормальних силах значення коефіцієнта тертя може досягати 0,7 й вище.

Залежність між коефіцієнтом тертя й нормальною силою можна представити для заготовок із сірого чавуна й конструкційної сталі таким виразом $f = 0,005 N + 0,2$,

- де N — нормальна сила на 1дм^2 робочої поверхні установчого елемента в Н.

2.1.4. Коефіцієнт запасу

У розрахунки з визначення сил затиску вводиться коефіцієнт (запасу K)

Він враховує неоднорідність оброблюваних заготовок, затуплення різального інструмента, і пов'язане з цим збільшення сил різання, а також зміни умов установки й закріплення заготовок. Застосування в розрахунках середнього значення K диференційовано. Величину K можна представити як добуток первинних коефіцієнтів $K=k_0k_1k_2k_3k_4k_5k_6$, що відображують конкретні умови обробки і закріплення заготовок. Коефіцієнт k_0 , що представляє собою гарантований коефіцієнт запасу, для усіх випадків рекомендується брати рівним 1,5. Коефіцієнт k_1 враховує наявність випадкових нерівностей на чорнових заготовках, що спричиняє збільшення сил різання. При чорновій обробці $k_1=1,2$; при чистовий $k_1=1,0$.

Таблиця 2.1.

Метод обробки	Компоненти сил різання	Коефіцієнт K_2	Примітка
Свердлення	Крутний момент Осьова сила	1,15 1,0	Для чавуну
Попереднє зенкування	Крутний момент Осьова сила	1,3 1,2	Для чавуну при зносі по задній поверхні 1,5мм
Чистове зенкування	Крутний момент Осьова сила	1,2 1,2	Для чавуну при зносі по задній поверхні 0,7–0,8мм
Для сталі Для чавуну Для сталі Для чавуну Для сталі Для чавуну	P_z P_y P_x	1,0 1,0 1,4 1,2 1,6 1,25	
Чистове точіння і розточування	P_z P_y P_x	1,0 1,05 1,05 1,40 1,00 1,30	Для сталі Для чавуну Для сталі Для чавуну Для сталі Для чавуну
Циліндричне попереднє і чистове фрезерування	Колова сила	1,6–1,8 1,2–1,4	Для в'язких сталей Для твердих сталей і чавунів
Торцеве попереднє і чистове фрезерування	Тангенціальна сила	1,6–1,8 1,2–1,4	Теж
Шліфування	Колова сила	1,15–1,20	–
Протягування	Сила протягування	1,5	При зносі по задній поверхні до 0,5мм

Коефіцієнт k_2 враховує збільшення сил різання від затуплення різального інструмента, $k_2 = 1.0-1.9$. Значення k_2 приведені в табл. 2.1. Коефіцієнт k_3 враховує збільшення сил різання при приривистому різанні. При точінні й торцевому фрезеруванні k_3 досягає значення 1,2.

Коефіцієнт k_4 характеризує затискний пристрій з погляду сталості сил. При ручному затискному пристрої сили затиску не постійні. На основі обробки дослідних даних встановлено, що для ручного затиску можна приймати $k_4 = 1.3$. При використанні пневматичних, гідравлічних, пневмогідравлічних й інших затискних пристроїв прямої дії $k_4 = 1.0$. Якщо допуск на розмір заготовки впливає на силу затиску, що має місце при використанні пневмокамер, пневмоважільних систем, мембранних патронів й інших пристроїв, $k_4 = 1.2$.

Коефіцієнт k_5 характеризує зручність розташування рукояток у ручних затискних пристроях. При зручному розташуванні рукоятки й малому діапазоні кута її повороту $k_5 = 1.0$. При більшому діапазоні кута повороту рукоятки (більше 90°) $k_5 = 1.2$. Коефіцієнт k_6 враховується тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку. Якщо заготовка встановлена базовою площиною на опорі з обмеженою поверхнею контакту, $k_6 = 1.0$. Якщо заготовка встановлена на планки чи другі елементи з великою поверхнею контакту, k_6 приймається в межах до 1,5. У такому випадку макронерівності на базовій поверхні заготовки створюють невизначене положення місць контакту щодо центра повороту заготовки. Вибираючи значення коефіцієнтів $k_1 \dots k_6$ відповідно до умов виконання операції, можна одержати величину K для кожного конкретного випадку обробки.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Класифікація і призначення затискних механізмів.
2. Вимоги, які ставляться до затискних механізмів.
3. Які сили діють на заготовку в процесі обробки?
4. Методика розрахунку сил закріплення заготовки.
5. Правила вибору напрямку і точок дотику сил закріплення заготовки.
6. Визначення коефіцієнту запасу, які фактори він враховує?

2.2. Розрахунок елементарних механізмів закріплення

2.2.1. Гвинтового механізму

Переваги гвинтових елементарних затискних механізмів (ЕЗМ): простота і компактність конструкції, широке використання стандартизованих деталей;

зручність у налагодженні, що дозволяє успішно застосовувати гвинтові ЕЗМ у конструкціях прогресивних переналагоджуваних пристосувань;

гарна ремонтоздатність; можливість одержувати значну силу закріплення заготовок при порівняно невеликому моменті на приводі, здатність до самогальмування; великий хід натискного гвинта (гайки), що

дозволяє надійно закріплювати заготовки зі значними відхиленнями розмірів.

Недоліки гвинтових ЭЗМ: зосереджений характер сил закріплення, що обмежує застосування гвинтових ЭЗМ для установки тонкостінних і термічно необроблених заготовок; порівняно великий (0,04—0,07 хв) час спрацьовування гвинтових ЭЗМ із ручним приводом; нестабільність сил закріплення гвинтовими ЭЗМ із ручним приводом, що знижує точність обробки (спроби застосовувати таровані чи граничні ключі приводять до збільшення допоміжного часу та великої стомлюваності робітників).

Заготовки закріплюють безпосередньо гвинтом (гайкою) чи за допомогою прихоплювачів і планок. Застосування прихоплювачів дозволяє закріплювати заготовку в необхідному місці, одержувати вигреш у силі (чи в переміщенні). Застосування відкидних і знімних планок, швидкознімних шайб, зменшує допоміжний час. П'яти служать для захисту поверхонь заготовок від вм'ятин. Перехідні втулки для натискних гвинтів підвищують ремонтоздатність. Рукоятки і головки гвинтових ЭЗМ вибирають з урахуванням вимог ергономіки з урахуванням моменту на приводі.

Від виду різьби і торця натискного гвинта (гайки) залежить сила закріплення заготовки (при заданому моменті на приводі). Краще метрична різьба, що має високий коефіцієнт тертя, і тому надійні від самовідгвинчування. Різьба з великим кроком дозволяє швидше закріпити заготовку, а з дрібним — більш надійна при обробці заготовок з ударами, вібрацією, перемінними навантаженнями. Різьбу гвинтових ЭЗМ звичайно виготовляють 6,7,8 ступенів точності. Кінці гвинтів частіше бувають циліндричні, сферичні і під п'яту, їх вибирають з урахуванням стану відповідної поверхні заготовки.

Номинальний (зовнішній) діаметр гвинта визначається за формулою:

$$d = C \sqrt{\frac{Q}{\sigma}}_{\text{мм}}, \quad (2.2.1.)$$

де $C=1,4$ – для основної метричної різьби;

Q -сила затиску;

σ – напруження розтягування (стискання); для гвинтів із сталі 45 можна брати з врахуванням зносу різьби в межах $8-10 \text{ кГ/мм}^2$.

Величина розрахункового діаметра округлюється до найближчого більшого значення. В пристосуваннях застосовують різьби від М6 до М48.

Момент, що розвиває рукоятка або маховик, для отримання заданої сили затискача Q

$$M = r_{\text{ср}} Q \text{tg}(\alpha + \rho) + M_{\text{тр}},$$

де $r_{\text{ср}}$ – середній радіус різьби;

α – кут підйому різьби;

ρ – кут тертя в різьбі;

$M_{\text{тр}}$ – момент тертя на опорному торці гайки або в місці контакту торця натискного гвинта;

$$M_{\text{mp}} = \frac{1}{3} f Q \frac{D_H^3 + d_B^3}{D_H^2 - d_B^2}.$$

де D_H -зовнішній діаметр опорного торця;

d - внутрішній діаметр опорного торця;

Приймаючи середнє значення $\alpha=2^030'$ (для різі від М8 до М52 α змінюється від $3^010'$ до $1^051'$), $\rho=10^030'$, $r_{\text{cp}}=0.45d$, $D_H=1,7d$, $d_B = d$ і $f=0.15$, отримаємо спрощену наближену формулу для гайок

$$M=0,2dQ.$$

Тут значення ρ і f прийняті за верхніми межами величини тертя ковзання.

Момент відкріплення гвинтового затискача для випадку, коли $\rho > \alpha$,

$$M' = r_{\text{cp}} Q \operatorname{tg} (\rho - \alpha) + M_{\text{mp}}$$

Враховуючи, що при відкріпленні доводиться переборювати тертя спокою, величини ρ і f потрібно брати на 30-50% більші, ніж в попередньому виведенні. Після всіх перетворень отримаємо наближену формулу

$$M' = 0,25dQ.$$

Якщо заготовка в процесі обробки нагрівається, то момент відкріплення затискача може зрости. Для затискних гвинтів зі сферичним торцем (рис.2.1, а) наближена формула моменту закріплення має вигляд

$$M \approx 0,1 dQ \quad (2.2.2.)$$

В цій формулі момент тертя на торці не врахований, оскільки його величина дуже мала ($M_{\text{mp}} < 0.03 M$). Для натискних гвинтів з плоским торцем (рис.2.1., б) розрахунок закріплення ведеться за формулою:

$$M = 0,1dQ + \frac{fQd_1}{3}, \quad (2.2.3.)$$

а для гвинта з п'ятою (рис.2.1, в), що попереджує псування поверхні заготовки, – за формулою

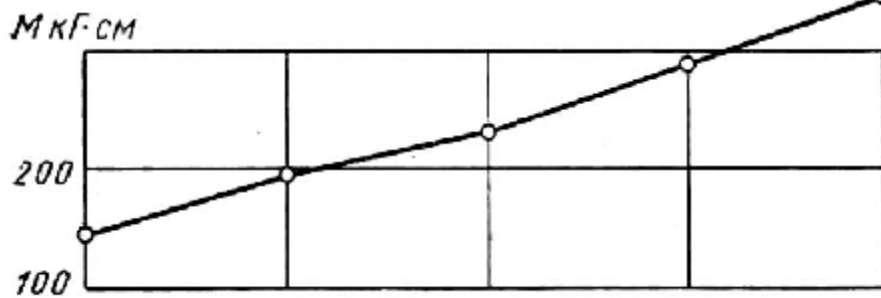
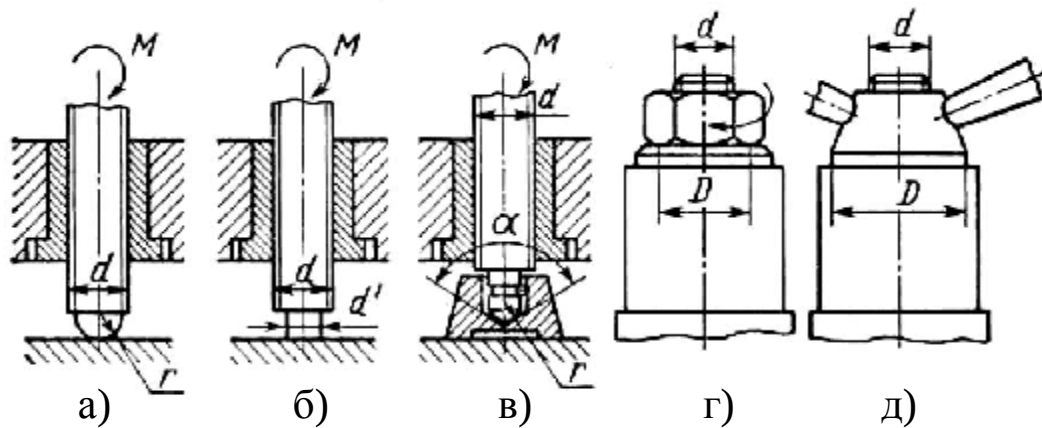
$$M = 0.1dQ + tf \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} Q.$$

$$\text{При } \alpha=118^0 \quad f=0.16$$

$$M = 0.1Q (d + r).$$

На рис. 2.3.,е. знизу показано вплив тертя на опорному торці на момент який потрібно розвинути при затяжці гвинта з метричною різьбою для одержання однакової затискної сили. При побудові прийняли : $r = 6 \text{ мм}$ (рис2.3.,а) ; $\frac{d'}{d} = 0.8$ (рис2.3.,б); $r = 10 \text{ мм}$; $\alpha = 118^0$ град.; $f = 0.15$ (рис2.3.,в);

$$\frac{D}{d} = 1.7 \text{ (рис2.3,г); } \frac{D}{d} = 2.5 \text{ (рис2.3,д).}$$



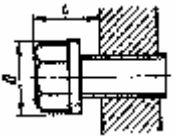
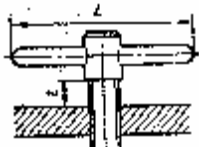
е)

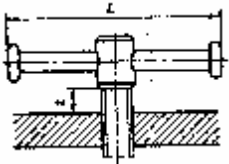
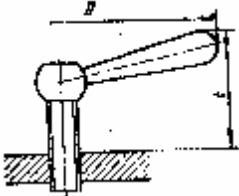
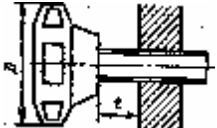
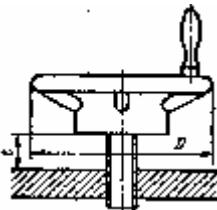
Рис . 2.3.Конструкция затискних гвинтів

В таблиці 2.2. показані різні конструкції головок гвинтів і їх параметри. Користуючись цією таблицею можна в залежності від необхідної сили закріплення вибрати конструкцію гвинта і підібрати відповідну різьбу гвинта для пристосування , яке проектується.

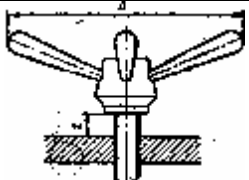
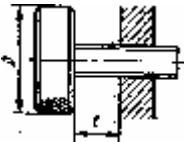
Таблиця 2.2

Сила Q, що розвивається натискними гвинтами пристосувань, у залежності від конструкції головки гвинта і кроку різі гвинта.

Конструкції головки гвинта	Параметри	Різьба гвинта					
		M10	M12	M16	M20	M24	M30
	L	20	25	30	35	45	50
	D	18	22	28	35	40	52
	Q	200	300	550	900	1200	2000
	L	25	30	35	40	50	-
	D	80	100	140	200	250	-
	Q	200	350	550	950	1400	-

	T D Q	25 60 120	30 80 250	35 120 480	40 160 750	50 240 1250	-
	T D Q	40 120 180	50 150 300	60 190 400	80 235 450	100 300 620	120 380 800
	T D Q	30 40 30	35 50 40	40 65 50	50 80 75	-	-
	t D W	30 32 20	35 40 30	40 50 40	-	-	-

Продвження таблиці 2.2.

	t D W	- - -	- - -	15 100 180	20 180 320	25 225 520	30 280 650
	t D W	- - -	- - -	- - -	20 210 1000	25 265 1500	30 315 1850

2.2.2. Ексцентрикові затискачі

Круглі ексцентрики (рис.2.4.) рекомендується виготовляти із сталі 20Х з цементацією на глибину 0,8 – 1,2 мм і наступним загартуванням до твердості HRC 55–60 (ГОСТ 9061–68). Вихідними даними для визначення основних розмірів ексцентрика є такі величини: δ – допуск на розмір заготовки від її установчої бази до місця прикладання затискної сили в мм; α – кут повороту ексцентрика від нульового (початкового) положення; Q – сила затискання заготовки.

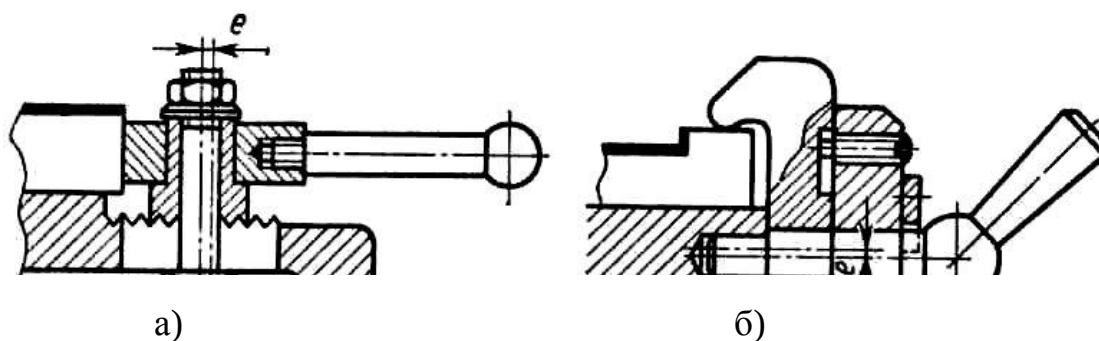


Рис. 2.4. Типи ексцентрикових затискачів.

а – дисковий ексцентрик; б – ексцентриковий вал з Г – подібним прихоплювачем.

При відсутності обмеження кута повороту ексцентрика його ексцентриситет визначається із умови:

$$2e = s_1 + d + s_2 + \frac{Q}{J}, \quad (2.1)$$

де s_1 – зазор, що забезпечує вільне установлення заготовки під ексцентрик;

s_2 – запас ходу ексцентрика, що запобігає його переходу через мертву

точку (враховує неточність виготовлення і знос ексцентрика);

J – жорсткість затискного пристрою;

d – допуск на виготовлення заготовки.

Остання складова виразу (2.1) характеризує збільшення відстані між ексцентриком і заготовкою в результаті пружних відтискань ланок системи, що сприймає силу затискача.

Прийнявши $s_1 = 0,2 \div 0,4$ мм і $s_2 = 0,4 \div 0,6$ мм, отримаємо:

$$e = \frac{d}{2} + \frac{Q}{2J} + (0,3 \div 0,5) \text{ мм.}$$

Прийнявши обмеження кута повороту ексцентрика (α значно менше 180°) величину ексцентриситету знаходимо з виразу:

$$e = \frac{s_1 + d + \frac{Q}{J}}{1 - \cos \alpha}.$$

Радіус r цапфи ексцентрика можна визначити, задаючись її шириною b :

$$r = \frac{Q}{2bs_{\text{зм}}}, \text{ мм}$$

тут $\sigma_{\text{зм}}$ – допустиме значення на зминання ($1,5\text{--}2,0$ кг/мм²).

При $b = 2r$

$$r = \sqrt{\frac{Q}{4s_{\text{зм}}}}, \text{ мм}$$

Радіус зовнішньої поверхні ексцентрика R визначається із умови самогальмування. Із розглянутих сил які діють на ексцентрик, (рис.2.5.)

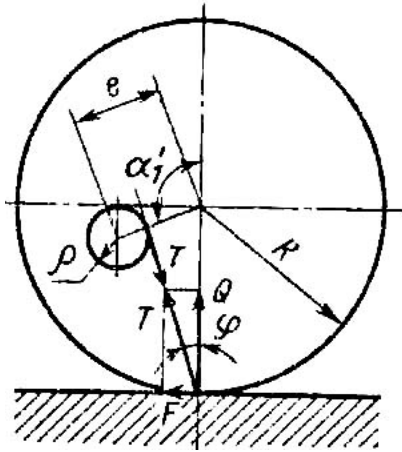


Рис. 2.5 Схема розрахунку ексцентрика на самогальмування

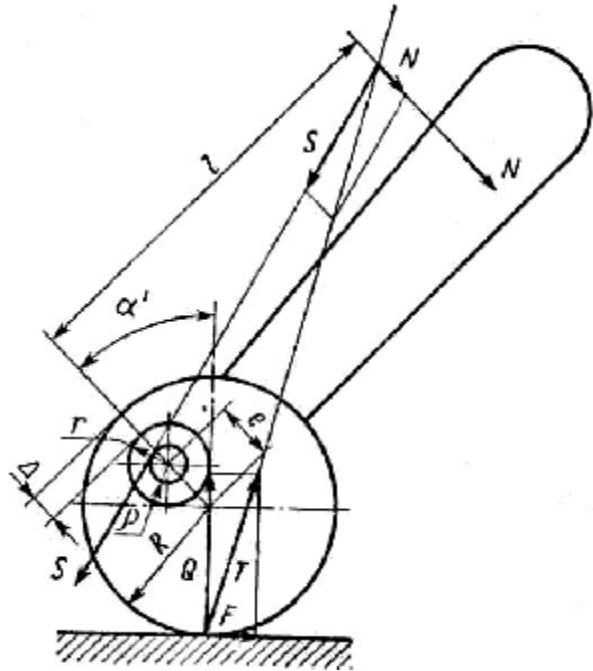


Рис. 2.6 Схема розрахунку сили на рукоятці ексцентрика

впливає, що рівнодійна реакції і сили тертя F повинні бути рівні і протилежно направлені реакції зі сторони цапфи. Остання проходить дотично до кола тертя радіусом ρ . Із рис.2.5. випливає:

$$\frac{e - \rho}{R} = \sin \varphi,$$

де φ – кут тертя спокою.

Звідки

$$R = \frac{e - \rho}{\sin \varphi}.$$

При $e \leq \rho$

$$R_{\min} = e + r + \Delta,$$

де Δ – товщина перемички (рис. 2.6)

Величину ρ визначаємо з рівняння $\rho = f' r$, де f' – коефіцієнт тертя спокою в цапфі. Величини φ і f' слід брати за найменшою межею. Для напівсухих поверхонь приймати $\varphi = 8^\circ$ і $f' = 0.12 \div 0.15$.

Кут α_1 (див.рис.2.5), що відповідає найменшому вигідному положенню ексцентрика з врахуванням його самогальмування за формулою $\alpha_1 = 90^\circ + \varphi$.

Ширину робочої частини ексцентрика В можна визначити із формули:

$$s = 0,565 \sqrt{\frac{Q}{RB \left(\frac{1-m_1^2}{E_1} + \frac{1-m_2^2}{E_2} \right)}},$$

де $\sigma = \sigma \leq \sigma_T$ – допустиме напруження на зминання;

σ_T – границя текучості матеріалу ексцентрика;

E_1 і E_2 – відповідно модулі пружності матеріалів ексцентрика і дотичного з ним елемента (проміжної деталі або заготовки);

μ_1 і μ_2 – відповідно коефіцієнти Пуассона для матеріалів ексцентрика і дотичного з ним елемента.

При $E_1 = E_2$ і $\mu_1 = \mu_2 = 0,25$ отримаємо:

$$\sigma = 0,415 \sqrt{\frac{QE}{RB}},$$

звідки

$$B = 0,0175 \frac{QE}{R\sigma^2}, \text{ мм}$$

Отримані розміри дискового ексцентрика: e , r , R і B необхідно погоджувати з ГОСТ 9061-81.

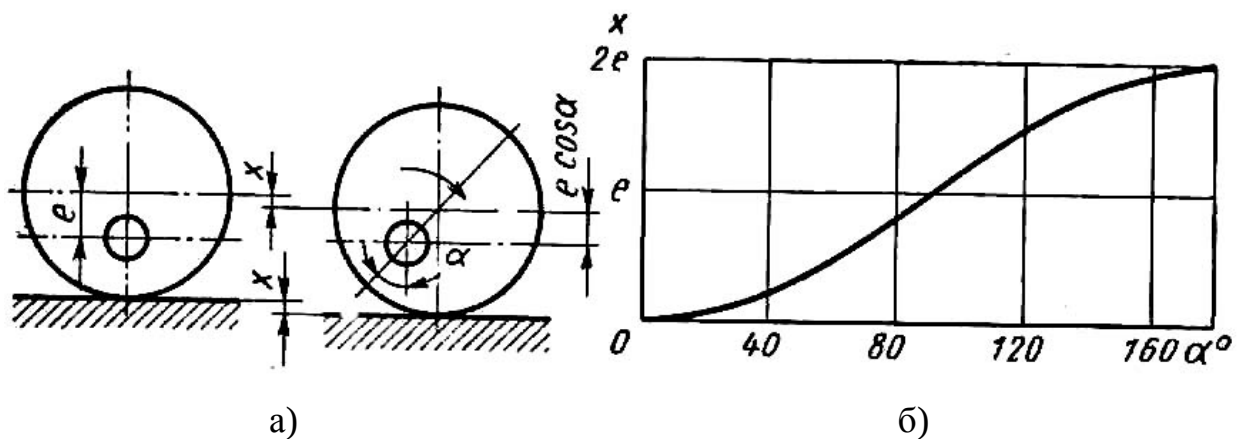


Рис. 2.7. До визначення переміщення x точки прикладання затискної сили від кута α повороту ексцентрика.

Для встановлення залежності між силою затискання Q і моментом на рукоятці ексцентрика в кінці закріплення заготовки розглянемо схему, зображену на рис. 2.6. В процесі закріплення на ексцентрик діють три сили: сила на рукоятці N , реакція заготовки T і реакція цапфи S , під дією цих сил система знаходиться в рівновазі. Реакція T представляє собою рівнодійну сили Q і сили тертя F .

Сума моментів всіх діючих сил відносно осі повороту ексцентрика

$$Nl - Qe \sin \alpha' - fQ(R + e \cos \alpha') - Sp = 0,$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання між ексцентриком і заготовкою.

Сила S мало відрізняється від нормальної сили Q . Приймавши $S \approx Q$, отримаємо момент на рукоятці ексцентрика

$$Nl = Q[fR + \rho + e(\sin \alpha' + f \cos \alpha')].$$

Для спрощення отриманого виразу приймемо: 1) $fR = \tan \phi R \approx \sin \phi R$ (для $\phi = 6^\circ$ похибка менше 1%);

2) вираз $\sin \alpha' + f \cos \alpha'$ замінимо через дуже близьке, але більш просте $\sin(\alpha' + \phi)$, похибка 1%.

Після підстановки отримаємо спрощену формулу:

$$Nl = Q[r \sin j + r + e \sin(\alpha' + j)].$$

Приймавши до уваги вираз для R , отримаємо:

$$Nl = [l + \sin(\alpha' + j)]eQ. \quad (2.2.)$$

Отримана наближена формула дозволяє визначити значення моменту Nl з точністю до 10%, що цілком достатньо.

Переміщення точки дотику ексцентрика з площиною при повороті ексцентрика на кут α від початкового (нульового) положення (рис.2.7, а)

$$x = e - c = e - e \cos \alpha = (1 - \cos \alpha)e;$$

$$c = e \cos \alpha.$$

На рис. 2.7, б показані криві зміни x в залежності від кута α .

$$\text{Враховуючи, що } x = s_1 + \delta + \frac{Q}{J},$$

$$\text{маємо } \cos \alpha = 1 - \frac{s_1}{e} - \frac{\delta}{e} - \frac{Q}{eJ}; \quad \alpha' = 180^\circ - \alpha.$$

Підставимо знайдене значення α' в формулу (2.2.), можна виразити момент на рукоятці через вихідні дані.

Для визначення найбільшої тангенційної сили T' , яку може сприйняти ексцентрик, розглянемо схему дії сил, що представлені на рис.2.8:

$$T' = Qf' + Q \frac{\rho - e \sin \alpha}{R + e \cos \alpha}.$$

Перший член рівняння виражає силу тертя на нижній (базовій) поверхні заготовки, якою вона контактує з установчими елементами пристосування. Другий член характеризує силу тертя в цапфі ексцентрика.

При зміні α від 0 до 180° найбільше значення сили T' має місце при $\alpha = 0$, а найменше – при α , що визначається із виразу:

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{\rho + \sqrt{\rho^2 + R^2 + e^2}}{R + e}.$$

Якщо

$$\frac{\rho - e \sin \alpha}{R - e \cos \alpha} > f, \text{ то } T' = Q(f_1 + f).$$

Із отриманих формул видно, що зменшення розмірів ексцентрика забезпечується збільшенням жорсткості системи і збільшенням діаметру його цапфи.

Криволінійні (не круглі) ексцентрики. Звичайні круглі ексцентрики широко використовуються в пристосуваннях, внаслідок порівняної простоти їх виготовлення. В той же час вони мають певні недоліки: їх самогальмівні властивості змінюються з кутом повороту в межах, що наближається до 180° (в дійсності він завжди менший цієї величини на $20-30^\circ$). Тому конструктори інколи використовують криволінійні (не круглі) ексцентрики. Їх самогальмівні властивості збільшуються з кутом повороту, а сам кут може бути більшим 180° . Робоча поверхня таких ексцентриків, звичайно, виконується за евольвентою і спіраллю Архімеда, оскільки вони найбільш прості у виготовленні.

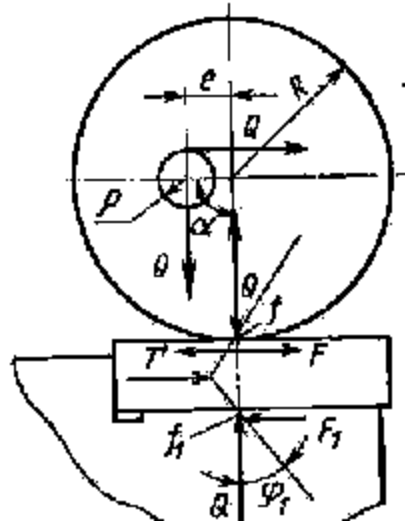


Рис. 2.8 Схема для розрахунку найбільшої тангенціальної сили, яку сприймає ексцентрик на разтискання

2.2.3. Клиновий і клино-плунжерний механізми

Розрізняють такі ЕЗМ: клинові з односкісним клином і клино-плунжерні з одним плунжером (без роликів чи з роликами), що звичайно використовують як підсилювачі пневмо- і гідроприводів; клинові і багатоплунжерні самоцентруючі пристрої застосовують в конструкціях оправок (наприклад, оправки конічні і кулачкові).

Переваги: простота і компактність конструкції; зручність у налагодженні й експлуатації; здатність до самогальмування (механізми з роликами не є самогальмівними); сталість сил закріплення, що не залежать від допуску на розмір заготовки.

Недоліки: зосереджений характер сил закріплення, що утруднює використання цих механізмів при обробці нежорстких заготовок; низька надійність, що залежить від характеру клинового з'єднання, форми поперечного перерізу плунжерів і пазів під плунжери, зазорів між плунжерами і пазами, захищеності механізму від стружки.

Деталі клинових і клино-плунжерних ЕЗМ: клин, до якого прикладена сила Q від привода; плунжери (кулачки), що розвивають силу закріплення,

корпус з пазами, у яких переміщаються клин і плунжери (кулачки); опорні ролики (якщо в механізмі передбачене їх використання).

Для найбільш розповсюдженого в пристосуваннях односкісного клина (рис.2.9, а) при передачі сил під прямим кутом характерна залежність, яка отримана із силового багатокутника (рис. 2.9, б):

$$P = Q \frac{\cos \varphi_3 \sin[\alpha \pm (\varphi_1 + \varphi_2)]}{\cos \varphi_1 \cos[\alpha \pm (\varphi_1 + \varphi_2)]}. \quad (2.3.)$$

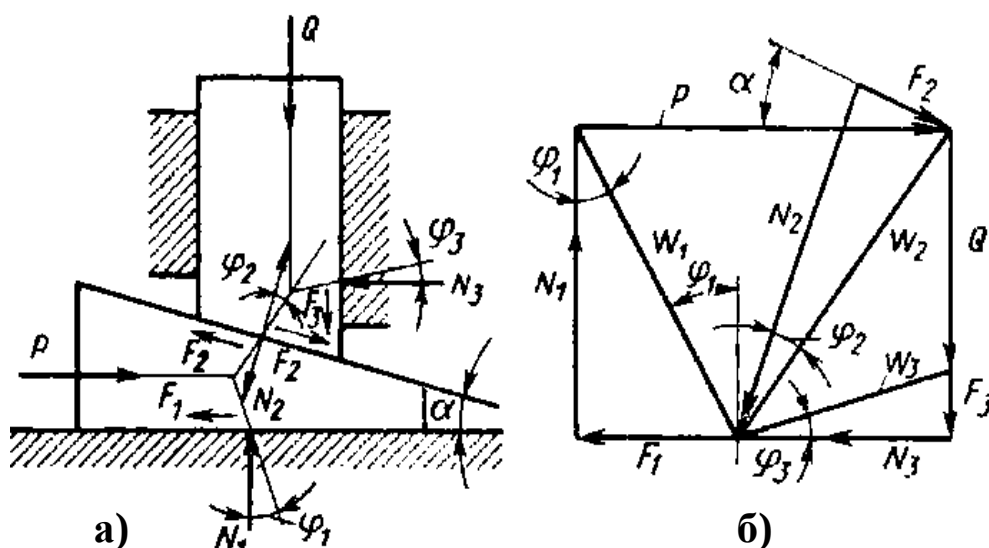


Рис. 2.9. Схема дії сил в клиновому механізмі

При знаковій мінус у формулі (2.3.) маємо залежність для відкріплення клина. Самогальмування має місце при $\alpha < \varphi_1 + \varphi_2$.

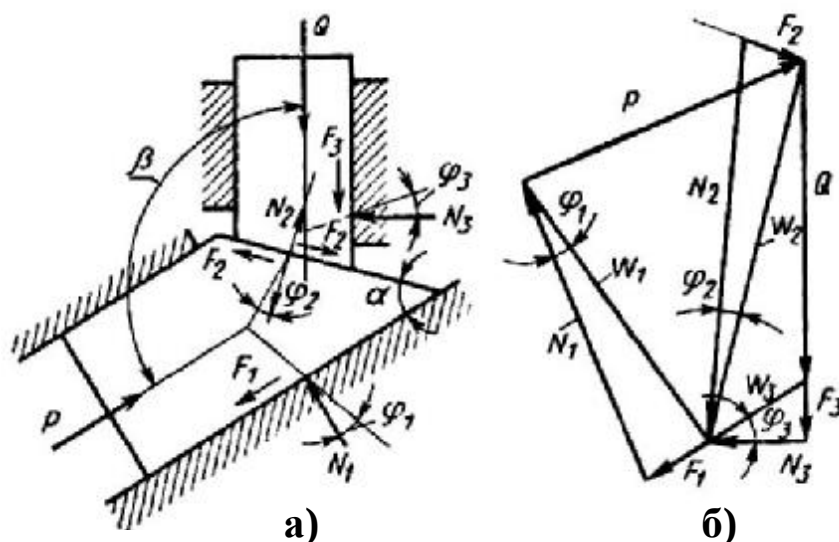


Рис. 2.10. Схема дії сил в клиновому механізмі при $b > 90^\circ$

Якщо $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$, то залежність більш проста:

$$P = Q \operatorname{tg}(\alpha \pm 2\varphi).$$

При передачі сил під кутом $\beta > 90^\circ$ (рис.2.9, а) залежність між P і Q на основі силового багатокутника (рис.2.9, б) набуває такого вигляду (при $90^\circ + \alpha > \beta$):

$$P = Q \frac{\cos \varphi_3 \sin(\alpha + \varphi_1 + \varphi_2)}{\cos \varphi_1 \cos(90^\circ + \alpha - \beta + \varphi_1 + \varphi_2)}.$$

Якщо кут тертя постійний і рівний φ , то

$$P = Q \frac{\sin(\alpha + 2\varphi)}{\cos(90^\circ + \alpha - \beta + 2\varphi)}.$$

2.2.4. Важільні затискні механізми аналогічно клиновим застосовуються в поєднанні з іншими елементарними затискачами, утворюючи більш складні затискні системи (механізми). За допомогою важеля можна змінювати величину і напрямок сили, що передається, а також здійснювати одночасне і рівномірне закріплення заготовки в двох місцях.

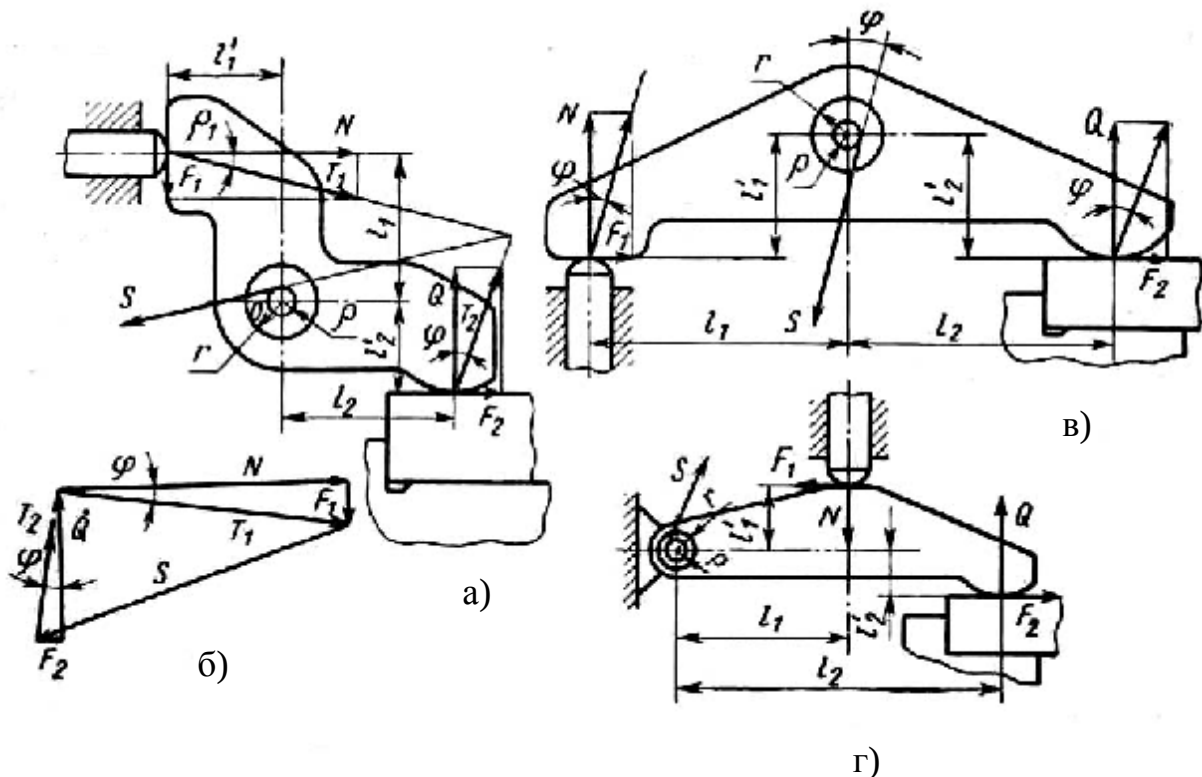


Рис. 2.11 Схема дії сил в зігнутому та прямому двох плечових важелях

Переваги :

- 1) простота конструкції і дешевизна;
- 2) такі механізми дозволяють підсилювати силу закріплення ;
- 3) такі механізми дозволяють передавати силу закріплення під необхідним кутом.

Недоліки :

Відсутнє самогальмування.

Для найбільш розповсюдженого в затискних пристроях двоплечого важеля (рис.2.11, а) відношення між силами N і Q з врахуванням тертя можна знайти, беручи суму моментів відносно осі обертання O :

$$Nl_1 = Nf_1l_1' + Ql_2 + Qf_2 + Sr.$$

Силу S можна знайти із силового многокутника (рис.2.11, б).

Наближено $S \approx \sqrt{N^2 + Q^2}$.

$$\text{При } l_1 < l_2 \quad S \approx 0.96N + 0.4Q; \quad (2.4.)$$

$$\text{При } l_1 = l_2 \quad S \approx 1.41Q; \quad (2.5.)$$

$$\text{при } l_1 > l_2 \quad S \approx 0.96Q + 0.4N; \quad (2.6.)$$

Підставляючи значення S в рівняння рівноваги, отримаємо:

$$\text{для умови (2.4.) } N = Q \frac{l_2 + f_2l_2' + 0.4\rho}{l_1 - f_1l_1' - 0.96\rho};$$

$$\text{для умови (2.5.) } N = Q \frac{l_1 + f_2l_2' + 1.41\rho}{l_1 - f_1l_1'};$$

$$\text{для умови (2.6.) } N = Q \frac{l_2 + f_2l_2' + 0.96\rho}{l_1 - f_1l_1' - 0.4\rho}.$$

В цих формулах радіус кривизни кола тертя $\rho = f'r$. Значення f' можна брати в межах 0,18 – 0,2.

Аналізуючи отримані залежності, можна побачити, що для зменшення втрат у важільній передачі корисно зменшувати радіус осі і плеч l_1 і l_2 .

Для важеля, зображеного на рис. 2.11, в, рівняння рівноваги буде таке ж, як для попереднього випадку. Однак $S = (Q + N) \frac{1}{\cos \varphi}$.

Підставляючи S в рівняння рівноваги і розв'язуючи його відносно N ,

$$\text{отримаємо } N = Q \frac{l_2 + fl_2 + \frac{r}{\cos j}}{l_1 - fl_1 - \frac{r}{\cos j}}.$$

Для важеля, що представлений на рис.2.11 г, ця залежність набуває такого вигляду:

$$N = Q \frac{l_2 + fl_2 + \frac{\rho}{\cos \varphi}}{l_1 - fl_1 - \frac{\rho}{\cos \varphi}}.$$

2.2.5. Центруючі затискні механізми. При використанні в якості установчих баз зовнішніх або внутрішніх циліндричних (багатогранних) поверхонь застосовуються центруючі затискні елементи: цанги, розтискні оправки, затискні втулки з гідропластмасою, а також мембранні патрони.

Цанги представляють собою розрізні пружинні гільзи, конструктивні різновиди яких показані на рис. 2.12, а, б і в.

Їх виконують із високовуглецевої сталі типу У10А і термічно

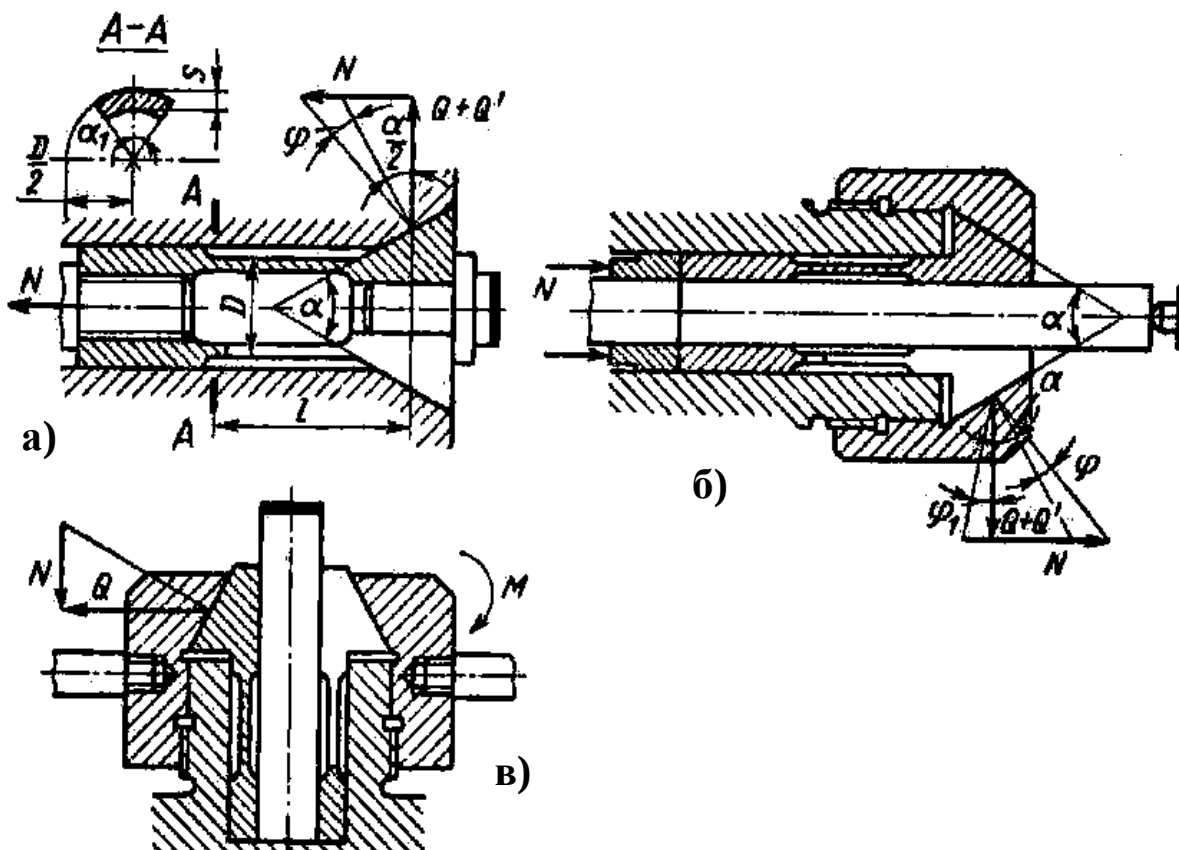


Рис. 2.12 Типи цангових затискних пристроїв.

обробляють до твердості HRC 58 - 62 в місцях губок і до твердості HRC 39 - 45 в хвостовій частині. В останній час цанги виготовляють із легованих сталей, що містять 0,6-0,7% С, 1% Si, 1% Mn і 1%Cr. Марганець і хром надають цангам твердість і зносостійкість. Кут конуса затискної втулки роблять на 1° менше (рис. 2.12, а) або більше (рис. 2.12, б) кута конуса цанги. При менших кутах можливе заклинювання цанги. В цьому випадку застосовується спеціальний знімач.

Цанги забезпечують співвісність установки в межах 0,02 - 0,05 мм. Базову поверхню заготовок для закріплення в цангах слід обробляти за 7-9 квалітетами точності. В процесі закріплення цанга може змістити заготовку вздовж осі (рис. 2.12, а). Величина зміщення

$$y = \frac{\Delta}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}.$$

де Δ – зазор між цангою і заготовкою.

Для точної установки по довжині приймають осьові упори (рис.2.12. б).

Сила затягування цанги при відсутності упора (рис. 2.12, а)

$$N = (Q + Q') \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + j \right)$$

де Q – сумарна сила затискача, що розподілена по базовій поверхні заготовки;

Q' – сила деформації пелюстків цанги для вибору зазора між її губками і заготовкою;

φ – кут тертя між цангою і втулкою;

$$Q = \frac{K \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + P^2}}{f_1},$$

де r – радіус базової поверхні заготовки;

M – момент, що передається цангою; P – осьова сила, що рухає заготовку;

f_1 – коефіцієнт тертя між заготовкою і цангою; K – коефіцієнт запасу.

Силу Q' знаходимо, розглядаючи пелюсток цанги як консольно закріплену балку:

$$Q' = \frac{3EI f}{l^3} n,$$

де E – модуль пружності матеріалу цанги;

I – момент інерції сектора тонкого кільця в перерізі в мм^4 (переріз А-А на рис.2.9, а).

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

де D – зовнішній діаметр поверхні пелюстки в мм (рис.2.9., а);

s – товщина стінки пелюстки в мм;

α_1 – половина кута сектора пелюстки цанги;

l – довжина пелюстки в мм від місця защемлення до середини конуса;

n – число пелюсток цанги;

f – стріла пробігу пелюстки в мм, рівна половині зазору Δ по діаметру між заготовкою і цапфою.

Прийнявши $E = 22\,000 \text{ кг/мм}^2$ і позначивши $f = \frac{\Delta}{2}$, отримаємо після

перетворення: для трипелюсткової цанги $Q' = 600 \frac{\Delta D^3 s}{l^3};$

для чотирипелюсткової цанги $Q' = 200 \frac{\Delta D^3 s}{l^3}.$

При наявності осьового упора (рис. 2.12, б) виникає тертя між губками цанги і заготовкою (кут тертя ϕ_1). В цьому випадку $N = (Q + Q') \left[\operatorname{tg} \left(\frac{a}{2} + j \right) + \operatorname{tg} j_1 \right].$

Виготовлення цанг ведеться за таким технологічним маршрутом: 1) попередня і чистова обробка основних поверхонь цанги при залишенні тимчасових перемичок в шліцах, що попереджають короблення пелюстків при наступній термічній обробці; 2) термічна обробка (гартування і відпуск); 3) зовнішнє і внутрішнє шліфування поверхонь цанги; 4) прорізка перемичок (вузьким шліфувальним кругом); 5) розтискання пелюстків оправкою до величини подвійної ширини шліців; 6) відпуск для зняття напружень після розтискання пелюстків.

Мембранні патрони

Мембранні патрони використовуються для точного центрування заготовок по зовнішній (рис. 2.13, а) або внутрішній циліндричній поверхні.

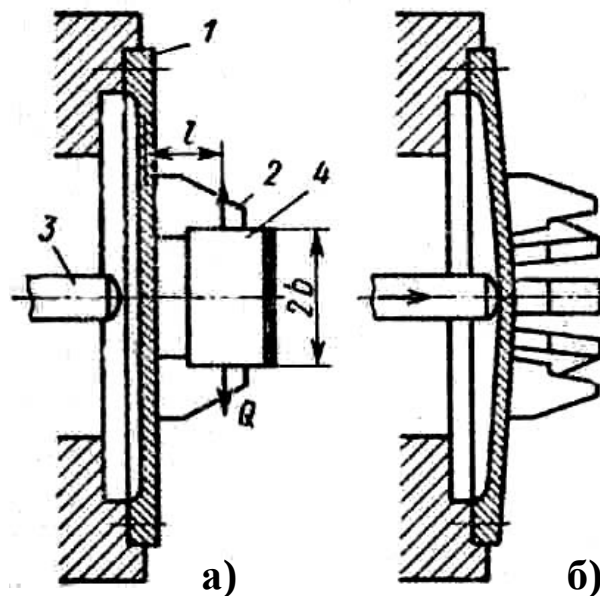


Рис. 2.13
Мембранний патрон в робочому (а)
і розтиснутому (б) стані

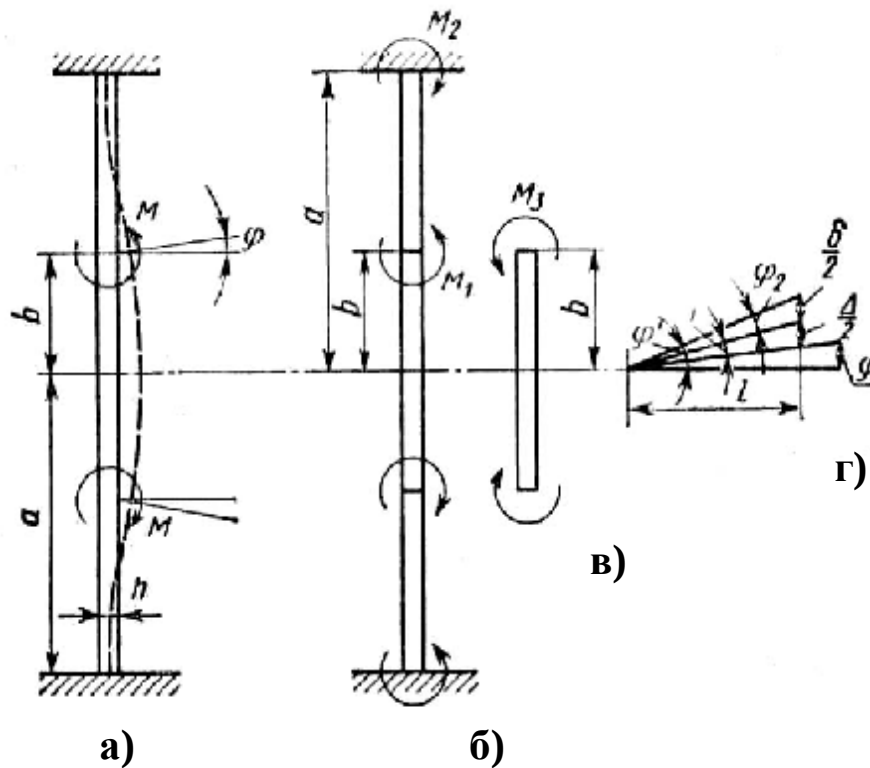


Рис.2.14 Схеми до розрахунку мембранного патрона

Він складається з круглої пластини (мембрани) 1 з симетрично розташованими виступами-кулачками 2, що прикручується до планшайби верстата. Кількість кулачків береться в межах 6 – 12. Всередині шпинделя проходить шток 3 пневмоциліндра. Включаючи пневматичний пристрій, прогинають пластинку і тим самим розкривають кулачки (рис. 2.13., б). При відході штоку назад пластинка, що намагається повернутися в попереднє положення, стискає своїми кулачками заготовку 4 (рис. 2.13, а). Матеріал мембрани – сталі 65Г, 30ХГС або У7А, що загартовані до твердості HRC 40–45. Мембранні патрони забезпечують точність центрування 0,003-0,005 .

Вихідними даними для розрахунку патрона є: момент різання $M_{різ}$, що намагається повернути заготовку в кулачках патрона, діаметр базової поверхні заготовки $2b$, а також відстань l від середини кулачків до середньої площини мембрани (рис. 2.14, а). Задаючись числом кулачків n , приймаючи коефіцієнт тертя між заготовкою і кулачками $f=0.15 \div 0.18$ і вибираючи коефіцієнт запасу K із умов виконання операції, можна отримати радіальну силу на одному кулачку:

$$Q = \frac{KM_{різ}}{nfb}.$$

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

$$M = \frac{Qnl}{2\pi b}.$$

Розрахункова схема показана на рис. 2.14, а. Круглу, закріплену по контуру, пластину вважаємо напруженою рівномірно розподіленим моментом M (момент прикладений по концентричному колу радіусом b). Впливом розтягування і стискання середньої частини площини пластини нехтуємо.

Розглянута схема може бути представлена як результат накладання двох типових схем, показаних на рис. 2.14, б і в, причому $M = M_1 + M_3$. Значення моментів M_1 і M_3 в долях моменту M ($M = 1$) для різних відношень $m = \frac{a}{b}$ приведені в табл.

Задаючись розміром a , знаходимо відношення m і момент M_3 . Товщину мембрани приймаємо в межах $h = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{15} \right) a$.

Таблиця 2.3.

Значення величин M_1 і M_3 (в частках моменту M)

Момент	Відношення m							
	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
M_1	0,785	0,645	0,56	0,51	0,48	0,455	0,44	0,42
M_3	0,215	0,355	0,44	0,49	0,52	0,545	0,56	0,58

Кут φ розтискання кулачків в радіанах (рис. 2.14, г) знаходимо за формулою:

$$\varphi = \frac{M_3 b}{D(1 + \mu)},$$

$$\text{де } D = \frac{Eh^3}{12(1 - m^2)}.$$

Цей кут відповідає закріпленню заготовки з найменшим граничним розміром.

Найбільший кут розтискання кулачків $\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2$, де φ_1 – додатковий кут розтискання кулачків, що враховує допуск δ на діаметр заготовки; φ_2 – кут розтискання, що враховує зазор Δ для вільного закладання заготовок в кулачки патрона.

Згідно з рис. 2.14, г

$$\varphi = \frac{\text{tg} \varphi + \frac{\delta}{2} + \frac{\Delta}{2}}{l},$$

або, наближено,

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2l} + \frac{\Delta}{2l}.$$

Величину Δ можна брати рівною $0,0008b + 0,02$ мм. Силу на штоці для розтискання мембрани на кут φ' знайдемо за формулою:

$$P = -\frac{4\pi D\phi'}{b \ln \frac{b}{a}} = \frac{4\pi D\phi'}{2.3 \lg \frac{a}{b}}. \quad (2.7.)$$

За величиною цієї сили необхідно перевірити напруження в матеріалі мембрани:

$$\sigma = \frac{3P(1+\mu)}{2\pi h^2} \left(\ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4a^2} \right)$$

де $r_0 = 0,3 \div 0,5$ – радіус поверхні контакту штоку і мембрани в сантиметрах.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Розрахунок сили затиску гвинтом із плоским, сферичним і чашковим торцем.
2. Які розрахункові залежності для визначення сили затиску, коли вони використовуються для запобігання:
 - 1) зсуву заготовки (наприклад при струганні, фрезеруванні, протяганні площин деталей типу плит і т.д.);
 - 2) повороту заготовки (при точінні, свердлінні, розточуванні деталей, закріплених у патроні, призмі, на оправленні і т.д.).
3. Які задачі вирішуються при застосуванні клинового механізму?
4. Що таке кут тертя? Виконайте розрахунок клинового механізму з тертям на двох поверхнях, на одній.
5. Приведіть конструкції клинових механізмів, що забезпечують зменшення сил тертя і підвищення ККД, виконаєте їх розрахунок.
6. У яких випадках доцільно застосовувати клинові механізми без роликів, з одним і двома роликами?
7. Достоїнства і недоліки важільно-шарнірних, клиноплунжерних, гвинтових механізмів, їхні конструктивні схеми і розрахунок.
8. Чому дорівнює передатне відношення і ККД комбінованих механізмів?
9. Що таке багатоланкові затиски і які типи їх ви знаєте?
10. Для чого застосовуються самоцентруючі затискні механізми? Коли доцільно їх застосовувати?
11. Приведіть приклади (нарисуйте ескізи) самоцентрувальних пристроїв, укажіть точність центрування, що досягається, і область їх застосування.
12. Які види затискних самоцентрувальних пристроїв забезпечують найвищу точність центрування?
13. Які оправки з пружними елементами вам відомі? Принцип їх дії і розрахунок.

14. Які оправки з рідким наповнювачем вам відомі? Принцип їх дії і розрахунок. Область застосування.

2.3. Приводи пристосувань

Для механізації затиску заготовок (деталей) у верстатних пристосуваннях використовуються такі типи приводів: пневматичні, гідравлічні, пневмогідравлічні, вакуумні механогідравлічні електро-механічні і приводи з використанням енергії рухомих частин верстата. Вибір того чи іншого типу приводу визначається: наявністю джерела живлення (стиснене повітря, гідронасосна установка й ін.); габаритними розмірами і конструктивними особливостями пристосування; умовами затиску (величина затискного зусилля, довжина ходу) і умовами використання пристосування на верстаті (нерухоме пристосування; пристосування, що здійснює спільно зі столом верстата прямолінійний рух; пристосування, що робить обертальний рух на столі чи шпинделі верстата). Кожний із зазначених типів силових приводів має певні технічні особливості, що визначають його переваги чи недоліки в конкретних виробничих умовах.

2.3.1. Пневматичні приводи

У масовому і крупносерійному виробництві найбільше застосування одержали пневматичні приводи. Це пояснюється тим, що пневматичні приводи пристосувань мають просту конструкцію, є швидкодіючими, прості в керуванні, надійні і порівняно недорого коштують. Загальні технічні вимоги на пневмоприводи дані в ГОСТ 18460—73.

Силові пневматичні приводи складаються з пневмодвигуна, пневматичної апаратури і повітроводів.

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

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

Пневматичні поршневі і діафрагмові пневмоприводи бувають одно- і двосторонньої дії. У пневмоприводах одnobічної 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, установленої на штоку. Пневмоприводи одnobічної дії застосовують у тих випадках, коли при затиску деталі потрібно більша сила, ніж при розтиску; пневмоприводи двосторонньої дії, коли при затиску і розтиску деталі в пристосуванні потрібна велика сила, наприклад, у пристосуваннях із затискними самогальмівними пристроями.

Пневмоприводи за видом установки поділяються на необертові й обертові. Необертові пневмоприводи застосовують у стаціонарних пристосуваннях, установлюваних на столах свердлильних і фрезерних верстатів, обертові пневмоприводи — для переміщення затискних пристроїв обертових пристосувань (патрони токарних верстатів). Заміна у верстатних пристосуваннях ручних затисків механізованими (пневматичними) дає великі переваги:

- 1) значне скорочення часу на затиск і розтиск оброблюваних деталей (у 4—8 разів) внаслідок швидкості дії (0,5—1,2 с) пневмопривода;
- 2) сталість сили затиску деталі в пристосуванні;
- 3) можливість регулювання сили затиску деталі;
- 4) простота керування затискними пристроями пристосувань;
- 5) безперебійність роботи пневмопривода при змінах температури повітря в цеху.

Недоліки пневматичного приводу:

- 1) нестабільна плавність переміщення робочих елементів через пружність повітря, особливо при змінному навантаженні;
- 2) невеликий тиск стиснутого повітря в порожнинах пневмоциліндра і пневмокамері (0,39—0,49 МПа (4—5 кгс/см²);
- 3) відносно великі розміри пневмоприводів для одержання значних сил на штоку пневмопривода.

Пневматичні поршневі приводи. У поршневих пневмоприводах одnobічної дії стиснене повітря подається тільки в одну порожнину пневмоциліндра переміщуючи поршень зі штоком в одну сторону при затиску деталі. При розтиску деталі поршень зі штоком під дією пружини, яка установлена на штоці рухається в другу сторону, при цьому повітря через золотник іде в атмосферу. У поршневих пневмоприводах двосторонньої дії стиснене повітря по черзі подається в різні порожнини пневмоциліндра і переміщає поршень зі штоком при затиску і розтиску деталей. Золотник розподільного крана при повороті рукоятки робить послідовну подачу стиснутого повітря в одну чи в іншу порожнину пневмоциліндра і випуск повітря з порожнин в атмосферу.

При розрахунку пневмоприводів визначають осьову силу на штоці поршня, що залежить від діаметра пневмоциліндра і тиску стиснутого повітря в його порожнинах. Можна за заданою силою на штоку поршня і тиском стиснутого повітря визначити діаметр пневмоциліндра. У пристосуваннях із пневмоприводом визначають час його спрацьовування.

Розрахунок осьової сили Q на штоку поршневого приводу визначається за такими формулами:

для пневмоциліндрів односторонньої дії

$$Q = \left(\frac{p}{4} \right) \cdot D^2 \cdot ph - Q_1;$$

для пневмоциліндрів двосторонньої дії при тиску стиснутого повітря на поршень у безштоковій порожнині

$$Q = \left(\frac{p}{4} \right) \cdot D^2 \cdot ph$$

і штоковій порожнині

$$Q = \left(\frac{p}{4} \right) \cdot (D^2 - d^2) \cdot ph$$

Тут D —діаметр пневмоциліндра (поршня), см;

d —діаметр штока поршня, см;

$p=0,40$ —тиск стиснутого повітря, МПа ($p=4$ кгс/см²);

$h=0,85—0,9$ ККД, що враховує втрати в пневмоциліндрі;

Q_1 — сила опору пружини на прикінці робочого ходу поршня, Н (кгс).

Пружина на штоку при її граничному стиску (наприкінці робочого ходу поршня) повинна чинити опір від 5% при великих до 20% при малих діаметрах пневмоциліндра від сили Q на штоку пневмоциліндра в момент затиску деталі в пристосуванні.

Практично застосовують такі розміри діаметрів D робочої порожнини циліндрів: 63, 100, 125, 200, 250, 300, 350 мм.

Визначимо діаметр пневмоциліндра двосторонньої дії за заданою силою Q і тиском стиснутого повітря p .

У формулі $Q = \left(\frac{p}{4} \right) \cdot D^2 \cdot ph$ для спрощення розрахунку опускаємо

ККД, але для надійності затиску знайдену силу Q на штоку збільшуємо в 1,5 раза. Тоді формула для Q прийме вигляд:

$$1,5Q = \left(\frac{p}{4} \right) \cdot D^2 \cdot p,$$

звідки

$$D \approx 1,4 \sqrt{\frac{Q}{p}}.$$

Приймаючи $p=0,4$ МПа МПа (4 кгс/см²), знайдемо діаметр

$$D \approx 0,7 \sqrt{Q}.$$

Знайдений розмір діаметра пневмоциліндра округляють по нормалі і за прийнятим діаметром визначають дійсну осьову силу Q на штоці.

Загальний час (с) спрацювання пневмоциліндра можна визначити за спрощеною формулою:

$$t_c = \frac{DL}{(d_0^2 \cdot v)},$$

де D – діаметр пневмоциліндра, см;

L – довжина ходу поршня, см;

d₀ – діаметр повітроводу, см;

v – швидкість переміщення повітря [v=180 м/с при p=0,49 МПа (5 кгс/см²)].

Загальний час спрацювання пневмоциліндра двосторонньої дії можна визначити за формулою:

$$t_c = t_0 + t_1 + t_2 + t_3,$$

де t₀ – час спрацювання пневмоциліндра, час протягом якого тиск у наповнюваній порожнині змінюється від атмосферного до тиску в повітряній мережі;

t₁ – час вистою поршня пневмоциліндра – час від моменту відкриття впускного каналу повітророзподільного крана до початку руху поршня, у цей період тиск безупинно зростає;

де t₀ – час спрацювання пневмоциліндра, час протягом якого тиск у наповнюваній порожнині змінюється від атмосферного до тиску в повітряній мережі;

t₁ – час вистою поршня пневмоциліндра – час від моменту відкриття впускного каналу повітророзподільного крана до початку руху поршня, у цей період тиск безупинно зростає;

t₂ – час руху поршня; на цьому відрізку тиск стиснутого повітря може мінятися в залежності від діаметра пневмоциліндра і тому навантаження, може збільшуватися чи зменшуватися;

t₃ – час від моменту закінчення ходу поршня до повного вирівнювання тиску в безштоковій порожнині пневмоциліндра з тиском у повітряній мережі.

Поршень у безштоковій порожнині пневмоциліндра починає переміщуватись в момент, коли осьова сила на штоку Q перевищує зовнішній опір.

$$Q = \left(\frac{p}{4} \right) d^2 \Delta p_1,$$

де Δp₁ – різниця тисків у безштоковій і штоковій порожнинах пневмоциліндра, на початку ходу поршня.

Витрати стиснутого повітря (см³/год.) за годину роботи пневмоциліндра односторонньої дії:

$$W = Vn ;$$

двосторонньої дії:

$$W = (V + V_1)n ,$$

де V -робочий об'єм порожнини пневмоциліндра в безштоковій порожнині, см³;

V_1 — робочий об'єм порожнини пневмоциліндра в штоковій порожнині, см³;

n -число робочих ходів поршня пневмоциліндра за годину.

Пневмоциліндри обертові.

Такі пневмоциліндри застосовуються як силовий вузол для патронів, оправок і інших пристосувань на токарних, токарно-револьверних і круглошліфувальних верстатах. Конструкція й основні розміри пневмоциліндрів регламентовані ГОСТ 16683—71.

У стандарті показані: виконання 1 —одинарні циліндри з одним поршнем і виконання 2—здвоєні з двома поршнями.

За напрямком дії осьового зусилля обертові приводи можуть мати два види руху: тяговий і штовхальний.

Пневмоциліндри за допомогою рукавів з'єднуються з мережею подачі стиснутого повітря. Поршень і шток пневмоциліндра через проміжні ланки переміщують кулачки при затиску і розтисканні, оброблюваних на токарному верстаті деталей. Пневмоциліндр встановлюється на задньому кінці шпинделя верстата й обертається разом з ним.

Стаціонарні пневмоциліндри.

Стаціонарними називають пневмоциліндри, корпус яких жорстко закріплений на пристосуванні Вони призначені для механізації й автоматизації верстатних пристосувань.

На стаціонарні пневмоциліндри двосторонньої дії в машинобудуванні встановлений ГОСТ 15608—70.

За способом кріплення до пристосувань пневмоциліндри під- розділяють на чотири типи: з подовженими стяжками, із фланцевим кріпленням, з лапками, із шарнірним кріпленням. На рис. 2.15. показаний стаціонарний пневмоциліндр, що кріпиться до корпусу пристосування подовженими стяжками. Стиснуте повітря подається в порожнину циліндра через конічні отвори кришок . Вбудовані пневмоциліндри застосовують у спеціальних і переналагоджуваних пристосуваннях з невеликими габаритними розмірами.

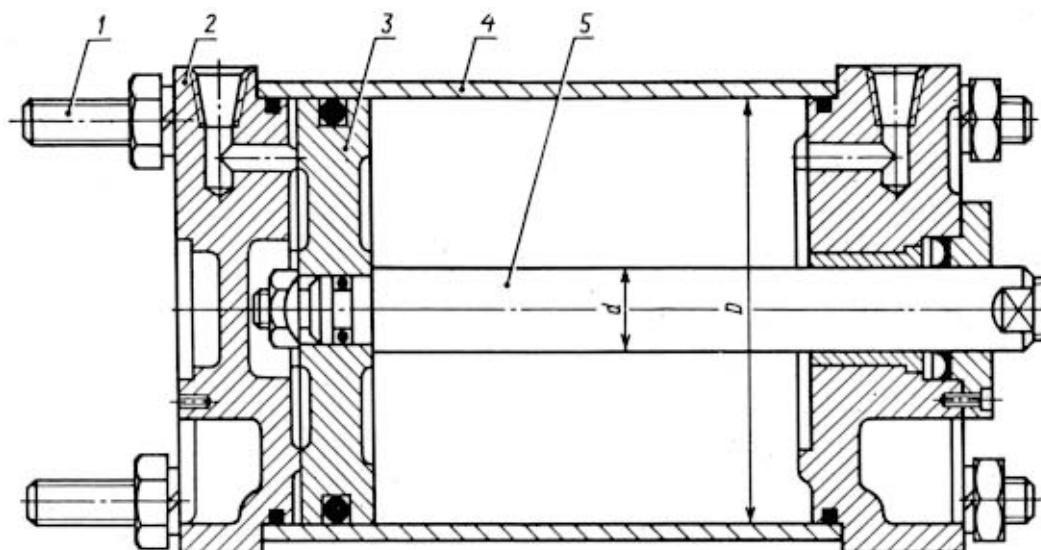


Рис. 2.15. Стационарний пневматичний циліндр:

1 – скріплювальні шпильки; 2 – задня кришка; 3 – поршень; 4 – гільза; 5 – шток.

Циліндри з двома і трьома поршнями на одному штоку застосовують в як пневмоприводи для стаціонарних і обертових пристосувань, коли потрібно при невеликому діаметрі циліндра одержати велику силу на штоку, а конструкція верстата чи пристосування не дозволяє застосувати пневмоциліндр більшого діаметра.

Діафрагмові пневмоприводи (пневмокамери). Пневмокамери з пружними діафрагмами бувають одно- і двосторонньої дії.

В залежності від способу компонування пристосувань пневмокамери підрозділяють на універсальні, вбудовані і прикріплювані.

На рис. 2.16., а показана пневмокамера односторонньої дії з тарілчастою (опуклою.) діафрагмою, що служить для переміщення затискних пристроїв при закріпленні деталей у стаціонарних пристосуваннях. Пневмокамера складається з корпусу 5 і кришки; між ними гвинтами затиснута тарілчаста гумотканинна діафрагма 6, жорстко прикріплена до сталевого диска 4, встановленого на штоку 8. Від розподільного крана стиснене повітря через штуцер 1 надходить у безштокову порожнину пневмокамери і переміщає діафрагму 6 з диском і штоком вправо. При цьому шток через тягу і проміжні ланки переміщає затискні пристрої пристосування і деталь затискається. Під час переміщення діафрагми вправо повітря зі штокової порожнини через отвір а іде в атмосферу.

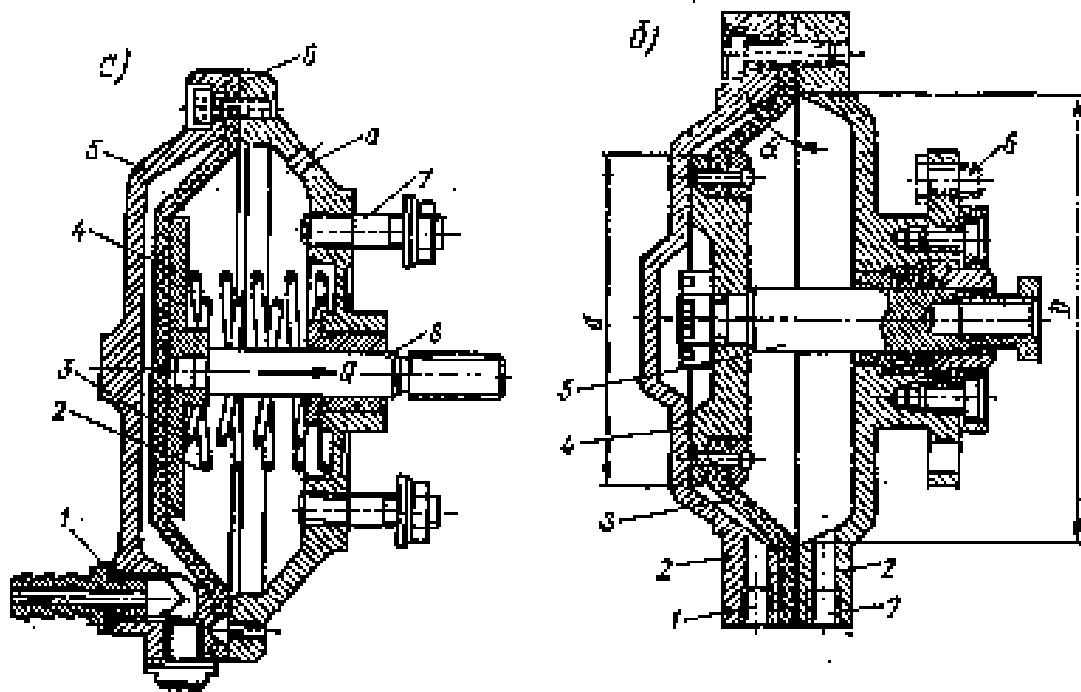


Рис. 2.16 Типи пневмокамер односторонньої дії з тарілчастою діафрігмою (а) і двосторонньої дії (б)

На рис. 2.16.б приведена нормалізована пневмокамера двосторонньої дії, застосовувана для переміщення затискних елементів пристосування при затиску і розтисканні деталей у стаціонарних пристосуваннях. Корпус пневмокамери складається з двох кришок 2, між якими гвинтами затиснута тарілчаста гумотканинна діафрагма 3, жорстко закріплена кільцем із заклепками на сталевому диску 4, що сидить на шийці штока і закріплений ковпачковою гайкою. Стиснене повітря через штуцер в отворі 1 подається в безштокову порожнину пневмокамери і переміщає діафрагму 3 з диском 4 і штоком 5 вправо. При цьому шток через проміжні ланки переміщає затискні пристрої пристосування і деталь затискається. Після обробки деталі стиснене повітря через штуцер в отворі 7 надходить у штокову порожнину пневмокамери і переміщає діафрагму 3 зі штоком 5 вліво в подібне положення. При цьому шток через проміжні ланки розсовує затискні елементи пристосування і деталь розтискається. У цей час повітря з безштокової порожнини через штуцер в отворі 1 надходить у розподільний кран і іде в атмосферу. Пневмокамера кріпиться до корпуса пристосування шпильками 6.

Корпус і кришку камери односторонньої дії виготовляють із сірого чавуну, алюмінієвого сплаву чи штампують зі сталі.

Тарілчасті діафрагми виготовляють у прес-формах з чотиришарової тканини бельтинг (ГОСТ 2924—67), по обидва боки покритої маслостійкою гумою. Крім тарілчастих застосовують плоскі діафрагми, вирізані з листової технічної гуми (ГОСТ 7338—65), прокладкою товщиною до 3 мм; вони можуть також виготовлятися з транспортерної стрічки (ГОСТ 20—62). У пневмокамерах застосовуються розрахункові

діаметри D (ГОСТ 9887—70): 63, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм. Товщину діафрагми h вибирають у залежності від її діаметра D ($h=4\dots 8$ мм) Діаметр і опорні диски приймають для гумотканинних діафрагм $d = 0,7D$; для гумових $d=D-2h=2\dots 4$ мм.

Розрахунок діафрагмових пневмоприводів. Основними величинами, що визначають роботу пневмокамери, є сила Q на штоку і довжина робочого ходу штока.

У пневмокамерах зусилля на штоку змінюється при переміщенні штока від вхідного положення в кінцеве. Оптимальна довжина ходу штока пневмокамер, при якому сила Q змінюється незначно, залежить від розрахункового діаметра Q діафрагми, її товщини h , матеріалу, форми і від діаметра d опорного диска діафрагми.

Якщо переміщати 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 складала 80—85% сили при вихідному положенні штока.

На рис. 2.17, б, представлені раціональні довжини ходів штока від вихідного до кінцевого положень.

Приблизно сила Q на штоку пневмокамер односторонньої дії для тарілчастих (опуклих) і плоских діафрагм із прогумованої тканини визначається за формулами:

у вихідному положенні штока

$$Q = \left(\frac{p}{16} \right) \cdot (D + d)^2 - Q_1;$$

після переміщення штока на довжину $0,3D$ для тарілчастих і $0,07D$ для плоских діафрагм

$$Q = \left(\frac{0,75p}{16} \right) \cdot (D + d)^2 - Q_1.$$

Q на штоку пневмокамери для плоских гумових діафрагм при подачі стиснутого повітря в безштокову порожнину:

у початковому положенні штока

$$Q = \left(\frac{p}{4} \right) \cdot d^2 - Q_1; \quad \text{а} - \text{ для тарілчастої гумотканної діафрагми із}$$

тканини бейтінг; б – плоскої гумотканинної діафрагми; в – плоскої гумотканинної діафрагми.

у положенні штока після переміщення на довжину $0,22D$

$$Q = \left(\frac{0,9p}{4} \right) \cdot d^2 - Q_1.$$

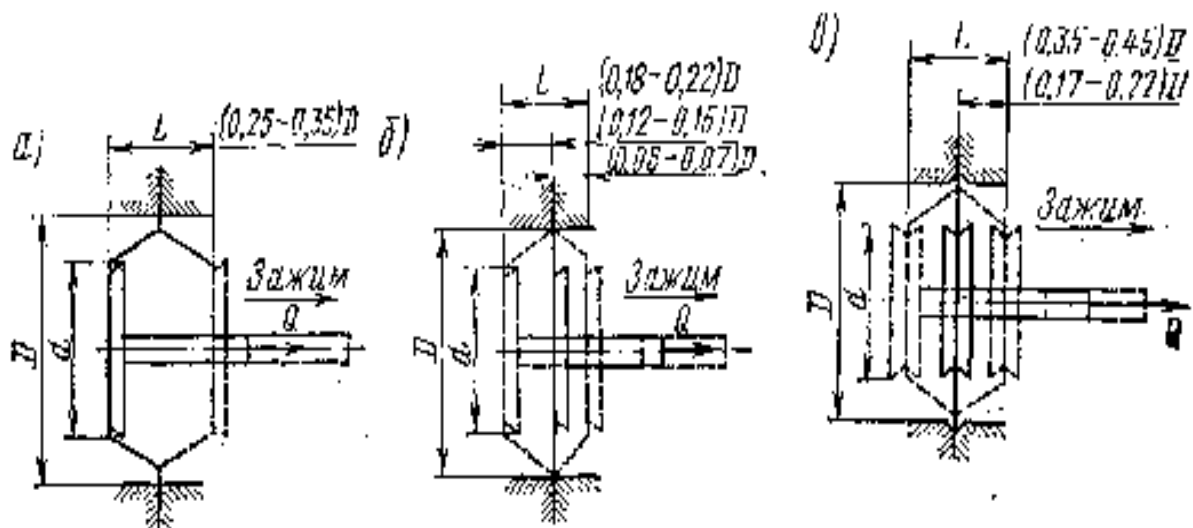


Рис. 2.17. Оптимальні довжини ходів штоку від вихідного до кінцевого положення – затиск

Оптимальна довжина ходу штока пневмокамери односторонньої дії від вихідного до кінцевого положення штока (см):

для тарілчастої гумотканинної діафрагми

$$L = (0.25 + 0.35)D;$$

для плоскої гумотканинної діафрагми

$$L = (0.18 + 0.22)D;$$

2.3.2. Гідравлічний привод

Переваги:

- 1) використання високого тиску до 16 МПа, приводить до зменшення габаритів гідравлічних силових вузлів і відповідно пристосувань;
- 2) дозволяють розвивати більші сили закріплення, ніж пневматичні;
- 3) спрацьовують плавно, без ударів.

Недоліки:

- 1) необхідність спеціального джерела живлення (насосної станції);
- 2) забруднює навколишнє середовище.

Необертові гідроциліндри. У стаціонарних (необерттових) верстатних пристосуваннях застосовують нормалізовані гідроциліндри двох видів: що вбудовані та агрегатовані. Гідроциліндри бувають односторонньої дії з пружиною і двосторонньою дією. Гідроциліндри односторонньої дії в залежності від напрямку переміщення поршня зі штоком бувають штовхальними і тяговими (рис. 2.18., а, б).

Технологічна рідина під тиском надходить через штуцер 1 у порожнину А циліндра і переміщує поршень 2 зі штоком 4 вправо це штовхальний гідроциліндр, при переміщенні вліво це тяговий гідроциліндр. Під час розтиску деталі пружина 3 переміщує поршень 2 зі штоком 4 вліво

це штовхальний і вправо це тяговий гідроциліндри. У гідроциліндрах двосторонньої дії (Рис. 2.19.) 1 масло під тиском надходить у ліву чи праву порожнину гідроциліндра і переміщає поршень 2 зі штоком 1 в обидві сторони при затиску і розтиску деталі в пристосуванні.

Розміри всіх деталей, що входять у гідроциліндри одно- і двосторонньої дії, нормалізовані. Циліндри односторонньої дії виготовляють зі сталі 40Х, а циліндри двосторонньої з холоднокатаних безшовних труб. Поршень виготовляють разом з штоком або окремо зі сталі 40Х. Зовнішні поверхні поршня і штока виготовляються за 8-9 квалітетом точності з посадкою з зазором шорсткістю поверхні $Ra = 0.16$. Кришки і фланці циліндрів виготовляють зі сталі 40Х. Для ущільнення в з'єднаннях поршнів з циліндрами і штоків із кришками застосовують манжети V-подібного перерізу і кільця круглого перерізу з маслостійкої гуми. Герметичність між поршнем, корпусом і кришкою, і між штоком і корпусом забезпечується гумовими кільцями. Почергова подача технологічної рідини в штокову і безштокову порожнини гідроциліндра подається гідропанеллю. Вихідними даними для розрахунку гідравлічних затискних пристроїв є: необхідна сила (Н) на штоку гідроциліндра, що залежить від питомого тиску технологічної рідини і площі поршня гідроциліндра, довжина ходу поршня L (м) і час робочого ходу поршня t

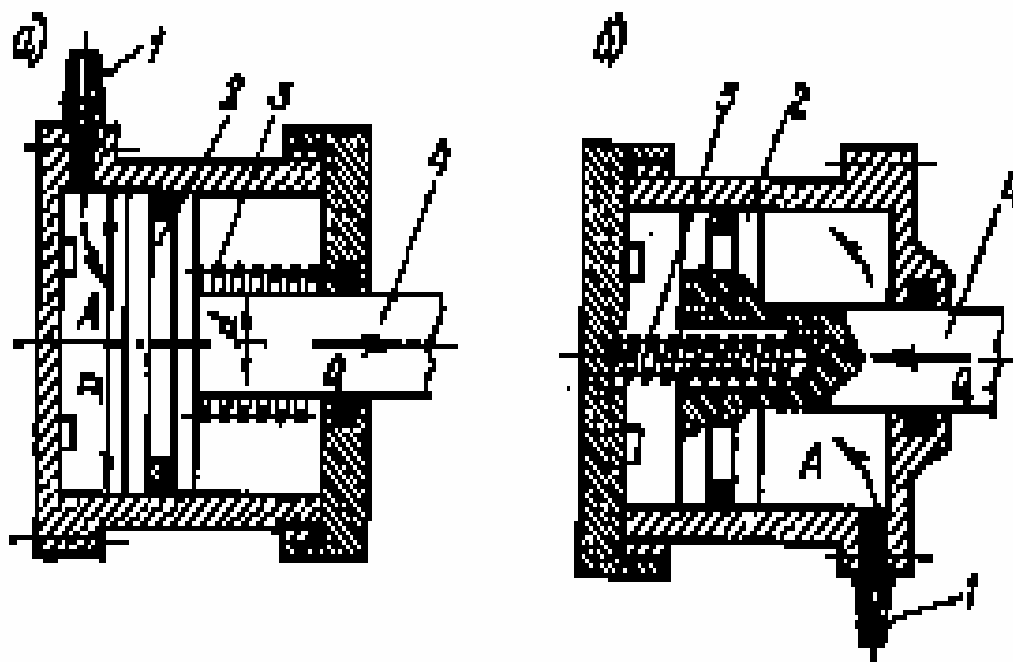


Рис. 2.18. Гідроциліндри односторонньої дії
а – штовхальний; б – тяговий

Продуктивність [л/хв] насосів гідравлічних приводних верстатних пристосувань

$$V = QL / (1000 \, tp \, h)$$

Тут Q — необхідна сила на штоку гідроциліндра, Н (кгс);

L — довжина робочого ходу поршня гідроциліндра, див; t — час робочого ходу поршня гідроциліндра, хв;
 p — тиск масла в гідроциліндрі, Па (кгс/см²);
 $h = 0,85$ — об'ємний ККД гідросистеми, що враховує витоки масла в золотнику і гідроциліндрі.

Час (хв) спрацьовування гідроциліндра визначають за формулою

$$t = pD^2L / (4 \cdot 10^3 V)$$

Потужність, що витрачається на привід насоса (квт)

$$N = Vp / (612h_1)$$

де h_1 — загальний ККД насоса.

Обертові гідроциліндри. За конструкцією обертові гідроциліндри підрозділяють на лопатеві і поршневі. Гідроприводи з обертовими поршневими гідроциліндрами в порівнянні з лопатевими циліндрами забезпечують велику довжину ходу, тяги і кулачків патрона, коштують дешевше. Тому поршневі гідроциліндри мають більше застосування в гідроприводах.

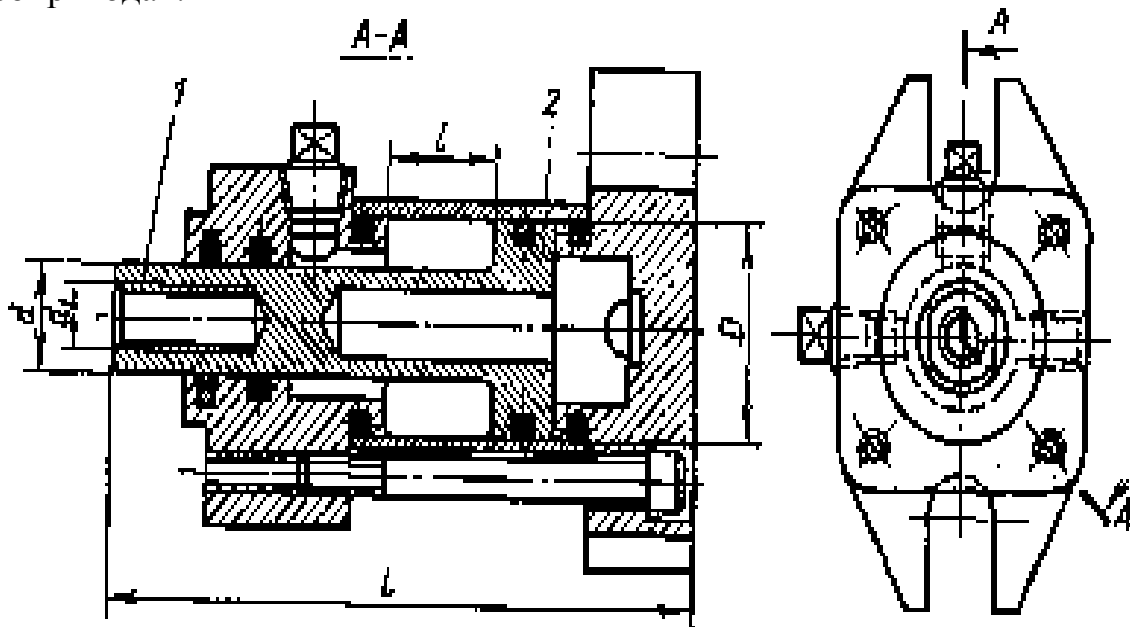


Рис. 2.19. Гідроциліндр двосторонньої дії

Недоліком конструкції обертових поршневих гідроциліндрів є неможливість використовувати їх при великій частоті обертання шпинделя ($n > 1200$ про/хв), тому що внаслідок тертя в маслорозподільній муфті приводу підвищується знос поверхонь тертя деталей, починається витік технологічної рідини і гідропривід нагрівається. Так же, як і насоси,

гідроциліндри можуть бути поршневими і лопатевими. Поршневі гідроциліндри конструктивно і за принципом дії аналогічні пневмоциліндрам, тому нижче будемо розглядати тільки склад і роботу лопатевого гідроциліндра, що має хороші експлуатаційні характеристики. Схема лопатевого гідроциліндра показана на рисунку 2.20. Внутрішня порожнина нерухомого корпуса 10 закрита кришками 7 і 11, утворює циліндр, у якому міститься ротор 1 з закріпленою в ньому лопаткою 3.

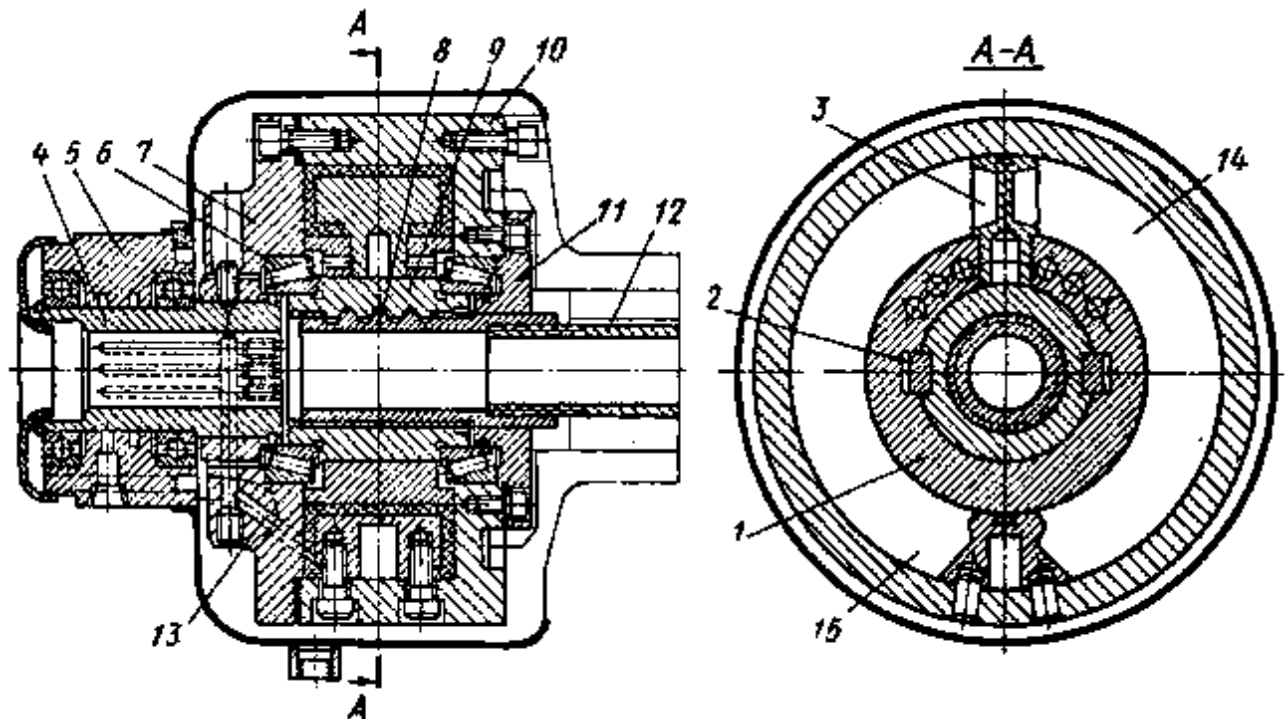


Рис. 2.20. Лопатевий гідроциліндр

З ротором двома шпонками 2 з'єднана гайка 9, усередині якої проходить гвинтова втулка 8. Гайка знаходиться на двох радіально-упорних підшипниках 6, якими вона застопорена від осьових переміщень. Втулка розміщена на шліцах тяги 12. На хвостовику 4 кришки 7 установлена розподільна муфта 5. Масло з муфти по каналу 13 надходить в одну з порожнин 15 чи 14 циліндра і повертає гайку 9, що переміщає втулку 8, а з нею і порожнинну тягу 12, що діє на затискний пристрій пристосування. Оскільки різьбове з'єднання є самогальмівним пристроєм, привод може бути відключений після того, як оброблювана деталь буде закріплена. Цим спрощується пристосування, тому що відпадає необхідність у гідроаккумуляторі і зворотному клапані. Силу тяги T , що може бути використана для закріплення оброблюваної деталі, легко визначити за величиною крутного моменту M_k , який при дії цієї сили необхідно створити на осі різьбового з'єднання. У даному випадку сила на лопатці визначиться з виразу:

$$P = pbh,$$

де p — тиск технологічної рідини в циліндрі;

b — ширина лопатки;

h — висота лопатки.

Момент від сили Р відносно осі циліндра вважаючи що сила прикладена посередині лопатки, визначиться в такий спосіб:

$$M_{\kappa} = P \frac{D-h}{2} = \frac{1}{2} p b h (D-h),$$

де D – діаметр циліндра.

Цей момент повинен перевищувати момент тертя в різьбі, який визначається за формулою, що являє собою залежність між крутними моментом і осьовою силою, діючою на різьбове з'єднання. В розглянутому випадку формула приймає вигляд:

$$M_{\kappa} = 0.5 p b h (B-p) = 0.5 T d_{\text{cp}} \operatorname{tg}(\lambda + \rho') \frac{1}{\eta}.$$

Звідки знаходимо силу тяги:

$$T = \frac{p b h (D-h) \eta}{d_{\text{cp}} \operatorname{tg}(\lambda + \rho')}.$$

При тиску технологічної рідини $p=60\div 65$ дан/см² сила тяги, рівна 6000-7000 Н, що забезпечує надзвичайно надійне закріплення оброблюваних деталей.

Гідропневматичні приводи. Одночасне застосування стиснутого повітря і рідини дозволяє використовувати гідравлічну частину для створення великих сил, а для швидкого приведення пневматичну частину привода.

Гідропневматичні приводи (конструкції див. у роботі [8]) розділяють на одноступінчасті (прямої дії) і двоступінчасті (послідовної дії). Найбільше поширення одержали одноступінчасті приводи.

Гідропневматичні приводи частіше застосовують у вигляді окремих агрегатів, які встановлюються на верстаті.

Найбільше поширення одержали одноступінчасті підсилювачі, їх варто застосовувати при невеликій витраті технологічної рідини, тобто при невеликому числі гідроциліндрів пристосування і невеликому ході поршня. При великому числі циліндрів переважніше застосовувати двоступінчасті підсилювачі.

Механогідравлічні приводи бувають прямолінійної дії і гвинтові, за числом ступенів вони розділяються на одноступінчасті (прямої дії) і двоступінчасті (послідовної дії). Їх варто використовувати при закріпленні заготовок з невеликим коливанням розмірів; особливо вони доцільні на карусельних, розточувальних, повздовжньо-стругальних і плоскошліфувальних верстатах. Формули для розрахунку механогідравлічних приводів і їх конструкції показані в роботі [8].

2.3.3. Вакуумні приводи

Вакуумні приводи використовують при чистовій обробці маложорстких деталей. У пристосуваннях з вакуумними затискними пристроями (Рис. 2.21) між базовою поверхнею заготовки і порожниною пристосування, створюється вакуум, у результаті якого заготовка

надлишковим атмосферним тиском притискається до установчої поверхні корпуса пристосування. Силу притиску заготовки розраховують за формулою:

$$W = F_n \cdot p_u \cdot k,$$

де F_n — корисна площа, обмежена ущільненням, см^2 ;

$p_u = 1 - p$ — надлишковий тиск, кгс/см^2 ;

p — залишковий тиск у вакуумній порожнині пристосування, кгс/см^2 (p не менш $0,65 \text{ кгс/см}^2$);

$k = 0,8 \div 0,85$ — коефіцієнт герметичності вакуумної системи.

Вакуум для індивідуальних і групових установок створюється відцентровими багатоступінчастими насосами ($p = 0,3 \text{ кгс/см}^2$), ротаційними насосами ($p = 0,15 \text{ кгс/см}^2$), поршневими одно- і двоступінчастими насосами ($p = 0,05 \div 0,01 \text{ кгс/см}^2$), струминними одноступінчастими насосами, що використовують стиснене повітря чи пару ($p = 0,15 \text{ кгс/см}^2$)..

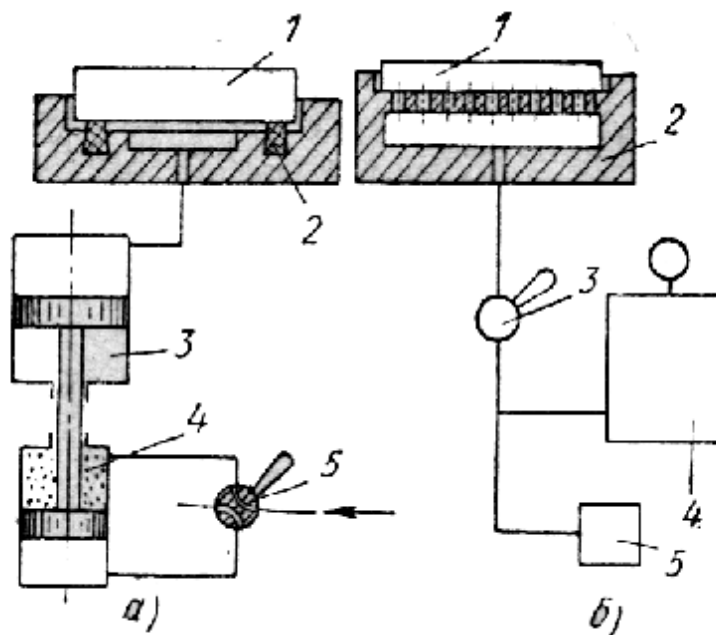


Рис. 2.21. Схеми установок з вакуумним приводом:

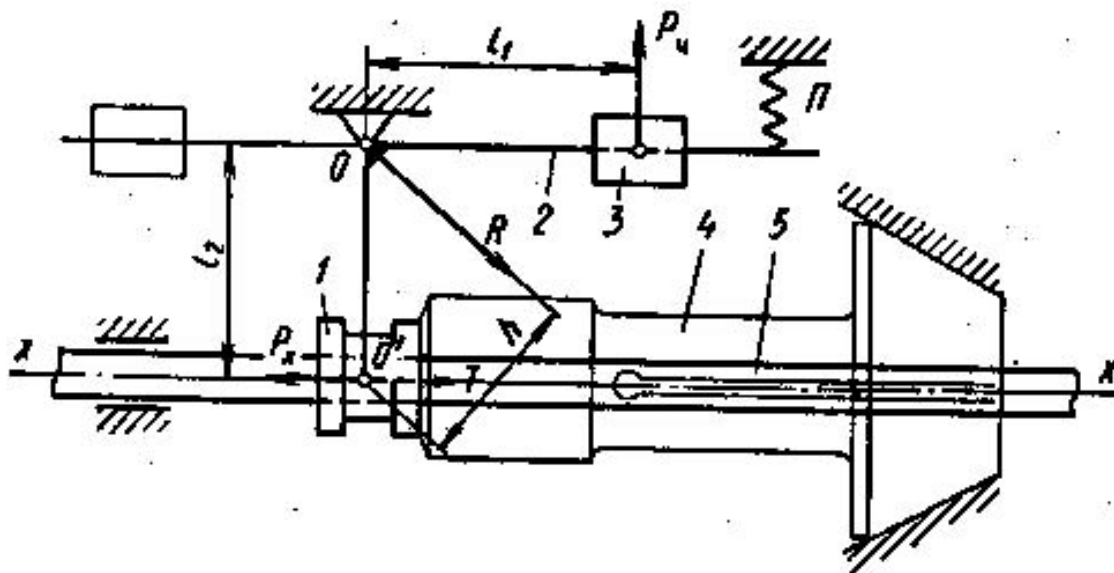
а) — з використанням пневмоциліндра : 1 — закріплювана деталь;
2 — пристосування; 3 — вакуумний циліндр; 4 — пневмоциліндр;

2.3.4. Механічні приводи

Відцентрово-інерційні приводи

Відцентрові сили інерції використовуються в пристосуваннях для приведення в дію затискних пристроїв при обробці швидкообертальних деталей. Від електродвигуна, за допомогою якого здійснюються всі необхідні рухи оброблюваної деталі й інструмента на верстаті, приводиться в обертання разом з оброблюваною деталлю спеціальний

На рис. 2.22. приведена схема відцентрово-інерційного приводу. Нехай оброблювана деталь 5 обертається відносно осі x , а втулка 1, рухаючись уздовж цієї осі, приводить в дію затискний механізм.



У даному випадку деталь закріплюється в цанзі 4, на яку втулка 1 діє безпосередньо. Переміщення втулки викликається відцентровою силою $P_{\text{ц}}$, що виникає, якщо разом з оброблюваною деталлю біля тієї ж осі x обертати важіль 2 з вантажем 3. Сила $P_{\text{ц}}$ буде повертати важіль відносно точки O доти, доки сила тяги T (в даному випадку штовхальна сила), позначена штриховою лінією, не буде урівноважена сумарною осявою силою P_x . Ця сила виникає в процесі закріплення й обробки деталі і прагне зрушити деталь уздовж її осі в напрямку, протилежному напрямку сили T . За величиною сили P_x при конструюванні відцентрово-інерційного приводу розглянутої схеми і повинна визначатися необхідна величина сили $P_{\text{ц}}$ чи вага вантажу 3 при визначеному його положенні в проектованому приводі. Звичайно застосовують кілька вантажів, розташовуючи їх рівномірно навколо осі x . Для спрощення розрахунків будемо вважати, що вага усіх вантажів зосереджена в одному з них. З рівності моментів, діючих на важіль 2 щодо осі O , випливає:

де: f - реакція в опорі важеля;
 R - коефіцієнт тертя в цій опорі;
 r - радіус цапфи цієї опори.

45

$$P_y l_1 - R_h = 0.$$

Звідки:

$$R = P_y \frac{l_1}{h}. \quad (2.8)$$

Оскільки

$$h = l_1 \frac{l_2}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}},$$

то:

$$R = P_y \frac{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}}{l_2}$$

З рівнянь (2.7.) і (2.8.) знаходимо:

$$P_y l_1 = P_x l_2 + f r P_y \frac{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}}{l_2},$$

Звідки:

$$P_y = P_x \frac{l_2^2}{l_1 l_2 - f r \sqrt{l_1^2 + l_2^2}} = P_x \frac{1}{\frac{l_1}{l_2} - f \frac{r}{l_2} \sqrt{\frac{l_1^2}{l_2^2} + 1}}.$$

Позначивши $l_1/l_2 = K_1$ і $r/l_2 = K_2$, отримаємо:

$$P_y = P_x \frac{1}{K_1 - f K_2 \sqrt{K_1^2 + 1}} \quad (2.9)$$

Щоб вантаж 3, опинившись у нижньому положенні при зупиненому шпинделі верстата, не заважав зняттю чи установці оброблюваної деталі, доцільно застосовувати пружини Π на кожному важелі 2, що допомагали б розкривати затискний механізм. Оскільки сила опору цих пружин зменшує відцентрову силу, її варто ввести у формулу (2.9.).

$$\text{Тоді} \quad P'_y = P_y + P_n, \quad (2.10)$$

де P_n - сумарна сила пружин у момент закріплення оброблюваної деталі. Величину P_n можна визначити за формулою, у якій ця сила позначена P_3 .

Щоб зменшення відцентрової сили було по можливості незначним, варто розташовувати пружини якнайдалі від осі О поворота вантажів. Якщо у формулу (2.10.) підставити значення величини P_n і відцентрової сили, що визначається за формулою $P'_y = m w r'$ (m — маса вантажу, w — кутова швидкість обертання вантажу, r' — відстань від центра мас вантажу до осі обертання), то одержимо значення тягової сили:

$$T = P_x = (m w r' - P_n)(K_1 - K_2 f \sqrt{K_1^2 + 1}) = (G n^2 r' - P_n) K. \quad (2.11)$$

Користаючись цією формулою, можна за необхідною величиною тягової сили T , знайденої в залежності від діючої в процесі заданої обробки деталі осьової сили P_x і від числа обертів шпинделя, підбирати необхідну вагу вантажів G і розміри l_1 , l_2 , r до r' проектного приводу чи

знаходити тягову силу, що може забезпечити раніше спроектований привод.

Для забезпечення тягової сили $T = (300 \div 3000)$ кг, при $n = 1000 \div 3000$ об/хв орієнтовно можна приймати $G = (1.6 \div 3)$ кг, $l_2 = (1,5 \div 2)$ см, $r' = (4,5 \div 5)$ см, $K_1 = 2,5 \div 3$, $K_2 = 0,4 \div 0,5$ і, як звичайно, $f_1 = 0,1$.

При обраних G, r, l_1, r', l_2 і кількості вантажів n_1 підвищення силової ефективності приводу можливо, як це впливає з формули (2.11.), в результаті збільшення числа обертів n . Але це збільшення не завжди припустиме, тому що число обертів обумовлюється цілком конкретною економічно вигідною для даної операції швидкістю різання.

Тому при проектуванні таких приводів доцільно передбачати можливість регулювання сили тяги в результаті зміни одного з плеч l_1 чи l_2 важеля 2. Простіше всього ця зміна досягається застосуванням пересувного вантажу 3 з фіксацією його на важелі 2 у потрібному положенні. Один з варіантів конструкції відцентрового приводу з рухомим вантажем показаний на рис. 2.23 (а). Схема одного з відцентрово-інерційних приводів показана на рис. 2.23 (б).

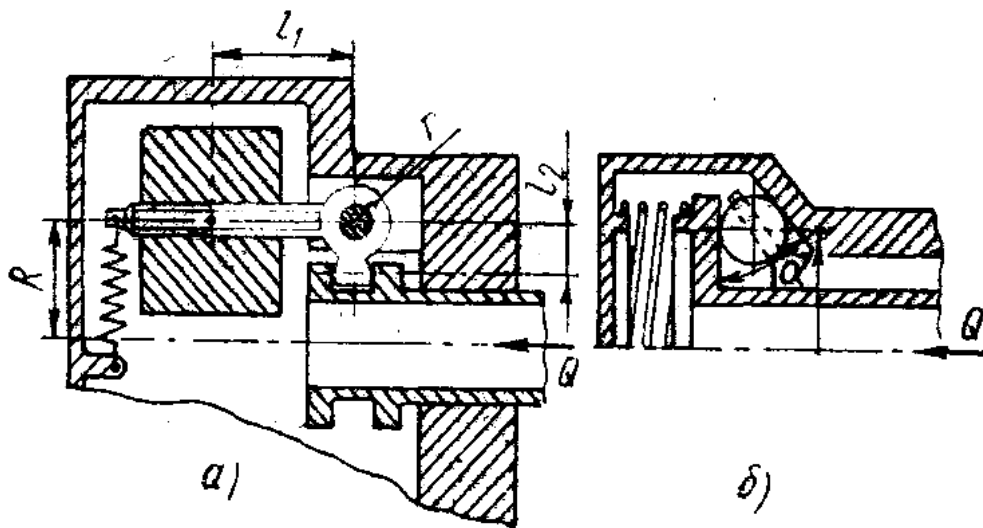


Рис. 2.23 Схема конструкцій з використанням відцентрової сили

У цій конструкції відцентрові сили інерції, що виникають при обертанні шпинделя 8 верстата, відкидають кульки 6 від осі обертання і заклинюють їх між корпусом 7 приводу, що не має осевого переміщення і шайбою 5, яка за допомогою гайки 4, що діє на стакан 3, переміщає вліво порожній вал 1. Останній приводить в дію механізм затиску оброблюваної деталі. За допомогою пружини 2 кульки повертаються до осі обертання при зупиненому шпинделі для зміни деталі.

Використання рухів рухливих частин верстатів і сил різання в приводах пристосувань

Для механізації верстатних операцій нерідко використовуються рухи столів, супортів, шпинделів і інших частин, холості ходи яких дозволяють здійснити поворот пристосувань, виштовхування з пристосувань оброблених деталей, переміщення пристосувань на нову позицію, затиск заготовки і т.п. Крім цього, у багатьох випадках для механізації, наприклад, затиску заготовки можуть бути використані сили різання, що виникають у процесі обробки тієї ж заготовки.

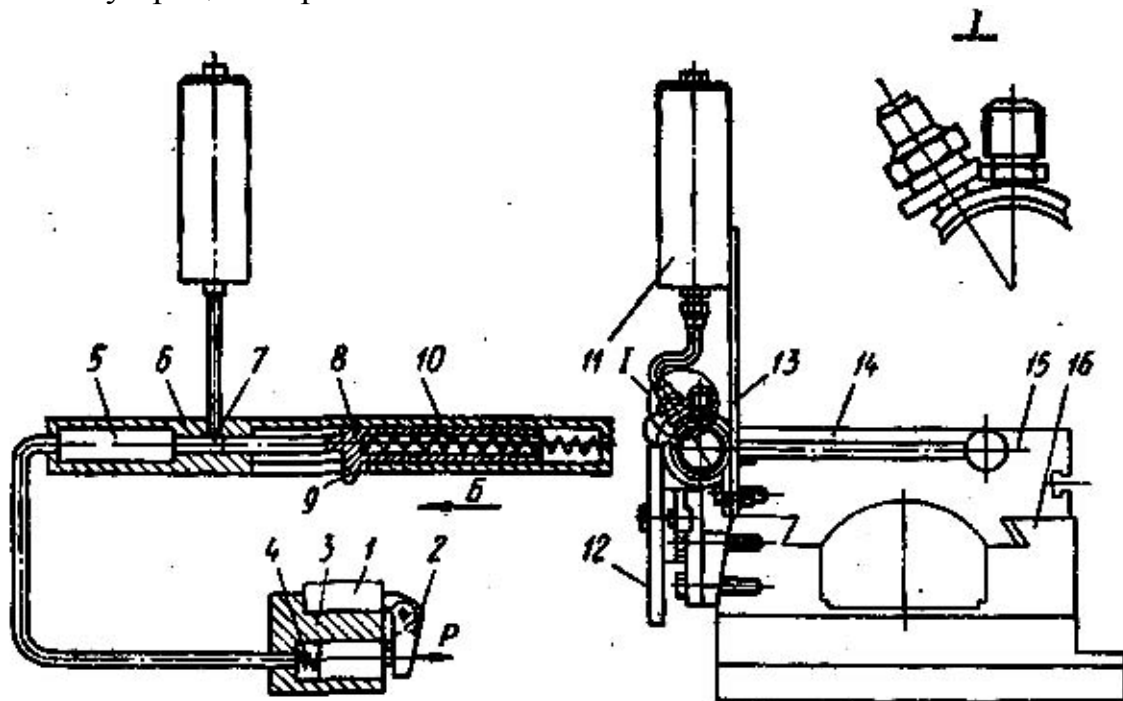


Рис. 2.24 Привод, що діє від повздовжнього ходу стола верстата

На рис. 2.24 показана схема пристрою, за допомогою якого холостий хід стола 15 (фрезерного) використовується для того, щоб звільнити оброблену деталь 1 і помістити на її місце чергову заготовку. Для звільнення деталі необхідно усунути дії сили P на затискний прихват 2 пристосування 3. Ця сила створюється тиском масла, що знаходиться в порожнині циліндра 6. Наприкінці холостого ходу, позначеного стрілкою Б, виступ 19 поршня 8 доходить до упора 12, укріпленого на нерухомій частині верстата 16, і зупиняється. Стіл 15 разом з циліндром 6 продовжує рух, внаслідок чого шток поршня 8 виходить з каналу 7, тиск масла в системі знижується і прихоплювач 2 під дією пружини розтягу 4 звільняє оброблювану деталь. Пружина 10 при цьому поступово стискається, потім у початковий момент робочого ходу столу швидко розтискається і відбувається закріплення чергової заготовки.

Витік рідини із системи поповнюється витіканням її з бачка 11 при холостому ході столу 15. Бачок закріплений на нерухомій планці 13. Рукоятка 14 служить для керування пружиною 10 у випадках, коли виступ

9 поршня 8 повинний бути примусово повернутий у боковий паз корпусу 6 наприкінці відтискання пружини. Це пристосування звільняє робітника від важкої праці і дозволяє заощаджувати час на операцію. Однак воно не завжди забезпечує постійну силу затиску, тому що ця сила залежить від різних розмірів заготовок деталей, що приводить до неоднакового ступеня стиску пружини 4. Крім того, у пристосуванні непродуктивно витрачається потужність на стиск пружини 10 при звільненні оброблюваної деталі. Затискні пристрої, які застосовуються в пристосуваннях для верстатів токарної і свердлильної груп, у яких для закріплення оброблюваних деталей використовується сила різання, що виникає при обробці деталі, яка закріплюється. Такі механізми також економічні, як і відцентрово-інерційні, тому що не вимагають спеціальної витрати електроенергії.

2.3.5. Електромеханічні приводи

Як силовий привод до пристосувань електродвигуни використовуються, як правило, через проміжні механічні пристрої, що перетворюють обертальний рух ротора електродвигуна в поступальний рух виконавчого, наприклад, затискного механізму. Тому такі приводи називаються електромеханічними.

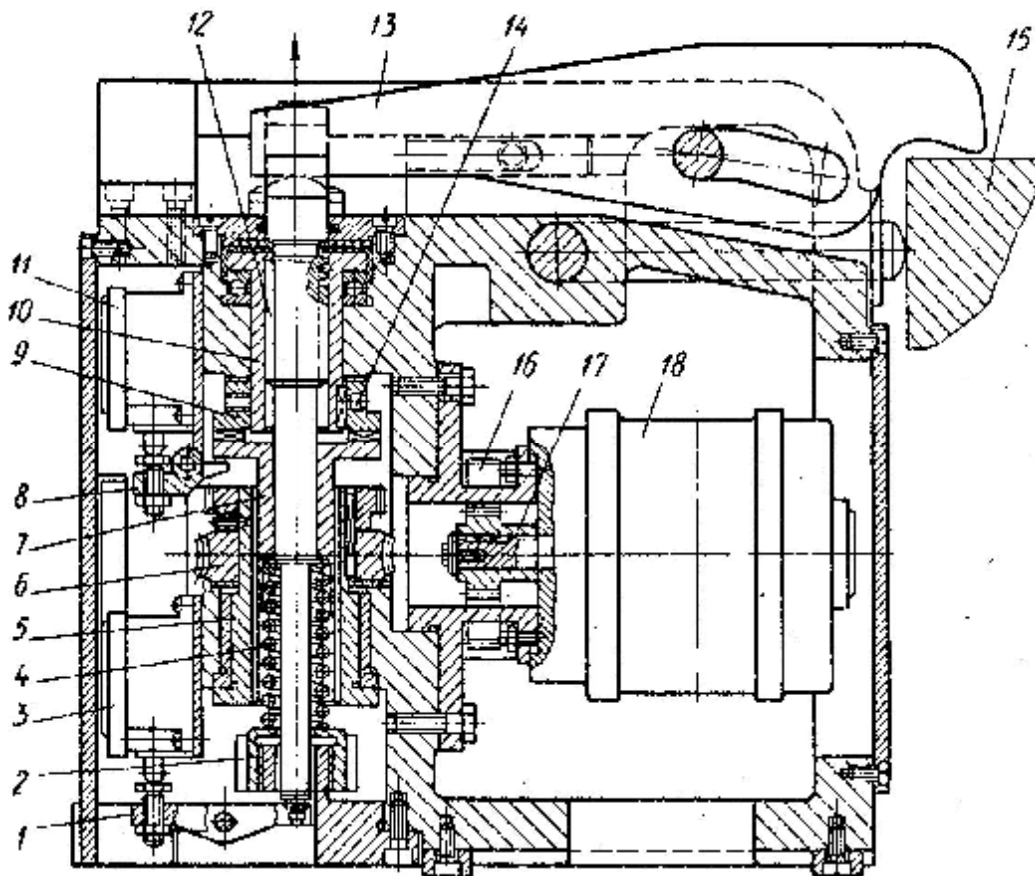


Рис. 2.25. Приклад використання електродвигуна в приводі

Беруться до уваги пристосування, у яких обертальний рух ротора не перетворюється в поступальний (наприклад, шліфувальні головки типу

«фортуна»), але ці пристосування правильніше віднести до групи допоміжного інструмента.

На рис. 2.25. показаний приклад використання електродвигуна як затискного приводу на важких фрезерних і стругальних верстатах. Робочим органом затиску є важіль 13. Затискна сила, що діє від важеля 13 на оброблювану деталь 15, створюється гвинтом 12 при обертанні гайки 10. Гайка обертається внаслідок того, що вона за допомогою шпонки 14 з'єднана з кулачковою напівмуфтою 9, що пружиною 4 з'єднана з напівмуфтою 7, зв'язаною за допомогою шпонки з обертовою втулкою 5, що несе черв'ячне колесо 6. Черв'ячне колесо 6 обертається від черв'яка, що приводиться в обертання електродвигуном 18 через проміжну зубчасту передачу 16 і 17.

Сила Q виникає при русі гвинта 12 вгору, і коли ця сила досягає необхідної величини, гайка 10 припиняє обертання, а кулачкова напівмуфта 9 злегка відштовхує напівмуфту 7 вниз. Втулка повертає важіль 8, що діє на кінцевий вимикач, що зупиняє електродвигун. При цьому оброблювана деталь не звільняється внаслідок самогальмуючих властивостей гвинтової і черв'ячної пар. Звільняється деталь при зміні напрямку обертання електродвигуна, у результаті чого гвинт 12 переміщається вниз і повертає важіль 1, що, діючи на вимикач 3, зупиняє електродвигун для перезарядження пристосування черговою заготовкою.

Сила W затиску оброблюваної деталі 15, створювана важелем 13 залежить від сили Q стиску пружини 4 за допомогою гайки 2 і може бути визначена за формулою $W = Q \frac{i_1}{i_2}$, де i_1 і i_2 плечі сил Q і W щодо осі повороту важеля 13. Сила Q зв'язана з моментом M_k на осі гвинта 12 тому може бути визначена з формули:

$$Q = \frac{2M_k}{d_{cp} \operatorname{tg}(l + p')}.$$

Оскільки $M_k = M_{дв} i \eta$, де $M_{дв}$ — крутний момент електродвигуна 18, і i - передаточне число від електродвигуна до гвинта 12 і η — к.п.д. приводу,

$$\text{то } W = \frac{2M_k i \eta}{d_{cp} \operatorname{tg}(l + p') l^2}.$$

Знаючи характеристику пружини, можна заздалегідь скласти за формулою таблицю необхідного осідання пружини при силі стиску Q , що вимагається, і, користаючись даними цієї таблиці, регулювати положення гайки 2.

2.3.6. Електромагнітні приводи пристосувань

У практиці для обробки деталей з легких кольорових сплавів і інших немагнітних матеріалів, при обробці яких виникають відносно невеликі сили різання, застосовують електромагнітні приводи, що відрізняються від

приводів, у яких магнітний потік використовується безпосередньо для закріплення деталей з магнітних матеріалів. Відмінність полягає в тому, що затиск деталі в пристосуванні з таким приводом здійснюється тими ж рычагами, цанговими плунжерними й іншими механічними елементами, а приводяться в дію ці елементи за допомогою втяжних електромагнітів. Одна зі схем такого приводу показана на рис.2.26

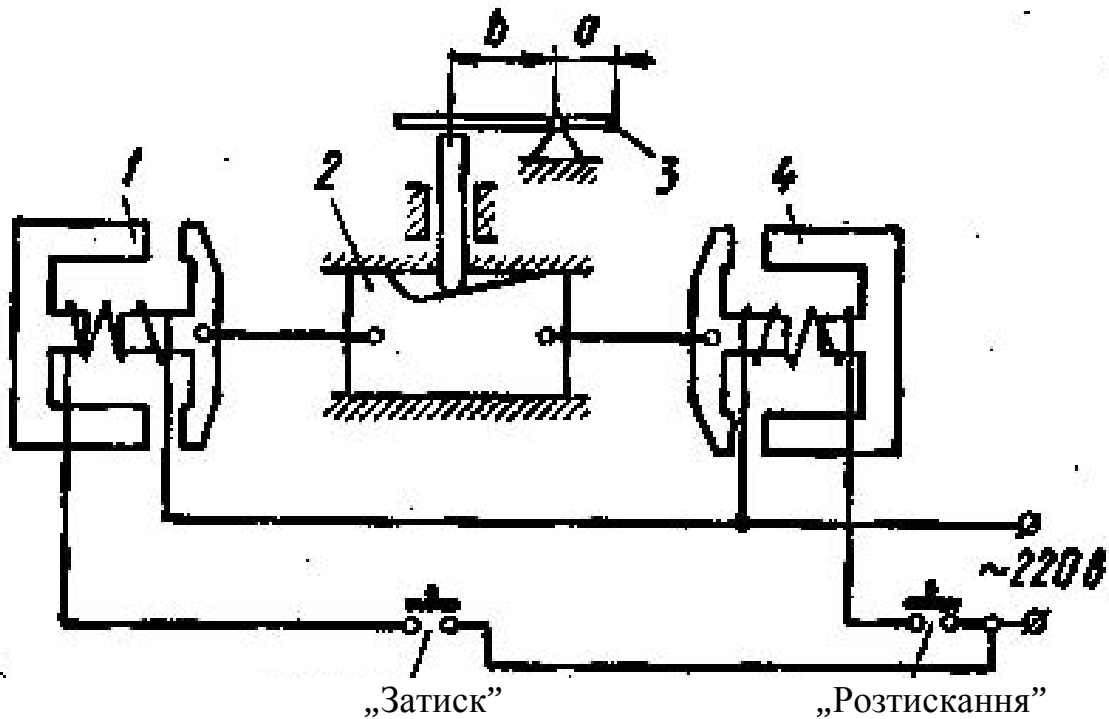


Рис.2.26 Конструктивна схема електромагнітного приводу

При натисканні кнопки «Затиск» чи «Розтискання» відбувається замикання чи розмикання електричного ланцюга, у результаті чого відбувається втягування сердечників електромагнітів 1 чи 4, що переміщують клин 2 вліво (для затиску) чи вправо (для розтискання). Клин переміщує плунжер, що діє на важіль 3, яким і виробляється закріплення оброблюваної деталі. Після закріплення деталі електричний ланцюг може бути розімкнутий якщо клино-плунжерний затискач самогальмівний. Такий привод дозволяє цілком автоматизувати процес обробки деталей з будь-яких матеріалів.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Класифікація приводів затискних пристроїв пристосувань по енергоносіях.
2. Особливості пневмоприводу.
3. Розрахунок пневмоприводу.
4. Від чого залежить швидкодія приводів.
5. В яких випадках застосовується гідропривод.
6. Розрахунок гідроприводу.
7. Які ви знаєте стандартні силові пристрої (приводи)?

2.4. Конструктивні елементи пристосувань

2.4.1. Встановлювальні елементи

Конструктивні елементи установки деталі – пальці, опори, пластини, призми.

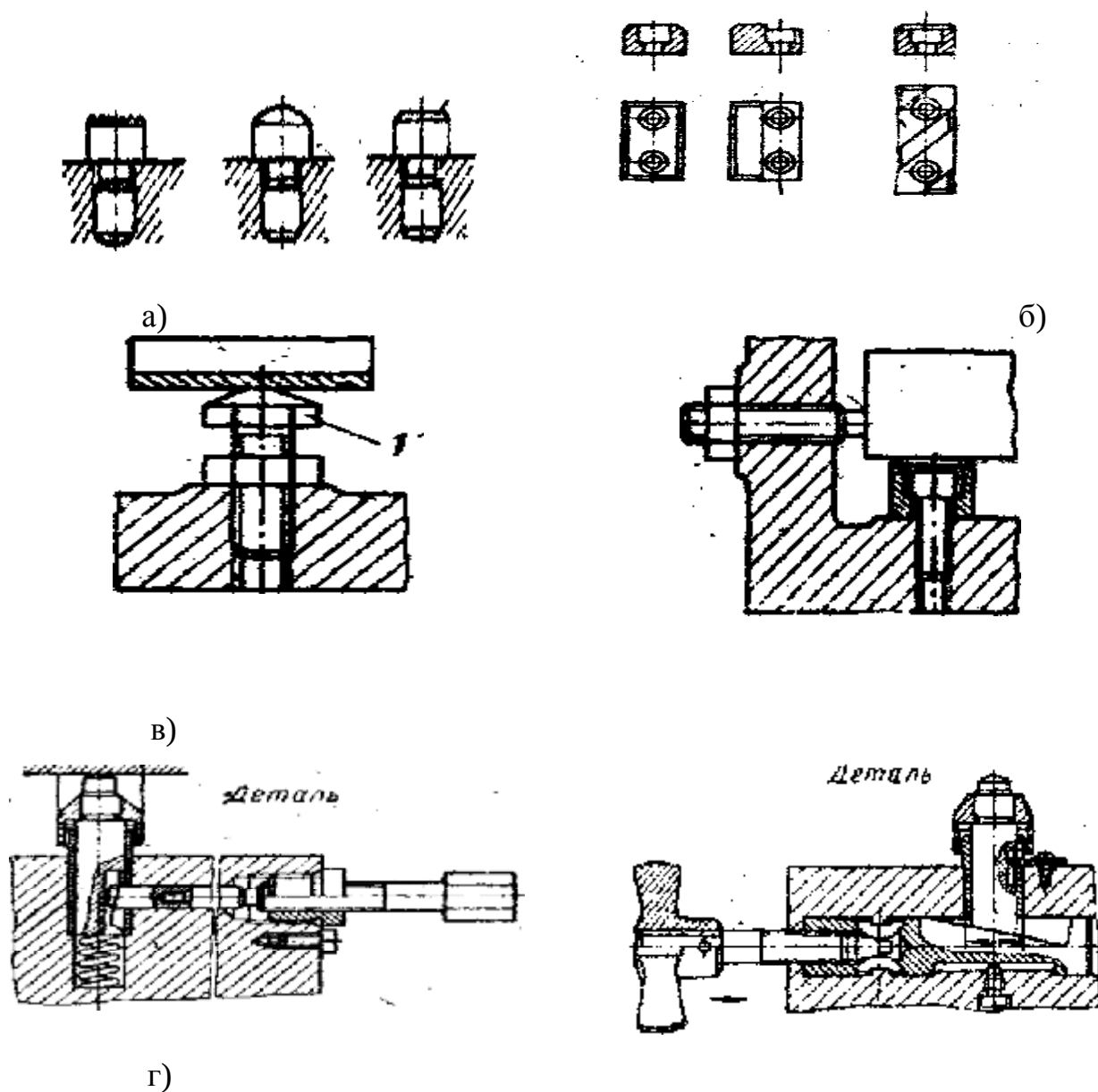


Рис.2.27 Встановлювальні елементи:

а – опорні штирі; б – опорні пластини; в – регульовані опори; г – підвідні опори.

Для установки і центрування оброблюваних деталей відносно ріжучого інструмента застосовують стержні опорні з рифленою, сферичною і плоскою поверхнями (рис.2.27. а) для установки по необроблюваним поверхням; пластини опорні (рис.2.27, б), по оброблюваним поверхням; регулюючі опори (рис.2.27, в), по необробленим поверхням у випадках, коли припуск в різних оброблюваних деталях різний або коли форма встановлюваної поверхні змінюється.

Для надання оброблюваній деталі під час обробки додаткової жорсткості використовують підвідні опори (рис.2.27, г).

Встановлювальні пальці служать для установки на них одним або двома отворами оброблюваної деталі (рис.2.28, а, б, в, г).

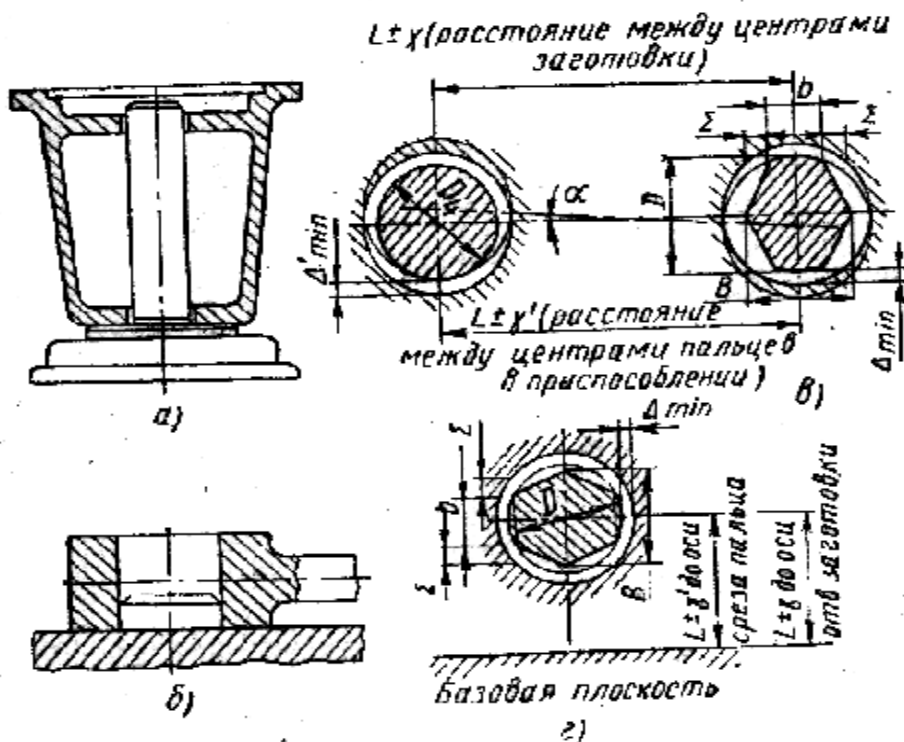


Рис.2.28 Встановлювальні пальці:

а і б – установка заготовки на один палець; в – установка заготовки на два пальці; г – установка заготовки на один палець і базову площину.

При установленні оброблюваної деталі по площині і отвору або по двох отворах з метою компенсації відхилень встановлювальних розмірів деталі посадкова поверхня одного із пальців повинна бути зрізана (рис.2.28 в, г.)

Таблиця 11.

Визначення посадочних розмірів при установленні на пальці (див. рис.2.28, в і г).

Величина, що визначається	Розрахункова формула					
Найменший зазор між направляючим пояском зрізаного пальця і отвором заготовки.	$\Delta_{\min} = \frac{D_0 - D}{2}$ де D_0 – найменший діаметр отвору D – найбільший діаметр зрізаного пальця					
Величина зазору для зрізаного пальця, що обумовлена зміщенням отворів і установочних пальців за рахунок допусків на міжосьову відстань.	$\Sigma = y + y_1 - \Delta'_{\min},$ де y і y' – найбільші відхилення відстаней між центрами отворів і пальців відповідно.					
Найбільший зазор між циліндричним пальцем і отвором заготовки.	$\Delta'_{\min} = \frac{D_0 - D_{\text{ц}}}{2},$ де $D_{\text{ц}}$ – найбільший діаметр циліндричного пальця.					
Ширина напрямного пояса на зрізаному пальці.	$b = \frac{D \Delta_{\min}}{\Sigma}$ (на основі попередніх формул)					
Ширина В пальця між зрізами (в залежності від його діаметра D) в мм	D	4–6	7–10	11–18	19–30	31–50
	B	D-1	D-2	D-4	D-6	D-10
Похибка установки за рахунок можливого кута повороту заготовки (α) внаслідок посадочного зазору між встановлювальними пальцями і отворами.	$\text{tg} \alpha = \frac{\Delta_{\max} - \Delta'_{\max}}{L},$ де $\Delta_{\max}$ – найбільший зазор між стінкою твору і напрямним пояском зрізаного пальця; $\Delta'_{\max}$ – найбільший зазор між стінкою і циліндричним пальцем; L – відстань між центрами отворів.					

Розміри установочних пальців при використанні зрізаних визначають розрахунковим шляхом (табл. 11). Для забезпечення легкої установки і знімання деталей при установленні на пальці висоту їх слід розраховувати за табл. 11

2.4.2. Корпусні деталі пристосувань

Корпус пристосування є базовою деталлю. На корпусі монтують затискні пристрої, Встановлювальні елементи, деталі для напрямку інструмента і допоміжні деталі.

Форма і розміри корпуса пристосування залежать від форми і габаритних розмірів деталей, які обробляються у пристосуванні і розташування встановлювальних затискних і напрямних деталей пристосування.

Дія сил затиску і сил різання, яка сприймається оброблюваною деталлю, закріпленою в пристосуванні, передається корпусу пристосування. Тому корпус пристосування повинен бути досить міцним і забезпечувати швидку, зручну установку і зняття оброблюваних деталей. До корпуса має бути зручний доступ для очищення його встановлювальних елементів від стружки, швидкої і правильної установки пристосування на столі верстата (на корпусі є напрямні деталі чи поверхні). При дотриманні всіх технічних вимог трудомісткість виготовлення корпуса і його собівартість повинні бути мінімальними. Правильна установка пристосування на столі верстата без перевірки виконується за допомогою напрямних шпонок, закріплених на нижній Встановлювальній площині корпуса пристосування.

Напрямні шпонки входять у Т-подібний паз столу верстата і забезпечують правильну орієнтацію корпуса пристосування. Корпус 1 пристосування (рис.2.29. кріпиться на столі 3 верстата болтами, що головками входять у пази 4 столу, а верхнім кінцем з гайкою входять у вушка 2 корпуса пристосування.

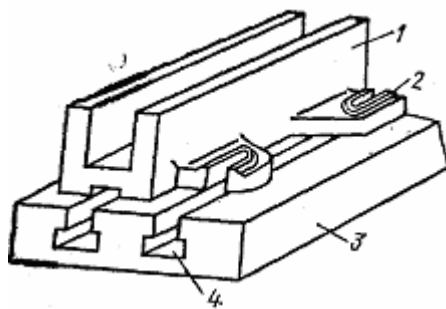


Рис.2.29. Елементи корпусів для кріплення пристроїв на столі станка

Корпуси пристосувань виготовляють як цілими, так і збірними. Корпуси виготовляються литими із сірого чавуну, звареними зі сталі. Для литих корпусів застосовують чавун марки СЧ 18 і чавун СЧ 32.

Корпуси нестандартні виготовляють з чавуну марки СЧ 12, сталі марки Ст3 і з алюмінієвих сплавів.

Збірні корпуси виготовляють методом складання чи зварювання з окремих стандартних елементів корпусів, з яких можна одержувати різні конструкції корпусів.

Окремі складові елементи корпусу чи корпусу і його затискні пристрої з'єднують штифтами, гвинтами, болтами і т.д.

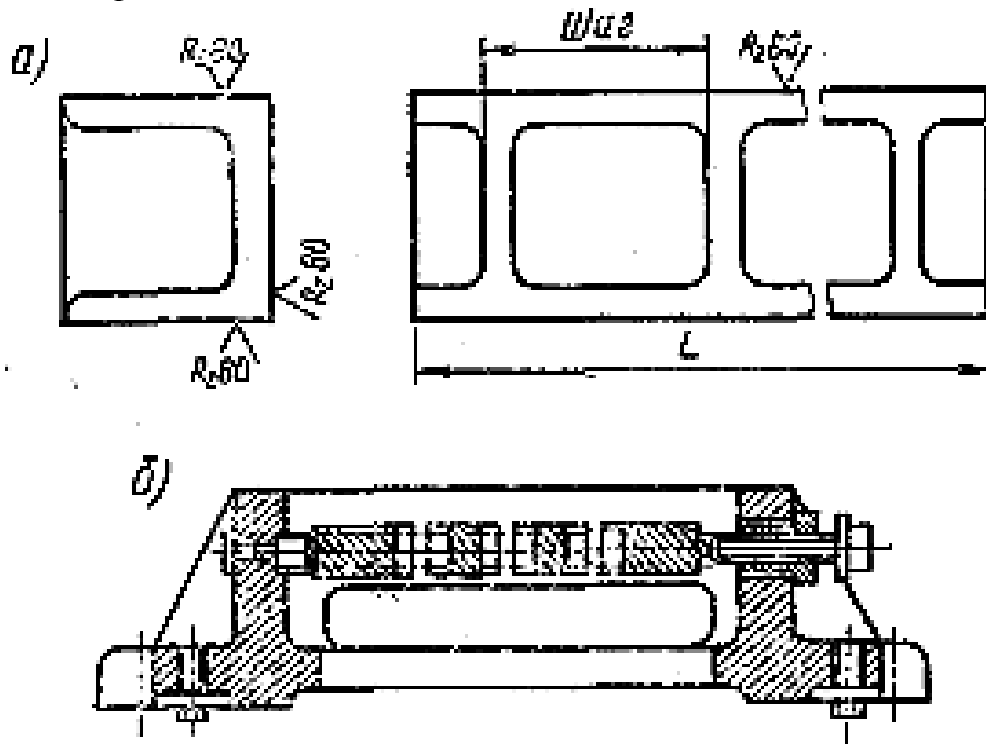


Рис.2.30. Заготовка корпусу пристрою із швелера (а) і його використання (б)

На рис.2.30. а показана стандартна заготовка корпусу зі швелера з ребрами, відлита із сірого чавуну, а на рис.2.30., б-застосування такої заготовки для корпусу пристосування.

Заготовка корпусу, відлита з чавуну СЧ 18, з нерівнобічного кутника і його розташування в пристосуванні приведені на рис.2.31, а, б. Застосування таких стандартних заготовок з кутників значно зменшує трудомісткість і вартість виготовлення корпусів і всього пристосування.

Корпуси з чавуну СЧ 12 і СЧ 18 мають переваги перед корпусами зі сталевих лиття:

- 1) вони дешевші;
- 2) їм легше надати більш складну форму;
- 3) їх легше виготовити.

Недолік чавунних корпусів полягає в можливості їх короблення, тому після попередньої механічної обробки їх піддають старінню.

Стандартизація заготовка чавунних корпусів дозволяє з простих за формою заготовок корпусів без обробки чи з невеликою обробкою складати різної форми корпуси для фрезерних і свердильних

пристосувань, що використовують для обробки деталей різних розмірів. Робочі поверхні корпусів оброблені із шорсткістю $R_a 2,5$.

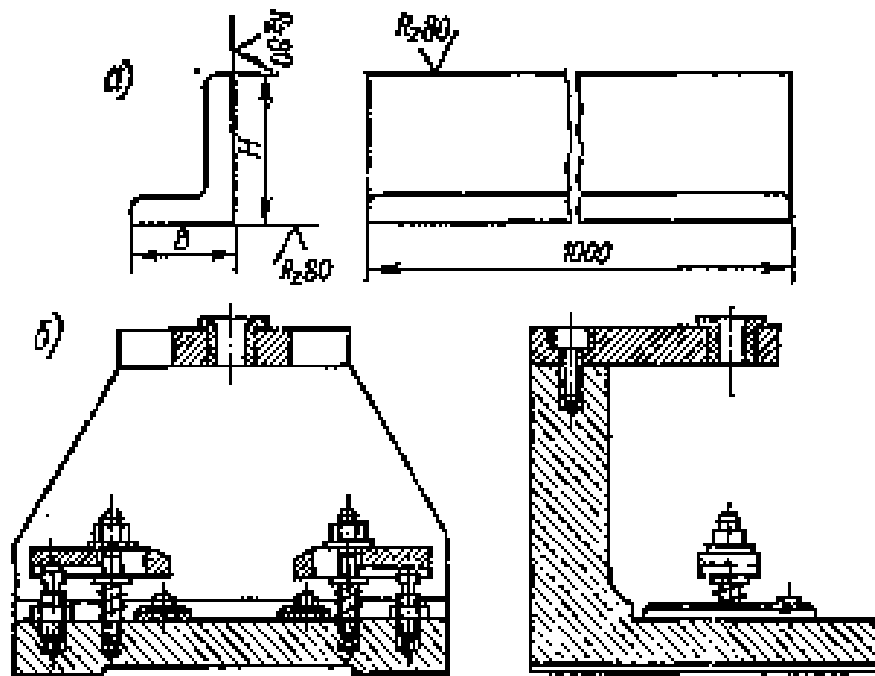


Рис.2.31. Заготовка корпуса пристрою із кутника (а) і використання його в пристрої (б)

Напрямні пристрої пристосувань забезпечують взаємне відносне переміщення елементів пристосування в заданому напрямку. Основні вимоги до напрямних пристроїв: мінімальний зазор, легкість і плавність руху, зносостійкість і гарний захист робочих поверхонь від попадання стружки, пилу і бруду в процесі роботи.

У пристосуваннях використовують напрямні: відкриті, напівзакриті і закриті прямокутні, закриті трапецевидні, Т-подібні, призматичні типу ластівкового хвоста; циліндричні з тертям ковзання і циліндричні з тертям кочення.

Найбільш часто застосовують напрямні, показані на рис.2.32.

При виконанні напрямних типу ластівковий хвіст для розрахунку рекомендуються такі залежності:

$$c = Li_0 + k; \quad H_1 = H + 0.5 \text{ мм};$$

$$a = H \cdot \text{ctga}_0; a_1 = H_1 \cdot \text{ctga}_0;$$

$$b = A + 2H \cdot \text{ctga}_0 = A + 2a;$$

$$b_1 = A + 2H_1 \cdot \text{ctga}_0 = A + 2a_1;$$

$$A_2 = A + d \left(\text{ctg} \frac{a_0}{2} + 1 \right)$$

При $\alpha=55^\circ$ $A_2 = A + 2.92098 \cdot d$;

$$A_3 = A_1 + d \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_0}{2} + 1 \right)$$

де d — діаметр вписаного ролика.

При $\alpha_0 = 55^\circ$ $A_3 = A_1 + 2.92098 \cdot d$

У формулах прийняті позначення:

α_0 -кут напрямних (звичайно береться 55°);

A -ширина напрямних;

L -довжина напрямних;

H —висота напрямних;

k -товщина тонкого кінця клина; i_0 -схил клинової сторони (звичайно приймається $1/50$); інші позначення дані на рисунку.

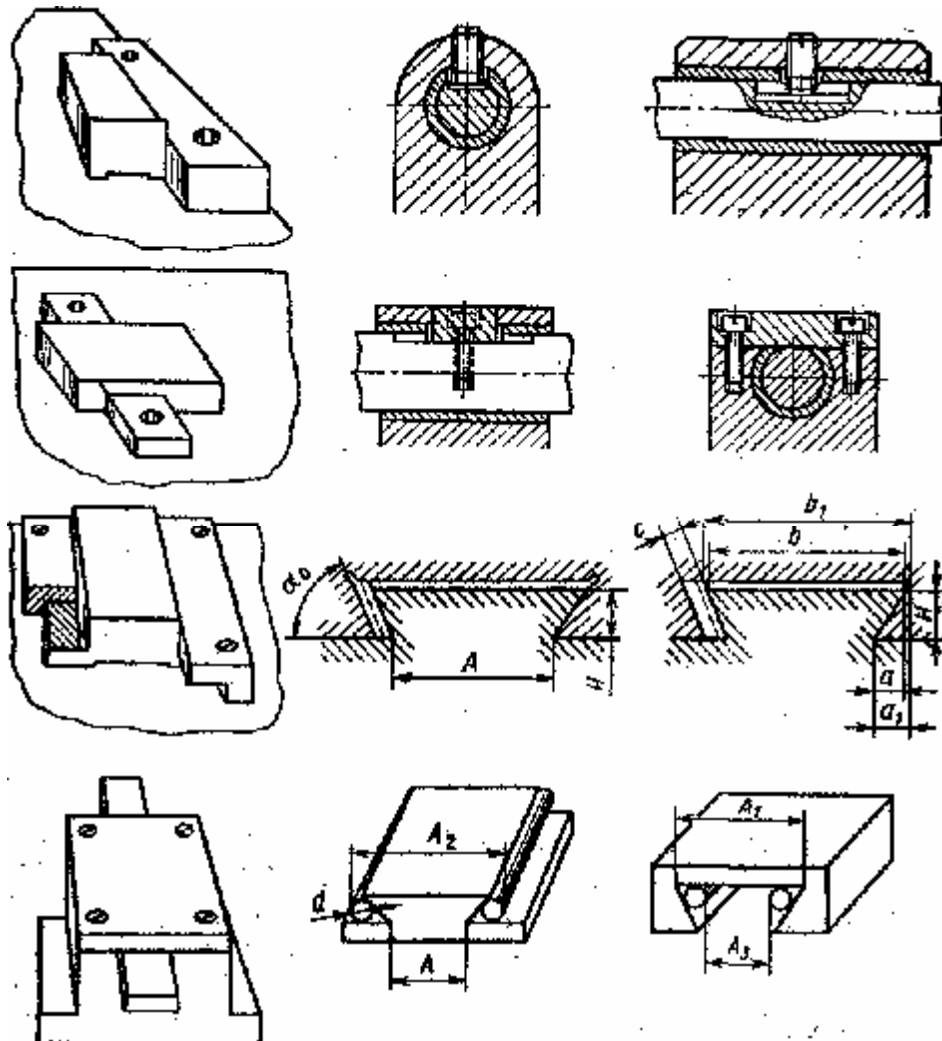


Рис.2.32. Напрямні пристрої

2.4.3. Напрямні елементи пристосувань

Кондукторні втулки. При виконанні окремих операцій механічної обробки (свердління, зенкерування, розточування) жорсткість ріжучого інструмента буває недостатньої. Для усунення пружних відтисків інструмента щодо заготовки застосовують напрямні деталі. Вони повинні бути досить точними, зносостійкими і за певних умов змінними. До зазначених деталей відносяться кондукторні втулки для свердлильних і розточувальних пристосувань.

Конструкція і розміри кондукторних втулок для свердління стандартизовані. Постійні втулки застосовують у кондукторах при дрібносерійному виробництві при обробці отвору одним інструментом (рис.2.33, а); змінні втулки у пристосуваннях для масового і багатосерійного виробництва; швидкозмінні втулки із замком застосовують при обробці отвору декількома послідовно змінюваними інструментами. Змінні й швидкозмінні втулки (рис.2.33,) вставляють у постійні, запресовані в корпус пристосування. Застосування кондукторних втулок усуває розмітку, зменшує відведення осі отвору і розбивку оброблюваних отворів. Точність діаметра отворів підвищується у середньому на 50% у порівнянні з обробкою без кондукторних втулок.

Для виготовлення втулок при свердлінні отвору діаметром до 25 мм використовують сталь марок У10А, У12А чи 9ХС (загартування до твердості *НКС* 62—65); при свердлінні отвору діаметром понад 25 мм — сталь марок 20 чи 20Х с 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 при свердленні отворів діаметром 10—20 мм на 10 м шляху складає:

при обробці сірого чавуна середньої твердості 3—5 *мк*; сталі 40 4—6 *мк*, 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 і зенкерів установлюють за посадкою F8, а для розгортки 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 Н. При цьому необхідно попереджати надмірне нагрівання інструмента при роботі 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

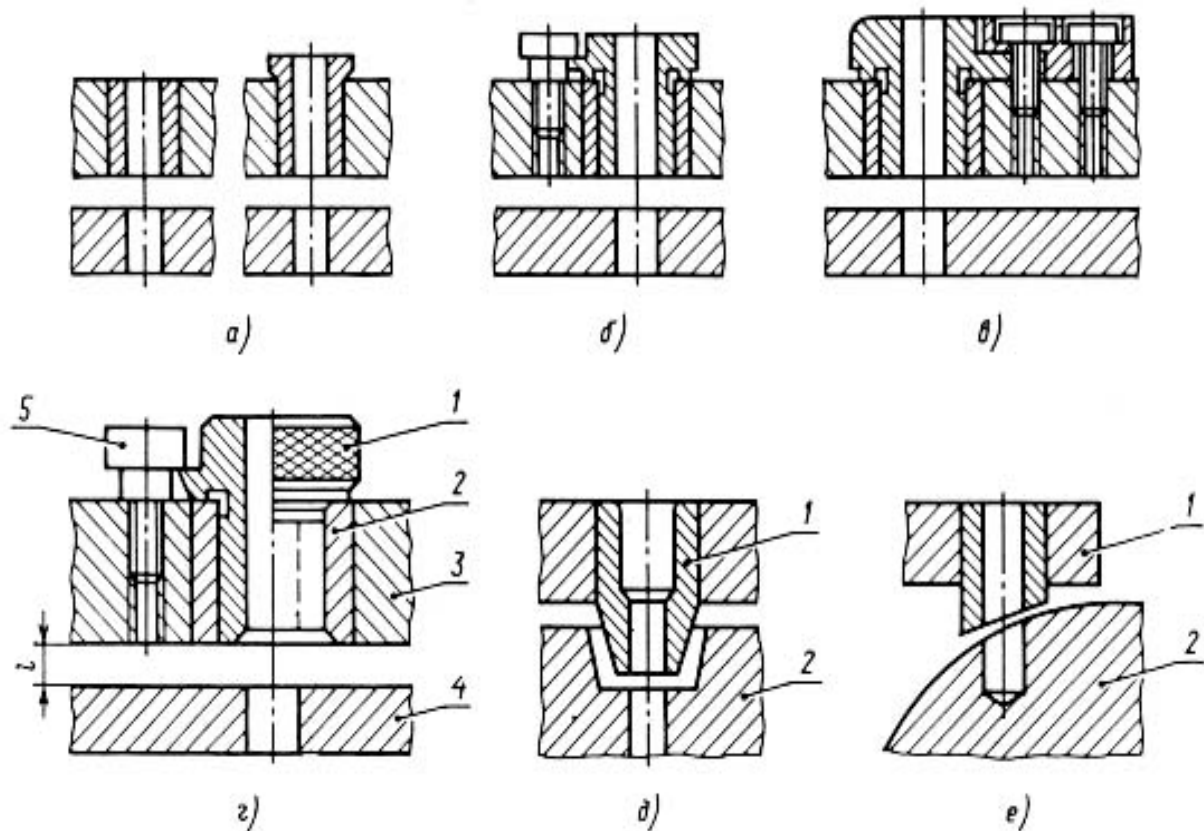


Рис.2.33. Типи кондукторних втулок:

а – постійні без буртика, б– постійні з буртиком, в – змінні з буртиком, г – швидкозмінні, (1-буртик; 2-постійна втулка; 3-корпус; 4-деталь; 5-гвинт); д-спеціальна для свердління отворів в заглибленнях, е- для свердління отворів на циліндричній поверхні

кондукторних втулок не розроблені. На практиці вважають межею зносу нижнє відхилення допуску на діаметр отвору, що просвердлюється. При свердленні отворів під болти й заклепки величина зносу може бути розширена без впливу на точність з'єднання деталей, що складаються. На деяких заводах допуски на знос для цих випадків установлені 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. При свердлінні чавуна $e=0,3...0,5d$, при свердлінні сталі й інших в'язких матеріалів зазор збільшують до d . У випадку зенкування $e=0,3d$

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

Типи спеціальних втулок показані на рис.2.34. Втулка (рис.2.34.,а) застосовується при свердленні отворів у похилих площадках ; подовжена

швидкозмінна втулка (рис.2.34, б) використовується в тих випадках, коли отвір обробляють у поглибленні заготовки або коли установка і знімання останньої утруднені.

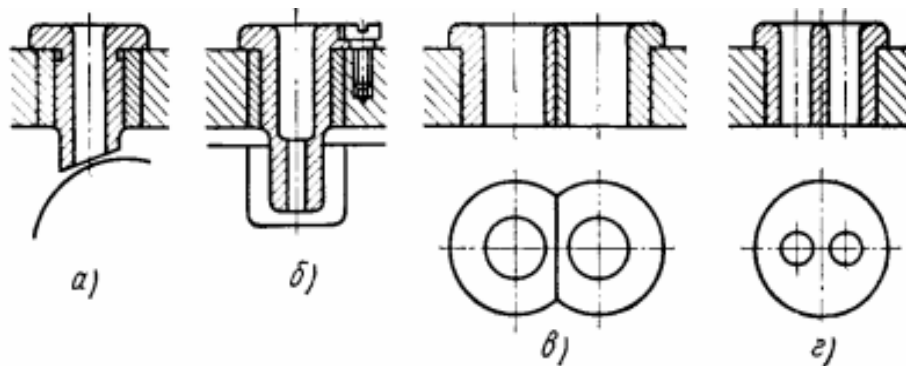


Рис.2.34. Спеціальні кондукторні втулки

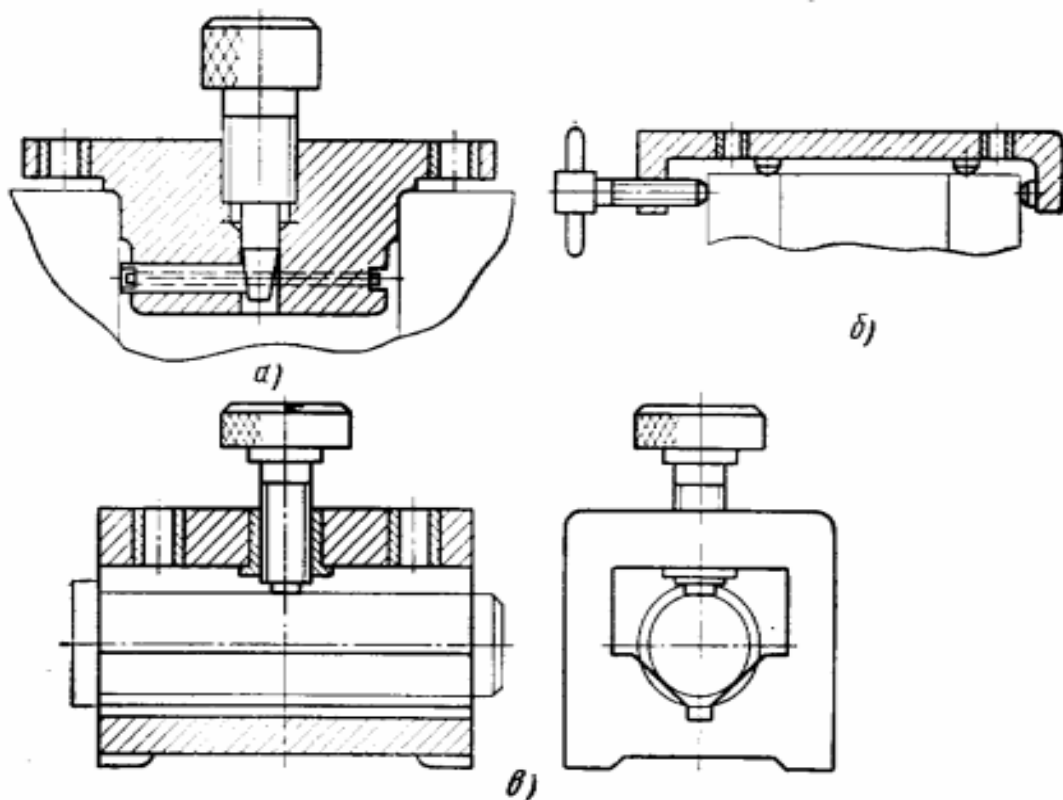


Рис.2.35. Накладний (а і б) і пересувний кондуктори

При малій відстані між осями отворів застосовують зрізані втулки (рис.2.35, в) чи одну загальну (рис.2.35, г). Накладні свердлильні

кондуктори, орієнтовані по базовому отворі і контуру оброблюваної заготовки, показані на рис.2.35, а і б. В обох випадках передбачається надійне кріплення накладного кондуктора на заготовку. Ці кондуктори застосовують для свердлення отворів у середніх і великих заготовках на радіально-свердильних верстатах.

При послідовному свердлінні дрібних отворів (діаметром до 5 мм) у невеликих заготовках (з однієї чи декількох сторін) на вертикальному одношпиндельному свердильному верстаті застосовують пересувні кондуктори (рис.2.35, в), які пересувають по столі верстата й утримують рукою від руху в процесі обробки.

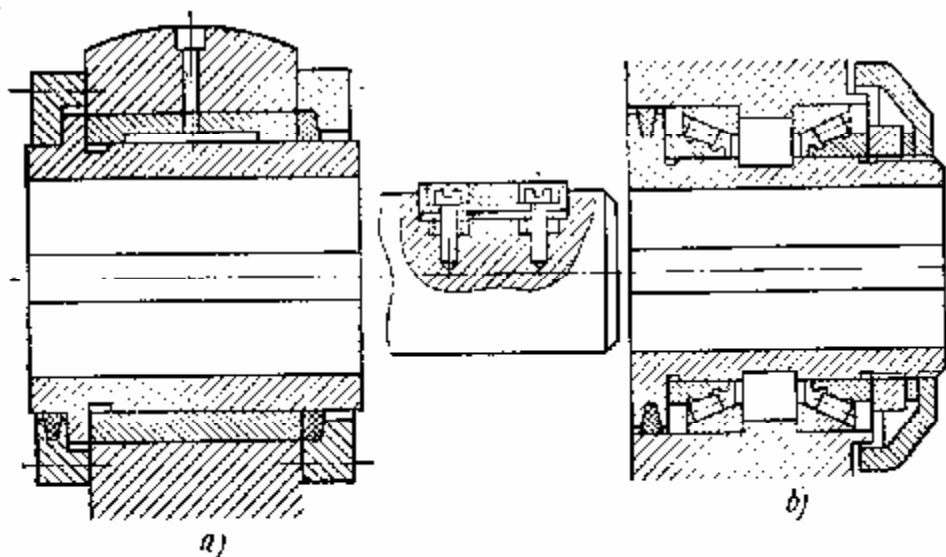


Рис.2.36. Типи кондукторних втулок до розточувальних верстатів

Для направлення борштанг розточувальних пристосувань застосовують нерухомі й обертові втулки. На рис.2.36, а показана конструкція обертової втулки, поверхня ковзання якої захищена від стружки і сторонніх частинок. На рис.2.36, б показана втулка, змонтована на роликотішипниках (її недолік – великі габарити в радіальному напрямку). В обох конструкціях на внутрішній поверхні втулки прорізаний шпонковий паз для примусового обертання втулки. Для полегшення влучення шпонки в паз втулки її виконують зі скошеними краями.

Останнім часом з'явилися кондукторні втулки, змонтовані на голчастих підшипниках. Вони мають невеликий розмір у радіальному напрямку, точний радіальний зазор не більше 15 мкм, допускають обробку на високих швидкостях і зносостійкі. На внутрішній поверхні втулки часто передбачають пази для різців борштанги, які виступають.

На рис. 2.37 показаний приклад розточувального пристосування з двома кондукторними втулками.

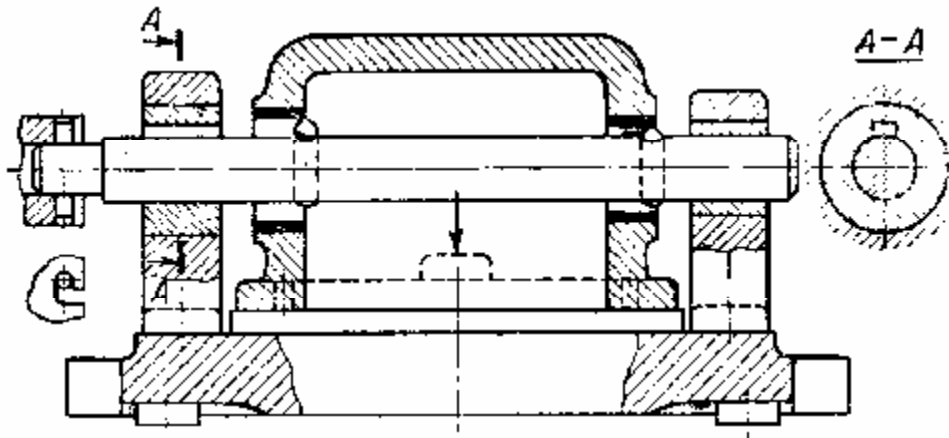


Рис.2.37. Схема розточувального пристосування

2.4.4. 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 роблять на фрезерних, токарних, стругальних, шліфувальних і інших верстатах.

Найбільш загальним випадком обробки по копіру є фрезерування замкнутого контуру методом кругової подачі. Скріплені заготовка і копір обертаються навколо загальної осі. Відстань між цією віссю і віссю фрези відповідно до профілю копіра змінюється, внаслідок чого виходить потрібний профіль деталі. На рис. 2.38. показані три схеми обробки замкнутого контуру. При обробці за схемою, представленою на рис. 2.34, а, діаметри ролика і фрези 2 рівні, тому профіль копіра 3 ідентичний профілю обробленої деталі 4. На схемі (рис.2.38, б) діаметр ролика не дорівнює діаметру фрези; у цьому випадку профіль копіра представляє еквідистанту профілю деталі.

На схемі рис.2.38., в профіль різний з профілем деталі через те, що осі ролика і фрези не лежать на одній прямій.

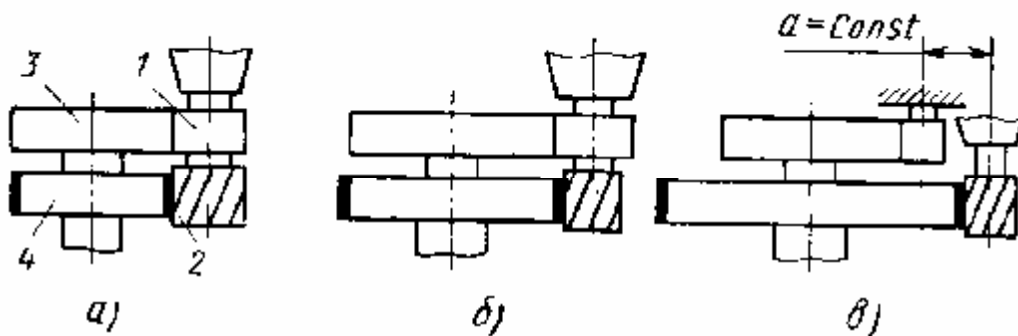


Рис.2.38. Показ центрів обертання.

У розглянутих випадках осі ролика і фрези нерухомі. Заготовка і копір установлені на шпіндель пристосування й обертаються з постійною

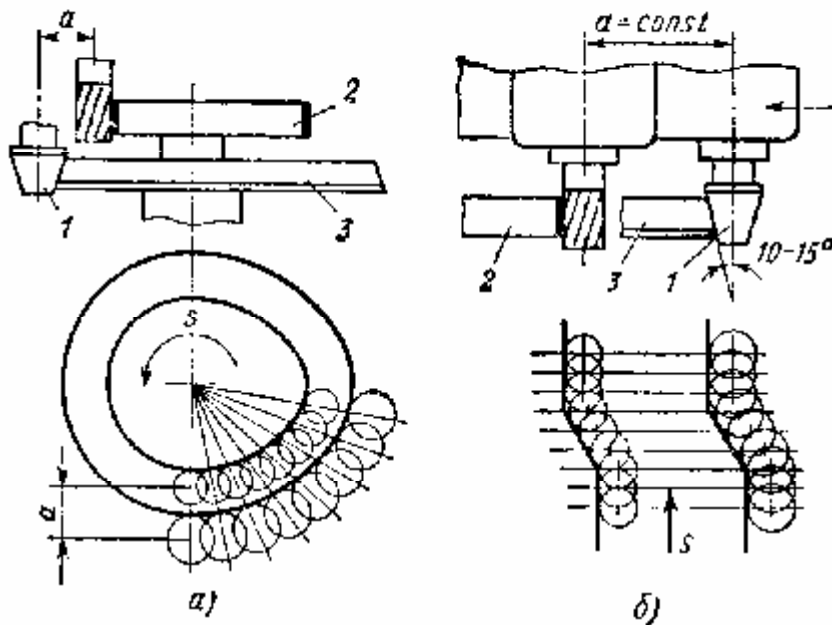
кутовою швидкістю. Стіл вертикально-фрезерного верстата, на якому виконується обробка, не з'єднана з гвинтом подовжньої подачі і відтискується в одну сторону вантажем, пружиною, чи пневматичним циліндром. Сила відтиску повинна бути достатня для того, щоб забезпечити сталість контакту копіра і ролика. За один оберт копіра і 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.2.39, а, б), а на копірові виконувати відповідний скіс. Кут між твірною і віссю ролика $10\text{—}15^\circ$. Після заточення фрези ролик переміщують уздовж осі, тому розмір деталі залишається постійним.

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

2.4.5. Ділильні пристрої пристосувань

Ділильні пристрої служать для фіксації в потрібному положенні відносно ріжучого інструменту поворотної частини пристосування разом з оброблюваною деталлю. Ділильний пристрій складається із диска з отворами під фіксатор і сам фіксатор. Ділильний диск кріпиться на поворотній частині пристосування. Конструкції фіксаторів до дисків з горизонтальною віссю обертання — на рис.2.40, в.



2.39. Схема компенсації зміни діаметра фрези при круговій та поступальній подачі.

1-ролик, 2-деталь, 3- копір

Похибка кутового повороту оброблюваної деталі при використанні цих пристроїв складає $3 - 5'$. Поряд із дисками з отворами застосовують диски з кутовими пазами.

2.4.6. Налаштовувальні елементи пристосувань

Установчі елементи для фрезерних пристосувань (рис.2.41.6). Застосовуються два види еталонів: висотні та кутові.

За висотними еталонами виконується установка фрези тільки на один розмір, за кутовими – установка за двома взаємно перпендикулярними координатами.

Положення фрези перевіряється від встановлювального еталону і від нього ж, як від бази, задаються розміри до встановлювальних місць пристосування.

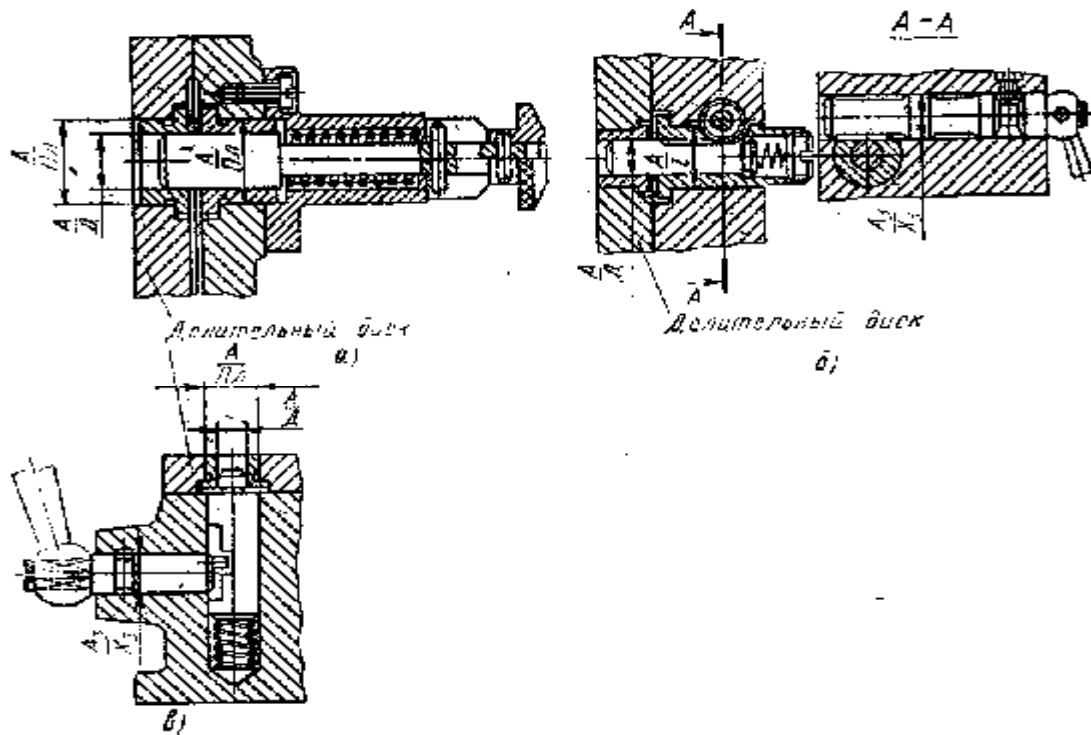


Рис.2.40.. Фіксатори.

Для того, щоб не затупити інструмент, встановлюють по щупу, що закладається між поверхнями еталону і ріжучою частиною фрези.

Розрахунок настроювання по установках (рис.2.42.):

$$A_{\text{сн}} = A_{\text{нм}} + \left(\Delta_{\text{попр}} \pm \frac{\Delta_{\text{сн}}}{2} \right)$$

$$\text{або } A_{\text{сн}} = A_{\text{нб}} - \left(a_{\text{ру}} \pm \frac{\Delta_{\text{сн}}}{2} \right)$$

$$\Delta_{\text{попр}} = \Delta_3 + \Delta_{\text{ж}}; \Delta_{\text{сн}} = 1,2 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2};$$

$$a_{\text{зн}} = \delta - (\Delta_{\text{попр}} \pm \Delta_{\text{сн}}).$$

У формулах прийняті позначення:

$A_{\text{сн}}$ – розмір статистичного настроювання;

$A_{\text{нб}}$ – і $A_{\text{нм}}$ – найбільший і найменший розміри оброблюваної деталі;

δ – допуск на деталі;

$\Delta_{\text{попр}}$ – величина, на яку потрібно скоректувати розмір настроювання $A_{\text{сн}}$;

$\Delta_{\text{сн}}$ – висота гребінців нерівностей на обробленій поверхні деталі

$\Delta_{\text{ж}}$ – пружне відтискання системи ВПД;

Δ_3 – зміщення фрези за рахунок зазорів в підшипниках шпинделя;

Δ_1 – похибка, яка залежить від поправки на налагодження, $\Delta_1 = 0,5\Delta_{\text{попр}}$;

Δ_2 – похибка установки по еталону, по щупу або тонким папером, $\Delta_2 = 0,0 \div 0,04$;

Δ_3 – похибка виготовлення та складання встановлювального еталону (оцінюється допуском за 8 квалітетом точності);

$a_{\text{зн}}$ – допустимий знос фрези.

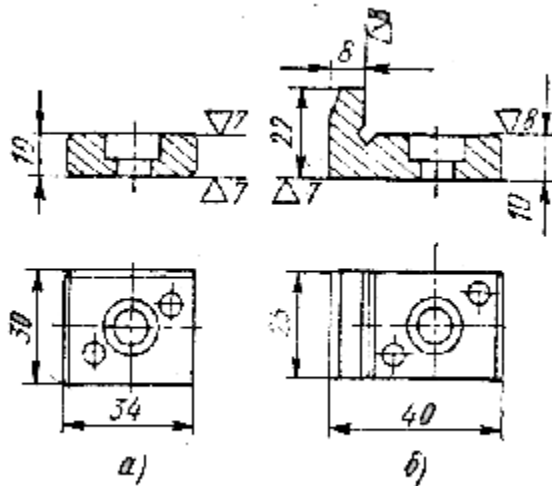


Рис.2.41.

Установчі еталони для фрезерних пристосувань:

а – висотні; б – кутові.

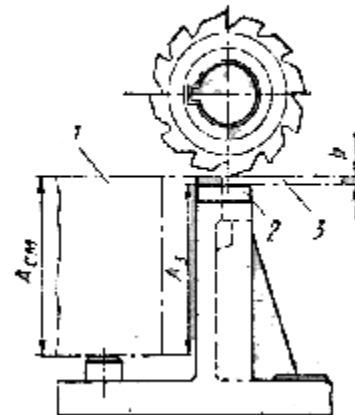


Рис.2.42.

Схема для розрахунку настроювання за еталонами:

1 – оброблювана деталь;

2 – еталон; 3 – щуп.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Які існують типи корпусів?
2. Вимоги, які пред'являються до конструктивних елементів корпусів
3. Які існують способи установки корпусів пристосувань на верстатах?
4. Для якої мети служать шпонки, встановлювані в корпусах пристосувань?
5. Які деталі пристосувань служать для координування, напрямку і контролю положення ріжучого інструмента?
6. Призначення кондукторних втулок.

7. Конструктивні особливості кондукторних втулок; матеріал кондукторних втулок.

8. Які бувають установи для інструмента?

9. Вимоги, пропоновані до висотних установ.

10. З якого матеріалу виготовляють кутові і висотні установи?

11. Функціональне призначення копіїв.

12. Назвіть ділильні пристрої пристосувань.

2.5. Розрахунок пристосувань на точність

2.5.1. Визначення потрібної точності пристосувань

Розрахункову сумарну похибку пристосування $\Delta_{\text{пр}}$ розраховують за формулою

$$\Delta_{\text{пр}} \leq d - (k_1 + k_2 w),$$

де δ – допуск на оброблювану поверхню; k_1 – коефіцієнт рівний 0,8-0,85;

$\Delta_{\text{уст}}$ – похибка установки, тобто зміщення заготовки при закріпленні;

$$\Delta_{\text{уст}} = \sqrt{E_{\delta}^2 + E_z^2}$$

k_2 – коефіцієнт рівний 0.6-1.0;

ω – точність обробки на даній операції.

Визначивши сумарну похибку пристосування, її розподіляють між собою такими складовими ланками розмірного ланцюга:

$$\Delta_{\text{пр}} = \sum \delta_d + \delta_y + \delta_z + \delta_n,$$

де: δ_d – похибка виготовлення деталей пристосування;

δ_y – похибка установки пристосування на верстаті;

δ_z – похибка, яка виникає внаслідок конструктивних зазорів, необхідних для посадки на установочному елементі пристосування;

δ_n – похибка перекосу або зміщення інструменту, що виникає через неточності виготовлення напрямних елементів пристосування (якщо напрямні відсутні, похибка δ_n не враховується).

Значення δ_y , δ_z , δ_n в основному визначаються дослідним шляхом.

2.5.2. Визначення точності виготовлення деталей пристосувань

Розмірний розрахунок пристроїв на точність являє собою, як правило, вирішення прямої /проектної/ задачі розрахунку одного або декількох розмірних ланцюгів, які визначають відносне положення виконавчих поверхонь та конструкторських основних баз пристрою.

При цьому необхідно враховувати такі чинники. Даний розмірний ланцюг складається й розраховується у випадках, якщо потрібно забезпечити необхідні допуски лінійного розміру між поверхнями чи їх осями або співвісності циліндричних поверхонь.

Кутовий розмірний ланцюг складається і розраховується у тому разі,

коли треба забезпечити необхідне кутове положення поверхонь або їх осей, наприклад, допуск паралельності або перпендикулярності.

Вирішення прямої задачі і розрахунок розмірного ланцюга передбачає, як відомо, визначення номінальних розмірів, допусків та граничних відхилень складових ланок за заданим номінальним розміром, допуском та граничними відхиленнями замикаючої ланки розмірний розрахунок пристрою на точність передбачає також вибір методу забезпечення точності замикаючої ланки при складанні пристрою.

При розмірному розрахунку конструкцій в тому числі пристроїв, можуть використовуватись декілька способів вирішення прямих задач, проте найбільш поширеним є спосіб спроб, або пробних розрахунків.

При користуванні цим способом розмірний розрахунок пристрою на точність рекомендується виконувати в такому порядку.

1. З урахуванням результатів аналізу службового призначення пристрою та розрахунку допусків положення виконавчих поверхонь його опорних деталей, призначають номінальні значення та граничні відхилення замикаючих ланок всіх лінійних та кутових розмірних ланцюгів.

2. Зображають в масштабі спрощену конструктивну схему пристрою і з використанням умовних зображень показують на ній замикаючі ланки всіх розмірних ланцюгів.

3. Аналізуючи конструкцію пристрою, послідовно будують всі необхідні розмірні ланцюги.

Шукаючи складові ланки розмірних ланцюгів, необхідно пам'ятати, що складовою ланкою конструкторського розмірного ланцюга є розмір /лінійний чи кутовий/, що обумовлює розташування однієї конструкторської бази деталі відносно іншої, цієї ж деталі. Виняток становлять випадки, коли між поверхнями двох деталей, що з'єднуються, є зазор. У таких випадках складова ланка розмірного ланцюга з'єднує поверхні або осі цих двох деталей.

4. На всі складові ланки розмірних ланцюгів призначають з урахуванням особливостей конструкції та умов їх виготовлення економічно доцільні допуски.

Показники точності типових деталей пристроїв (пальців, опор, кондукторних втулок приведені в літературі).

При призначенні допусків на інші деталі пристрою слід враховувати, що в інструментальних цехах машинобудівних підприємств доцільно виготовляти деталі з точністю не вище 5-го квалітету та відхиленнями від співвісності паралельності та перпендикулярності не точніше 4-го ступеня /за ГОСТ 24643-81/.

Кількісні значення допусків лінійних розмірів, співвісності, паралельності перпендикулярності є в довідковій літературі.

Якщо між поверхнями деталей, що з'єднуються між собою є зазор, то вважають, що номінальний розмір складової ланки, яка з'єднує ці поверхні

/або їх осі/, дорівнює нулю, а допуски визначають за формулами

$$T(A_i) = \Delta_{\max} \quad (2.12.)$$

для ланки лінійного розмірного ланцюга, і

$$T(a_i) = \arctg \frac{\Delta_{\max}}{L_s} \quad (2.13.)$$

для ланки кутового розмірного ланцюга.

В формулах (2.12.) і (2.13.): максимально можливий зазор у з'єднанні; L_s – довжина з'єднання.

Для гладкого циліндричного з'єднання

$$\Delta_{\max} = D_{\max} - d_{\min},$$

де $D_{\max}$ – найбільший діаметр отвору; $d_{\min}$ – найменший діаметр вала.

5. Далі проводять розрахунок розмірних ланцюгів, який слід починати з методу повної взаємозамінності, оскільки він дозволяє скласти пристрій без додаткового припасування та регулювання.

Використовуючи визначені попередньо допуски складових ланок розмірного ланцюга, необхідно знайти поле розсіювання замикаючої ланки за формулою

$$d(A_{\Sigma}) = \sum_1^{n-1} T_i \quad (2.14.)$$

де n – число ланок розмірного ланцюга; T_i – допуск i -ї складової ланки розмірного ланцюга.

Одержане в результаті розрахунку за формулою (2.14.) значення $d(A_{\Sigma})$ порівнюється з заданим допуском замикаючої ланки $T(A_{\Sigma})$. Якщо порівнювані величини не збігаються, то вносять прийнятні з точки зору технології виготовлення зміни в допуски складових ланок, перевіряючи виконання умови

$$\frac{d(A_{\Sigma})}{T(A_{\Sigma})} = 0.8 \dots 1. \quad (2.15.)$$

Якщо вдається забезпечити співвідношення (2.15.) при прийнятних допусках T_i , то визначають номінальні значення розмірів деталей і їх допуски.

Якщо ж виявиться, що для забезпечення умови (2.15.) потрібні технологічно недосяжні або економічно недоцільні допуски складових ланок, то слід спробувати використати метод неповної взаємозамінності.

У цьому випадку поле розсіювання замикаючої ланки

$$d(A_{\Sigma}) = t \sqrt{\sum_1^{n-1} (l_i T_i)^2}, \quad (2.16)$$

де t – коефіцієнт, що залежить від процента ризику P ; l_i – коефіцієнт відносного розсіювання i -ї складової ланки.

Кількісне значення коефіцієнта t в залежності від прийнятого процента ризику можна визначити з табл. 2.

Таблиця 2

$P, \%$	0,01	0,05	0,1	0,27	0,5	1,0	2	3	5	10	32
T	3,89	3,48	3,29	3	2,81	2,57	2,32	2,17	1,95	1,65	1

При розрахунках розмірних ланцюгів найчастіше приймають $P = 0,27\%$ (при цьому $t = 3$). Коефіцієнти l_i за даними

$$l_i = 0.58$$

Так, якщо розсіювання i -ї складової ланки підпорядковується закономірній ймовірності (вироби дрібносерійного та одиничного виробництва, а також у випадках, якщо нічого не відомо про характер кривої розсіювання);

$$l_i = 0.33$$

якщо крива розсіювання підпорядковується закономірній нормального розподілу (лінійні розміри деталей, що одержуються на настроєних верстатах, розподіл зміщення поверхонь деталей через зазор в з'єднанні).

Розподіл таких величин як не співвісність, не перпендикулярність, не паралельність підпорядковується закономірній Релея. У цьому випадку

$$l_i = 0.38$$

Таким чином, вибравши значення T і l_i для кожної з складових ланок та задавшись процентом ризику, з формули (2.16.) знаходять $d(A_\Sigma)$ і порівнюють його з $T(A_\Sigma)$.

Якщо виявиться, що й при використанні методу неповної взаємозамінюваності виконати умову (2.15.) не вдасться, то для забезпечення потрібної точності замикаючої ланки необхідно використати метод підгонки або регулювання.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Що називається похибкою установки і які складові у неї входять?
2. Що називається похибкою базування, у яких випадках вона дорівнює нулю, причини виникнення і як можна її зменшити?
3. Що називається похибкою закріплення, які фактори впливають на її величину, як її можна зменшити? Коли похибка дорівнює нулю?
4. Що таке похибка пристосування і від чого залежить її величина?
5. Основні і допоміжні опори, коли вони застосовуються, їхнє призначення?
6. Які вимоги пред'являються до встановлювальних елементів?
7. Які конструкції встановлювальних елементів застосовують як основні опори при установленні заготовки по плоских і циліндричних поверхнях?
8. Покажіть теоретичні схеми базування циліндричних заготовок при установленні їх у самоцентровому патроні, на оправці, у призмі і т.д.

9. Що дає застосування зрізаного пальця при установленні заготовки по площині і двом отворах?

10. Чому дорівнює похибка базування при установленні заготовки в призмі? Як можна її зменшити?

2.6. Методика проектування пристосувань

Конструювання пристосування тісно пов'язано з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі. У задачі технолога входить : вибір заготовки і технологічних баз, встановлення маршруту обробки; встановлення режимів різання вибір типу і моделі станка й ін. В задачі конструктора входить вибір конструкції і співставлення варіантів; вибір розмірів елементів затискного пристрою; визначення величини сили закріплення; уточнення схеми і розмірів затискного пристрою; визначення розмірів напрямних деталей пристосування; загальне компоновання пристосування. Виходячи з таких міркувань приймаємо таку послідовність проектування.

1. Формуємо вихідні дані для проектування верстатних пристосувань .

1.1. Формулювання і конкретизація службового призначення пристосування.

1.2. Технічна пропозиція. Технічне завдання на розробку;

1.3. Креслення заготовки деталі з технічними вимогами їх приймання;

1.4. Розробка технічних вимог до пристосування.

1.5. Операційні карти технологічного процесу обробки даної деталі. Операційні ескізи.

1.6. Необхідні стандарти на деталі

1.7. Вузли верстатних пристосувань, а також альбоми нормалізованих конструкцій.

2. Основні технічні дані для розрахунку

2.1. Використовуване устаткування та інструменти.

2.2. Режими різання, сили різання які діють на заготовку.

2.3 Програма випуску деталей, штучний час на операцію.

3. Послідовність проектування.

3.1. Установивши прийняту в технологічному процесі схему базування заготовки, точність і шорсткість поверхонь бази, визначають тип і розмір установних елементів, їхнє число і взаємне положення.

3.2. Знаючи величини сил різання, установлюють місце прикладання сил закріплення і визначають їхню величину. виходячи з часу закріплення і відкріплення заготовки, типу пристосування (одно- чи багатомісне),

3.3. Вибирають тип затискного пристрою і визначають його основні розміри .

3.4. Після чого встановлюють тип і розмір деталей для напрямку і контролю положення інструмента, що ріже,

3.5. Виявляють необхідні допоміжні пристрої, вибирають їхню конструкцію і розміри.

3.6. Розраховують на міцність і жорсткість потрібні елементи конструкції.

3.7. Розраховують пристосування на точність.

3.8. Розробляють загальний вигляд . Розробку загального вигляду (у масштабі 1:1) ведуть методом послідовного нанесення елементів пристосування навколо контурів заготовки. Спочатку викреслюють встановлювальні деталі, потім затискні пристрої, деталі для направлення інструмента і допоміжні пристрої. Після цього викреслюють корпус пристосування, що поєднує всі перераховані вище елементи.

4. Вимоги до пристосувань.

Пристосування повинне бути ергономічним, обслуговування його повинне бути зручним і легким, органи керування повинні бути нечисленні і розташовуватися в одному місці.

На загальному вигляді вказують габаритні розміри пристосування і розміри, які потрібно витримати при його складанні і налагодженні. Тут же приводять технічні умови на складання. У них указують необхідну точність складання пристосування, вимоги до його регулювання і налагодження, методи перевірки при установленні на верстат, періодичність профілактичного контролю й ін.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Етапи розробки конструкції пристосування.
2. Вихідні дані для проектування.
3. Вимоги, які ставляться до конструкції верстатного пристосування.
4. Загальний порядок розробки конструкції пристосування.
5. Послідовність розробки загального вигляду пристосування.
6. Які три групи розмірів проставляють на загальному вигляді пристосування?
7. До яких елементів пристосування пред'являють особливі технічні вимоги?
8. Які елементи пристосування розраховують на міцність?
9. Що дає автоматизація проектування пристосувань?
10. У чому полягає випробовування і налагодження нових пристосувань?
11. Які вимоги пред'являються до експлуатації пневматичних і гідравлічних пристосувань з погляду техніки безпеки?

2.7. Конструкції пристосування для закріплення при механічній обробці .

2.7.1. Пристосування для свердлильних верстатів

Конструкції свердлильних пристосувань розрізняються не тільки конструкцією кондукторних плит. Істотним розходженням є також

положення, що займає деталь в процесі всієї операції. За цією ознакою ці пристосування поділяються на стаціонарні, пересувні, перекидні і поворотні. Окремі пристосування можуть об'єднати в собі кілька таких ознак.

Стаціонарні пристосування. Стаціонарними називають пристосування, у яких оброблювана деталь у продовження всієї обробки на даному верстаті залишається нерухомою. Застосовують такі пристосування головним чином на радіально-свердлильних, розточувальних і багатошпиндельних верстатах. На вертикальних одношпиндельних верстатах такі пристосування застосовують у тому випадку, коли в деталі обробляється один отвір чи отвори, розташовані на одній осі, і пристосування може бути нерухомо закріплене на визначеному місці столу. Місце кріплення визначається за допомогою інструмента (або оправки), що вводиться в кондукторну втулку подачею шпинделя до моменту закріплення пристосування чи знаходиться вивіренням положення пристосування за допомогою індикатора.

На вертикально-свердлильних верстатах стаціонарні пристосування застосовують також при обробці групи отворів за допомогою багатошпиндельної головки. Такі пристосування широко використовуються при обробці на радіально-свердлильних і агрегатних верстатах. Плита в таких пристосуваннях найчастіше нерухома.

Істотна перевага стаціонарних пристосувань полягає в тому, що в результаті постійного і точного розташування на верстаті вони забезпечують менший знос кондукторної втулки й інструмента. Тому часто стаціонарними роблять пристосування з підвісною підйомною, зйомною і шарнірною кондукторною плитою.

Майже всі стаціонарні пристосування мають полки для кріплення до столу верстата. Іноді в цих полках передбачають відкриті пази для кріпильних болтів; внаслідок того, що при конструюванні пристосувань важко розмістити ці пази так, щоб вони збігалися з пазами столу верстата, то на кресленнях пристосувань їх показувати не обов'язково. У цьому випадку пази виконують на місці при налагодженні пристосування чи кріплять пристосування за полку спеціальними прихоплювачами.

Стаціонарне пристосування показане на рис.2.43. Це пристосування призначене для свердління отвору в деталі типу шатуна двигуна. Деталь, яка обробляється укладається в прямокутний паз опори 12 і надівається обробленим отвором у другій головці на палець 14. Пристосування приводиться в дію пневмоприводом, поршень 1 якого розміщений у циліндрі, що знаходиться безпосередньо в корпусі 7 пристосування. Необхідна сила затиску передається від поршня через клиновий шток 3 на ролик 4 стержня 5, який, діючи на важіль 8, повертає його навколо осі 9. Важіль переміщає затискний кулачок 10.

Для виходу інструмента в опорі 12 передбачений отвір, а під опорою в корпусі — порожнина 11 для видалення стружки. Замість порожнини

можна виконати наскрізний отвір для виходу інструмента, а для збирання стружки в корпусі передбачити спеціальну нішу. Бічні стінки опори 12 повинні бути по можливості низькими для зручності установки і зняття оброблюваних деталей. При випуску повітря з циліндра поршень повертається у вихідне положення під дією двох пружин 2, а важіль 8 — під дією пружини 6.

До переваг пристосування варто також віднести нерухомість кондукторної плити, тому що рухливість плити неминуче знижує точність обробки. Крім того, усі механізми пристосування захищені від попадання стружки.

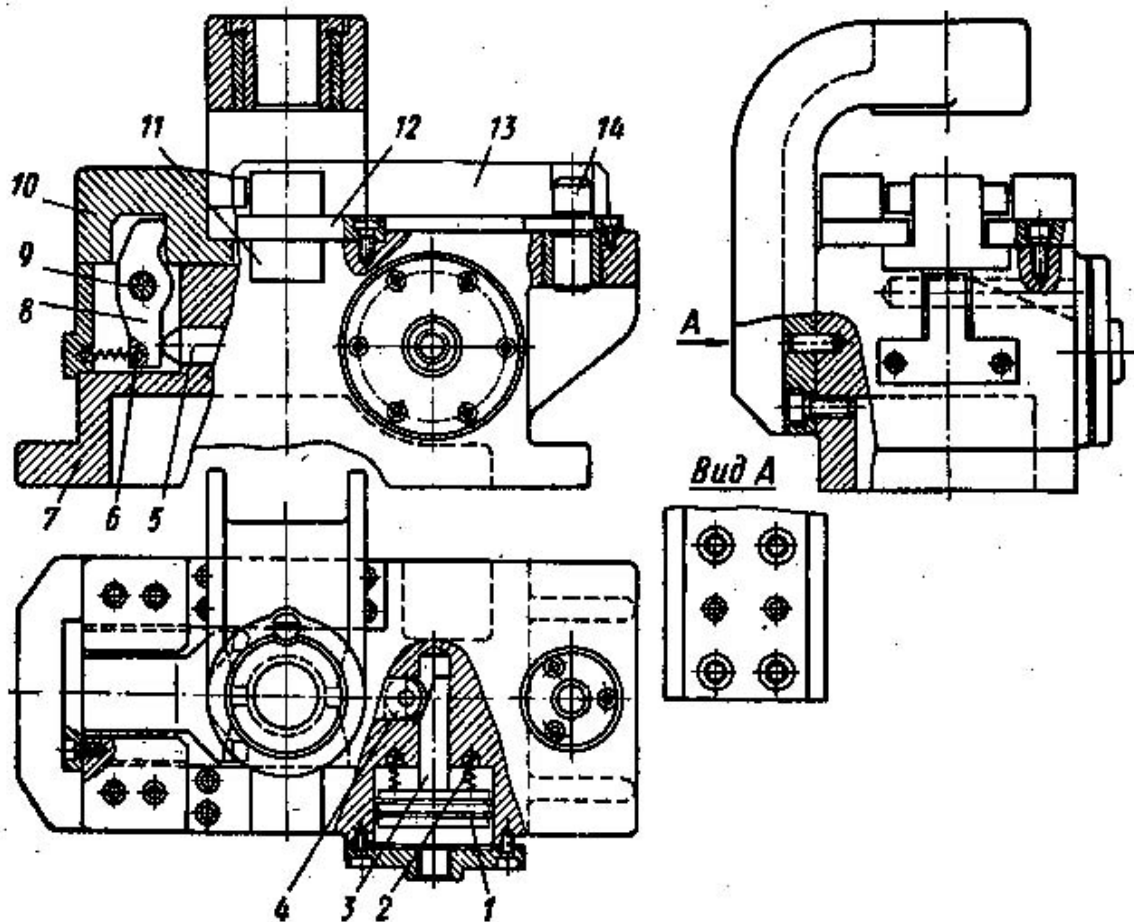


Рис. 2.43. Стационарное приспособление с постоянной кондукторной плитой и пневмоприводом

Поворотні пристосування . Для обробки отворів, розташованих з різних сторін деталі чи по її периферії, для обробки з боку площини, прийнятої як установча база, і, нарешті, для багатошпіндельної обробки застосовують поворотні пристосування. Ці пристосування можна застосовувати на свердлильних верстатах будь-якого виду і вони можуть мати горизонтальну, вертикальну чи похилу вісь обертання. Найбільш широко поширені пристосування з вертикальною чи горизонтальною віссю обертання. Вони звичайно складаються з нерухомого корпуса (або стояків) і поворотної частини, що несе робочу частину пристосування з

закріпленою оброблюваною деталлю на ньому.

У пристосуваннях з вертикальною віссю обертання корпус і поворотна частина зазвичай нормалізовані і називаються поворотними столами. Застосування таких нормалізованих столів скорочує час на конструювання і виготовлення пристосувань. У цьому випадку заново конструюється і виготовляється тільки робоча частина пристосування, призначена для установки і затиску оброблюваних деталей.

Поворотні столи приводяться в дію вручну або за допомогою механізованого чи автоматизованого приводу. У першому випадку керування столом складається у вимиканні фіксатора з наступним поворотом планшайби разом з робочою частиною пристосування. Включення фіксатора звичайно виконується автоматично за допомогою пружини. При обробці з подачею, спрямованою паралельно площині столу, до перерахованих рухів додається притиснення планшайби до корпусу столу (або її відтискання), тому що фіксатор необхідно розвантажити від сили подачі, щоб не допустити перекосу в результаті наявного зазору в цапфі. Через те, що зазначені чотири рухи повторюються пропорційно числу поворотів, виникає необхідність скорочення загальної кількості цих непродуктивних рухів. З цією метою всі рухи блокуються і керування часто здійснюється однією рукояткою. Перевага такого блокування полягає у тому, що робітник має можливість використовувати можливість обидві руки для повороту столу.

Конструкція поворотного столу показана на рис. 2.44. У цій конструкції для повороту застосований храповий механізм. Роль храпової втулки цього механізму відіграє хомут, що складається з двох половин 8, 11, що мають призматичний періз. Своєю виточкою хомут надітий на конічні виступи поворотної планшайби 10 і корпусу 13. Поворот планшайби здійснюється поворотом хомута за допомогою рукоятки 15 і собачки 17, що впирається в храпові зубці хомута.

Рукоятка 15 жорстко зв'язана з гвинтом 16, що має на своїх кінцях, вгвинчених у половинки хомута, праву і ліву різьбу. Тому при повертанні рукоятки гвинт стягує половинки хомута, що притискає планшайбу 10 до корпусу 13.

Вимикання фіксатора 3 проводиться похилими виступами на нижній поверхні хомута, що при повертанні хомута вправо до спеціального упора, діючи на ролик 7 вертикальної рейки 6, повертають зубцюватий валик 5; останній, будучи зчеплений з рейкою фіксатора 3, виводить фіксатор із втулки 9. При повертанні хомута вліво храповий механізм повертає планшайбу 10 до тих пір, поки фіксатор 3 під дією пружини 4 не попадає в наступну втулку планшайби. Щоб при цьому фіксатор не потрапив у втулку, з якої він тільки що вийшов, за похилим виступом хомута передбачена горизонтальна ділянка 5, по якій хомут після вимикання фіксатора може повернутися трохи далі.

Внаслідок цього при обертанні хомута разом із планшайбою вліво ділильна втулка минає фіксатор. Підпружинні сухарі 12, сприймаючи вагу поворотних деталей столу разом з оброблюваною деталлю, що закріплена на столі, полегшують поворот. В кінці цього обертання рухом рукоятки вниз знову відбувається притиснення поворотної частини столу до нерухомої.

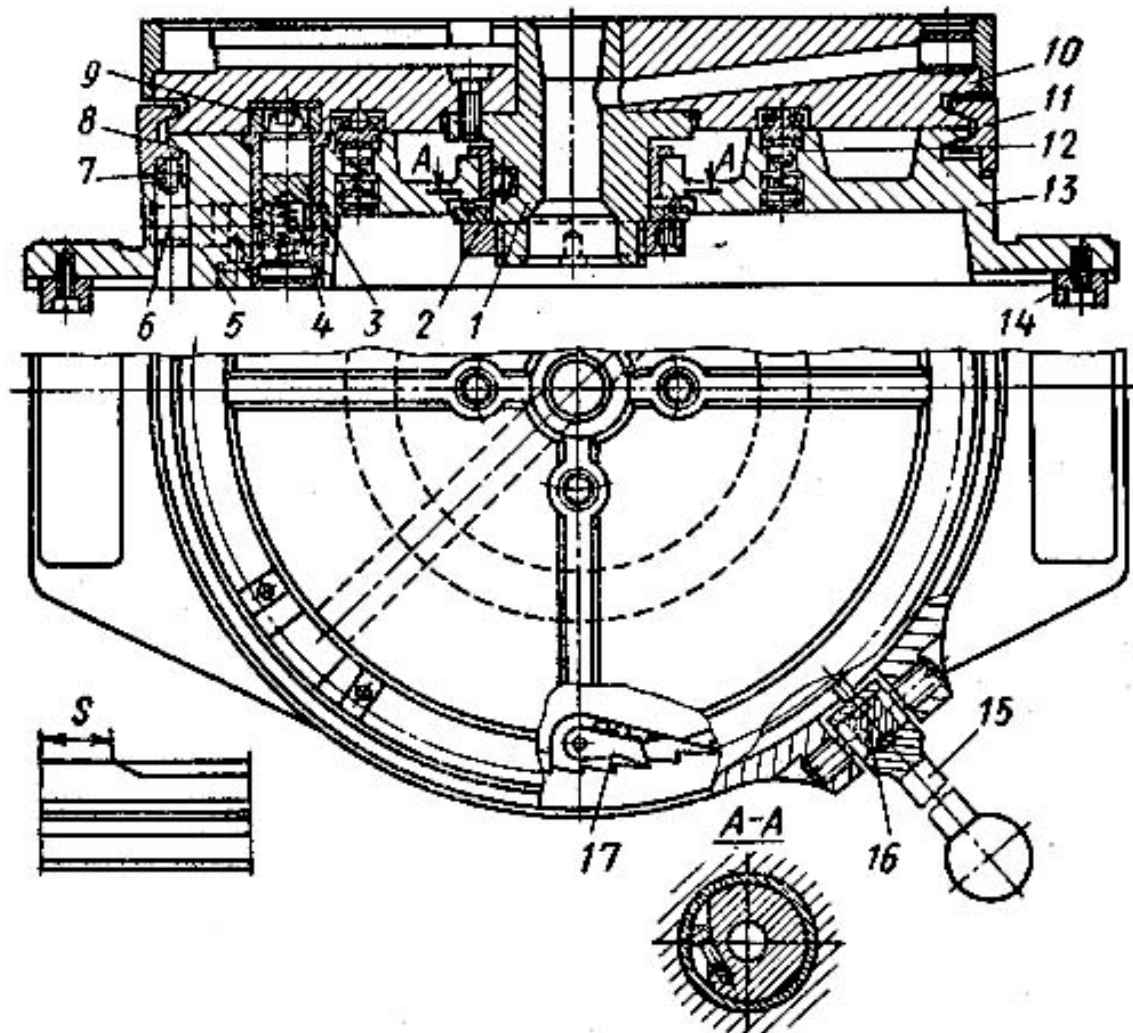


Рис. 2.44. Поворотний стіл із храповим механізмом і блокуванням усіх рухів

Щоб при вимиканні фіксатора планшайба 10 не оберталася разом з хомутом, на її цапфі 1 передбачене роликове гальмо 2. Шпонки 14 служать для фіксації корпусу 13 на столі верстата.

Пристосування, що перекидаються (кантуються). Ці пристосування служать тим же цілям, що і поворотні. На відміну від останніх вони не мають ні стояка, ні ділильного механізму. Втулки в них розташовуються з різних сторін в залежності від розташування отворів на оброблюваній деталі.

Для свердління з різних сторін пристосування разом із закріпленою в ньому деталлю приходиться перекидати і послідовно з'єднувати з

інструментом кожну кондукторну втулку. Для пристосувань, що перекидаються, потрібно в кілька разів більше допоміжного часу, ніж для поворотних, і, крім того, при вазі оброблюваної деталі більше 16 кг. робота на них дуже стомлювальна. До недоліків таких конструкцій варто також віднести знос поверхні столу верстата. Щоб опорні поверхні пристосування, що перекидається, не зношувалися, на них ставлять загартовані пластинки, штирі чи ніжки спеціальної конструкції. Ці пристосування застосовують тільки в серійному виробництві невеликих деталей. Для зручності роботи з такими пристосуваннями до них іноді прикріплюють рукоятки. Такі ж рукоятки використовуються на знімних кондукторних плитах .

Пристосування з вертикальним підтиском оброблюваної деталі. Ці пристосування дозволяють найбільш просто, зручно і продуктивно здійснити ту ж обробку, для якої застосовуються пристосування стаціонарні чи пересувні з постійною кондукторною плитою.

При обробці деталь притискається вертикально вгору своєю встановлюваною поверхнею до опор, розташованих під кондукторною плитою. Однак не всяку деталь можна швидко установити в такому пристосуванні. Рекомендується обробляти деталі, у яких оброблювані отвори зв'язані тільки з центральним установчим отвором, і призначення піднімального механізму полягає в тому, щоб надіти деталь на установчий палець під кондукторною плитою, наприклад круглу деталь з обробленими центральним отвором і торцем. Якщо оброблювані отвори координовані не тільки з центральним установчим отвором, але і з якими-небудь іншими поверхнями деталі, наприклад, з бобишками, бічними площинами і т.д., то застосування пристосування ускладнюється. У цих випадках піднімальний механізм доповнюють спеціальним установлювальним механізмом, який орієнтує деталь, надіту на установчий палець.

Багатошпиндельні головки для одношпиндельних свердлильних верстатів

Багатошпиндельні головки забезпечують одночасну роботу декількома однойменними чи різнойменними інструментами (свердлами, розвертками, зенкерами, мітчиками) і можуть бути спеціальними й універсальними.

Спеціальні головки призначаються для обробки деталей з визначеним розташуванням отворів, тому шпинделі таких головок не можуть змінювати свого положення. Такі головки використовують у великосерійному і масовому виробництві, де верстати часто призначаються для виконання однієї визначеної операції.

Універсальні головки відрізняються від спеціальних тим, що у них положення шпинделів можна змінювати, внаслідок чого при допомозі однієї головки можна обробляти різні деталі. Тому в масовому виробництві такі головки застосовуються порівняно рідко. У серійному ж виробництві вони знаходять досить широке застосування.

Шпинделі багатошпиндельних головок приводяться в обертальний рух

від шпинделя верстата за допомогою зубчастих передач. Колеса передач із зовнішнім зачепленням розташовуються між опорами шпинделів, колеса внутрішнього зачеплення — консольно. При невеликих відстанях між отворами, колеса іноді розміщують у два яруси.

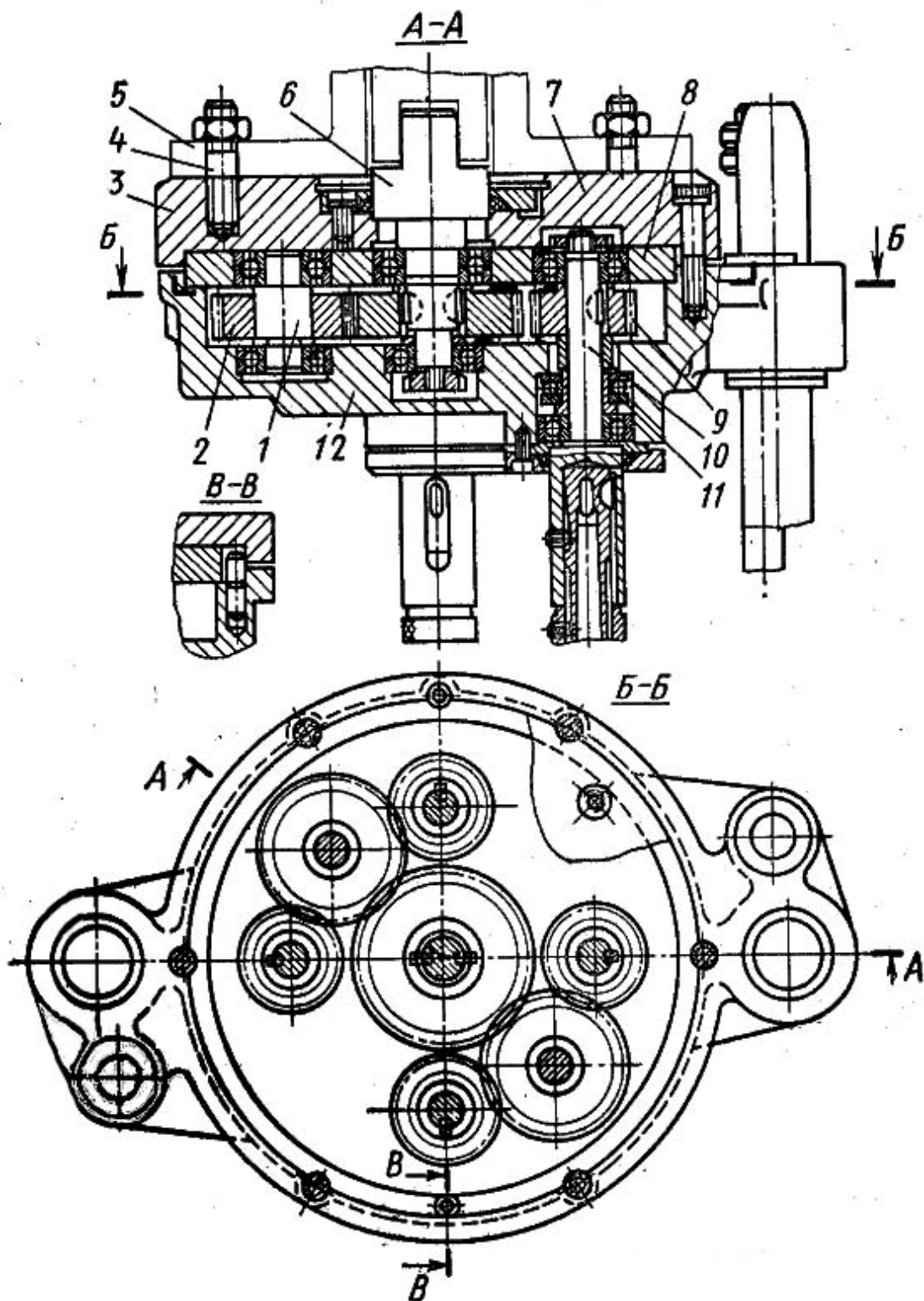


Рис. 2.45. Чотиришпindelна головка з одноярусним розташуванням коліс

На рис. 2.45.показаний пристрій спеціальної головки з одноярусним розташуванням коліс, тому що діаметр окружності розташування

оброблюваних отворів досить великий 122 мм і дозволяє розмістити паразитні колеса в одній площині з робочими колесами. Головка призначається для свердління чотирьох отворів.

Від ведучого вала 6 обертання передається двом паразитним зубчастим колесам 2, кожне з яких, у свою чергу, обертає два колеса 9 робочих шпинделів 10. Паразитні колеса розміщені на осях 1 з напруженою посадкою, робочі колеса утримуються на шпинделях за допомогою сегментних шпонок, на ведучому валу 5 зубчате колесо фіксується двома такими ж шпонками.

Осі паразитних коліс, так само як шпинделі і центральний вал 6, змонтовані на кулькових підшипниках. На шпинделях для інструментів, крім того, розміщені упорні підшипники. Внаслідок того, що гнізда для підшипників паразитних коліс важко обробити разом, якщо ці підшипники знаходяться у верхній 3 і в нижній 12 половинах корпусу, то в даній конструкції використовується спеціальний проміжний диск 8, отвір в якому обробляються разом з отворами в нижній половині корпусу головки. Цей диск центрується в точно обробленій виточці корпусу.

Головку встановлюють на фланці гільзи 5 верстата і закріплюють на ньому за допомогою шпильок 4. При використанні нормалізованих деталей висота головки у межах 200—280 мм. На рис. 2.45. показана конструкція спеціальної головки, призначеної для обробки шести отворів, розташованих рівномірно по колу. Через надмірну близькість оброблюваних отворів один до одного, робочі колеса розташовані в два яруси і приводяться в обертання двома парами паразитних коліс, також розташованих на шпинделях.

2.7.2. Пристосування для фрезерних верстатів

Фрезерні пристосування, як і свердлильні, звичайно складаються з корпусу і розміщених у ньому установчих, затискних і напрямних елементів. Конструкції установчо-затискних елементів цього типу пристосувань у більшості випадків такі ж, як і для свердлильних пристосувань. Однак, тому що при фрезеруванні виникають значні вібрації оброблюваної деталі, сила затиску деталі, а отже, і твердість усієї конструкції пристосування повинні бути більшими, ніж при свердлінні. Фрезерні пристосування відрізняються від свердлильних також способом установки на верстаті і будовою елементів, що направляють інструмент.

Правильна установка пристосувань на верстаті, що забезпечує зняття стружки у певному місці деталі, досягається застосуванням напрямних шпонок і установів. Напрямні шпонки служать для правильного розташування пристосування щодо осі столу верстата. Напрямні шпонки (не більш двох) закріплюються на нижній основі корпусу пристосування і вводяться в один з пазів столу. Цим досягається збіг поздовжньої осі пристосування з напрямком повздовжнього ходу столу, що має особливо велике значення при обробці поверхонь, строго координованих щодо осі

деталі.

Але шпонки не тільки забезпечують відповідне положення пристосування на столі, вони підвищують також стійкість пристосування при обробці. Тому їх доцільно застосовувати і при обробці площин, положення яких визначається тільки відстанню від основи деталі, тобто таких поверхонь, для обробки яких не обов'язковий точний збіг осей столу верстата і пристосування. У цих випадках шпонки сприймають крутий момент від сил різання і значно розвантажують кріпильні болти пристосування.

Машинні лещата з гвинтовим затискачем щодо часу, необхідного на обслуговування, не завжди задовольняють вимоги. Наприклад, при розташуванні лещат уздовж фрезерного столу гайковий ключ керування затиском можна повернути не більше, ніж на 180° , тому для одержання потрібної сили затискання потрібно кілька разів переставляти ключ. У зв'язку з цим для відносно неважких операцій з метою прискорення роботи застосовують лещата з ексцентриковим затисканням з поворотом рукоятки в горизонтальній площині, причому такі лещата, як і гвинтові, виготовляють із штовхальним або тяговим затискачем.

На рис.2.46., показана розповсюджена конструкція ексцентрикових лещат. На хвостовій частині рухомої губки 10, що ковзає прямокутним пазом корпусу 17, укріплена вісь 14 ексцентрика 15. Останній, діючи на нерухому губку 12, відштовхується від неї і через вісь 14 тягне рухому губку 10, здійснюючи в такий спосіб кріплення деталі 11. При повороті ексцентрика в зворотну сторону губки 10 під дією пружин 16 повертається у вихідне положення, звільняючи оброблену деталь.

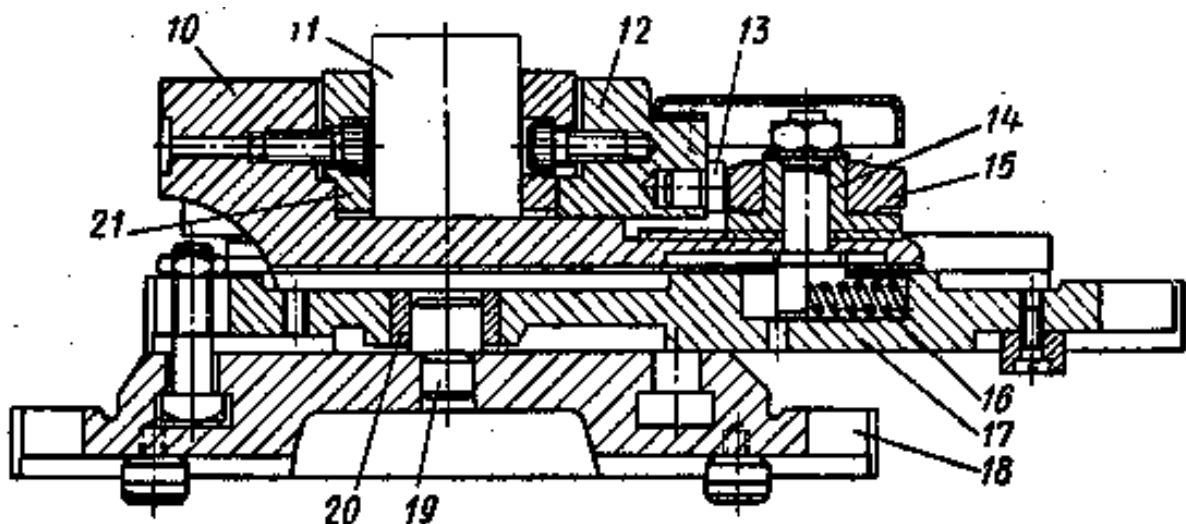


Рис. 2.46. Типи машинних лещат з ексцентриковим затиском.

Розкриття лещат по розміру деталі досягається перестановкою осі ексцентрика на рифленій поверхні рухомої губки. Для надійності затиску

рифлення має пилкоподібний профіль. Більш точного регулювання ексцентрика іноді досягають за допомогою різьбового упора 13.

Чотири вушка дозволяють кріпити лещата двома болтами вздовж чи поперек столу верстата. Для установки на столі під потрібним кутом у плані їх зв'язують зі спеціальною проградуйованою підставкою 18, що окремо закріплюється на столі верстата. З цією метою на нижню основу лещат передбачається загартована втулка 20, за допомогою якої корпус 17 надівається на палець 19 підставки 18. Відлік кута за лімбом підставки проводиться по ризці, що знаходиться збоку циліндричної основи лещат. Для надійної роботи часто потрібно точне фіксування положення змінних губок. З цією метою в розглянутій конструкції передбачені навхрест розташовані виступи в деталях 21.

Лещата із тяговим затиском, показані на рис. 2.47. , мають підсилювач у вигляді важеля 3. Губка 4 нерухома, губка 6 переміщається разом з повзуном 5, на якому вона переставляється і закріплюється болтом з високою гайкою 6.

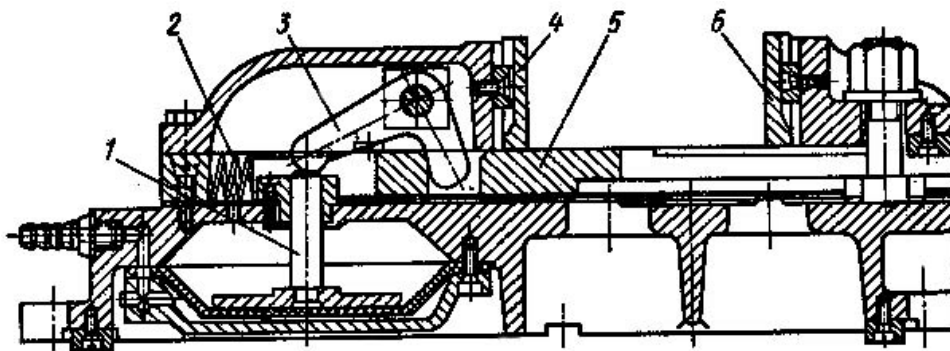


Рис. 2.47. Пневматичні лещата з тяговим затискачем .

Коли повітря з пневмопривода видаляється, дві пружини 2 переміщують повзуна вправо у вихідне положення. Одночасно шток 1 пневмокамери опускається.

Поворотні пристосування з вертикальною і горизонтальною віссю обертання

До пристосувань, що працюють без використання машинного часу для зміни деталей, відносяться також круглі поворотні столи. На відміну від свердлильних вони повинні мати надійне кріплення поворотної частини до нерухомої. Це викликається необхідністю протидіяти вібрації при обробці. Однак це ускладнює керування пристосуванням, тому що для кожного повороту столу необхідно витрачати час на керування фіксатором і кріпленням поворотної частини.

Конструкція поворотного столу з ручним приводом і приклад робочого налагодження показана на рис.2.48.

Пристосування призначається для послідовного фрезерування чотирьох

вушок у деталі 6. Остання встановлюється на чотири опори 5 і два пальці 7 і 10, поміщені в плиті 13, і закріплюється двома прихоплювачами 8. Для посилення затиску, створюваного гвинтом 4, застосовані шарнірні важелі 9. Пристосування центрується на столі за допомогою пальця 3, що входить у центральну втулку 1. Кутове положення пристосування забезпечується, як і в інших фрезерних пристосуваннях, за допомогою шпонки, укріпленої на плиті 13 і яка входить в один з пазів плити 14 поворотного столу.

Установом для фрези служить кутова деталь 12, закріплена на плиті 13 двома гвинтами і двома штифтами. Кріплення пристосування на столі відбувається чотирма гвинтами, прямокутні гайки яких містяться в пази плити 14. Фреза 11 повинна обертатися за напрямком стрілки А при подачі столу за стрілкою В (фрезерування з попутною подачею).

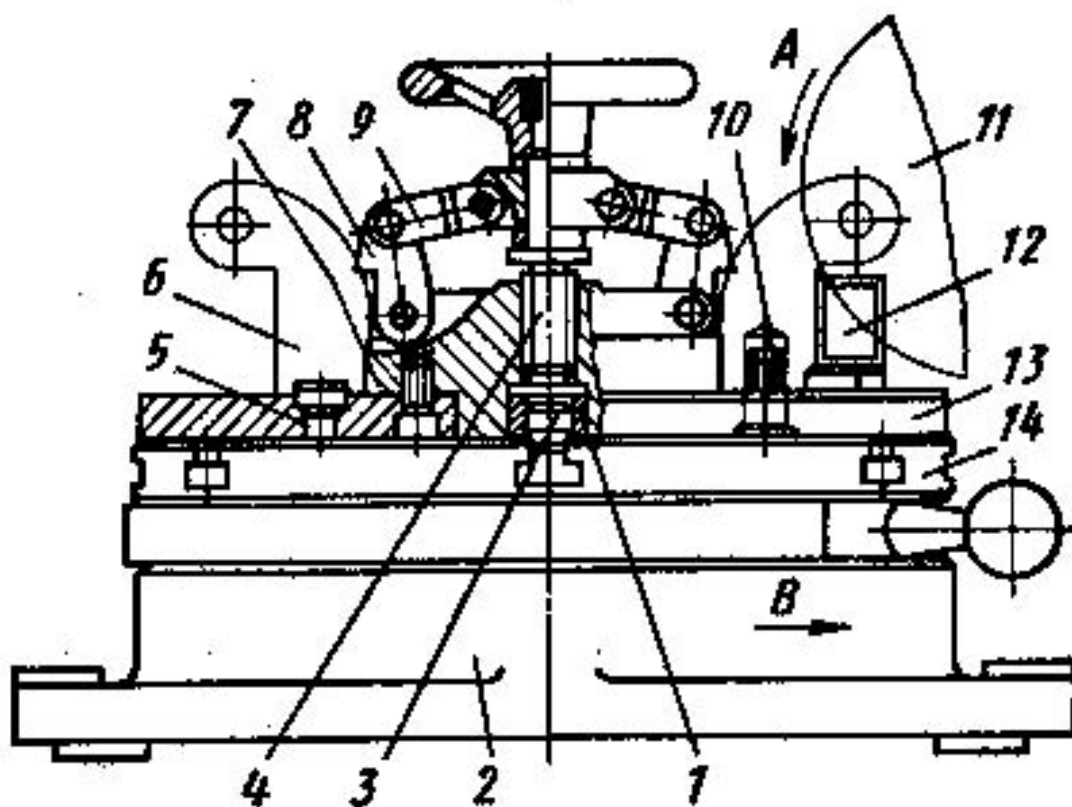


Рис. 2.48. Приклад робочого налагодження поворотного столу з вертикальною віссю обертання.

Керування закріпленням фрезерних пристосувань можна механізувати й автоматизувати, використовуючи для цього відповідні приводи чи блокуючи рух механізмів пристосування з рухом столу верстата. Найпростішим способом механізації закріплення є використання пневмопривода. Для цього замість гвинта 4 застосовують пневмокамеру односторонньої дії з підведенням стиснутого повітря через центральну частину поворотного столу. Така конструкція дозволить збільшити

швидкість затиску за рахунок зменшення допоміжного часу на обертання маховика при затиску, але складність побудови магістралей для стиснутого повітря, а також застосування елементів керування збільшать вартість такого пристосування. Доцільність застосування пневмопривода, в цьому випадку, визначається за допомогою зіставлення собівартості двох варіантів.

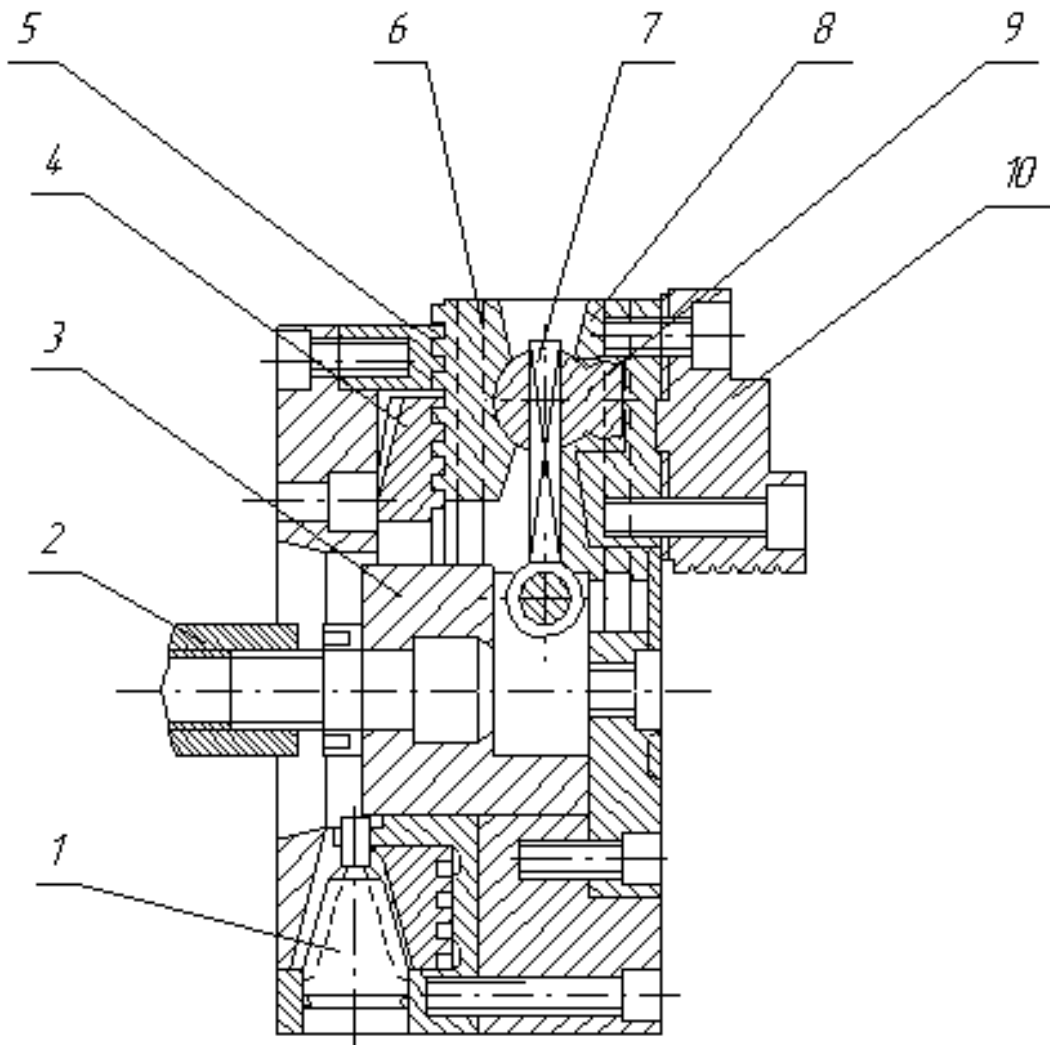


Рис.2.49.Важільний патрон.

2.7.3. Токарні пристосування

На рис. 2.49. показаний токарний трикулачковий патрон з механізованим важільним приводом. Патрон може бути використаний в мілкосерійному виробництві, оскільки його переналадка проста і забезпечує кріплення в патроні заготовок в широкому діапазоні діаметрів. В корпусі 5 патрона на centruючій поверхні розміщений диск 4, з одної

сторони якого на торці є різьба за Архімедовою спіраллю, а з другої сторони нарізаний конічний зубчастий вінець.

З допомогою різьби три основних кулачки 6 можуть переміщатися радіально в пазах корпусу. Ключем, встановленим в гніздо будь – яким з трьох конічних шестерень 1, як в універсальному трикулачковому патроні, можна одночасно переміщувати в радіальному напрямленні три кулачки. Повзуни 8, також розміщені в корпусі, зв'язані з кулачками 6 сухарями 9, які своєю задньою циліндричною поверхнею входять в гніздо кулачків, а передньою – в паз повзунів. Стержні 7, на яких сухарі сидять по ковзній посадці, не дозволяють сухарям обертатись, тому разом з кулачками переміщуються і повзуни з закріпленими на них затискними кулачками 10.

Кріплення заготовки здійснюється від гідроприводу, що переміщує тягу 2 з муфтою 3. Стержні з сухарями, що утворюють двоплечовий важіль, обертаються навколо центра циліндричної частини сухаря, переміщують повзуни з кулачками до центра і затискають заготовку.

Переналадження патрона даної конструкції просте і зводиться до переміщення одночасно всіх кулачків в потрібне радіальне положення за допомогою ключа. На цю операцію витрачається не більше часу, ніж на закріплення заготовки в звичайному трикулачковому патроні з немеханічним приводом. Сила затискання заготовки залежить від положення сухарів на стержні заготовки. При закріпленні заготовок великого діаметра вона максимальна (від 120 кН.). Через рухомі елементи, що з'єднують повзуни з основними кулачками, похибка центрування заготовки велика, тому патрон використовують на чорнових операціях.

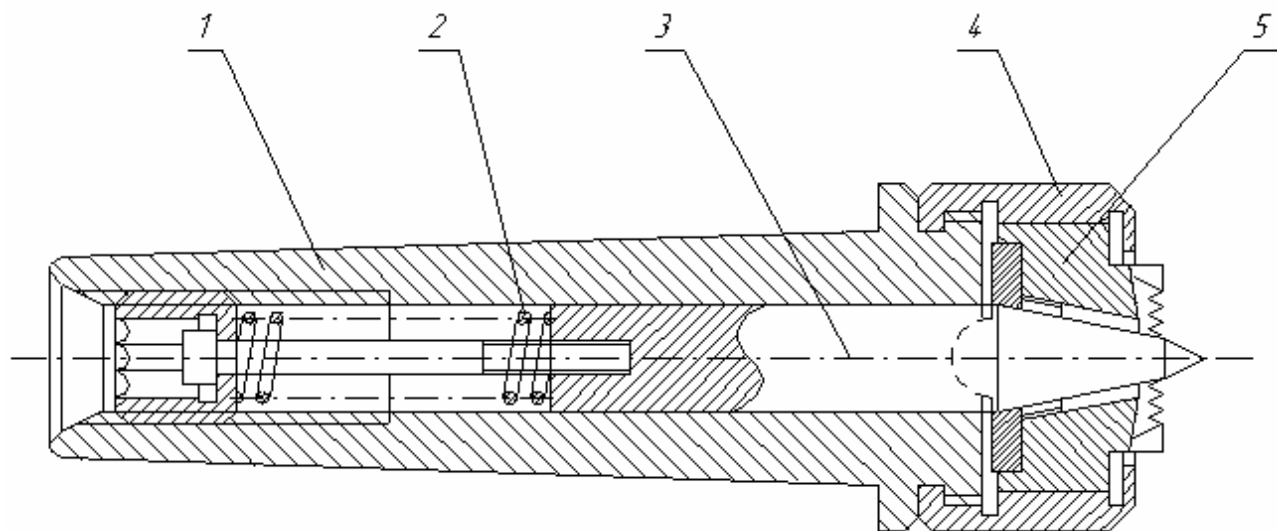


Рис 2.50. Патрон поводковий

Зубчастий поводковий патрон (рис 2.50.) має підпружинний плаваючий центр 3 і зубчастий поводок 5, встановлений в корпусі 1. Натяг пружини 2

регулюється гайкою. Стакан 4 утримує поводок, але з достатнім зазором, щоб поводок, що опирається на шарнірне з'єднання з корпусом, міг самовстановлюватися по торцю заготовки. Для передачі крутного моменту на торці поводок має гострі загартовані зубці. Такі патрони широко застосовують в дрібносерійному і серійному виробництві при обробці валів редукторів, розгортки, пальцевих фрез.

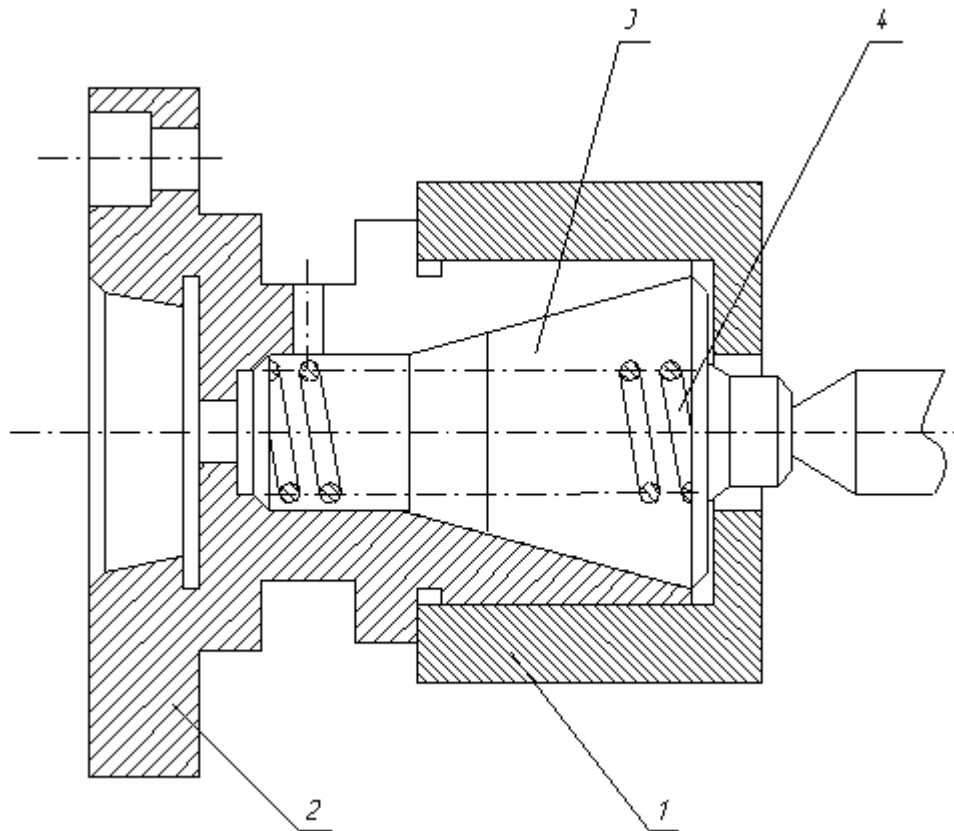


Рис 2.51.Шпиндельна цангова оправка

Проста конструкція шпиндельної цангової оправки зображена на рисунку 2.51. Корпус оправки 2 має конус Морзе, яким він центрується і утримується в конусному отворі шпинделя. Одночасно корпус виконує роль затискного елемента – цанги, для чого його посадочна частина має прорізи. Заготовка 1, в якій підрізається торець і проточується зовнішній діаметр, в осьовому напрямку базується на упорний буртик.

Закріплення заготовки здійснюється за допомогою руху пінолі задньої бабки. Задній центр давить на корпус 3, який розсовує пелюстки цанги і закріплює заготовку. Пружина 4 виштовхує конус при відкріпленні готової деталі після обробки. Дана конструкція може бути виконана консоллю з механізованим затискачем від пневмопривода за допомогою тяги, що пройшла в середину шпинделя, або ручним закріпленням гвинтом.

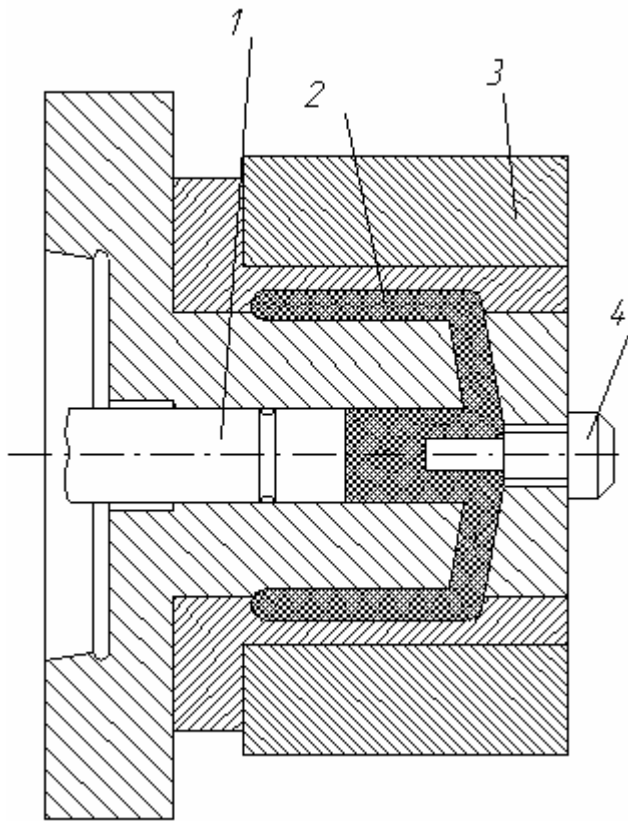


Рис. 2.52.

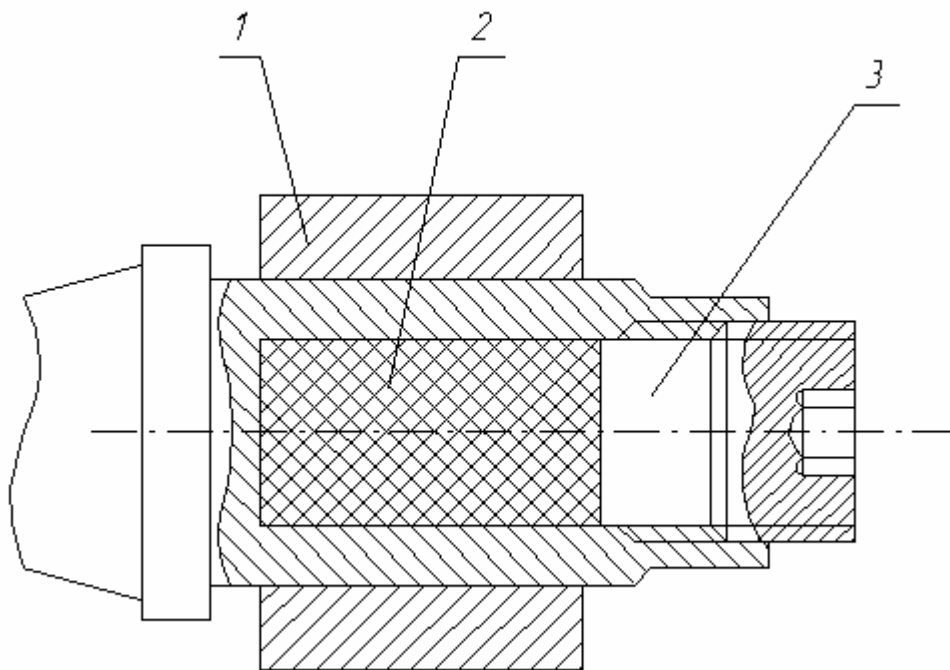


Рис.2.53.Оправки з гідропластом.

Високу точність центрування заготовок забезпечують оправки і патрони з гідропластом (Рис. 2.53.) Кріплення заготовки 3 відбувається при пружній деформації тонкостінної втулки 2 під дією великого тиску гідропласту, створеного плунжером 1, зв'язаного тягою з пневмоприводом

Гідропластмаса заливається в порожнину оправки в гарячому стані. Гвинт 4 закріплює отвір, через який виходить повітря при заливанні, а також служить обмежувачем ходу плунжера, щоб не розірвати втулку 2 при випадковому включенні пневмоприводу в відсутності заготовки на оправці. Аналогічно вмонтовані патрони для кріплення заготовок по зовнішній поверхні при обробці торців і внутрішніх циліндричних поверхонь.

Пружна втулка розрахована на невеликі деформації, тому посадочний діаметр заготовки повинен бути виконаний за 7 – 8-му квалітетом точності. При ретельному виготовленні пристрою биття оброблюваних поверхонь відносно посадочного діаметра не перевищує 0,01 – 0,02 мм. Гідропластмасові оправки і патрони розраховані на закріплення типорозміру заготовки, тому їх використання обмежується умовами великосерійного і масового виробництва.

За цим же принципом конструюють оправки і патрони з рідинним наповненням (масло, гліцерин). Головна їх відмінність від розглянутих вище гідропластмасових полягає в необхідності надійного ущільнення гумовими кільцями рухомого спряження плунжера з корпусом, в той час як залита в гарячому стані желеподібна гідропластмаса при зазорі 0,01 – 0,02 мм не потребує додаткового ущільнення.

Використовують також пристрої з циліндричною пружною оболонкою, де в якості наповнювача використовується гума (гумові стержні або кільця). Гума при стисканні механізованим (або ручним) приводом рівномірно передає тиск на пружну оболонку, деформуючи її. При цьому заготовка центрується і закріплюється зовнішньою поверхнею пружної втулки заготовки 1 в центрах.

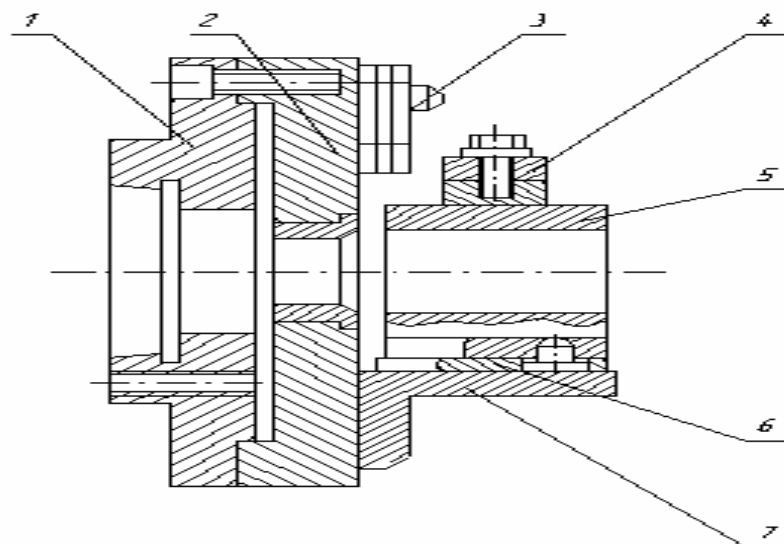


Рис. 2.54..Закріплення на планшайбі.

Спосіб кріплення кронштейна на кутнику при розточуванні отвору зображений на рисунку 2.54. На планшайбі 2, з центруючим пояском на перехідному фланці 1 шпинделя, встановлений кутник 7 з загартованою опорною пластиною 6 і двома установочними штифтами. Заготовка 5 кронштейна кріпиться на кутнику відкидною планкою 4. Незбалансована установка на планшайбі кутника з заготовкою і механізм її кріплення утворює значну неврівноваженість, яка позначається на точності обробки і довговічності шпиндельного вузла. Ця неврівноваженість усунута противагою 3.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Які пристосування застосовують при обробці на свердлильних верстатах ?
2. Які пристосування застосовують при обробці на фрезерних верстатах ?
3. Які пристосування застосовують при обробці на токарних верстатах ?

3. Пристосування для закріплення різального інструменту.

Патрони для кріплення мітчиків у багатошпиндельних головках. Одночасно нарізати групу отворів можна, у тому випадку, якщо мітчики можуть трошки переміщатися паралельно своїй осі і якщо кожен мітчик може вступити в роботу не одночасно з іншими мітчиками. Ці умови забезпечують мітчикам можливість самовстановлюватися по отворах і тим самим запобігають зриву різьби чи поломці інструмента.

На рис. 3.1. приведені деякі конструкції патронів. Патрон (рис. 3.1.,а) часто застосовують при багатошпиндельному нарізанні різьби. Особливість його полягає в компенсації неоднакової довжини мітчиків шляхом взаємного осьового переміщення корпусу 1 і хвостовика 3 у результаті стиску пружини 2. Це переміщення відбувається із самозаглибленням мітчика в нарізаний отвір і компенсує можливу неодноразову роботу мітчиків. Мітчик у даному патроні не може переміщатися паралельно самому собі.

Патрон, показаний на Рис. 3.1., б, відрізняється від попереднього тим, що в ньому мітчик 8 разом із втулкою 7 може трошки перекошуватися щодо осі шпинделя верстата через округлення поясу 6, виконаного точно по діаметру втулки 4. Мітчик утримується в патроні за допомогою цанги 5.

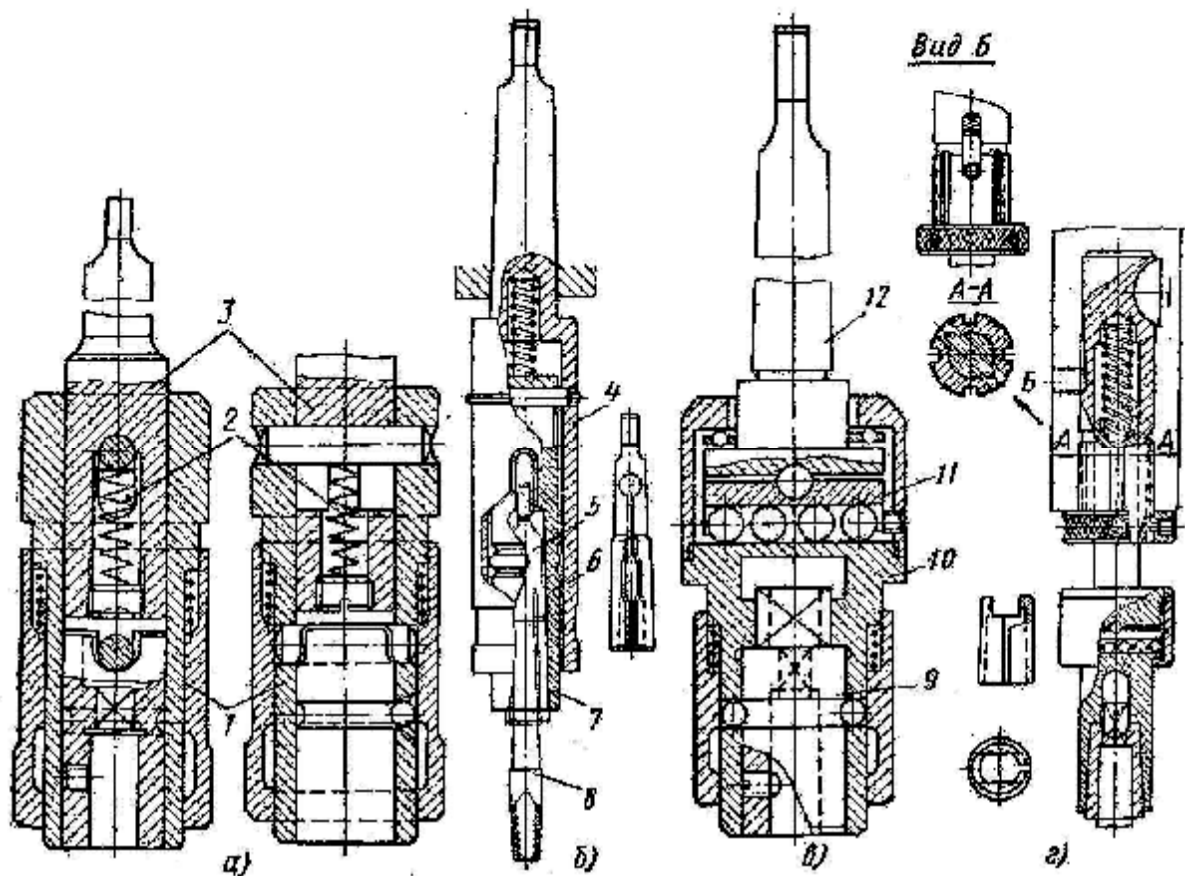


Рис. 3.1. Типи патронів для кріплення мітчиків в багатошпindelних головках.

У патроні (рис. 3.1., в) відсутній механізм, що компенсує неоднакову довжину мітчиків, але передбачений механізм, що дозволяє мітчикові зміщатися паралельно його осі. Це досягається за допомогою проміжної шайби 11 із двома рядами кульок, поміщених у взаємно перпендикулярних пазах шайби. Один ряд кульок зв'язує шайбу зі шпинделем верстата через конічний стержень 12, другий — із втулкою 10, що має в собі державку 9 для мітчика.

У конструкції, приведений на рис. 3.1., г, передбачена компенсація розходження положення мітчика і в осьовому напрямку, і в напрямку, перпендикулярному до осі, тому що в ній використовується такий же кульковий пристрій, як у попередній конструкції, але, крім того, цей патрон може переміщатися в осьовому напрямку щодо шпинделя верстата внаслідок стиску пружини, як у патронах, приведених на рис. 3.2., а і б.

Усі розглянуті конструкції можуть бути використані тільки на верстатах, що мають реверсивні механізми. Для запобігання витаскування патрона з мітчиком зі шпинделя повинне бути передбачене відповідне їхнє кріплення.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Специфічні вимоги, які пред'являються до пристосувань для закріплення робочого інструмента.
2. Допоміжний інструмент до верстатів токарської групи, їхні конструктивні особливості.
3. Допоміжний інструмент до верстатів свердлильно-розточувальної групи.
4. Допоміжний інструмент до верстатів фрезерної групи.
5. Класифікація допоміжного інструмента.

4.Контрольні пристосування.

Призначення і типи контрольних пристосувань

Контрольні пристосування застосовують для перевірки заготовок, деталей і вузлів машин. Пристосування для перевірки деталей застосовують на проміжних етапах обробки (міжопераційний контроль) і для остаточного їхнього приймання. За допомогою цих пристосувань перевіряють точність розмірів і взаємного положення поверхонь, а також правильність їхньої геометричної форми.

Висока точність сучасних машин обумовлює необхідність застосування в контрольних пристосуваннях приладів для вимірювання високої чутливості, а також правильного вибору принципової схеми і конструкції пристосування.

Похибка вимірювання, під якою розуміють різницю між показанням контрольного пристосування і фактичним значенням вимірюваної величини, повинна бути по можливості малою. Однак надмірне підвищення точності вимірювання може привести до ускладнення і подорожчання пристосування і зниження його продуктивності.

На основі узагальнення виробничого досвіду величина похибок вимірювання знаходиться в межах 10—20% від поля допуску на контрольований об'єкт. Загальна (сумарна) похибка вимірювання визначається сукупністю ряду складових похибки, властивій самій схемі; похибки установлення контрольованого виробу; похибки настроювання пристосування за еталоном; зносу деталей пристосування, а також наслідків температурних коливань.

При розподілі первинних похибок за законом Гаусса поле сумарної похибки вимірювання дорівнює:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2},$$

де $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – величина первинних похибок.

При конструюванні контрольних пристосувань необхідно ретельно вивчити фізичну сутність виникнення первинних похибок і відшукати шляхи їх зменшення чи повного усунення. На вибір принципової схеми контрольованого пристосування великий вплив чинить задана продуктивність контролю. При 100%-ній перевірці оброблених деталей при поточковому

методі виробництва час контролю не повинний бути більшим темпу роботи поточної лінії. Для вибіркового контролю деталей при добре налагоджених стабільних технологічних процесах їхнього виготовлення вимоги до продуктивності контрольного пристосування можуть бути знижені, тому можна застосовувати більш прості конструкції.

Для перевірки невеликих і середніх деталей застосовують стаціонарні контрольні пристосування. Для великих виробів використовують переносні пристосування, які установлюються на деталь, (вузол) що перевіряється.

Поряд з одновимірними знаходять широке застосування багатовимірні пристосування, де за одну установку перевіряють кілька параметрів. Ще більшого ефекту в підвищенні продуктивності і полегшенні умов праці досягають, застосовуючи контрольні напівавтомати й автомати, що є ланками автоматичних ліній обробки і складання.

Найбільш прогресивні автоматичні пристрої встановлюють безпосередньо на верстатах чи біля них; вони контролюють деталі в процесі обробки чи безпосередньо після обробки, впливаючи на робочі органи верстата і протікання технологічного процесу. У даному випадку контроль з пасивного перетворюється в активний, попереджувальний. Контрольні пристосування із самостійних пристроїв перетворюються в складову частину автоматичних систем. Це дозволяє знизити собівартість продукції в результаті усунення браку і вилучення контролю як самостійної операції.

Контрольні пристосування звичайного чи автоматичного типу повинні забезпечувати задану точність і продуктивність контролю, бути зручними в експлуатації, простими у виготовленні, надійними при тривалій роботі й економічними,

Основні елементи контрольних пристосувань

Контрольне пристосування складається з установчих, затискних, вимірювальних і допоміжних елементів, встановлених у корпусі пристосування.

Установчими називають ті елементи, на які деталь (вузол), що перевіряється, ставиться своїми вимірювальними базами щодо вимірювального пристрою. Для установки на базові площини застосовують постійні опори зі сферичними і плоскими головками, опорні пластинки, а також спеціальні деталі (сектори, кільця), у залежності від конфігурації бази в плані. Опори зі сферичними головками застосовують для установлення деталей на чорнові (неопрацьовані) бази; для установки на чисто оброблені бази використовують опори з гладкої і досить розвитої поверхні. Для підвищення зносостійкості опори рекомендується термічно обробляти до твердості *HRC* 55—60.

Для установлення на зовнішні циліндричні поверхні використовують призми. Тому що контакт деталі з призмою відбувається по дуже вузьких площадках (теоретично лініях), спостерігається порівняно швидкий знос

опорних площин і втрата точності контрольного пристосування. Для усунення цього застосовують призми з роликами (рис. 4.1, а), чи переставними валиками (рис. 4.1, б). До робочих поверхонь призм для підвищення зносостійкості припаюють також пластинки з твердого сплаву. Кут призми і положення вимірювального елемента впливають на точність вимірюваного діаметрального розміру.

Використовуючи відомі співвідношення для похибки базування в призмі одержимо похибку вимірювання при наявності досить великого плоского торця вимірювального наконечника:

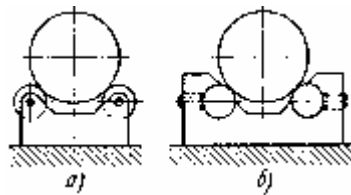


Рис. 4.1. Призми з роликами (а) і з переставними валиками (б)

$$\Delta = d - \frac{d}{2} \left(\frac{\sin b}{\sin \frac{a}{2}} + 1 \right)$$

де d — допуск на діаметр деталі;

b — кут установлення вимірювального інструмента (Рис. 4.1, а).

Найбільша точність вимірювання виходить при $\frac{\sin b}{\sin \frac{a}{2}} = 1$,

тому що при цьому $\Delta = 0$. Для найбільш застосовуваних призм із кутом $a = 90^\circ$ значення b варто приймати рівним 45° . Користаючись призмою, можна перевірити правильність циліндричної поверхні. Еліптичність поперечного перерізу може бути легко виявлена як різниця x між великою a і малою b осями еліпса при обертанні деталі в призмі (Рис. 4.1., б) з кутом $a = 90^\circ$. У цьому випадку, як указувалося вище, вісь деталі не змінює свого положення по висоті.

Конусність можна знайти за різницею показань вимірювального приладу в двох різних поперечних перерізах деталі. Для перевірки деталей на радіальне чи осьове биття застосовують установку на одне чи два співвісних циліндричних отвори. Найпростіша схема установки має місце при посадці деталі, що перевіряється, на гладкий циліндричний палець чи оправку. Тут необхідно рахуватись з похибками вимірювання через

радіальний зазор між базовим отвором і оправкою. Щоб усунути вплив зазору, застосовують конічні оправки конусність яких $1 : 1000 \dots 10\,000$

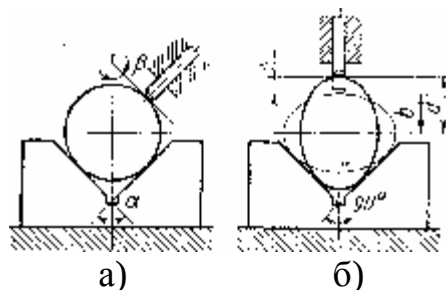


Рис. 4.2. Схема контролю циліндричної деталі в призмі.

На конічній оправці деталь, що перевіряється, не має точної фіксації по довжині, і її торець може мати биття щодо осі оправки. Величина биття на радіусі $r\Delta = rk$, де k – конусність оправки. Крім того, ці оправки не застосовуються для установки на співвісні отвори.

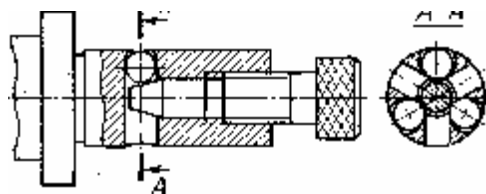


Рис. 4.3. Схема пристрою з розтискними кульками для вибірки радіальних зазорів

Як розтискні елементи застосовують кульки, планки і розрізні втулки. Приклад одного з цих пристроїв показаний на рис.4.3. Для точного центрування застосовують також втулки з гідропластмасою, гофровані втулки, а також пристрої мембранного типу. Гарний результат можна одержати також, якщо замість однієї циліндричної оправки застосувати їх набір, у якому одна оправка відрізняється від іншої на дуже малу величину (5—10 $\mu\text{м}$). Для установки вузьких деталей застосовують також східчасті оправки з невеликим перепадом діаметрів сходів. У цих випадках вплив зазору на точність виміювання може бути значно зменшено. Контрольні оправки повинні мати гладку робочу поверхню ($R_a = 0.16 - 0.032$). Похибка форми цієї поверхні допускається в мінімальних межах (звичайно не більш 5 $\mu\text{м}$).

Для зменшення зносу оправки піддають термічній обробці до твердості $HRC\ 55-60$. При діаметрі оправки більше 60 мм їх доцільно робити пустотілими. При перевірці деталей на биття оправку встановлюють в центрах чи в призмі. При установленні в центрах необхідно враховувати можливість неспіввісності і похибку виконання центрових гнізд. Від ушкодження в процесі експлуатації центрові гнізда захищаються захисними фасками чи торцевими виточками. Установлення деталей отворами на оправку і пальці застосовують не тільки для перевірки

концентричності і перпендикулярності торців. Ця схема широко використовується в контрольних пристосуваннях для перевірки співвісності отворів,

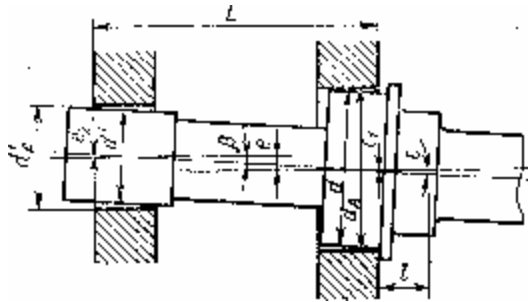


Рис. 4.4. Схема розрахунку похибки установки на два отвори, що мають зміщену вісь

міжосьових відстаней, а також відстаней від осі отворів, що розточуються, до паралельно розташованих площин.

При установленні деталей східчастим отвором на палець чи оправку потрібно враховувати можливу неспіввісність ступенів отвору. Згідно з рис.4.4., вісь оправки установиться в цьому випадку під кутом b . При малих e

$$b \approx \frac{e + e_1 + e_2}{L}, \quad \text{де } e - \text{неспіввісність отворів деталі};$$

L - відстань між торцями отворів, у які вводиться оправка;

$$e_1 \approx \frac{d_A - d}{2} \text{ и } e_2 \approx \frac{d'_A - d'}{2}$$

(величини d_A, d'_A, d і d' видні з креслення).

Якщо міжосьова відстань вимірюється на відстані l від торця деталі, то похибка установки оправки в цьому перерізі

$$e = ltgb + e_1.$$

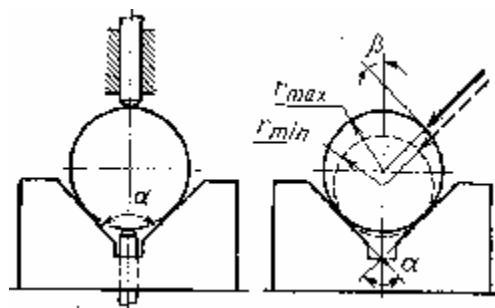


Рис. 4.5. Схема вимірювання діаметрів валиків при різних положеннях вимірювального пристрою.

Крім розглянутих схем установки, у контрольних пристосуваннях зустрічаються також різні поєднання елементарних поверхонь такі як площина — зовнішня циліндрична поверхня, площина-отвір і ін., При виборі принципової схеми контрольного пристосування варто поєднувати установчі і вимірні бази деталі, що перевіряється.

Недотримання цих умов приводить до неправильної схеми контролю, що визначає перекичування його результатів.

Назвемо цю похибку розміру, що перевіряється, похибкою e_δ базування. Для кожної схеми установки вона визначається на основі геометричних розрахунків. Для даної схеми установки при перевірці партії деталей під похибкою базування умовимося розуміти різницю $e_\delta = d_1 - d$, де :

d_1 - різниця граничних показань вимірювального пристрою;

d - різниця граничних значень дійсних розмірів деталей, що перевіряються.

при плоскому торці наконечника $e_\delta = 0$.

Затискні пристрої в контрольних пристосуваннях попереджають зсув встановленої для перевірки деталі (вузла) щодо вимірювального пристрою і забезпечують щільний контакт установчих баз деталі з опорами пристосування. Робота затискного пристрою контрольного пристосування істотно відрізняється від роботи аналогічних пристроїв у верстатних пристосуваннях. Для попередження деформацій виробів що перевіряються, сили закріплення повинні бути невеликими, їх величина повинна бути стабільна. Необхідність у затискних пристроях відпадає, якщо деталь займає цілком стабільне положення на опорах пристосування, і сили від вимірювального пристрою не порушують цієї стабільності. Для підвищення продуктивності контролю затискний пристрій повинен бути швидкодіючим і зручним для обслуговування.

У контрольних пристосуваннях застосовують ручні затискні пристрої (пружинні, гвинтові, ексцентрикові), а також пристрої з приводом (пневмозатискачі), у яких стиснене повітря використовується і для приводу допоміжних механізмів пристосування (підйом, чи поворот виштовхування деталі).

Часто застосовують комбіновані затискні пристрої, що забезпечують одночасний і рівномірний притиск контрольованих деталей до декількох опорних елементів пристосування. Місце прикладання сили затиску повинне бути обране так, щоб не викликати неприпустимих деформацій деталі й елементів контрольного пристосування. Вплив затискного пристрою на показання вимірювального приладу не повинен перевищувати 5% від величини контрольованого параметра деталі. При стабільній величині сили затиску ця похибка вимірювання буде постійною, і її можна врахувати в процесі налаштування вимірювального пристрою по еталонній

деталі. Якщо ця похибка коливається від максимального значення $\Delta_{\max}$ до мінімального $\Delta_{\min}$ в результаті нестабільної сили затиску, то різниця між ними не може бути усунута настроюванням. Назвемо цю різницю похибкою закріплення і позначимо e_z .

Регламентовану похибку виготовлення, а також знос опор і вимірювального пристрою пристосування позначимо e_{np} . При визначенні e_{np} враховуємо ту величину зносу, що може виникнути між періодичними настроюваннями пристосування. Як і у верстатних пристосуваннях, значення e_δ , e_z і e_{np} являють собою поле розсіювання випадкових величин, розподіл яких можна в першому наближенні прийняти що вони підпорядковуються закону Гаусса (нормальному закону). Похибку установлення як сумарне поле розсіювання вимірюваного розміру знайдемо за формулою

$$e = \sqrt{e_\delta^2 + e_z^2 + e_{np}^2}.$$

Вимірювальні пристрої контрольних пристосувань поділяються на граничні і відлікові. Особливу групу складають пристрої, що працюють за принципом нормальних калібрів.

У залежності від вимірювального пристрою виробу, що перевіряються, поділяються на три категорії: придатні, брак по переходу за нижню границю допуску і брак по переходу за верхню границю допуску. Як найпростіші пристрої застосовують вбудовані в контрольні пристосування жорстко закріплені чи висувні граничні елементи (скоби, пробки, щупи). Приклади таких пристосувань для контролю розмірів H_1 , H_2 і H_3 деталі показані на Рис.4.6. При наявності жорстко встановлених скоб деталей, що перевіряється, послідовно пересувається по плиті пристосування до окремих вимірників. Якщо деталь у процесі перевірки повинна залишатися нерухомою, то застосовують висувні граничні елементи (Рис. 4.6., а). Зазначеними пристроями користаються при порівняно грубих допусках на розмір, що перевіряється — для твердих граничних елементів не вище 10 квалітету точності, а для висувних — не вище 12-го. Для контролю розмірів заготовок з точністю до 0,2 мм іноді застосовують ступінчасто-стержневі глибиноміри (рис. 4.6.,б). Придатність виробу перевіряють за положенням верхнього торця стержня, що повинний знаходитися між сходитками а і б.

Схема контрольного пристосування з електричним датчиком для одномірного контролю приведена на рис 4.7.

Якщо розмір D, що перевіряється, знаходиться в полі допуску, то лампи 1 і 2 не загоряються.

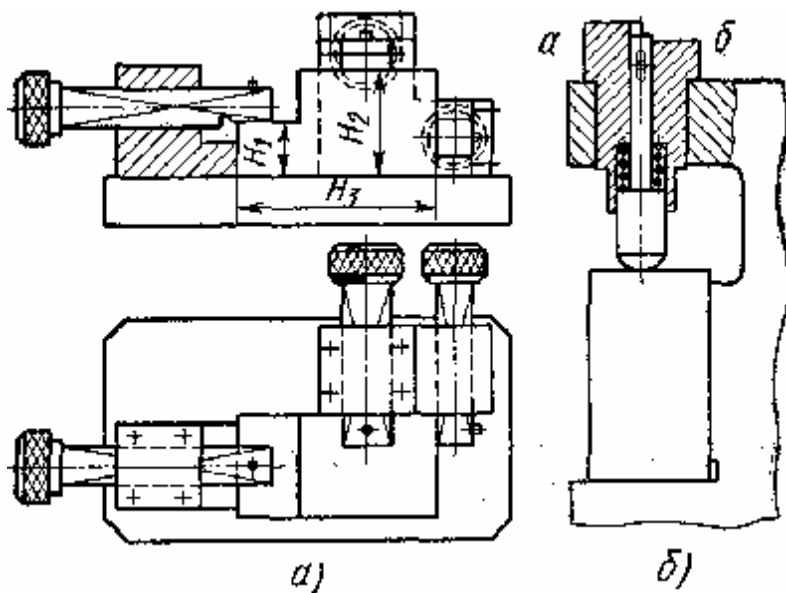


Рис. 4.6. Схема контрольного пристосування з висувними граничними елементами

Лампа 3 загоряється при розмиканні обох контактів, тобто коли деталі придатні. Опори цієї мостової схеми підбрані так, що при замиканні одного з контактів лампа 3 гасне. Таким чином, на будь-якій стадії роботи пристосування горить одна з трьох ламп. Несправність схеми і перегорання ламп виявляється за відсутністю світла. Електроконтактні датчики зручні для багатовимірних контрольних пристосувань світлофорного типу. Вони забезпечують підвищення продуктивності і полегшують працю контролерів. Технічні вимоги на датчики регламентовані ГОСТ.

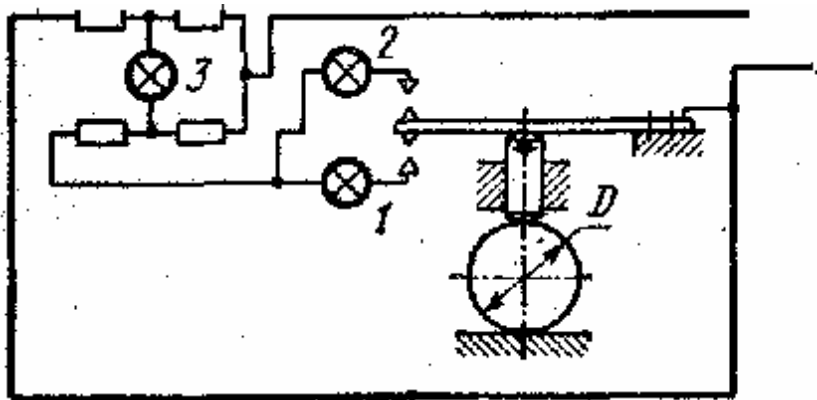


Рис. 4.7. Схема контрольного пристосування з електроконтактним датчиком

Випускаються також багатоконтактні датчики для сортування деталей на розмірні групи. Так, наприклад, датчик И-29 дозволяє сортувати деталі через 2 мм на 50 груп і більше.

Електричні схеми включення електроконтактних датчиків бувають із силовим і сітковим контактом. Недолік датчиків першого типу

— зниження точності роботи через підгоряння контактів. Для підвищення надійності роботи датчиків їхні контакти виконують з вольфраму і включають у ланцюг низької напруги, (3—5 в). Датчики періодично перевіряють за еталоном.

Датчики другого типу не мають відзначеного недоліку: вони працюють довго і стійко.

Електроконтактні датчики забезпечують точність вимірювання ± 1 мкм (5-6 квалітет) і ± 3 мкм (7-8 квалітет.); така точність зберігається до 25 000 вимірювань без регулювання датчиків, межа вимірювання 1 мм, а сила вимірювання 0,1—0,2 кГ.

Як відлікові вимірники звичайно використовують індикатори з зубчастими передачами. Індикатори годинникового типу мають ціну поділки 0,01 мм і випускаються з межами вимірювання 0—5 чи 0—10 мм. Малогабаритні індикатори мають зменшені межі вимірювання 0—2 чи 0—3 мм. Сила вимірювання на початку і кінці ходу коливається від 0,08 до 0,2 кГ.

За точністю виконання індикатори випускаються нульового, 1-го і 2-го класів з похибкою показань відповідно 0,01, 0,015 і 0,02 мм за один оберт стрілки. Індикатори кріплять за ніжку чи за вушко, що розташовані на його задній кришці. При ціні поділки 0,01 мм індикатори годинникового типу використовують для перевірки деталей з допусками від 0,03 мм і більше. При менших допусках ці індикатори можуть застосовуватися з підйомною збільшеною передачею. Для більш точних вимірювань застосовують індикатори з ціною поділки 0,002 мм (мікроіндикатори) і мініметри (ціна поділки до 0,001 мм). Одержали розвиток також індуктивні датчики і пневматичні мікрометри. Їх використання в контрольних пристосуваннях забезпечує точність вимірювань 0,5—0,2 мкм.

Пневматичні мікрометри застосовуються двох основних типів: з манометрами і з повітряними витратомірами (ротаметрами). На Рис.4.8,а показана схема пневматичного мікрометра низького тиску. Стиснене повітря з тиском близько 3 кГ/см² надходить у вертикальну трубку 5, занурену на глибину $H = 500$ мм у посудину 7 з водою. Останній поєднується з вертикальною градуйованою скляною трубкою 6. Через каліброване сопло 1 повітря надходить у трубку 2, на кінці якої знаходиться вимірювальний пристрій 5. При малому зазорі між деталлю 4, що перевіряється вимірювальним наконечником 3 стовп води в трубці 2 через зменшення витоку повітря через зазор знижується. Шкалу градують на мікрони чи частки допуску. При глибині занурення трубки 8 на 500 мм тиск у ній дорівнює 0,05 кГ/см². Прилади цього типу точні, але малопродуктивні через велику інерційність системи.

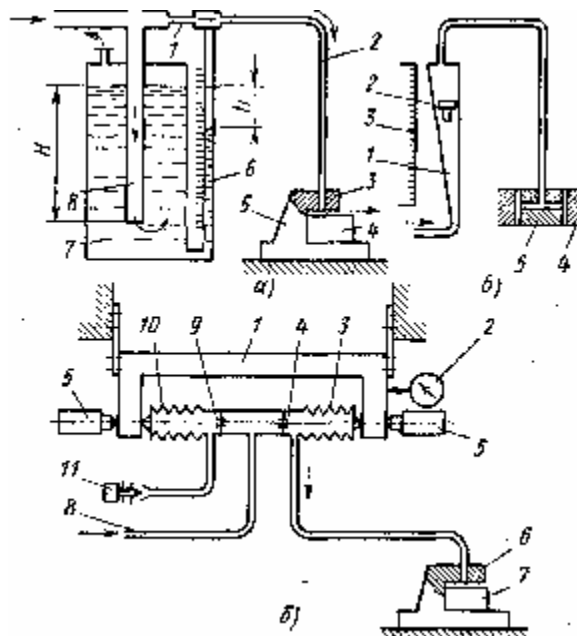


Рис.4.8. Типи пневматичних мікрометрів

На рис.4.8., б показана схема пневматичного мікрометра високого тиску диференціального типу із сильфонами. Для роботи цього приладу створюється постійний тиск стиснутого повітря. По трубці 8 повітря надходить у сильфони 3 і 10 через сопла 4 і 9. Із сильфону 3 він подається до вимірювального пристрою 6, а з сильфону 10 до регульованого клапана 11. Тиск у сильфоні 3 змінюється в залежності від фактичного розміру заготовки 7. Тиск у сильфоні 10 установлюється постійним. Деформація сильфонів викликає переміщення підвішеної на плоских пружинах планки 1, що зв'язана з вимірювальним приладом 2 (чи з електроконтактними датчиками 5). Прилади описаного типу точні, малоінерційні, прості в експлуатації і налагодженні.

Схема приладу з ротаметром зображена на рис.4.9.в,. Очищене стиснене повітря постійного тиску $3\text{—}5 \text{ кг/см}^2$ надходить до вертикальної прозорої трубки, що розширюється, у якій знаходиться легкий поплавець 2. Біля трубки розташована шкала 3. Чим більше зазору між вимірюваною деталлю 4 і пробкою 5 вимірювального пристрою, тим більше швидкість повітря і висота підйому поплавця в трубці 1. Кожному розміру деталі відповідає своя висота положення поплавця в цій трубці.

Прилади даного типу точні і продуктивні. Можливості застосування пневматичних мікрометрів у контрольних пристосуваннях дуже різноманітні. Їх можна використовувати для перевірки розмірів, правильності форми і взаємного положення поверхонь деталі. Вони можуть бути використані в одно- і багатовимірних пристосуваннях, а також у пристосуваннях автоматичного типу. На рис.4.9. показані схеми, що ілюструють використання пневмовимірних пристроїв у контрольних пристосуваннях. .

Для вибору відлікових вимірювальних засобів у залежності від величин допусків і серійності виробництва необхідно враховувати їх метрологічні й

економічні показники. До метрологічних показників відносяться: ціна поділки шкали, межа вимірювання, чутливість, тобто відношення переміщення покажчика до зміни величини, що перевіряється, похибка показань — різниця між показанням вимірника і дійсним значенням вимірюваної величини, поріг чутливості — найменше значення вимірюваної величини, що може викликати зміну положення покажчика приладу, період заспокоєння стрілки, що істотно впливає на продуктивність контролю, а також тиск при вимірюванні.

Робочий наконечник вимірювального пристрою може бути сферичним (для перевірки площини чи отвору), плоским (для перевірки сфери) і ножеподібним чи сферичним (для контролю зовнішніх циліндрів).

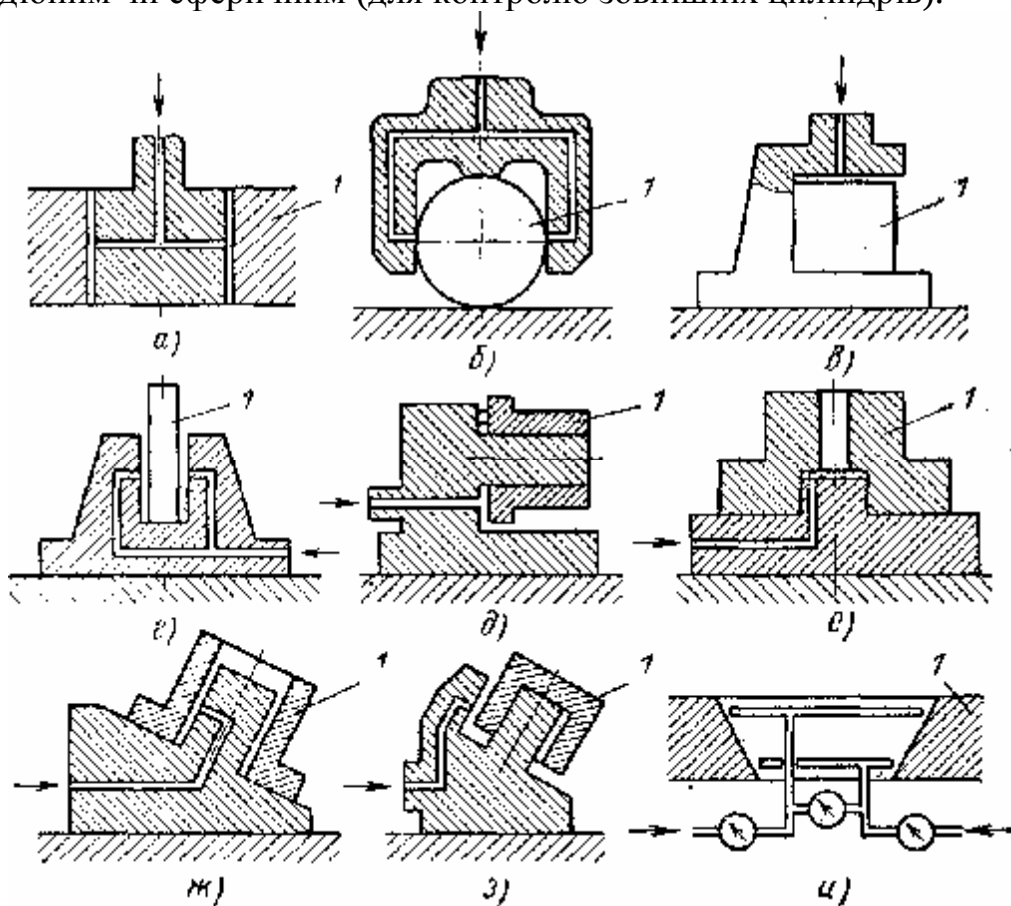


Рис. 4.9. Схеми застосування пневмовимірювальних пристроїв в пристосуваннях для контролю:

а — діаметра отворів; *б* — діаметра стрижнів; *в* — висоти деталі; *г* — товщини деталі; *д* — перпендикулярності торця; *е* — глибини виточення; *ж* — перпендикулярності торця отворів; *з* — ексцентричності; *и* — конусності; 1 — контрольована деталь

До економічних показників відносяться витрати на вимірювальний пристрій; тривалість його роботи до повторної установки; тривалість роботи вимірювального пристрою до ремонту; час, витрачений на вимірювання; кваліфікація контролера; час і витрати на установку вимірювального пристрою; збільшення витрат унаслідок зменшення допусків, які викликає похибка вимірювального пристрою.

Відносний вплив кожного показника змінюється в кожному конкретному випадку. Найбільший вплив на собівартість робить останній показник. Застосування малоточних засобів вимірювання викликає необхідність зменшення допуску. Практикою встановлено, що витрати на підвищення точності вимірювання дуже малі в порівнянні з можливим зменшенням допуску. При виборі вимірювальних пристроїв необхідно в кожному конкретному випадку знайти найвигідніше рішення для одержання виробів з найменшою собівартістю.

Пристрої, що працюють за принципом нормальних калібрів, у контрольних пристосуваннях використовують контурні плоскі чи об'ємні шаблони. Оцінка відповідності деталей, що перевіряються, визначається за допомогою щупів чи на просвіт. Часто в пристосуваннях цього типу перевіряють координату контуру базових отворів. Це здійснюють за допомогою контрольних пробок. Деталь бракують, якщо її не вдається установити в пристосуванні і ввести пробки, а також у тому випадку, якщо при її установленні є великий зазор.

Допоміжні пристрої контрольних пристосувань мають різне цільове призначення. У пристосуваннях для перевірки радіального чи осевого биттів застосовують поворотні пристрої; у пристосуваннях для перевірки прямолінійності чи паралельності використовують повзуни для переміщення вимірювальних елементів. Для контролю циліндричних деталей, у яких перевіряють правильність форми шийок чи співвісність циліндричних поверхонь, застосовують приводні механізми для їхнього обертання. Для установки і зняття деталей використовують піднімальні пристрої і виштовхувачі. Багато з цих пристроїв виконують аналогічно відповідним пристроям верстатних пристосувань.

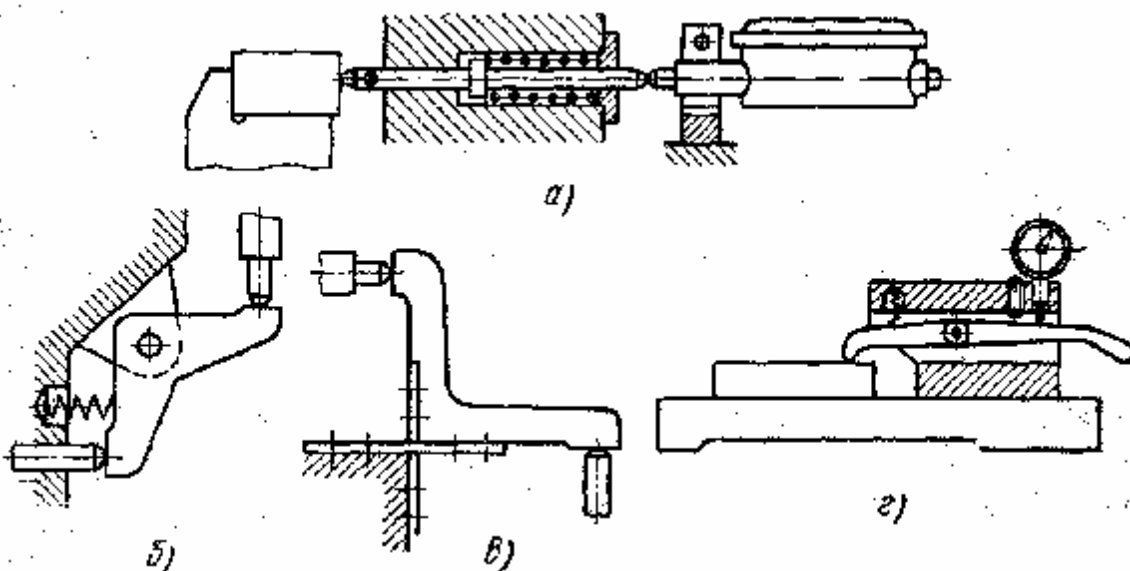


Рис.4.10. Приклади допоміжних пристроїв

Специфічними є передатні пристрої між контрольованим виробом і відліковим чи граничним вимірником (індикатором, електроконтактним датчиком).

Приклад найпростішої конструкції цього пристрою показаний на рис.4.10. Вимірник може бути винесений у зручне місце, що захищає його від випадкових ушкоджень у процесі роботи, тому що завдяки обмежувальним упорам хід штифта менший межі вимірювання індикатора. Для зміни напрямку лінійного переміщення і передатного відношення служать важільні передачі (рис.4.10, б). Ці передачі монтують на циліндричних, конічних і кульових цапфах. Перевагою двох останніх конструкцій є можливість регулювання зазорів, що виникають у процесі зносу. Застосовується також підвіска важелів на плоских сталевих пружинах товщиною 0,2— 0,3 мм. (рис.4.10, в). Ця система не вимагає регулювання, тому що в процесі її роботи зносу не спостерігається. Якщо вимірювальний пристрій заважає установленню і зняттю контрольованих виробів, то його комплектують важелем для відведення (рис.4.10, г) чи виконують у вигляді поворотного вузла.

Корпус контрольного пристосування є його базовою деталлю. Корпуси стаціонарних пристосувань виконують у вигляді масивної і твердої плити чи корпусної деталі, на якій розташовують основні і допоміжні деталі і пристрої. Корпуси виготовляють із сірого чавуну СЧ 12 чи СЧ 15.

Корпуси пристосувань для точних вимірювань необхідно піддавати старінню чи відливати з чавуну, стійкого проти короблення (СЧ 24 чи СЧ 28).

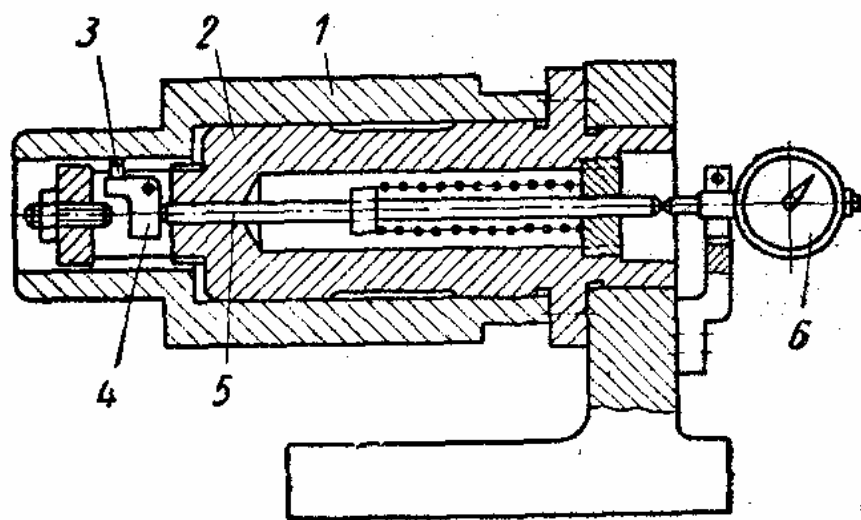


Рис.4.11. Схема індикаторного пристосування для перевірки співвісності двох отворів

Приклади контрольних пристосувань

Найбільш проста схема – пристосування із твердими граничними елементами для перевірки висоти уступів східчастої деталі, що у процесі контролю пересувають по плиті вручну. Вимірювання починають від нижньої базової площини.

Схема пристосування з висувними граничними елементами була показана на рис.4.6.; на цьому пристосуванні перевіряють розміри H_1 , H_2 і

Н₃. Схема індикаторного пристосування для перевірки співвісності двох отворів дана на рис.4.12. Контрольовану деталь 1 установлюють на консольний пустотілий палець 2 і в процесі перевірки повертають рукою на один оборот. При ексцентриситеті малого отвору вимірювальний наконечник 3 передає рух через важіль 4 і штифт 5 на індуктор 6. На його шкалі відзначається подвоєна величина ексцентриситету.

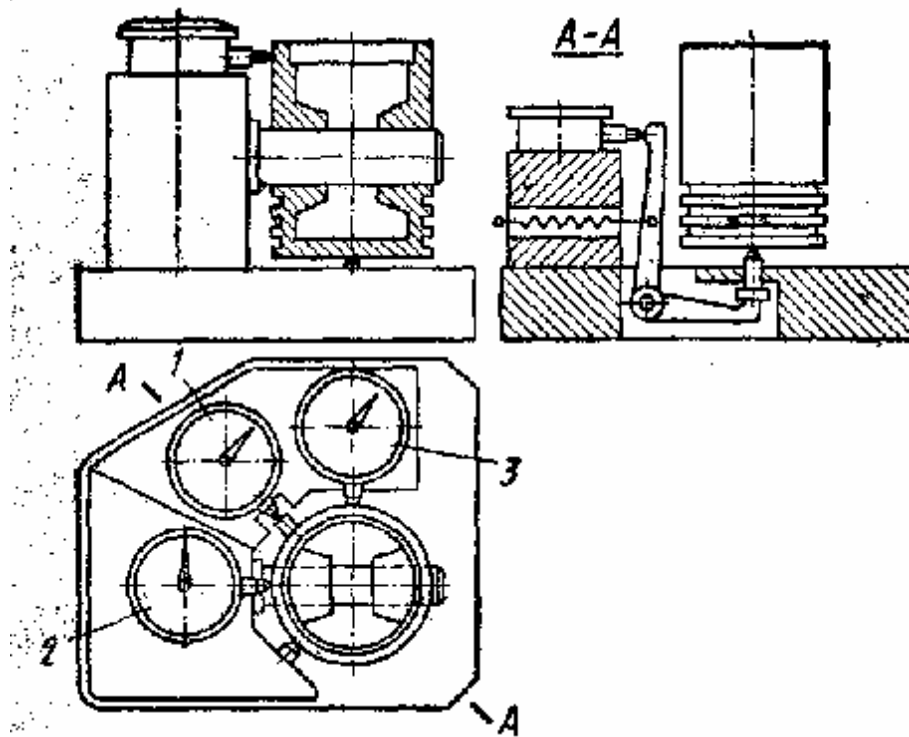


Рис.4.12. Схема багатовимірного контрольного пристосування для перевірки поршня

На рис.4.12. показана схема багатовимірного пристосування для контролю поршня. Індикаторами 2 і 3 перевіряють відповідно відстань від осі отвору під палець поршня, перпендикулярність осі отвору осі поршня і розташування осі отвору в одній площині з віссю поршня. При контролі двох останніх параметрів необхідна перестановка деталі. Різниця показань індикаторів 2 і 3 дорівнює подвоєній величині вимірюваної похибки..

Питання для самопідготовки і контролю

1. Види контролю в машинобудуванні.
2. Методи і засоби контролю.
3. Похибки контролю.
4. Основні елементи контрольних пристосувань.

5. Складальні пристосування

Типи складальних пристосувань

Складання вузлів і машин здійснюється за допомогою складальних пристосувань, що, на відміну від складального інструмента і складального устаткування, які безпосередньо виконують необхідні з'єднання, служать

для правильної установки і закріплення складальних деталей . При класифікації їх підрозділяють на універсальні і спеціальні.

Універсальні пристосування застосовують переважно в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. До них відносяться плити, складальні балки, призми і косинці, струбцини, домкрати і різні допоміжні деталі і пристрої (підкладки, клини, гвинтові затискачі й ін.). Плити служать для установлення, вивірювання і закріплення машин, що складаються, чи їхніх окремих вузлів та виготовляються з чавуну; на їхній обробленій поверхні виконуються Т- подібні пази. Плити встановлюють на фундамент на 100—200 мм вище підлоги і ретельно перевіряють у горизонтальному положенні за рівнем. У складальних цехах важкого машинобудування застосовують плити, що складаються з пустотілих секцій з ребрами жорсткості. Складальні балки застосовують для тієї ж мети, що і плити. Установчу площину балок обробляють і роблять подовжні Т-подібні пази для кріплення виробів, що складаються.

Балки ставлять на фундамент і перевіряють за рівнем у горизонтальному положенні. Призми і косинці служать для установки і закріплення вузлів чи базових деталей. Встановлювальні поверхні косинців і призм обробляють і на них виконують наскрізні вікна для кріпильних болтів. Струбцини використовують для тимчасового скріплення деталей і вузлів машин, що складаються, а також для виконання деяких допоміжних робіт (виправлення, запресовування, розпресовування і т.д.). Домкрати служать для вивірювання і підтримки громіздких і важких деталей і вузлів.

Спеціальні пристосування застосовують в умовах великосерійного і масового виробництва для виконання складальних операцій. За призначенням розрізняють два основних типи спеціальних пристосувань.

До першого типу відносяться пристосування для кріплення базових деталей і вузлів виробу, що складається. Застосування пристосувань цього типу дає деталі необхідну стійкість проти сил, що прагнуть порушити її положення в процесі складання (сили при затягуванні гвинтових з'єднань і посадці з'єднаних деталей з натягом, сили, що прагнуть перекинути деталь при установленні на неї вузла зі зміщеним центром ваги, і т.п.), і сприяє підвищенню продуктивності праці складальників. На рис.5.1., а показане пристосування першого типу для кріплення картера редуктора заднього моста автомобіля. До пристосувань даної групи звичайно не пред'являються вимоги точної установки деталей, що закріплюються; при цьому сила закріплення повинна бути достатньою, щоб запобігти зсуву деталі від дії сил і моментів, що виникають при виконанні складальних операцій.

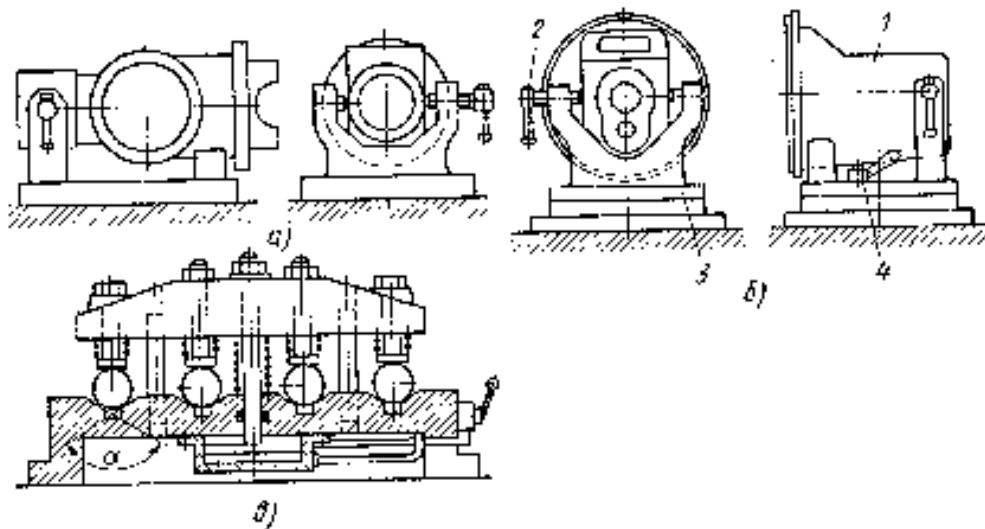


Рис.5.1. Типи спеціальних одномісних і багатомісних складальних пристроїв

Для зручності складальників, пристосування часто виконують поворотного типу. На рис.5.1., б показане пристосування з вертикальною віссю повороту для складання коробки передач, картер 1 який закріплюється на опорах затискачем 2. Після повернення на необхідний кут поворотну частину 3 фіксують і закріплюють затискачем 4. Пристосування для кріплення базових деталей і вузлів можуть бути одномісними і багатомісними. Пристосування для закріплення базової деталі одного вузла, що складається, показані на рис.5.1., а, б. При використанні багатомісних пристосувань досягається підвищення продуктивності праці складальників у результаті скорочення допоміжного часу на один вузол, що складається.

Робота на багатомісному пристосуванні може вестися за принципом послідовного виконання або концентрації технологічних переходів. Останній випадок, наприклад, може мати місце при одноразовому затягуванні різьбового з'єднання на всіх закріплених у пристосуванні деталях за допомогою багатошпindelного гайковерта. Багатомісне пристосування з пневматичним затискачем показане на рис.5.1., в.

Як і у верстатних пристосуваннях багатомісного типу, всі базові деталі повинні закріплюватися рівномірно. Пристосування даного типу можуть бути стаціонарного і пересувного виду. Стаціонарні пристосування встановлюються на верстатах чи складальних стендах, пересувні — на візках чи плитах конвеєрів. При складанні невеликих і легких вузлів такі пристосування часто знімають з конвеєра на поруч розташоване робоче місце для виконання тієї чи іншої операції і знову ставлять на конвеєр. У даному випадку конвеєр служить тільки для транспортування вузла, що складається, разом із пристосуванням-супутником. При автоматичному складанні ці пристосування повинні забезпечувати точну установку базових деталей. У них повинен бути передбачений пристрій для знімання готового вузла наприкінці складання.

До другого типу спеціальних складальних пристосувань можна віднести пристосування для точної і швидкої установки деталей, що з'єднуються. При використанні пристосувань цього типу складальники звільняються від вивірювання взаємного положення елементів, що з'єднуються, тому що воно забезпечується автоматично доведенням базових поверхонь до зіткнення з опорами і напрямними елементами пристосування. Такі пристосування застосовуються для зварювання, паяння, клеювання, розвальцьовування, посадки з натягом, гвинтових і інших видів складальних з'єднань. Вони забезпечують значне підвищення продуктивності і є необхідними пристроями при автоматизації складального процесу.

Поряд з описаними типами складальних пристосувань у машинобудуванні використовуються пристосування для попереднього

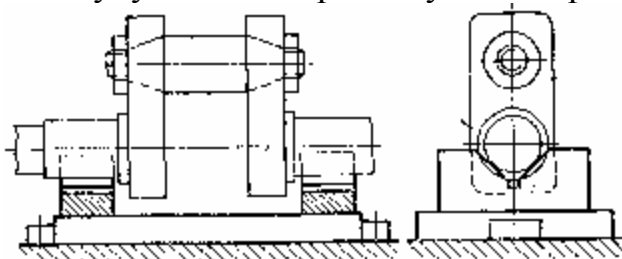


Рис.5.2. Пристосування для складання розбірного колінчатого вала деформування пружних елементів, що складаються, (пружин-ресор, розрізних кілець і т.д.), а також для виконання з'єднань з натягом, коли при складанні потрібно застосовувати великі сили.

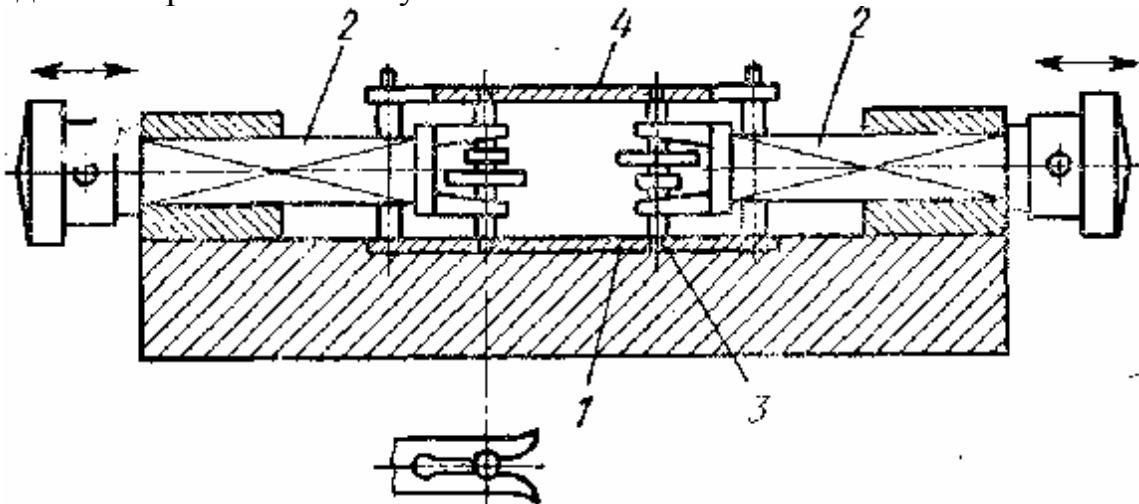


Рис.5.3. Схема пристосування для складання зубчастого механізму

Пристосування цього типу полегшують працю складальників, підвищують продуктивність. Привод вводиться в дію вручну при використанні підсилювачів (гвинтових і інших механічних пристроїв) чи від силових вузлів (пнеumo-, гідро- чи електроприводів).

На рис.5.4. показане пристосування для установлення поршневих кілець на поршень. 5 педаль звільняється, і кільця встановлюються в канавки.

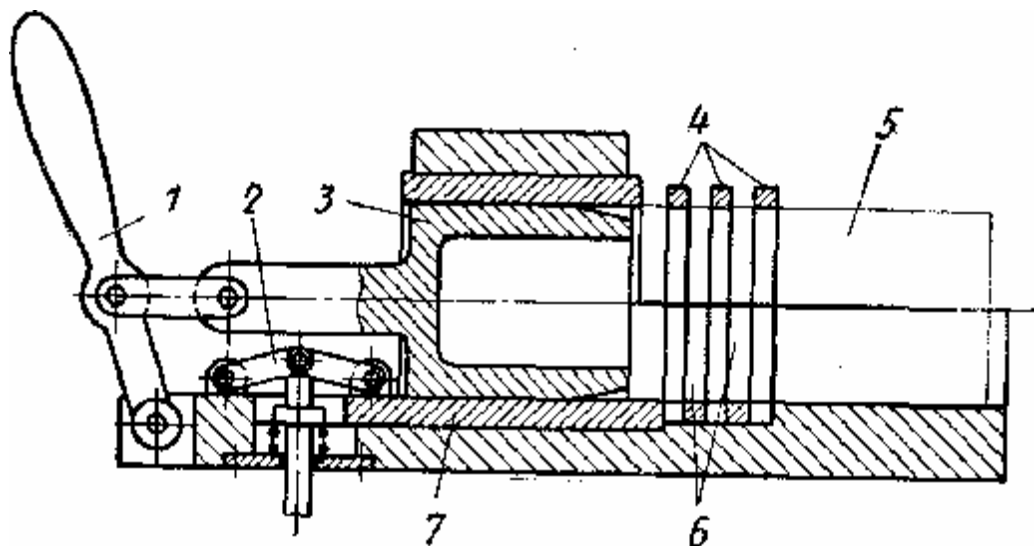


Рис.5.4. Пристосування для установки поршневих кілець на поршень

Кільця 4 установлюють замками вниз між рухомими півкільцями 6. Конічну оправку 3 за допомогою важеля вводять у кільця і розтискають їх до розміру, необхідного для вільного введення поршня. Натискаючи на педаль, робітник через шарнірну систему 2 і повзун 7 стискає півкільця і кільця, утримуючи в такий спосіб останні в розведеному стані після переміщення оправки 3 вліво. Після установлення показаного тонкими лініями поршня

На рис 5.5. показане пристосування для складання муфти зчеплення автомобільного двигуна, що приводиться в дії від пневматичного пристрою. Для складання муфти необхідно попередньо стиснути пружину 1

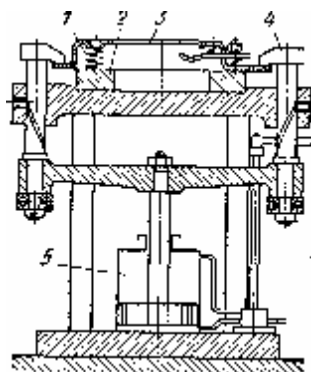


Рис.5.5. Схема пристосування для складання муфти зчеплення

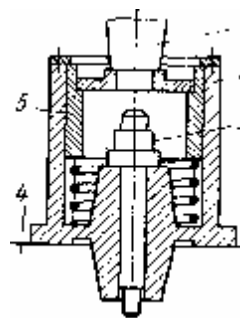


Рис.5.6.. Схема пристосування для запресування тонких дисків на вал

яка знаходиться між затискним диском 2 і кожухом 3. Це досягається притиском кожуха чотирма Г- подібними захоплювачами 4, зв'язаними з пневматичною системою 5. Потім закручують гайки. Після підняття захоплювачем зібрану муфту виймають із пристосування.

На рис.5.6. показане пристосування для усунення перекосу при запресовуванні тонкого диска 2 на вал 3. Напрявлення диска здійснюється

гільзою 5. Пристосування встановлюють на стіл 4 преса, а запресовують диск повзуном 1 до упора.

Крім розглянутих, існують інші типи складальних пристосувань.

Елементи складальних пристосувань

Спеціальні складальні пристосування складаються з корпуса і змонтованих на його основі встановлювальних елементів, затискних пристроїв. Призначення встановлювальних елементів те ж, що у верстатних і контрольних пристосуваннях, тобто забезпечувати деталям і вузлам необхідне положення без вивірювання. Для установки застосовуються розглянуті раніше стандартні чи спеціальні елементи, у залежності від виду використовуваних настановних баз. Тому що в якості останніх застосовують остаточно оброблені поверхні деталей вузла, що складається, то встановлювальні елементи пристосування повинні мати досить великі опорні поверхні (постійні опори з плоскою головкою за ГОСТ, опорні пластинки за ГОСТ, широкі призми, пальці й інші елементи). У пристосуваннях для кріплення базових деталей встановлювальні елементи часто облицьовують твердою гумою чи пластмасами, щоб попередити псування поверхонь цих деталей.

Затискними пристроями фіксується отримане при установленні положення деталей, що складаються, і забезпечується їх стійкість у процесі виконання складальної операції. Затискні пристрої повинні попереджати зсув виробу, що складається, під впливом сил, що виникають при виконанні з'єднань. Разом з тим затискні пристрої не повинні деформувати деталі, що складаються, чи псувати їхні оброблені поверхні. Це забезпечується шляхом застосування м'яких вставок в затискні елементи.

У складальних пристосуваннях застосовуються майже ті ж різновиди затискних механізмів, що й у верстатних пристосуваннях. У тих випадках, коли робоча зона пристосування обмежена необхідністю подачі деталей, що з'єднуються, за більш-менш складними траєкторіями, затискний пристрій повинний бути по можливості малогабаритним, і розташовуватись так, щоб не заважати виконанню складання.

Таку вимогу задовольняють низько розташовані захоплювачі і Г-подібні притиски. Для скорочення допоміжного часу доцільно привод затискних пристроїв здійснювати від силових вузлів — пневмо- чи гідроциліндрів. При застосуванні гідроциліндрів можна одержати більш компактную конструкцію складального пристосування.

Безпосереднє закріплення базових деталей вузла, що складається, на магнітній (електромагнітній) плиті неприпустимо через можливість його намагнічування. Для невеликих сил затиску дуже зручні і швидкодіючі вакуумні затискні пристрої, а для великих сил — пружинні. Пружинні пристрої часто застосовують у пристосуваннях для паяння і склеювання деталей. Вони не перешкоджають тепловим розширенням деталей при нагріванні і їх скороченні при охолодженні. Як матеріал пружин

використовують сплави, що витримують високу температуру нагрівання (до 760° С) без помітного зниження механічних властивостей. Хімічний склад матеріалу пружин: 46—53% С₀ 19—11% Ni; 19—21% Cr; 14—16%W; 0,05—0,15% С. Пружинні затискачі застосовують на стаціонарних пристосуваннях і на пристосуваннях-супутниках. На рис 5.1.7. *а* показано рухоме пристосування з притиском приклеювання фрикційних

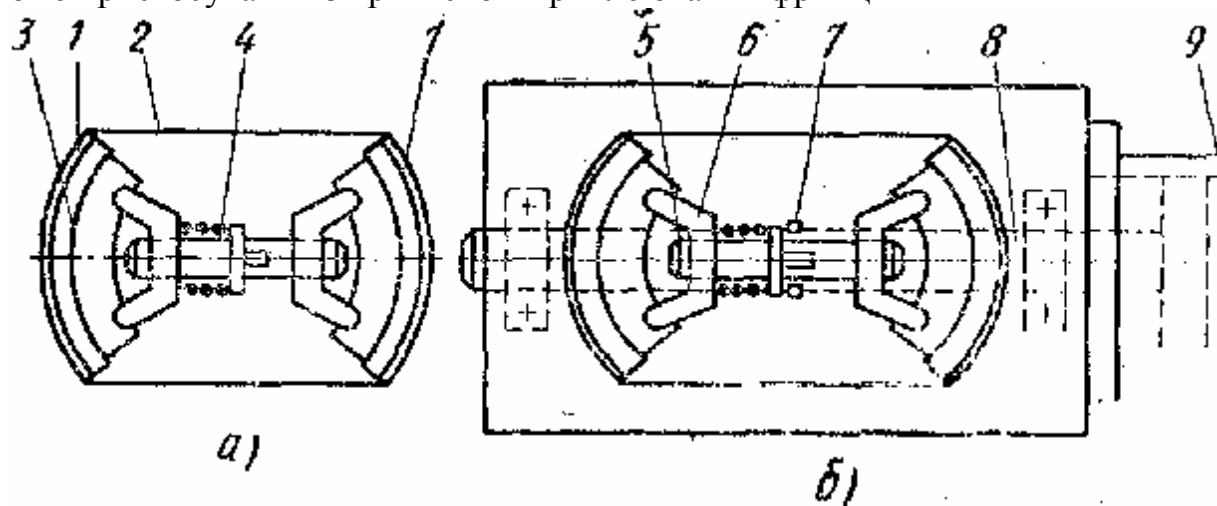


Рис.5.7. Схема пристосування для приклеювання накладок до гальмових колодок

накладок 1 до гальмівних колодок 3 за допомогою пружини 4 і охоплювальної гнучкої металевої чи тканинної стрічки 2. Установка і знімання цієї стрічки виконується за допомогою стаціонарного пристрою (рис5.7., *б*). При подачі стиснутого повітря в циліндр 9 відбувається стиск пружини вилкою 7 на штоку 8. Ліва вилка 6 упирається при цьому в нерухомі штирі 5.

Для визначення сил затиску необхідно знати умови виконання складальних процесів. Так, при склеюванні клеєм (БФ-2 і ін.) необхідне притиснення деталей, що з'єднуються, із силою 1,5-2 кг/см². При паянні сила притиснення встановлюється за умови міцної фіксації деталей, що складаються. При виконанні гвинтових з'єднань базова деталь чи вузол сприймає реактивний момент від затягування цих з'єднань, тому їх необхідно міцно утримувати від провертання. Якщо використовується багатошпindelний гвинтозатискний пристрій, реактивний момент сприймається базовою деталлю і корпусом пристрою. Знаючи зовнішню силу чи момент, схему установки і закріплення вузла, що складається, а також реакції опор, можна знайти необхідну силу затиску. Методика розрахунку сил затиску така ж, як і у верстатних пристосуваннях.

Розрахунок сил затиску зводиться до задачі статичної рівноваги вузла під дією прикладених до нього зовнішніх сил. Знайдена сила затиску повинна бути менша чи дорівнювати тій, котра попередньо визначається з умов припустимої деформації базової деталі вузла. У зв'язку з цим вибір місць прикладання сили затиску має велике значення. Силу затиску необхідно передавати через деталі, що закріплюються, на тверді опори

пристосування, уникаючи деформацій вигину і скручування. Розрахунок сил варто вести, з огляду на найбільше значення сил зрушування, і моментів.

При розрахунку сили затиску варто враховувати коефіцієнт запасу K . На відміну від методики визначення цієї величини для умов механічної обробки в даному випадку потрібно брати до уваги тільки три останніх первинних коефіцієнти, що враховують умови закріплення вузла, і коефіцієнт $K = 1,5$. При установленні вузла на досить великі ділянки чисто обробленої поверхні базової деталі коефіцієнт тертя можна брати рівним 0,16. Для інших випадків цю величину можна брати відповідно до рекомендацій, більшою.

До допоміжних пристроїв складальних пристосувань відносяться поворотні і ділильні механізми, фіксатори, виштовхувачі й інші елементи. Їх функціональне призначення і конструктивне оформлення аналогічне верстатним пристосуванням. При конструюванні поворотних пристосувань з горизонтальною віссю обертання центр ваги вузла з приєднанням до нього деталей і підвузлів може змінювати своє положення. Для зменшення моменту повороту необхідно визначити найвигідніше положення цієї осі. Очевидно, що вісь повинна проходити через центр ваги поворотної частини пристосування і закріпленого на ній вузла, на деякій проміжній стадії складання.

Конструювання спеціальних складальних пристосувань

При конструюванні пристосувань вихідними даними є креслення вузла (виробу), технічні умови на його приймання, технологічний процес складання вузла, з якого випливає послідовність і зміст операцій, прийнятий вид базування, устаткування й інструменти, режими роботи, а також задана продуктивність з урахуванням часу на установку, закріплення і зняття складеного вузла.

Конструювання пристосування починають з уточнення схеми установки базових деталей і вузла, що з'єднуються. Потім визначають тип, розмір, кількість і взаємне розташування встановлювальних елементів.

Знаючи сили, що виникають у процесі складання, установлюють місце прикладання і величину сил для закріплення базових деталей. Виходячи з цього, а також з задану продуктивність, конфігурацію і точність вузла, вибирають розмір і конструкцію затискного пристрою. Далі виявляють елементи для напрямку деталей, що складаються, установлюють необхідні допоміжні пристрої, оформляють конструкцію корпусу пристосування. При конструюванні пристосування враховують усі наявні нормалі і стандарти.

При конструюванні складальних пристосувань необхідно враховувати базування деталей, що з'єднуються. У залежності від необхідної точності їхнього взаємного положення в момент складання й у готовому вузлі призначають допуски на розміри встановлювальних і напрямних деталей

складального пристосування на основі аналізу розмірного ланцюга даної технологічної системи.

Особлива увага повинна приділятися конструюванню пристосувань для автоматичного складання, тому що для цих пристосувань необхідна висока надійність роботи. При силовому закріпленні деталей, що з'єднуються, необхідно вести розрахунок можливих деформацій і їх вплив на точність складання.

Особливу специфіку створюють ті методи складання, при яких деталі вузла піддаються нагріванню (зварювання різних видів, паяння, особливо з загальним нагріванням, склеювання при використанні клеїв гарячого твердіння). До пристосувань для здійснення різного виду зварювання, паяння з нагріванням, склеювання клеями гарячого твердіння пред'являються додаткові, розглянуті нижче, вимоги.

Точність складання вузла залежить від виду з'єднання деталей, що складаються, точності їхнього виготовлення, методу базування їх при складанні, а також від точності складального пристосування. Найбільша точність складання виходить у тому випадку, коли деталі, що з'єднуються, орієнтуються одна відносно однієї елементом, що центруються, без зазору. У цьому випадку пристосування не впливає на точність з'єднання деталей по їхній концентричності (рис.5.8.,а). Застосовуючи конічні чи розтискні напрямні елементи пристосування (рис.5.8.,б), можна зсув перед остаточною скріпленням деталей у вузлі звести до мінімуму. При рухливому з'єднанні деталей, що з'єднуються, точність їхнього взаємного положення не залежить від пристосування, а залежить від точності виготовлення самих деталей. Взаємне положення осей механізму залежить від точності розташування отворів і від зазорів між цапфами й отворами (див. рис.5.8.).

При відсутності елементів, що центруються, складання вузла ведуть, таким чином щоб збігалися встановлювальні бази деталей, що з'єднуються, з тими поверхнями вузла, по яких буде виконуватись вимірювання його заданого розміру. На рис.5.8., показаний приклад складання, що відноситься до цього випадку. У деталей, що з'єднуються, установчими базами (тобто поверхнями, якими вони контактують з установчими елементами (складального пристосування) є вертикальні площадки. Після виконання з'єднання тим чи іншим методом (стик показаний жирною лінією) розмір, що витримується, X перевіряють по тих же площадках. У результаті збігу баз точність складання буде найбільша, розмір може змінюватись лише через знос встановлювальних елементів пристосування.

На рис.5.8., г показана схема складального пристосування, коли Встановлювальні бази деталей не з'єднані з вимірними

елементами вузла. У цьому випадку розмір, що витримується X , буде виконуватись з похибкою, що залежить від точності розмірів l_1 і l_2 деталей, що з'єднуються.

При складанні більш складних вузлів з великою кількістю деталей точність монтажного розміру, що витримується, може бути визначена на основі, розрахунку відповідного розмірного ланцюга. При рішенні розмірного ланцюга по максимуму і мінімуму (метод повної взаємозамінності) допуск на розмір, що витримується (рис.5.8., а).

$$d_q = d + \sum_{i=1}^n d_i,$$

де d — допуск на розмір L пристосування;

$\sum_{i=1}^n d_i$ — сума допусків на розміри $l_1, l_2, \dots, l_n$ деталей вузла.

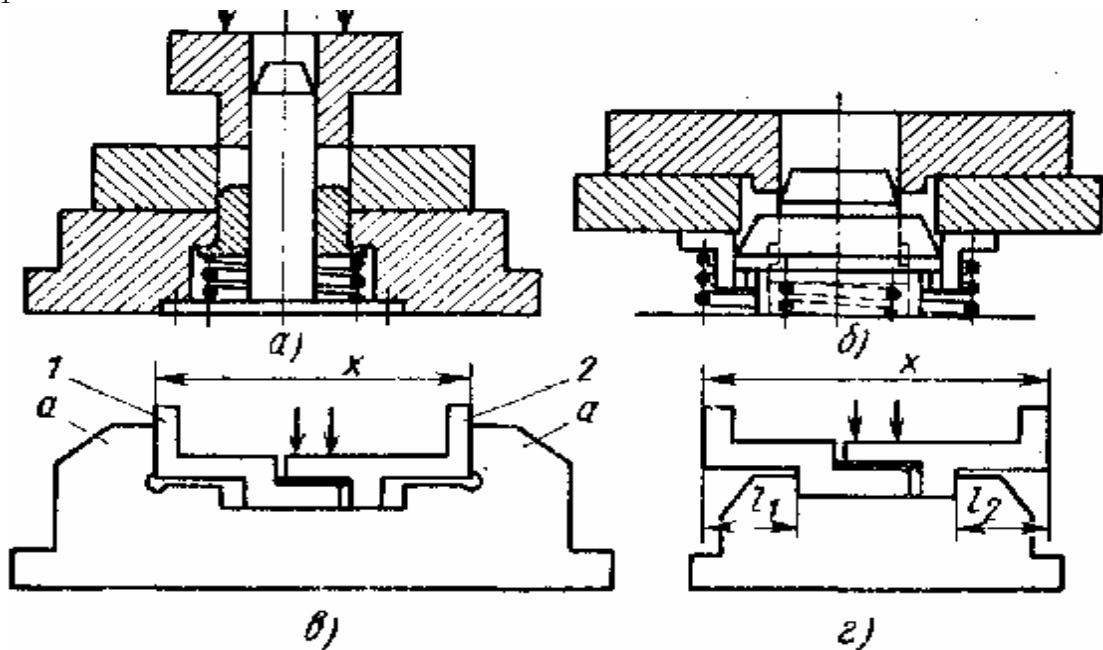


Рис.5.8. Схема розрахунку точності складання в пристосуваннях

Ця формула справедлива для того випадку, коли складання здійснюється з використанням декількох пристосувань (дублерів) чи пристосування-супутників на автоматичній лінії. Якщо складання виконується в одному пристосуванні, то величину d враховувати не слід або при досить великій партії деталей під нею потрібно розуміти допуск на знос встановлювальних елементів пристосування.

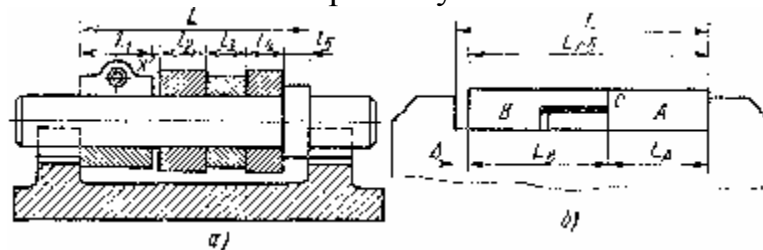


Рис.5.9. Схема розрахунку розмірних ланцюгів складальних пристосувань

З цього виразу можна знайти допуск d на розмір пристосування, знаючи допуски на розміри деталей, що з'єднуються, і d_x допуск на розмір, що витримується:

$$d = d_x - \sum_{i=1}^n d_i$$

При рішенні розмірного ланцюга за методом неповної взаємозамінності допуск на розмір, що *витримується* x , можна визначити за формулою

$$d_x = t \sqrt{l_1 d_1^2 + l_2 d_2^2 + \dots + l_n d_n^2 + l d^2},$$

де t – коефіцієнт, що визначає відсоток ризику одержання браку для розміру, що витримується, при складанні; звичайно беруть $t = 3$.

$l_1, l_2, \dots, l_n$ – коефіцієнти, що залежать від форми кривих розподілу розмірів відповідних деталей вузла, що з'єднуються.

У випадку кривої розподілу, близької до нормального, $l = \frac{1}{9}$. Для випадку кривої, рівної імовірності, і у випадку, коли про форму кривої нічого не відомо, рекомендується приймати $l = \frac{1}{3}$. Якщо крива розподілу близька до трикутника, $l = \frac{1}{6}$.

Знаючи вихідні величини і задаючись значеннями t , можна визначити допуск d на розмір складального пристосування:

$$d = \sqrt{\frac{1}{l} \left(\frac{d_x^2}{t^2} - l_1 d_1^2 - l_2 d_2^2 - \dots - l_n d_n^2 \right)}$$

Результати розрахунку показують, що при порівняно невеликому ризику одержання браку допуск на розмір пристосування можна значно розширити. Разом з тим розширюють допуски і на розміри деталей вузла, що з'єднуються.

При складанні нероз'ємних з'єднань методом паяння, зварювання і склеювання необхідно враховувати температурні зазори між установчими елементами пристосування і базовими поверхнями вузла, що складається. На рис.5.10, б показана схема пристосування для паяння в печі деталей A і B . Місце паяння показане жирною рисою. Паяння виконується з загальним нагріванням пристосування і вузла. Для визначення теплового розширення пристосування і деталей вузла потрібно передбачати зазор Δ при установленні цих деталей у пристосування. У протилежному випадку можливе заклинювання вузла чи перекручування взаємного положення деталей, що з'єднуються. Для найпростіших форм деталей і пристосування величину мінімального зазору Δ можна визначити, знаючи температуру нагрівання t , розміри деталей, що з'єднуються, і коефіцієнти теплового розширення цих деталей і пристосувань. Стосовно схеми (рис.5.10., б).

$$\Delta = t[(L_A a_A + L_B a_B) - L_A].$$

Тут величини з індексами відносяться до відповідних деталей вузла, а величини без індексів — до пристосування. Якщо $L_A a_A + L_B a_B \leq L a$, то первісний зазор з підвищенням температури буде зростати. Величину Δ в цьому випадку варто призначати таку, щоб у пристосування можна було легко здійснити закладення деталей, виконаних з найбільшими граничними розмірами.

При складних формах деталей обчислення Δ важке. Величину Δ в цьому випадку потрібно встановлювати експериментально.

Величина допуску d на розмір L пристосування може бути призначена досить велика, якщо деталі, що з'єднуються, притискуються одна до одної по стику 3; точність виконаного $L_{cб}$ розміру при цьому від d допуску не залежить. При відсутності гарантованого притиснення деталей по стику 3 допуск $d_{cб}$ на виконуваний розмір вузла можна визначити за методом повної взаємозамінності:

$$d_{cб} = d_A + d_B + \Delta + d,$$

звідси

$$d = d_{cб} - d_A - d_B - \Delta.$$

При розрахунку за методом неповної взаємозамінності з вираження допуску на розмір, що витримується

$$d_{cб} = t \sqrt{l_1 d_A^2 + l_2 d_B^2 + l d^2 + \Delta}$$

можна знайти

$$d = \sqrt{\frac{1}{l} \left[\frac{(d_{cб} - \Delta)^2}{t^2} - l_1 d_A^2 - l_2 d_B^2 \right]}$$
 якщо вузол, що складається, складається з a деталей, то написаний вираз приймає вигляд

$$d = \sqrt{\frac{1}{l} \left[\frac{(d_{cб} - \Delta)^2}{t^2} - l_1 d_1^2 - l_2 d_2^2 - \dots - l_n d_n^2 \right]}.$$

При $l = l_1 = l_2 = \dots = l_n = \frac{1}{9}$ (розподіл за нормальним законом) і $t = 3$

$$d = \sqrt{(d_{cб} - \Delta)^2 - d_1^2 - d_2^2 - \dots - d_n^2}.$$

Для підвищення точності вузлів, що складаються методом паяння, зварювання і склеювання, доцільні конструкції з centruванням (орієнтацією) деталей по буртиках, паза і інших елементах.

Складальне пристосування повинне забезпечувати задану точність при тривалій експлуатації і багаторазовому нагріванні (при паянні твердими припоями температура нагрівання 700-1200 °С).

Для полегшення видалення не цілком охолодженого вузла з пристосування рекомендується знижувати площу контакту між деталями і пристосуванням створенням місцевих виточень і виїмок. Зручні розбірні конструкції пристосувань з високим класом чистоти поверхні встановлювальних елементів (до 10-го квалітету точності). У розбірних

конструкціях кращі клинові з'єднання в порівнянні з різьбовими. Пристосування повинне бути легкими для зменшення часу нагрівання. Необхідно уникати довгих і тонких плит, тому що при нагріванні вони можуть деформуватися.

Вибір матеріалу для основних деталей пристосування має велике значення для тривалої роботи пристосування і точності складання. Коефіцієнт розширення матеріалу деталей вузла повинний бути меншим коефіцієнта розширення матеріалу пристосування. У цьому випадку можна допустити менші теплові зазори між пристосуванням і вузлом і забезпечити більш високу точність складання, що для невеликих виробів складає 0,025—0,05 мм.

Матеріал основних деталей пристосувань повинен витримувати багаторазове нагрівання і розбирання (у розбірних конструкціях), а також бути міцним і зносостійким. Ці вимоги задовольняють спеціальні сплави і кераміка. При паянні алюмінієвих сплавів зануренням для деталей пристосування рекомендується застосовувати нікель, нержавіючу сталь, тому що вуглицева сталь забруднює ванну. У пристосуванні не повинно бути поглиблень, що перешкоджають набряканню розплавленого флюсу, у який занурюється вузол.

Якщо паяння виконується з індукційним нагріванням деталей вузла, то близько розташовані до індуктора деталі пристосування рекомендується виконувати з неметалевих матеріалів. При застосуванні металевих деталей їх не можна виконувати у виді кільця чи замкнутої петлі. Їх роблять пустотілими і застосовують для охолодження проточну воду.

Пристосування періодично необхідно перевіряти на точність. Конструкція пристосування повинна бути зручна і швидкодіюча без застосування непрямих методів контролю. У пристосуваннях для склеювання варто передбачати періодичне очищення їх деталей від слідів, що накопичують клей. Оскільки більшість клеїв не удається видалити будь-якими розчинниками, тому потрібно передбачати швидке знімання (чи розбирання) пристосування для його нагрівання до температури, при якій клей втрачає свої властивості (близько 350° С). Після цього очищення виконується механічним способом (щітками, шкребками й іншими засобами).

Пристосування для зміни положення вузла що складається

При великих базових деталях чи вузлах для зміни їхнього положення в процесі складання застосовують поворотні пристрої. На рис.5.10, а зображена схема пристосування для складання деталей циліндричної форми. Корпус пристосування 1 обладнаний роликами 2, на які укладають деталь 3, і легко повертають на необхідний кут. На рис.5.11, б показана схема пристосування для перевертання деталі, що проходить складання (Обробку) на рольгангу. Деталь 1 закріплюють у кліть 2 пристосування і повертають на 180° навколо цапф 3, внаслідок чого вона виявляється в

перевернутому положенні на іншій стороні рольганга. Кліть фіксується витяжним упором 4.

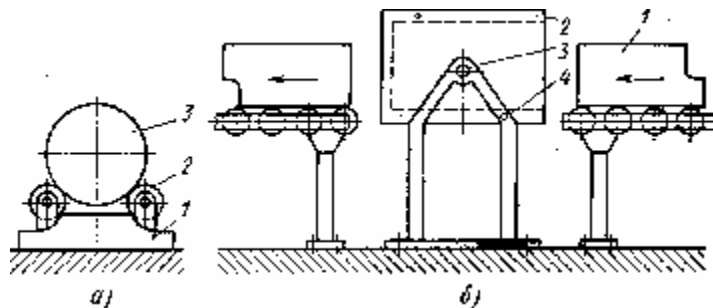


Рис.5.10. Схеми пристосувань для зміни положення вузла, що складається

При використанні поворотних пристроїв з горизонтальною віссю обертання центр ваги виробу повинний лежати по можливості на цій осі. Привод поворотних пристроїв здійснюється вручну чи від силового вузла.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Характерні риси складальних пристосувань першого типу.
2. Особливості пристосувань другого типу.
3. Основні елементи складальних пристосувань.
4. Специфічні особливості конструювання спеціальних складальних пристосувань.
5. Розрахунок складального пристосування на точність.
6. Контроль точності при складанні.
7. Особливості розробки пристосувань для автоматичного складання.
8. Універсально складальні пристосування.

6. Техніко-економічне обґрунтування застосування пристосувань

Економічний ефект від застосування пристосувань визначають шляхом зіставлення річних витрат і річної економії для порівнюваних варіантів обробки деталей. Річні витрати складаються з амортизаційних відрахувань і витрат на утримання і експлуатацію пристосування. Річна економія виходить за рахунок зниження трудомісткості виготовлення оброблюваних деталей, тобто за рахунок скорочення витрат на заробітну плату робітників-верстатників і зменшення цехових накладних витрат.

Застосування пристосування економічно вигідно в тому випадку, якщо річна економія від його застосування більша річних витрат, зв'язаних з його експлуатацією. Економічна ефективність застосування будь-якого пристосування визначається також величиною строку окупності, тобто терміну, протягом якого витрати на пристосування будуть відшкодовані за рахунок економії від зниження собівартості оброблюваних деталей.

Необхідно відзначити, що в деяких випадках з метою досягнення високої точності оброблюваних деталей застосовують пристосування незалежно від їх економічної ефективності.

При техніко-економічних розрахунках, вироблених при виборі відповідної конструкції пристосування, необхідно зіставляти економічність різних конструктивних варіантів пристосувань для конкретної операції оброблюваної деталі. Вважаючи, що витрати на різальний інструмент, амортизацію верстата й електроенергію для цих варіантів однакові, визначають і порівнюють лише ті елементи собівартості операції, що залежать від конструкції пристосування. Отже, елементи собівартості обробки, що залежать тільки від конструкції пристосування, для порівнюваних варіантів а і б при використанні нового (модернізованого) (собівартість C_a) і старого (собівартість C_b) пристосувань визначають за формулою:

$$C_a = Z_a \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{P} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right)$$

$$C_b = Z_b \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_b}{P} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right)$$

де S_a — витрати на виготовлення пристосування за варіантом а, гривня; S_b — витрати на виготовлення пристосування за варіантом б, гривня; Z_a — штучна заробітна плата верстатника при використанні для обробки деталей пристосування за варіантом а, гривня; Z_b — штучна заробітна плата верстатника при використанні для обробки деталей пристосування за варіантом б, гивня; H — цехові накладні витрати у відсотках до заробітної плати робітників; P — річна програма випуску деталей, шт.; A — термін амортизації пристосування, м; q — витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань (ремонт, зміст, регулювання) у відсотках, від вартості пристосування.

На рис..6.1 приведений графік зміни величин собівартості C_a і C_b у залежності від річного випуску P деталей. Точка перетинання D_0 обох кривих відповідає тій програмі випуску P_k оброблюваних деталей, при якій обидва зіставлених варіанти в економічних відносинах рівноцінні. Величину цієї програми, а отже, і точку перетинання кривих знаходимо, розв'язуючи спільне рівняння для C_a і C_b відносно P_k :

$$P_k = \left[(S_a - S_b) \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right) \right] / \left[(Z_a - Z_b) \cdot \left(1 + \frac{H}{100} \right) \right]$$

З графіка випливає, що якщо задана річна програма $P > P_k$ те вигідніше застосовувати більш складне пристосування (варіант а), і, навпаки, при $P < P_k$ економічніше застосовувати пристосування за варіантом б.

Для конкретного розрахунку P_k потрібно знати величину S_a і S_b . Однак їхні точні значення можна визначити лише на основі калькуляції, після виготовлення пристосувань і розробки технологічних процесів

виготовлення пристосувань. Але такий спосіб дуже складний і трудомісткий. Тому застосовують більш прості наближені способи визначення витрат на виготовлення пристосувань за формулою

$$S = CN,$$

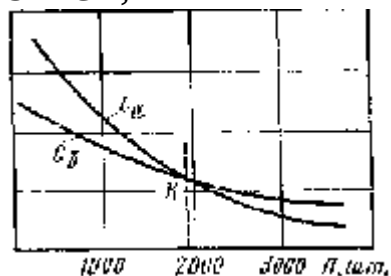


Рис.6.1 . Графік зміни собівартості Z у залежності від річного випуску деталей $П$, де S — витрати на виготовлення пристосування, гривня; N —кількість деталей у пристосуванні, шт.; Z — постійна, залежна від складності пристосування і його габаритних розмірів.

Для простих пристосувань беруть $Z = 15$; для пристосувань середньої складності $Z = 30$ і для складних пристосувань $Z = 40$. Термін A амортизації пристосування, протягом якого його використовують для випуску заданих деталей, дорівнює 1,2—3 і 4—5 рокам відповідно для простих, середньої складності і складних пристосувань. Річні витрати q , пов'язані з експлуатацією пристосування, беруть рівними 20% від витрат S на його виготовлення.

Для визначення заробітної плати Z робітника-верстатника необхідно знати штучний час $t_{шт}$ обробки деталі на даній операції і хвилинну ставку $Z_{мин}$ робітника верстатника за діючою тарифною сіткою:

$$Z = t_{шт} \cdot Z_{мин}$$

При використанні більш дорогого пристосування час $t_{шт}$, а отже, і штучна заробітна Z плата знижується.

Величину $П_k$ варто визначати за умови, що $Z_b > Z_a$ чи $S_b > S_a$ і $Z_a > Z_b$.

При техніко-економічних розрахунках приходиться визначати величину зниження трудомісткості виготовлення однієї деталі по всіх технологічних операціях механічної обробки, віднесеної до одного пристосування:

$$e = (\sum t_1 - \sum t_2) / n$$

де $\sum t_1$ — сумарна трудомісткість виготовлення деталі до застосування пристосування; $\sum t_2$ — сумарна трудомісткість виготовлення деталі після застосування пристосувань; t_1 і t_2 — штучний час обробки деталі на верстаті до і після застосування пристосування; n — кількість пристосувань, застосовуваних на всіх технологічних операціях при виготовленні деталі на верстатах, шт.

Економія на прямій заробітній платі в результаті застосування одного пристосування

$$e' = (\sum t_1 \cdot C_1 - \sum t_2 \cdot C_2) / n$$

де C_1 і C_2 — тарифні ставки на однакових операціях до і після застосування пристосування.

Економічний ефект $\mathcal{E}$ від застосування одного пристосування при обробці деталі визначають з обліком цехових накладних витрат H . Величину H беруть у відсотках від прямої заробітної плати робочого верстатника. Економічний ефект

$$\mathcal{E} = (1 + 0.01 \cdot H) \cdot e' = (1 + 0.01 \cdot H) \cdot [(\sum t_1 \cdot C_1 - \sum t_2 \cdot C_2) / n]$$

$$P_z \leq \mathcal{E} \cdot n$$

де P_z — річні витрати на амортизацію й експлуатацію одного пристосування.

Річні витрати на одне пристосування залежать від виду пристосування, первісних витрат на нього, терміну служби й експлуатаційних витрат.

Річні витрати на одне спеціальне пристосування

$$Z_{cn} = (1 + K_{np} / T_{cn} + K_{эк}) \cdot C_{cm}$$

де K_{np} — коефіцієнт витрат на проектування спеціального пристосування (відношення витрат на проектування і налагодження пристосування до витрат на його виготовлення в металі);

$K_{эк}$ — коефіцієнт витрат на експлуатацію спеціального пристосування (відношення річних експлуатаційних витрат на пристосування до витрат на його виготовлення в металі);

T_{cn} — термін експлуатації спеціального пристосування до повного зносу, приймають за даними заводу, роки;

$1/T_{cn} = K_{ам}$ — коефіцієнт амортизації спеціального пристосування; $C_{ст}$ — первісні витрати на виготовлення спеціального верстатного пристосування, визначають за фактичними витратами інструментального цеху чи заводу нормативних матеріалів, гривнях.

Річні витрати на одне універсальне пристосування

$$Z'_y = (K'_{ам} + K'_{эк}) \cdot C'_{cm}$$

де $K'_{ам} = 1/T_y$ — коефіцієнт амортизації універсального пристосування;

$K'_{эк}$ — коефіцієнт витрат на експлуатацію універсального пристосування (відношення суми експлуатаційних річних витрат до первісних витрат на виготовлення пристосування в металі);

T_y — термін служби універсального пристосування до повного зносу в роках, приймають за дослідними даними заводу чи нормативними матеріалами, роки;

$C'_{ст}$ — первісні витрати на виготовлення універсального пристосування в металі, приймають за дослідними даними заводу чи нормативними матеріалами.

У формулі для визначення Z_y' витрати на проектування відсутні, тому що універсальні пристосування нормалізовані і витрати на проектування входять у їхню собівартість.

Річні витрати на одне складально-розбірне пристосування (СРП)

$$Z_{сб}'' = (K_{пр}'' / T + K_{ам}'' + K_{эк}'') \cdot C_{ст}'' .$$

де $K_{пр}''$ — коефіцієнт витрат на проектування СРП;

$K_{ам}''$ — коефіцієнт амортизації СРП;

$K_{эк}''$ — коефіцієнт річних витрат на експлуатацію СРП;

$C_{ст}''$ — витрати на придбання (при виготовленні заводом — собівартість) нормалізованих і спеціальних деталей і вузлів, з яких складають СРП, включаючи витрати на пригонку і доробку цих деталей і вузлів і складання пристосування;

T — термін експлуатації пристосування, приймають за дослідними даними заводу, роки.

Річні витрати на одне універсально-налагоджувальне пристосування (УНП) зі змінними налагодженнями

$$P_{ун} = \left(\frac{A_{ун} + B_{ун}}{n} \right) \cdot C_{ун} + \left(\frac{1 + A_{нл}}{T} + B_{нл} \right) \cdot C_{нл}$$

де $A_{ун}$ — коефіцієнт амортизації УНП (відношення витрат на проектування і налагодження пристосування до собівартості його виготовлення в металі);

$B_{ун}$ — коефіцієнт експлуатації УНП (відношення усіх витрат на експлуатацію пристосування за рік до собівартості його виготовлення в металі);

$C_{ун}$ — собівартість виготовлення пристосування (без змінних вузлів у металі), гривня;

n — кількість змінних вузлів, виготовлених для даного УНП, шт.;

$A_{нл}$ — коефіцієнт проектування і виготовлення змінних вузлів (відношення витрат на проектування змінних вузлів до собівартості їх виготовлення);

$B_{нл}$ — коефіцієнт експлуатації змінних вузлів (відношення витрат по експлуатації змінних вузлів за рік до собівартості їх виготовлення);

$C_{нл}$ — середня собівартість усіх змінних вузлів,

T — термін експлуатації вузлів, кількість років.

Економічно ефективно застосовувати верстатні пристосування при виконанні умови

$$\Delta / S_{общ} \geq 1$$

де Δ — величина передбачуваної економії цехової собівартості обробки деталі при застосуванні пристосування, в гривнях.; $S_{общ}$ — вартість виготовлення й експлуатації пристосування, в гривнях.

Економія

$$\Xi = [T\text{Ч} \cdot (1 + a/100)] \cdot [T'\text{Ч}' \cdot (1 + a'/100)] \cdot n$$

де T, T' (- технічна норма часу на виконання операції до і після застосування пристосування, ;

Ч і $\text{Ч}'$ - тарифні ставки робочого верстатника до і після застосування пристосування, в гривнях.; а й a' - цехові накладні витрати до і після застосування пристосування, гривня; n – кількість оброблюваних деталей із застосуванням пристосування, шт.

Вартість виготовлення й експлуатації пристосування

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{виг}} + S_{\text{рем}} \cdot K$$

де $S_{\text{виг}}$ – цехова собівартість виготовлення пристосування, гривнях;
 $S_{\text{рем}}$ – вартість одного ремонту за час роботи пристосування при обкатуванні заданої кількості деталей, гривня; K – кількість ремонтів за час роботи пристосування до повного зносу.

Питання для самопідготовки і контролю

1. Визначення витрат при обробці деталей.
2. Зіставлення застосовуваних варіантів пристосувань.
3. Умова рентабельності застосування пристосування.

Література.

1. Станочные приспособления: Справочник в 2 – х томах. Т1 / Под редакцией Б.Н.Вардашкина и А.А.Шатилова. М.:Машиностроение, 1984.
2. Станочные приспособления: Справочник в 2 – х томах. Т2/Под редакцией Б.Н.Вардашкина и А.А.Шатилова. М.:Машиностроение, 1984.
3. Допуски и посадки. Справочник в 2 – х частях. Часть I/Под редакцией В.Д.Мягкова. Л.: Машиностроение, 1978.
4. Допуски и посадки. Справочник в 2 – х частях. Часть II/Под редакцией В.Д.Мягкова. Л.: Машиностроение, 1978.
5. Справочник технолога машиностроителя: в 2 – х томах. Том 1/Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985.
6. Справочник технолога машиностроителя: в 2 – х томах. Том 2/Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. М.:Машиностроение, 1985.
7. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. М.:Машиностроение, 1983.
8. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник М.:Машиностроение, 1971.
9. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. М.:Высшая школа, 1980.
10. Ансёров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.:Машиностроение, 1966.
- 11.Альбом по проектированию приспособлений. М.:Машиностроение, 1991.
12. Конструкции станочных приспособлений для сверлильных работ. М.:ЦНИИГЭССТРОЙМАШ, 1974.
13. Методические указания и задания для самостоятельной работы по теме «Базы и базирование» курса «Основы технологии машиностроения» , Дерибо А.В.,-Винница: ВПИ, 1990. –36с.
14. Методические указания к выполнению раздела «Расчет точности операции механической обработки» при курсовом и дипломном проектировании. Савуляк В.И.,Дерибо А.В., Дусанюк Ж.П.-Винница: ВПИ, 1989.- 26с.
15. Сурнин Ю.М., Митрофанов И.А.. Игнатенко О.Г. Активное конструирование технологической оснастки.-Луганск: Инст.сист.иссл.образ.,1995 –141с.
16. Розмірний розрахунок верстатних пристроїв на точність. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсового та дипломного проектування. Дерибо А.В., Савуляк В.И., Дусанюк Ж.П. -Вінниця: ВПИ, 1990.-20с.
17. Болотин Х.Д., Костромин Ф.П. Станочные приспособления.-М: Машиностроение,1973.-315с.

Навчальне видання

Олег Макарович Мироненко

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАНЬ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Оригінал-макет підготовлено автором

Редактор В.О. Дружиніна

Коректор З.В. Поліщук

Навчально- методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
Серія ДК №746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку

Формат 29,7x42 $\frac{1}{4}$

Друк різнографічний

Тираж __ прим.

Зам. №

Гарнітура Times New Roman

Папір офсетний

Ум. друк. арк.

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
Серія ДК №746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ