

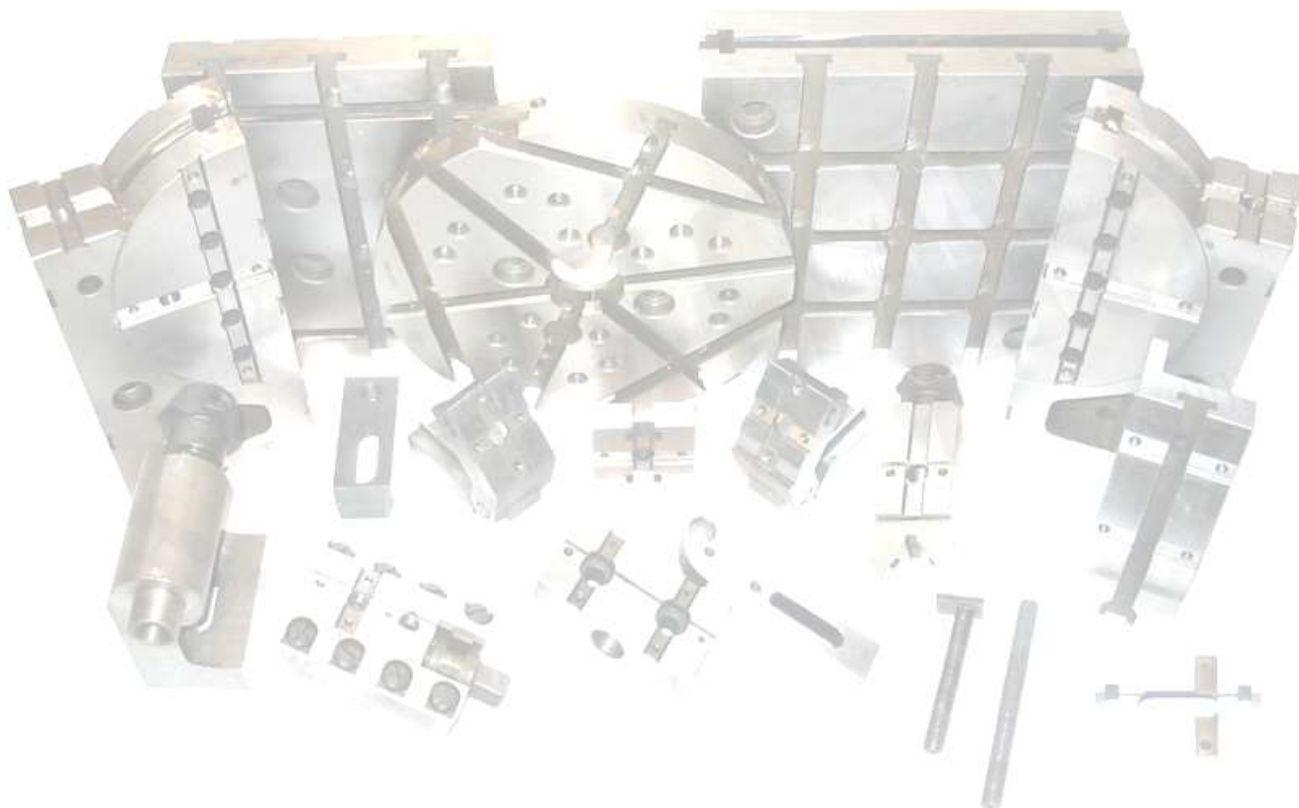
Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет



Кафедра “Технології машинобудування”

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ

Методичні вказівки до виконання курсового проекту



Кропивницький – 2017

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра “Технології машинобудування”

Технологічне оснащення

Методичні вказівки до виконання курсового проекту
студентами спеціальності “Прикладна механіка”

Затверджено на засіданні
кафедри технології машинобудування
протокол № 14 від 16.05.2017 р.

Кропивницький – 2017

Павленко І.І., Мажара В.А. Технологічне оснащення. Методичні вказівки до виконання курсового проекту студентами спеціальності “Прикладна механіка”. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – 36 с.

Рецензент: О.І. Скібінський, канд. техн. наук, доцент

Комп’ютерний набір і верстка Мажара В.А.

Загальні вказівки

Методичні вказівки призначені для студентів, які виконують курсовий проект з дисципліни “Технологічне оснащення”. Вказівки містять рекомендації до виконання усіх розділів розрахунково-пояснювальної записки та оформлення креслень.

Темою курсового проекту є розробка конструкції спеціального затискного пристрою для встановлення і закріплення деталі при виконанні однієї з операцій механічної обробки на металорізальному верстаті.

Метою виконання проекту є отримання практичних навичок проектування спеціальних затискних пристроїв, вибору раціональної схеми базування, розрахунку пристрою на точність, визначення потрібної сили затиску деталі, вибору та розрахунку силового приводу.

Вихідними даними для виконання курсового проекту є креслення деталі із зазначенням виконуваної операції (видається керівником).

Курсовий проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка має містити 25–35 сторінок друкованого тексту формату А4. Графічна частина складається з 3,5–4 креслень формату А1.

Зміст пояснювальної записки:

Вступ

1. Технологічна частина

1.1. Аналіз точності та технологічності конструкції деталі.

1.2. Розробка маршрутного технологічного процесу обробки деталі.

1.3. Розробка структури та змісту технологічної операції.

1.4. Розрахунок режимів різання на виконувану операцію.

2. Конструкторська частина.

2.1. Формулювання службового призначення верстатного пристрою та розробка його принципової схеми.

2.2. Розрахунок затискного пристрою на точність.

2.3. Розрахунок сили затиску.

2.4. Варіантний вибір силових механізмів та їх приводів з силовим розрахунком.

2.5. Опис конструкції і принципу роботи затискного пристрою.

2.6. Розрахунок слабких ланок.

Висновки.

Список використаної літератури.

Графічна частина курсового проекту включає:

- складальне креслення затискного пристрою (1–2 аркуші формату A1);
- схема механічної обробки на виконувану операцію (0,5–1 аркуш формату A1);
- розрахункові креслення: схема базування, схема до розрахунку пристрою на точність, схема силового приводу, схема до силового розрахунку, схема до розрахунку слабких ланок, схеми варіантного проектування силових механізмів (1–2 аркуші формату A1).

Вступ

У відповідності до загальних вимог спеціальний затискний пристрій повинен мати: жорсткий корпус; стандартні або нормалізовані установчі елементи, які забезпечать необхідне положення деталі; силовий пневматичний, гідравлічний, електромеханічний або інерційний привод; пристрої або елементи для орієнтації ріжучого інструмента та корпусу пристрою на столі чи шпинделі верстата.

При проектуванні затискного пристрою необхідно, щоб він мав просту та надійну конструкцію, яка забезпечувала б зручність встановлення та зняття деталі; гарантував необхідне закріплення деталі та безпеку експлуатації; був швидкодіючим і забезпечував необхідну продуктивність; мав невелику метало- та енергоємність; мав зручні органи керування; забезпечував видалення стружки з зони обробки деталі.

Перед розробкою конструкції пристрою необхідно ознайомитися з існуючими конструкціями і їхніми елементами.

У вступі необхідно сформулювати задачу, яку має вирішувати розроблюваний затискний пристрій. Коротко описати конструкцію заданої деталі і характер виконуваної операції.

1. Технологічна частина

1.1. Аналіз точності та технологічності конструкції деталі

В цьому пункті виконується аналіз точності параметрів оброблюваної деталі, який проводиться з метою виявлення технологічних можливостей забезпечення усіх вимог на її виготовлення [5, 11].

Аналізу підлягають вимоги по точності розмірів, відносних поворотів та форм, величини шорсткості кожної поверхні оброблюваної деталі. При проведенні аналізу виконується ескіз деталі з нумерацією усіх поверхонь, що обробляються (рис. 1). Дані аналізу необхідно навести у вигляді таблиці 1.

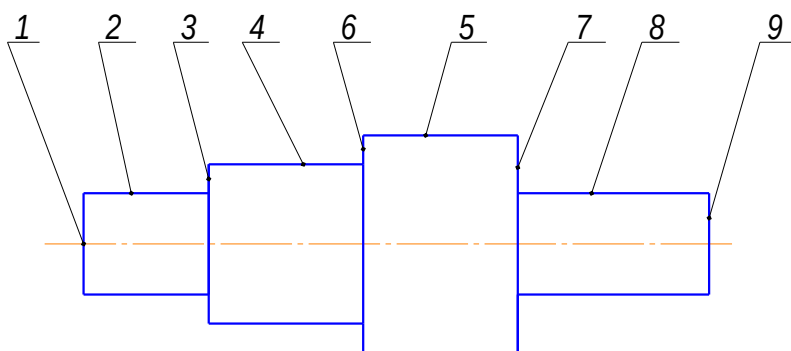
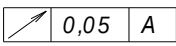
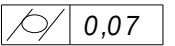


Рис. 1. Оброблювані поверхні деталі вал

Таблиця 1

Характеристика точності деталі

№ поверхні	Найменування поверхні	Розмір з відхиленням	Квалітет точності	Параметр		Шорсткість поверхні, Ra
				Відносних поворотів	Форми	
1	2	3	4	5	6	7
2	Зовнішня циліндрична	Ø17 _{-0,43}	h9	 0,05 A	 0,07	3,2

Аналіз технологічності деталі проводиться у такій послідовності:

1. Визначається можливість вибору раціонального методу виготовлення заготовки, що забезпечить високий коефіцієнт використання матеріалу.

2. Визначається наявність на деталі зручних базових поверхонь, або можливість утворення допоміжних технологічних баз.

3. Визначається можливість вільного доступу різального інструменту та безпосереднього вимірювання точності оброблених поверхонь.

4. Визначаються поверхні, при обробці яких можуть бути технологічні труднощі, наприклад, обробка отвору під кутом до поверхні тощо.

В кінці розділу слід подати висновок про технологічність деталі.

У пояснювальній записці необхідно обґрунтувати вибір матеріалу деталі, а також навести хімічний склад та механічні властивості обраного матеріалу (таблиці 2 та 3).

Таблиця 2

Хімічний склад матеріалу деталі

Марка матеріалу	Склад елементів, %					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	інші

Таблиця 3

Механічні властивості матеріалу деталі

Марка матеріалу	σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	Твердість HB

Охарактеризувати особливості обробки деталей з даного матеріалу.

1.2. Розробка маршрутного технологічного процесу обробки деталі

Розробка технології виконання заданої операції виконується з урахуванням вимог, які висуваються до оброблюваних поверхонь деталі, у відповідності до конструктивних форм, габаритних розмірів, характеру та точності виготовлення заготовки, поверхні, що обробляється та механічних властивостей матеріалу деталі. Під

час розробки технологічного процесу механічної обробки деталі необхідно використовувати типові технологічні процеси виготовлення деталей аналогічних конструктивних форм (деталей відповідного технологічного класу) [5, 11].

Оформлення маршрутного технологічного процесу виконується у наступній послідовності:

- записується номер та найменування технологічної операції;
- записується найменування та модель металорізального обладнання;
- записується зміст операції.

1.3. Розробка структури та змісту технологічної операції

На підставі розробленого маршрутного технологічного процесу обробки деталі, необхідно розробити структуру та зміст цієї операції, для виконання якої розробляється затискний пристрій. Зміст операції показується графічно у вигляді операційного ескізу з постановкою та нумерацією розмірів, допусків та шорсткості поверхонь, які забезпечуються даною операцією. На ескізі оброблювані поверхні показуються потовщеною лінією та наводиться теоретична схема базування.

Структуру та зміст технологічної операції представляють у вигляді таблиці 4.

1.3.1. Розробка схеми базування деталі та її матеріалізація

При автоматичному отриманні потрібної точності обробки деталі на налагоджених верстатах, коли не використовується розмітка, кожна заготовка оброблюваної партії повинна автоматично, без участі верстатника займати по відношенню до ложементу затискного пристрою одне і теж положення.

Таблиця 4

Маршрут обробки деталі ...

№ операції	Модель верстата	Операційний ескіз	Зміст операції
1	2	3	4
005 Токарна з ЧПК	Токарний обробний центр SL-20 фірми HAAS		1. Встановити деталь 2. Точити торець витримавши розмір 1. 3. Точити зовнішню поверхню начорно та торець витримавши розміри 2, 3. 4. Зняти деталь

Ця задача вирішується шляхом раціонального базування заготовок, яке необхідно виконувати з урахуванням таких обставин:

- кількості і характеру вимог точності до виконуваної операції;
- принципу суміщення конструкторських і технологічних баз оброблюваної деталі;
- існуючого стандарту ГОСТ 21495-76 “Базирование и базы в машиностроении”.

При розробці схеми базування слід мати на увазі, що в залежності від кількості висунутих до операції вимог точності, базування може бути повним (коли для орієнтації деталі використовуються усі шість опорних точок) і неповним (коли кількість точок менша шести).

1.3.2. Визначення похибки базування деталі

У разі неможливості суміщення баз для безпосереднього виконання заданої вимоги, необхідно визначити можливу похибку базування і порівняти її з допуском вимоги. Якщо похибка базування буде меншою за допуск вимоги, то таку схему можна прийняти. Якщо ж похибка базування буде більшою ніж допуск вимоги, то потрібно змінити схему базування, або збільшити допуск вимоги (якщо це можливо).

Похибка базування – різниця граничних відстаней між оброблюваною поверхнею і конструкторською базою деталі, протилежною технологічній базі.

Похибка базування визначається двома методами: графічним чи розрахунково-аналітичним (за допомогою детальних розмірних ланцюгів).

Для визначення похибки базування розрахунково-аналітичним методом необхідно:

1. Побудувати розмірну схему виконуваної операції.

2. Скласти для заданої вимоги точності рівняння операційного розмірного ланцюга (ОРЛ) у вигляді замикаючої ланки в номіналах.

3. Перейти в рівнянні ОРЛ від номіналів до їхніх допусків з урахуванням того, що допуск замикаючої ланки дорівнює сумі допусків складових ланок.

4. Виявити суму допусків без допусків замикаючої і безпосередньо виконуваної ланок, яка і буде представляти собою похибку базування, що визначається.

Приклад 1. Визначити похибку базування деталі графічним методом.

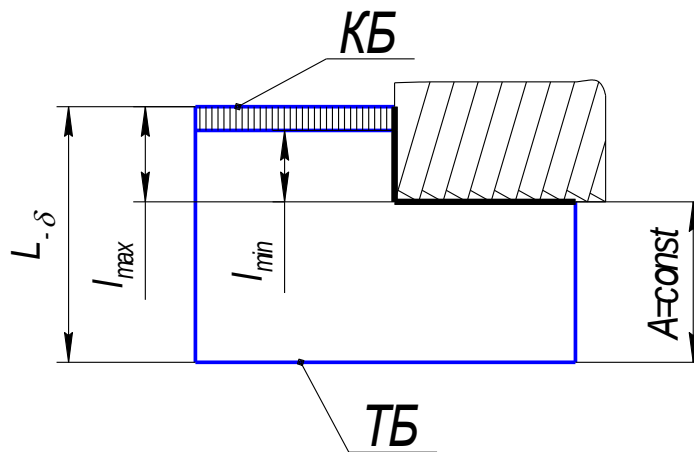


Рис. 2. Розмірна схема до визначення похибки базування

Визначаємо похибку базування:

$$\varepsilon_{\delta(l)} = l_{\max} - l_{\min} = \delta.$$

Отже, похибка базування у даному випадку визначається допуском розміру L.

Приклад 2. Визначити похибку базування для розміру L_3 при базуванні вала в центрах (рис. 3).

У даному випадку технологічна база (ТБ) не співпадає з конструкторською базою (КБ). Тож у відношенні до розміру L_3 виникатиме похибка базування – $\varepsilon_{\delta(L_3)}$.

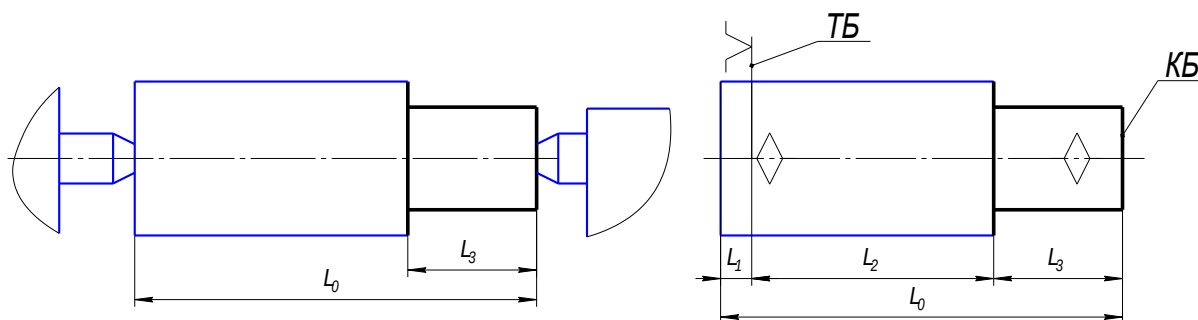


Рис. 3. Розмірна схема операції обробки шийки вала для визначення похибки базування

Для вирішення задачі по визначенню похибки базування складаємо розмірну схему – рис. 3. На цій схемі: L_3 – безпосередньо виконуваний розмір; L_1 – глибина центрового отвору; L_2 – замикаюча ланка; L_0 – довжина деталі.

1. Складаємо рівняння розмірних ланцюгів:

$$L_3 = L_0 - L_1 - L_2.$$

2. Переходимо від номіналів складеного рівняння до їхніх допусків:

$$TL_3 = TL_0 + TL_1 + TL_2.$$

3. Визначаємо похибку базування:

$$\varepsilon_{\sigma(L_3)} = TL_1 + TL_0.$$

1.3.3. Вибір технологічного обладнання для реалізації операції механічної обробки

Для реалізації запропонованої операції механічної обробки заданої деталі, необхідно вибрати металорізальний верстат. При вирішенні цього питання враховуються габаритні розміри оброблюваної деталі, зміст технологічної операції, точність обробки тощо. Моделі верстатів та їх технічні характеристики вибирають з каталогів чи довідників та наводять у таблиці 5.

Таблиця 5

Номер операції	Найменування та модель верстата	Діапазон частот обертання шпинделя об/хв	Діапазон подач, мм/хв., мм/об	Габаритні розміри верстата (довжина x ширина x висота), мм	Маса верстата, кг	Потужність електродвигуна головного привода, кВт

У графічній частині курсового проекту наводиться розроблена схема механічної обробки (рис. 4) де вказується теоретична схема базування деталі, потовщеною лінією виділяються оброблювані поверхні, вказуються отримані розміри обробки, шорсткість поверхонь, параметри точності форм поверхонь, положення ріжучого інструменту.

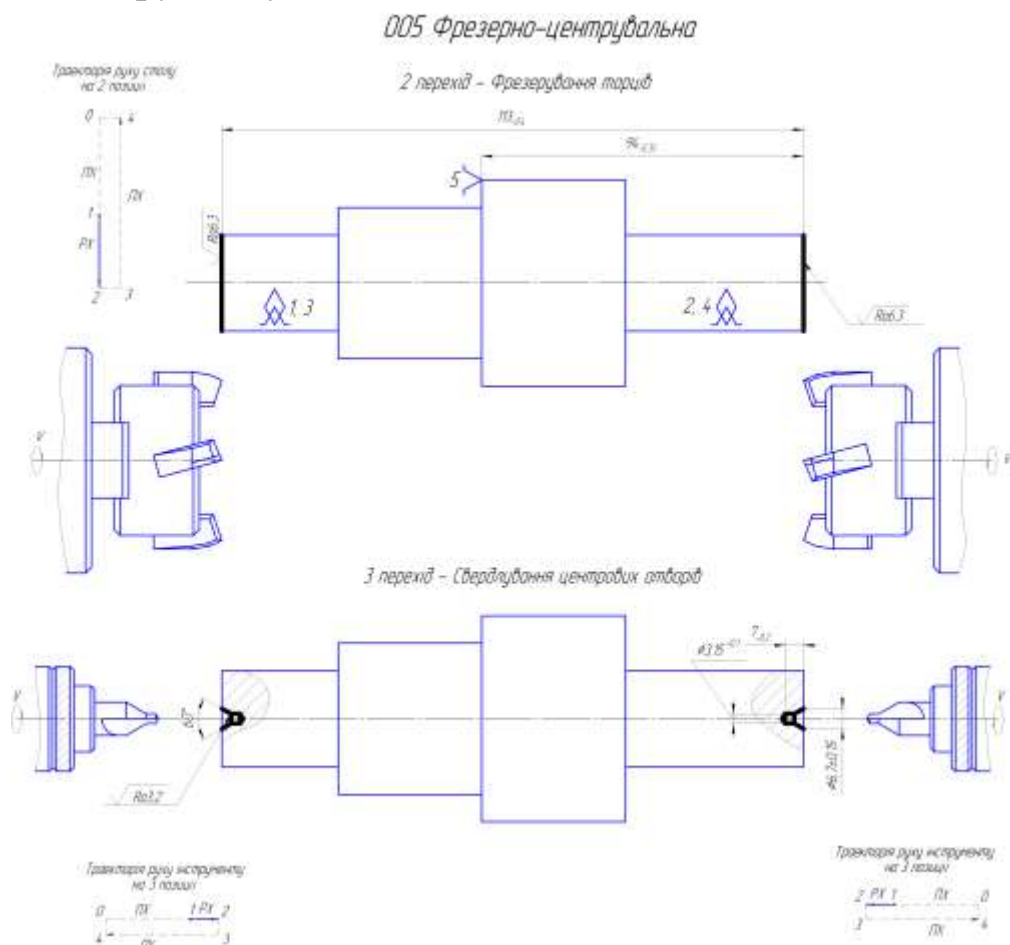


Рис. 4. Схема механічної обробки валу

1.4. Розрахунок режимів різання на виконувану операцію

Розрахунок режимів різання ведеться для операції, на яку проектується затискний пристрій у наступній послідовності [11, 15]:

1. Визначаються вихідні дані – вид ріжучого інструменту, матеріал ріжучої частини, період стійкості, точність та шорсткість оброблюваної поверхні.

2. В залежності від припуску на механічну обробку, визначається глибина різання t .

3. Визначається розрахункове значення подачі S_p , використовуючи відповідні види подачі (мм/об, мм/хв., мм/зуб, мм/хід і т. ін). Вибравши значення подачі S_p , його корегують за паспортними даними верстата і визначають фактичну подачу S_ϕ .

4. За імперичними формулами [11] визначається розрахункове значення швидкості різання V_p , враховуючи відповідні поправочні коефіцієнти. Потім визначається розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{обр}}; \text{ хв}^{-1}$$

де $D_{обр}$ – найбільший діаметр обробки.

Значення n_p корегується за паспортними даними верстата, виходячи з умови $n_\phi \leq n_p$, де n_ϕ – фактичне значення частоти обертання.

Визначається фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D_{обр} \cdot n_\phi}{1000}; \text{ м/хв.}$$

5. За імперичними формулами [11] визначаються сили різання P_z , P_y , P_x та значення крутних моментів $M_{кр}$ відповідні поправочні коефіцієнти.

6. Розраховується основний час обробки t_o , визначивши попередньо значення робочого ходу L_{px} інструменту чи робочих органів верстату:

$$L_{px} = l + l_1 + l_2; \text{ мм}$$

де l – довжина поверхні, що обробляється; l_1 і l_2 – відповідно значення врізання та перебігу ріжучого інструменту.

2. Конструкторська частина

2.1. Формулювання службового призначення верстатного пристрою та розробка його принципової схеми

Формулювання службового призначення затискного пристрою має містити наступні дані: для якої операції проектується затискний пристрій; кількість деталей, що встановлюються в пристрої; габаритні розміри деталі; технологічні розміри та точність обробки; базові поверхні по яким базується деталь тощо.

Приклад формулювання службового призначення: спеціальний затискний пристрій використовується при виконанні розточної операції. Одночасно встановлюються та затискаються дві заготовки корпусу з габаритними розмірами 220x50x110 мм, при розточуванні отвору Ø52H6. Заготовка базується на площину і два циліндричні отвори Ø12 мм. При обробці витримуються розміри $120_{-0,025}$ та $40^{+0,039}$ мм.

Принципова схема затискного пристрою включає схему розміщення установочних елементів та кінематику передачі зусилля від приводу до затискних елементів. Схема розміщення установочних елементів визначається схемою базування.

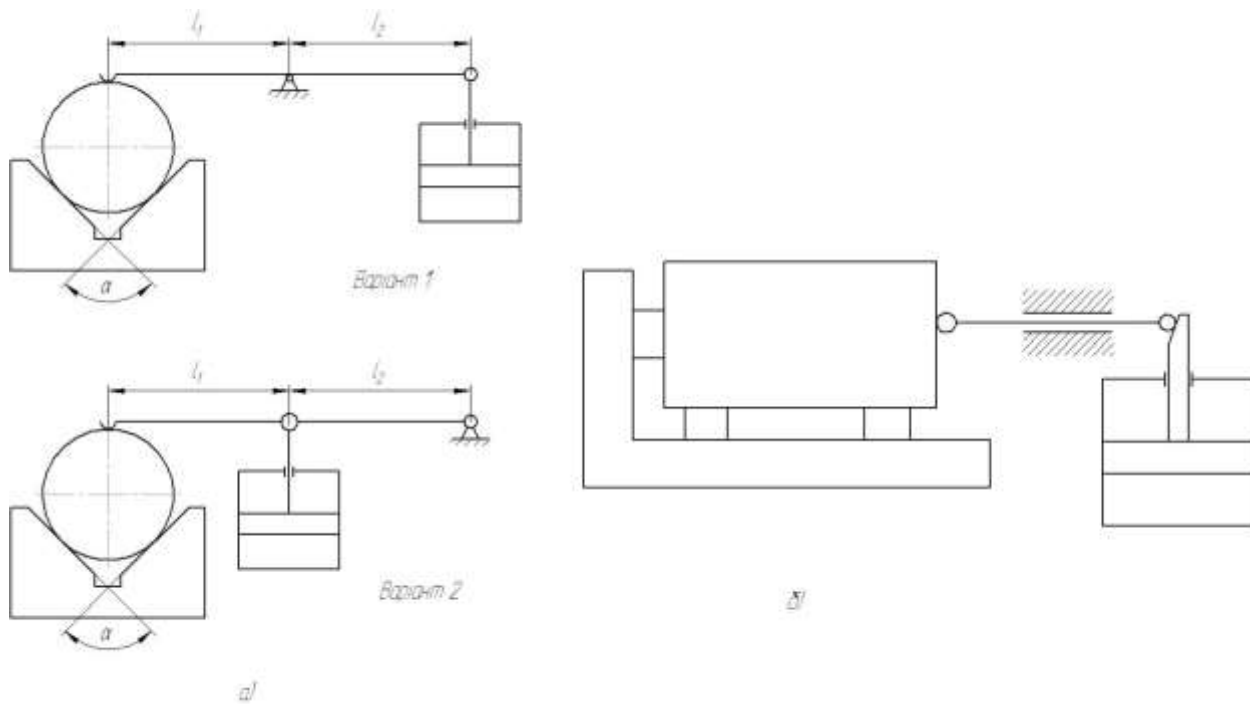


Рис. 5. Принципові схеми затискних пристроїв:
а – з важільним механізмом; б – з клиноплунжерним механізмом.

2.2. Розрахунок затискного пристрою на точність

Розрахунок пристрою на точність виконується у залежності від необхідної точності обробки і висунутих до оброблюваної поверхні вимог, до таких відносяться:

- а) допуски на координуючі розміри, що задані від баз чи базових поверхонь;
- б) допуски непаралельності або неперпендикулярності оброблюваної поверхні чи її вісі відносно баз або базових поверхонь деталі.

Точність виготовлення пристрою, а саме тих його елементів, які впливають на точність оброблюваного розміру, який координує положення оброблюваної поверхні може бути оцінена допуском, який визначається за формулою:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{(K_B \cdot \varepsilon_b)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{вст}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_{вер}^2 + \varepsilon_{зн}^2},$$

де ε_b – похибка базування деталі;

K_B – коефіцієнт, який приймається до уваги, у випадку, коли похибка базування $\varepsilon_b \neq 0$. Для умов серійного типу виробництва $K_B = 0,8 \dots 0,85$;

ε_z – похибка закріплення деталі [8, с.16-19];

$\varepsilon_{вст}$ – похибка встановлення затискного пристрою на столі верстата [8, с.19-22];

$\varepsilon_{вер}$ – похибка від геометричної неточності верстата (радіальне і торцеве биття шпинделя, непаралельність вісі шпинделя до напрямних станини, неперпендикулярності вісі шпинделя відносно площини стола тощо) [11, т.1, с.53-69];

ε_i – похибка встановлення та направлення ріжучого інструмента відносно номінального положення (при відсутності в пристроях деталей для направлення ріжучого інструмента $\varepsilon_i = 0$);

$\varepsilon_{зн}$ – похибка, яка виникає внаслідок зношування деталей пристрою, наприклад, його установчих елементів [8, с.19-22].

Після визначення фактичної похибки затискного пристрою необхідно перевірити виконання умови:

$$\varepsilon_{np} < T_A,$$

де T_A – допуск отримуваного у пристрої розміру.

Якщо умова виконується, то точність затискного пристрою достатня.

2.3. Розрахунок сили затиску

Схема закріплення деталі розробляється з урахуванням таких обставин:

1. Задля недопущення порушення положення деталі в ложементі при дії сили затиску (тобто непередбаченої зміни баз)

необхідно щоб сила затиску була направлена перпендикулярно установлювальній базі деталі і проходила через центр ваги трикутника, утвореного трьома точками цієї бази.

2. З метою зменшення деформації деталі під дією сили затиску, коли установлювальна база деталі при базуванні не використовується, або коли поверхня, протилежна установлювальній базі обробляється, силу затиску необхідно прикласти в іншому місці, але обов'язково навпроти опорних точок ложементу затискного пристрою.

Після визначення точки прикладення і напрямку дії сили затиску:

1. Складають розрахункову схему із зображенням заготовки в тій кількості проєкцій, що необхідно для розміщення всіх сил різання. Наносять вісі координат так, щоб сили проєктувалися на них просто. За початок координат рекомендується вибирати точку, навколо якої може статися поворот заготовки.

2. На проєкціях заготовки наносять сили різання та їх складові, а також силу затиску.

3. Опорні точки умовно відкидають і замінюють їх реакціями.

4. Між затискним елементом, а також між заготовкою і опорами вказують сили тертя.

5. Складають і вирішують рівняння рівноваги заготовки під дією всіх сил. Кількість рівнянь повинна дорівнювати кількості невідомих сил.

При цьому в систему рівнянь необхідно також включаючи рівняння виду:

$$F = W(N) \cdot f ,$$

де F – сила тертя між затискним елементом і заготовкою, або між заготовкою і її опорою; W – сила затиску заготовки, або реакція опори – N ; f – коефіцієнт тертя ковзання, вибирають з таблиць [2, 16].

6. Визначену рішенням рівнянь силу затиску необхідно збільшити на коефіцієнт запасу сили, який визначається за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$,

K_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через зношування ріжучого інструмента [16, с.13];

K_2 – коефіцієнт, що враховує вид обробки (чорнова чи чистова). При чорновій обробці $K_2 = 1,2$, при чистовій $K_2 = 1,0$;

K_3 – динамічний коефіцієнт, що враховує виникаючі при деяких видах обробки удари. Коли удари є (при фрезеруванні), $K_3 = 1,3$, при відсутності ударів – $K_3 = 1$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує сталість затискного зусилля. При механізованому приводі $K_4 = 1,0$, при ручному $K_4 = 1,2$;

K_5 – коефіцієнт, що враховує зручність розміщення рукояток у ручних затискних пристроях. При зручному розміщенні $K_5 = 1$, у протилежному випадку $K_5 = 1,2$;

K_6 – коефіцієнт, що враховує невизначеність положення заготовки через нерівності місця її контакту з опорними елементами (враховується лише за наявності крутного моменту, що намагається повернути заготовку). Для опорного елемента, що має незначну поверхню контакту з заготовкою $K_6 = 1,0$, для опорного елемента зі значною площею контакту $K_6 = 1,5$.

Приклади визначення необхідної сили затиску розглянуті в [1, 16, 17].

2.4. Варіантний вибір силових механізмів та їх приводів з силовим розрахунком

Проектований затискний пристрій повинен бути механічним. До складу механічних затискних пристроїв можуть входити силові механізми, зокрема: важільні, клинові (клиноплунжерні), гвинтові, ексцентрикові, кулачкові, шарнірно-важільні механізми та різноманітні їх комбінації. Кожен затискний пристрій характеризується двома основними показниками:

1. Передавальне відношення сил – i , для простих затискних пристроїв визначається за формулою:

$$i = \frac{W}{Q},$$

де W – зусилля веденої ланки (зокрема зусилля затиску деталі);

Q – зусилля ведучої ланки (зокрема зусилля, що створюється приводом).

Для комбінованих затискних пристроїв:

$$i = \prod_{j=1}^n i_j = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n,$$

де i_1, i_2, i_3 – передавальні відношення сил простих затискних пристроїв, які входять до складу комбінованого.

2. Передавальне відношення переміщень – i_n , для простих затискних пристроїв визначається за формулою:

$$i_n = \frac{S_w}{S_Q},$$

де S_w – переміщення веденої ланки;

S_Q – переміщення ведучої ланки.

Для комбінованих затискних пристроїв:

$$i_n = \prod_{j=1}^m i_{n_m} = i_{n_1} \cdot i_{n_2} \cdot i_{n_3} \cdot \dots \cdot i_{n_m},$$

де i_{n1}, i_{n2}, i_{n3} – передавальні відношення переміщень простих затискних пристроїв, які входять до складу комбінованого.

Вибір типу затискного пристрою залежить від конструкції деталі, яка оброблюється, обраної схеми базування, характеру виконуваної операції тощо.

В пояснювальній записці необхідно навести схеми пристроїв у яких використовуються різні варіанти силових механізмів та навести їх порівняльний аналіз.

2.4.1. Вибір силового приводу та його розрахунок

При виконанні операцій, які не потребують обертання заготовки під час її обробки в якості силових приводів використовують стаціонарні пневматичні чи гідравлічні поршневі або діафрагмові приводи [1, 4, 16].

При необхідності обертання пристрою із заготовкою під час виконання операції використовують поршневі пневмоприводи, які обертаються разом зі шпинделем верстата або інерційні патрони, в яких для затиску деталі використовуються відцентрові сили [1, 4, 16].

Для привода гвинтових, кулачкових, та ексцентрикових затискних пристроїв доцільно використовувати лопатеві, неповноповоротні пневматичні приводи [1, 4, 16].

Посадка поршня в циліндр при шорсткості поверхні дзеркала циліндра $2,5-1,25 \text{ мкм} - \frac{H8}{f9}$, а при шорсткості $0,63-0,32 \text{ мкм} - \frac{H7}{f7}$.

Для ущільнення поршня можливо використання манжет Y-подібного перетину за ГОСТом 6678-72, а також кілець круглого перетину за ГОСТом 18829-73 з маслостійкої гуми.

У всіх випадках зусилля на штоці приводу визначається за формулою:

$$Q = \frac{W}{i},$$

де i – передавальне відношення сил вибраного типу затискного пристрою.

По цьому зусиллю визначають діаметр силового приводу.

Діаметр приводу односторонньої дії:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4(Q + P_{\text{пр}})}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

де p – тиск стиснутого повітря (3-5 кгс/см²); η – ККД приводу (0,8-0,9); $P_{\text{пр}}$ – зусилля зворотної пружини (0,2Q при розрахунку D).

Діаметр приводу двосторонньої дії:

- у випадку, коли затиск відбувається при подачі повітря у безштокову порожнину:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

- у випадку, коли затиск відбувається при подачі повітря у штокову порожнину:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d_{\text{шт}}^2},$$

де $d_{\text{шт}}$ – діаметр штока (0,25-0,3D_ц).

Визначений діаметр циліндра необхідно округлити до більшого значення із стандартного ряду: 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250 і 320 мм.

Стандартний ряд рекомендованих діаметрів штоку ($d_{\text{шт}}$): 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50 мм.

Діаметр діафрагми діафрагмового приводу односторонньої дії визначається з рівняння:

$$Q = 1.04p(R^2 + R \cdot r - 2r^2) - P_{\text{пр}},$$

де R – радіус діафрагми в світлі; r – радіус опорної шайби (0,7R).

Діаметр діафрагми діафрагмового приводу двосторонньої дії визначається з рівняннями:

- затиск відбувається при подачі повітря в безштокову порожнину:

$$Q = 1.04p(R^2 + R \cdot r - 2r^2),$$

- затиск відбувається при подачі повітря в штокову порожнину:

$$Q = \pi p \left(\frac{R^2 + R \cdot r - r^2}{3} - r_1^2 \right),$$

де r_1 – радіус штока (0,25-0,3R).

Крутний момент на штоці лопатевого неповноповоротного пневмодвигуна:

$$M_{кр} = 0,01B \cdot H \cdot R_{cp} \cdot p,$$

де B – ширина лопаті; H – висота лопаті; R_{cp} – середній діаметр лопаті.

2.5. Опис конструкції і принципу роботи затискного пристрою

У цьому розділі необхідно навести детальний опис будови і роботи затискного пристрою. В пояснювальній записці виконується спрощене креслення розробленого пристрою з позначенням основних його частин. Опис будови потрібно виконувати з посиланням на позиції вищезгаданого креслення.

Опис треба починати зі слів: “Затискний пристрій складається із таких основних вузлів (якщо вони є) і деталей: литого або зварного корпусу 1, виконаних у вигляді призм, установлювальних елементів 2, 3” тощо.

Після опису будови пристрою необхідно описати його роботу, починаючи зі слів: “Після встановлення заготовки на установлювальні елементи, поворотом рукоятки крана, стиснуте повітря подається, наприклад, у штокову порожнину пневмоциліндра” і т. ін.

Якщо затискний пристрій свердлильний, то в його конструкції необхідно передбачити кондукторні втулки для направлення ріжучого інструмента. У випадку, якщо пристрій фрезерний, то для правильного встановлення фрези треба передбачити установи.

Необхідно також вказувати, що саме передбачено для безпечної і зручної експлуатації затискного пристрою.

2.5.1. Загальні рекомендації щодо оформлення креслення загального виду затискного пристрою

Складальне креслення загального виду пристрою необхідно виконувати у двох-трьох проекціях з необхідними місцевими видами, розрізами, перетинами, які мають розкривати конструкцію кожної деталі. На усіх проекціях слід зображати тонкими лініями заготовку уявляючи її прозорою у такому вигляді, який вона має після виконання операції.

Рекомендується така послідовність побудови складального креслення: спочатку нанести контури заготовки на всіх проекціях і інструмент, потім навколо контуру заготовки – установлювальні елементи і затискний пристрій.

В останню чергу нанести контури та окремі елементи корпусу і остаточно оформити креслення. На кресленні необхідно проставити такі розміри:

- габаритні і розміри поверхонь, якими пристрій приєднується до верстата;
- посадки спряжень (наприклад поршня у циліндр, штока в напрямну втулку і т. д.);
- розміри з допусками, які характеризують точність взаємного розміщення тих елементів пристрою, від яких залежить точність виконуваної операції (наприклад у кондукторах такими розмірами є міжцентрова відстань між осями кондукторних втулок, у фрезерних пристроях – відстань від робочих поверхонь установка, до

відповідних опор і т.д.). Допуски цих розмірів мають бути у 2-3 рази меншими ніж допуски відповідних вимог точності, які забезпечуються на даній операції, але не більшими як 0,1 мм;

- діаметри отворів кондукторних втулок під ріжучий інструмент. Якщо використовуються швидкозмінні втулки, то треба вказати розміри всіх кондукторних втулок;

- допуски на взаємну непаралельність, неперпендикулярність, неспіввісність, несиметричність, неплщинність опорних поверхонь.

До креслення необхідно прикласти специфікацію, в яку внести усі деталі, крім заготовки, інструмента, щупа, деталей верстата, якщо вони зображені на кресленні (приклад оформлення специфікації див. додаток А).

При проектуванні затискного пристрою необхідно враховувати, що одинарні опори можуть встановлюватися безпосередньо в корпусі чи через втулку.

При встановленні нежорстких деталей в конструкції пристрою необхідно передбачити додаткові регульовані опори.

Для встановлення деталі по зовнішній циліндричній поверхні рекомендовано використання призм, для базування яких на корпусі затискного пристрою застосовуються циліндричні штифти. Кріпляться призми гвинтами.

При встановленні заготовки по внутрішнім поверхням використовуються різноманітні оправка та пальці.

Затискні елементи мають забезпечувати надійний затиск заготовок і зручне її встановлення та зняття. Для цього при використанні в якості затискних елементів прихватів, необхідно передбачити можливість їх повороту чи переміщення.

При використанні в конструкції пристрою прихватів, що обертаються навколо горизонтальної вісі, в їх конструкції необхідно передбачити елементи, які виключають заклинювання.

Наприклад паз на нижній частині важеля (рис. 6) виключає його заклинювання при повороті.

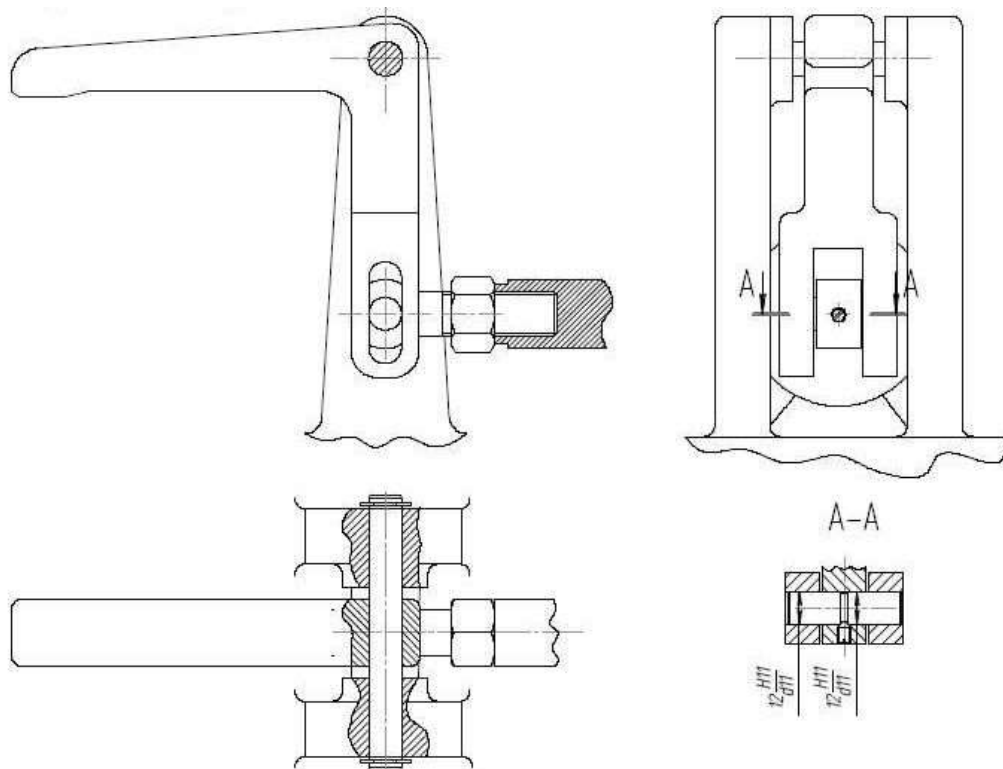


Рис. 6. Прихват поворотний.

Розширити технологічні можливості затискного пристрою дозволяють допоміжні елементи. Такими елементами, зокрема є ділильні пристрої (рис. 7).

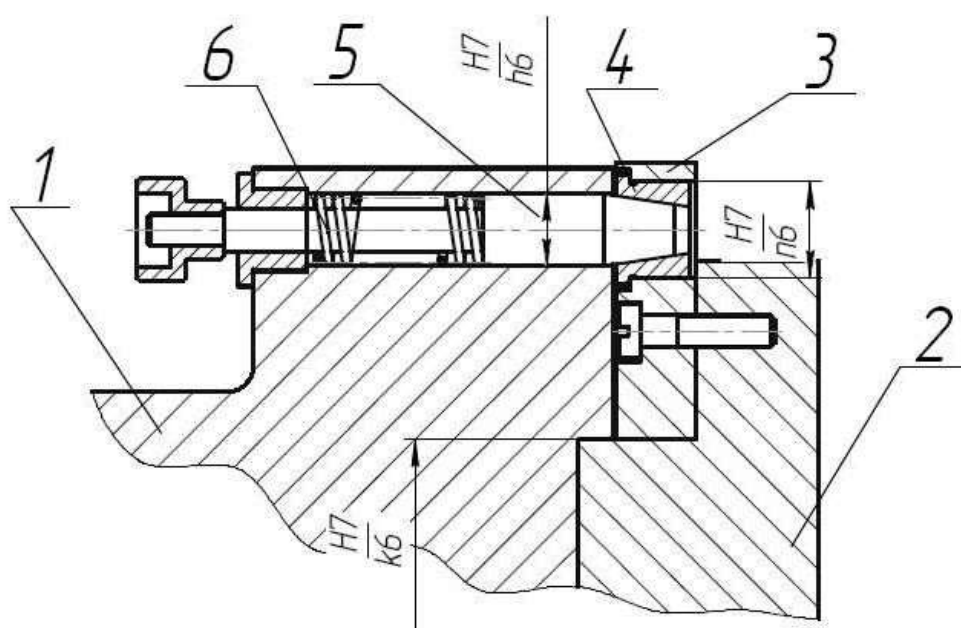


Рис. 7. Ділильний пристрій.

Основними елементами ділильного пристрою є ділильний диск 3, який встановлюється на обертовій частині 2 і фіксатора 5, що розміщений в приливі корпусу 1. В отворах ділильного диска 3 запресовані втулки 4, в конічні отвори яких пружина 6 підтискає фіксатор 5.

При використанні в конструкції затискних пристроїв встроюваних пневмоциліндрів, вони розміщуються у виточках корпусу (рис. 8).

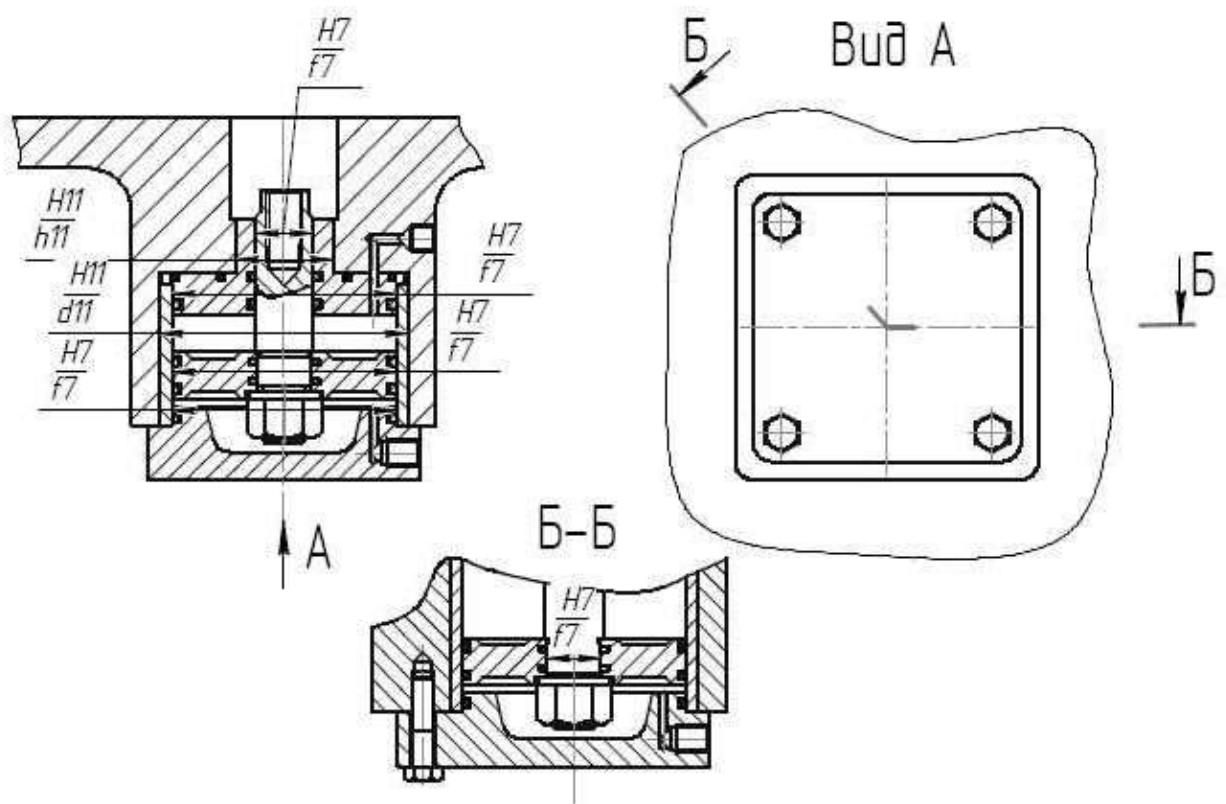


Рис. 8. Конструкція встроюваного пневмоциліндра.

Для стаціонарних пневмоциліндрів передбачено наступні варіанти кріплення: за допомогою подовжених стяжок (рис. 9, а); флянцеве; за допомогою лапок (рис. 9, б); шарнірне.

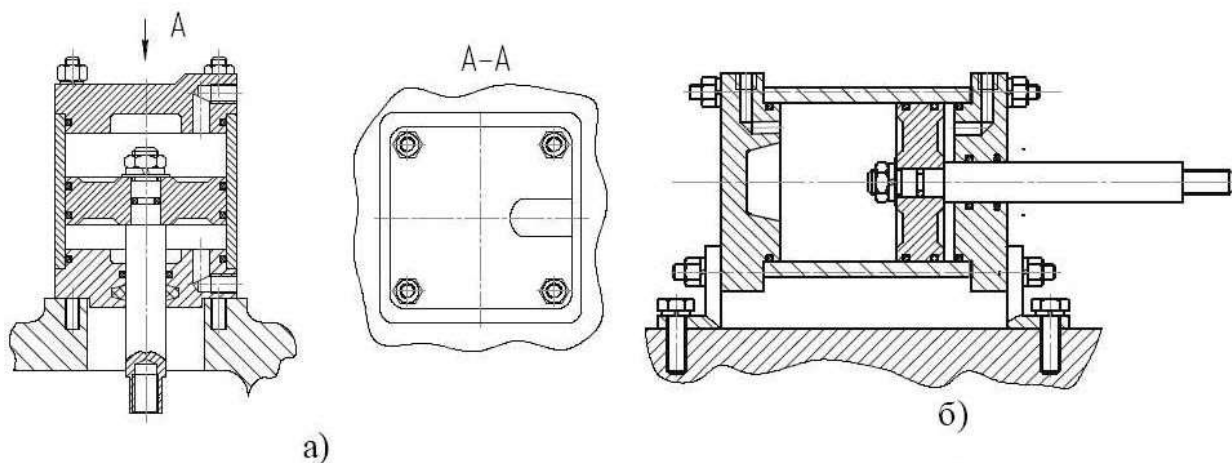


Рис. 9. Варіанти кріплення стаціонарних пневмоциліндрів:
а – за допомогою подовжених стяжок; б – за допомогою лапок

На корпусі затискного пристрою обов'язково мають бути присутні елементи для орієнтації пристрою на верстаті. Такими елементами можуть бути призматичні шпонки. Шпонка встановлюється в паз і кріпиться гвинтом (рис. 10).

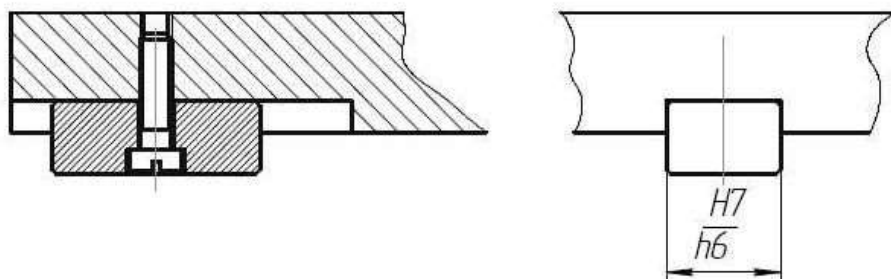


Рис. 10. Шпонка призматична.

Розміри шпонки необхідно узгодити з параметрами столу металорізального обладнання.

Кріплення затискних пристроїв на столах фрезерних та свердлильних верстатів виконують за допомогою верстатних болтів. На корпусі пристрою для встановлення таких болтів необхідно передбачити пази.

2.6. Розрахунок слабких ланок

Після виконання складального креслення затискного пристрою необхідно визначити слабкі ланки, і у відповідності до характеру навантаження на ці ланки розрахувати їх на міцність за відповідними формулами [18]. Розрахунок виконують для одного чи двох (за вказівкою викладача) найбільш навантажених елементів затискного пристрою.

До слабких ланок затискного пристрою зазвичай належать ланки найбільш навантажені силами, які утворює силовий привід, а саме: вісі важелів; самі важелі; вісі роликів клиноплунжерних механізмів; вісі шийок штоків пневмо- або гідроциліндрів; елементи кріплення приводів до корпусу пристрою тощо.

Вісі розраховують виходячи з умови міцності на зріз, а штоки – з умови міцності на розтягування або поздовжній згин за формулами опору матеріалів [18]. Міцність важелів перевіряють за напруженням згину, що виникає у найбільш небезпечному перерізі, який ослаблено отвором для вісі.

Наприклад, в затискному важелі під час закріплення заготовки виникають напруження згину. Для визначення цих напружень необхідно побудувати епюру моментів, що діють на важіль (рис. 9, а).

З епюри видно, що небезпечний переріз знаходиться в місці розміщення вісі.

Розрахунок важеля на згин зводиться до розрахунку напруження $\sigma_{зг}$, що виникає у небезпечному перерізі:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{\max}}{W},$$

де $M_{\max}$ – найбільший згинаючий момент; W – момент опору поперечного перерізу важеля.

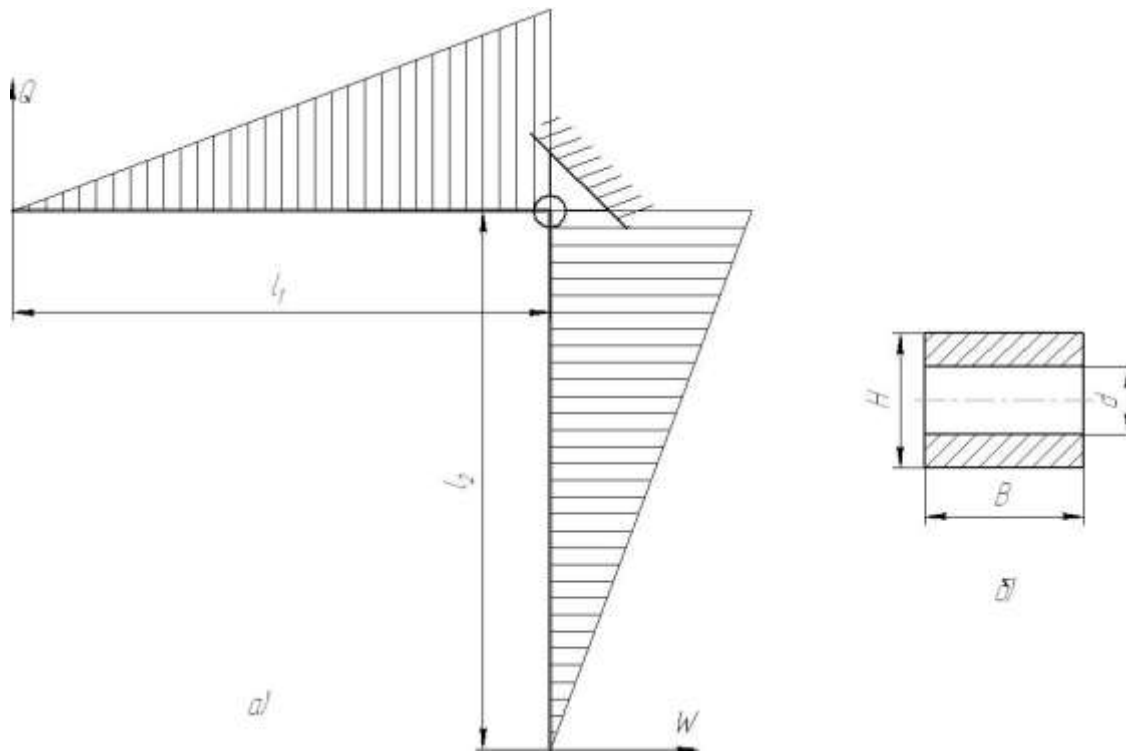


Рис. 9. Епюра згинаючих моментів (а) і поперечний переріз важеля в небезпечному перерізі (б).

Має виконуватися умова:

$$\sigma_{32} \leq [\sigma_{32}]$$

де $[\sigma_{32}]$ – допустиме напруження згину матеріалу важеля.

Момент опору поперечного перерізу важеля визначається за формулою:

$$W = \frac{B \cdot (H^3 - d^3)}{3H}.$$

Розрахунок на міцність осей та штифтів виконують по напруженню на зріз, розтиск чи стискання за формулою:

$$\tau = \frac{P}{F},$$

де P – сила, що діє на елемент; F – площа поперечного перерізу елемента.

Для деталей типу круглі стержні дана формула приймає вигляд:

$$\tau = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2},$$

де d – діаметр вісі (штифта).

Після розрахунку необхідно перевірити виконання умови:

$$\tau \leq [\tau],$$

де $[\tau]$ – межа міцності на зріз матеріалу, з якого виготовлено штифт.

Список рекомендованой літератури

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. – М.: Машиностроение, 1973.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
5. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Вышэйшая школа, 1983. – 256 с.
6. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении.
7. Зависляк Н.И. Современные приспособления к металлорежущим станкам. – Л.: Машиностроение, 1967.
8. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
9. Колкер Я.Д., Руднев О.Н. Базы и базирование в машиностроении. – К.: Выща школа. 1991. – 100 с.
10. Константинов О.Я. Магнитная технологическая оснастка. – Л.: Машиностроение, 1969.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: Машиностроение, 1986.
12. Кузнецов В.С., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
13. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1984. – 128 с.
14. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984.
15. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на

- универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II-Москва.: Экономика, 1990.
16. Технологічна оснастка. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентами денної форми навчання напрямку “Інженерна механіка” з профілюванням за спеціальністю “Технологія машинобудування”./ Мажара В.А. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – 44 с.
 17. Методические указания к выполнению дипломного проекта по кафедре "Технология машиностроения". /Павленко И.И. и др. – Кировоград: КИСХМ, 1986. – 86 с.
 18. Соппротивление материалов / Под ред. акад. Писаренко Г.С. – К.: Вища школа, 1986. – 775с.

Приклад оформлення специфікації

[illegible]

ЗМІСТ

Загальні вказівки.....	3
Вступ.....	4
1. Технологічна частина	
1.1. Аналіз точності та технологічності конструкції деталі.....	5
1.2. Розробка маршрутного технологічного процесу обробки деталі	7
1.3. Розробка структури та змісту технологічної операції.....	8
1.4. Розрахунок режимів різання на виконувану операцію.....	14
2. Конструкторська частина	
2.1. Формулювання службового призначення верстатного пристрою та розробка його принципової схеми.....	15
2.2. Розрахунок затискного пристрою на точність.....	16
2.3. Розрахунок сили затиску.....	17
2.4. Варіантний вибір силових механізмів та їх приводів з силовим розрахунком.....	20
2.5. Опис конструкції і принципу роботи затискного пристрою.....	23
2.6. Розрахунок слабких ланок.....	29
Список рекомендованої літератури.....	32
Додатки.....	34

Навчально-методичне видання

Технологічне оснащення

Методичні вказівки до виконання курсового проекту
студентами спеціальності “Прикладна механіка”

Укладачі: д.т.н., проф. Павленко І.І., к.т.н., доц. Мажара В.А.

Здано до тиражування 25.05.2017. Підписано до друку 03.06.2017.
Формат 60х84 1/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 2,75. Тираж 50 прим.
Зам. №162/2017.