

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра “Машинобудування, мехатроніки і робототехніки”

Проектування затискних пристроїв та оснащення

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
здобувачами вищої освіти галузі знань 13 «Механічна інженерія»

Затверджено на засіданні
кафедри машинобудування,
мехатроніки і робототехніки
протокол № 8 від 05.02.2024 р.

Кропивницький 2024

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи з дисципліни: «Проектування затискних пристроїв та оснащення» для здобувачів вищої освіти галузі знань 13 «Механічна інженерія» / [уклад. В.А. Мажара, А.М. Артюхов, С.А. Тененика]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024. – 44 с.

Укладачі: доцент, к.т.н. Мажара В.А.,
 доцент, к.т.н. Артюхов А.М.,
 асистент Тененика С.А.

Рецензент: доцент, к.т.н. Кузик О.В.

© Центральноукраїнський
національний технічний
університет, 2024

ЗМІСТ

Передмова.....	4
1. Вступ.....	7
2. Розробка схеми базування деталі та її матеріалізація.....	7
3. Визначення похибки базування деталі.....	10
4. Вибір обладнання для якого розробляється пристрій.....	12
5. Розробка схеми закріплення деталі і визначення необхідної сили її затиску.....	13
6. Вибір типу затискного пристрою.....	17
7. Вибір силового приводу та його розрахунок.....	19
8. Перевірка слабких ланок пристрою на міцність.....	25
9. Розрахунок затискного пристрою на точність.....	25
10. Опис будови і роботи затискного пристрою.....	27
11. Загальні рекомендації по оформленню креслення загального виду затискного пристрою.....	27
Список рекомендованої літератури.....	29
Додатки.....	30

Передмова

Методичні рекомендації призначені для здобувачів вищої освіти, які виконують самостійну роботу з дисципліни “Проектування затискних пристроїв та оснащення” та містять роз’яснення щодо виконання усіх розділів розрахунково-пояснювальної записки та оформлення креслення.

Тема самостійної роботи – розробка конструкції спеціального затискного пристрою для встановлення і закріплення деталі при виконанні однієї з операцій механічної обробки на металорізальному верстаті.

Мета роботи – отримати практичні навички проектування спеціального затискного пристрою, вибору раціональної схеми базування, розрахунку пристрою на точність, визначення потрібної сили затиску деталі, вибору та розрахунку силового приводу.

Вихідними даними для виконання самостійної контрольної роботи є креслення деталі із зазначенням виконуваної операції (див. додаток А).

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка має містити 11–15 сторінок друкованого тексту формату А4. Графічну частину необхідно виконувати у вигляді креслення загального виду затискного пристрою з достатньою кількістю проекцій на аркуші необхідного формату (А3, А2 чи А1).

Зміст розрахунково-пояснювальної записки та орієнтовний об’єм її окремих розділів у сторінках повинен складати:

Вступ.....	0,5 стор.
Розробка схеми базування деталі та її матеріалізація.....	1-2 стор.
Визначення похибки базування деталі.....	1-2 стор.
Вибір обладнання, для якого розробляється пристрій.....	0,5-1 стор.

Розробка схеми закріплення деталі й визначення необхідної сили її затиску.....	2-3 стор.
Вибір типу затискного пристрою.....	0,5-1 стор.
Вибір силового приводу та його розрахунок.....	1,5-2 стор.
Перевірка слабких ланок пристрою на міцність.....	0,5-1 стор.
Розрахунок затискного пристрою на точність.....	1-1,5 стор.
Опис будови і роботи затискного пристрою.....	1-2 стор.
Список використаної літератури	

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.

1. Вступ

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

2. 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. 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 державного стандарту ДСТУ 2232-93 «Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення».

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).

Приклад 1. Розробити теоретичну схему базування при обробці уступу деталі (рис. 1), забезпечивши виконання вимог 1, 2, 3, 4, 5. Для виконання вимог 2, 3 і 5 (перпендикулярність та паралельність поверхонь уступу відносно площини А і його глибина b) в якості технологічної бази задля дотримання принципу суміщення баз

необхідно використати поверхню А. Для забезпечення вимог 1 та 4 за відсутності похибки базування, необхідно встановити деталь на точки 1, 2, 3, що мають визначати поверхню Б (рис. 2, а). У випадку базування деталі на площину протилежну Б (рис. 2, б), буде виникати похибка базування.

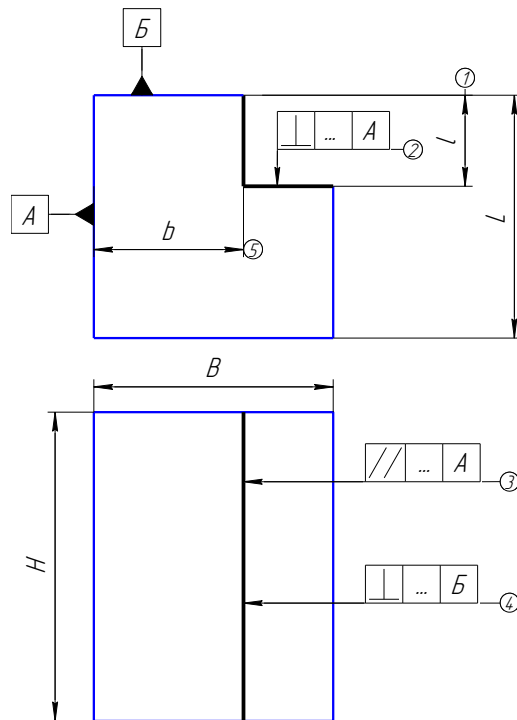


Рисунок 1 – Ескіз оброблюваної деталі з технічними вимогами до операції фрезерування уступу

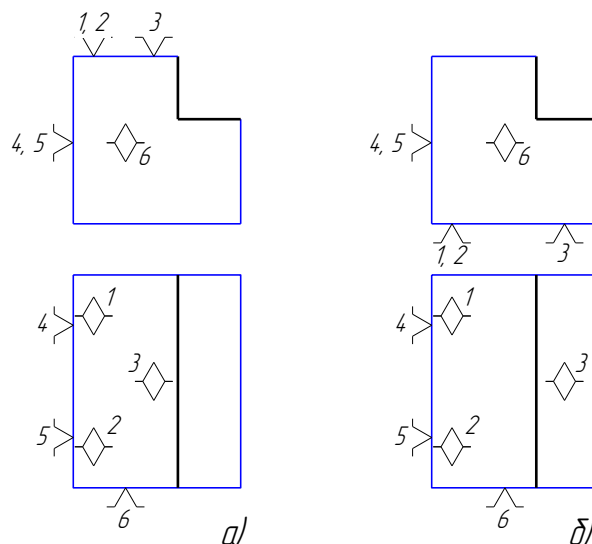


Рисунок 2 – Можливі схеми базування деталі:

а – схема, яка забезпечує виконання вимог без похибки базування відносно розміру l ; б – схема, яка забезпечує виконання вимог, при якій можлива похибка базування відносно розміру l

Для матеріалізації обраної схеми базування використовують установлювальні елементи. Деякі з них наведено на рис. 3.

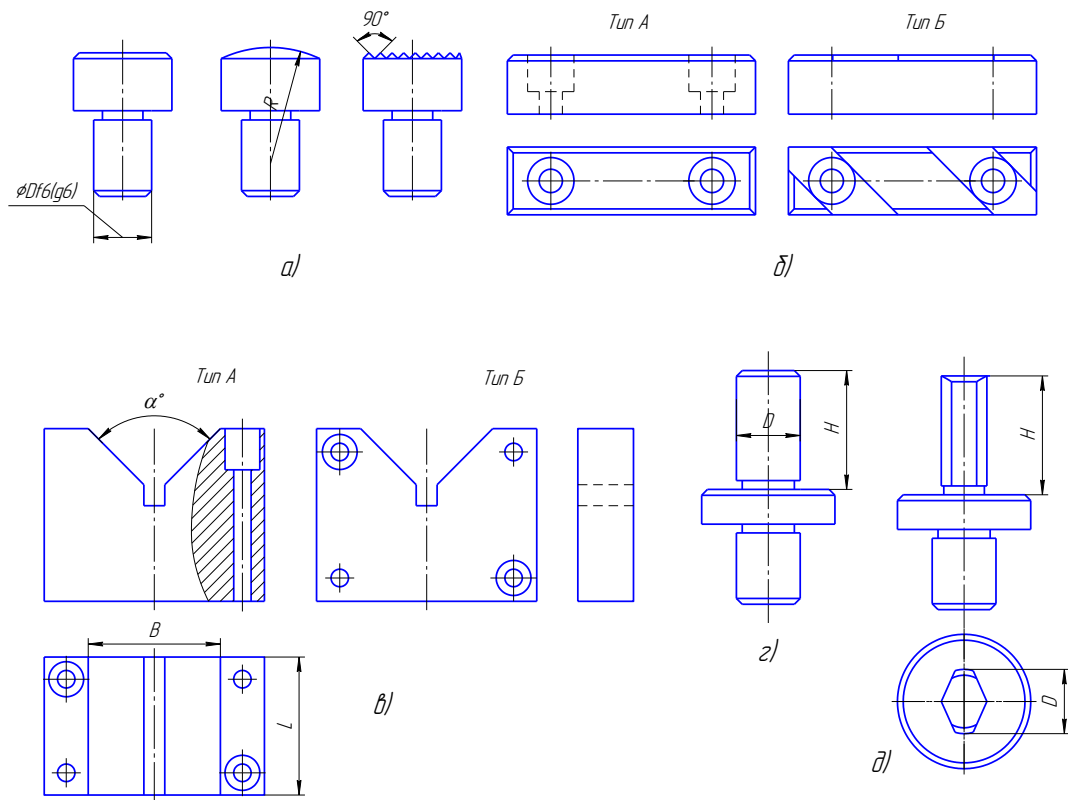


Рисунок 3 – Установлювальні елементи:

а – штирі; б – пластини; в – призми; г – палець циліндричний;
д – палець зрізаний

Кожний штир (рис. 3, а) і кожна пластина (рис. 3, б) віднімає у деталі по одному ступеню вільності.

Призми бувають довгими ($L \geq B$) і короткими ($L < B$). Довгі віднімають у деталі чотири ступені вільності, а короткі – два ступені вільності.

Високі циліндричні установлювальні пальці ($H \geq D$) виконують роль подвійної направляючої бази і віднімають у деталі чотири ступені вільності. Низькі циліндричні установлювальні пальці ($H < D$) виконують роль подвійної опорної бази і віднімають у деталі два ступені вільності.

Високі зрізані установочні пальці ($H \geq D$) віднімають у деталі два ступені вільності. Низькі зрізані установочні пальці ($H < D$) віднімають у деталі один ступінь вільності.

Як циліндричні, так і зрізані установочні пальці стандартизовані і можуть бути в декількох конструктивних виконаннях – із гладким чи різьбовим хвостовиком.

3. 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;
- 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 2. Визначити похибку базування деталі (рис. 2, б) графічним методом.

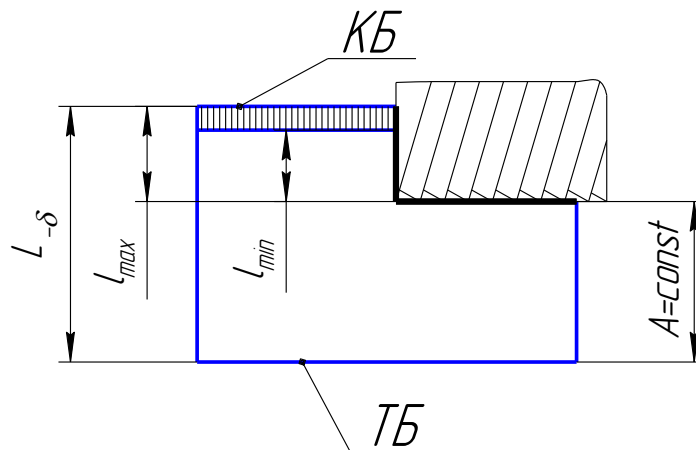


Рисунок 4 – Розмірна схема до визначення похибки базування

Визначаємо похибку базування:

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

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

Приклад 3. Визначити похибку базування для розміру L_3 при базуванні вала в центрах (рис. 5).

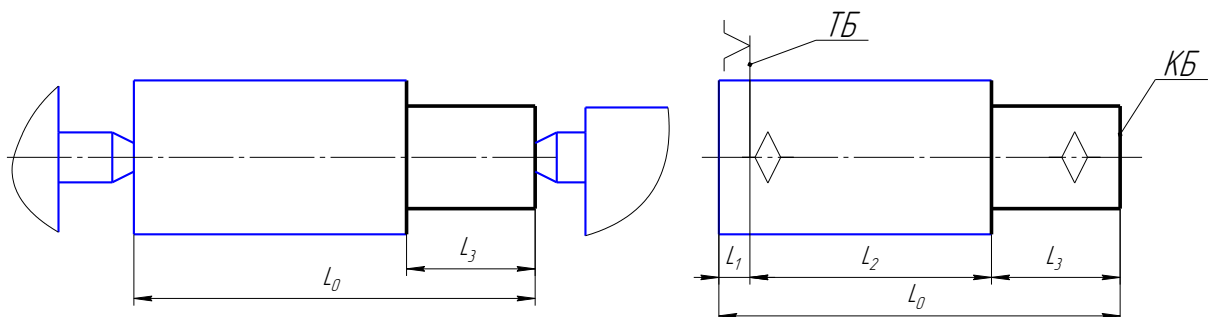


Рисунок 5 – Розмірна схема операції обробки шийки вала для визначення похибки базування

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

Для вирішення задачі по визначенню похибки базування складаємо розмірну схему – рис. 5. На цій схемі: L_3 – безпосередньо виконуваний розмір; L_1 – глибина центрального отвору; L_2 – замикаюча ланка; L_0 – довжина деталі.

1. Складаємо рівняння ОРЛ:

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

2. Переходимо від номіналів складеного рівняння до їхніх допусків:

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

3. Визначаємо похибку базування:

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

4. Вибір обладнання, для якого розробляється пристрій

Тип верстата задається керівником роботи (див. дод. А), однак модель верстата повинен вибрати студент по необхідній потужності, попередньо визначивши режими різання і виникаючі при цьому сили. Після вибору верстата необхідно визначити його розміри, пов'язані з установкою і закріпленням проектного пристрою (розміри стола; кількість і розмір Т-подібних пазів; розміри кінця шпинделя; висота центрів тощо).

Режими різання вибирають за довідниками або розраховують за емпіричними формулами. Сили різання залежать від багатьох факторів і є величинами змінними не тільки за значенням, але і за напрямком дії і положенням точки їх прикладення. Тому силу затиску деталі необхідно визначати на такій стадії обробки, на якій зазначена сила буде мати найбільше значення.

У випадках, коли деталь при її обробці рухається зі змінною швидкістю, а також, коли вісь обертання деталі не проходить через центр її ваги, окрім сил різання необхідно визначити також сили інерції. При обробці великих заготовок, маса яких складає більше 10% від сил різання необхідно також враховувати масу заготовки і положення центру її ваги.

5. Розробка схеми закріплення деталі й визначення необхідної сили її 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 проекцій, що необхідно для розміщення всіх сил різання. Наносять вісі координат так, щоб сили проектувалися на них просто. За початок координат рекомендується вибирати точку, навколо якої може статися поворот заготовки.

2. На проекціях 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, 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.

6. Визначену рішенням рівнянь силу затиску необхідно помножити 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 (табл. 1);

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 $K_6 = 1,5$.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта K_1

Метод обробки	Складові сили різання	Коефіцієнт K_1	Матеріал заготовки
Свердління	$M_{кр}$	1,15	чавун
	P_o	1,0	
	$M_{кр}$	1,2	сталь
	P_o	1,15	
Зенкерування	$M_{кр}$	1,3	сталь і чавун
	P_o	1,2	
Попереднє обточування (у дужках – для чистової обробки)	P_Z	1,0	сталь
		1,0	чавун
	P_Y	1,4 (1,1)	сталь
		1,2 (1,3)	чавун
	P_X	1,6 (1,0)	сталь
		1,25 (1,1)	чавун
Циліндричне фрезерування	P_Z	1,6	сталь
		1,2	чавун
Торцеве фрезерування	P_Z	1,7	сталь
		1,3	чавун
Шліфування	P_Z	1,2	-
Протягування	P_Z	1,5	-

Приклад 4. Визначити необхідну силу затиску валу, який встановлено у трикулачковий патрон при виконанні операції точіння шийки d (рис. 6).

При точінні на заготовку діють складові сили різання P_Z та P_X (сила P_Z намагається повернути деталь відносно її вісі, а сила P_X намагається зсунути деталь відносно кулачків патрона). У даному випадку необхідна сила затиску визначається як сума двох сил:

$$W = W_1 + W_2,$$

де W_1 , W_2 – сили затиску, що визначаються з умов попередження зсуву заготовки відносно кулачків і провертання її навколо власної вісі відповідно.

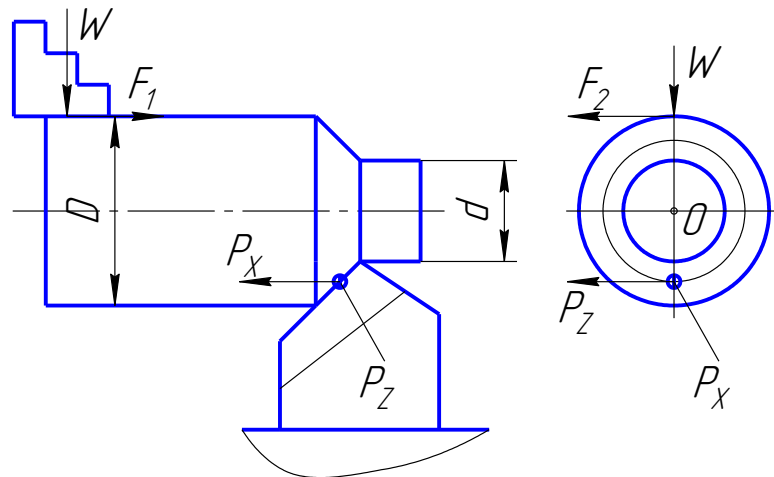


Рисунок 6 – Схема дії сил при точінні валу на поздовжній подачі

Зсуву і провороту деталі протистоять сили тертя, які визначаються як:

$$F_1 = W_1 f;$$

$$F_2 = W_2 f.$$

Складемо рівняння рівноваги деталі:

$$\Sigma F_x = 0;$$

$$\Sigma M_o = 0;$$

$$F_1 - P_x = 0;$$

$$P_z \frac{d + D}{4} - F_2 \frac{D}{2} = 0;$$

$$F_1 = P_x;$$

$$P_z \frac{d + D}{2} = W_2 f D;$$

$$W_1 = \frac{P_x}{f};$$

$$W_2 = \frac{P_z(d + D)}{2fD}.$$

Необхідна сила затиску:

$$W = W_1 + W_2 = \left[\frac{P_z(d + D)}{2fD} + \frac{P_x}{f} \right] K,$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання (табл. 2).

Таблиця 2 – Таблиця значень коефіцієнтів тертя ковзання

Характеристика контакту заготовка – установлювальний елемент	f
Необроблена поверхня деталі – штирі з плоскою головкою, призми	0,18 ... 0,30
Необроблена поверхня деталі – штирі з насічками	0,50 ... 0,70
Оброблена поверхня деталі – пластини	0,10 ... 0,16
Пруток – пелюстка цанги	0,30 ... 0,40
Пруток – кулачок патрона	0,50 ... 0,70

6. Вибір типу затискного пристрою

Затискний пристрій повинен бути механічним. До складу механічних затискних пристроїв можуть входити 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.

7. 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 (рис. 7) або діафрагмові приводи (рис. 8), які доцільно використовувати при невеликому ході штока (до 0,3 діаметра діафрагми).

При необхідності обертання пристрою із заготовкою під час виконання операції використовують поршневі пневмоприводи, які обертаються разом зі шпинделем верстата (рис. 9) або інерційні патрони, в яких для затиску деталі використовуються відцентрові сили (рис. 10).

Для привода гвинтових, кулачкових, та ексцентрикових затискних пристроїв доцільно використовувати лопатеві, неповноповоротні пневматичні приводи (рис. 11).

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 кільце круглого перетину за ГОСТом 18829-73 з маслостійкої гуми.

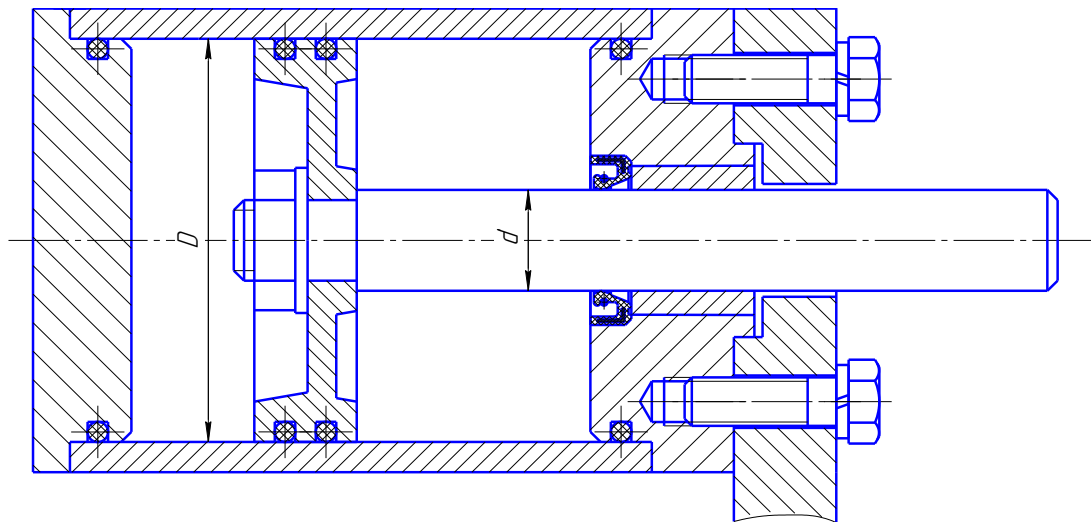


Рисунок 7 – Поршневий пневмопривід двосторонньої дії

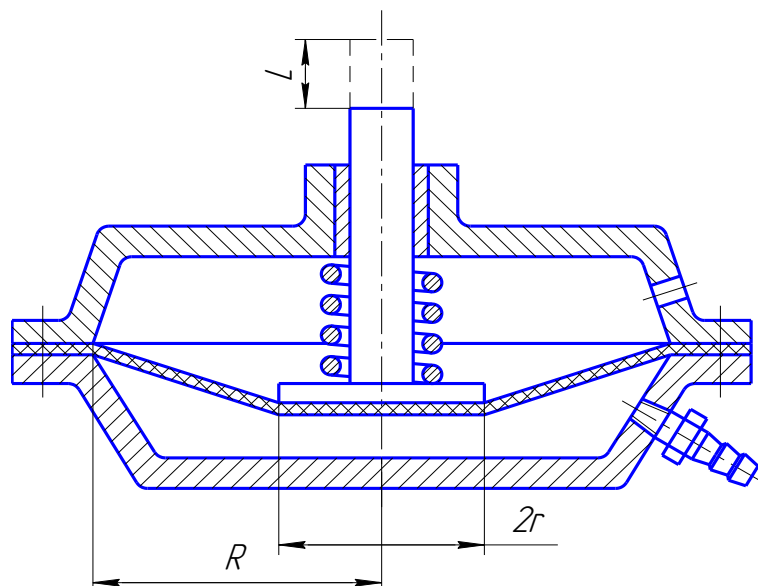


Рисунок 8 – Схема діафрагмового пневмоприводу

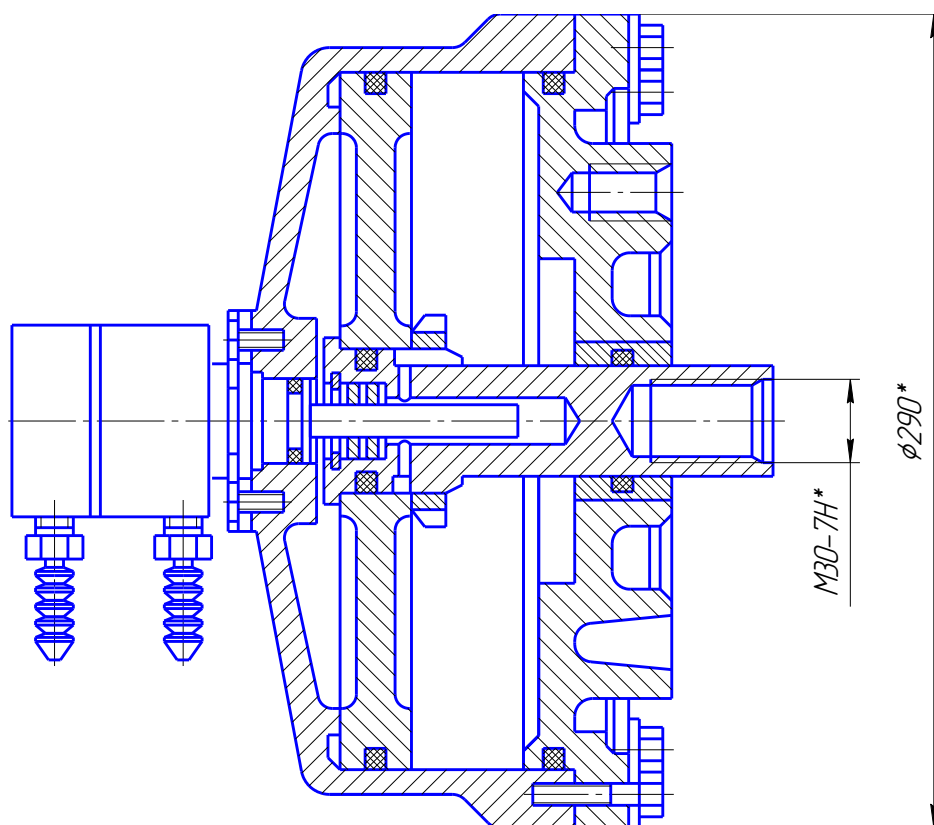


Рисунок 9 – Типова конструкція обертового пневмоциліндра двосторонньої дії

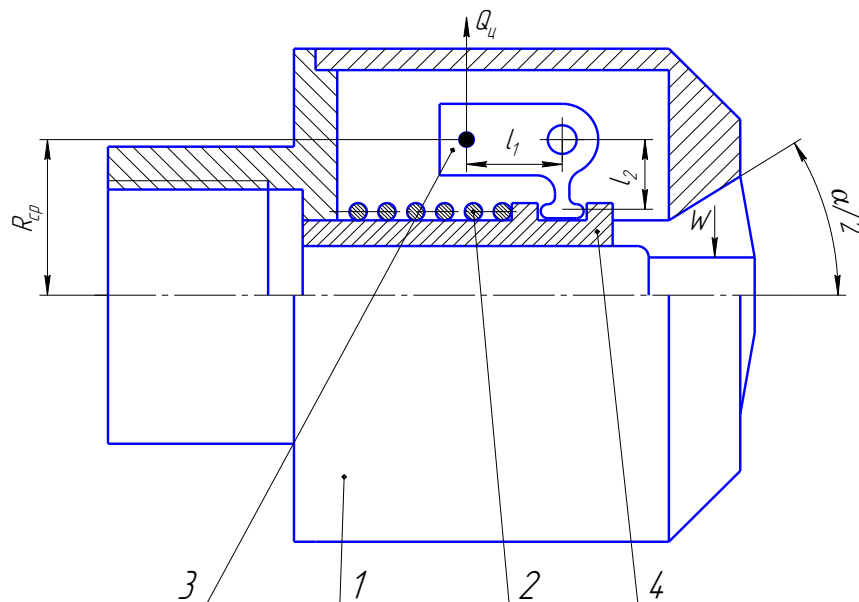


Рисунок 10 – Інерційний цанговий патрон:
1 – корпус; 2 – пружина; 3 – важіль-вантаж; 4 – цанга

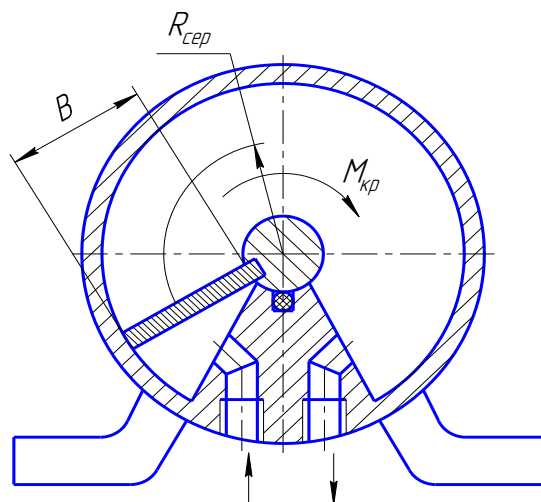


Рисунок 11 – Лопатевий неповноповоротний пневмопривід

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 (0,25-0,3 $D_{\text{ц}}$).

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.

Діаметр діафрагми діафрагмового приводу односторонньої дії визначається з рівняння:

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

де R – радіус діафрагми в світлі;

r – радіус опорної шайби (0,7 R).

Діаметр діафрагми діафрагмового приводу двосторонньої дії визначається з рівняннями:

- затиск відбувається при подачі повітря в безштокову порожнину:

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

- 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:

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

де B – ширина лопаті;

H – висота лопаті;

R_{cp} – середній діаметр лопаті.

При використанні інерційного патрона необхідно визначити частоту його обертання, необхідну для надійного затиску оброблюваної деталі.

Частота обертання інерційного патрона визначається з рівнянь:

$$Q_{\text{ц}} = 0.01 R_{cp} \frac{G}{g} n^2 \cdot m,$$

$$W = (Q_{\text{ц}} \cdot m \frac{l_1}{l_2} - P_{np}) \frac{1}{\operatorname{tg}(\frac{\alpha}{2} + \varphi)},$$

де G – вага вантажу;

m – кількість вантажів;

R_{cp} – середній радіус траєкторії руху вантажу;

n – частота обертання патрона;

$\frac{\alpha}{2}$ – половина кута конуса цанги;

P_{np} – опір зворотної пружини.

Приклад 5. Визначити діаметр пневматичного приводу для схеми, що зображено на рис. 12.

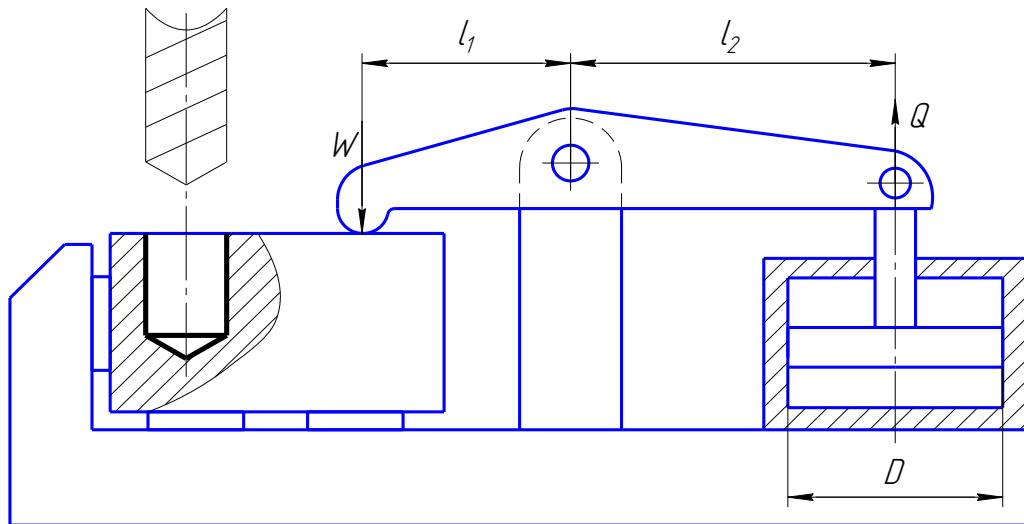


Рисунок 12 – Розрахункова схема, для визначення діаметра пневмопривода затискного пристрою

Розрахувавши необхідну силу затиску W (див. п. 5), необхідно визначити силу на штоці пневмоприводу, Q :

$$Q = W \cdot \frac{l_1}{l_2},$$

де $\frac{l_1}{l_2}$ – передавальне відношення важільного механізму.

Діаметр пневматичного приводу визначаємо за формулою:

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

8. Перевірка слабких ланок пристрою на міцність

До слабких ланок затискного пристрою 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. Міцність важелів перевіряють за напруженням згину, що виникає у найбільш небезпечному перерізі, який ослаблено отвором для вісі.

Приклад 6. Виявити слабку ланку затискного пристрою (рис. 12) і провести її перевірку на міцність. У даному затискному пристрою слабкою ланкою є штифт, який з'єднує шток пневмоприводу та важіль.

Умова міцності штифтового з'єднання на зріз:

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

де P – сила, що діє на штифт (у даному випадку Q);

d – діаметр штифта;

$[\tau]$ – межа міцності на зріз матеріалу, з якого виготовлено штифт (вибирається з довідників).

9. 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:

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

де ε_{δ} – похибка базування деталі;

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

ε_z – похибка закріплення деталі;

$\varepsilon_{вст}$ – похибка встановлення затискного пристрою на столі верстата;

$\varepsilon_{вер}$ – похибка від геометричної неточності верстата (радіальне і торцеве биття шпинделя, непаралельність вісі шпинделя до напрямних станини, неперпендикулярності вісі шпинделя відносно площини стола тощо);

ε_i – похибка встановлення та направлення ріжучого інструмента відносно номінального положення;

$\varepsilon_{зн}$ – похибка, яка виникає внаслідок зношування деталей пристрою, наприклад, його установчих елементів.

Після визначення фактичної похибки базування необхідно перевірити виконання умови:

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

де T_A – допуск отримуваного у пристрої розміру.

Якщо умова виконується, то точність затискного пристрою достатня.

10. Опис будови і роботи затискного пристрою

У цьому розділі необхідно навести детальний опис будови і роботи затискного пристрою. Опис будови потрібно виконувати з посиланням на позиції загального виду, виконаного у графічній частині роботи.

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 поршневу порожнину пневмоциліндра” і т. ін.

Якщо затискний пристрій свердлильний, то в його конструкції необхідні 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.

11. Загальні рекомендації по оформленню 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, неплоскостність опорних поверхонь.

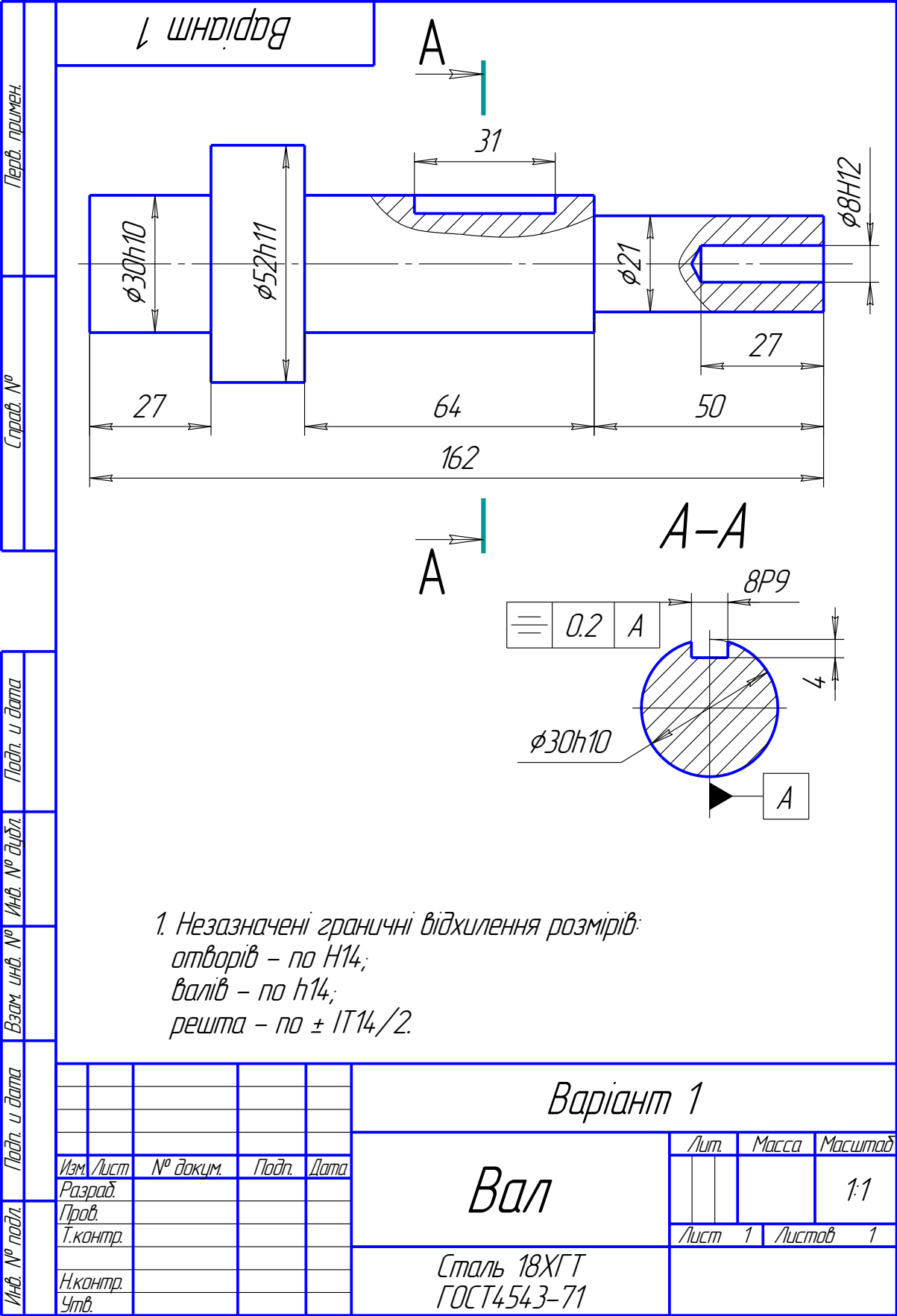
До креслення необхідно прикласти специфікацію, до якої внести усі деталі, крім заготовки, інструмента, щупа, деталей верстата, якщо вони зображені на кресленні (див. додаток В).

Список рекомендованої літератури

1. Проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І.О. Григурко, С.М. Анастасенко, В.Л. Будуров. Проектування технологічної оснастки. – Львів: "Новий Світ-2000", 2021. – 218 с.
2. Гевко Б.М., Дичковський М.Г., Матвійчук А.В. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої: Навчальний посібник. – К.: «Кондор», 2008. – 220 с.
3. Петров, О. В. Технологічна оснастка: Навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
4. Технологічна оснастка: Навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ: ДДМА, 2021. – 108 с.
5. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка: Навчальний посібник. – К.: «Кондор», 2008. – 328 с.
6. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. – К.: «Кондор», 2008. – 726 с.
7. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: Навчальний посібник. – Тернопіль: ТДТУ ім І. Пулюя, 2001. – 277 с.
8. ДСТУ 2232-93. Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення / Держ. стандарт України. – Вид. офіц. – [Чинний від 1994-07-01]. – Київ: Держстандарт України, 1993. – 18 с.
9. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси. Монографія – Кропивницький: Видавництво ТОВ «КОД». 2019. – 384 с.
10. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: Посібник. – Львів: Світ, 2001. – 296 с.

Варіанти завдань до виконання самостійної роботи

№ вар.	Варіант (додаток Б)	Перехід	Верстат
1	Варіант 1	Фрезерувати шпоночний паз	Шпоночно-фрезерний
2	Варіант 2	Фрезерувати площину 1	Вертикально-фрезерний
3	Варіант 3	Розточити отвір Ø26H7	Розточний
4	Варіант 4	Фрезерувати лиски	Горизонтально-фрезерний
5	Варіант 5	Розточити отвір Ø25H7	Розточний
6	Варіант 6	Фрезерувати лиски 10h13	Вертикально-фрезерний
7	Варіант 7	Розточити отвір Ø28H10	Розточний
8	Варіант 8	Свердлити отвір Ø20H12	Вертикально-свердлильний
9	Варіант 9	Свердлити отвори Ø11H11	Вертикально-свердлильний
10	Варіант 10	Фрезерувати площину 1	Вертикально-фрезерний
11	Варіант 11	Свердлити отвори Ø8H12	Вертикально-свердлильний
12	Варіант 12	Свердлити отвір Ø12H12	Вертикально-свердлильний
13	Варіант 6	Довбати зубці шестерні	Зубодовбальний
14	Варіант 3	Фрезерувати площину 1	Вертикально-фрезерний
15	Варіант 4	Розточити отвори Ø20 і Ø30	Токарно-гвинторізний
16	Варіант 1	Свердлити отвір Ø8H12	Вертикально-свердлильний
17	Варіант 8	Фрезерувати паз 24H10	Вертикально-фрезерний
18	Варіант 6	Фрезерувати шпоночний паз	Шпоночно-фрезерний
19	Варіант 2	Свердлити отвір під різь М10	Вертикально-свердлильний
20	Варіант 9	Розточити отвори R29H9	Розточний
21	Варіант 7	Фрезерувати площину 1	Горизонтально-фрезерний
22	Варіант 6	Свердлити отвір Ø5H14	Вертикально-свердлильний
23	Варіант 10	Фрезерувати паз 20H10	Горизонтально-фрезерний
24	Варіант 8	Фрезерувати паз 12H10	Вертикально-фрезерний
25	Варіант 4	Свердлити отвір Ø6H12	Вертикально-свердлильний
26	Варіант 11	Фрезерувати паз 10H11	Вертикально-фрезерний
27	Варіант 8	Точити шийку Ø50h11	Токарно-гвинторізний
28	Варіант 1	Свердлити отвір Ø8H12	Токарно-гвинторізний
29	Варіант 6	Фрезерувати зубці шестерні	Зубофрезерний
30	Варіант 1	Точити шийки Ø30 і Ø52	Токарно-гвинторізний



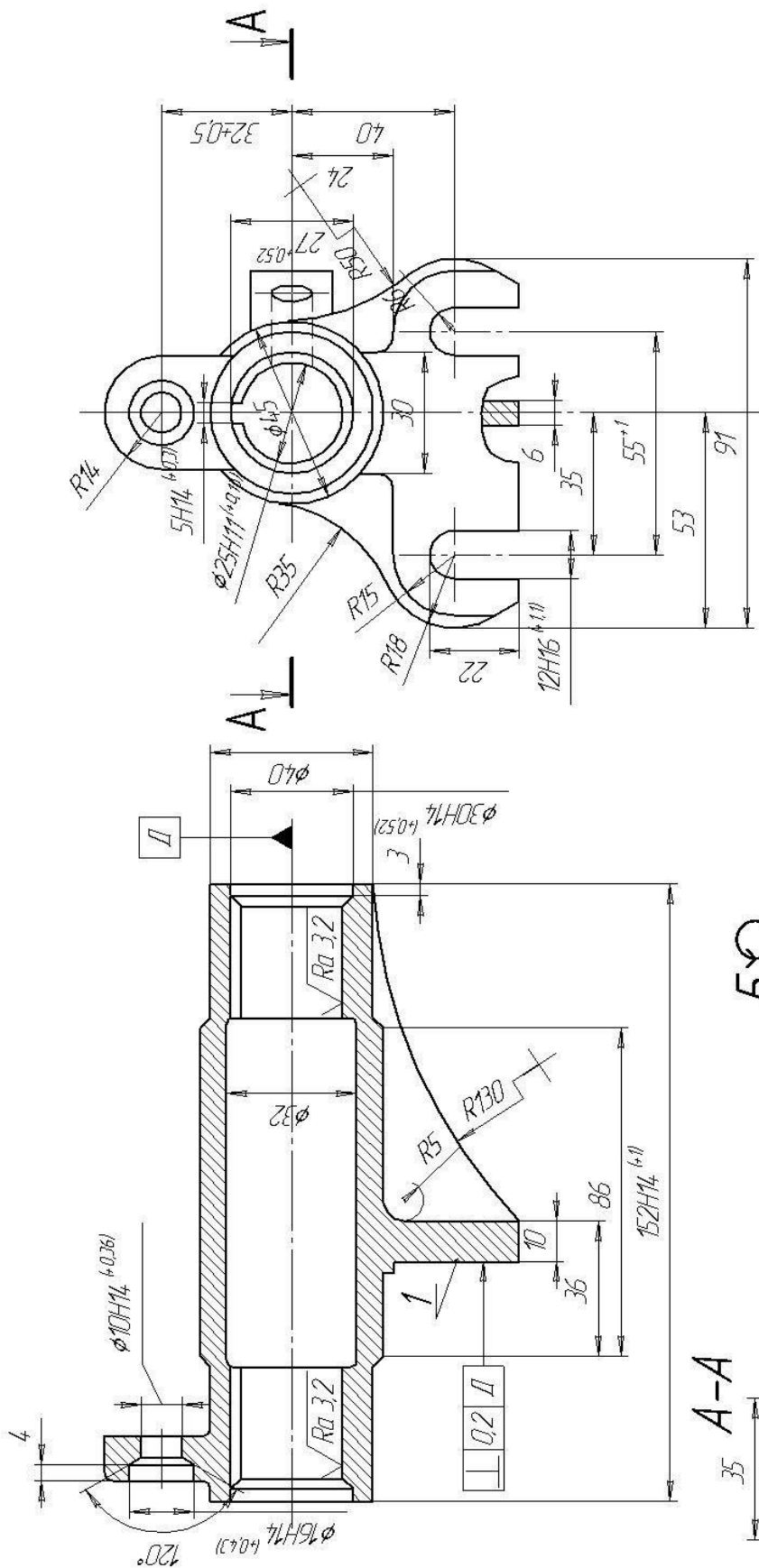
Копировал

Формат А4

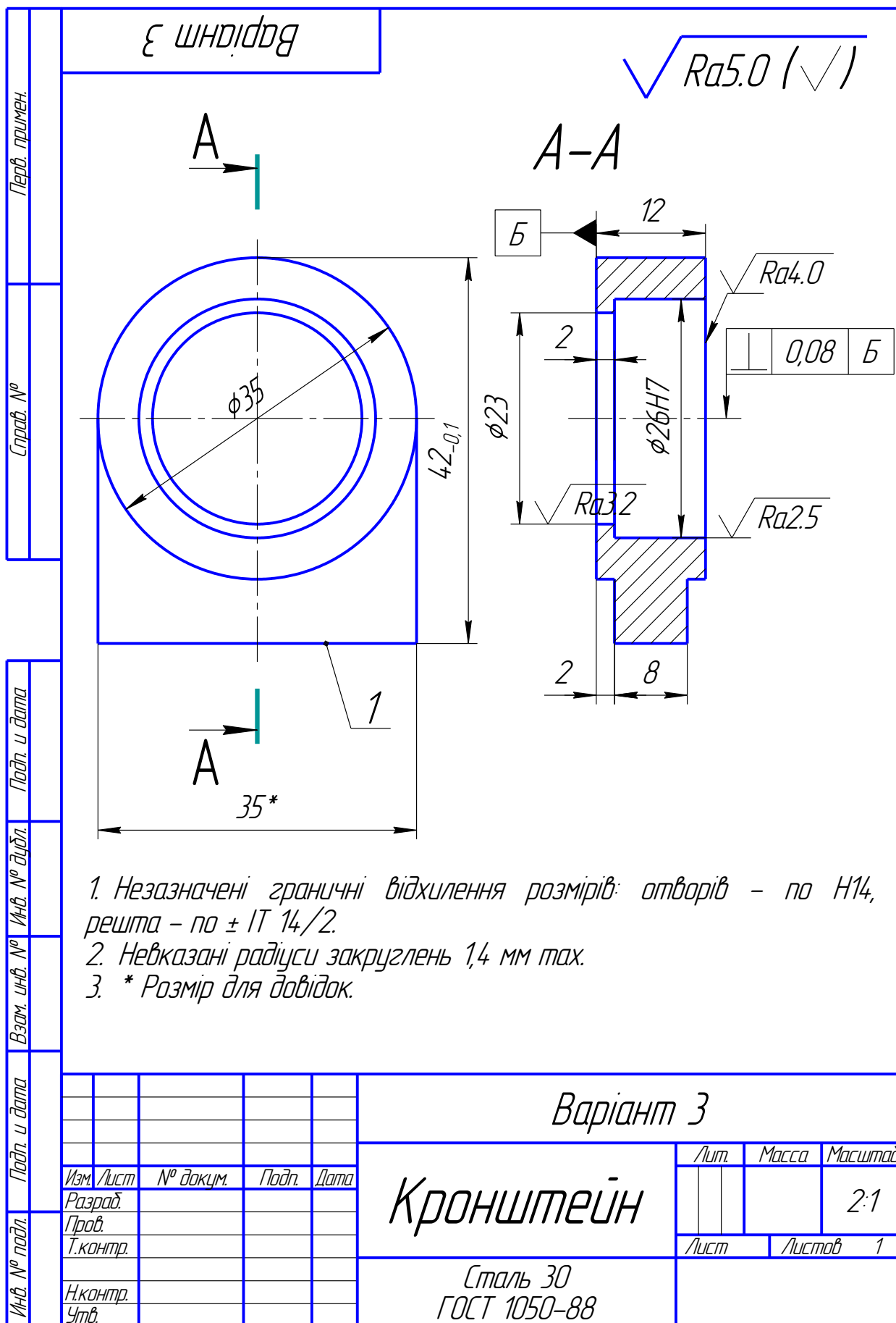
№6 № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дучл.	Подп. инв. дата	Спроб. №	Проб. пучен
------------	--------------	--------------	-----------------	----------	-------------

Вариант 2

✓ Ra6.3 (✓)

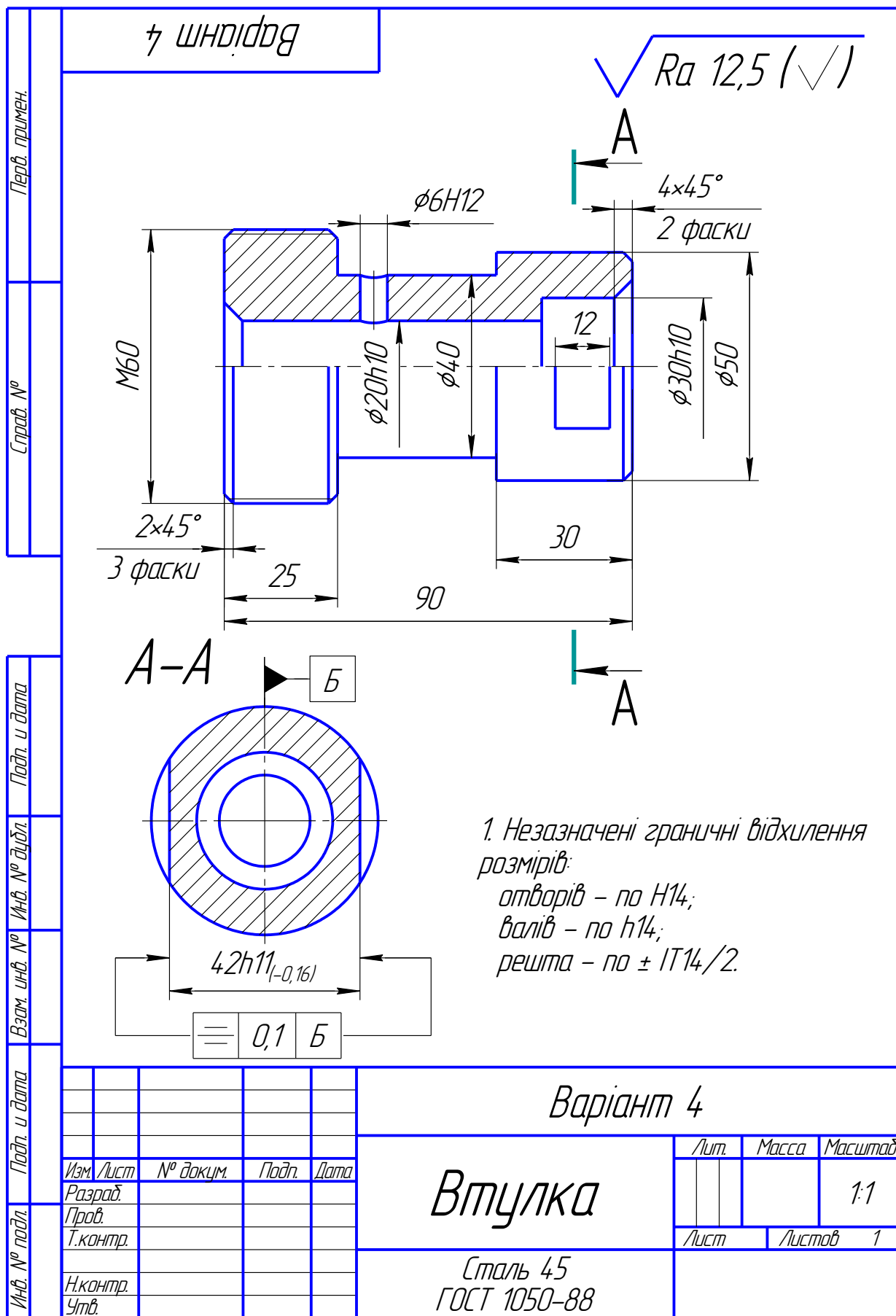


Вариант 2				Подшипник				К433-8-Ф ГОСТ 1215-79				Формат А3			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
1	1	1	1	1	1	0.81	1:1	1	1	1	1	1	1	1	1



Копировал

Формат A4



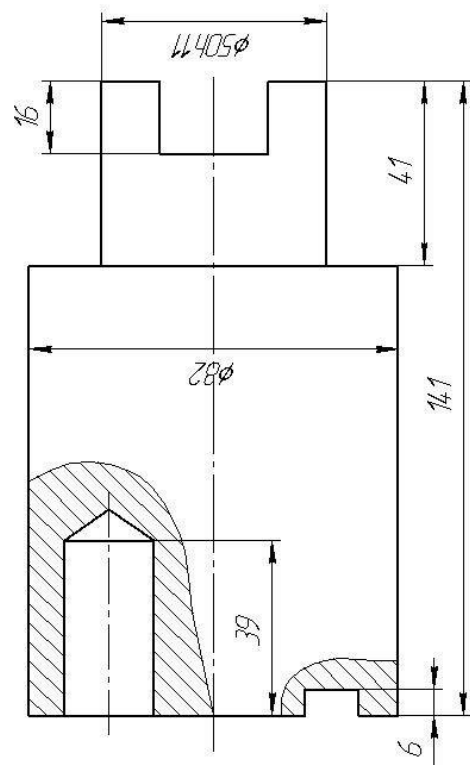
Справ. №		Перв. примен.		Вариант 5		$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$ $\phi 8H9^{(+0,036)}$ 2 отв			
Инв. № подл.		Подп. и дата		Инв. № дудл.					
						27 ^{-0,065} _{-0,275} $\phi 25H7^{(+0,021)}$ $Ra\ 3,2$ $\phi 34$ 6 $16 \times 45^\circ$			
Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дудл.		Подп. и дата	
								Вариант 5	
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб.								Планка	
Пров.								Лист	
Т.контр.								Листов 1	
Н.контр.								Сталь 45	
Утв.								ГОСТ 1050-88	
								Копировал	
								Формат А4	

35

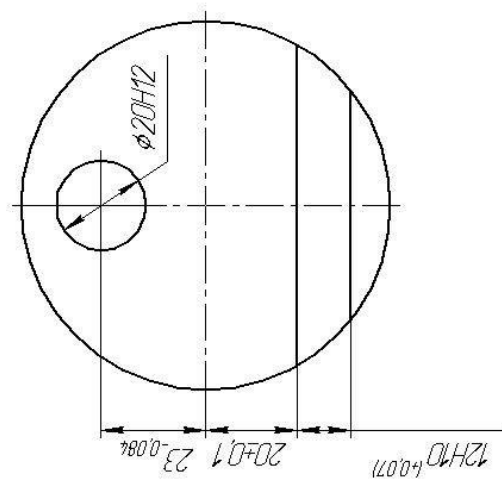
Варіант 7					✓ Ra12.5 (✓)					
					0.15 B 0.1 A Ra3.2 φ28h10_{-0.084} 18 A B					
Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Варіант 7					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кронштейн	Лит.	Масса	Масштаб	
	Разраб.								1:1	
	Пров.									
	Т.контр.						Лист	1	Листов	1
	Н.контр.									
	Утв.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88				
Копировал						Формат A4				

№д № подл	Подп у дата	Взам. инв. №	№д № дил	Подп у дата	Спроб. №	Лист. примен
-----------	-------------	--------------	----------	-------------	----------	--------------

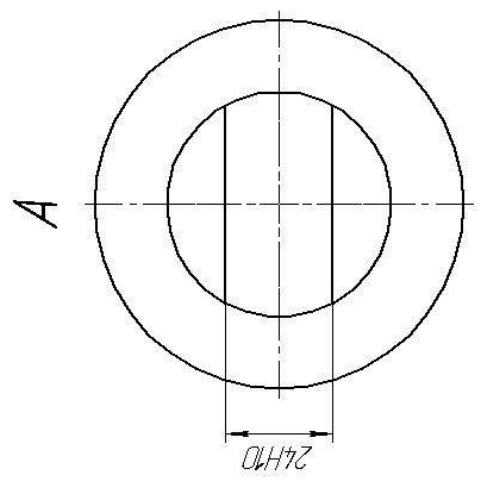
Варіант 8



A



✓ Ra6,3 (✓)



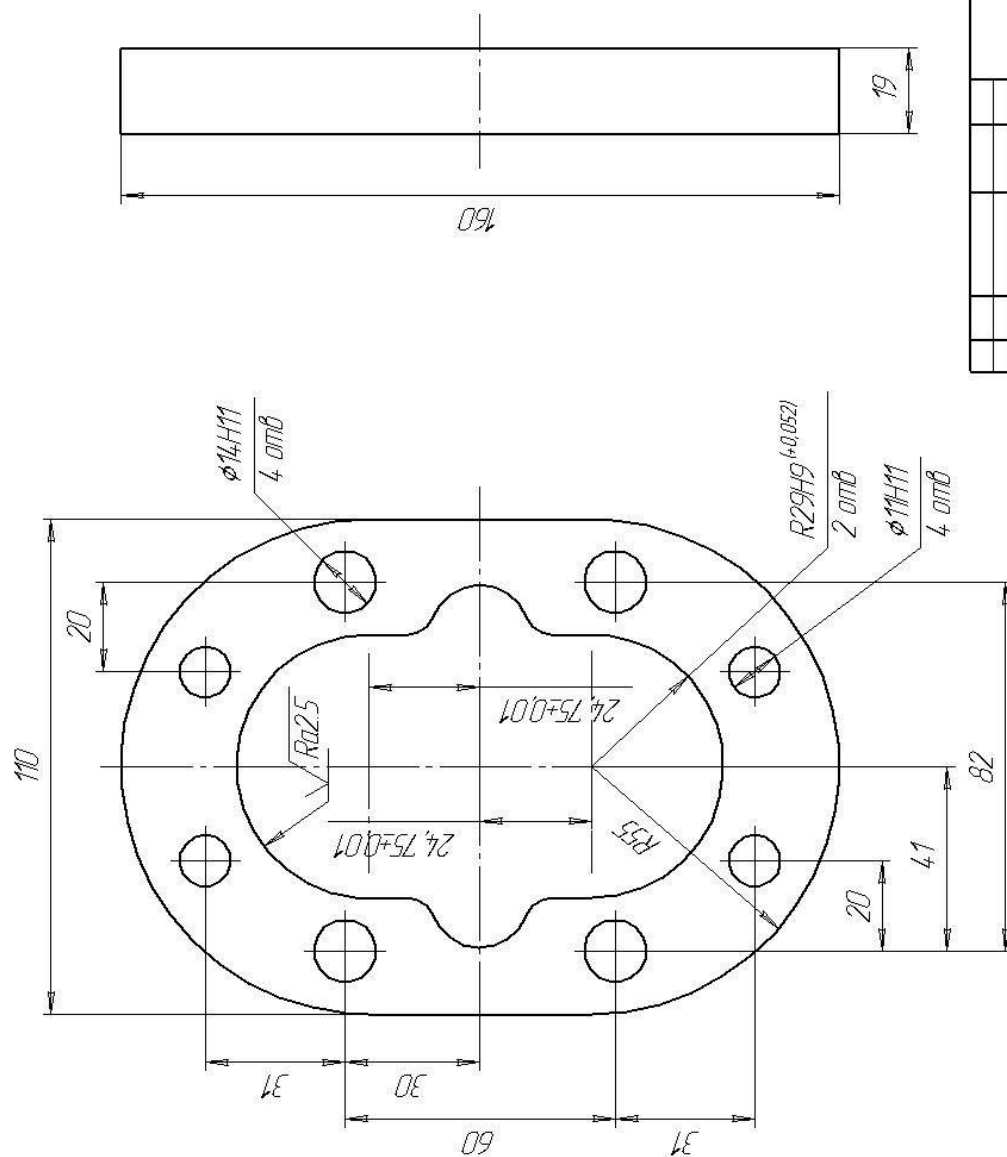
A

1 Незазначені граничні відхилення розмірів:
отворів – по H14;
валів – по h14;
решта – по $\pm IT14/2$

Варіант 8									
Палець									
Мат. Мет.	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб	Лист	Листов	1
Розроб.						1:1			
Проф.									
Т. констр.									
Н. констр.									
Утв.									
Сталь 30									
ГОСТ 1050-88									
Копіювати									
Формат А3									

Вариант 9

$\sqrt{Ra_{6.3}}$



Вариант 9

Корпус

945
1001 1412-85

කටහඬුපොරොත්තු

φορματ Α3

[illegible]

№№ № подл.	Подп. у дана	Врст изд. №	№№ № изд.	№№ № подл.	№№ № подл.
№№ № подл.	Подп. у дана	Врст изд. №	№№ № изд.	№№ № подл.	№№ № подл.

Перв. примен.	Вариант 10				$\sqrt{Ra\ 6.3\ (\checkmark)}$																																
Справ. №																																					
Подп. и дата																																					
Инв. №																																					
Взам. инв. №																																					
Подп. и дата																																					
Инв. № подл.																																					
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.					Пров.					Т.контр.					Н.контр.					Утв.							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																	
Разраб.																																					
Пров.																																					
Т.контр.																																					
Н.контр.																																					
Утв.																																					
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Вариант 10</td> </tr> <tr> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>Лист 1</td> <td>Листов 1</td> <td></td> </tr> </table>					Вариант 10			Лит.	Масса	Масштаб			1:1	Лист 1	Листов 1																						
Вариант 10																																					
Лит.	Масса	Масштаб																																			
		1:1																																			
Лист 1	Листов 1																																				
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Брус</td> </tr> <tr> <td colspan="3">СЧ15</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ГОСТ 14 12-85</td> </tr> </table>					Брус			СЧ15			ГОСТ 14 12-85																										
Брус																																					
СЧ15																																					
ГОСТ 14 12-85																																					
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Копировал</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Формат А4</td> </tr> </table>					Копировал			Формат А4																													
Копировал																																					
Формат А4																																					

ИНВ. № подл.

1

40

Приклад оформлення специфікації

[illegible]

Державні стандарти на затискні пристрої та їх елементи

Найменування стандарту	№ стандарту
Кондукторы скальчатые. Конструкция и основные размеры.	ДСТУ ГОСТ 16888:2008
Тиски станочные винтовые самоцентрирующие. Конструкция и основные размеры.	ДСТУ ГОСТ 21167:2008
Тиски станочные с ручным и механизированным приводами. Общие технические условия.	ГОСТ 16518-87
Патроны четырёхкулачковые с независимым перемещением кулачков. Основные и присоединительные размеры.	ДСТУ ГОСТ 3890:2008
Патроны самоцентрирующие трёхкулачковые.	ДСТУ ГОСТ 2675:2008
Патроны поводковые. Конструкция и размеры.	ДСТУ ГОСТ 13334:2008
Патроны самоцентрирующие двухкулачковые. Основные размеры.	ДСТУ ГОСТ 14903:2008
Патроны токарные самоцентрирующие трёх- и двухкулачковые клиновые и рычажно-клиновые. Основные размеры.	ДСТУ ГОСТ 24351:2008
Столы поворотные круглые с ручным и механизированным приводами. Основные размеры.	ДСТУ ГОСТ 16936:2008
Стойки делительные одноопорные. Основные размеры.	ДСТУ ГОСТ 16203:2008
Опоры постоянные с плоской головкой для станочных приспособлений. Конструкции.	ДСТУ ГОСТ 13440:2008
Опоры постоянные со сферичной головкой для станочных приспособлений. Конструкции.	ДСТУ ГОСТ 13441:2008
Опоры постоянные с насеченной головкой для станочных приспособлений. Конструкции.	ДСТУ ГОСТ 13442:2008
Пластины опорные для станочных приспособлений. Конструкции.	ДСТУ ГОСТ 4743:2008
Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкции.	ДСТУ ГОСТ 12195:2008
Приспособления станочные. Пальцы установочные цилиндрические постоянные. Конструкции.	ДСТУ ГОСТ 12209:2008
Приспособления станочные. Пальцы установочные срезанные постоянные. Конструкции.	ДСТУ ГОСТ 12210:2008

