

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



В.І. Холоша, В.В. Проців, О.О. Богданов

Технологічна оснастка

Навчальний посібник

Дніпропетровськ
НГУ
2016

УДК 621.9.06 (075.8)
ББК 34.5-5
Х17

Рекомендовано вченою радою як навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» (протокол № 3 від 11.03.2016).

Рецензенти:

В.І. Самуся – д-р техн. наук, проф. (Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», завідувач кафедри гірничої механіки);

І.В. Добров – д-р техн. наук, проф. (Державний вищий навчальний заклад «Національна металургійна академія України, завідувач кафедри прикладної механіки).

Холоша В.І.

Х17 Технологічна оснастка: навч. посіб. / В.І. Холоша, В.В. Проців, О.О. Богданов ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпропетровськ : НГУ, 2016. – 133 с.

ISBN 978-966-350-584-8

Зміст видання відповідає освітньо-професійній програмі підготовки бакалаврів і магістрів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування», а також програмі дисципліни «Технологічна оснастка».

Розглянуто загальні питання побудови оснащення та наведено головні схеми, формули й алгоритми розрахунку точності обробки деталі (відповідно до обраної схеми базування), а також методики визначення сили затискування, подано опис конструкції затискних механізмів і механізованих приводів верстатних пристроїв.

Сформульовано навчальні цілі змістових модулів, виконання яких сприяє формуванню навичок та вмінь бакалавра з інженерної механіки і технологій машинобудування.

УДК 621.9.06 (075.8)
ББК 34.5-5

ISBN 978-966-350-584-8

© В.І. Холоша, В.В. Проців, О.О. Богданов, 2016
© Державний ВНЗ «НГУ», 2016

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	5
2. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ	6
3. ПОСЛІДОВНІСТЬ РОБОТИ НАД КОНСТРУКЦІЄЮ ПРИСТРОЮ.....	8
4. БАЗУВАННЯ ЗАГОТІВОК У ВЕРСТАТНОМУ ПРИСТРОЇ	9
5. РОЗРАХУНОК ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ	12
6. РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАТИСКУВАННЯ В ПРИСТРОЇ	15
7. РОЗРАХУНОК ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ НА МІЦНІСТЬ	18
7.1. Розрахунок осі на міцність	18
7.2. Розрахунок на міцність пари нарізі.....	19
7.3. Міцнісний розрахунок прихоплювача на зрізування.....	20
8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ПРИСТРОЮ	21
9. ВИМОГИ ДО ЗАГАЛЬНОГО ВИГЛЯДУ Й ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКА ПРИСТРОЮ ..	22
ЛІТЕРАТУРА	24
ДОДАТОК А. ОПОРИ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ	25
ДОДАТОК Б. ЗАТИСКНІ МЕХАНІЗМИ ТА МЕХАНІЗОВАНІ ПРИВОДИ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ	36
ДОДАТОК В. ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТОКАРНИХ І КРУГЛОШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ	45
ДОДАТОК Г. ПРИСТРОЇ ДЛЯ СВЕРДЛУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ	65
ДОДАТОК Д. ПРИСТРОЇ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ.....	76
ДОДАТОК Е. ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ ІЗ ЧПК	90
ДОДАТОК Ж. ПРИСТРОЇ ДЛЯ КАРУСЕЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ	102
ДОДАТОК И. РОЗРАХУНОК СИЛИ ЗАТИСКУВАННЯ У ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЯХ	103
ДОДАТОК К. ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ	108
ДОДАТОК Л. ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ БАЗУВАННЯ ЗАГОТІВОК НА ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЯХ.....	115
ДОДАТОК М. ПОХИБКИ ЗАКРІПЛЕННЯ	118
ДОДАТОК Н. ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗНОШЕННЯ УСТАНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ..	122
ДОДАТОК П. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗАПАСУ СИЛИ ЗАТИСКАННЯ ЗАГОТІВКИ.....	123
ДОДАТОК Р. ВИМОГИ ДО ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ.....	125
ДОДАТОК С. КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ.....	131
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	132

ВСТУП

У сучасному потоково-масовому виробництві технічних об'єктів витрати на виготовлення й експлуатацію технологічної оснастки сягають до 20 % собівартості продукції.

Підвищення ефективності роботи металообробних верстатів значною мірою залежить від технічного рівня їхнього оснащення. Чим цей рівень вищий, тим точніша й продуктивніша обробка заготовок, що сприяє скороченню часу виготовлення кожної деталі.

У загальному парку технологічної оснастки найбільша частка припадає на затискні пристрої, за допомогою яких здійснюють базування й закріплення заготовок, що підлягають обробці на металорізальних верстатах.

Збільшення обсягу випуску й асортименту пристроїв, суттєво впливає на їхню вартість і строки підготовки до початку виробничого циклу, у цих умовах особливої ваги набуває їх раціональне конструювання з огляду на економічні показники розробок та зниження їх металомісткості.

Як правило, кожна конструкторська задача дає можливість прийняття кількох технічних рішень. Використовуючи теоретичні знання і практичний досвід, конструктор має вибрати з багатьох можливих варіантів найкращий.

Метою цього навчального посібника є вивчення, закріплення та практичне засвоєння матеріалу дисципліни «Технологічна оснастка» шляхом виконання розрахунково-графічної роботи і дипломного проекту.

При конструюванні верстатних пристроїв студенти повинні набути відповідних знань та вмінь, а саме:

- оволодіти методикою проектування верстатного оснащення технологічних операцій;
- знати найбільш поширені конструкції верстатних пристроїв, їх складові, визначати технічні вимоги до них;
- працювати з нормативно-технічними документами, з типовими конструкторськими рішеннями у проектуванні верстатних пристроїв;
- розраховувати економічну ефективність упровадження верстатного пристрою;
- знати основи технологічного базування деталей в оснащенні верстатів та підходи до його правильного вибору;
- уміти розраховувати похибки встановлення деталей;
- оволодіти методикою розрахунку зусилля затискування;
- використовувати електронно-обчислювальні прилади при виконанні розрахунків та аналізі їх результатів, а також для оформлення текстових і графічних документів.

У тексті посібника та в його додатках подано типові схеми базування деталей безпосередньо на верстатних пристроях і на палетах, схеми кріплення деталей та розрахунки зусиль затискування для визначення технічних вимог до верстатних пристроїв.

Посібник може бути використано під час практичних занять з дисципліни «Технологічна оснастка».

Автори висловлюють подяку старшому викладачеві кафедри технології гірничого машинобудування Пінковському Станіславу Глібовичу за допомогу у впорядкуванні додатків до навчального посібника.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета розділу – ознайомити студента з основними видами технологічної оснастки, принципами створення та функціонування верстатних пристроїв.

Основну групу технологічної оснастки формують пристосування для механоскладального виробництва. Пристосуваннями в машинобудуванні називають допоміжні пристрої до технологічного обладнання, за допомогою яких виконують операції обробки деталей, їх складання й контролю.

Застосування пристроїв створює ряд безперечних переваг, а саме:

– можливість уникнення розмітки заготовок перед їх обробкою, підвищення її точності;

– підвищення продуктивності праці при виконанні операції;

– зниження собівартості продукції;

– поліпшення умов праці й підвищення її безпеки;

– розширення технологічних можливостей устаткування;

– можливість одночасного обслуговування кількох верстатів;

– застосування технічно обґрунтованих норм часу й скорочення кількості задіяних у випуску продукції робітників.

Необхідність у періодичній заміні об'єктів виробництва можна пояснити наростанням темпів технічного прогресу, а це потребує конструювання нових пристроїв, розробки методів розрахунку їхніх параметрів, проектування технологічної оснастки, налагодження випуску нових виробів, що має забезпечити неухильне скорочення строків підготовки виробництва.

У загальній кількості витрат на введення в дію устаткування, яке забезпечує процес обробки деталей, від 15 до 20 % припадає на ті, що являють собою засоби технологічної оснастки. Вони становлять 10 – 24 % від вартості машини. Зокрема, виготовлення верстатних пристроїв належить до найбільш вартісних і трудомістких процесів порівняно з освоєнням інших типів технологічної оснастки.

В основу класифікації цих пристроїв покладено такі ознаки:

1) за цільовим призначенням виділяють п'ять груп подібних об'єктів, а саме:

– пристрої для встановлення й кріплення оброблюваних заготовок на верстатах; залежно від виду обробки серед них розрізняють токарні, фрезерні, свердлувальні, розточувальні, шліфувальні й ін.;

– пристрої для кріплення різальних інструментів; вони мають у своєму складі найбільше нормалізованих деталей і конструкцій, що пояснюється високим ступенем стандартизації цього типу інструментів;

– складальні пристрої, які використовують при виконанні однойменних операцій, вони мають забезпечити високу точність складання і передачу великих зусиль;

– контрольно-вимірвальні, які мають на меті перевірку якості заготовок, проміжний та остаточний контроль обробки деталей, а також перевірку складальних вузлів і машин;

– пристрої для захоплення та переміщення оброблюваних заготовок, а також окремих деталей і вузлів при складанні;

2) за ступенем спеціалізації ці технічні об'єкти поділяють на універсальні, спеціалізовані та спеціальні, вони мають такі ознаки:

– універсальні пристрої (УП) забезпечують розширення технологічних можливостей металорізальних верстатів; до них відносять, зокрема, універсальні, поворотні, ділильні столи; самоцентрувальні патрони та інше;

– універсальні безналагоджувальні пристрої (УБП) застосовуються для базування й закріплення однотипних заготовок в умовах одиничного й дрібносерійного виробництва; цей тип зосереджує в собі універсальні патрони з нерознімними кулачками, універсальні фрезерні й слюсарні лещата;

– універсально-налагоджувальні пристрої (УНП) використовують для базування й закріплення заготовок в умовах багатоменклатурного виробництва; це універсальні патрони зі змінними кулачками, універсальні лещата, скалкові кондуктори;

– спеціалізовані безналагоджувальні пристрої (СБП) використовують для базування й закріплення заготовок схожої конструкції, що підлягають одному типу обробки; серед них – установки для обробки шпонкових валів, втулок, фланців, дисків, корпусних деталей та ін.;

– спеціалізовані налагоджувальні пристрої (СНП) підходять для базування й закріплення заготовок, близьких за конструктивно-технологічними ознаками, а їх обробка передбачає виконання однотипних операцій і спеціального налагодження;

– універсально-складальні пристрої (УСП) задіяні в операціях базування та закріплення окремих деталей; причому в комплекті УСП складають спеціальне пристосування, яке потім розбирають, а його елементи багаторазово використовують при складанні інших пристроїв;

– спеціальні пристрої (СП) беруть участь у виконанні певної операції та в обробці конкретної деталі, їх називають одноцільовими, а застосовують у багатосерійному і масовому виробництвах;

3) за функціональним призначенням елементів пристрої поділяють на встановлювальні, затискні, силові приводи з елементами для спрямування різального інструменту, допоміжні механізми, а також з наявністю допоміжних і кріпильних деталей (рукояток, сухарів, шпонок), що з'єднують корпусні деталі.

4) за ступенем механізації та автоматизації пристрої бувають ручні, механізовані, напівавтоматичні й автоматичні.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть основні переваги застосування верстатних пристроїв.
2. Подайте класифікацію верстатних пристроїв за цільовим призначенням та ступенем спеціалізації.
3. Подайте класифікацію верстатних пристроїв за функціональним призначенням і ступенем механізації й автоматизації.

2. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

Мета розділу – ознайомити студентів з основними вимогами до будови й властивостей верстатних пристроїв та розрахунком економічного обґрунтування їх розробки й виготовлення.

Верстатний пристрій (ВП) застосовується для розміщення деталі на столі верстата й надання їй однозначного положення відносно системи координат або виконавчих органів останнього. При цьому, зазвичай, використовується схема повного базування деталі в пристрої та самого пристрою або палети на його столі.

Конструкція ВП має передбачати надійне закріплення заготовки, його достатню жорсткість та вібровитривалість в екстремальних умовах механічної обробки, мінімальні витрати часу на встановлення та зняття деталі. Ефективність використання верстатного пристрою за обов'язкового виконання технічних умов залежить від технологічності конструкції, оптимального співвідношення між експлуатаційними і ремонтними витратами.

Кожен верстатний пристрій повинен відповідати таким технічним вимогам:

– мати підвищену розмірну жорсткість, забезпечувати мінімальність похибок базування і закріплення деталі та самого пристрою на верстаті;

- володіти підвищеною точністю обробки за умови повного використання потужності верстата на чорнових операціях;
 - створювати можливість повного базування деталі;
 - здійснювати концентрацію технологічних переходів механічної обробки завдяки можливості підведення різального інструмента до всіх поверхонь без перебазування деталі;
 - мінімальність допоміжного часу, передбаченого на встановлення, закріплення та зняття деталі;
 - можливість зміни заготовки поза робочою зоною верстата;
 - мінімальність витрати часу на встановлення, вивіряння та закріплення цього пристрою на столі верстата;
 - мінімальність витрат часу, передбаченого на переналагодження в разі необхідності обробки деталі іншого типорозміру;
 - відповідність умовам безпечної експлуатації.
- Загальні вимоги до безпечності роботи верстатних пристроїв такі:
- зовнішні елементи конструкції ВП мають бути позбавлені гострих країв, виступних кутів та ін.; при цьому радіуси закруглень і висота фасок повинні становити не менше 1 мм;
 - конструктивні елементи ВП, які виходять за габарити стола, не повинні заважати роботі верстата або керуванню ним;
 - засоби з'єднання ВП з верстатом і змінними елементами повинні виключити можливість ослаблення кріплення під час експлуатації;
 - конструкція ВП має забезпечувати вільне або примусове виведення з нього мастильно-охолоджувальної рідини і стружки;
 - при ймовірності виникнення в зоні механічної обробки шкідливих аерозолів або газів, необхідно оснастити робоче місце системою примусового відведення та нейтралізації шкідливих речовин згідно з ДСТУ 12.1.005-76;
 - якщо заготовка розміщується в пристрої за допомогою навантажувального механізму (коли її маса перевищує 12 кг), то компонування його конструктивних елементів має створювати можливість вільного монтування захопних засобів згаданого механізму;
 - верстатні пристрої масою понад 16 кг повинні мати конструктивні елементи (постійні або знімні), які дозволяють використовувати навантажувальні механізми при їхньому встановленні на стіл верстата;
 - максимальний гарантований зазор між заготовкою і затискними елементами механізованого приводу не повинен перевищувати 5 мм;
 - конструкція верстатного пристрою має забезпечувати якісне змащування всіх поверхонь тертя.

Проектування верстатного пристрою прийнято виконувати в певному порядку.

Як правило, завдання на розрахунково-графічну роботу або дипломний проект передбачає проектування верстатного пристрою для виконання однієї з операцій технологічного процесу, що розробляють у таких роботах. При цьому беруть до уваги те, що верстатні пристрої розширюють технологічні можливості металорізального обладнання, підвищують продуктивність обробки заготовок, поліпшують умови праці робітників та культуру виробництва. Вибір пристрою залежить від типу виробництва та від багатьох інших факторів. У цьому виборі, насамперед, виходять із міркувань підвищення продуктивності праці й точності обробки, а також можливості уникнути розмічання заготовки та пов'язаного з ним вивіряння деталі перед встановленням.

Розпочинаючи проектування верстатного пристрою, необхідно розробити принципову схему базування й кріплення заготовки.

Для роботи над проектом верстатного пристрою належить скористатися такими матеріалами та умовами:

- основний конструкторський документ на деталь (робоче креслення) і на відповідну їй заготовку;

– технологічні документи на виконання попередньої операції та операції, для якої проектується пристрій;
– річна програма випуску деталей;
– альбом типових конструкцій верстатних пристроїв;
– паспортні дані металорізальних верстатів;
– можливість обробки деталі за допомогою пристрою, розрахованого на одне робоче місце.

Виконати виробничу програму можливо за умови, якщо час на операцію обробки однієї деталі у зазначеному вище пристрої не перевищує загальний час на виготовлення цієї деталі, тобто так званий штучний час стосовно такої операції менший або дорівнює такту випуску деталей. Цей параметр розраховують за такою формулою:

$$T_{\text{шт}} \leq \frac{60F_D n}{N},$$

де F_D – дійсний річний фонд часу при однозмінній роботі, год; n – кількість робочих змін, шт.; N – виробнича програма, шт.

Якщо час, потрібний на операцію обробки однієї деталі, перевищує такт випуску, то необхідно проектувати багатомісний пристрій. Кількість місць у пристрої визначається відношенням часу, потрібного на операцію для обробки однієї деталі, до величини такту випуску. Отриману величину округляють до найближчого більшого цілого значення.

Питання для самоконтролю

1. Перелічіть основні технічні вимоги до верстатних пристроїв.
2. Які загальні вимоги безпеки висувають до експлуатації верстатних пристроїв?
3. Якого порядку належить дотримуватись, проектуючи верстатний пристрій.
4. Назвіть основні вихідні дані для проектування верстатного пристрою.

3. ПОСЛІДОВНІСТЬ РОБОТИ НАД КОНСТРУКЦІЄЮ ПРИСТРОЮ

Мета розділу – ознайомити студентів з основними етапами проектування верстатного пристрою залежно від його подальшого використання.

Роботу над конструкцією пристрою виконують у такій послідовності:

1) Перш за все слід визначити особливості обробки при виконанні зазначеної операції, враховуючи такі чинники:

- тип виробництва;
- вибрана модель верстата;
- розташування деталі під час обробки;
- напрямки руху інструмента і заготівки.

2) Аналізують модель верстата, визначаючи, у якій площині розмістити пристрій, як розташовувати й закріплювати його корпус на столі верстата, де встановлюють розмір пазів та відстань між ними, скориставшись даними в паспорті на верстат.

3) З урахуванням конструкції деталі визначають набір установних або опорних елементів та їх взаємне розташування (додаток А).

4) Затискний механізм розташовують так, щоб не деформувати установні елементи й забезпечити їм вільний рух.

5) Визначають місце монтування механізованого приводу та розраховують необхідну кількість приводів.

6) Підбирають корпус пристрою, за потреби передбачивши в ньому ребра жорсткості, допоміжні елементи (підставки, стояки).

7) Розглядають необхідність використання напрямних елементів.

У процесі проектування рекомендовано використовувати базу конструкцій пристроїв для обробки різних деталей шляхом виконання багатьох операцій (додатки Б, В, Г, Д, И, Ж).

Ретельно проаналізувавши будову пристрою, можна підібрати для свого варіанта окремі вузли або навіть усю конструкцію, змінивши тільки встановлені елементи.

При цьому, якщо це можливо, бажано скористатись стандартними уніфікованими елементами пристроїв, що створює можливість їх швидкого переналагодження на обробку деталей різного типу. У конструкції пристрою також необхідно передбачити можливість мінімізації допоміжного часу на встановлення, вивіряння й затискування заготовки, гарантуючи при цьому точність її обробки.

8) Визначають принцип дії пристрою шляхом технічно грамотного й послідовного опису роботи затискного пристрою, а саме:

- для обробки якої деталі та виконання якої операції його сконструйовано;
- пояснюють спосіб базування на ньому заготовки;
- який елемент безпосередньо передає зусилля затискання на заготовку;
- простежують процес роботи затискного механізму, зокрема куди подається стиснуте повітря (робоча рідина) в приводі, що при цьому відбувається до настання моменту затискання, яким чином виконують розкріплення деталі.

Принцип дії пристрою зазвичай описують стисло, конкретно, посилаючись на номер вузла або деталі в ескізі пристрою.

Питання для самоконтролю

1. Наведіть послідовність дій при конструюванні верстатного пристрою.
2. Які основні етапи конструювання затискного пристрою?

4. БАЗУВАННЯ ЗАГОТІВОК У ВЕРСТАТНОМУ ПРИСТРОЇ

Мета розділу – ознайомити студента з основними способами базування деталей різної форми у верстатних пристроях.

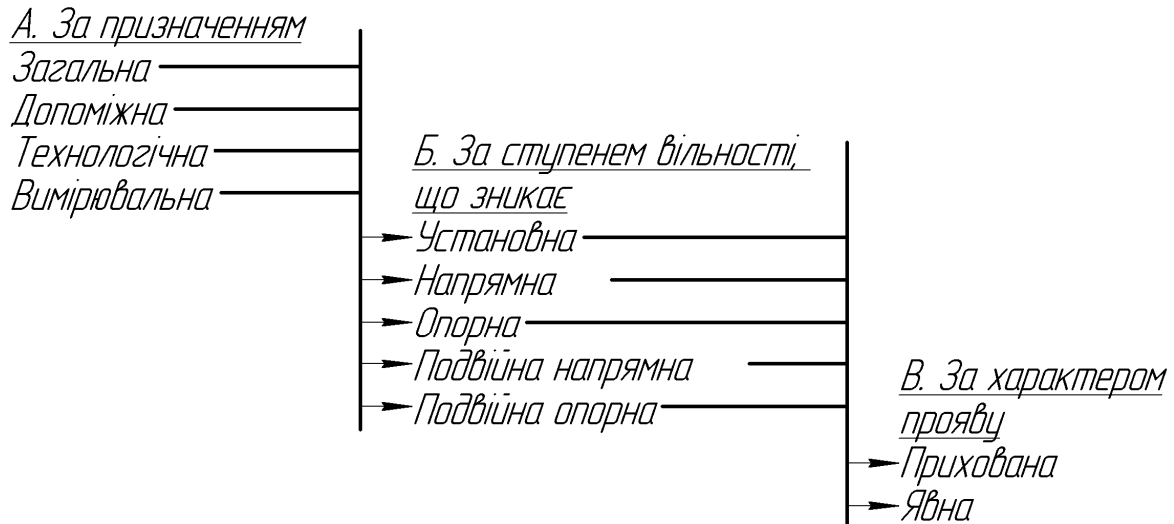
У процесі виготовлення машин неминуче виникає потреба з'єднати з необхідною точністю дві або більше деталей. Це передбачено при виконанні операцій складання й регулювання машин та механізмів, обробки деталей на різних технологічних системах, коли деталь необхідно встановити й закріпити із заданою точністю на столі верстата або в пристрої.

Положення оброблюваної деталі в технологічній системі або відносне положення з'єднаних деталей під час складальних операцій визначається шістьма координатами (вони позбавляють заготовку або деталь шести ступенів вільності), або шістьма опорними точками. Положення заготовки відносно пристрою визначають за допомогою комплекту баз. Базою називають належні заготівці об'єкти – це поверхня або з'єднання поверхонь, вісь, точка, які використовують для правильного їх розміщення при обробці. Процес надання заготівці належного положення відносно системи координат верстата або різального інструмента називають базуванням. Комплектом називають сукупність трьох баз, які утворюють систему координат заготовки. Базы, які використовують для розміщення заготовки під час її обробки, називають технологічними.

Із теоретичної механіки відомо, що однозначне положення твердого тіла відносно обраної системи координат забезпечується встановленням таких геометричних зв'язків, що

означає неможливість його переміщення вздовж трьох осей X , Y , Z та обертання навколо тих самих осей. Іншими словами, тіло втрачає шість ступенів вільності. Кожна опорна точка, яка символізує один із зв'язків заготовки в обраній системі координат, позбавляє її одного ступеня вільності. Таким чином, для повного базування заготовки необхідно й достатньо наявності шістьох опорних точок (це так зване правило шести точок).

Класифікація баз



Схему розташування опорних точок на базових поверхнях заготовки називають схемою базування. На рис. 4.1, 4.2 та 4.3 подано характеристики найбільш поширених схем базування. Наприклад, на рис. 4.1 показана прив'язка заготовки до координатної системи, праворуч – спрощена схема положення заготовки в пристрої.

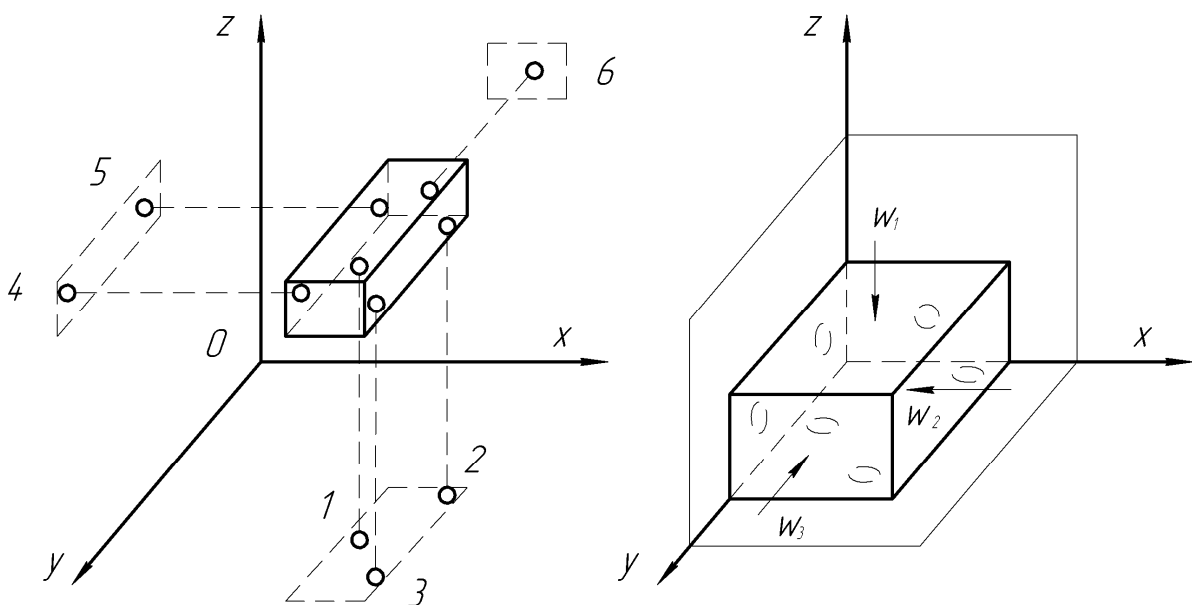


Рис. 4.1. Схема базування призматичних деталей

Повне базування заготовки може бути забезпечено сукупністю технологічних баз. Окремі технологічні бази заготовки під час її розміщення можуть по різному впливати на визначення її положення в просторі. Класифікують технологічні бази залежно від того, якого

типу і скількох ступенів вільності буде позбавлена заготовка при базуванні на даній поверхні (базі). Загальна класифікація передбачає установні, напрямні й опорні технологічні бази.

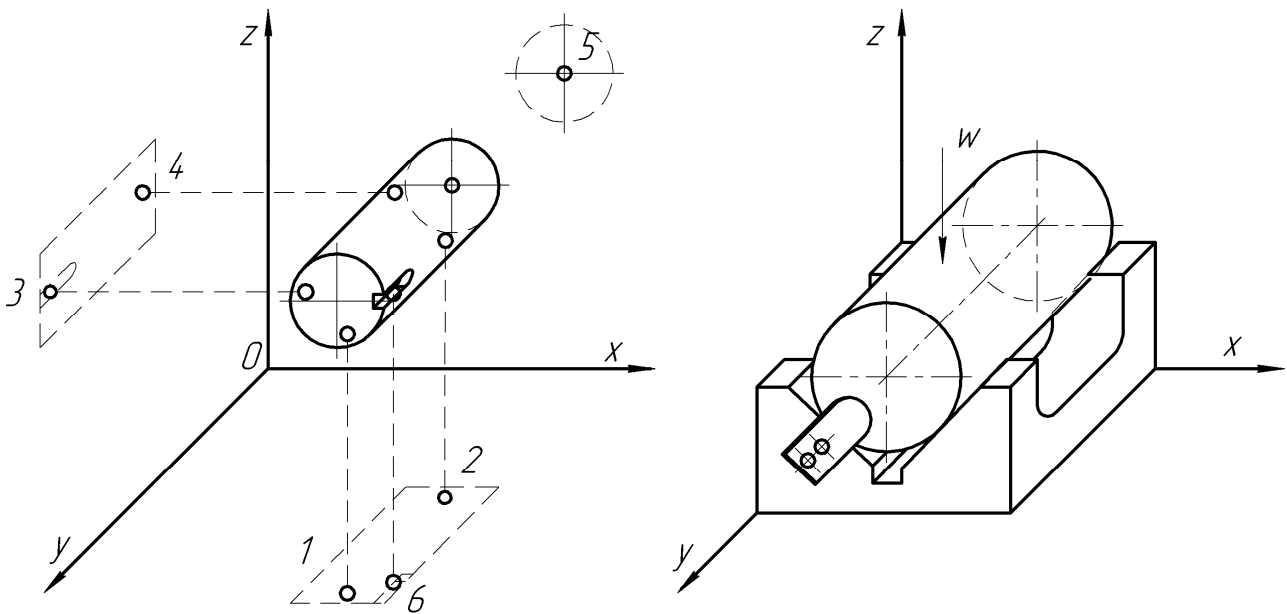


Рис. 4.2. Схема базування циліндричних деталей

База, після застосування якої заготовка втрачає три ступені вільності – пересування вздовж однієї з координатних осей і обертання відносно двох інших – називається установною (точки 1, 2, 3 на рис. 4.1). База, яка веде до втрати заготовкою двох ступенів вільності – пересування вздовж однієї з координатних осей і обертання відносно однієї з двох інших – називається напрямною (точки 4, 5 на рис. 4.1). База, застосування якої зумовлює втрату заготовкою одного ступеня вільності, називається опорною (точка 6, на рис. 4.1).

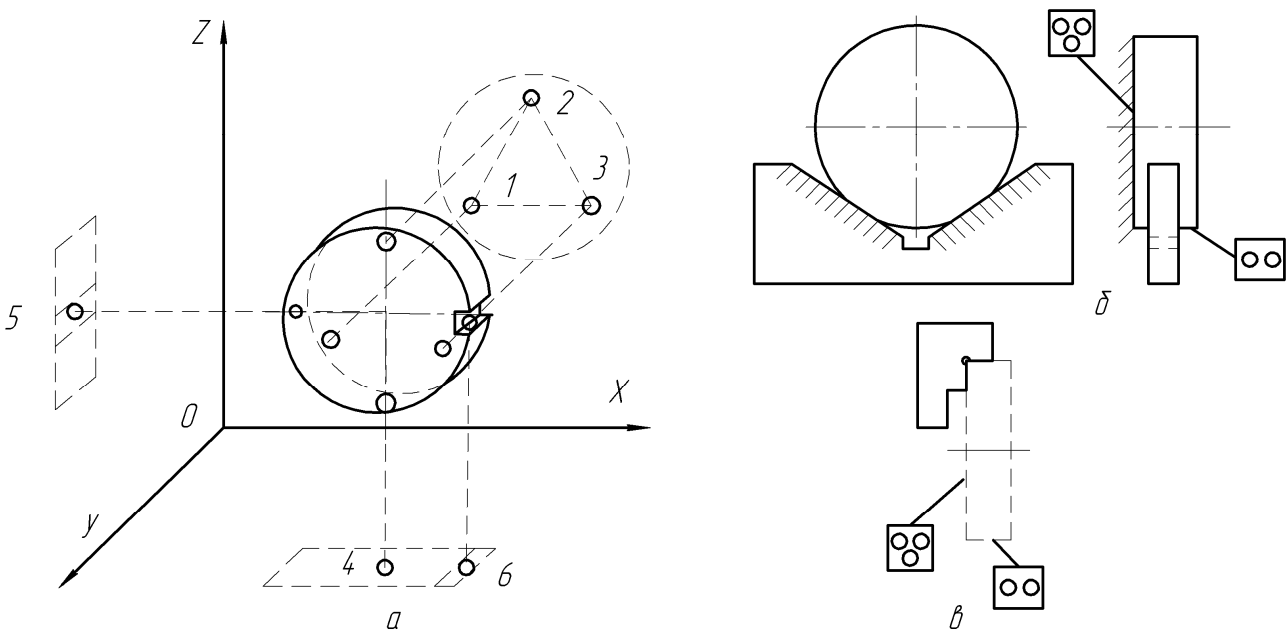


Рис. 4.3. Схема базування коротких циліндричних деталей (диска, кільця)

На рис. 4.2 показано приклад розміщення деталі згідно з технологічним базуванням. Так, поверхня, що контактує з опорними точками 1, 2, 3, 4, – це подвійна напрямна база, з опорною точкою 5 – упорна база, а поверхня шпонкового паза, яка контактує з опорною точкою 6, – додаткова база. На рис. 4.3 відповідно торець деталі являє собою установну базу, зовнішня циліндрична поверхня – напрямну, шпонковий паз – додаткову.

Вибір схем технологічного базування й послідовності обробки поверхонь заготовки – відповідальний етап проектування технологічного процесу, від нього залежить якість та економічність виконуваних операцій.

Узвичаєні схеми базування з методикою визначення його похибки подано в додатку Л.

Питання для самоконтролю

1. Що називається схемою базування?
2. Дайте визначення технологічної та вимірювальної бази.
3. Яким чином класифікують бази?
4. Сформулюйте правило шести точок при базуванні заготовки.
5. Дайте визначення установної та напрямної бази.

5. РОЗРАХУНОК ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Мета розділу – ознайомити студента зі способами розрахунку точності роботи верстатного пристрою під час виготовлення деталей потрібних розмірів.

Враховуючи точність обробки, конструктор, перш за все, має визначити доцільність обраного методу встановлення заготовки в пристрої та вибрати для цього стандартні (якщо це можливо) установні елементи.

Наприклад, потрібно розробити схему базування деталі з дотриманням правила шести точок та її конфігурації. Зображення схеми базування належить доповнювати її назвою та класифікацією баз з огляду на втрату ними ступенів вільності.

Приклади. Розрахувати точність обробки поверхні на верстатному пристрої.

Умовою, за якою верстатний пристрій забезпечує необхідну точність обробки, є виконання такої нерівності:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon], \quad (1)$$

де ε – дійсна величина похибки обробки пристрою, мкм; $[\varepsilon]$ – допустима величина похибки обробки пристрою, мкм.

Допустима величина похибки, що можлива при роботі пристрою, залежить від величини допуску на значення геометричного параметра, передбаченої в даному пристрої. При обчисленні цієї величини враховують також похибку механічної обробки, отже,

$$[\varepsilon] = \sqrt{(T - \Delta_{\Sigma\phi})^2 - \Delta_n^2 - \Delta_{\pi}^2 - 3\Delta_3^2 - 3\Delta_T^2}, \quad (2)$$

де T – допуск на значення необхідного геометричного параметра, мкм; Δ_n – похибка налаштування технологічної системи, мкм; Δ_{π} – похибка, що викликана пружними відхиленнями елементів технологічної системи, мкм; Δ_3 – похибка, пов'язана із зношуванням

різального інструменту, мкм; Δ_r – похибка, зумовлена тепловими деформаціями елементів технологічної системи, мкм; $\Delta_{\Sigma\phi}$ – сумарна похибка форми деталі, мкм.

Значення параметрів цієї формули обчислити досить складно, тим більше, що на них суттєво впливають випадкові фактори. Ось чому в інженерній практиці достатню точність результатів може забезпечити така формула

$$[\varepsilon] = T - k_y \omega, \quad (3)$$

де k_y – коефіцієнт запасу точності (від 0,6 до 0,8); ω – середнє значення економічно доцільної точності виду механічної обробки, мкм (додаток К).

Дійсна похибка обробки на верстатному пристрої зосереджує в собі три складові й розраховується за такою формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\Pi}^2}, \quad (4)$$

де ε_6 – похибка базування заготівки, мкм (додаток Л); ε_3 – похибка закріплення, мкм (додаток М); ε_{Π} – похибка положення заготівки, мкм.

Усі складові дійсної похибки, визначають як різницю між розмірами проєкцій вимірювальної бази у протилежних крайніх положеннях, що вимірюють як розмір елемента деталі, який потрібно утворити. Значення цих складових залежать від факторів, які спричинили зміну положення вимірювальної бази або її проєкції. Похибка базування виникає при незбігу технологічної та вимірювальної баз. Похибка закріплення зумовлена неоднорідністю властивостей, твердістю й шорсткістю поверхонь, визначених як технологічні бази, а також нестабільністю сили кріплення заготівки. Похибка положення комплексно відображає неточність базування пристрою на столі верстата, зношення установних елементів і похибки, що виникли в процесі виготовлення конструктивних елементів пристрою.

Дійсну похибку обробки на верстатному пристрої, в першу чергу, оцінюють за ознакою мінімальності. Відомо, що складові загальної похибки будуть мінімальними за виконання таких умов:

- похибка базування дорівнює нулю, якщо її схема гарантує збіг технологічної та вимірювальної баз для розміру елемента, який належить утворити;
- похибка закріплення дорівнює нулю, якщо лінія дії сили закріплення перпендикулярна напрямку обробки при утворенні розміру елемента;
- похибка положення дорівнює похибці від зношення установних елементів пристрою, якщо він одномісний.

Коли якась із цих умов не виконується, то кожна з похибок має бути обчислена з використанням типових методик, а загальну дійсну похибку розраховують за формулою (4). Насамкінець перевіряють виконання умови, зосередженої у формулі (1). Якщо результат перевірки негативний, то необхідно переглянути прийняте технічне рішення, аби зменшити значення складових дійсної похибки, починаючи із найбільш значущої, або з тієї, що суттєво впливає на сталість технологічної операції.

Наприклад, якщо найбільше значення має похибка базування, то зменшити її можна шляхом зміни схеми базування, або ввівши технологічні (більш жорсткі) допуски на розміри заготівки.

Найбільше значення похибки кріплення можна знизити, по-перше, змінивши місце точки прикладання і напрямок дії сили затискування, по-друге, шляхом використання установних елементів підвищеної контактної жорсткості.

У разі перевищення величини похибки положення і зокрема її складової, що зумовлена зношенням установних елементів, зменшення цього показника може забезпечити

використання більш зносостійких матеріалів або періодична зміна установних елементів пристрою. Кількість деталей, яку можливо обробити після досягнення граничного зношення установного елемента, визначають за такою формулою:

$$N_3 = \frac{[\varepsilon_3^2]}{\cos^2 \alpha \beta^2}, \quad (5)$$

де $[\varepsilon_3]$ – гранична величина зношення, зазвичай відома або визначена як допустима частка загальної допустимої похибки обробки на пристрої, мкм; α – кут між напрямком зміни розміру оброблюваної заготовки і перпендикуляром, опущеним на поверхню установного елемента в зоні контакту із заготовкою, градус; β – емпіричний коефіцієнт, що характеризує вплив умов механічної обробки на величину зношення установного елемента (додаток Н).

Аби визначити похибку базування, рекомендується скористатися додатком Л. Насамперед треба вибрати типову для верстатного пристрою схему базування. Далі виділяють характерні для обробки поверхні, а також загальні для технологічної та виміральної баз заготовки розміри й допуски (розмірні ланцюги). Розрахунок роблять за формулою з індексом, що відповідає позначенню утворюваного розміру. Якщо серед рекомендованих належної схеми не знайдено, то шукану величину визначають на підставі такого правила: **похибка базування дорівнює допуску на розмір (з урахуванням напрямку обробки поверхні), спільного для технологічної та виміральної баз заготовки.**

Похибку кріплення визначають за величиною зміщення заготовки внаслідок контактних деформацій її базових поверхонь. З цією метою використовують емпіричні формули, де враховано одночасний вплив на рівень деформації декількох факторів – шорсткості поверхні, її твердості, величини й напрямку прикладання сили затискування та ін. [17].

Меншу трудомісткість і достатню для проектних розрахунків достовірність забезпечує використання таблиць і схем, що наведені в додатках И, Л, М.

Похибка положення може бути розрахована за такою формулою:

$$\varepsilon_n = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (6)$$

де ε_b – похибка, зумовлена неточністю виготовлення верстатного пристрою (здебільшого не пов'язана з установними елементами), мкм; ε_6 – похибка, викликана неточністю базування й кріплення пристрою на столі металорізального верстата, мкм; ε_3 – похибка, пов'язана лінійним зношенням робочих поверхонь установних елементів пристрою, мкм.

Величину похибок ε_b і ε_6 у формулі (6) беруть із статистичних даних, беручи до уваги такі межі: ε_b дорівнює від 5 до 10 мкм; ε_6 становить від 10 до 20 мкм [17]. До того ж, ці похибки зазвичай компенсуються при налагодженні технологічної операції (додаток П). Величина лінійного зношення установних елементів оцінюється таким співвідношенням:

$$\varepsilon_3 = \beta \sqrt{N_k} \cos \alpha, \quad (7)$$

де N_k – кількість контактів установного елемента із заготовкою в період експлуатації (зазвичай, першу оцінку зношення визначають стосовно партії деталей при серійному типі виробництва або з урахуванням кількості виробів, передбачених програмою випуску при масовому виробництві, параметр N_k дорівнює річній програмі випуску деталей N).

Питання для самоконтролю

1. За якої умови верстатний пристрій забезпечує необхідну точність обробки поверхні заготовки деталі?
2. Яким чином визначають допустиму величину похибки обробки поверхні деталі верстатним пристроєм?
3. За якою методикою розраховують дійсну величину похибки обробки поверхні деталі верстатним пристроєм?
4. Який порядок визначення похибки базування?

6. РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАТИСКУВАННЯ В ПРИСТРОЇ

Мета розділу – ознайомити студента з основними методами розрахунку сил, що виникають при закріпленні деталі у верстатному пристрої.

Узвичаєні схеми закріплення заготовок у верстатному пристрої наведені в додатку И. Загальні вимоги до механізмів затискування такі:

- сила затискування має стабільно нейтралізувати сили різання в процесі механічної обробки;
- час спрацьовування механізму повинен бути мінімальним;
- конструкція має забезпечувати мінімальні пружні деформації, характеризуватись вібростійкістю, надійно тримати заготовку і не деформувати установні поверхні більше, ніж це передбачено технічним завданням;
- захищеність від проникнення стружки та інших предметів;
- бажано, щоб сила різання не сприймалась пристроєм;
- безпечність в експлуатації.

Далі обирають схему для розрахунку сил затискування.

Силовий розрахунок пристрою має на меті визначити умови, за яких забезпечується нерухомість деталі під дією технологічних навантажень. Він включає такі етапи:

- аналіз схеми дії сил;
- розрахунок зусилля затискування;
- розрахунок параметрів затискного механізму;
- розрахунок характеристик силового приводу.

На початковому етапі процесу передбачено визначити величину та характер дії основних силових факторів, імовірного їх поєднання та співвідношення, що викликано порушенням нерухомості заготовки, а також обчислити коефіцієнт запасу сил в умовах механічної обробки.

Серед цих факторів – сили різання, тертя, ваги та інерції. Вплив сили ваги зазвичай враховують тоді, коли маса деталі перевищує 10 кг, а дію сил інерції – при переміщенні деталі зі швидкістю понад 1 м/с. Значення основних складових сил різання та їх напрямки дії в просторі обчислюють будь-якими методами, які існують у теорії різання. Конкретні умови обробки і вплив випадкових обставин, пов'язаних із розподілом можливих шкідливих ефектів процесу різання, відображені в коефіцієнті запасу K (додаток П). Загалом, цей коефіцієнт означає збільшення величин силових факторів, взятих до розрахунку, в K разів. Його значення може коливатися від 1,5 до 9,6, якщо використовувати таку формулу:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (8)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу сили (1,5); K_1 – коефіцієнт для відображення стану

базових поверхонь заготовки (від 1,0 до 2); K_2 – коефіцієнт, який враховує затуплення різального інструменту (від 1,0 до 9); K_3 – коефіцієнт для врахування ударного характеру процесу різання (від 1,0 до 2); K_4 – коефіцієнт, який показує сталість сил затискання (від 1,0 до 1,3); K_5 – коефіцієнт для характеристики зручності користування затискним механізмом у разі докладання м'язової сили; K_6 – коефіцієнт, що характеризує нерухомість схеми базування під час затискування заготовки в пристрої (від 1,0 до 1,5).

Щоб визначити схему дії сил, найбільш небезпечну з огляду на ймовірність порушення нерухомості заготовки, треба розглянути декілька варіантів навантаження, що буде прикладене в характерних точках на площині проекції оброблюваної поверхні. Із цією метою треба накреслити заготовку у двох або трьох проекціях, позначити поверхні для обробки і координати точок контакту з установними елементами пристрою, а також вказати точку прикладання та вектор сили ваги. Далі належить схематично відобразити різальний інструмент в характерній точці поверхні, проставити його геометричні параметри, що впливають на моменти сил різання, та побудувати вектори їхніх складових.

У подальших розрахунках керуються такими схемами, що дають можливість заготовкам переміщуватись та (або) обертатись відносно установних елементів пристрою. Для кожної з них розраховують необхідне зусилля затискування.

Найвідповідальніший момент у розрахунку сили затискування – визначення точки (точок) її прикладання та напрямку дії. Це питання, зазвичай, не має однозначної відповіді. Загальним критерієм є забезпечення стабільності прийнятої схеми базування й нерухомості заготовки під час механічної обробки. Враховуючи цей критерій, остаточне рішення приймається з огляду на такі правила:

- прикладання сили затискування не може порушувати положення заготовки відносно установних елементів пристрою;
- сила затискування не повинна призводити до деформації заготовки;
- сила затискування має бути спрямована перпендикулярно робочій поверхні установного елемента, з яким заготовка має найбільшу площу контакту;
- вектор сили затискування повинен нейтралізувати дію підсумкового вектора сил різання або відповідної його проекції;
- силу затискування належить прикладати перпендикулярно напрямку, в якому змінюється розмір заготовки, а також вона має бути спрямована паралельно вектору сили ваги.

Практика доводить, що виконати всі перелічені правила неможливо. І тут оптимальним рішенням буде така схема співвідношення складових сил різання і сил реакції, котрі виникають від прикладення мінімально можливої сили затискування, що забезпечить найменші значення похибки механічної обробки.

Зусилля затискування стосовно кожної з імовірних схем, визначають шляхом розв'язування системи рівнянь, що описують рівновагу заготовки, забезпечену дією сукупності сил. Теоретично до розв'язування призначено шість рівнянь, але можна обмежитись рівняннями проекцій сил на напрямок можливого переміщення заготовки і моментів сил відносно осі заготовки або характерного установного елемента пристрою. Якщо в одній схемі закріплення розглядається кілька можливих варіантів, то для подальших розрахунків беруть максимальне значення зусилля затискування.

Сила затискування заготовки може бути реалізована різноманітними засобами, починаючи від примітивного ручного утримування виробу в процесі свердлувальних операцій, до використання з цією метою високоавтоматизованих механічних, електромагнітних та інших пристроїв, передбачених автоматизованим виробництвом. Взагалі, кожний верстатний пристрій завжди має більш-менш складний елемент, задіяний у ланцюжку перетворення енергії приводу на затискну силу. Оскільки такий елемент має здебільшого механічну основу, то його називають затискним механізмом. Існує багато виробів типових механізмів, що можуть бути використані в конструкціях стандартизованих верстатних пристроїв. Єдиного критерію для вибору того чи іншого виду затискного

механізму не існує, оскільки до верстатного пристрою можуть висуватись різні вимоги. Зокрема, це обмеження стосовно величини чи сталості затискної сили, переміщення конструктивних елементів пристрою, габаритів і компонування основних елементів, умов регулювання та самогальмування і таке інше. Принциповим при виборі виду затискного механізму є дотримання необхідного напрямку прикладання затискної сили, створення зручних умов для базування заготовки та обслуговування пристрою, сумісність з обраним типом силового приводу.

Розрахунок затискного механізму має на меті визначити, яку силу внаслідок переміщення привідної ланки треба прикласти на вході в механізм, щоб досягти необхідної величини затискання заготовки й створити безпечні умови обслуговування. Для розрахунку параметрів найбільш поширених механізмів (рис. 6.1) в літературних джерелах [5, 11, 17] і частково в додатку И подано залежності, які можна записати в такому вигляді:

$$W = \frac{Q}{i}, \quad (9)$$

де W – тягова сила на вході в механізм, Н; Q – сила затискання заготовки, Н; i – передатне відношення механізму.

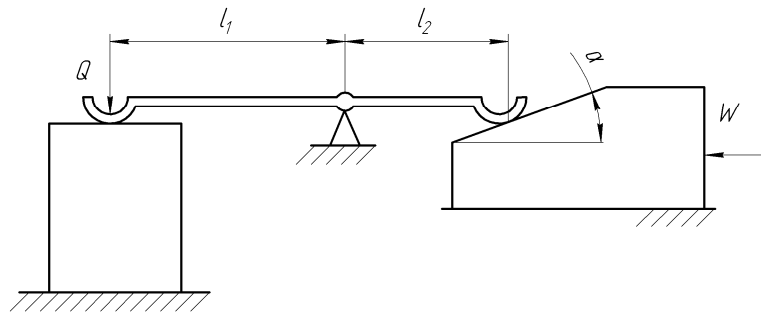


Рис. 6.1. Схема для розрахунку параметрів затискувача

Наприклад, у розрахунку гвинтового затискного механізму тягову силу визначають за такою формулою:

$$W = Q \frac{r_c}{l} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (10)$$

де r_c – середній радіус нарізи, м; l – довжина важеля ручки, м; α – кут нахилу гвинтової поверхні, градус; φ – кут тертя, градус.

Таким чином, для всіх елементарних механізмів можна визначити передатне відношення i за формулою (9). Оскільки всякий механізм можна розглядати як сукупність елементарних, або типових, його передатне відношення відповідає такій залежності:

$$i = i_1 i_2 \dots i_n, \quad (11)$$

де n – кількість елементарних складових затискного механізму.

Наприклад, потрібно провести розрахунок сили затискання, що виникає в комбінованому механізмі. Цей механізм складається з двох елементарних – важільного і клинового. Передатне відношення важільного механізму визначають за такою формулою:

$i_1 = \frac{l_2}{l_1}$, а клинового – $i_2 = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2}$, тоді передатне відношення всього затискного механізму

$$i = i_1 i_2 = \left(\frac{l_2}{l_1}\right) \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2}, \quad (12)$$

а сила тяги на вході в механізм визначиться, виходячи з формули (9), тобто

$$W = Q \frac{1}{i_1 \cdot i_2} = Q \frac{l_1}{l_2} [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2], \quad (13)$$

де l_1, l_2 – довжини плечей з обох боків важеля, мм; φ_1, φ_2 – кути тертя з обох боків важеля, градус.

Потрібна відстань переміщення затискного елемента механізму забезпечується дотриманням співвідношень між його відповідними конструктивними параметрами. Ця величина має бути мінімальною і водночас достатньою для вільного доступу до заготовки й установних елементів при експлуатації та обслуговуванні верстатного пристрою.

Питання для самоконтролю

1. Які загальні вимоги висуваються до механізмів затискування?
2. Визначення яких параметрів входить у силовий розрахунок верстатного пристрою?
3. Як визначають коефіцієнт запасу міцності при силовому розрахунку верстатного пристрою?

7. РОЗРАХУНОК ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ НА МІЦНІСТЬ

Мета розділу – ознайомити студента з основними методами розрахунку характеристик головних елементів верстатного пристрою – осі, нарізі та затискача.

Розрахунок на міцність передбачає виявлення в пристрої слабкої ланки та шляхи запобігання негативних явищ під час її роботи.

7.1. Розрахунок осі на міцність

Під час роботи вісь механізму сприймає навантаження на згин, тому розрахунок зводиться до визначення розмірів її небезпечного перерізу [5].

Вісь сприймає навантаження тільки на згин. Головним показником для розрахунку осі на міцність є її діаметр. Його значення обчислюють з урахуванням згинального моменту й допустимого напруження на згин. Фактичний діаметр осі не повинен бути меншим від розрахункового.

Формула до розрахунку діаметра осі така:

$$d_o = \sqrt[3]{\frac{M_{зг}}{0,1[\sigma]}}$$

де $M_{зг}$ – згинальний момент, Н·м, причому

$$M_{зг} = Q \frac{l}{2}.$$

Довжину осі l передбачають як конструктивну, коли з огляду на будову пристрою вона має перевищувати ширину важеля.

У попередній формулі $[\sigma]$ – допустиме напруження на згин, МПа, його значення залежить від матеріалу, з якого виготовлена вісь (наприклад, якщо це сталь марки 45, то $\sigma_{вр}$ дорівнює 600 МПа, а допустиме напруження на згин становить 200 МПа [17]).

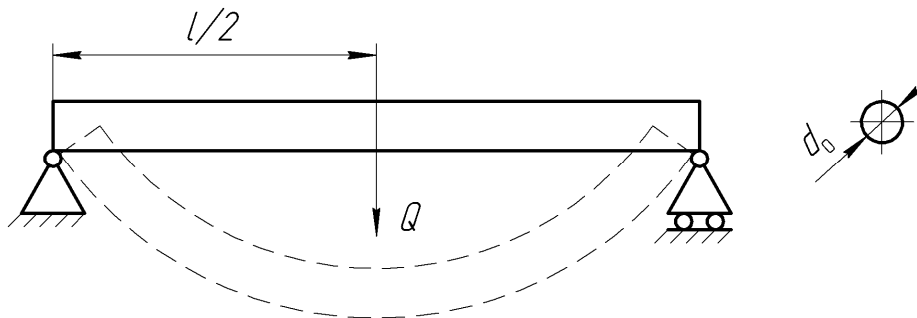


Рис. 7.1. Схема навантаження на вісь механізму

7.2. Розрахунок на міцність пари нарізі

У пристроях, де сила затискання сприймається заготівкою безпосередньо від приводу, а нарізні з'єднання зазнають навантаження осьовою силою.

Конструктор сам обирає матеріал для виготовлення пари нарізі (наприклад, сталь 35, 45, 40X), а значення допустимого напруження на згин $[\sigma]$ з огляду на використання матеріалу можуть бути такими:

- сталь марки 35 від 50 до 60 МПа;
- сталь марки 45 нормалізована від 60 до 70 МПа;
- сталь марки 45 загартована від 80 до 90 МПа;
- сталь марки 40X з відпалом від 70 до 80 МПа.

Напруження на згин, що виникає в нарізній парі, визначають за такою формулою:

$$\sigma_p = \frac{4Q}{\pi d_{шт}^2},$$

де $d_{шт}$ – діаметр нарізі на штоку, мм.

Розрахунок характеристик пристрою з гвинтовою парою зазвичай здійснюють у такій послідовності:

- 1) Виявляють у пристрої слабку ланку (вісь важеля, нарізні з'єднання штока й поршня та шпильок).
- 2) Визначають параметри слабкої ланки (довжина осі, діаметр нарізі у поршні, на штоку та шпильках).
- 3) Обирають матеріал для виготовлення слабкої ланки.
- 4) Аналізують конструктивні особливості з'єднання (можливо слід розподілити силу на кілька важелів або шпильок).
- 5) Виконати обчислення.
- 6) Зробити висновки.

Приклад: потрібно розрахувати параметри гвинтового приводу, що забезпечує силу затискання Q , прикладену як осьове зусилля, величиною 1 000 Н. У розрахунку користуватися такими вихідними даними: ширина важеля b дорівнює 20 мм; слабка ланка пристрою – вісь; довжина осі l дорівнює 30 мм; вісь виготовлено із сталі марки 45; діаметр осі визначаємо за такою формулою:

$$d_o = \sqrt[3]{\frac{M_{зг}}{0,1[\sigma]}}$$

Спочатку розраховуємо згинальний момент, прикладений до осі, тобто

$$M_{зг} = Q \frac{l}{2} = 100 \times 30 : 2 = 1500 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Звідси

$$d_o = \sqrt[3]{\frac{1500}{0,1 \times 9,5}} = 11,88 \text{ мм.}$$

Отже діаметр осі не може бути меншим за 12 мм.

7.3. Міцнісний розрахунок прихоплювача на зрізування

Головним параметром у розрахунках прихоплювача на міцність виступають напруження на зрізування, що там виникають. Вони не повинні перевищувати допустиме напруження, тобто

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

де $[\tau]$ – допустиме для матеріалу напруження на зрізування.

Фактичне напруження (МПа), що виникає в перерізі прихоплювача, знаходять таким чином:

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

де F – площа перерізу прихоплювача, м², причому

$$F = a \cdot b,$$

де a і b – розміри перерізу прихоплювача, задані конструктивно, як це видно з рис. 7.2.

Питання для самоконтролю

1. Який порядок розрахунку осі на міцність?
2. Яким чином виконують розрахунок міцності нарізної пари?
3. Як проводиться розрахунок прихоплювача на зрізування?

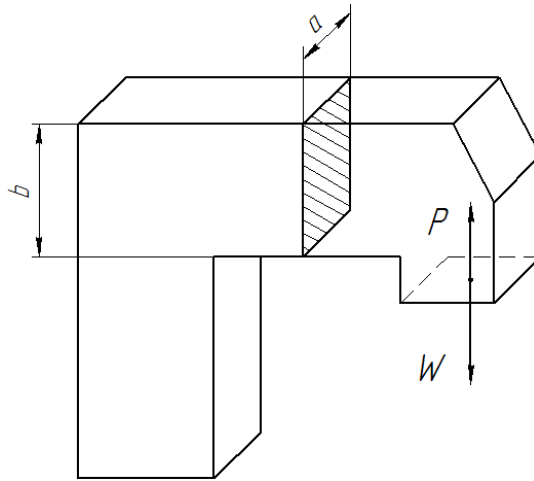


Рис. 7.2. Схема навантажень, що виникають у прихоплювачі

8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ПРИСТРОЮ

Мета розділу – ознайомити студента з методикою визначення економічності проєктованого верстатного пристрою відповідно до програми випуску деталей.

Економічне обґрунтування складають на підставі розрахунку собівартості пристрою та враховуючи тип операцій, для виконання яких він призначений.

При цьому зважають на джерела досягнення економічного ефекту від уведення в дію проєктованого пристрою. Це зменшення часу на обробку заготовки, зниження витрат на заробітну плату й вартості самого пристрою [9].

Розрахунок собівартості операції з використанням пристрою виконують за формулою:

$$C = 3 \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right),$$

де Π – річна програма випуску виробів (15 000), шт; H – накладні цехові витрати, (400 % від заробітної плати робітників), грн; q – витрати, пов'язані з експлуатацією пристрою (задано 20 %); A – термін амортизації пристрою, для простих пристроїв становить від 1 до 2 років; 3 – заробітна платня робітника, котрий виконує дану операцію, грн, яку обчислюють за таким виразом:

$$3 = t \cdot T,$$

де t – поштучно-калькуляційний час виконання операції, наприклад, 1,44 хв; T – тарифна ставка робітника згідно з його розрядом, наприклад, 0,78 грн/год; таким чином, $3 = 0,0187$ грн; S – витрати на виготовлення пристрою, грн, які визначають таким чином:

$$S = \text{const } N.$$

Наприклад, $S = 30 \times 60$ грн, тут N – кількість деталей у верстатному пристрої, шт; const – постійна величина, взята для пристроїв середньої складності.

Таким чином, собівартість виконання операції з використанням пристрою

$$C = 0,0187 (1 + 400 : 100) + 1\,800 : 15\,000 (1 : 2 + 20 : 100) = 0,1775 \text{ грн.}$$

Економічний ефект (річний) від експлуатації пристроїв, грн, визначаємо з такого співвідношення:

$$E_{\text{рік}} = (C_{\text{баз}} - C) П,$$

де $C_{\text{баз}}$, C – собівартість виконання операції з використанням пристрою за базовим і новим варіантом відповідно, грн.

Питання для самоконтролю

1. Який порядок визначення собівартості обробки операції з використанням верстатного пристрою?
2. Яким чином визначають економічний ефект від використання верстатних пристроїв?

9. ВИМОГИ ДО ЗАГАЛЬНОГО ВИГЛЯДУ Й ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКА ПРИСТРОЮ

Мета розділу – ознайомити студента з основними вимогами до виконання технічної документації на виготовлення верстатного пристрою.

Кресленики проєктованих пристроїв (складальні та робочі) необхідно виконувати з огляду на такі чинники:

- 1) Відповідати вимогам ЕСКД;
- 2) Проставляння таких розмірів:
 - габаритних та установних;
 - для з'єднання пристрою з різальним інструментом (розміри під щуп);
 - для з'єднання зі столом верстата;
 - складальних;
- 3) Відповідність таким технічним вимогам до пристрою:
 - допуск паралельності загальної осі призми відносно основи має становити 0,1 мм;
 - уникнення задирок та забоїв на робочій поверхні;
 - оксидування неробочих поверхонь;
 - тиск повітря або робочої рідини – 0,4 МПа.
- 4) Недопущення перетину виносних ліній номерів деталей з розмірними лініями пристрою і розташування їх на одному рівні по горизонталі або вертикалі.

Виконуючи графічну частину проєкту пристрою, зазвичай керуються такими правилами:

- 1) Роботу починають із побудови зображення деталі в трьох проєкціях тонкими лініями, відповідно до положення, яке вона займає в момент виконання операції. Між проєкціями залишають місце для розташування всіх елементів пристрою.
- 2) Розміщують зображення установних елементів.
- 3) Креслять затискні елементи.
- 4) Показують механізований привід.
- 5) Показують з'єднання затискного механізму з приводом.
- 6) У зображенні важільного механізму дотримуються співвідношення плечей.

- 7) Добудовують зображення корпусу пристрою (конструктивно). Звертають увагу на відстань між центрами пазів, у яких пристрій кріпиться на столі верстата.
- 8) Креслять напрямні, ділильні та поворотні пристрої.
- 9) Позначають кріпильні елементи.
- 10) Якщо потрібно, показують на кресленику допоміжні елементи пристрою.

Питання для самоконтролю

1. Які основні чинники належить враховувати при виконанні кресленика верстатного пристрою?
2. Яких правил потрібно дотримуватись, виконуючи графічну частину проекту верстатного пристрою?

ЛІТЕРАТУРА

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – 4-е изд., испр. и доп. – Л. : Машиностроение, 1975. – 656 с.
2. Допуски и посадки : Справочник. В 2-х ч. Ч. 1 / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1982. – 543 с.
3. Допуски и посадки : Справочник. В 2-х ч. Ч. 2 / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник / А.К. Горошкин. – 6-е изд. – М. : Машиностроение, 1971. – 384 с.
5. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ. : Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.
6. Справочник металлиста. В 5 т. Т. 4 / Г.Я. Андреев, Б.С. Балакшин, Г.Я. Берштейн, и др. ; под ред. М.П. Новикова и П.Н. Орлова. – 3-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1977. – 720 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Ю.А. Абрамов, В.Н. Андреев, Б.И. Горбунов, и др. ; под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
8. Станочные приспособления : Справочник. В 2-х т. Т. 1 / А.И. Астахов, С.В. Бояршинов, Б.Н. Вардашкин, и др. ; под ред. Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. – М. : Машиностроение, 1984. – 592 с.
9. Станочные приспособления : Справочник. В 2-х т. Т. 2 / В.Д. Бирюков, В.П. Близнюк, В.А. Блюмберг и др. ; под ред. Б.Н. Вардашкина и В.В. Данилевского. – М. : Машиностроение, 1984. – 656 с.
10. Данилевский В.В. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения : учеб. пос. для машиностроит. спец. техникумов / В.В. Данилевский, Ю.И. Гельфгат. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1988. – 221 с.
11. Гурьянихин В.Ф. Технологическая оснастка : учебное пособие / В.Ф. Гурьянихин, А.Д. Евстигнеев. – Ульяновск : УлГТУ, 2006. – 80 с.
12. Біркіна Т.В. Технологічна оснастка. Методичний посібник до виконання індивідуального конструкторського проекту при проектуванні затискних верстатних пристроїв для студентів напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка / Т.В. Біркіна, В.В. Зіль, В.І. Холоша ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2012. – 73 с.
13. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.
14. Уткин Н.Ф. Приспособления для механической обработки / Н.Ф. Уткин. – 2-е изд., доп. и перераб. – Л. : Лениздат, 1983. – 175 с.
15. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений : учеб. для вузов / В.С. Корсаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.
16. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник / А.К. Горошкин. – 6-е изд. – М. : Машиностроение, 1971. – 384 с.
17. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений : Справ. пос. / В.Е. Антонюк. – Минск. : Беларусь, 1991. – 400 с.
18. Болотин Х.Л. Станочные приспособления / Х.Л. Болотин, Ф.П. Костромин. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1973. – 344 с.
19. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений : учеб. пос. для учащихся техникумов / А.П. Белоусов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1980. – 240 с.
20. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пос. для студ. машиностр. спец. вузов / Г.Н. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе, Ю.М. Соломенцев. – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 1999. – 415 с.

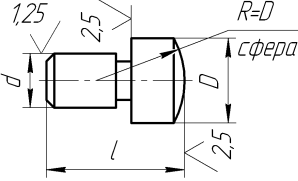
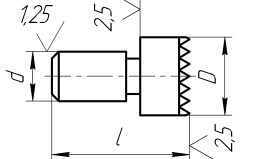
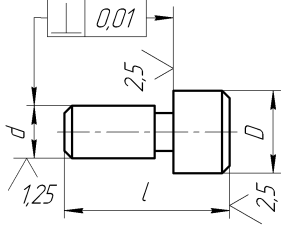
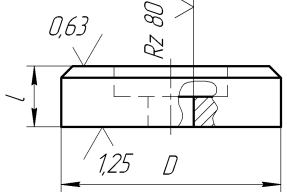
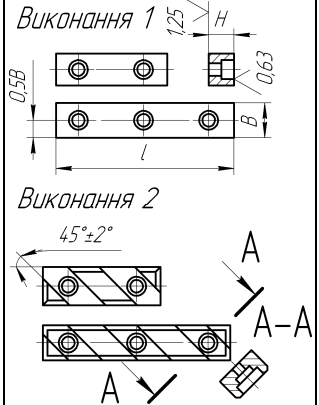
ДОДАТОК А. ОПОРИ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

А.1. Установні елементи верстатних пристроїв

Для встановлення деталей на верстатному пристрої з плоскою поверхнею (основна технологічна база) застосовуються постійні опори плоского, сферичного і насіченого робочого профілю, опорні шайби й плоскі пластини (табл. А.1).

Таблиця А.1

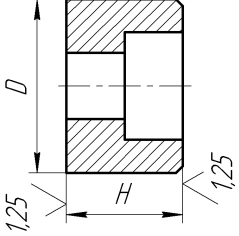
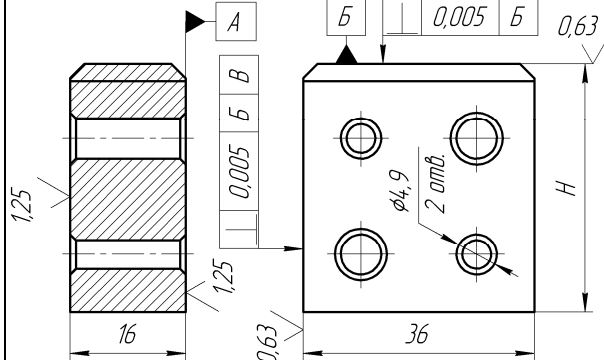
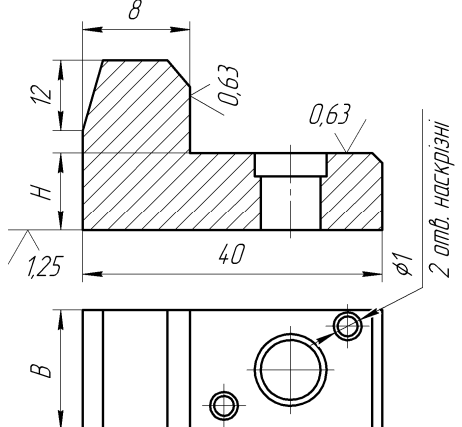
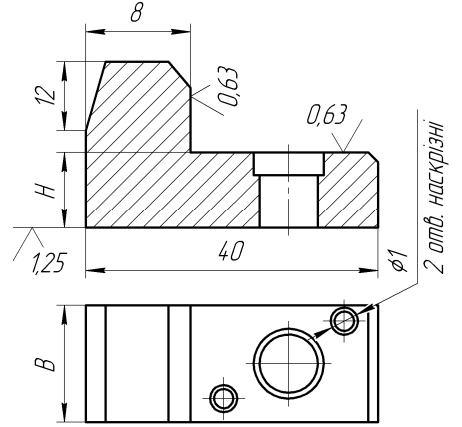
Параметри установних елементів верстатних пристроїв, стандартизовані постійні опори для встановлення заготівки на пристрій з плоскою поверхнею

Характеристика заготівки	Характеристика опори					
	Тип	ГОСТ	Ескіз	Основні розміри, мм		
				D	d (s7)	l
Невеликого розміру з неопрацьованими базами	Палець (штир) із сферичною робочою поверхнею	13441-68		5÷40		7÷92
	Палець (штир) з насіченою робочою поверхнею	13442-68		10÷40	3÷25	14÷92
Невеликого розміру з обробленими базами	Палець (штир) з плоскою робочою поверхнею	13440-68		5÷40		7÷92
Середнього та великого розміру з обробленими базами	Опорні шайби	17778-72		16÷40	-	15÷16
	Опорні пластини	4743-68		0÷40	25÷ 220	5÷25

А.2. Установні елементи для фрезерування

Таблиця А.2

Параметри установних елементів для фрез

Тип елемента	ГОСТ	Ескіз	Розміри, мм	
			D	$H(h6)$
Висотні	13443-68		16 25 40	8 10 12
Висотні торцеві	13444-68		H вибирають із ряду 32, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110	
Кутові	13445-68		16 25 40	8 10 16
Кутові торцеві	13446-68		H вибирають із ряду 32, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110	

А.3. Різні типи кріплення круглих деталей на зовнішній поверхні обертання (подвійна напрямна база)

Для встановлення деталі застосовуються елементи з призматичними упорами.

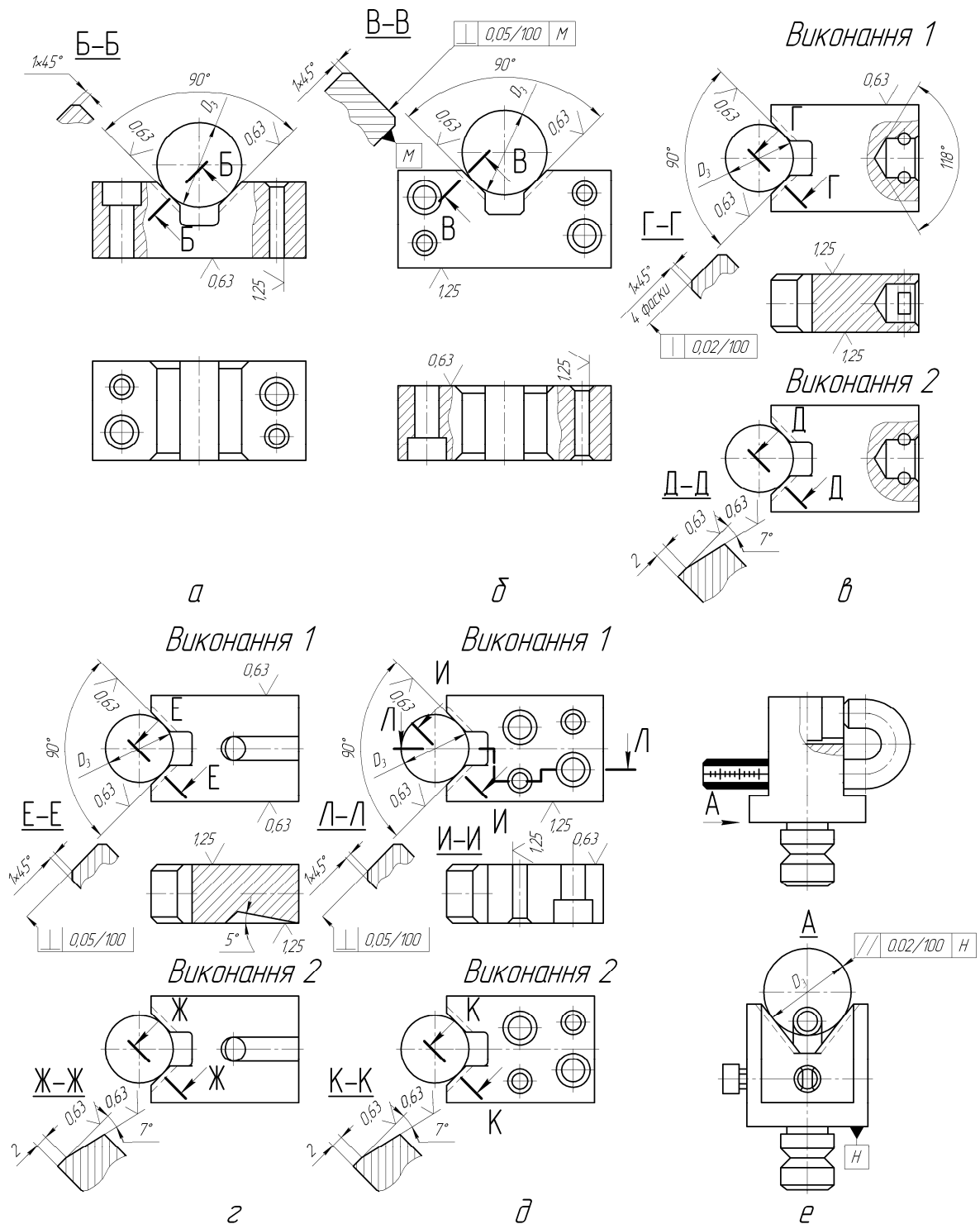


Рис. А.3. Схеми встановлення круглих деталей на зовнішній поверхні обертання: а – опорні (ГОСТ 12195-66; D_3 від 5 до 150 мм); б – із бічним кріпленням (ГОСТ 12197-66; D_3 від 5 до 150 мм); в – рухомі (ГОСТ 12193-66; D_3 дорівнює від 5 до 100 мм); г – установні (ГОСТ 12194-66; D_3 становить від 5 до 100 мм); д – нерухомі (ГОСТ 12196-66; D_3 до 100 мм); е – призматичні упори (ГОСТ 16897-71; D_3 дорівнює від 5 до 90 мм)

А.4. Типи кріплення корпусних деталей за допомогою двох отворів (напрямна база)

Застосовуються установні пальці циліндричні й зрізані (ромбоподібні), рис. А4.

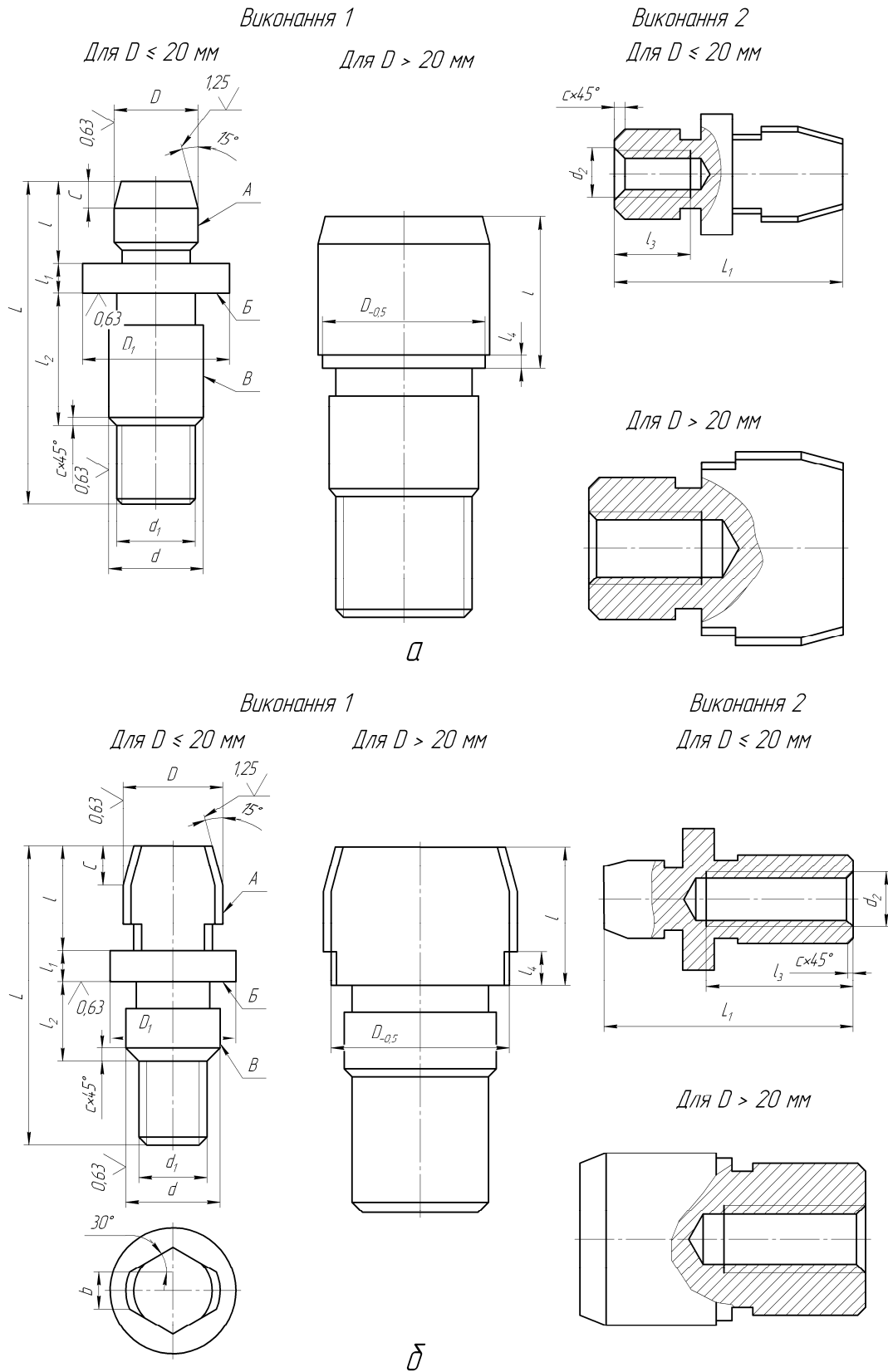


Рис. А.4. Схеми встановлення корпусних деталей за допомогою двох отворів: а – циліндричні (ГОСТ 12211-66); б – зрізані (ГОСТ 12212-66)

А.5. Регульовані гвинтові опори (ГОСТ 4085-68 і ГОСТ 4086-68)

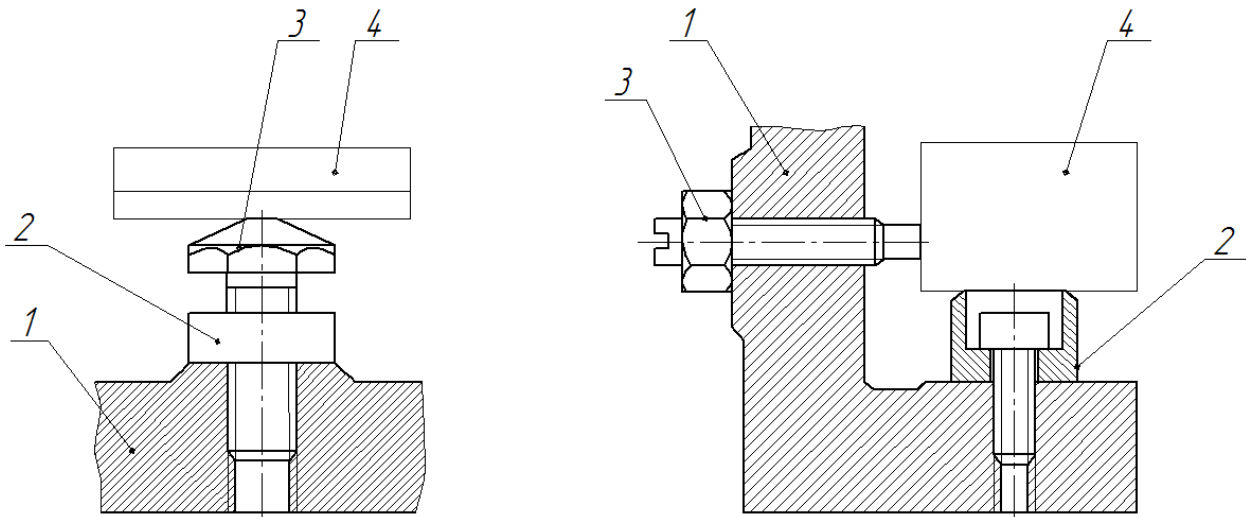


Рис. А.5. Будова регульованих гвинтових опор: 1 – корпус; 2 – опора; 3 – регулювальний гвинт; 4 – заготівка

А.6. Опорні штирі (ГОСТ 13440-68, ГОСТ 13441-68, ГОСТ 13442-68)

Допоміжні опори застосовують разом з основними для підвищення жорсткості й стійкості деталі в пристрої при її обробці на верстаті (рис. А.6).

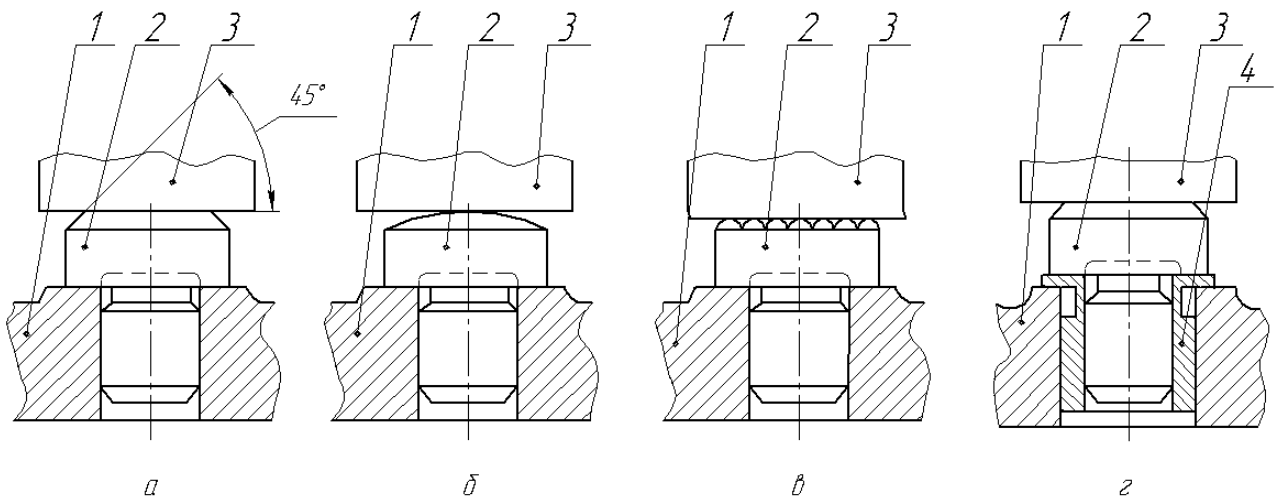


Рис. А.6. Види опорних штирів: *а* – із плоскою головкою для встановлення деталі на обробленій поверхні; *б* – зі сферичною головкою для встановлення деталі на неопрацьованих поверхнях; *в* – з насічкою для встановлення деталі на неопрацьованих поверхнях і чавунних деталях; *г* – опорний штир, поміщений у сталеву загартовану перехідну втулку (1 – корпус; 2 – опора; 3 – заготівка; 4 – перехідна втулка)

А.7. Самовстановлювальна опора

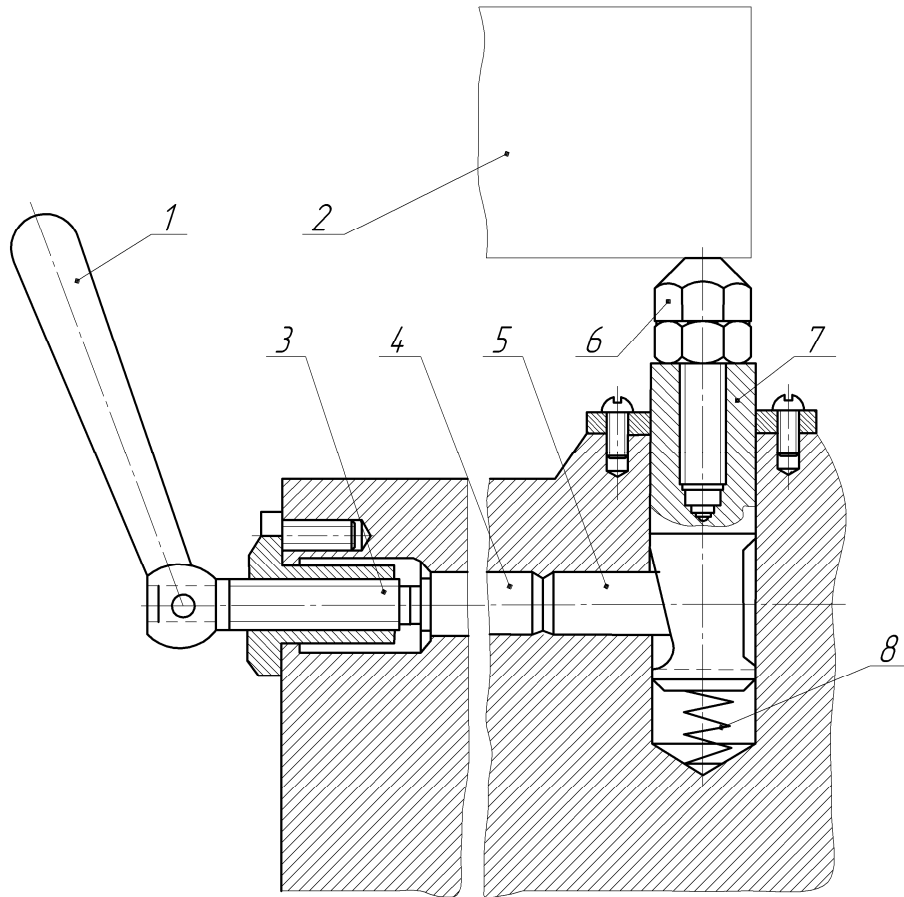


Рис. А.7. Будова самовстановлювальної опори: 1 – рукоятка; 2 – оброблювана деталь; 3, 6 – гвинти; 4, 5 – пальці; 7 – плунжер; 8 – пружина

А.8. Пристрій для налагодження фрезерних верстатів

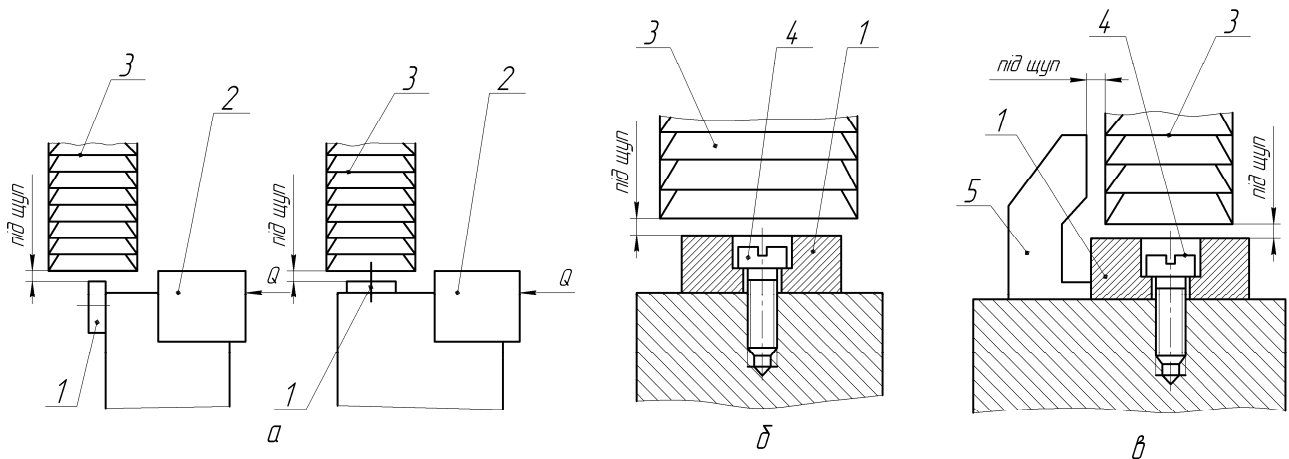


Рис. А.8. Схеми й розрізи засобів налагодження фрезерних верстатів: а – налагодження фрез на певний розмір; б – для руху фрези в одному напрямку; в – для руху фрези у двох напрямках; 1 – пристрій 2 – деталь, 3 – фреза, 4 – гвинт, 5 – косинець

А.9. Підвідна клинова опора

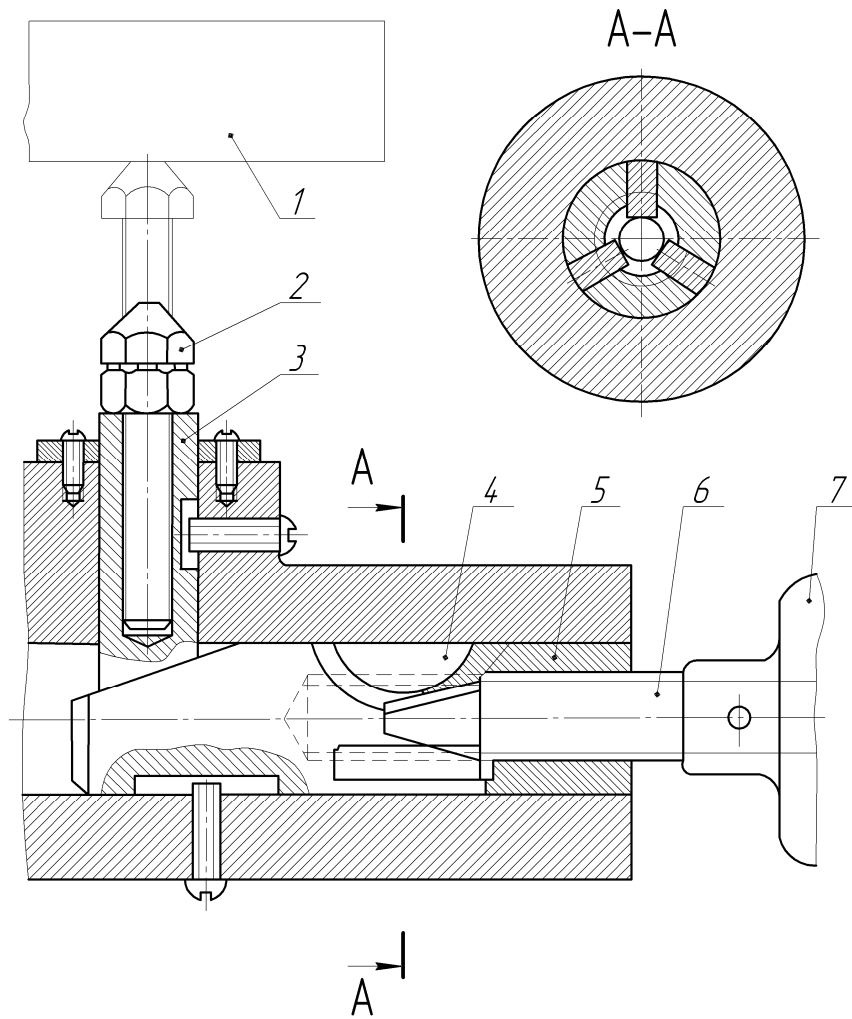


Рис. А.9. Будова підвідної клинова опори: 1 – оброблювана деталь; 2 – регульований гвинт; 3 – плунжер; 4 – шпонка; 5 – клин; 6 – гвинт; 7 – рукоятка

А.10. Різновиди важільних затискачів

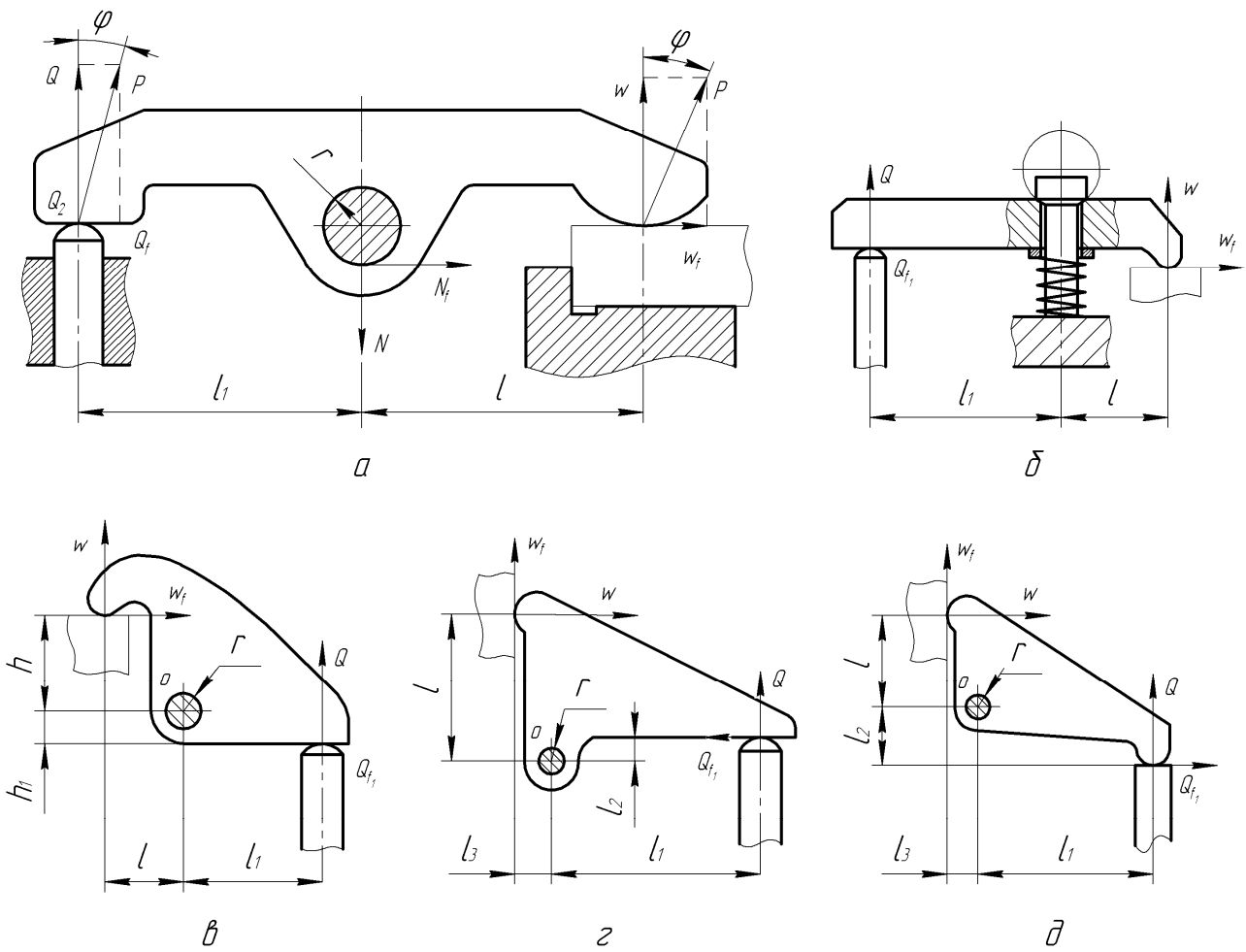


Рис. А.10. Схеми дії сил, що виникають у важільних затискачах різної будови: Q – вихідна сила; W – сила затискача; Q_f, W_f, N_f – сили тертя; φ – кут тертя; r – радіус осі важеля; l, l_1, l_2, l_3 – плечі важелів

А.11. Кондукторні втулки пристроїв

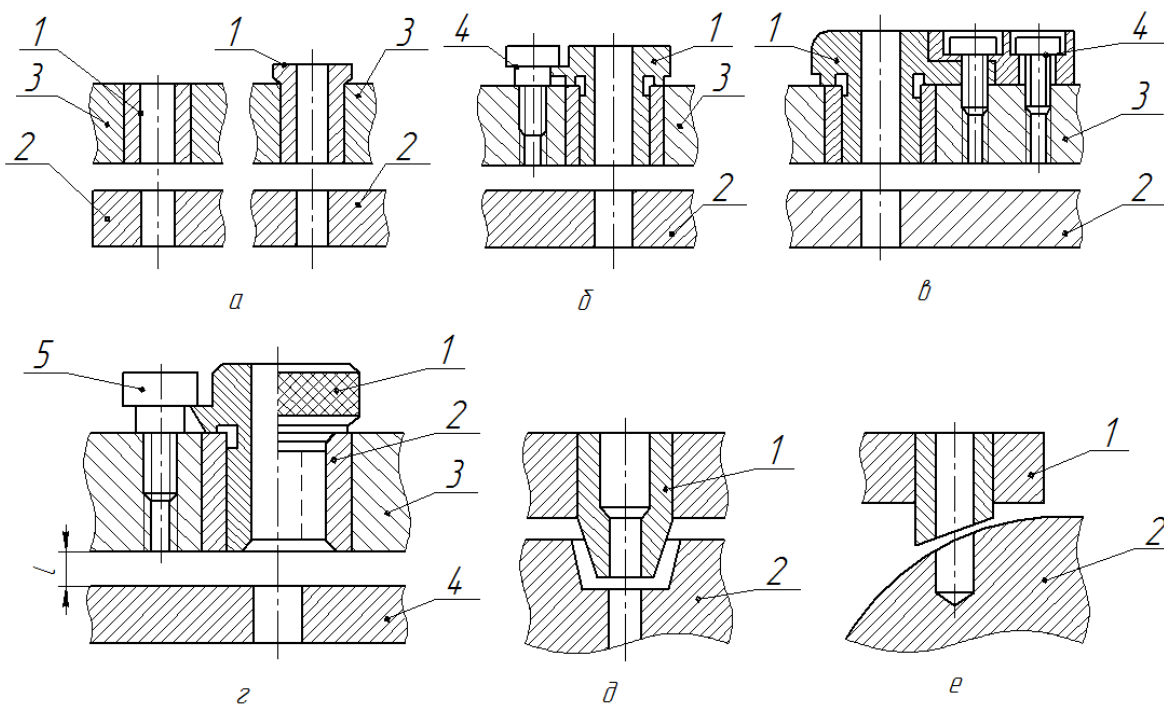


Рис. А.11. Різні типи кондукторних втулок у розрізі: *a* – постійні без буртика (1 – постійна втулка; 2 – деталь; 3 – корпус); *б* – постійні з буртиком (1 – постійна втулка; 2 – деталь; 3 – корпус, 4 – гвинт); *в* – змінні з буртиком (1 – втулка; 2 – деталь; 3 – корпус; 4 – гвинт); *г* – швидкозмінні (1 – буртик; 2 – постійна втулка; 3 – корпус; 4 – деталь; 5 – гвинт); *д* – спеціальна для свердління отвору в поглибленні (1 – втулка; 2 – деталь); *е* – для свердління отворів на циліндричній поверхні (1 – кондукторська втулка; 2 – деталь)

А.12. Фіксатори ділільних пристроїв

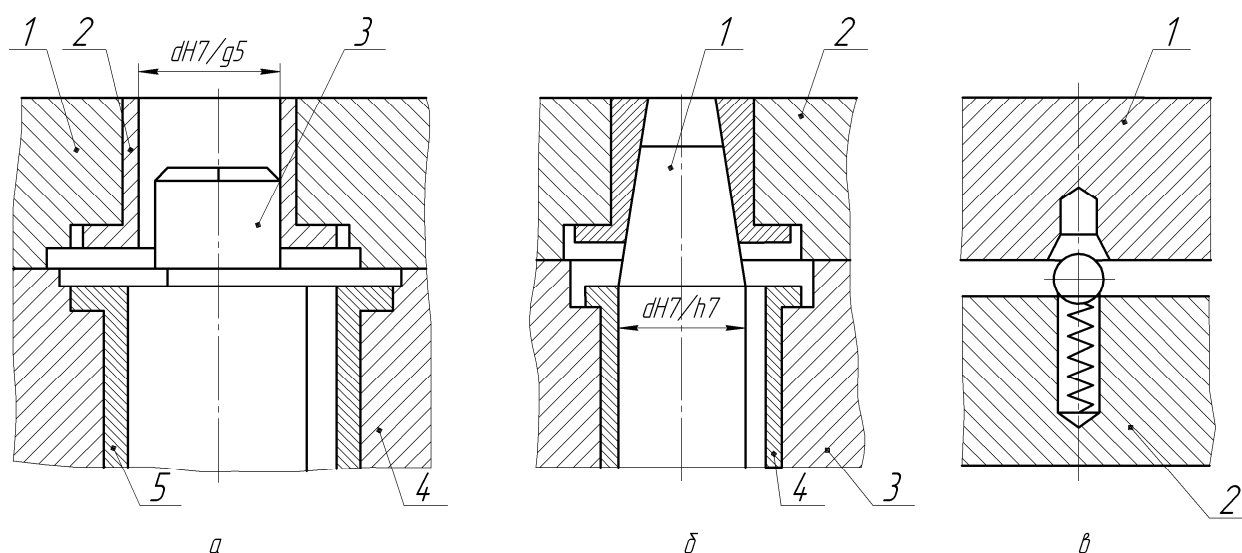


Рис. А.12. Різні типи фіксаторів ділільних пристроїв у розрізі: *a* – із циліндричним пальцем (1 – поворотна частина пристрою; 2, 5 – втулки; 3 – циліндричний фіксатор; 4 – корпус пристрою); *б* – з конічним пальцем (1 – конічний палець; 2 – поворотна частина пристрою; 3 – корпус пристрою; 4 – втулка); *в* – кульковий (1 – поворотна частина пристрою; 2 – корпус пристрою)

А.13. Варіанти виготовлення корпусу пристрою

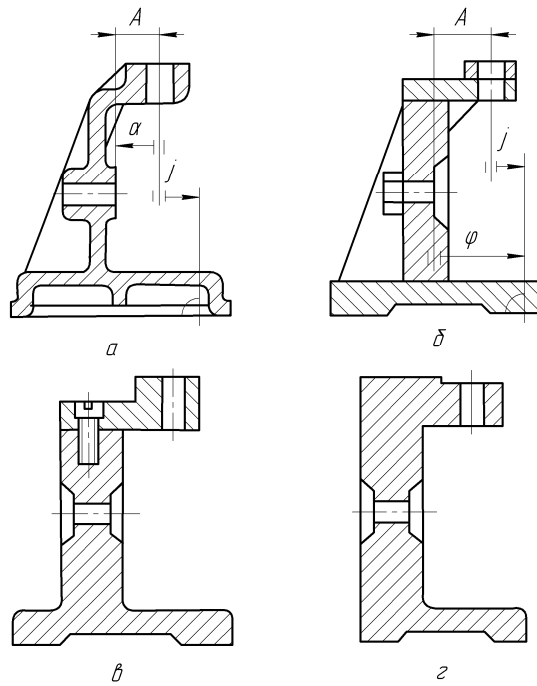


Рис. А.13. Різні типи корпусу пристрою в розрізі: *а* – литий; *б* – зварний; *в* – збірний; *г* – кутовий (після зняття напусків і припусків)

А.14. Шаблиони для токарних і фрезерних верстатів

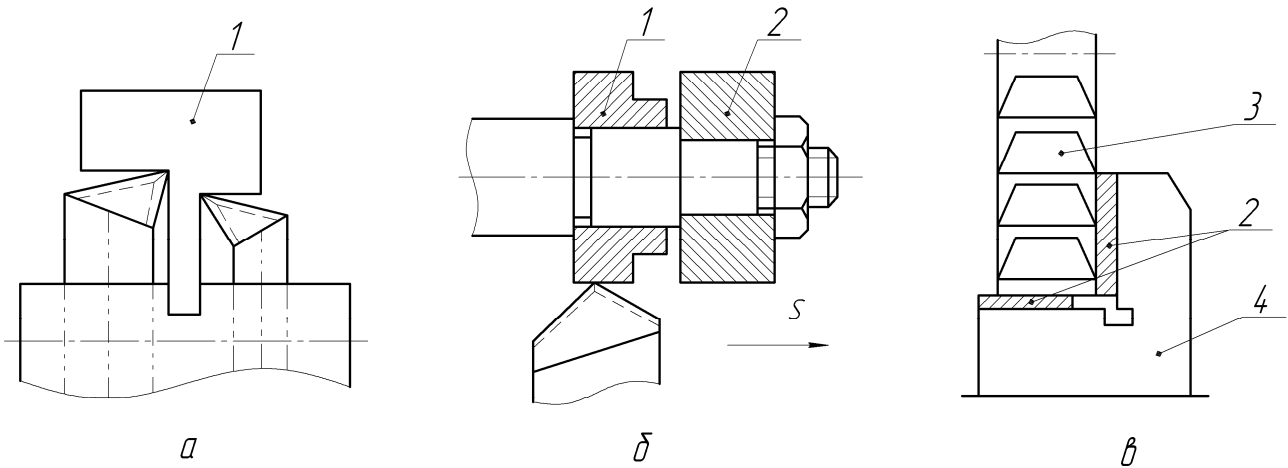


Рис. А.14. Схема й розрізи шаблонів для токарних і фрезерних верстатів: *а* – для встановлення двох різців на токарному верстаті (1 – шаблон); *б* – для встановлення різця на токарному верстаті (1 – настановне кільце; 2 – оброблювана деталь); *в* – для налаштування руху фрези у двох напрямках (1 – косинець; 2 – шаблон; 3 – фреза)

А.15. Базування корпусу пристрою на столі верстата

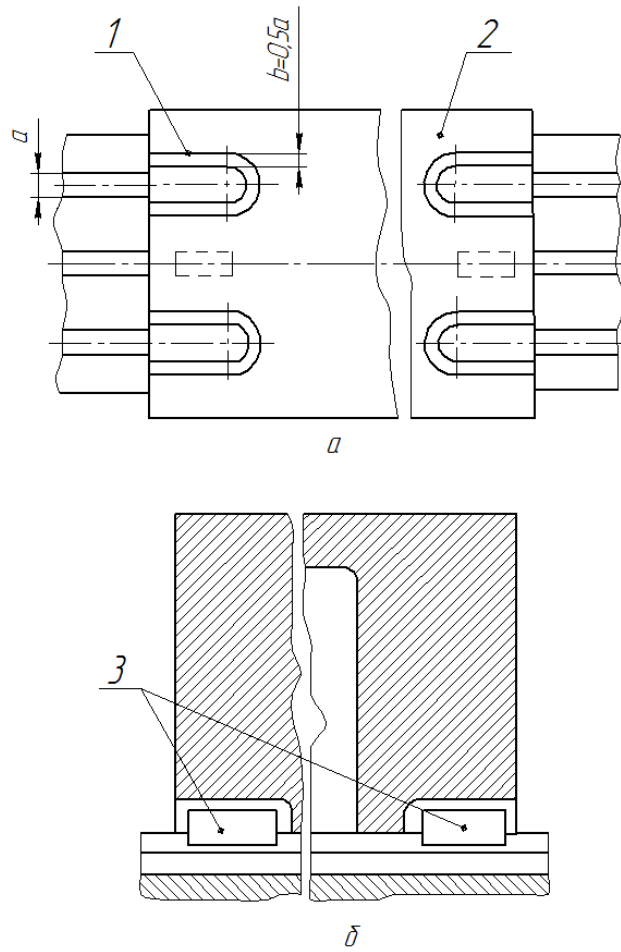


Рис. А.15. Схеми базування корпусу пристрою на столі верстата: *a* – кріплення корпусу за допомогою вушок 1 у пазах корпусу 2; *б* – попереднє орієнтування корпусу пристрою за допомогою шпонок 3

ДОДАТОК Б. ЗАТИСКНІ МЕХАНІЗМИ ТА МЕХАНІЗОВАНІ ПРИВОДИ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

Б.1. Гвинтові затискачі

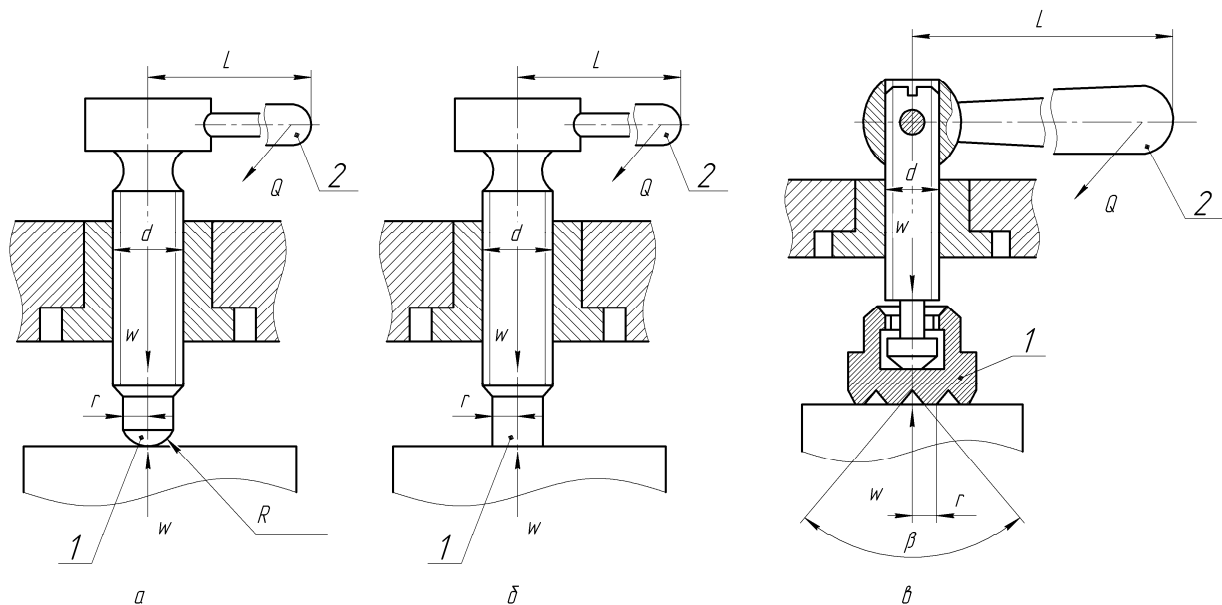


Рис. Б.1. Різні типи гвинтових затискачів у розрізі: *a* – нарізний із сферичним торцем; *б* – гвинтовий із плоским торцем; *в* – нарізний із сферичним торцем, що впирається в конусне гніздо затискного башмака; 1 – торець гвинтового затискача; 2 – рукоятка гвинтового затискача; Q – сила, прикладена на кінці рукоятки; W – сила затискача; l – довжина рукоятки; d – діаметр гвинтового затискача

Б.2. Ексцентриковий затискач

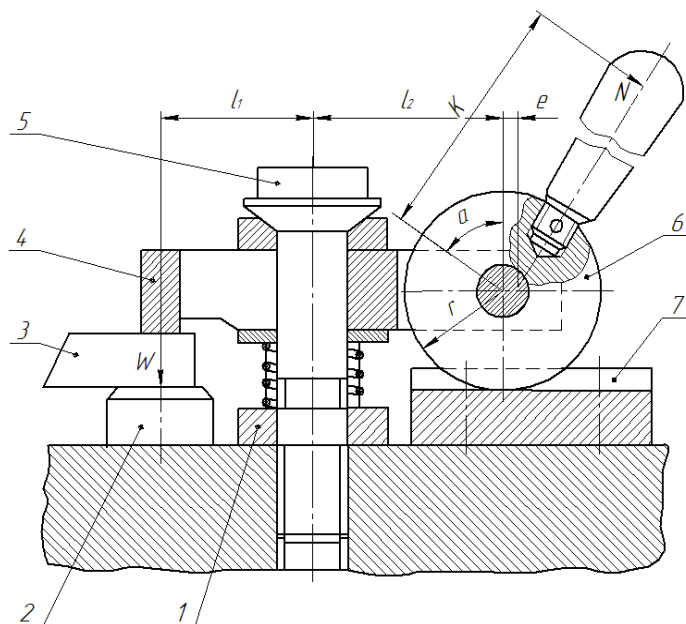


Рис. Б.2. Будова й параметри ексцентрикового затискача: 1 – гайка; 2, 7 – опори; 3 – оброблювана деталь; 4 – планка; 5 – стрижень; 6 – ексцентрик; W – зусилля затискача; N – сила на рукоятці; K – довжина рукоятки; α – кут повороту рукоятки ексцентрика; e – величина ексцентриситету; r – радіус осі ексцентрика; l_1, l_2 – довжини плечей важеля (планки)

Б.3. Цанговий затискач

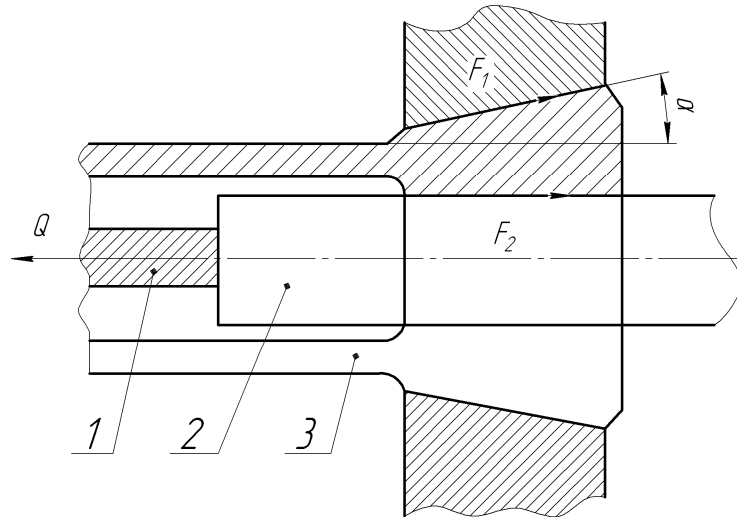


Рис. Б.3. Будова й параметри цангового затискача: 1 – упор; 2 – дротик; 3 – пелюстка цанги; Q – зусилля затискача; F_1 , F_2 – сили тертя; α – кут цанги

Б.4. Комбінований затискний пристрій із пневмоприводом

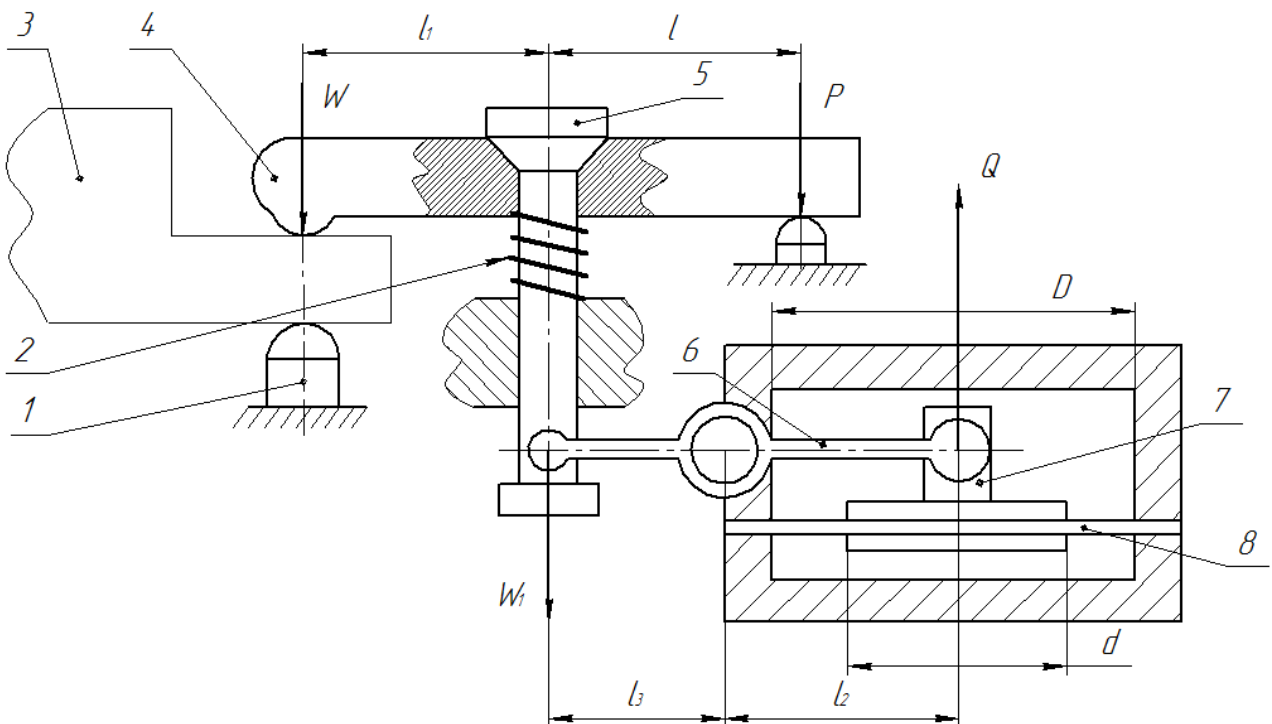


Рис. Б.4. Схема й параметри комбінованого затискного пристрою із пневмоприводом: 1 – опора; 2 – пружина; 3 – деталь; 4 – планка; 5 – стрижень; 6 – важіль-підсилювач; 7 – шток мембрани; 8 – мембрана; W , W_1 – сила затискача; Q – сила на штоку пневмокамери; P – реакція опори; l , l_1 , l_2 , l_3 – довжини плечей важелів

Б.5. Комбінований затискний пристрій із пневмоциліндром

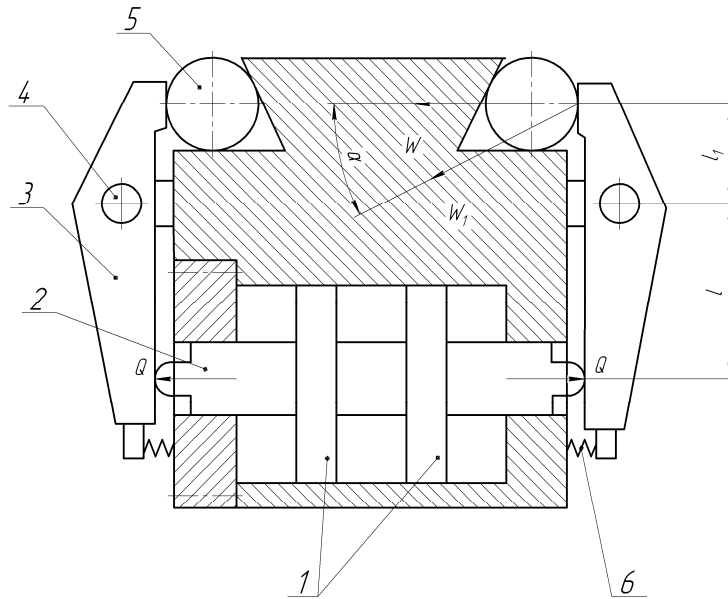


Рис. Б.5. Схема й параметри комбінованого затискного пристрою із пневмоциліндром: 1 – поршень пневмоциліндра; 2 – шток пневмоциліндра; 3 – важіль; 4 – вісь важеля; 5 – деталь; 6 – пружина; W , W_1 – сили затискача деталі; Q – сила на штоку; l_1 , l_2 – довжини плечей планки; α – кут між напрямками прикладання сил затискача деталі

Б.6. Комбіновані гвинтові затискачі

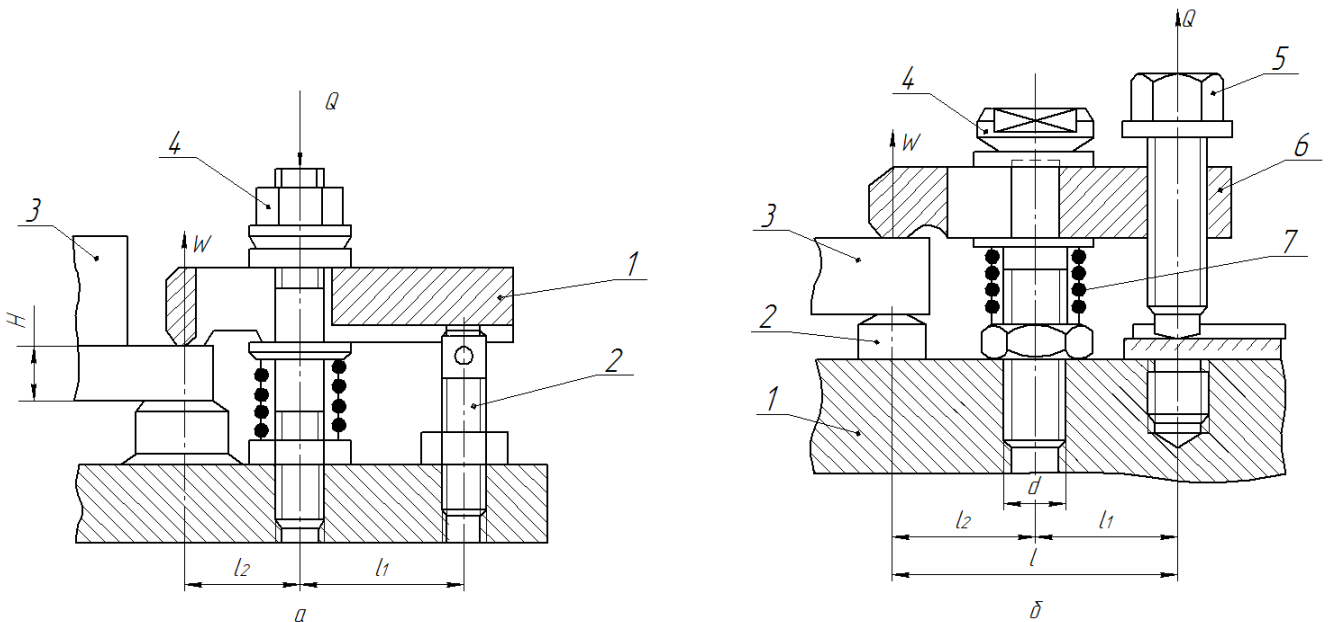


Рис. Б.6. Різні типи комбінованих гвинтові затискачів у розрізі: *а* – нормалізований гвинтовий прихоплювач із пересувною притисочною планкою (1 – притисчна планка; 2 – регульована опора; 3 – оброблювана деталь; 4 – гайка; Q – сила затягування; W – сила затискача; l_1 , l_2 – довжини плечей притисочної планки); *б* – нормалізований гвинтовий прихоплювач (1 – корпус пристрою; 2 – опора; 3 – деталь; 4 – головка; 5 – гвинт; 6 – прихоплювач; 7 – пружина)

Б.7. Механогідравлічний привід

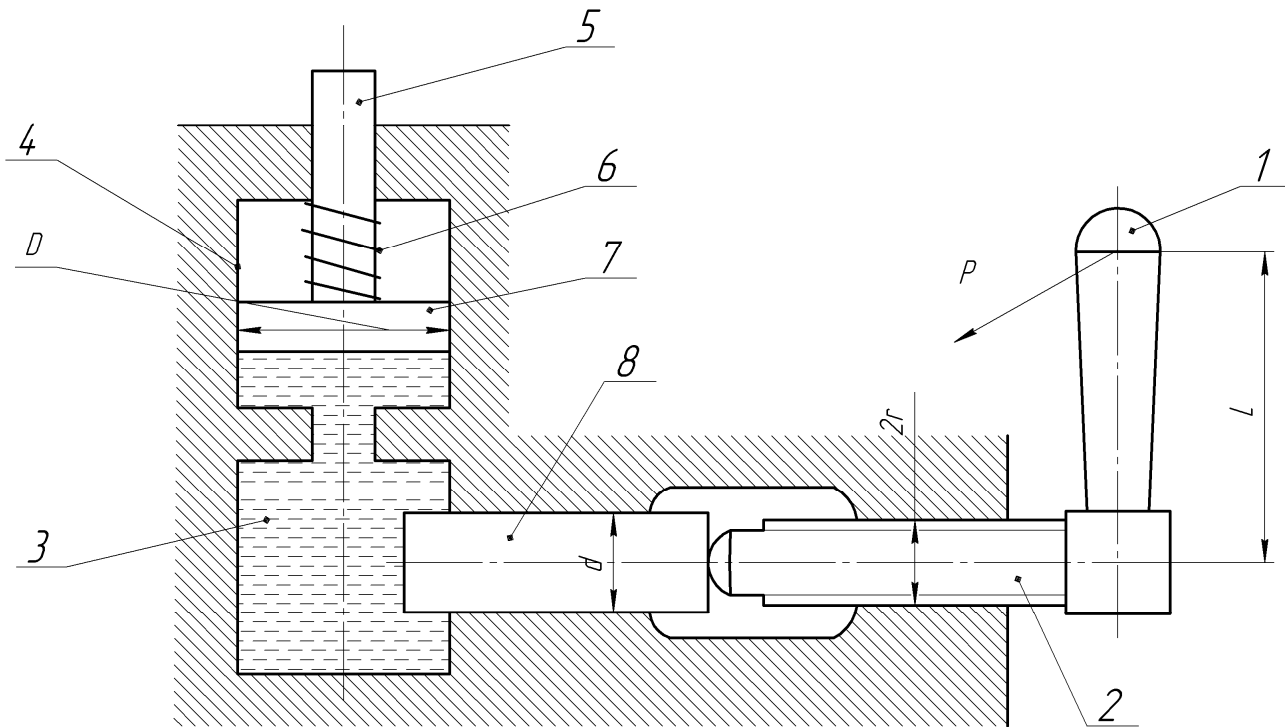


Рис. Б.7. Будова та параметри механогідравлічного приводу: 1 – ручка; 2 – гвинт; 3 – резервуар; 4 – циліндр; 5 – шток; 6 – пружина; 7 – поршень; 8 – плунжер; Q – сила на штоку гідроциліндра; P – зусилля на рукоятці; d – діаметр плунжера; L – довжина рукоятки; r – радіус гвинта; D – діаметр поршня

Б.8. Електромагнітні приводи

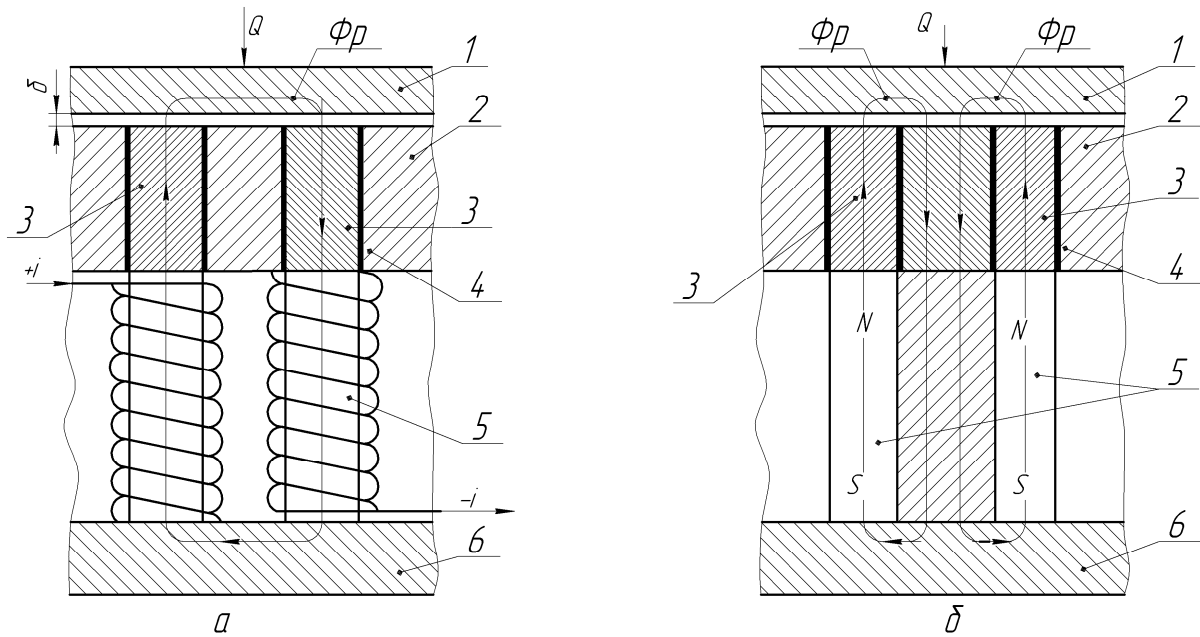


Рис. Б.8. Різні типи електромагнітних приводів: *a* – електромагнітний пристрій (1 – оброблювана деталь; 2 – адаптерна плита; 3 – магнітопровід; 4 – прокладка; 5 – електромагнітні котушки; 6 – основа пристрою); *б* – магнітний пристрій з постійними магнітами (1 – оброблювана деталь; 2 – адаптерна плита; 3 – магнітопровід; 4 – прокладка; 5 – постійний магніт; 6 – основа пристрою)

Б.9. Пневмокамера одnobічної дії

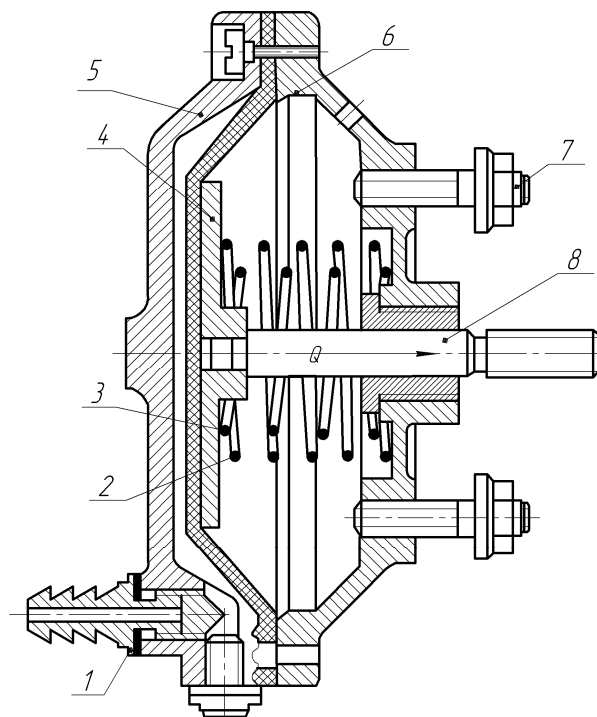


Рис. Б.9. Будова та параметри пневмокамери одnobічної дії: 1 – штуцер; 2, 3 – пружини; 4 – сталевий диск; 5 – корпус; 6 – діафрагма; 7 – шпилька; 8 – шток; Q – зусилля на штоку; d – діаметр сталевого диска

Б.10. Пневмоциліндри

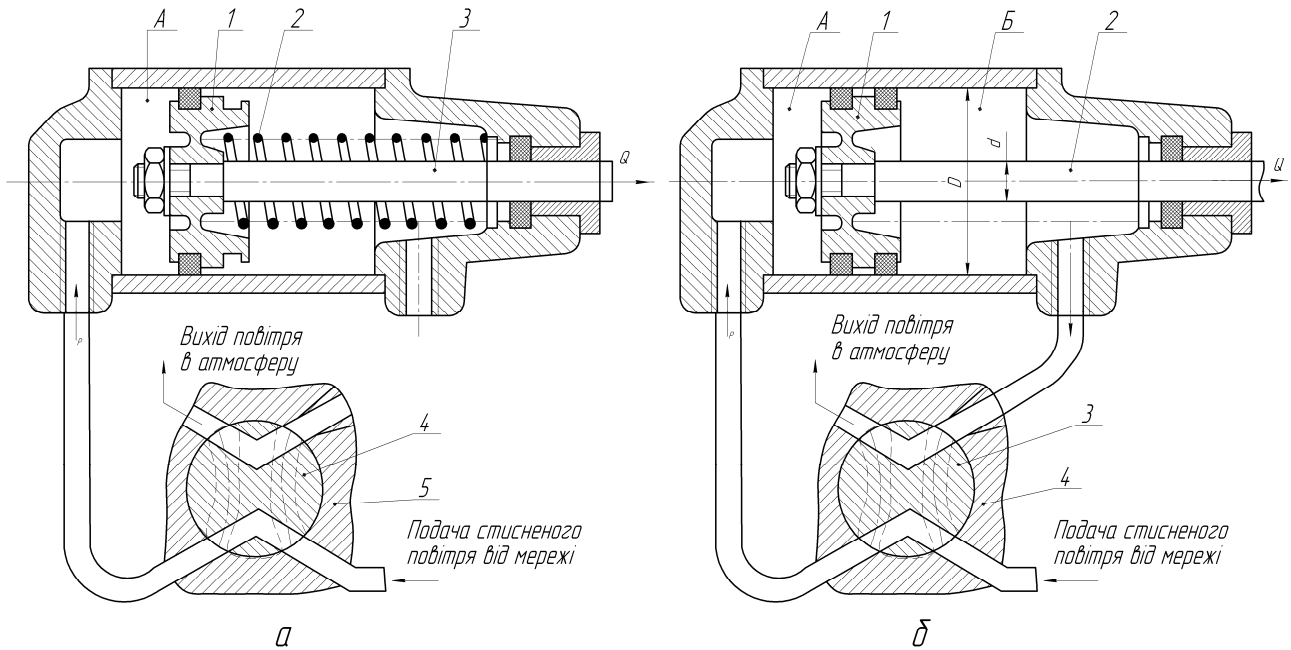


Рис. Б.10. Будова й параметри пневмоциліндрів: *a* – однобічної дії (1 – поршень; 2 – пружина; 3 – шток; 4 – золотник; 5 – кран); *б* – двосторонньої дії; 1 – поршень; 2 – шток; 3 – золотник; 4 – кран); *A* – нештокова порожнина пневмоциліндра; *Б* – штокова порожнина; *Q* – зусилля на штоку пневмоциліндра; *p* – тиск повітря на вході; *D* – діаметр поршня; *d* – діаметр штока

Б.11. Пневмокамера двобічної дії

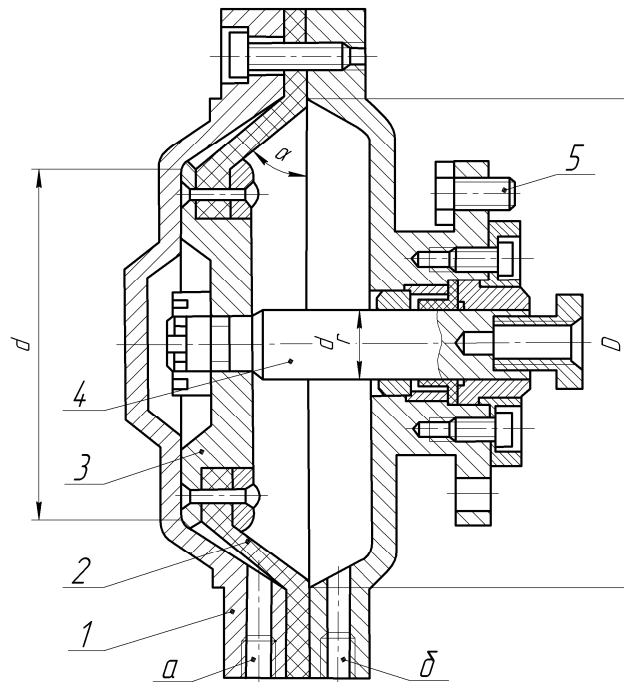


Рис. Б.11. Будова й параметри пневмокамери двобічної дії: 1 – кришка; 2 – діафрагма; 3 – сталевий диск; 4 – шток; 5 – шпилька; *a*, *б* – отвори; *D* – діаметр діафрагми; *d* – діаметр опорного диска; *d*₁ – діаметр штока

Б.12. Гідроциліндр двобічної дії

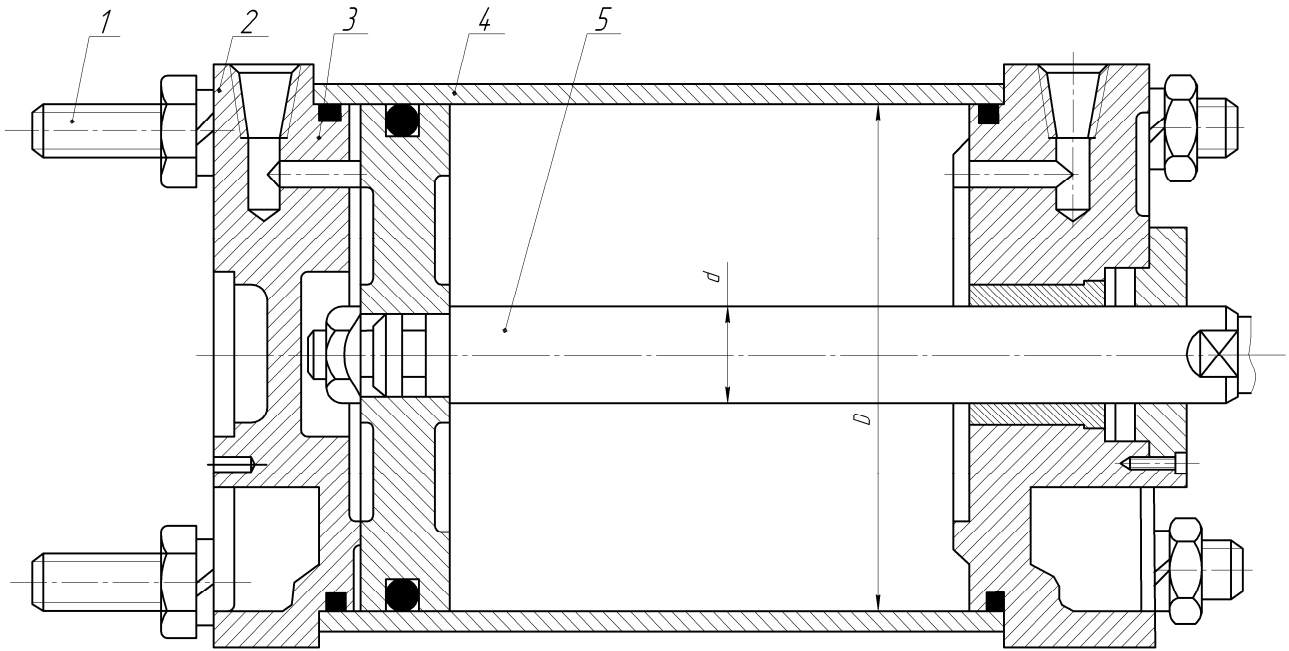


Рис. Б.12. Будова й параметри гідроциліндрів двобічної дії: 1 – штуцер; 2 – корпус; 3 – поршень; 4 – гільза; 5 – шток; D – діаметр поршня; d – діаметр штока

Б.13. Гідроциліндри одnobічної дії

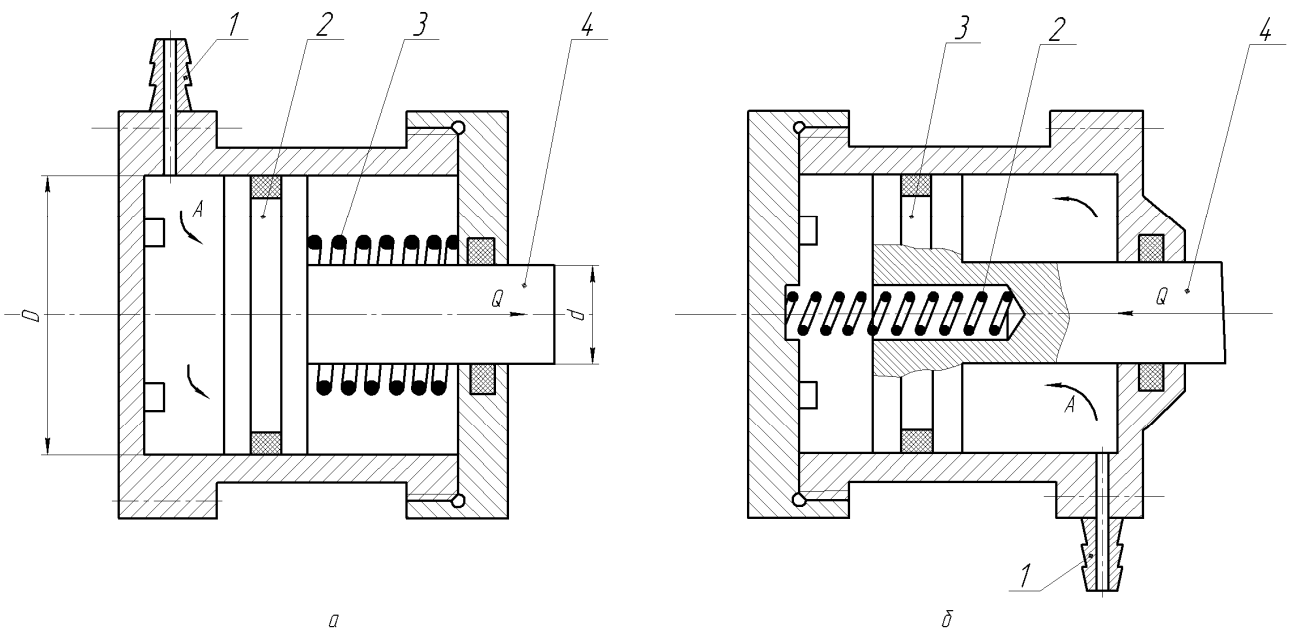


Рис. Б.13. Будова й параметри різних типів гідроциліндрів одnobічної дії: a – штоухальний; b – тягнучий; 1 – штуцер; 2 – поршень; 3 – пружина; 4 – шток; A – напірна порожнина; Q – зусилля на штоку; d – діаметр штока; D – діаметр поршня

Б.14. Схема гідроприводу

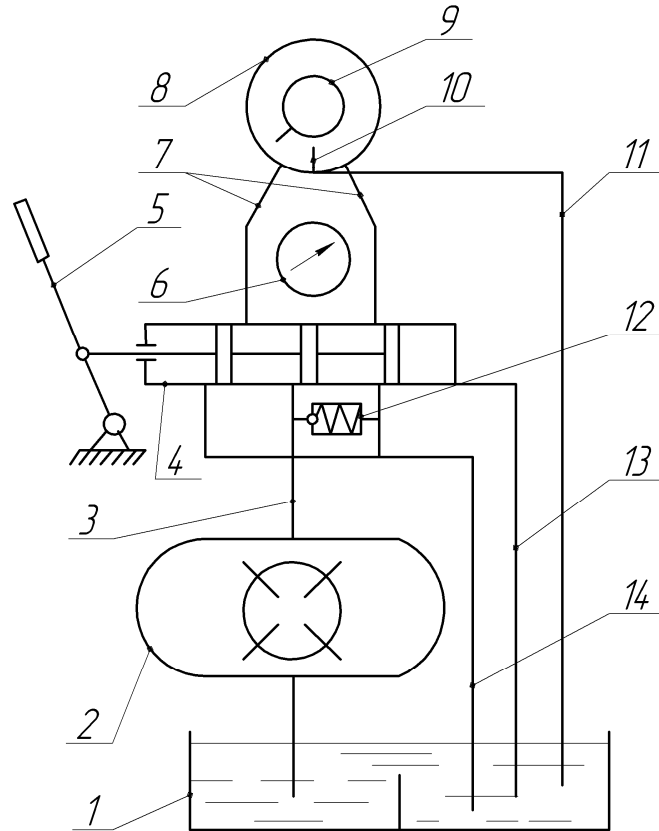


Рис. Б.14. Умовне зображення гідроприводу: 1 – бак; 2 – насос; 3 – поршень; 4 – золотник; 5 – рукоятка; 6 – манометр; 7, 13, 14 – трубопроводи; 8 – лопатевий насос; 9 – ротор; 10 – упор; 11 – мастилопровід; 12 – клапан

Б.15. Пневмогідропідсилювач

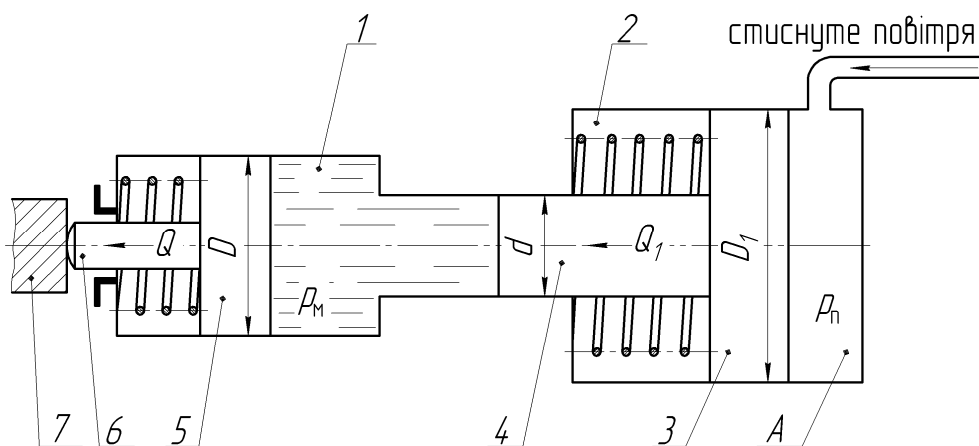


Рис. Б.15. Будова й параметри пневмогідропідсилювача: 1 – гідравлічний циліндр; 2 – пневмоциліндр; 3 – поршень; 4 – шток; 5 – поршень гідроциліндра; 6 – шток гідроциліндра; 7 – деталь; A – нештокова порожнина; Q – зусилля на штоку гідроциліндра; Q_1 – зусилля на штоку пневмоциліндра; p_m – тиск мастила; p_n – тиск повітря; D – діаметр поршня гідроциліндра; D_1 – діаметр поршня пневмоциліндра; d – діаметр штока пневмоциліндра

Б.16. Пневматичні затискачі

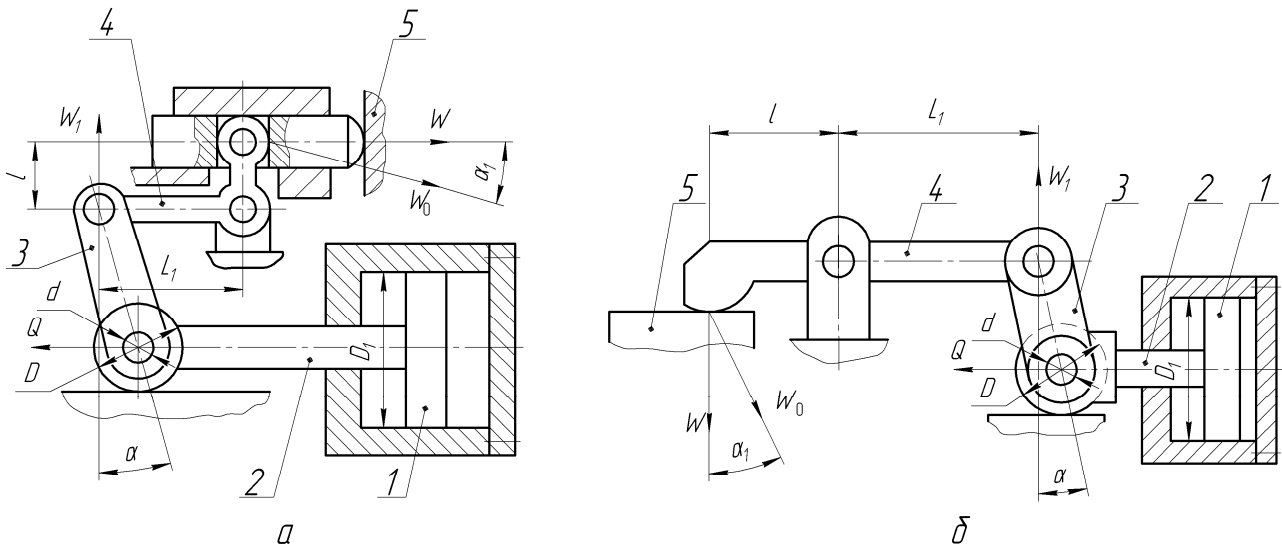


Рис. Б.16. Будова й параметри різних типів пневматичних затискачів: *а* – з важільним механізмом-підсилювачем (1 – поршень; 2 – шток; 3 – тяга; 4 – важіль; 5 – вісь; 6 – прихоплювач; 7 – деталь); *б* – з важільним механізмом (1 – поршень; 2 – шток; 3 – тяга; 4 – важіль; 5 – деталь); W – зусилля затискання деталі; W_0 – зусилля затискача; W_1 – зусилля на важелі; Q – зусилля на штоку; l , l_1 – довжини плечей прихоплювачів і важелів; D_1 – діаметр поршня; α , α_1 – кути напрямку прикладання сил до тяг і деталей

ДОДАТОК В. ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТОКАРНИХ І КРУГЛОШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

В.1. Обортові центри для центрованих деталей

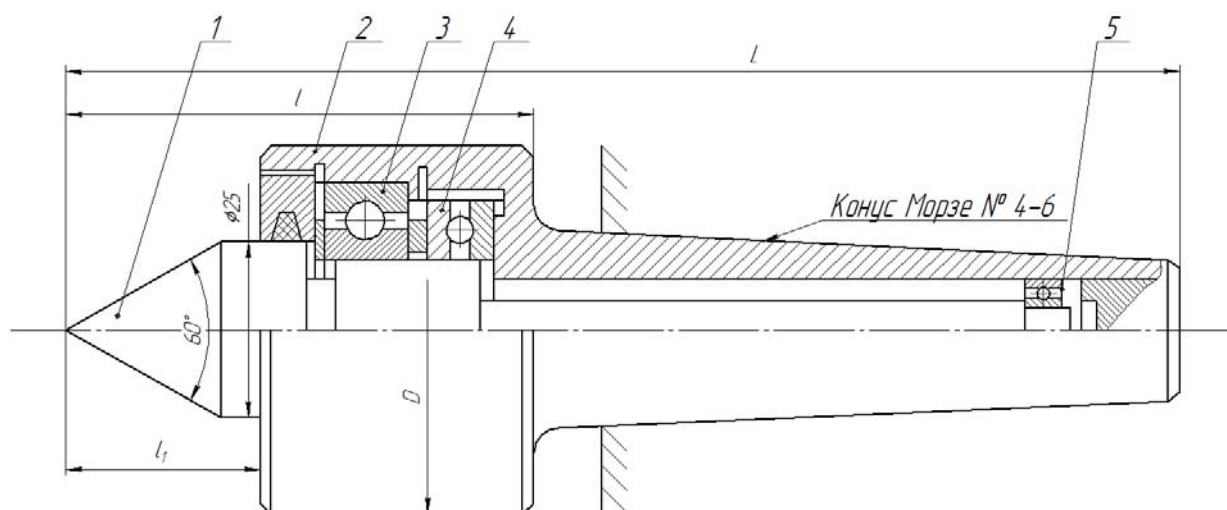


Рис. В.1 Будова обертвого центра для центрованих деталей: 1 – центр; 2 – корпус; 3, 5 – радіальний підшипник; 4 – упорний підшипник

В.2. Обортові центри для порожніх деталей

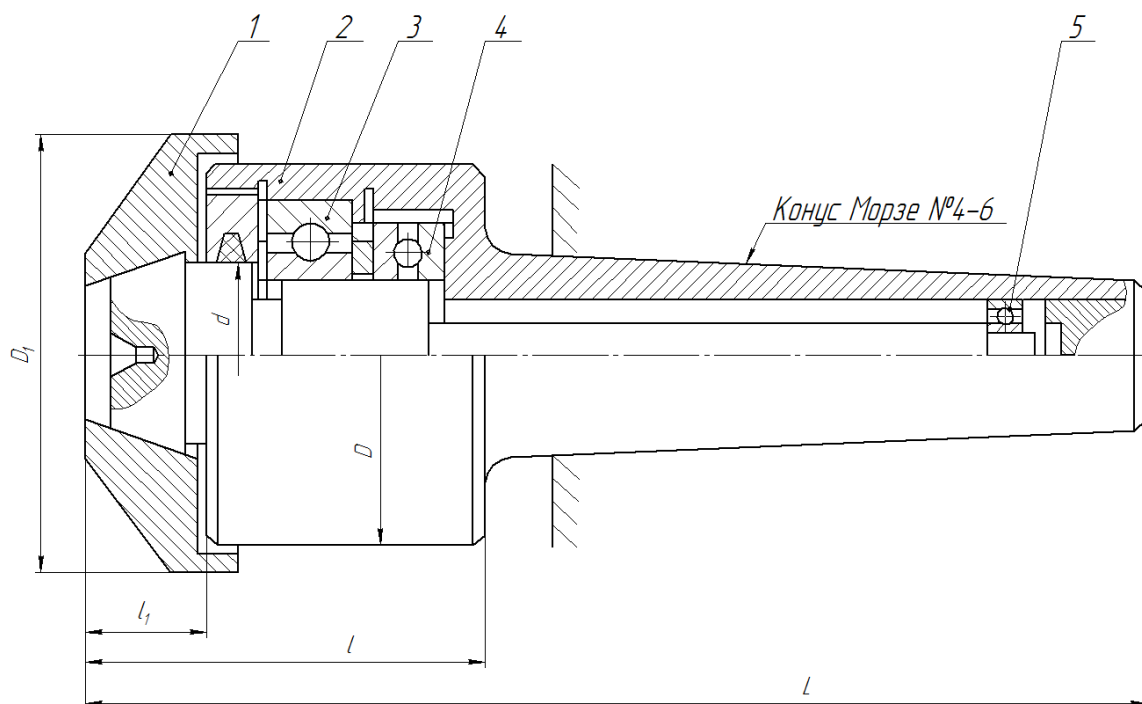


Рис. В.2. Будова обертвого центра для порожніх деталей: 1 – центр; 2 – корпус; 3, 5 – радіальний підшипник; 4 – упорний підшипник

Рекомендовані параметри центрів для центрованих і порожніх деталей, мм

Конус Морзе	Серія	d	D	L	l	D_1	l_1
		Не більше				Не менше	
2	Нормальна	22	5	160	90	56	24
3		25	63	180	94	63	26
4		28	71	210	101	71	30
5		32	80	240	104	80	34
4	Посилена	36	75	210	111	75	36
5		40	90	250	114	90	45
6		125	125	340	150	125	56

В.3. Плаваючий центр для верстатів з ЧПК

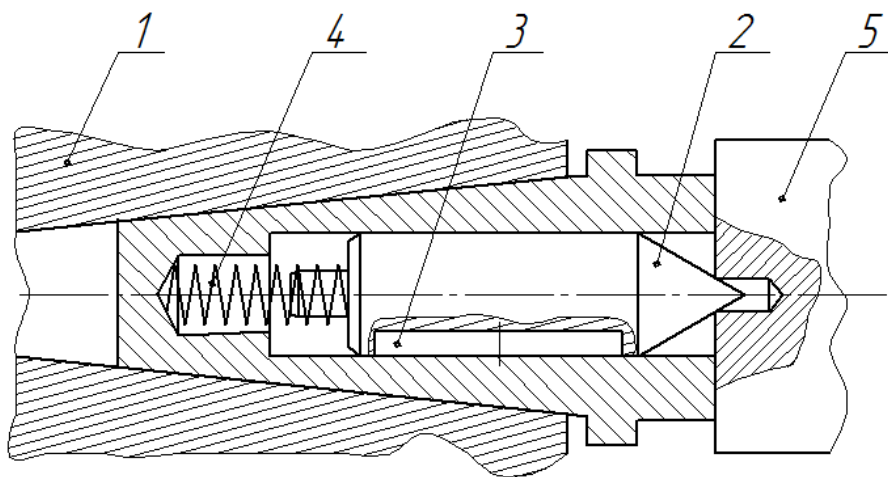


Рис. В.3. Будова плаваючого центра для верстатів із ЧПК: 1 – корпус; 2 – центр; 3 – шпонка; 4 – пружина, 5 – деталь

В.4. Зубчастий повідковий центр

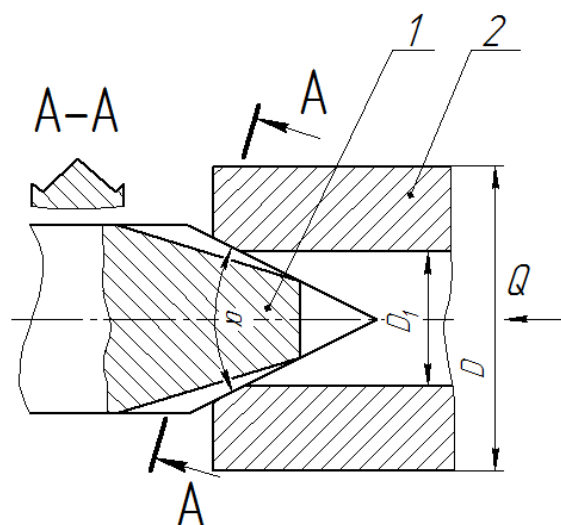


Рис. В.4. Будова зубчастого повідкового центра: 1 – зубчастий центр; 2 – деталь

В.5. Центр із повідковим пристроєм

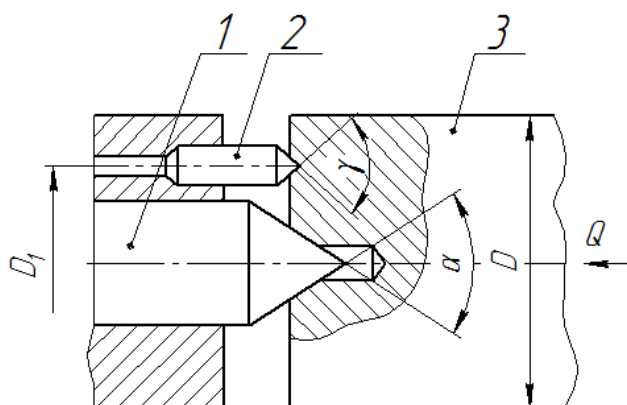


Рис. В.5. Будова центра із повідковим привідним пристроєм: 1 – центр; 2 – повідок; 3 – деталь

В.6. Зрізаний центр для обробки торцевих поверхонь деталей

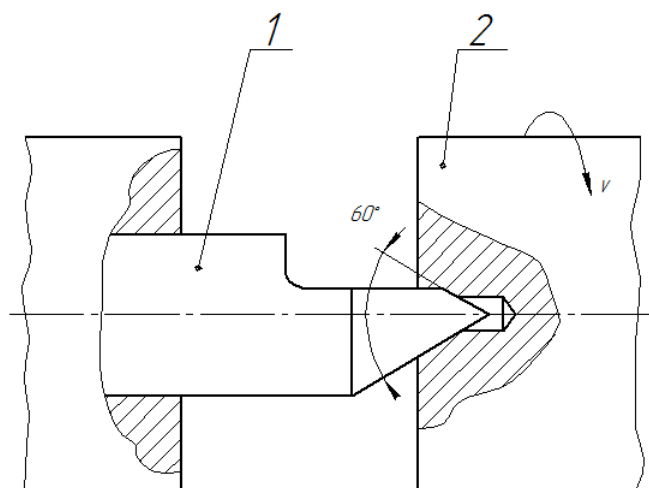


Рис. В.6. Будова зрізаного центра для обробки торцевих поверхонь деталей: 1 – центр; 2 – деталь

В.7. Повідковий патрон із двома ексцентриковими кулачками

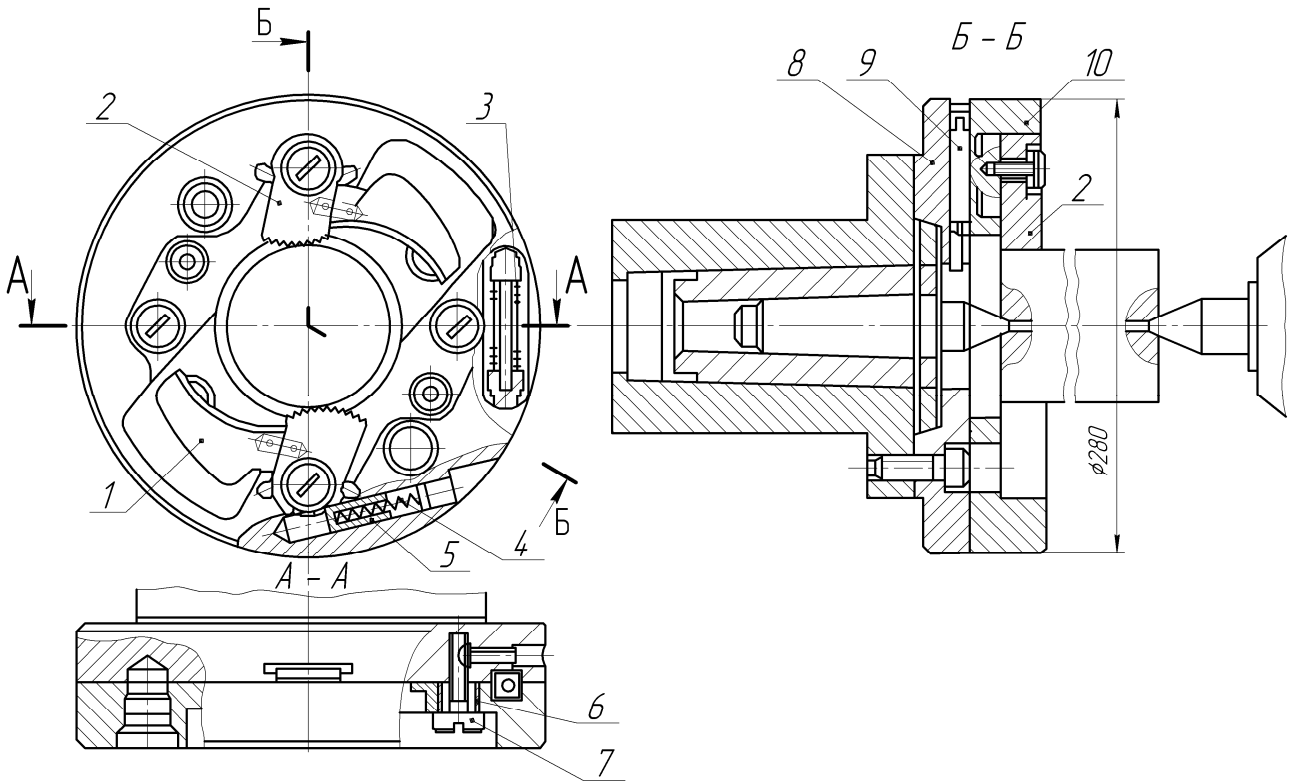


Рис. В.7. Будава повідкового патрона з двома ексцентриковими кулачками: 1 – вантаж; 2 – кулачок; 3, 4 – пружини; 5 – штовхач; 6 – розпірна втулка; 7 – гвинт; 8 – фланець; 9 – ведучий палець; 10 – корпус патрона

В.8. Обробка заготівки методом поздовжньої подачі з використанням повідкового патрона й хомутика

Обточування виробу методом поздовжньої подачі (рис. В.8) здійснюється за допомогою хомутика 1, що кріпиться на заготівки 2, і повідкового патрона 3, закріпленого на шпинделі токарного верстата. Заготівку встановлено в центрах.

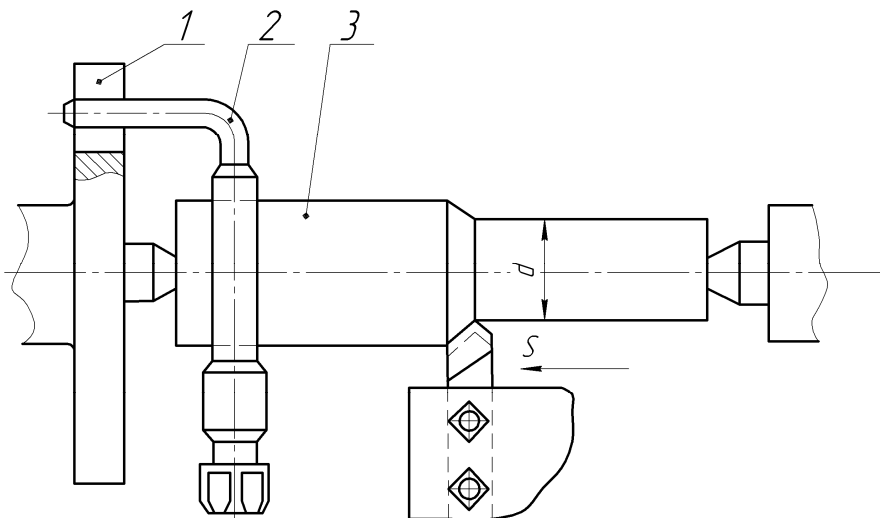


Рис. В.8. Схема процесу обробки заготівки методом поздовжньої подачі з використанням повідкового патрона й хомутика

В.9. Визначення зусилля закріплення заготовки з боку задньої бабки токарного верстата

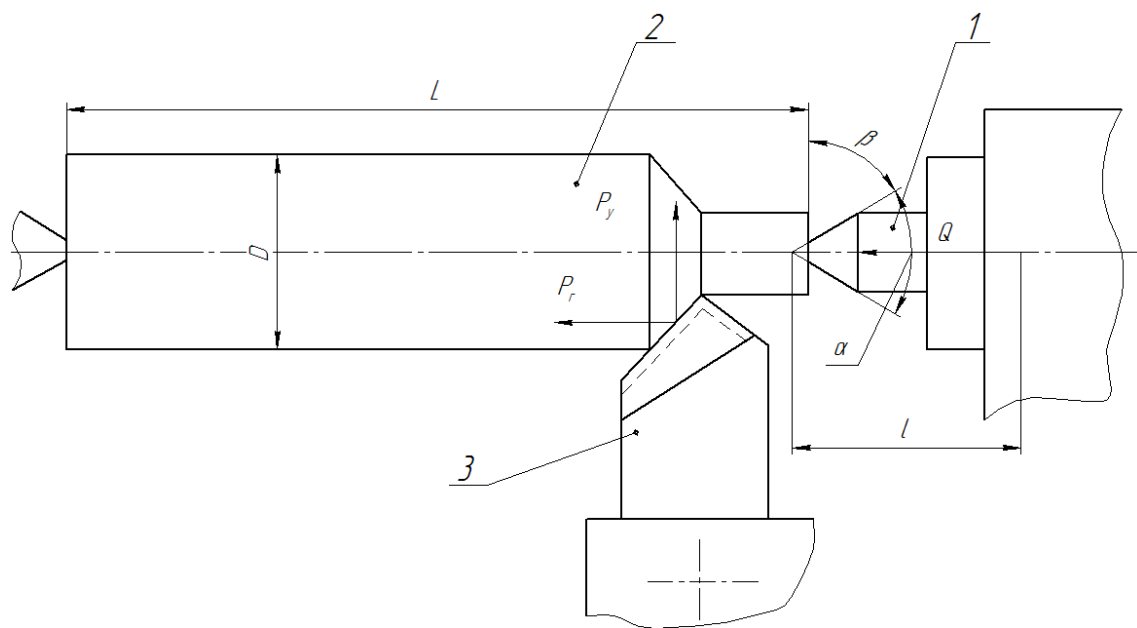


Рис. В.9. Схема для обчислення зусилля закріплення заготовки з боку задньої бабки верстата: Q – зусилля закріплення; P_x і P_y – складові сили різання; D – діаметр заготовки; L – довжина заготовки; l – довжина вильоту центра задньої бабки; α – кут центрального отвору; 1 – центр; 2 – деталь; 3 – інструмент

В.10. Трикулачковий повідковий патрон

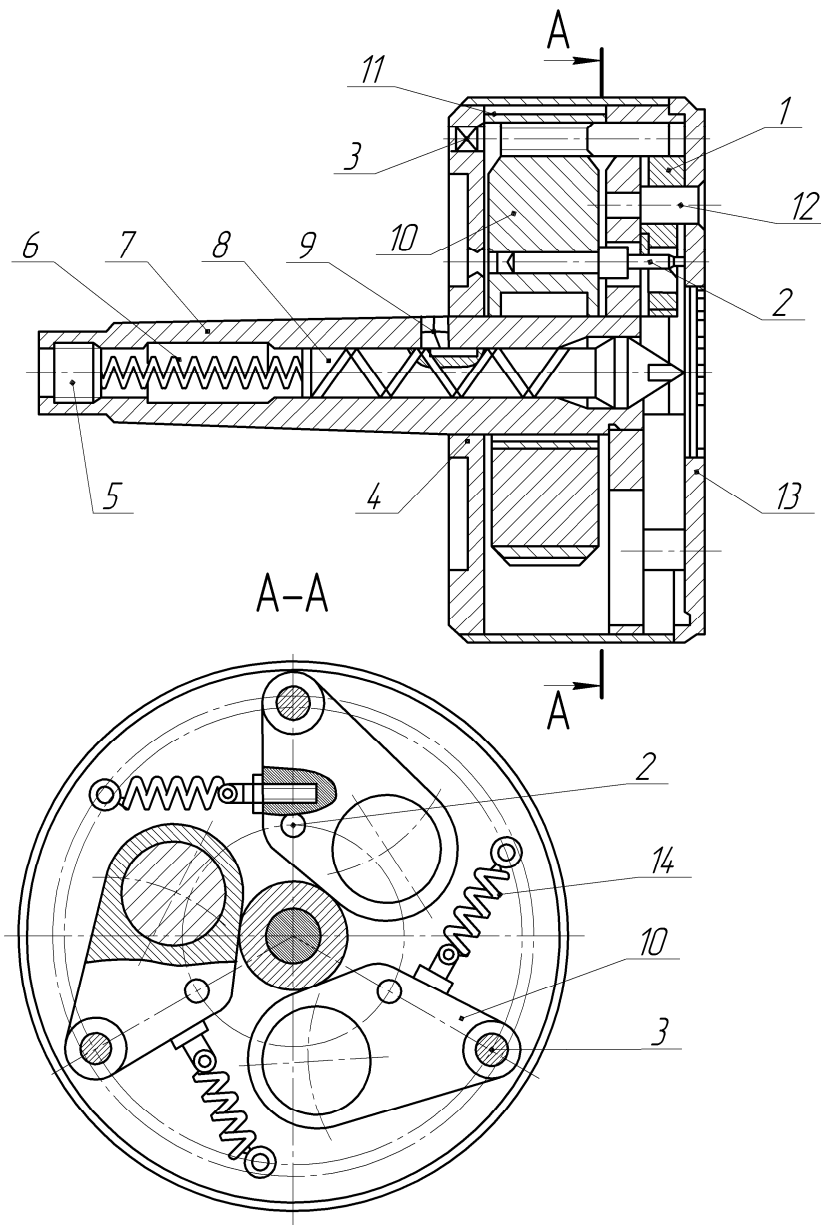


Рис. В.10. Будова трикулачкового повідкового патрона: 1 – кулачок; 2 – палець; 3, 12 – осі; 4 – корпус патрона; 5 – нарізна пробка; 6 – пружина; 7 – конусна частина корпусу; 8 – плаваючий центр; 9 – гвинт; 10 – противага; 11 – кожух; 13 – кришка; 14 – пружина

В.11. Центрові оправки для розміщення циліндричних заготовок у центрах на токарному верстаті

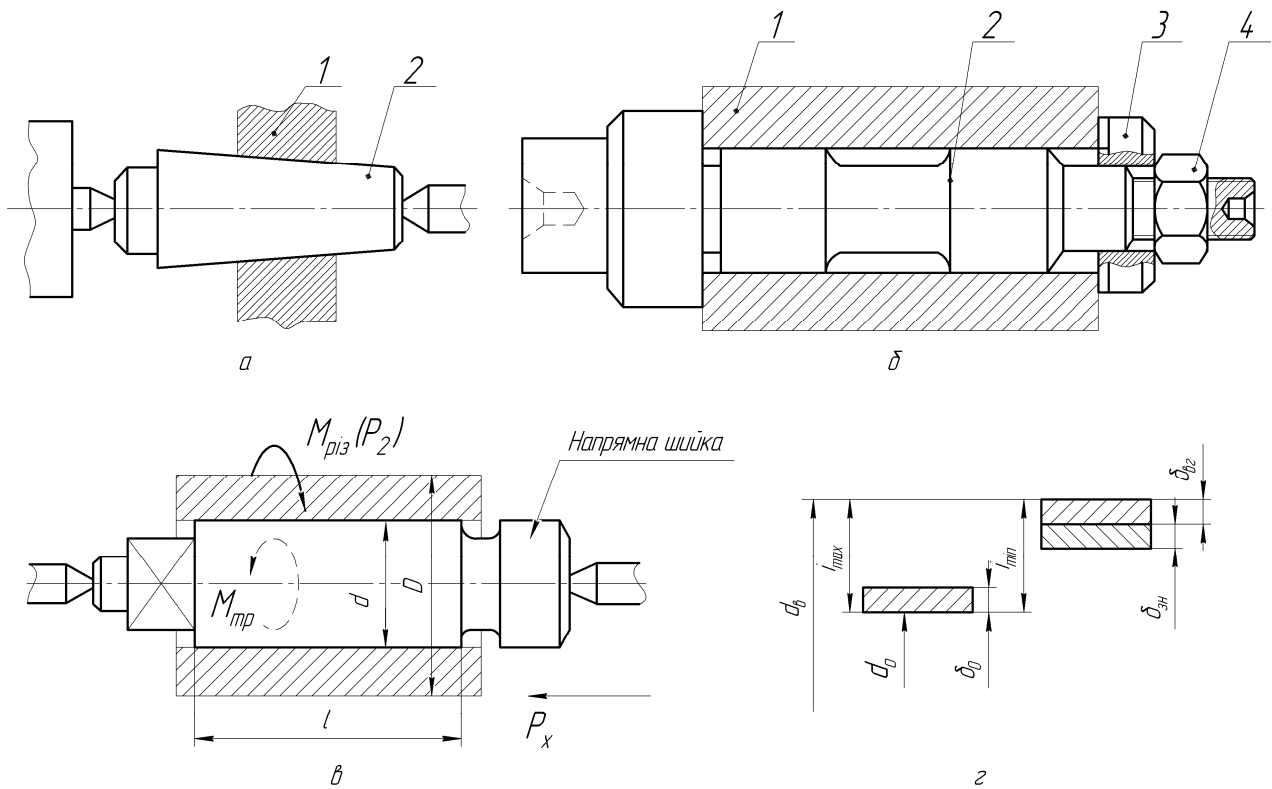


Рис. В.11. Схеми й параметри різних видів центричних оправок для кріплення циліндричних заготовок у центрах на токарному верстаті: *a* – конусна для високої точності центрування; *б* – оправка для розміщення заготовки з гарантованим зазором; *в* – під запресовування; $M_{тр}$ – момент тертя, $M_{рез}$ – момент різання, P_x – рушійна сила (сила опору подачі); i – розташування полів допусків з'єднання «оправка – заготовка»; $\delta_{зн}$ – допуск на зношування оправки; $\delta_{вг}$ – допуск на виготовлення оправки; i_{min} , i_{max} зазор між деталлю та оправкою; δ_0 – допуск на отвір; d_0 – діаметр отвору; d_b – діаметр вала; 1 – деталь; 2 – оправка; 3 – шайба; 4 – гайка

В.12. Гладка оправка зі шпонкою

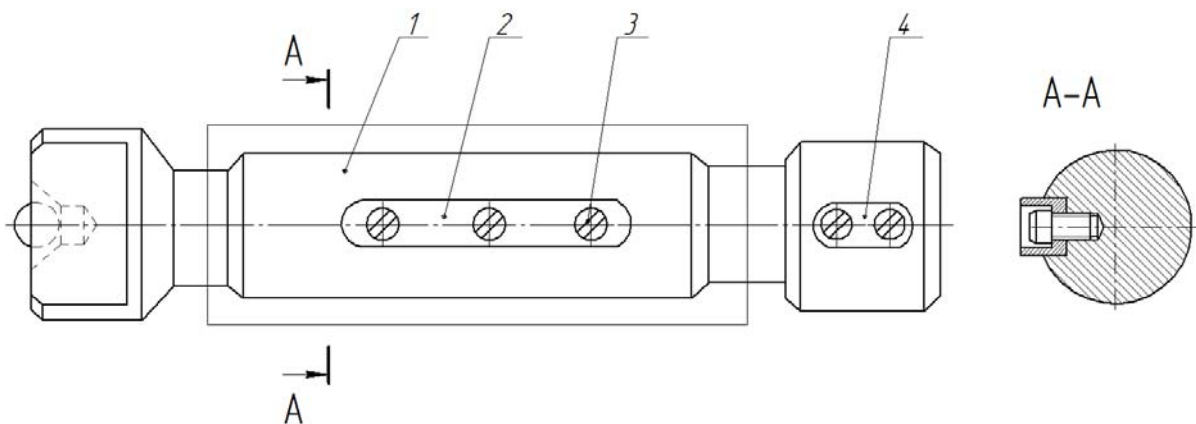


Рис. В.12. Будова гладкої оправки зі шпонкою: 1 – оправка; 2 – основна шпонка; 3 – гвинт; 4 – напрямна шпонка

В.13. Циліндрична оправка під запресовування

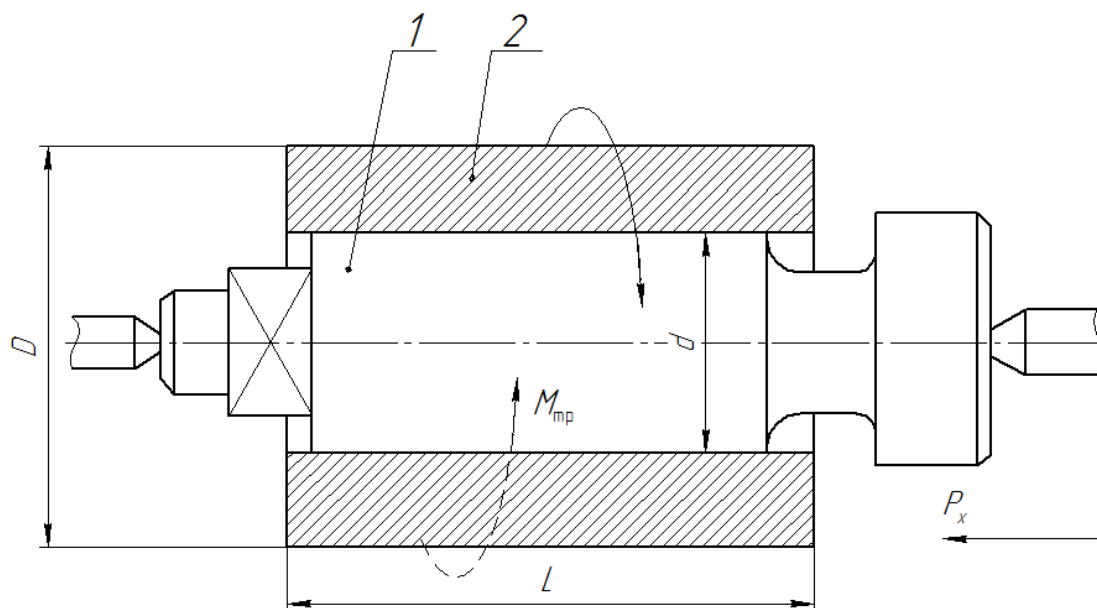


Рис. В.13. Будова й параметри циліндричної оправки під запресовування: 1 – оправка; 2 – деталь

В.14. Конусна оправка

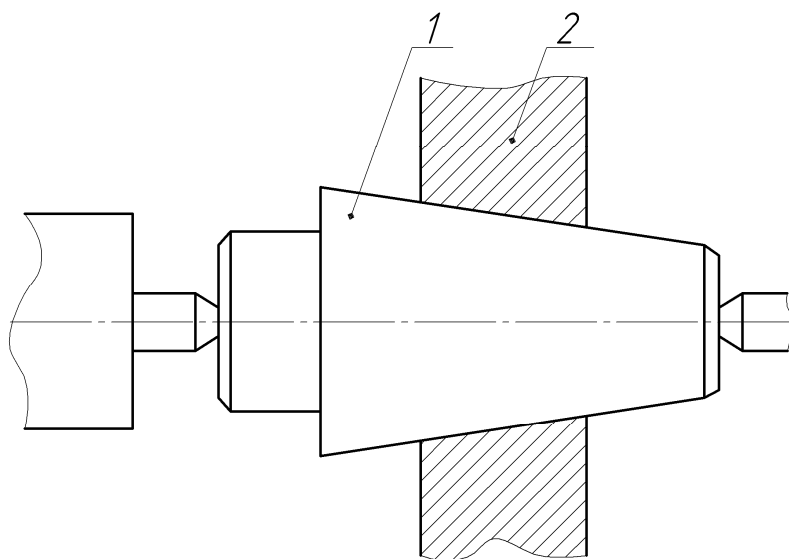


Рис. В.14. Будова конусної оправки: 1 – оправка; 2 – деталь

В.17. Консольна оправка, обладнана тарілчастими пружинами

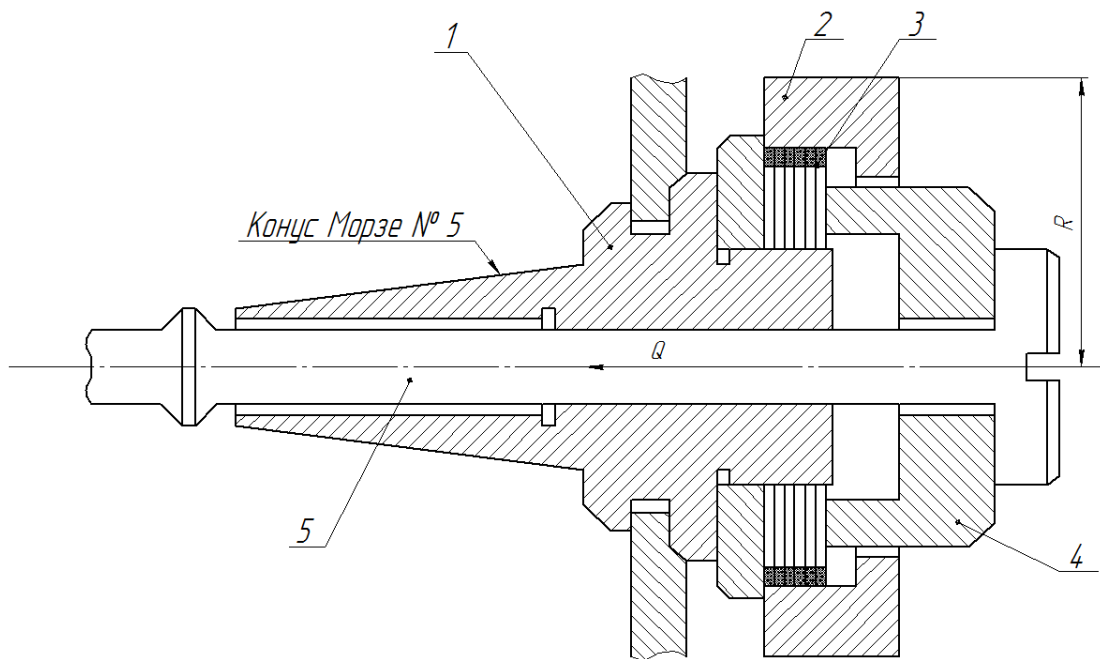


Рис. В.17. Будова й параметри консольної оправки з тарілчастими пружинами: 1 – оправка; 2 – заготівка; 3 – пакет тарілчастих пружин; 4 – втулка; 5 – механічний привід; R – радіус оброблюваної поверхні заготівки; Q – осьова сила на штоку механізованого приводу

В.18. Універсальний двокулачковий патрон

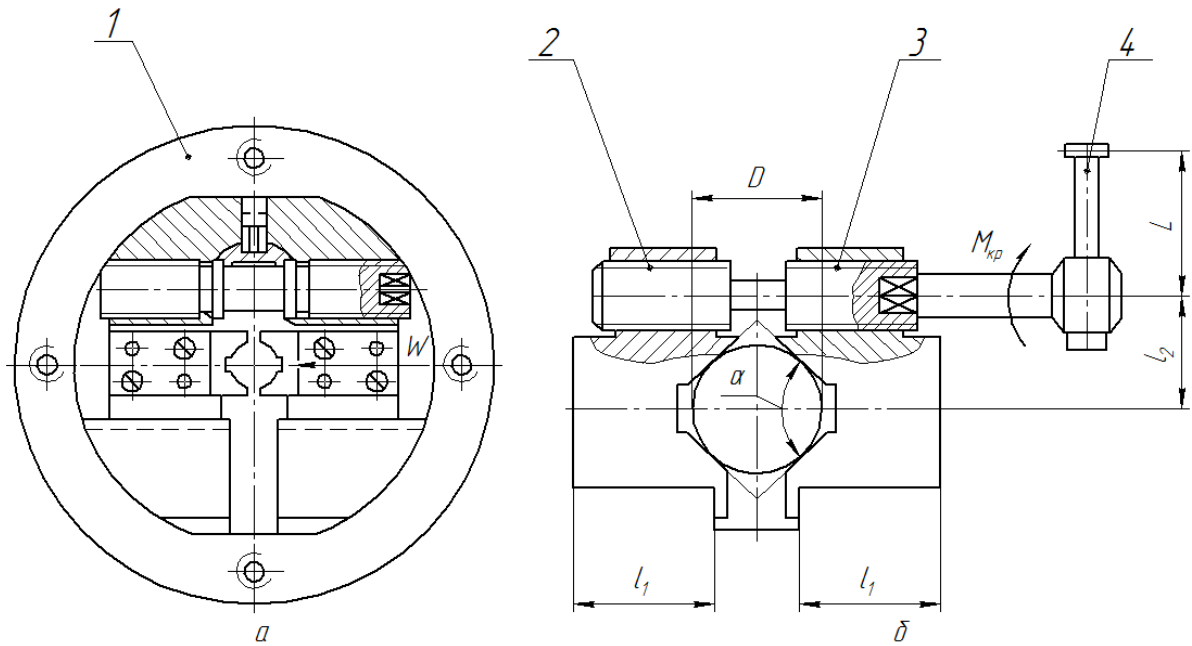


Рис. В.18. Будова й параметри універсального двокулачкового патрона: *a* – загальний вигляд патрона з місцевим розрізом; *b* – схема механізму патрона; *W* – сила затискача; $M_{кр}$ – необхідний крутний момент на ключі; *L* – довжина рукоятки; *D* – діаметр затискуваної деталі; l_1 – довжина прямої частини кулачка; l_2 – відстань між осями затискного гвинта й призми; α – кут призми кулачка; 1 – корпус; 2 – кулачок з лівою нарізкою; 3 – кулачок з правою нарізкою; 4 – рукоятка

В.19. Трикулачковий самоцентрівний патрон

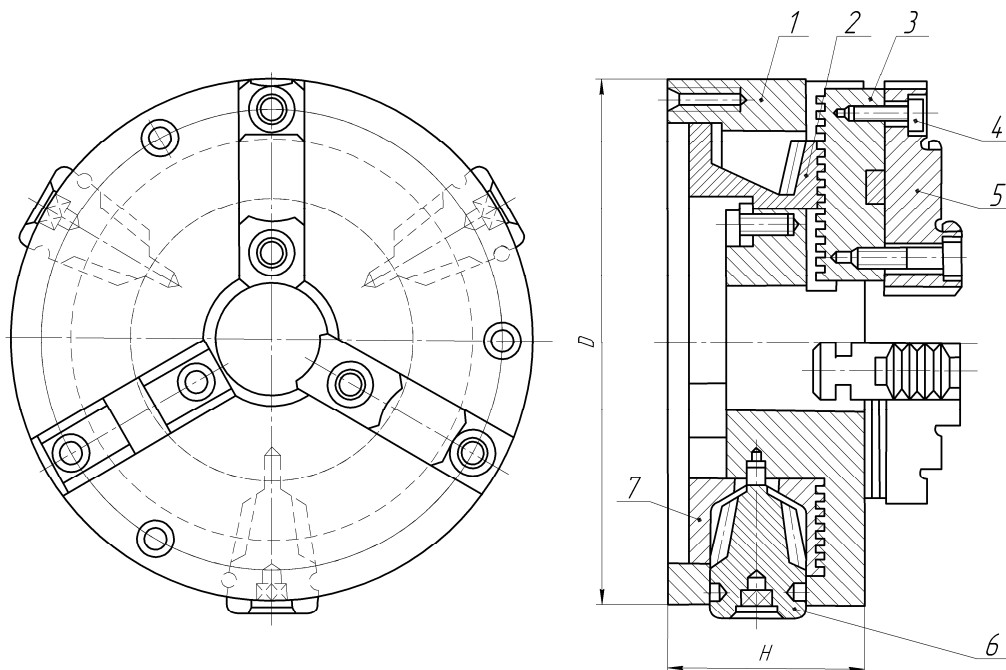


Рис. В.19. Будова й параметри трикулачкового самоцентрівного патрона: 1 – корпус; 2 – диск; 3 – рейка; 4 – гвинт; 5 – накладний кулачок; 6 – конічне зубчасте колесо; 7 – кришка; *H* – ширина патрона; *D* – діаметр корпусу патрона

В.20. Клиноплунжерный токарный патрон

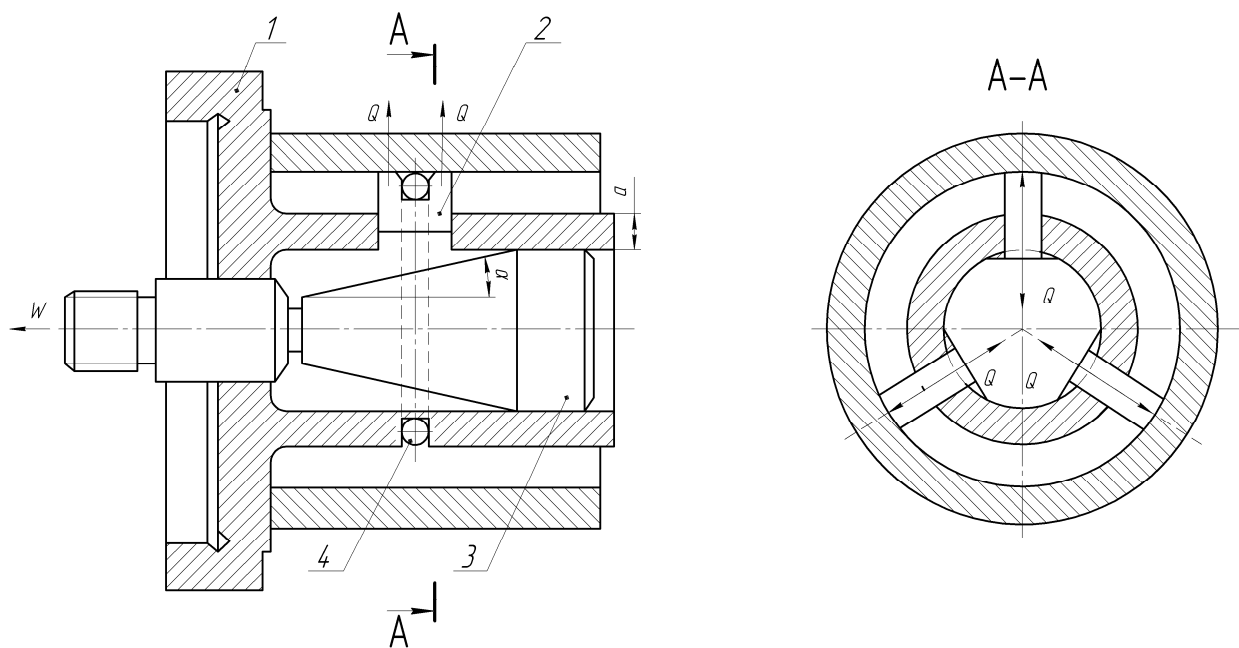


Рис. В.20. Будова й параметри клиноплунжерного токарного патрона: 1 – корпус; 2 – плунжер; 3 – клин; 4 – кулька; Q – зусилля затискача одним плунжером; W – сила тяги приводу; α – кут нахилу конуса клина; a – товщина гільзи корпуса

В.21. Клиновий токарний трикулачковий патрон з механізованим приводом

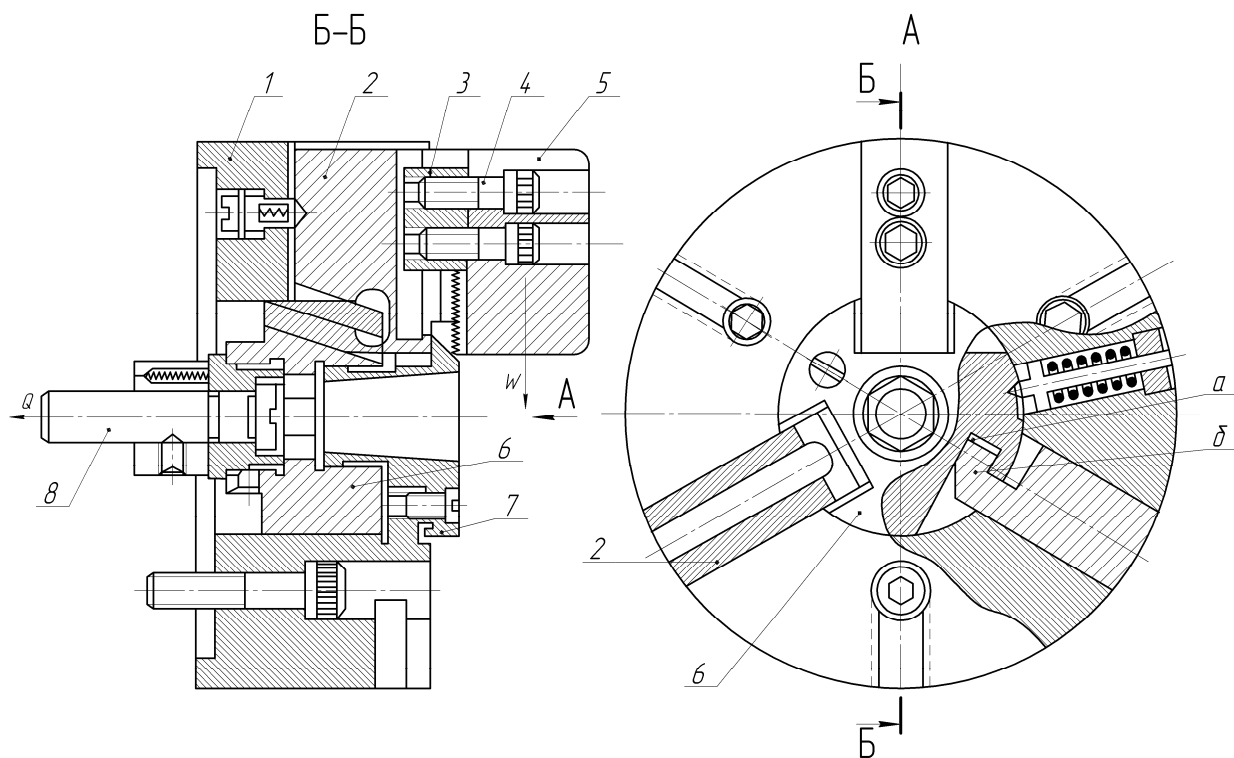


Рис. В.21. Будова й параметри клинового токарного трикулачкового патрона з механізованим приводом: 1 – корпус; 2 – кулачок; 3 – сухар; 4 – гвинт; 5 – змінний кулачок; 6, 7 – втулки; 8 – тяга; A – вид спереду з виступом кулачка 2; $B-B$ – переріз; Q – осьова сила на штоку механізованого приводу; W – сила затискача кулачка патрона

В.22. Універсальний чотирикулачковий патрон

Застосовують для кріплення й затискування деталей некруглої форми.

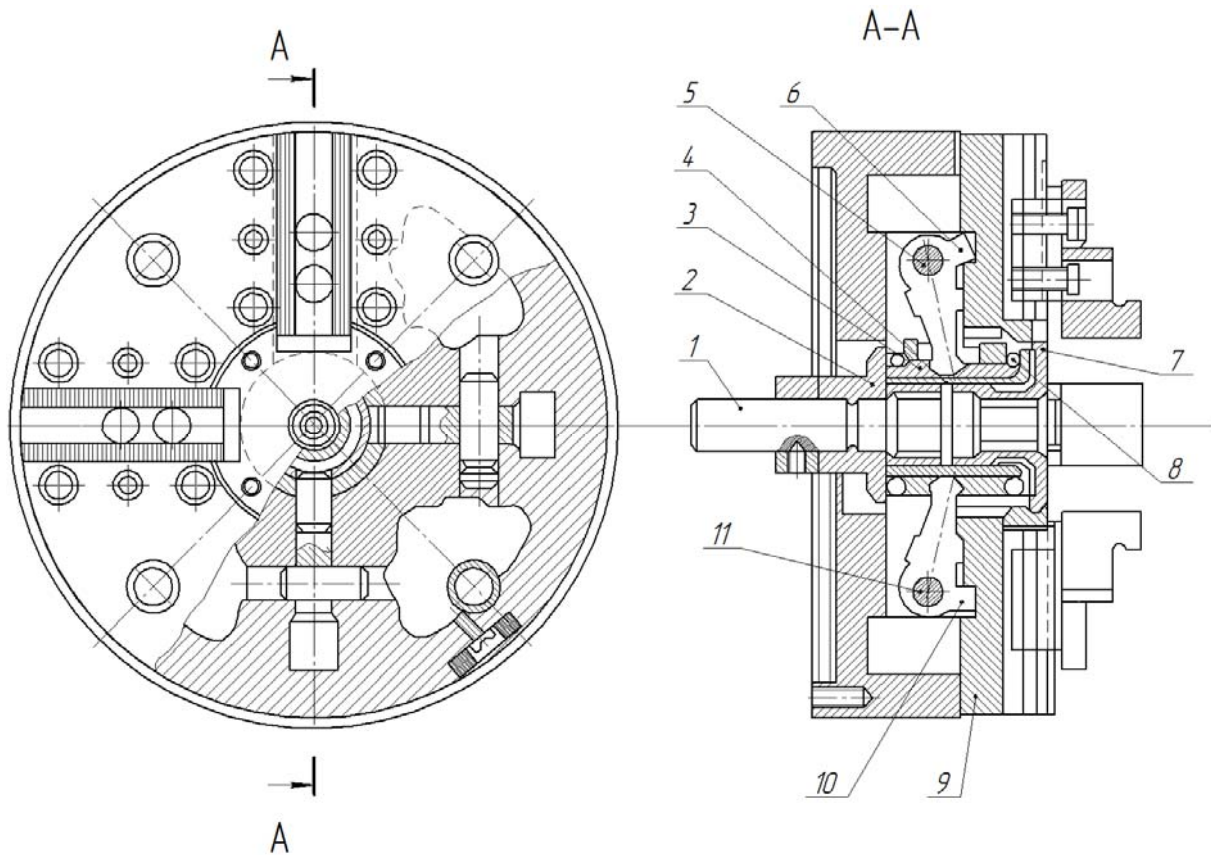


Рис. В.22. Будова універсального чотирикулачкового патрона: 1 – тяга; 2, 3, 4, 7 – втулка; 5, 11 – вісь важеля; 6, 10 – важелі; 8 – плаваюча кулька; 9 – кулачок

В.23. Патрон з постійним магнітом

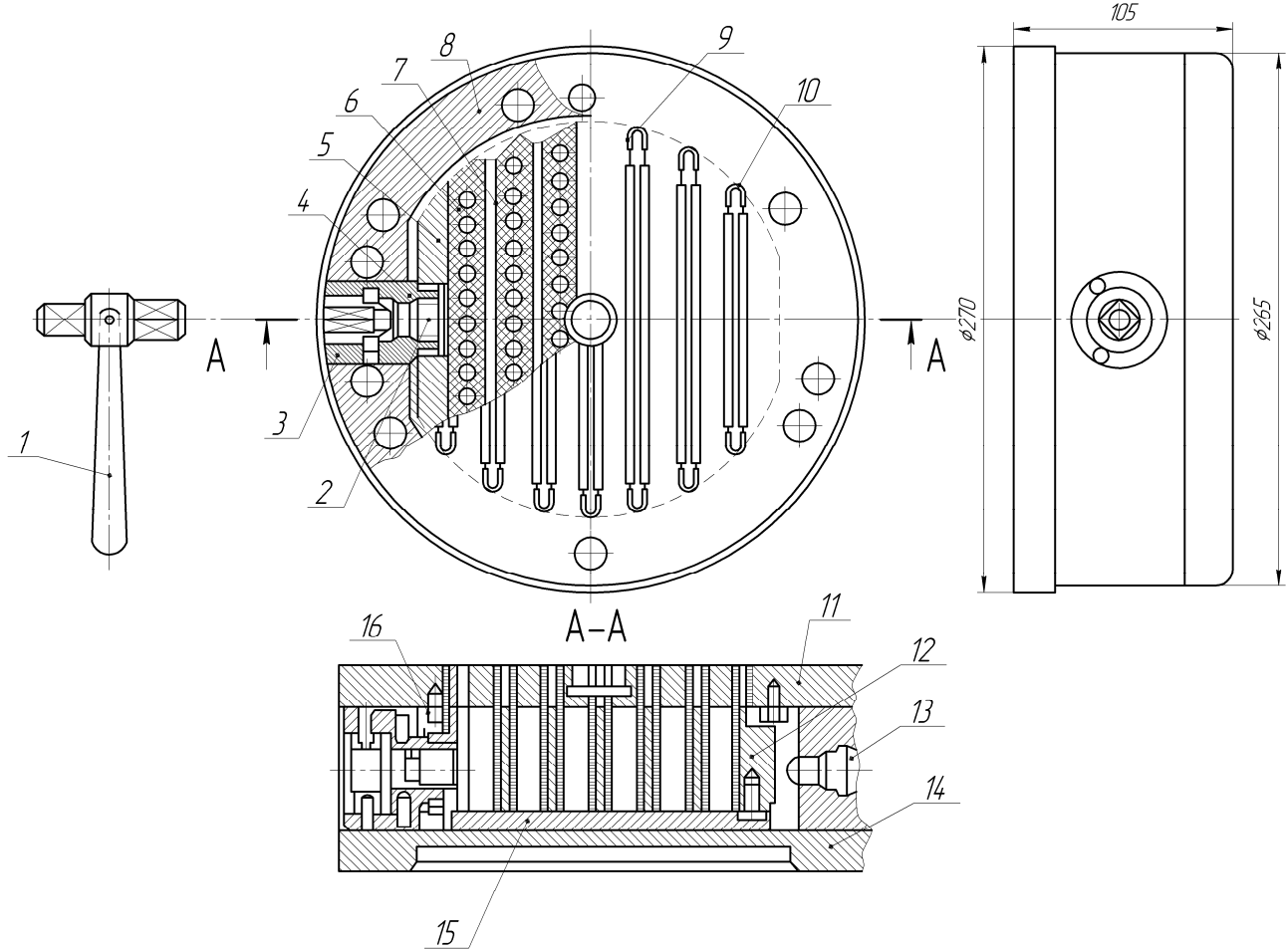


Рис. В.23. Будова патрона з постійним магнітом: 1 – ключ; 2 – гвинт; 3 – втулка; 4 – гайка; 5, 7, 12 – пластини; 6 – постійний магніт; 8 – корпус патрона; 9, 10 – вставки; 11 – верхня плита; 13 – пробка; 14 – плита; 15 – проміжна плита; 16, 17 – упори

В.24. Патрон чотирикулачковий з незалежним переміщенням кулачків

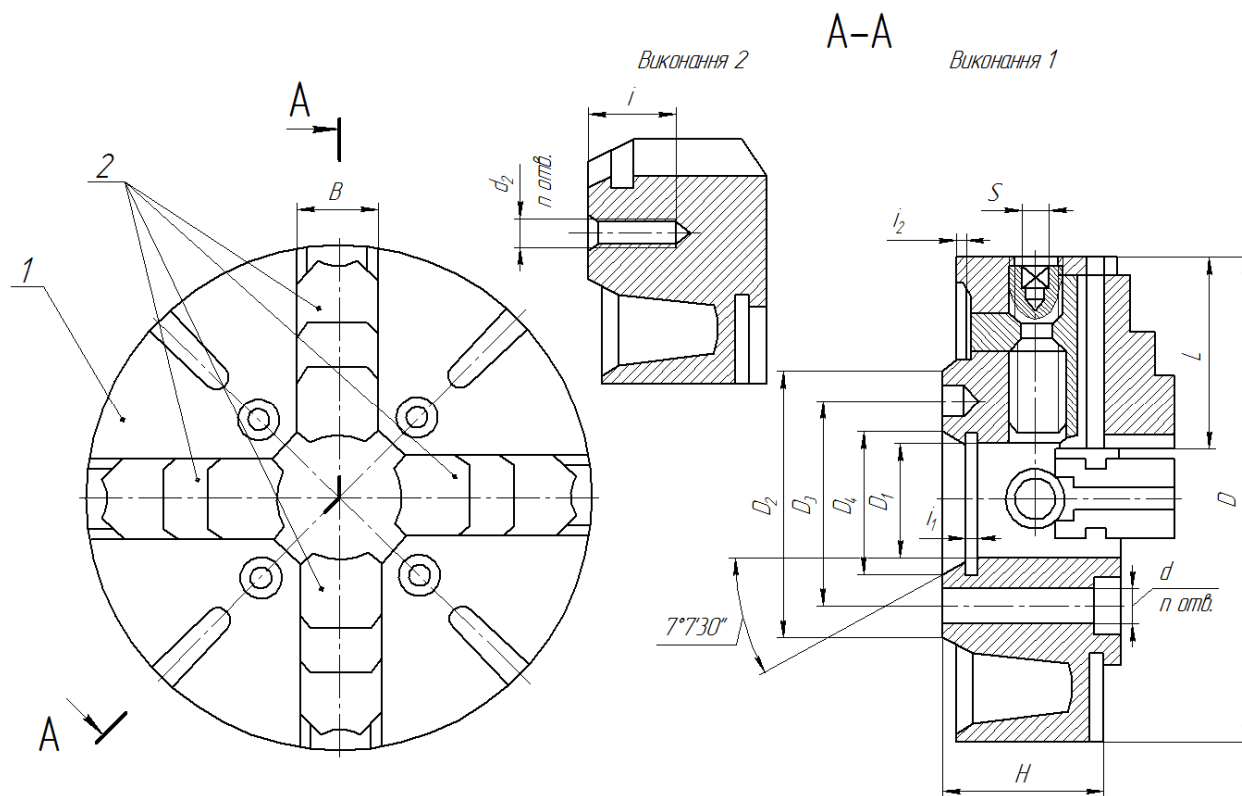


Рис. В.24. Схема патрона чотирикулачкового з незалежним переміщенням кулачків для кріплення на кінці шпинделя: 1 – корпус; 2 – кулачки

В.25. Магнітний патрон ПТМ-250

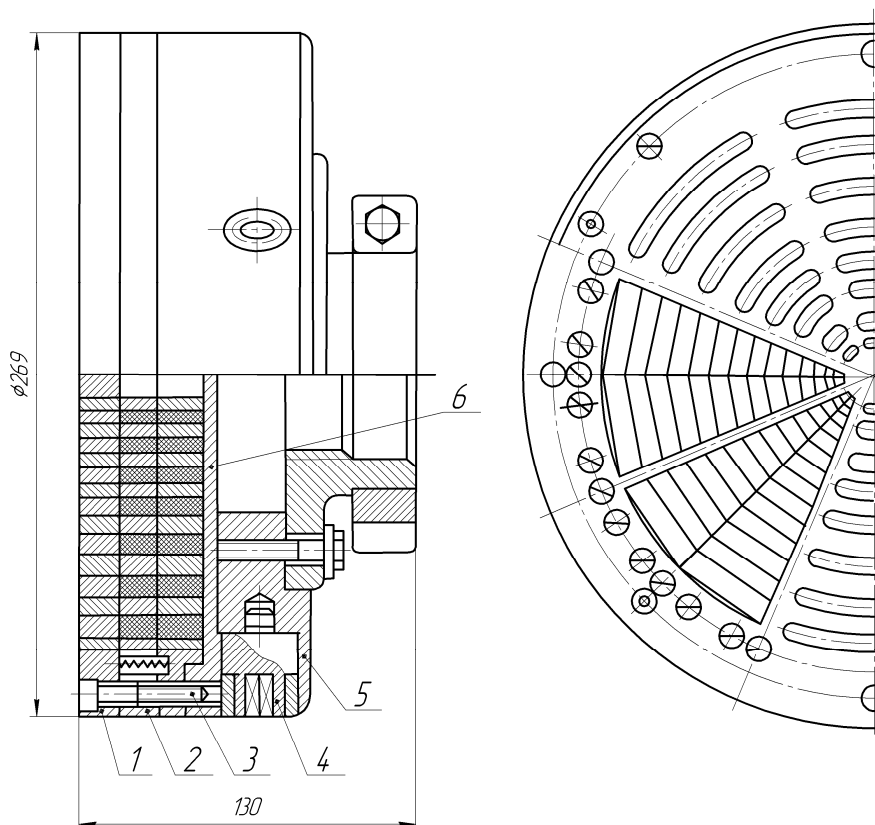


Рис. В.25. Будова магнітного патрона ПТМ-250: 1 – адаптерна плита; 2 – рухомий блок; 3 – напрямна; 4 – конічне колесо; 5 – корпус; 6 – ведене колесо.

В.26. Патрон самоцентрівний важільно-клиновий двокулачковий

Таблиця В.25

Параметри патрона самоцентрівного важільно-клинового двокулачкового, мм

D	D_1	D_2	L	P	d	d_1	d_2	d_3	n	Довжина ходу кулачка
125	95	108	75	28	M12	M08	11	M08	3	4
160	130	142	80	34	M12	M08	11	M10	3	5
200	165	180	100	40	M20	M10	11	M12	6	7
250	210	226	110	40	M20	M12	11	M12	6	7
315	270	290	125	50	M20	M12	13	M16	6	8
400	340	368	145	60	M24	M16	17	M20	6	10

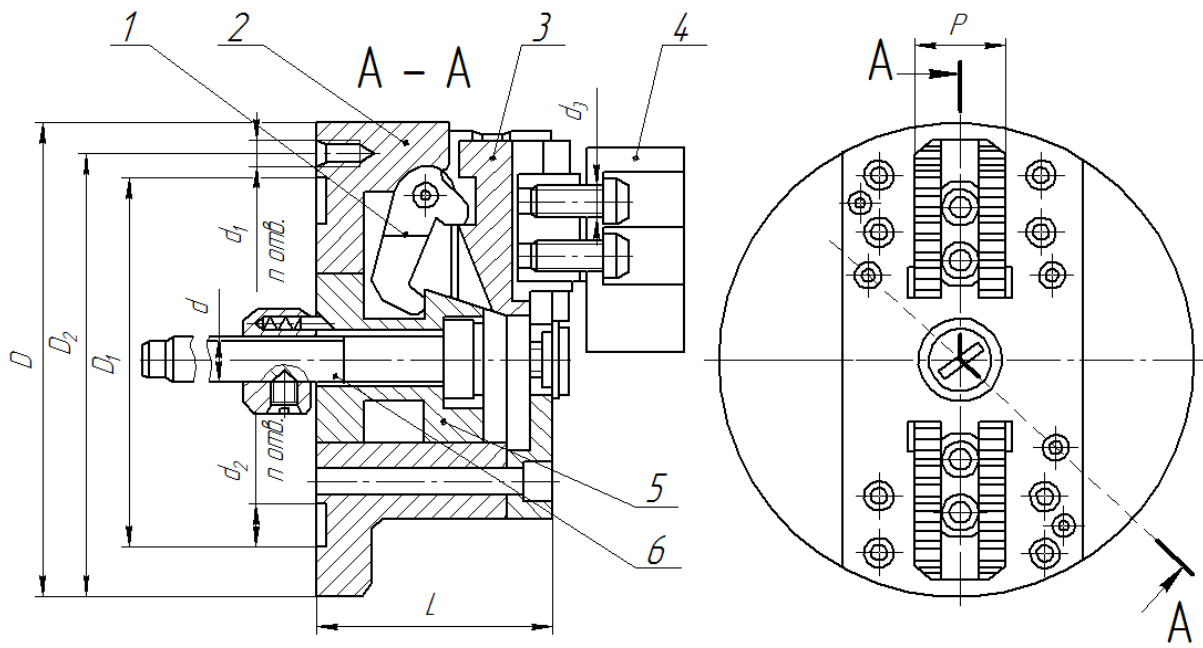


Рис. В.26. Будова патрона самоцентрівного важільно-клинового двокулачкового: 1 – важіль; 2 – корпус; 3 – основний кулачок; 4 – накладний кулачок; 5 – втулка; 6 – гвинт

В.27. Затискний пристрій для обробки конічного колеса-диска

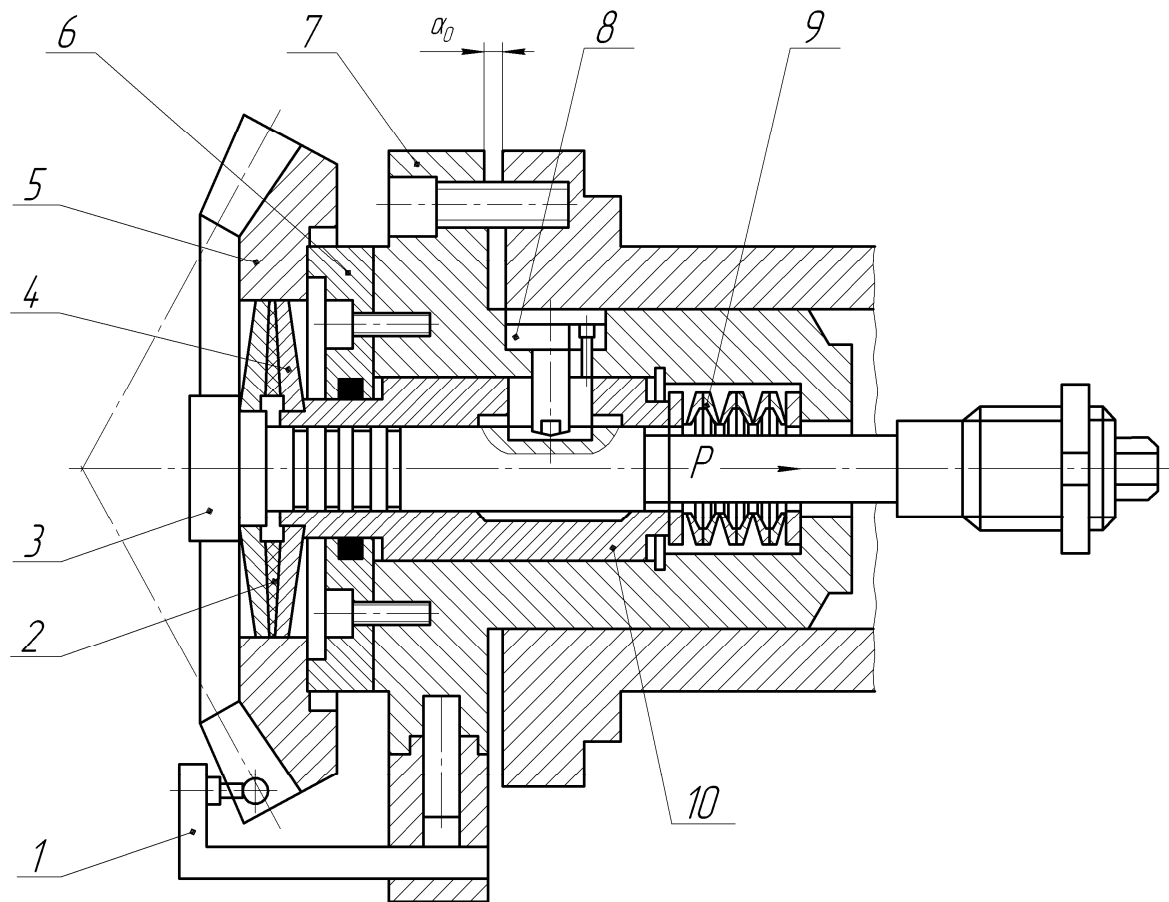


Рис. В.27. Будова затискного пристрою для обробки конічного колеса-диска: 1 – фіксатор; 2 – зовнішня мембрана тарілчастої форми; 3 – шток; 4 – внутрішня мембрана тарілчастої форми; 5 – оброблюване колесо; 6 – опорне колесо; 7 – оправка; 8 – шпонка; 9 – тарілчаста пружина; 10 – втулка

При закріпленні конічного колеса-диска, шток 3 переміщується в напрямку дії сили затискача P .

В.28. Мембранний патрон

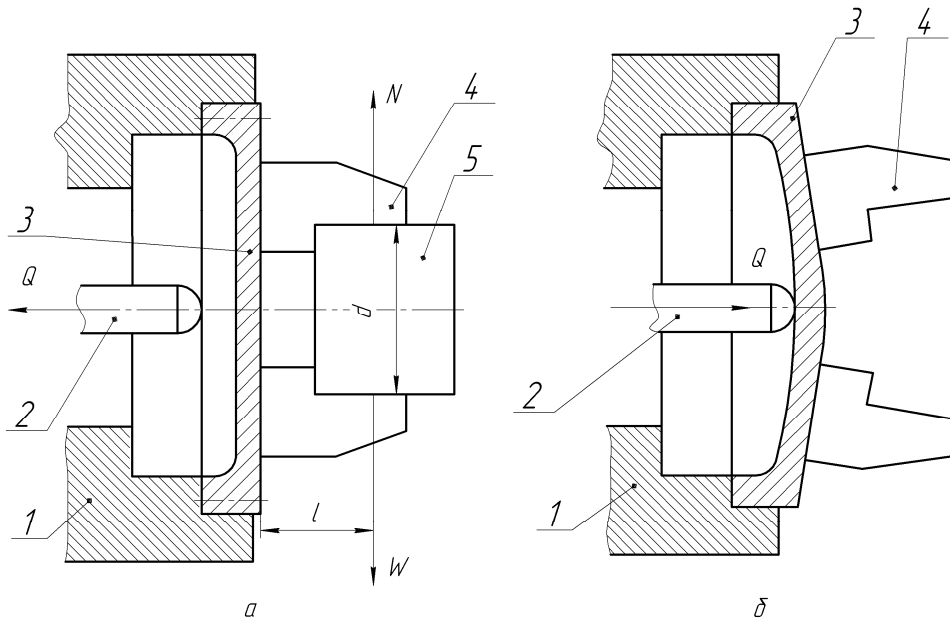


Рис. В.28. Будова й параметри різних положень мембранного патрона: 1 – корпус мембранного патрона; 2 – тяга; 3 – мембрана; 4 – кулачок патрона; 5 – оброблювана деталь; *a* – деталь, затиснута в мембранному патроні; *б* – патрон у розкритому положенні; *W* – радіальна сила на одному кулачку мембранного патрона; *Q* – зусилля на щитку; *d* – діаметр деталі; *L* – відстань від мембрани до середини кулачка

В.29. Патрон з кільцевими мембранами

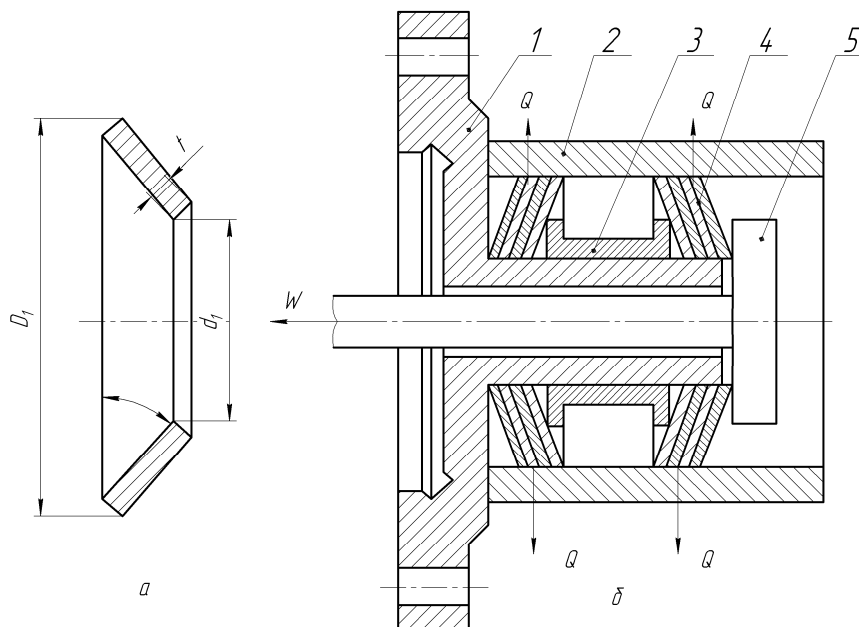


Рис. В.29. Будова й параметри патрона з кільцевими мембранами: *a* – кільцева мембрана; *б* – схема механізму патрона з кільцевими мембранами (1 – корпус; 2 – оброблювана деталь; 3 – втулка; 4 – пакет мембран; 5 – стрижень); *W* – сила тяги; *Q* – сила, що діє на оброблювану деталь; β – кут нахилу мембрани в деформованому стані, дорівнює від 9° до 12° ; D_1 – зовнішній діаметр мембрани; d_1 – діаметр отвору в мембрані; *t* – товщина мембрани

В.30. Цангові патрони

Ці елементи застосовують для затискання каліброваних дротиків різного профілю, оброблюваних на револьверних верстатах і пруткових автоматах

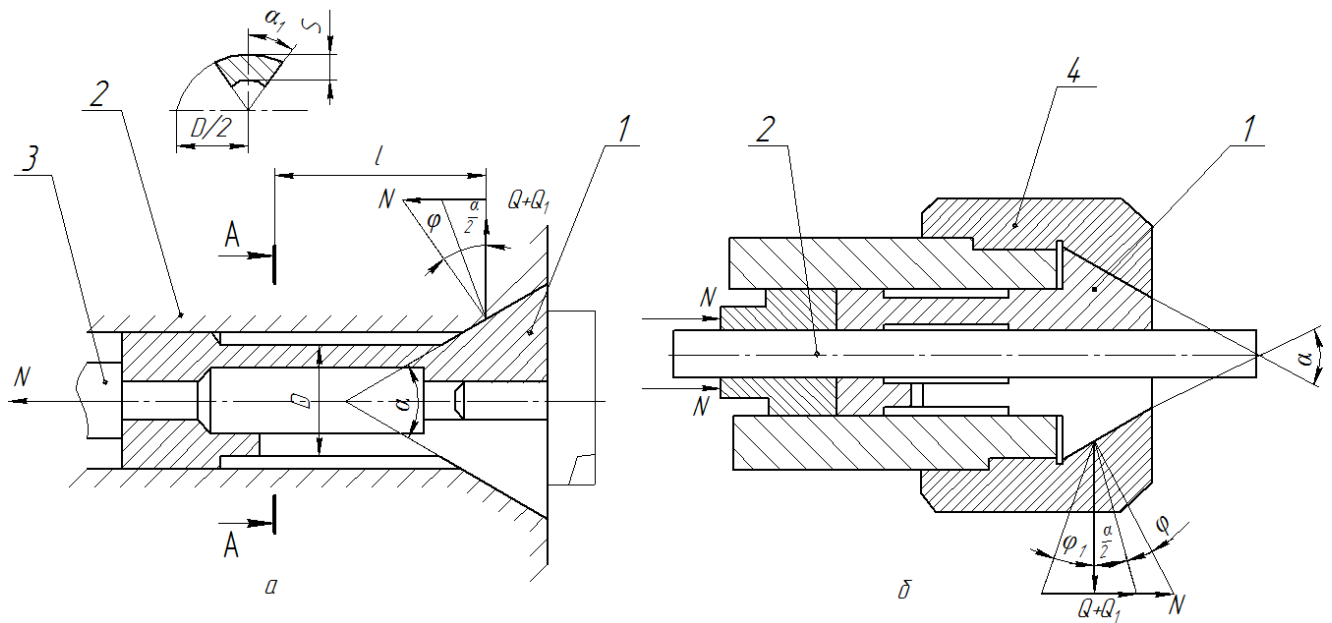


Рис. В.30. Будова й параметри різновидів цангових патронів: *a* – із утягнутою цангою; *б* – з висувною цангою; умовні позначення: N – осьова сила; Q – радіальна сила, що діє на деталь; Q_1 – сила попереднього стискування пелюсток цанги; α – кут при вершині конуса цанги, становить від 30° до 40° ; φ – кут тертя, дорівнює від 6° до 8° ; l – довжина пелюстки цанги до середини її конуса; D – зовнішній діаметр пелюсток цанги; s – товщина пелюстки цанги; 1 – цанга; 2 – оброблювана деталь; 3 – тяга; 4 – натискна гайка

ДОДАТОК Г. ПРИСТРОЇ ДЛЯ СВЕРДЛУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Г.1. Кондуктор скальчастий консольний із пневматичним затискачем

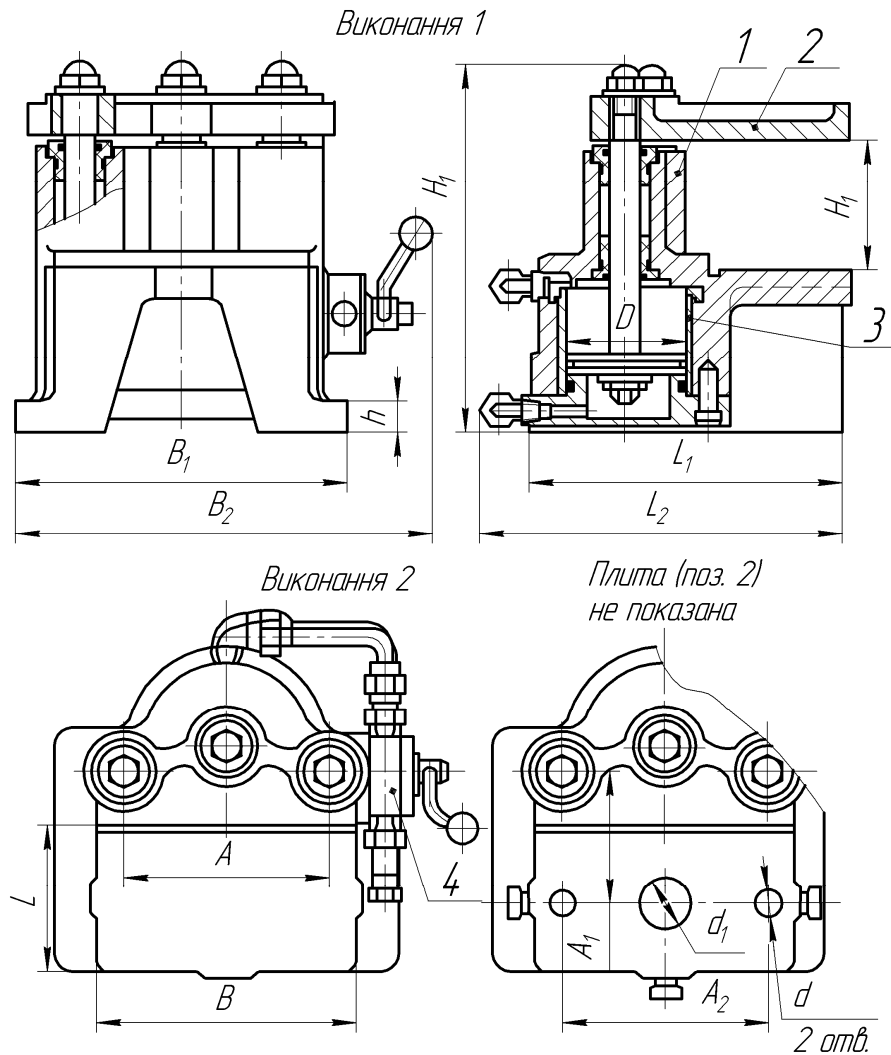


Рис. Г.1. Варіанти будови й параметри кондуктора скальчастого консольного із пневматичним затискачем (ГОСТ 16889-71 та ГОСТ 16870-71): 1 – корпус; 2 – плита; 3 – циліндр пневматичний; 4 – кран керування

Г.2. Кондуктор скальчастий з механічним затискачем для свердління отворів у циліндричних заготовках

Заготовку встановлюють у кондуктор (рис. Г.2) на призми 1 і 2 до упору 3, а закріплюють шляхом опускання кондукторної плити.

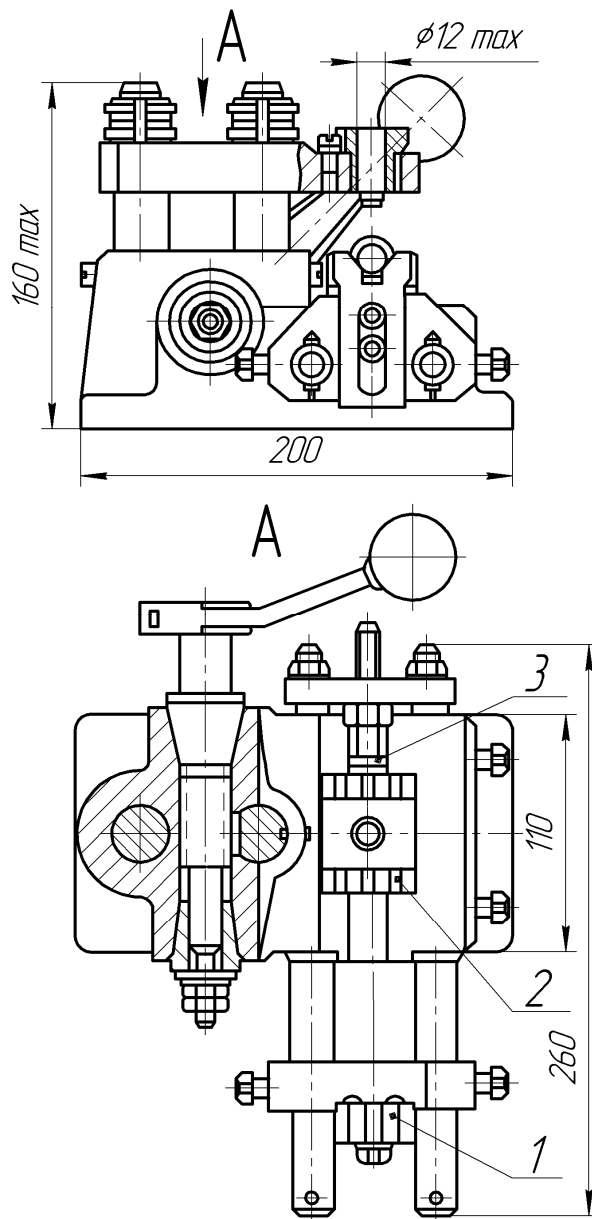


Рис. Г.2. Будова й параметри кондуктора скальчастого з механічним затискачем для свердління отворів у циліндричних заготовках: 1, 2 – призми; 3 – упор

Г.3. Кондуктор скальчастий двоколонний із пневматичним затискачем

За допомогою кондуктора скальчастого двоколонного із пневматичним затискачем (рис. Г.4) виконують свердління різних за формою заготовок. Змінні налаштувальні елементи встановлюють на пальцях 1 (циліндричному та зрізаному), плиту з кондукторними втулками розміщують на пальцях 2, а закріплюють шляхом опускання кришки 3, з'єднаної зі штоком 4 пневмоприводу. Рукоятка 5 крана слугує для керування кондуктором. Хід штока становить 8 мм, зусилля на штоку дорівнює 4 410 Н, коли внутрішній діаметр пневмокамери становить 140 мм, тиск повітря в мережі близько 0,4 МПа.

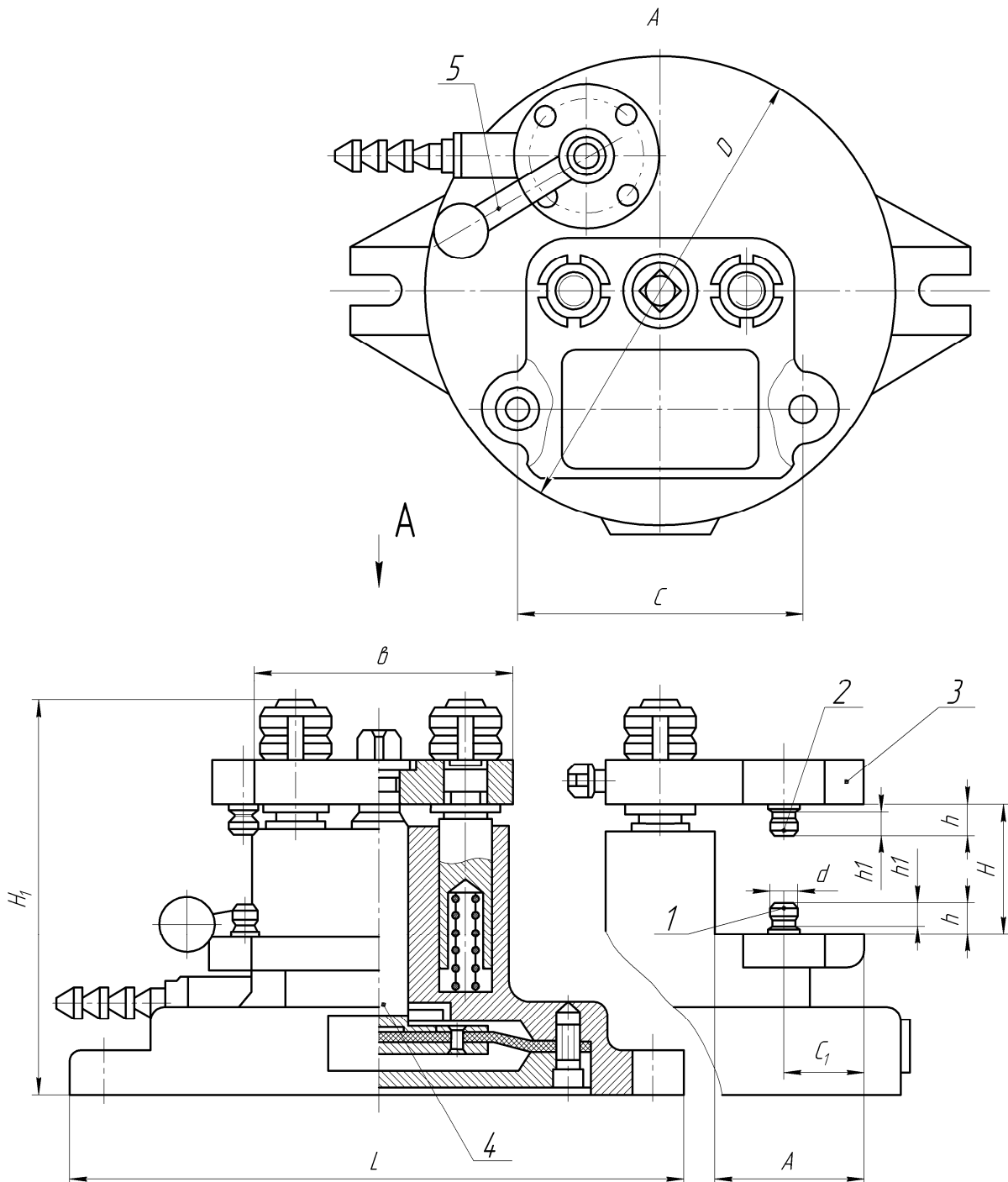


Рис. Г.3. Будова й параметри кондуктора скальчастого двоколонного із пневматичним затискачем: 1, 2 – пальці; 3 – кришка; 4 – пневматичний привід; 5 – рукоятка

Г.4. Кондуктор для свердління отворів у болтах, шпильках і валиках

Колодка 5 кондуктора (рис. Г.4) залежно від діаметра деталі має два призматичних гнізда, її можна переміщати в пазах корпуса 4. Шпилька 1 виконує функцію упору. Її положення по довжині регулюють гайкою. Ексцентрик 2, що затискає деталь, регулюють по висоті за допомогою болта 3.

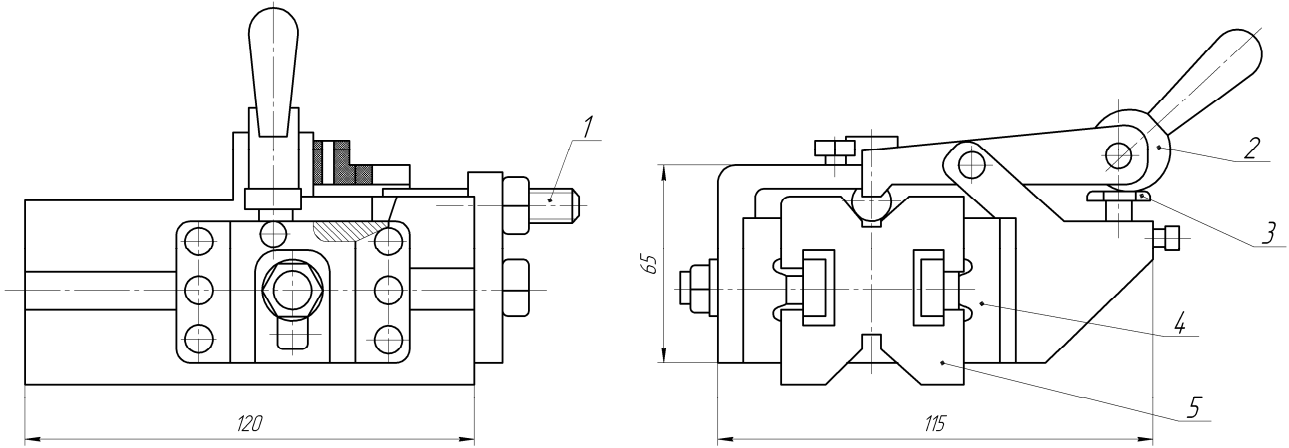
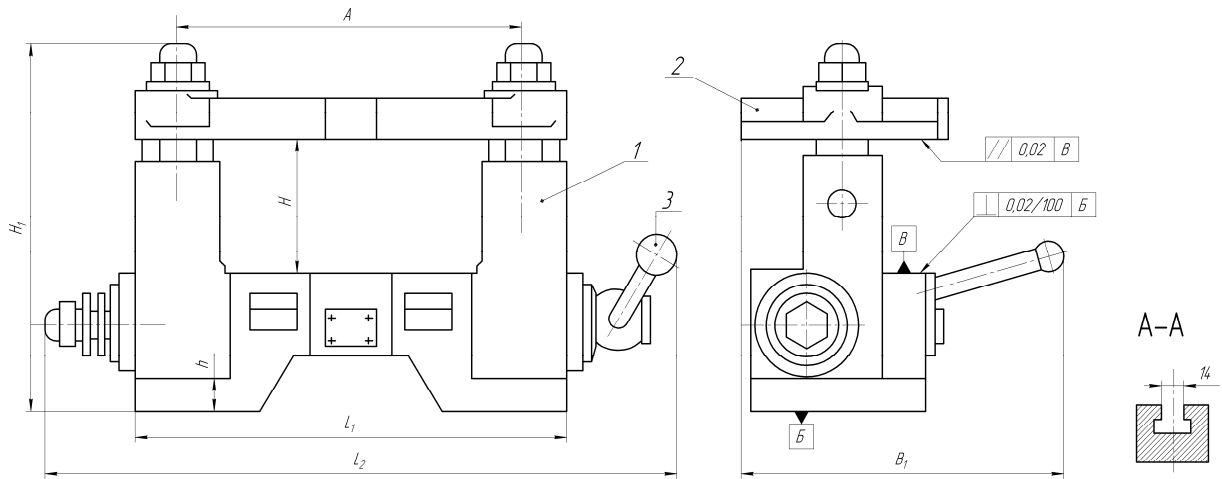


Рис. Г.4. Будова й параметри кондуктора для свердління отворів у болтах, шпильках і валиках: 1 – шпилька; 2 – ексцентрик; 3 – болт; 4 – корпус; 5 – колодка

Г.5. Кондуктор скальчастий порталний з конусним затискачем

Виконання 1



Виконання 2

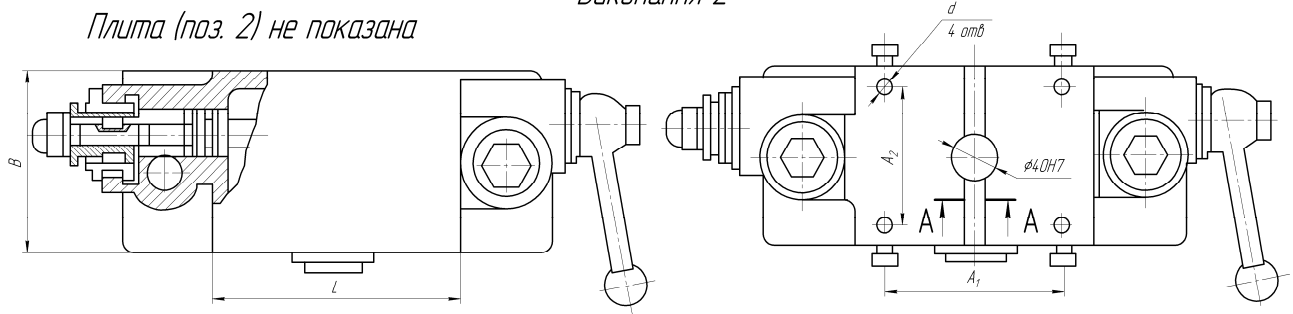


Рис. Г.5. Будова й параметри кондуктора скальчастого порталного з конусним затискачем (ГОСТ 16891-71): 1 – корпус; 2 – плита; 3 – рукоятка

Г.6. Підставка для накладного кондуктора з ручним кріпленням

Прямо на підставку 1 кондуктора (рис. Г.6) або на проміжну прокладку встановлюють заготовку. Накладний кондуктор центрується на пальці 2, а при закріпленні втримується за допомогою швидкозмінної шайби. Кондуктор і заготовку закріплюють одночасно опусканням пальця, який з'єднано косозубим зубчастим зачепленням з валиком, що несе рукоятку 3. Розміри пристрою подано в табл. Г.6.

Таблиця Г.6

Розміри підставки накладного кондуктора, мм

D	H	h		d_1	d	b
		min	max			
125	75	20	75	12	21	20
200	90	20	85	16	21	25
300	105	25	120	20	25	28

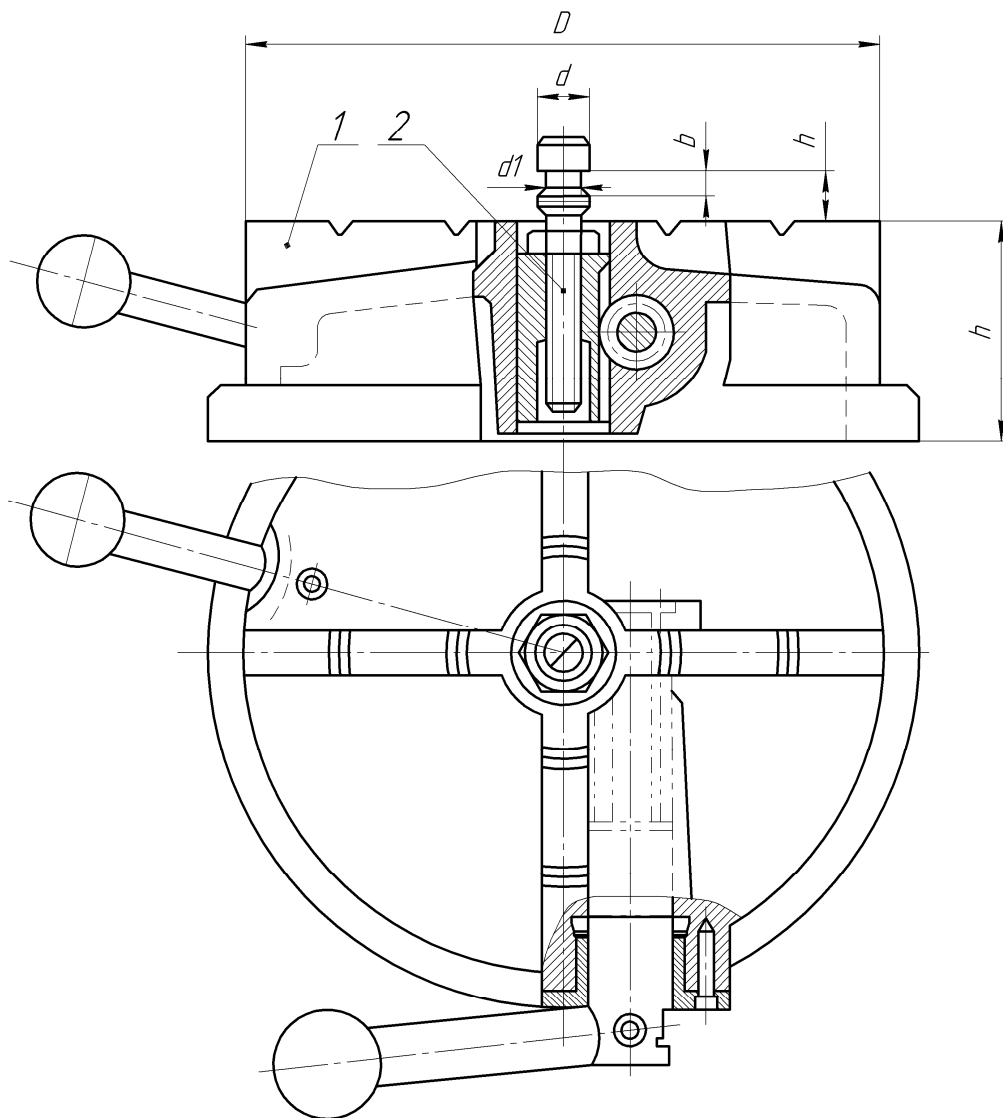


Рис. Г.6. Будова й параметри підставки для накладного кондуктора з ручним кріпленням: 1 – власне підставка; 2 – палець; 3 – рукоятка

Г.7. Підставка для накладного кондуктора із пневматичним затискачем

Закріплення накладного кондуктора підставки (рис. Г.7) здійснюється за допомогою пневматичного приводу. Якщо тиск повітря в мережі становить близько 0,4 МПа, то для підставки з діаметром D , який дорівнює від 190 до 260 мм, осьове зусилля на штока пневмоприводу має становити 2 548 Н; а для підставки діаметром 315 мм – 4 000 Н.

Таблиця Г.7

Розміри підставки накладного кондуктора, мм

D	D_1	D_2	H	d	h		b	d_1
					min	max		
190	200	100	95	22	24	90	16	16
315	330	120	115	28	–	130	18	20

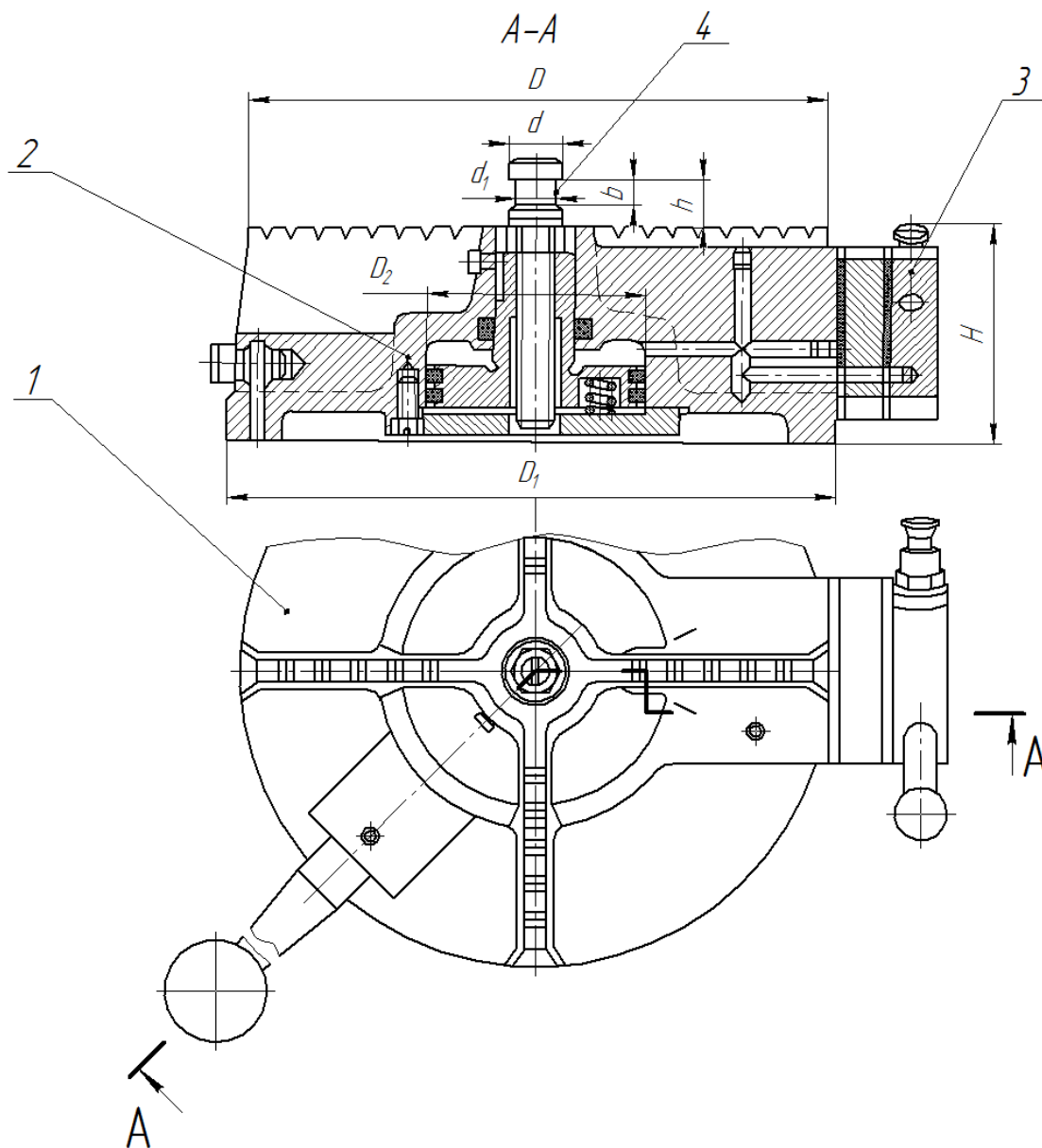


Рис. Г.7. Будова й параметри підставки для накладного кондуктора із пневматичним затискачем: 1 – корпус; 2 – пневматичний циліндр; 3 – перемикач; 4 – тяга

Г.8. Стіл-тумба нерухомий з пневматичним затискачем (ГОСТ 16206-70)

Розміри Т-подібних пазів стола-тумби (рис. Г.8) мають відповідати ГОСТ 1574-75, сила затискача повинна становити не менше 12 000 Н.

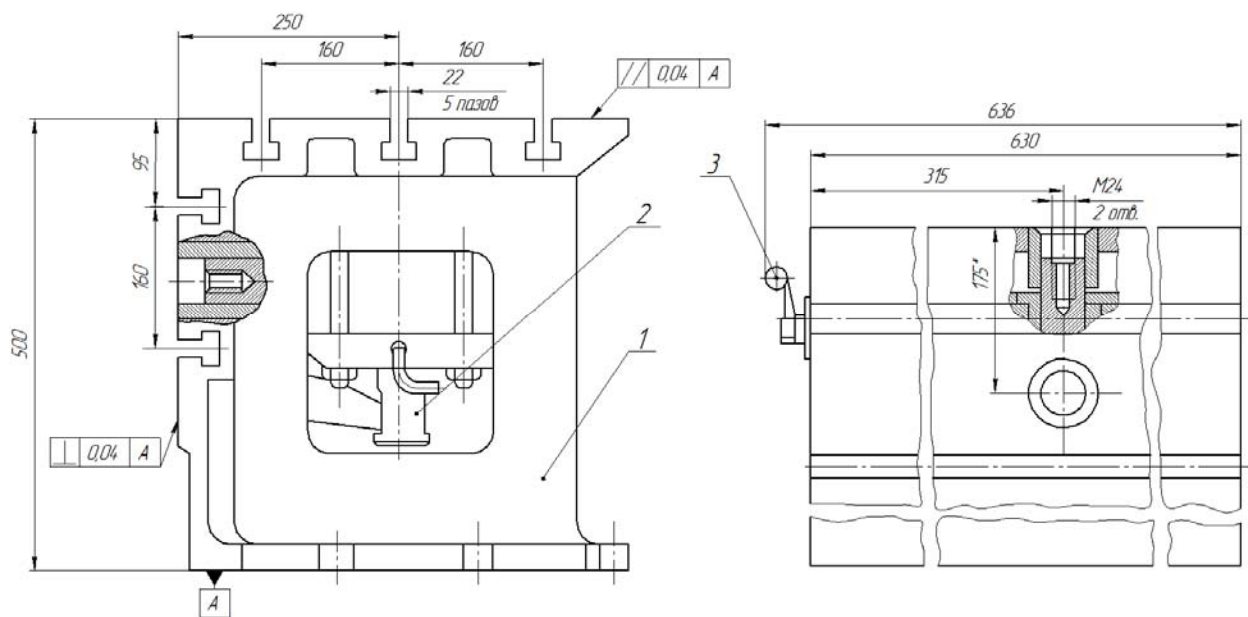


Рис. Г.8. Будова й параметри стола-тумби нерухомого з пневматичним затискачем (ГОСТ 16206-70): 1 – корпус; 2 – пневматична система; 3 – рукоятка

Г.9. Багатошпindelна головка з консольним розташуванням зубчастих коліс

Багатошпindelна головка (рис. Г.9) призначена для одночасної обробки чотирьох отворів. Провідний валик 4 з'єднаний сегментними шпонками із провідним зубчастим колесом 3, що перебуває в зачепленні одночасно з усіма зубчастими колесами 2 робочих шпindelів 1.

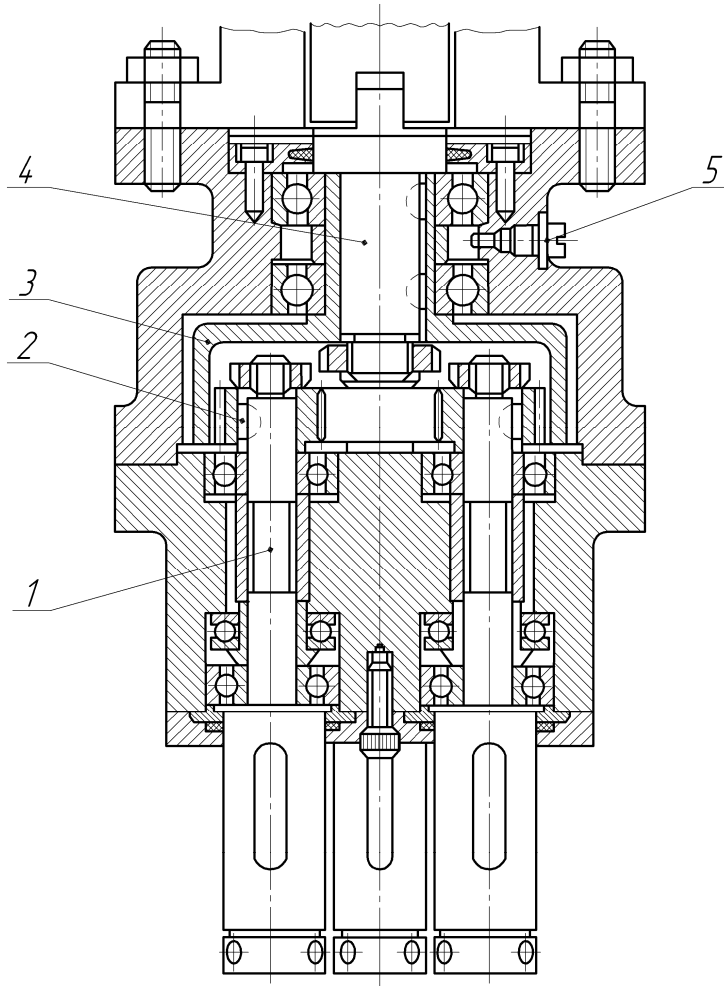


Рис. Г.9. Будова багатошпindelної головки з консольним розташуванням зубчастих коліс:
1 – шпindel; 2, 3 – зубчасті колеса; 4 – валик; 5 – пробка

Г.10. Багатошпindelна головка без зубчастих коліс

Багатошпindelна головка (рис. Г.10) слугує для обробки отворів діаметром 5,5 мм, осі яких перебувають на відстані 15 мм одна від одної. Конічний хвостовик 9 для кріплення головки в шпindelі верстата являє собою одне ціле із циліндричним фланцем 7, що має отвір, вісь якого зміщено на 4 мм по відношенню до хвостовика. У фланці наявна деталь 5, в отвори котрих входять хвостовики робочих шпindelів 2, ексцентриситет розташування яких дорівнює 4 мм. При обертанні шпindelя верстата деталь 5 робить зворотно-поступальний рух, коли її вісь та осі хвостовиків шпindelів 2 мають ту саму частоту обертання, що й шпindel верстата.

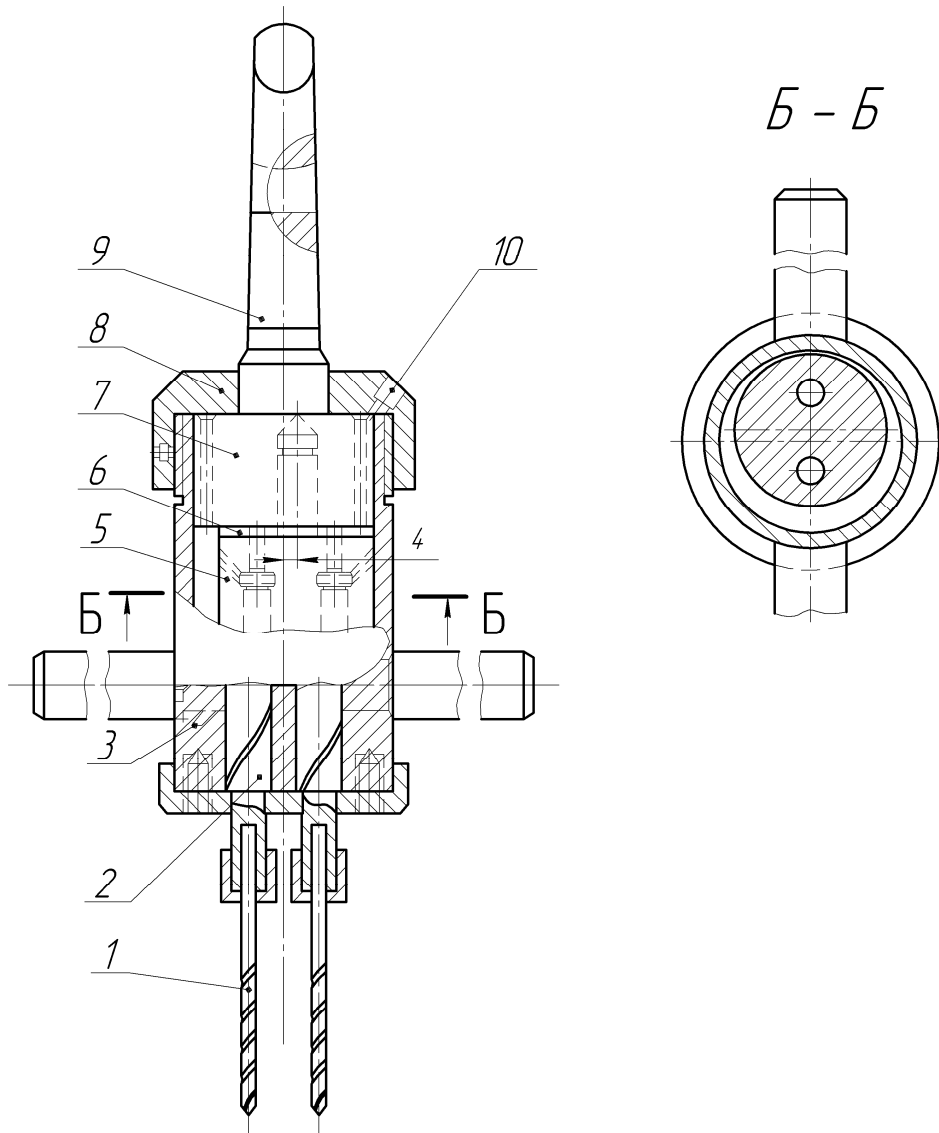


Рис. Г.10. Будова багатошпindelної головки без зубчастих коліс: 1 – свердла; 2 – шпindel; 3 – корпус; 4 – стрижень; 5 – деталь; 6 – шайба бронзова; 7 – фланець; 8 – кришка; 9 – хвостовик; 10 – пробка

Г.11. Багатошпindelна головка із зубчастими колесами внутрішнього зачеплення

Застосовуючи багатошпindelну головку (рис. Г.11), виконують свердління отворів малого діаметра. Її ведучий валик 8 являє собою одне ціле із ведучим зубчастим колесом, опирається на підшипник ковзання 7 та на упорний підшипник 6. Усі шпindelі мають загальний упорний підшипник 5. Для зменшення тертя між кільцем цього підшипника й шпindelями у виточку зубчастих коліс 2 на загартованих опорах 3 поміщено кульки 4. Свердла 9 кріпляться за допомогою цанг 10 гайками 11. Боковий майданчик *П* на хвостовику свердла дозволяє уникнути його прокручування.

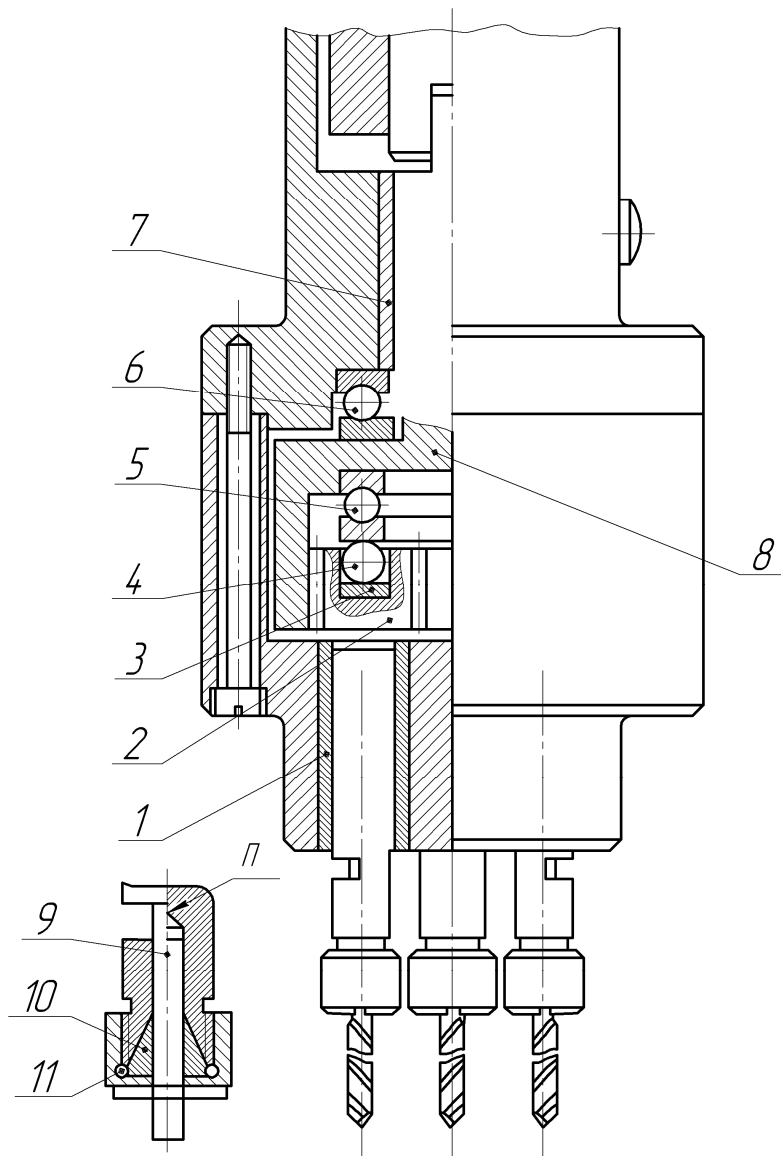


Рис. Г.11. Будова багатошпindelної головки із зубчастими колесами внутрішнього зачеплення: 1 – втулка; 2 – зубчасте колесо; 3 – опора; 4 – кульки; 5, 6 – упорні підшипники; 7 – підшипник ковзання; 8 – валик; 9 – свердла; 10 – цанга; 11 – гайка

Г.12. Тришпindelна свердлильна головка з одноярусним розташуванням зубчастих коліс

Багатошпindelна головка (рис. Г.12) кріпиться до верстата за допомогою шпильок 1, а зі шпинделем верстата її з'єднують втулкою 7, закріпленою на хвостовику шпинделя 5, де встановлено зубчасте колесо 3. Від нього обертальний рух передається на колеса 2 і 6 бічних шпинделів 4 через проміжні зубчасті колеса.

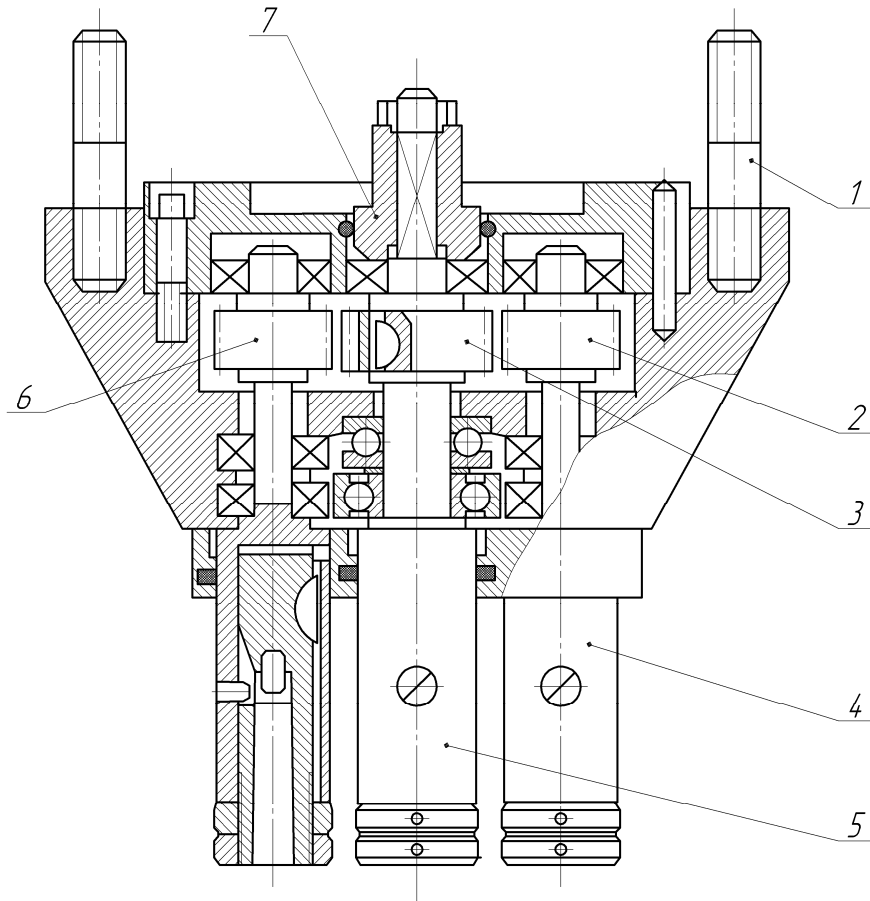


Рис. Г.12. Будова тришпindelної свердлильної головки з одноярусним розташуванням зубчастих коліс: 1 – шпилька; 2, 3, 6 – зубчасті колеса; 4, 5 – шпинделі; 7 – втулка

ДОДАТОК Д. ПРИСТРОЇ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Д.1. Лещата верстатні з ексцентриковим затискачем та однією рухомою губкою

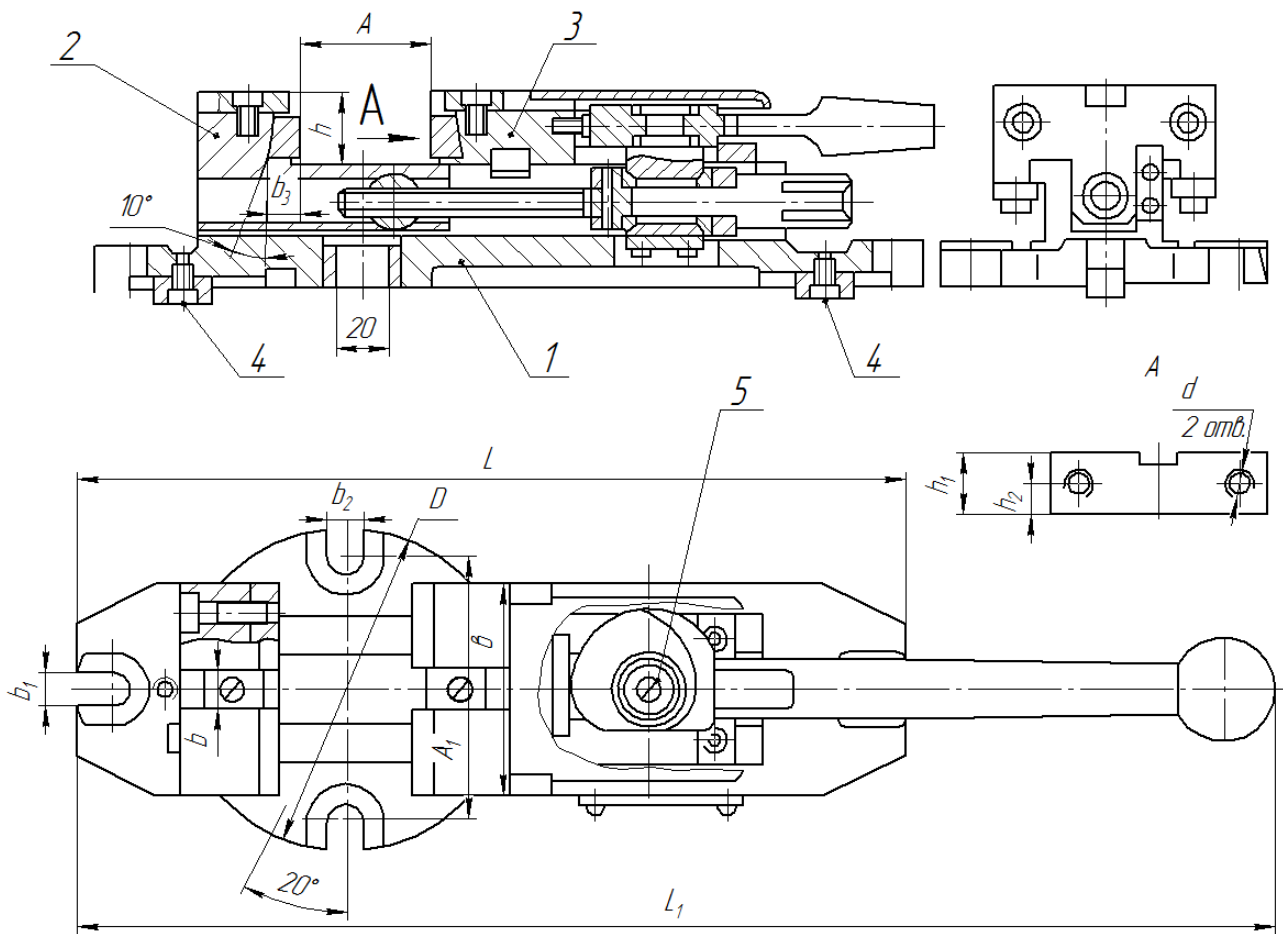


Рис. Д.1. Будова й параметри лещат верстатних з ексцентриковим затискачем та однією рухомою губкою (ГОСТ 18237-72): 1 – корпус; 2 – нерухома губка; 3 – рухома губка; 4 – шпонка; 5 – ексцентриковий механізм

Д.2. Підставка для лещат

Головні розміри підставки для лещат (рис. Д.2) наведено в табл. Д.2.

Таблиця Д.2

Основні параметри підставки для лещат, мм

D	D_1	L
125	100	220
160	126	260
200	160	300

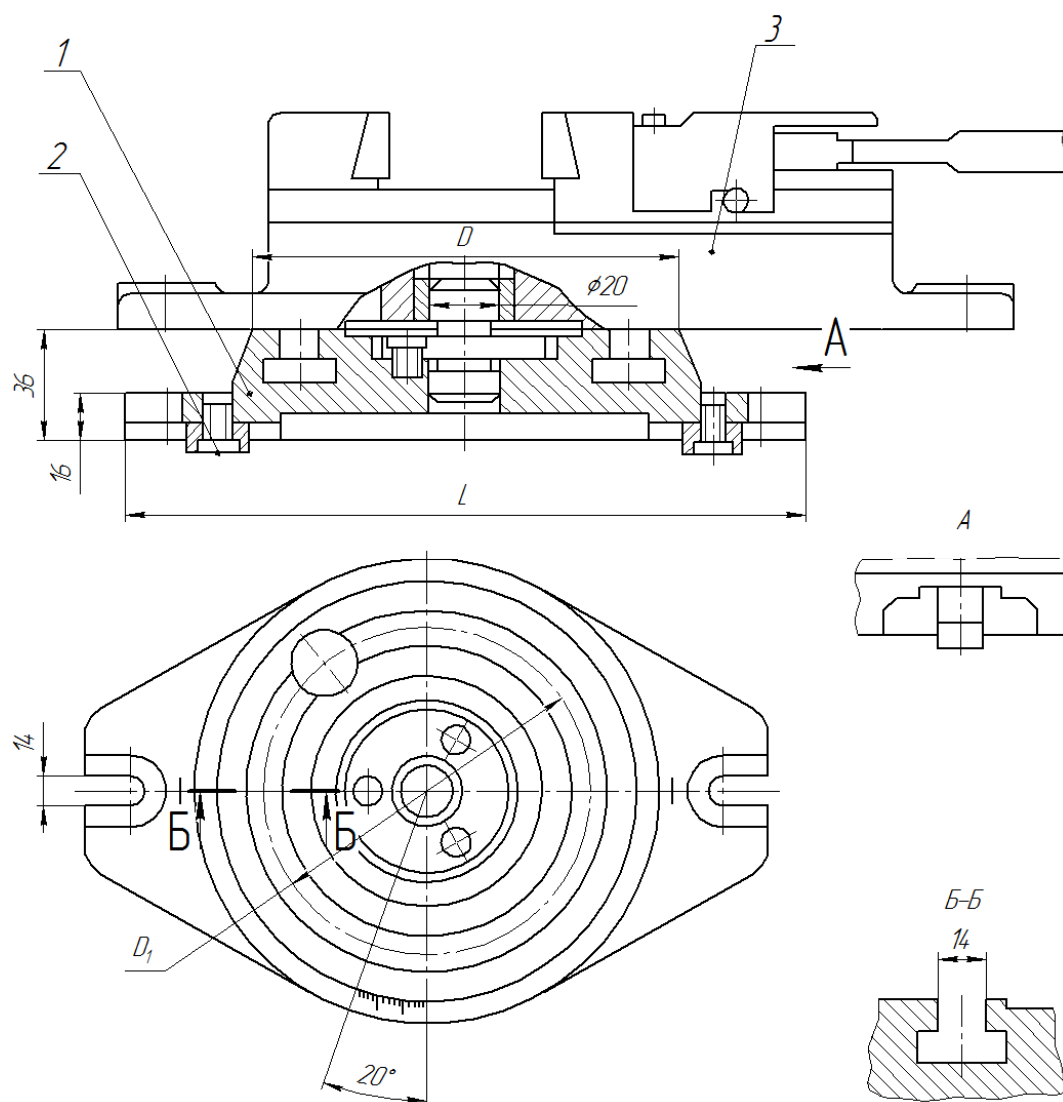


Рис. Д.2. Будова й параметри підставки для лещат: 1 – корпус; 2 – шпонка; 3 – лещата з ексцентриковим механізмом

Д.3. Лещата верстатні з ручним і механізованим приводом

Лещата (рис. Д.3) бувають трьох типів: тип А – з ручним приводом трьох видів виконання: 1 – неповоротні, 2 – поворотні, 3 – поворотні із двобічним затискачем та посиленням кріплення; тип Б – з гідравлічним приводом трьох видів виконання: 1 – неповоротні, 2 – поворотні, 3 – поворотні з посиленням кріплення; тип В – із пневматичним приводом трьох видів виконання: 1 – неповоротні, 2 – поворотні, 3 – поворотні з посиленням кріпленням.

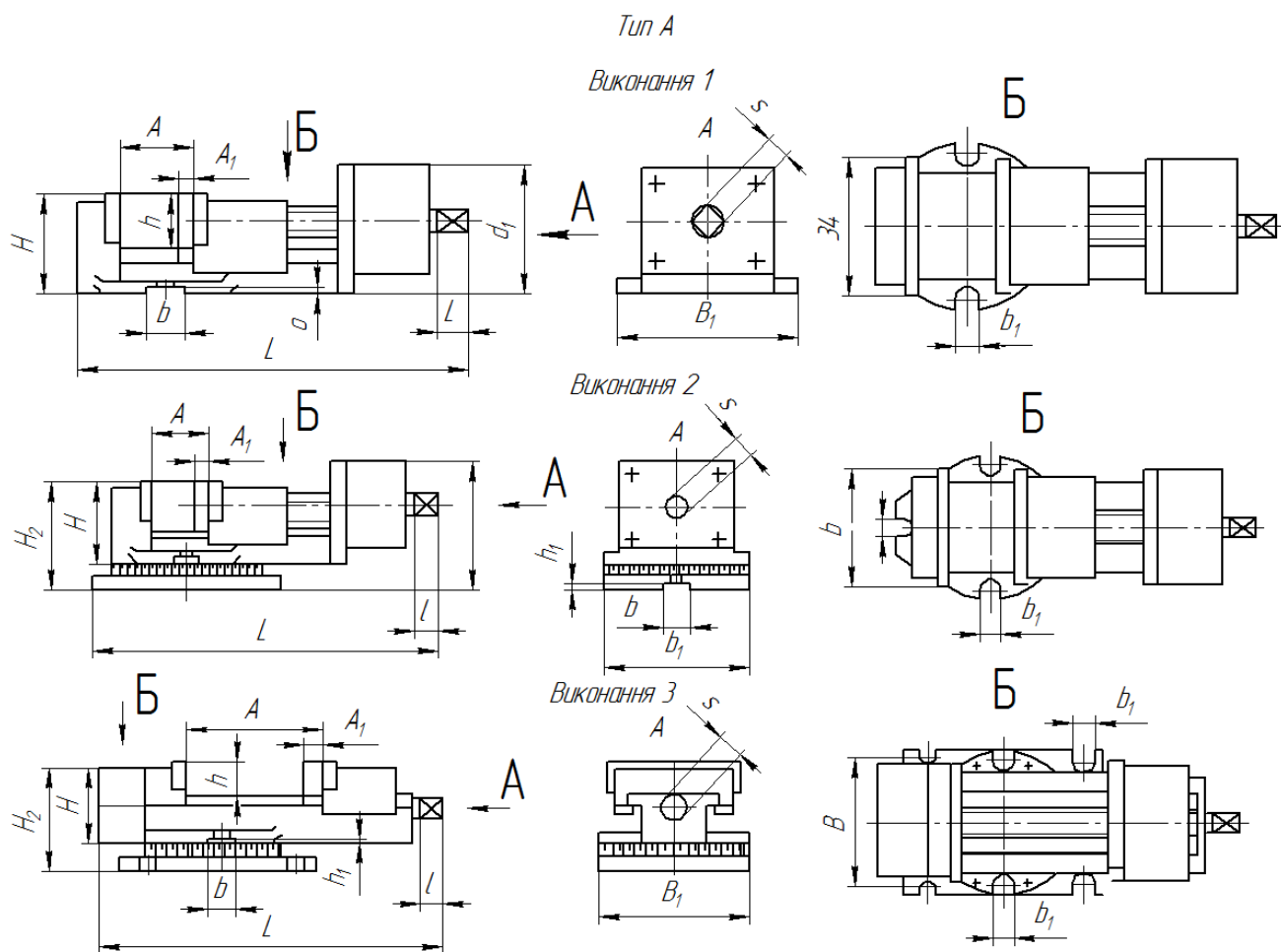


Рис. Д.3. Будова й параметри лещат з ручним і механізованим приводом (ГОСТ 14904-69)

Типи Б і В
Виконання 1

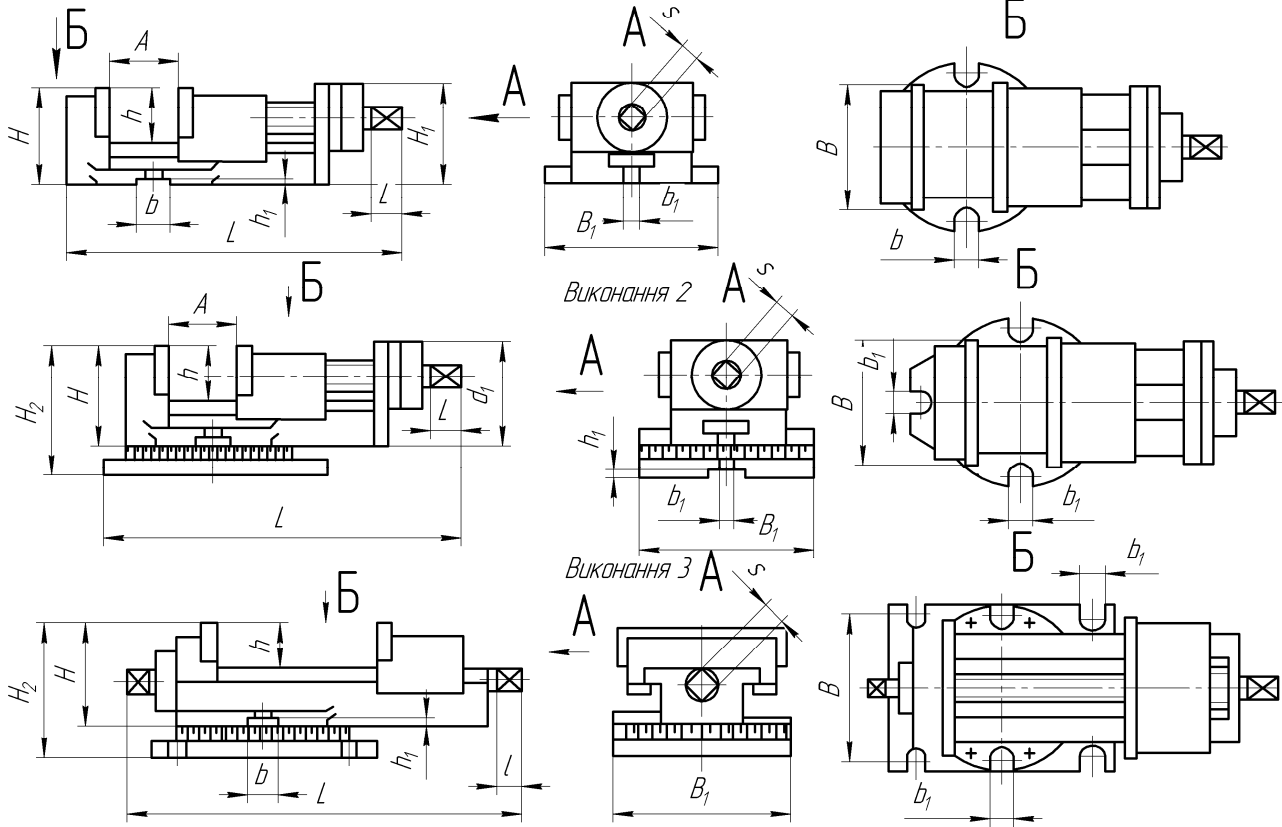


Рис. Д.3. Продовження

Д.4. Лещата ексцентриків з двома рухомими губками

Цей тип швидкодійних лещат (рис. Д.4) призначений для виконання робіт низької та середньої складності. Хід пристрою до моменту затискання губки дорівнює величині ексцентриситету. Основні розміри лещат наведено в табл. Д.3.

Таблиця Д.4

Розміри лещат ексцентрикових, мм

A_{max}	B	D	L	H	H_1	H_2	F	b	b_1	l	d
90	110	160	310	91	35	30	12	106	14	74	M08
150	180	250	490	130	50	38	16	162	18	110	M12

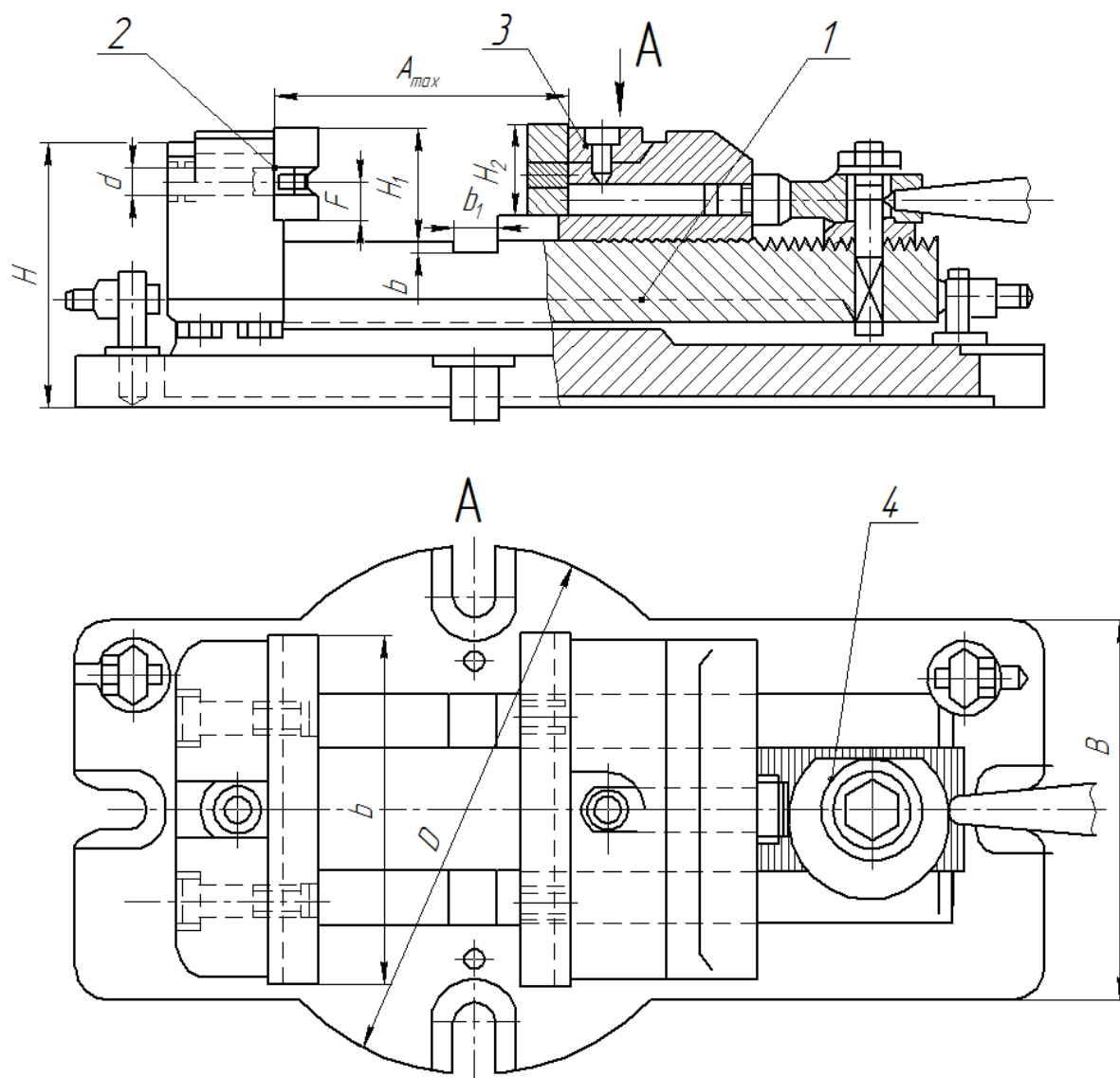


Рис. Д.4. Будова й параметри лещат ексцентрикових з двома рухомими губками: 1 – корпус; 2 – ліва губка; 3 – права губка; 4 – ексцентрик

Д.5. Лещата поворотні універсальні

Граничне значення кута повороту лещат цього типу (рис. Д.5) щодо подушки 1 дорівнює $\pm 45^\circ$. У робочому положенні лещата закріплюють гайками 2.

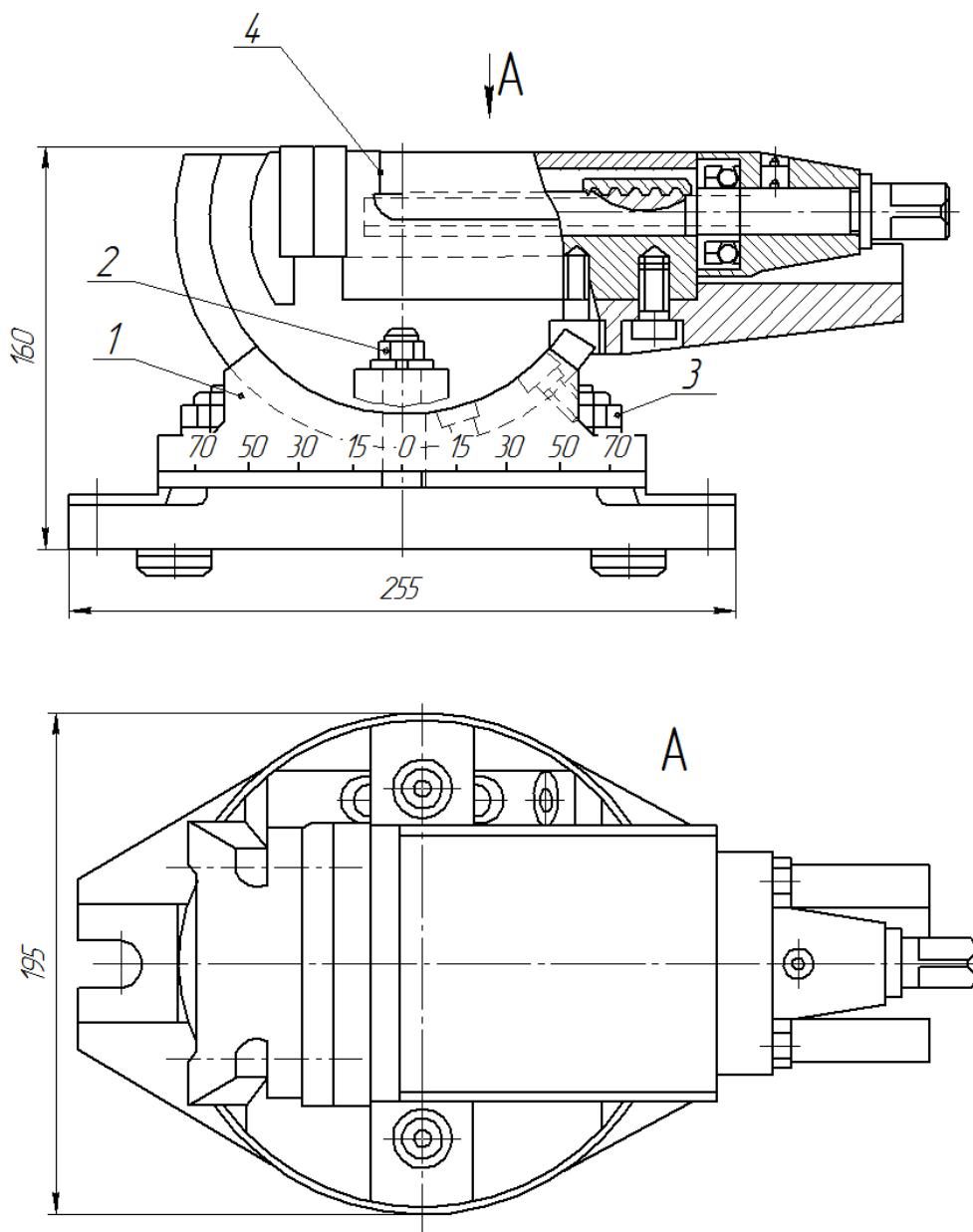


Рис. Д.5. Будова й параметри лещат поворотних універсальних: 1 – подушка; 2, 3 – гайки; 4 – власне лещата

Д.6. Лещата універсальні переналагоджувані зі збільшеним ходом губок

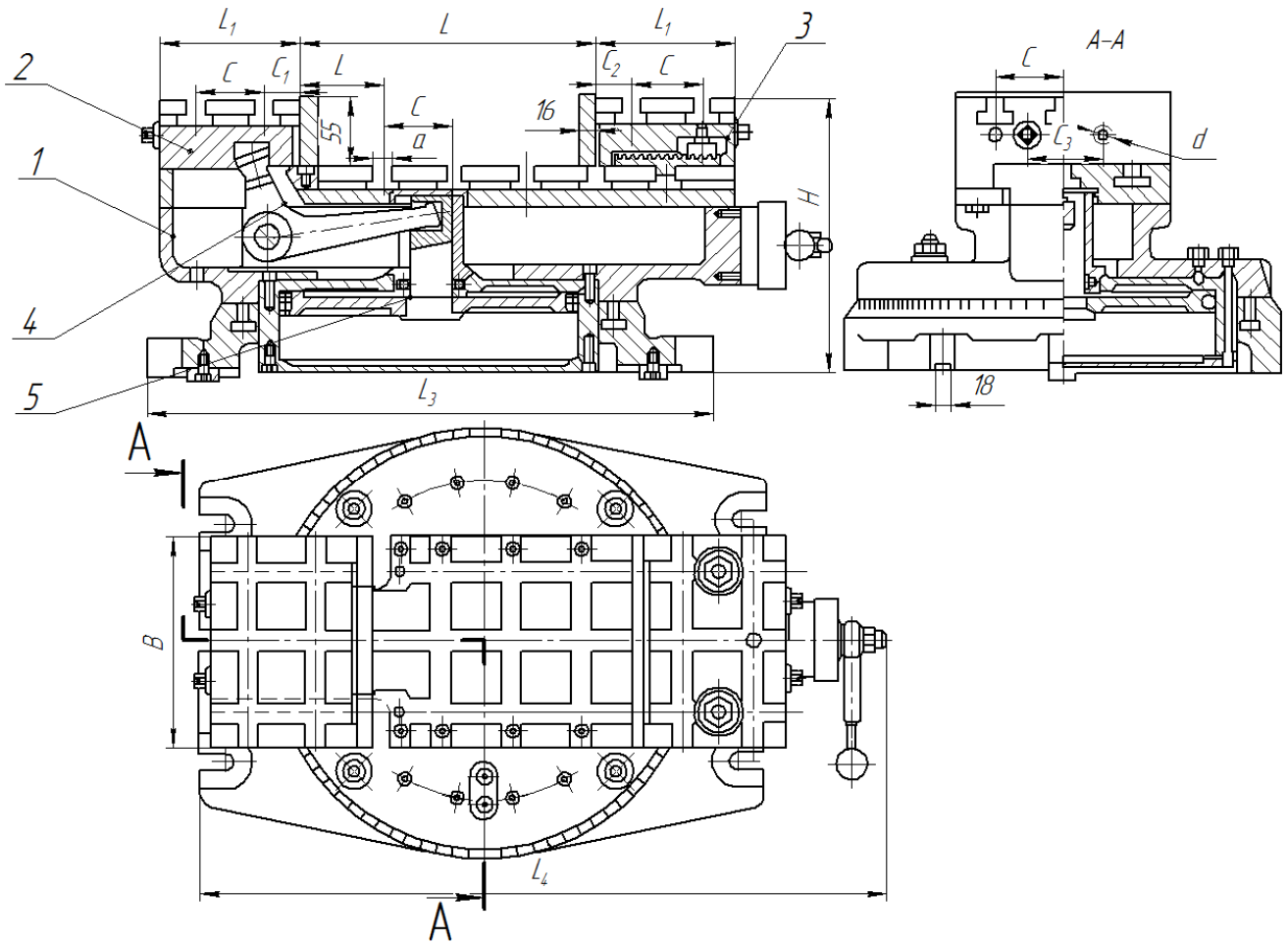


Рис. Д.6. Будова й параметри лещат універсальних переналагоджуваних зі збільшеним ходом губок: 1 – корпус; 2 – рухома губка; 3 – нерухома губка; 4 – важіль; 5 – пневматична діафрагма

Д.7. Стіл круглий поворотний з механічним приводом

Для налаштування стола (рис. Д.7) на необхідний кут повороту слугують пальці 3, встановлені й закріплені в його кільцевому пазу. Функція упору для пальців виконує висувний фіксатор 2. Поворот здійснюють вручну або від механічного приводу. Рукояткою 1 змінюють напрямок повороту стола. Основні розміри пристрою подано в табл. Д.6.

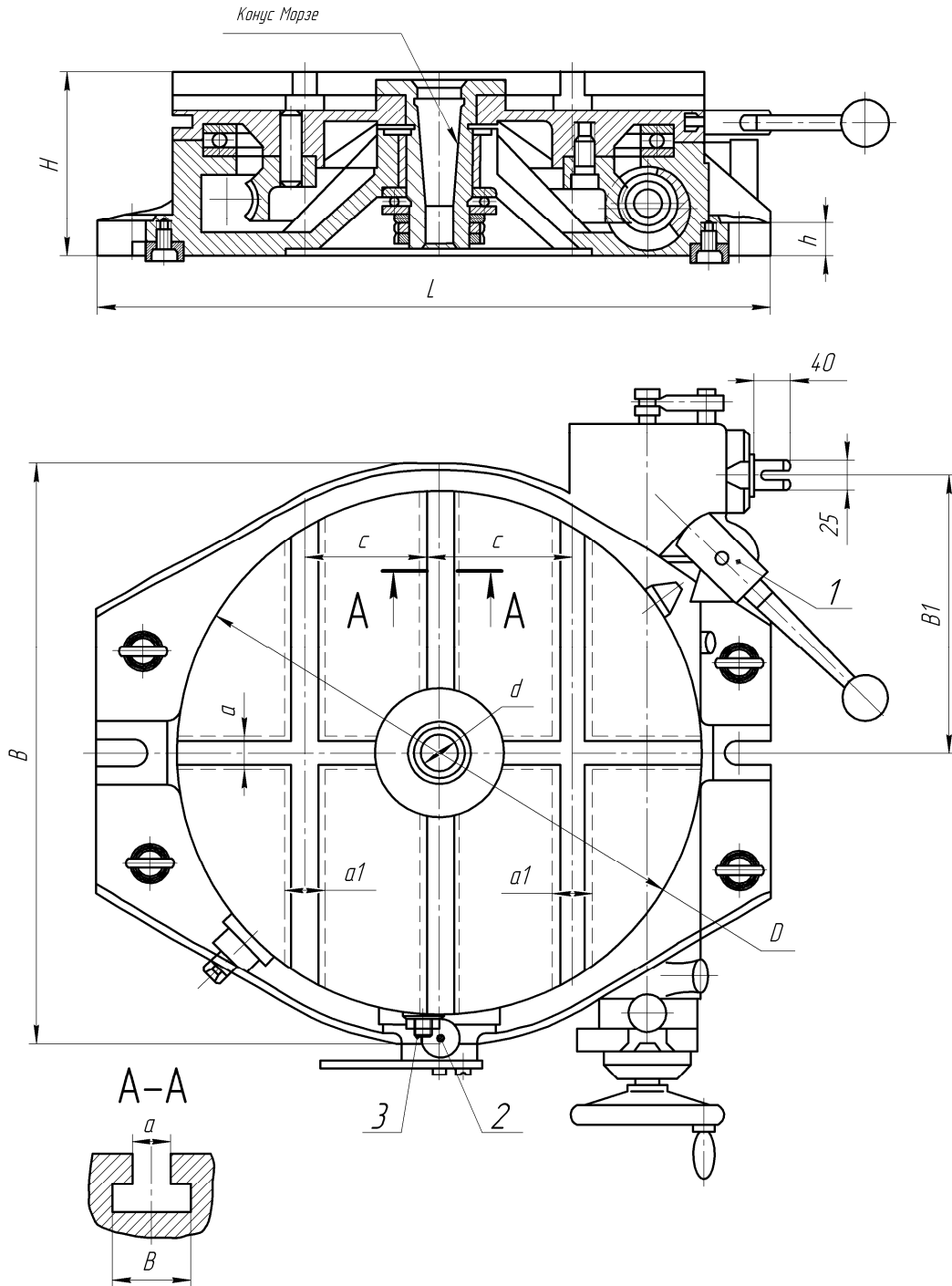


Рис. Д.7. Будова й параметри стола круглого поворотного з механічним приводом

Розміри стола круглого поворотного, мм

D	L	B	B_1	H	c	a	d	b	h	Конус Морзе
350	480	385	193	155	85	18	18	30	14	3
500	630	556	275	170	125	22	22	36	16	5
700	820	760	312	185	200					

Д.8. Стіл з одночасним фіксуванням і кріпленням поворотної частини (тип А)

Стіл (рис. Д.8) слугує для виконання нескладних робіт. Важіль 5, шарнірно закріплений у точці А, керує затискачем. Повертаючи рукоятки 7 з ексцентриком 3, фіксують положення частини стола. Унаслідок повороту ексцентрика кулачок 4 заходить у паз ділильного диска 1, фіксуючи заданий кут повороту. Одночасно ексцентрик опускає вниз важіль 5, за допомогою якого через палець 6 закріплюється поворотна частина стола. Палець 2 слугує для попереднього встановлення стола на заданий розмір.

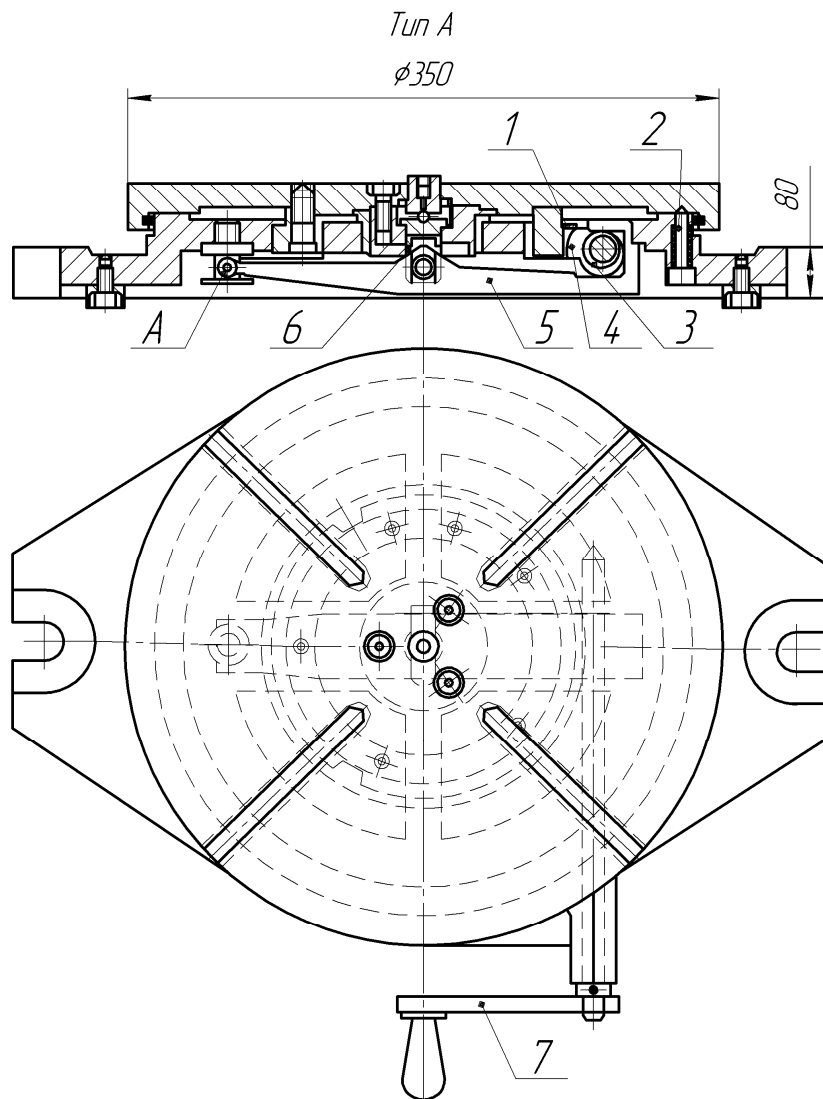


Рис. Д.8. Стіл з одночасним фіксуванням і кріпленням поворотної частини (тип А): 1 – диск; 2, 6 – пальці; 3 – ексцентрик; 4 – кулачок; 5 – важіль; 7 – рукоятка

Д.9. Стіл з одночасним фіксуванням і кріпленням поворотної частини (тип Б)

Цей тип стола (рис. Д.9) призначено для виконання робіт малої та середньої скланості. Він має діляльні отвори, розташовані по колу через 45°. Стіл закріплюють за допомогою рукоятки 5, при цьому палець 4 через пружину вводиться у втулку 3, а клиновий наконечник 6 розводить сегменти 7, що розташовані між втулкою та шайбою 2 (остання опускається сегментами вниз, забезпечуючи кріплення стола)

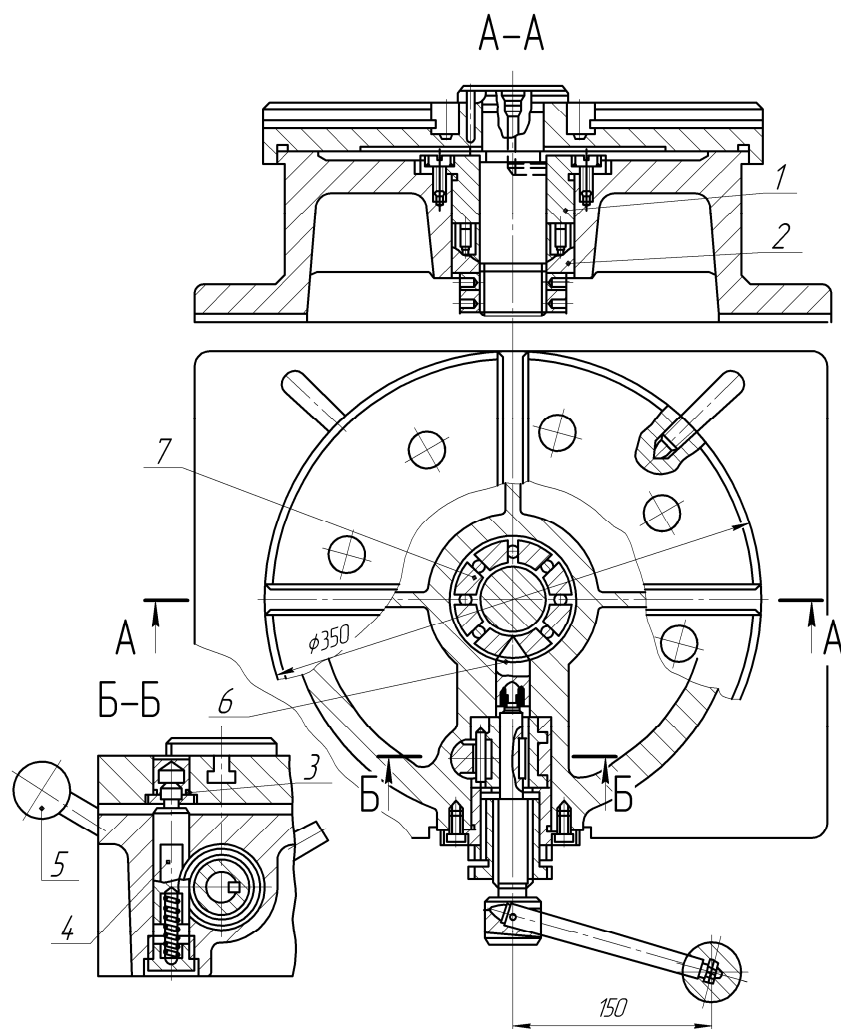


Рис. Д.9. Побудова й параметри стола з одночасним фіксуванням і кріпленням поворотної частини (тип Б): 1, 3 – втулки; 2 – шайба; 4 – палець; 5 – рукоятка; 6 – наконечник; 7 – сегмент

Д.10. Стіл кутовий для закріплення заготовок невеликого розміру при фрезеруванні або свердлінні

На столі кутовому (рис. Д.10) зазвичай закріплюють заготовки невеликого розміру з подальшим фрезеруванням або свердлінням. За допомогою пальців 1 встановлюють кондукторну плиту, налагоджувальні пристрої розміщують у пазах стола, для цього там передбачені виступаючі втулки 2. Їх закріплення відбувається через шток від пневматичного приводу. Хід штока дорівнює від 10 до 12 мм, сила затискання – 2 450 Н, коли тиск повітря становить приблизно 0,4 МПа.

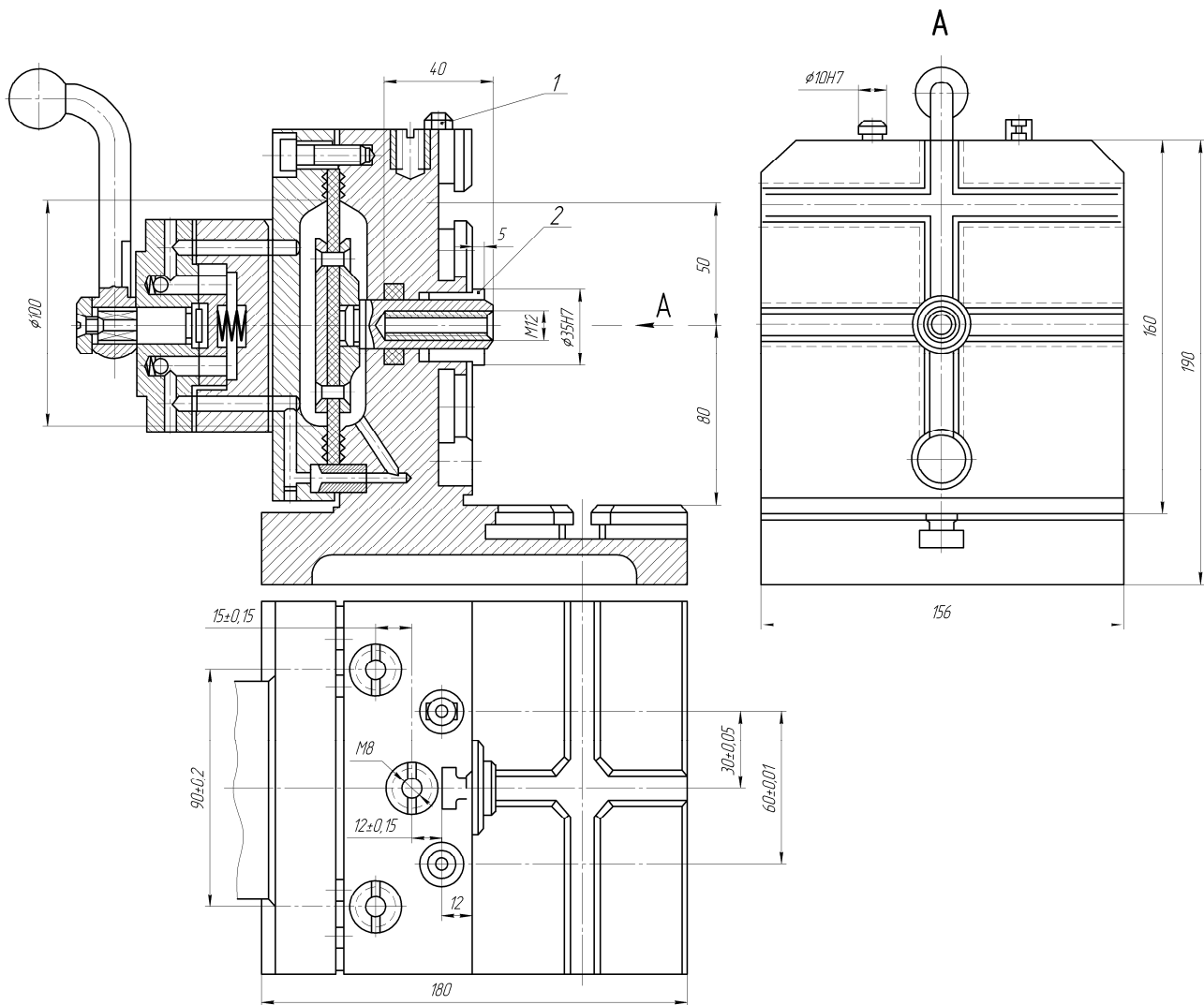


Рис. Д.10. Будова й параметри стола кутового для закріплення заготовок невеликого розміру з подальшим фрезеруванням або свердлінням: 1 – палець; 2 – втулка

Д.11. Стіл поворотний для радіального фрезерування фасок, байонетних пазів

Стіл поворотний (рис. Д.11) дозволяє фрезерувати по радіусу фаски, байонетні пази. Заготовку встановлюють на оправку або безпосередньо на поворотну частину стола 1. Обертання при обробці здійснюється за допомогою маховичка 3 через черв'ячну передачу. Встановлення заданого кута повороту для створення фаски здійснюється двома рухомими упорами 2, які переставляють на кільцевому пази кришки пристрою.

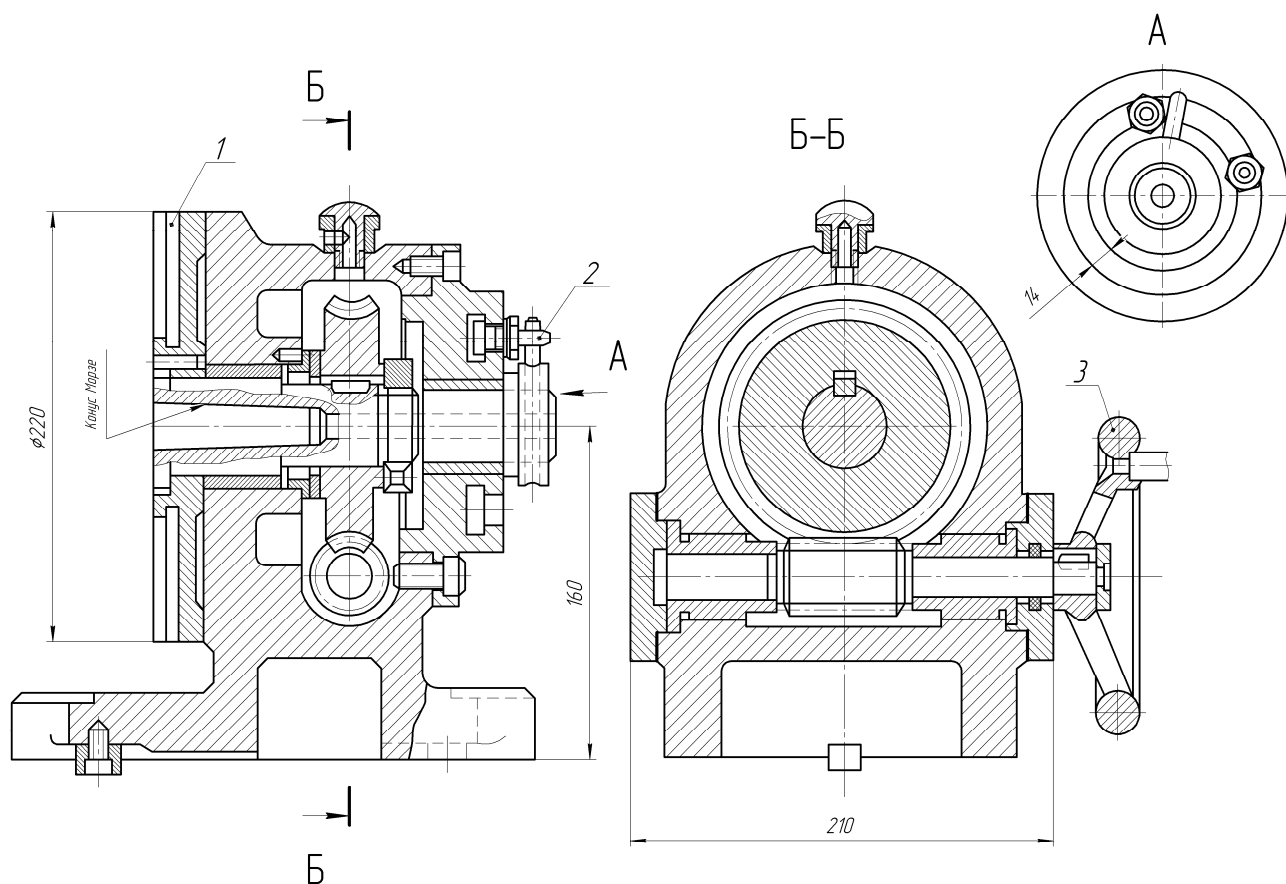


Рис. Д.11. Будова й параметри стола поворотного для радіального фрезерування фасок, байонетних пазів: 1 – поворотна частина стола; 2 – рухомий упор; 3 – маховичок

Д.12. Пристрій багатопозиційний

За допомогою пристрою багатопозиційного (рис. Д.12) встановлюють і закріплюють заготовки перед обробкою на вертикально-фрезерному верстаті. При цьому їх розміщують на базових поверхнях планок 3, 5, 6 до упору торця в штирі 9. Зусилля затискача передається за допомогою прихоплювачів 2, 4, 8 від гідроциліндра 1 через тягу 7 і валики 10, 11.

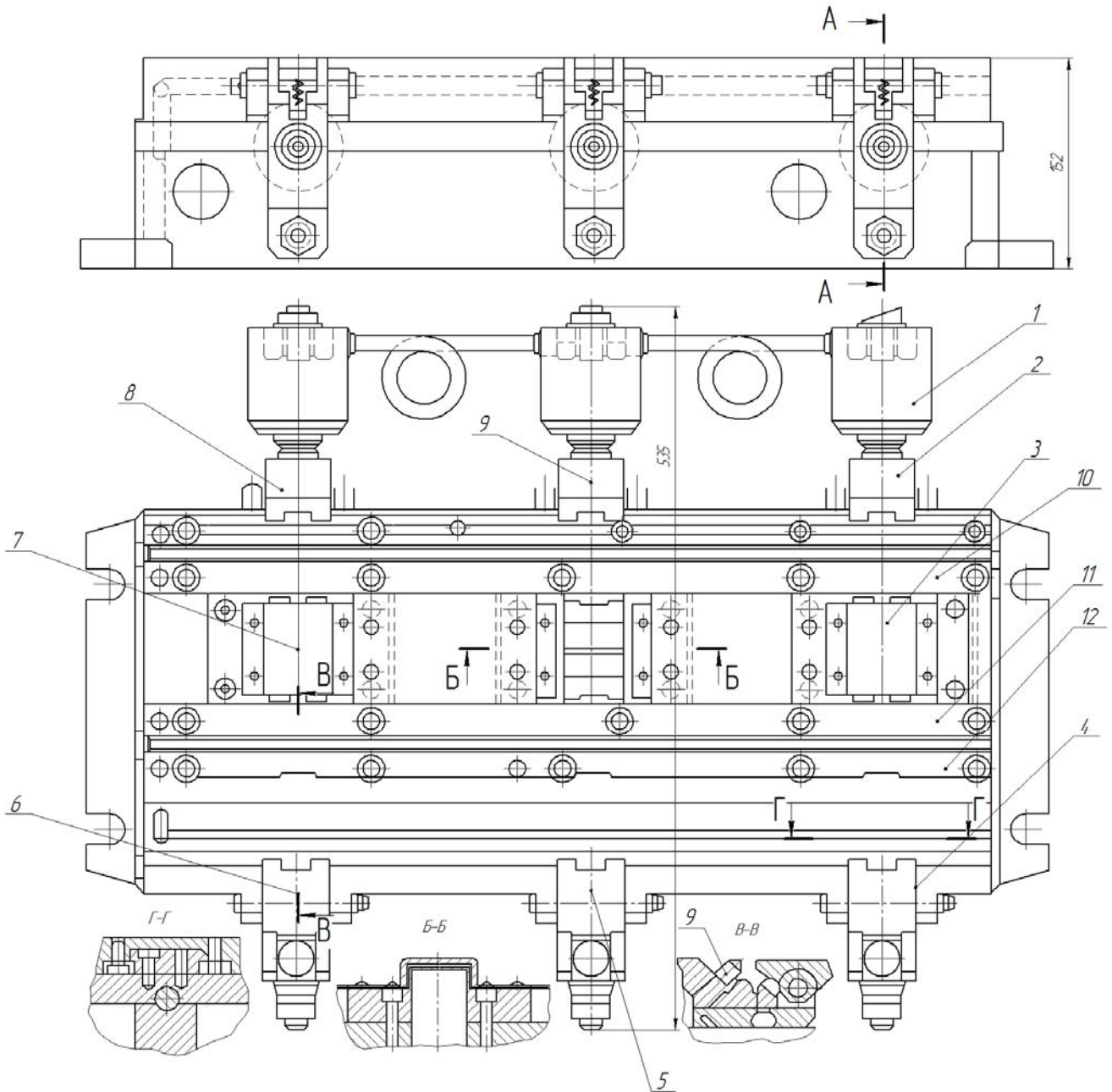


Рис. Д.12. Будова пристрою багатопозиційного: 1 – гідроциліндр; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – прихоплювачі; 10, 11, 12 – планки

Д.13. Касетний пристрій

Касетний пристрій (рис. Д.13) використовують при фрезеруванні глибоких пазів у заготовках деталей.

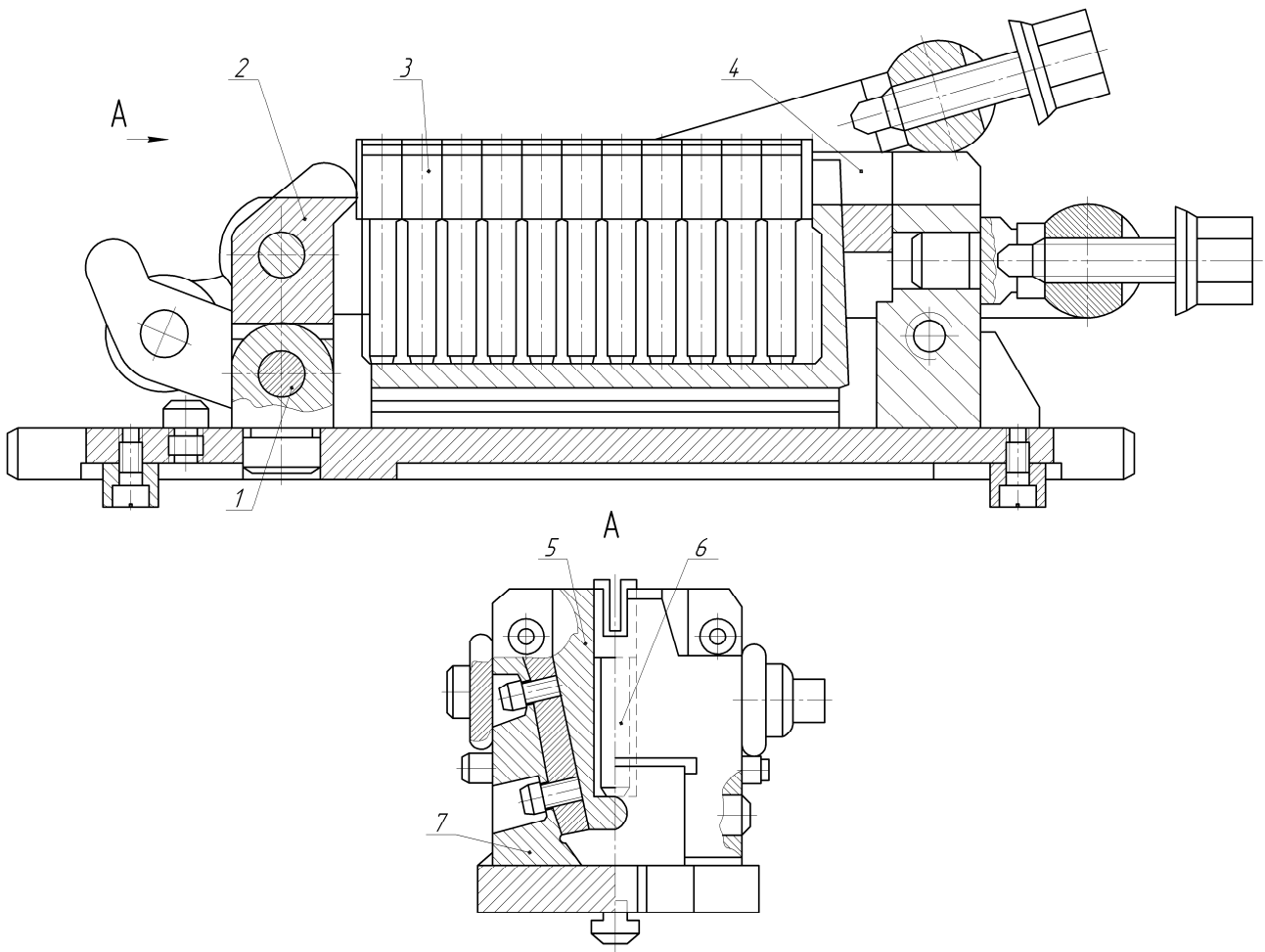


Рис. Д.13. Будова касетного пристрою: 1 – вісь; 2 – прихоплювач; 3 – заготовітка; 4 – упор; 5 – касета; 6 – пластина; 7 – корпус

ДОДАТОК Е. ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ ІЗ ЧПК

Е.1. Регульована призма

Застосування регульованої призми (рис. Е.1) дозволяє компонувати налагоджувальні елементи на плиті та косинці з подальшою обробкою заготовок деталей типу тіл обертання на свердильних і розточувальних верстатах із ЧПК.

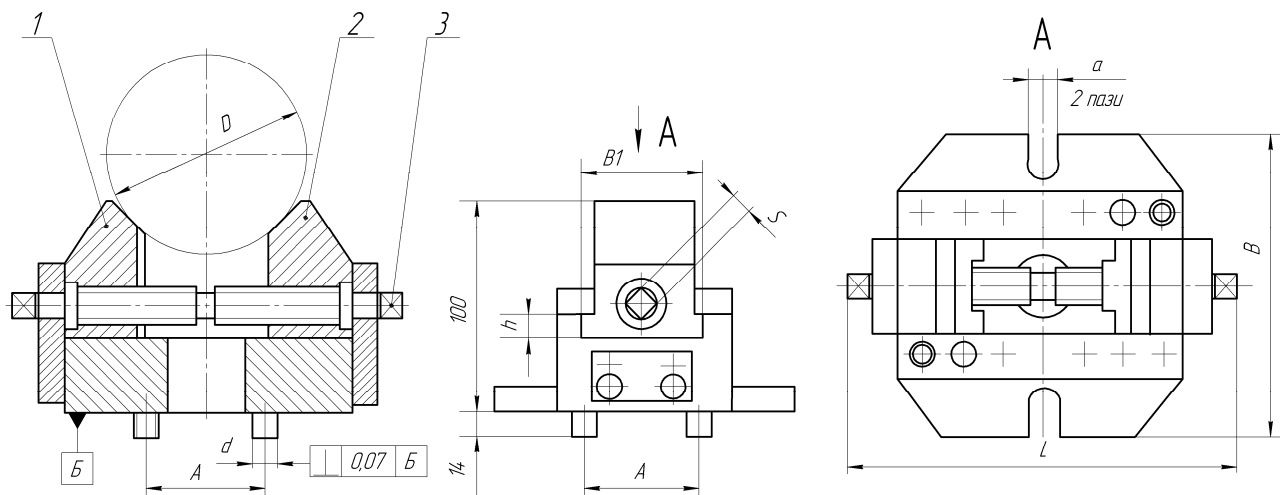


Рис. Е.1. Будова й параметри регульованої призми: 1 – ліва губка; 2 – права губка; 3 – регулювальний гвинт

Е.2. Приклад застосування регульованої призми

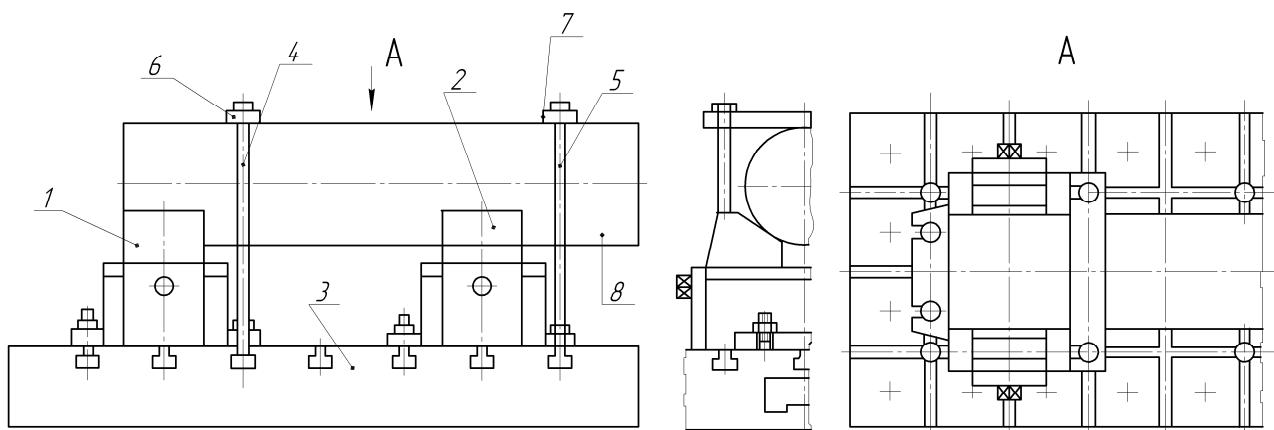


Рис. Е.2. Будова регульованої призми з розміщенням на ній елементом: 1, 2 – призми; 3 – плита; 4, 5 – болти; 6, 7 – планка знімна; 8 – заготовка

Е.3. Приклад застосування чотирибічного косинця

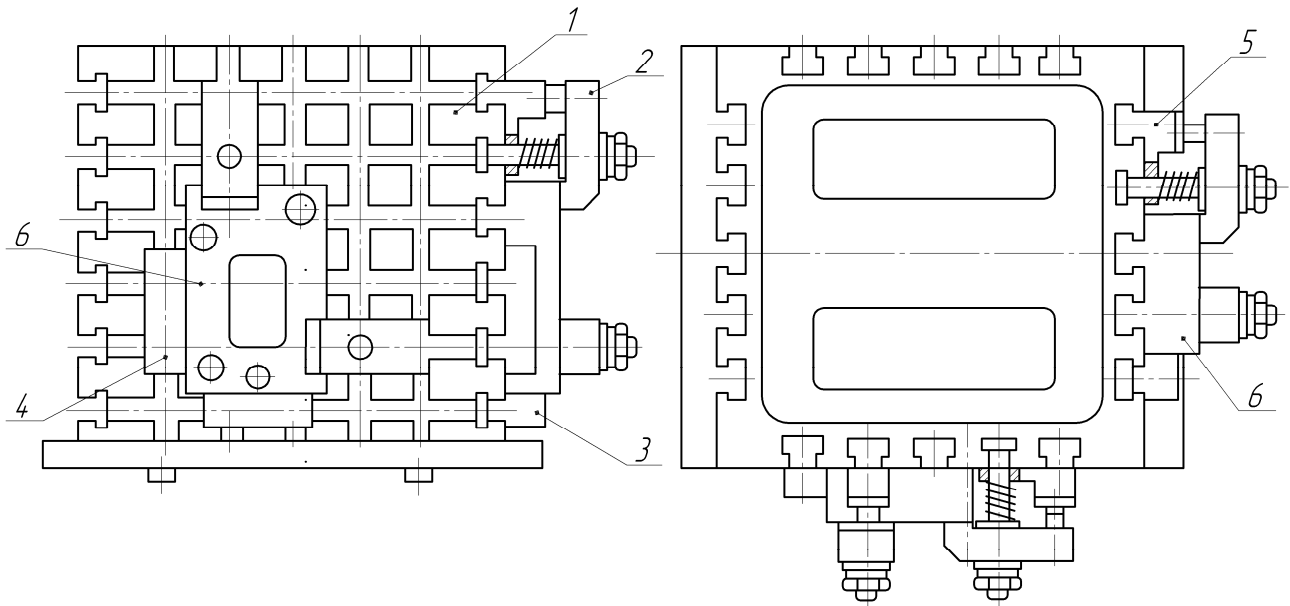


Рис. Е.3. Будова чотирибічного косинця в робочому положенні: 1 – косинець; 2 – прихоплювачі (ГОСТ 4735-69); 3, 4 – упор; 5 – опора; 6 – заготівка

Е.5. Приклад використання косинця

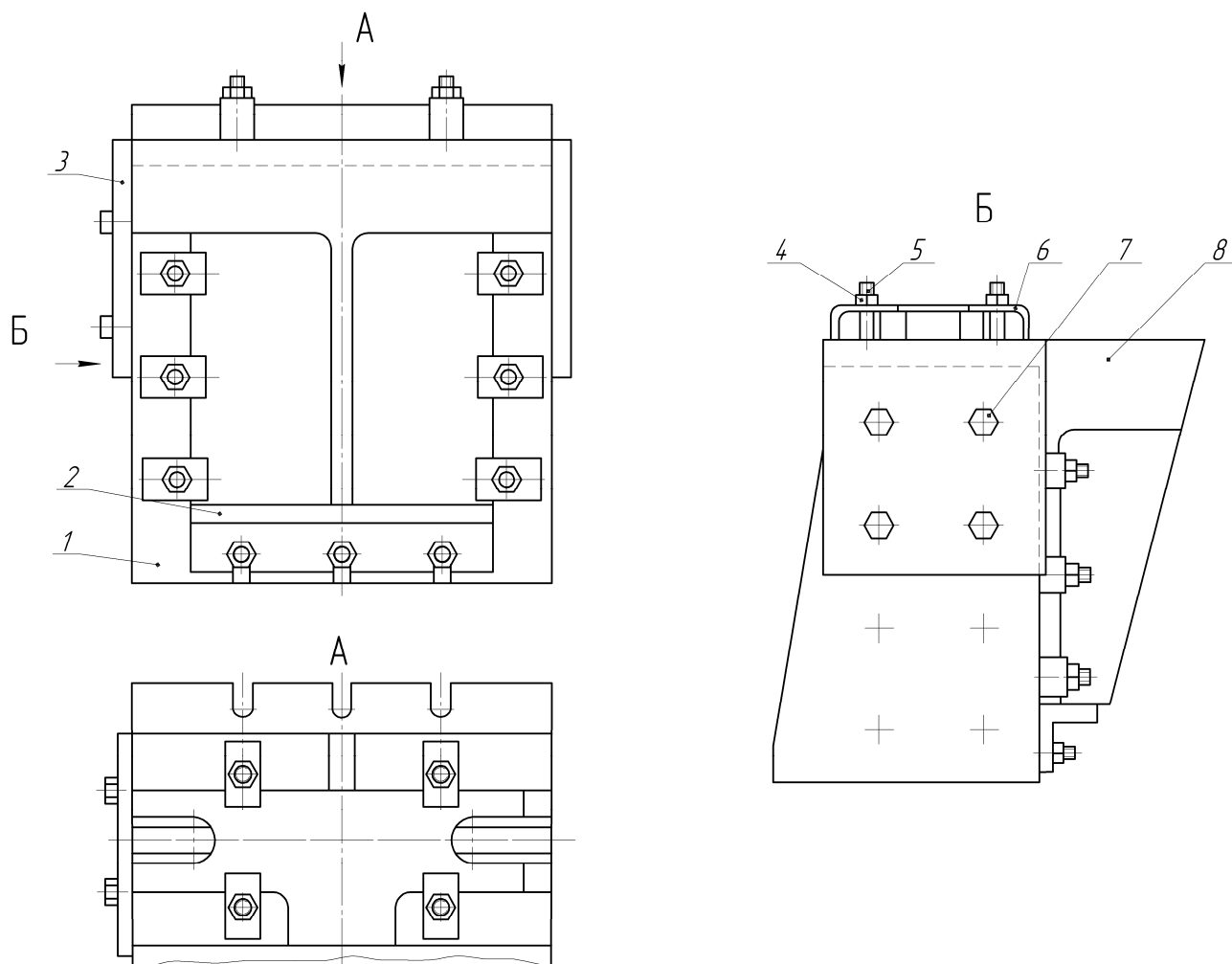


Рис. Е.5. Будова косинця в робочому положенні: 1 – косинець; 2 – планка опорна; 3, 8 – планки обмежувальні; 4 – гайка; 5 – болт (ГОСТ 7798-70); 6 – притискач; 7 – болт (ГОСТ 12201-66)

Е.6. Координатна плита

Скориставшись координатною плитою (рис. Е.6), орієнтують і кріплять заготовки на багатоцільових верстатах із ЧПК у пристроях

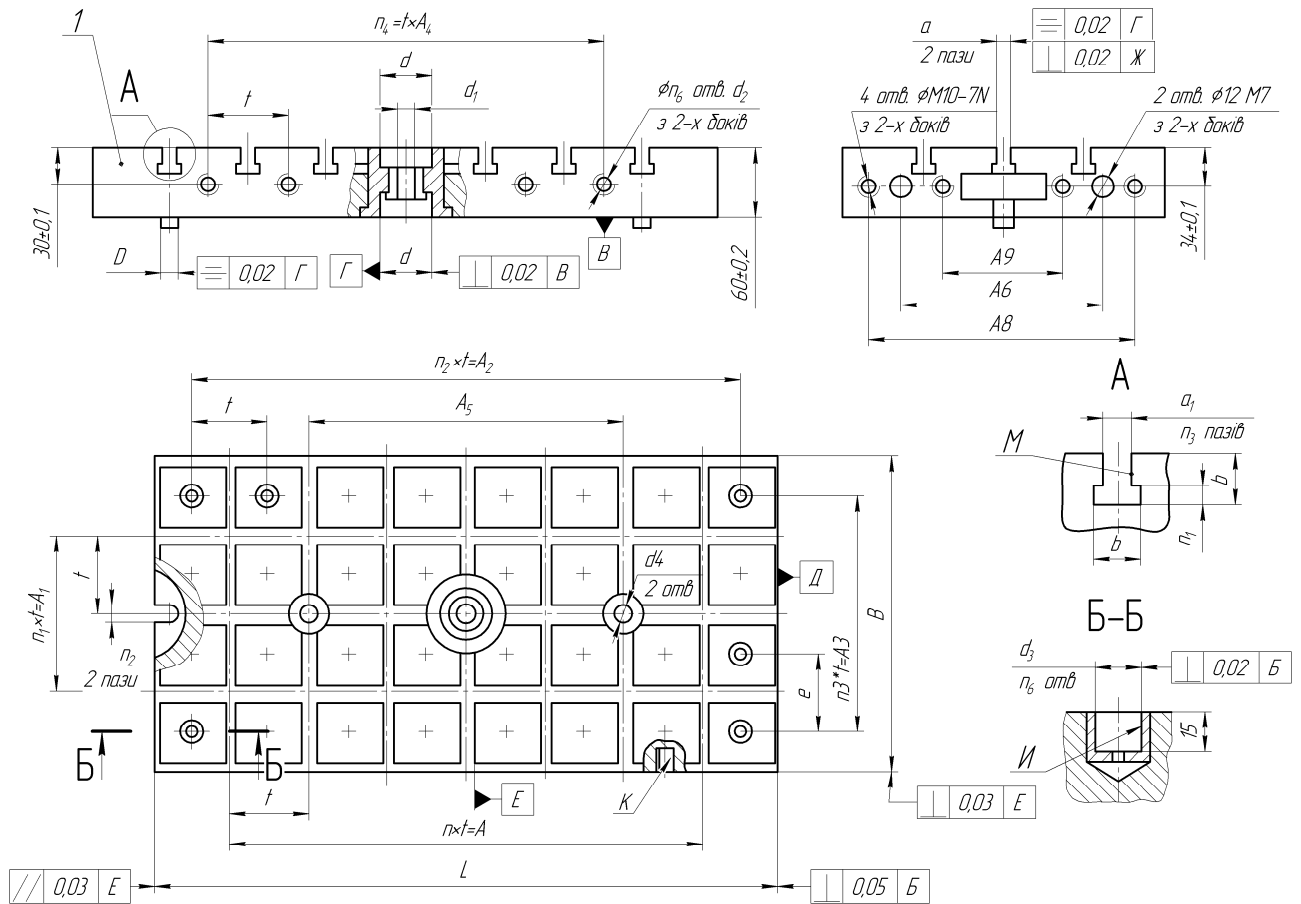


Рис. Е.6. Будова й параметри координатної плити: 1 – корпус

Е.7. Приклад застосування координатної плити

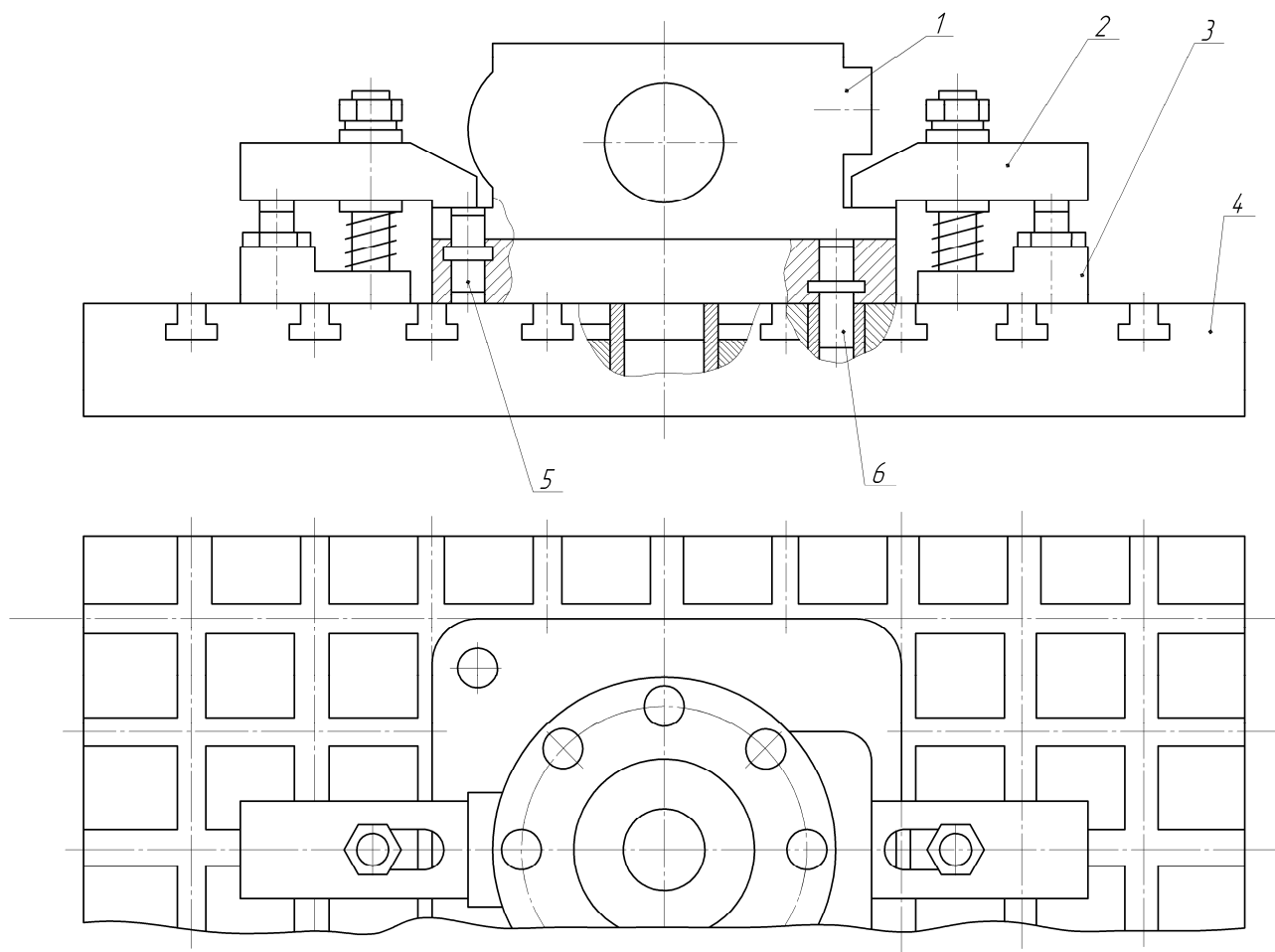


Рис. Е.7. Будова координатної плити в робочому положенні: 1 – деталь; 2 – проплювач; 3 – опора; 4 – плита

Е.8. Приклад застосування гідравлічної координатної плити

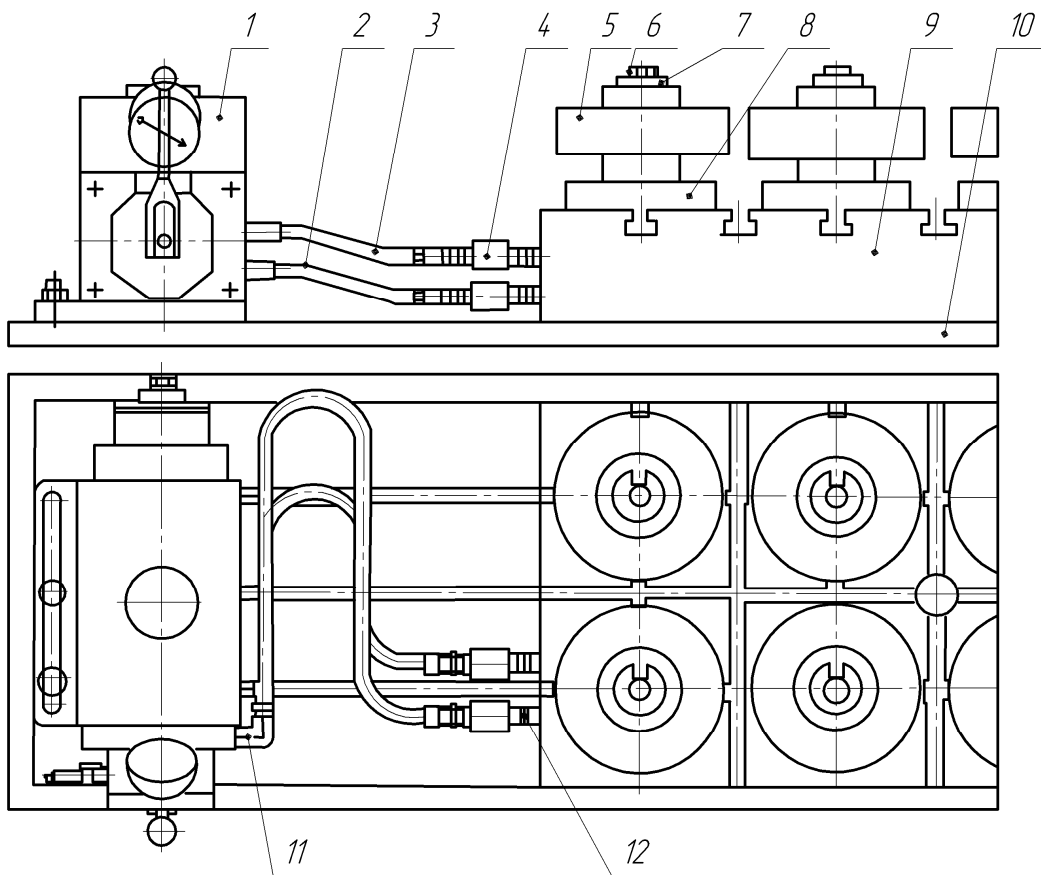


Рис. Е.8. Будова гідравлічної координатної плити в робочому положенні: 1 – пневмогідро-перетворювач; 2, 3 – рукава; 4 – муфта; 5 – заготівка; 6 – болт; 7 – шайба; 8 – опора; 9 – плита гідравлічна; 10 – стіл верстата із ЧПК; 11 – штуцер; 12 – патрубок

Е.9. Кутова плита

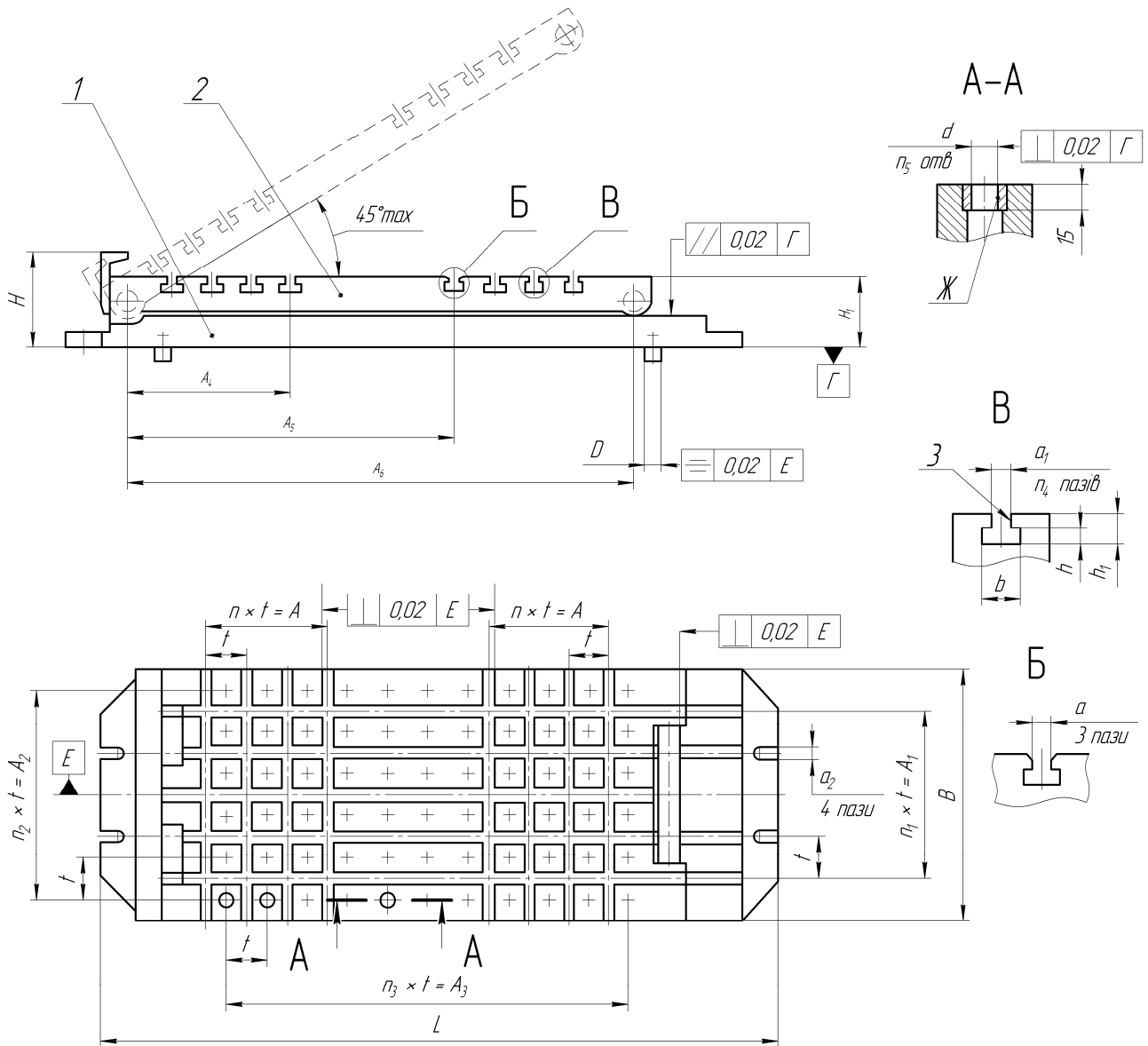


Рис. Е.9. Будова й параметри кутової плити: 1 – власне плита кутова; 2 – опора регульована

Е.10. Приклад застосування кутової плити

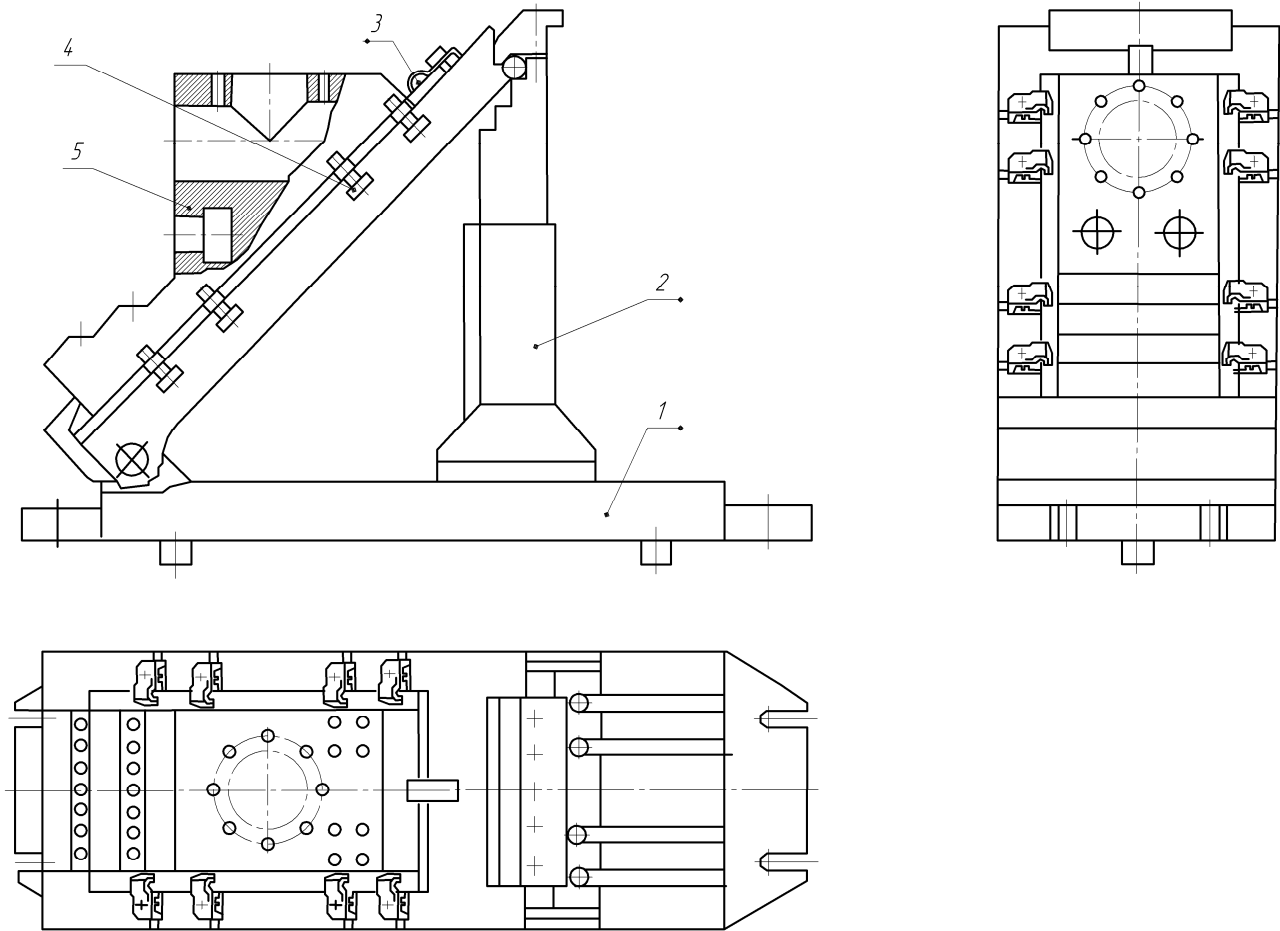


Рис. Е.10. Будова й параметри кутової плити в робочому положенні: 1 – власне плита кутова; 2 – опора регульована; 3 – прихоплювач (ГОСТ 12939-67); 4 – болт за ГОСТ 12201-66; 5 – заготівка

Е.11. Плита кутова квадратна

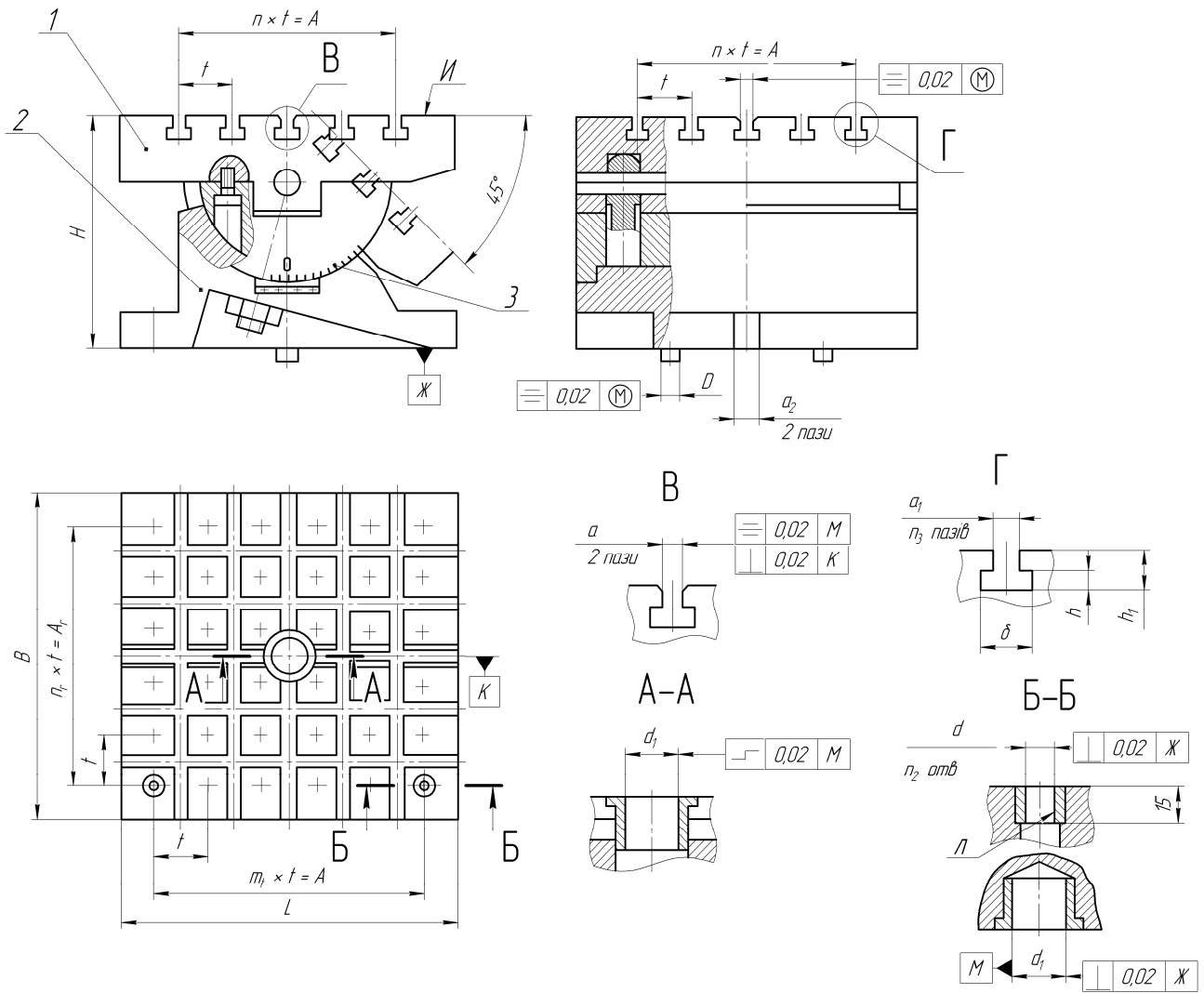


Рис. Е.11. Будова й параметри плити кутової квадратної: 1 – власне плита; 2 – основа; 3 – шкала

Е.12. Пристрій для фрезерування деталей типу валика

У пристрої для фрезерування деталей типу валика (рис. Е.12) стиснене повітря в циліндрі 1 через поршні передає зусилля на шток 2, з'єднаний з прихоплювачем 3, що закріплює деталь.

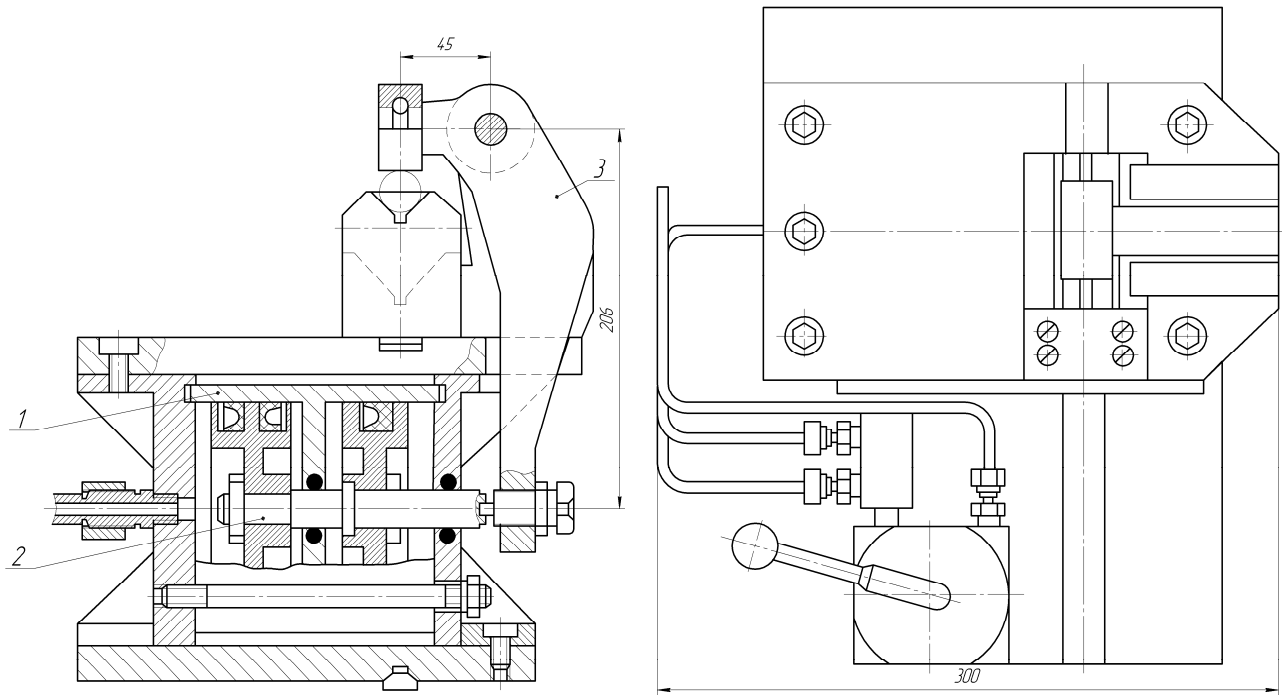


Рис. Е.12. Будова й параметри пристрою для фрезерування деталей типу валика

Е.13. Пристрій для розрізання кілець

Пристрій цього типу (рис. Е.13) дозволяє обробляти (розрізати) відразу кілька кілець. Кільця 4 встановлюють на штир 3 і кріплять за допомогою прихоплювачів 8. Сила затискача через пневматичний шток 5 циліндра 2 передається на прихоплювачі 8 через клин 7 і на пальці 9. Для рівномірного закріплення деталей з однаковою силою клин 7 коливається на осі 6. Після завершення обробки, стиснуте повітря пневматичним краном 1 подається в праву порожнину пневматичного циліндра. Потім шток і клин переміщуються вліво, а прихоплювачі 8 під дією пружини 10 займають положення, зображене на рис. Е.13 штрихпунктирною лінією.

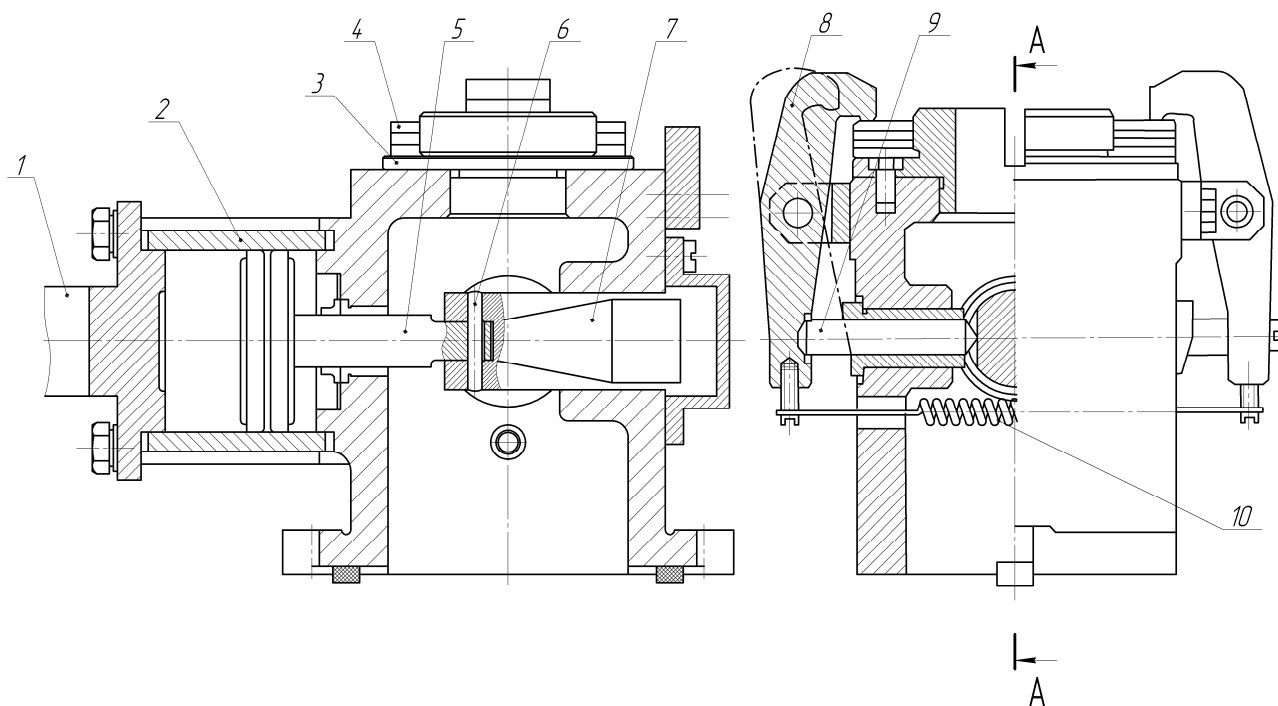


Рис. Е.13. Будова пристрою для розрізання кілець

ДОДАТОК Ж. ПРИСТРОЇ ДЛЯ КАРУСЕЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Ж.1. Пневматичний затискний пристрій для карусельного верстата

Корпус 11 пристрою (рис. Ж.1) закріплено на оправку 12. Він має три переміщені в радіальному напрямку плунжери 6, з'єднані з клином 8 гвинтами 7.

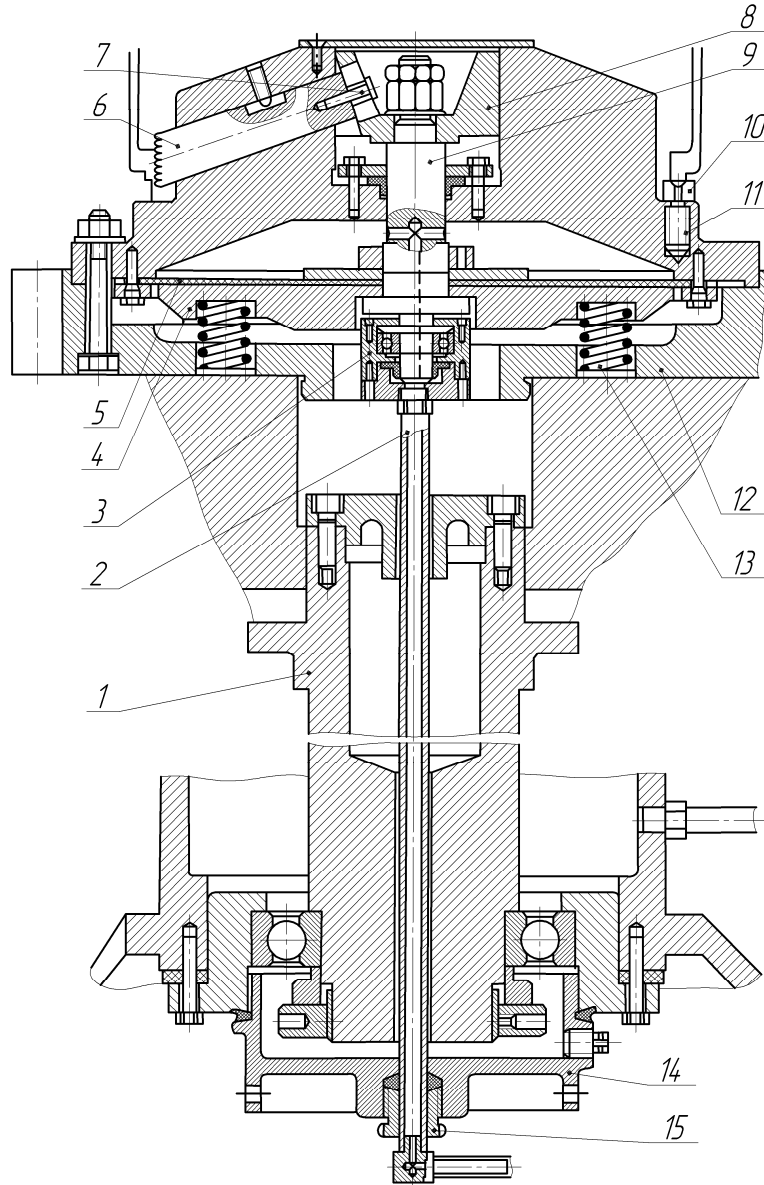


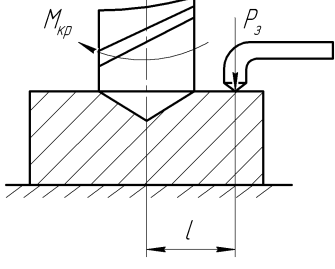
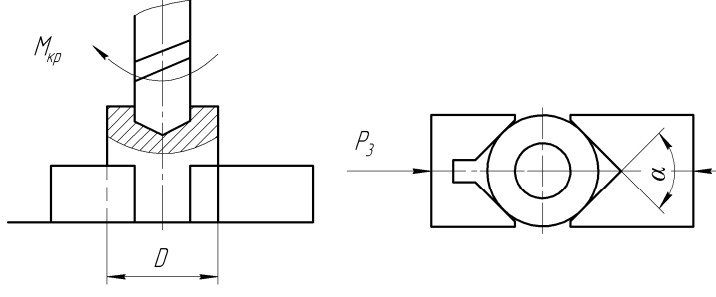
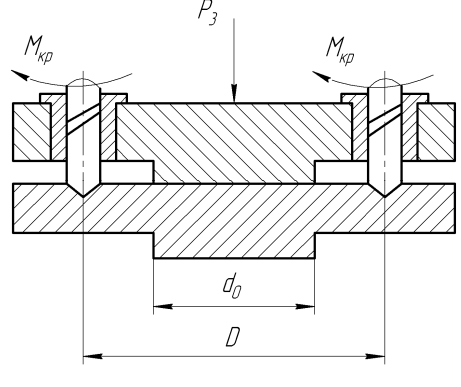
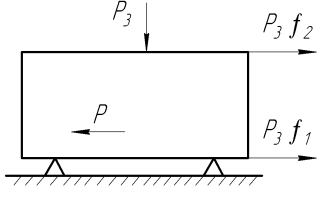
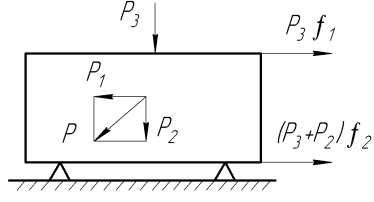
Рис. Ж.1. Будова пневматичного затискного пристрою для карусельного верстата

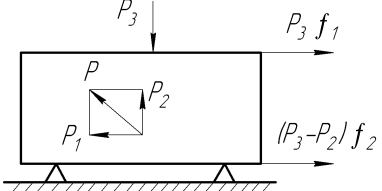
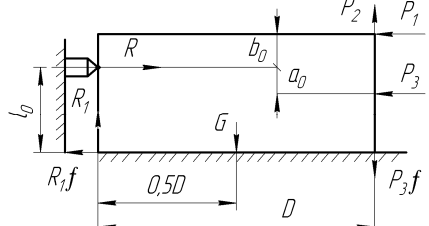
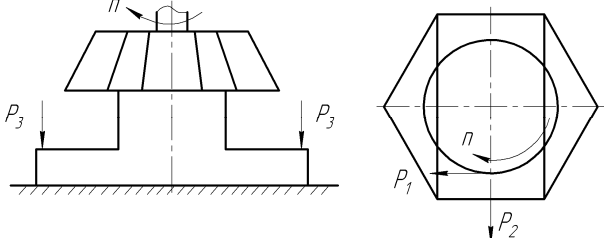
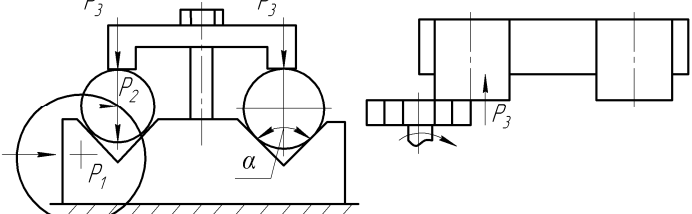
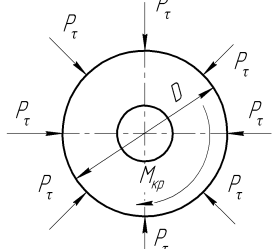
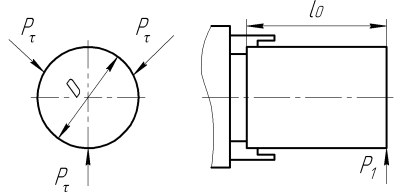
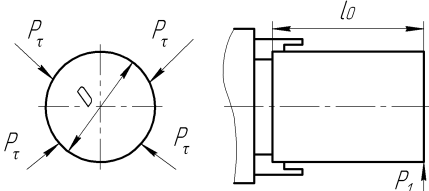
Діафрагма 5 з опорним диском 4 і штоком 9 закріплена на корпусі оправки. Стиснуте повітря подається в пристрій через розташовану в отворі вала 1 трубку 2. Її верхній кінець закріплено в кришці муфти 3 за допомогою нижньої гайки 15, установлені в кожусі 14. Далі стиснуте повітря через отвори в штоку 9 надходить у камеру силового приводу, опускає шток, захоплюючи за собою клин 8. Потім плунжери 6, розсовуючись, центрують і затискають деталь, яка встановлюється своїм нижнім торцем на шість регульованих опор 10. Для розкріплення деталі стиснуте повітря випускають в атмосферу, унаслідок чого диск зі штоком 9 і пружинами 12 повертається у вихідне положення.

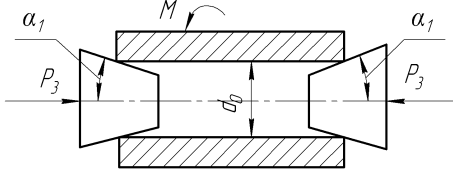
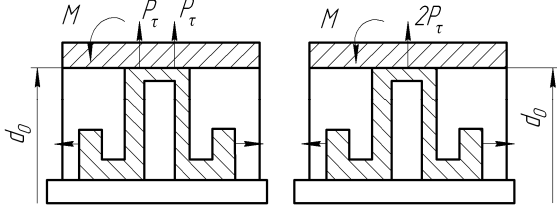
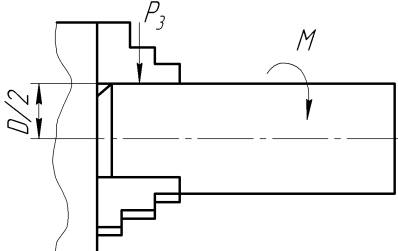
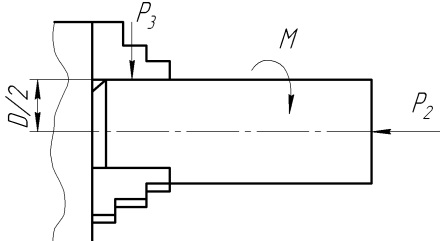
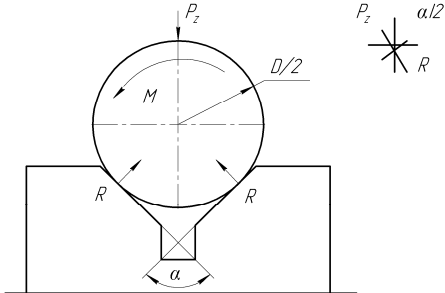
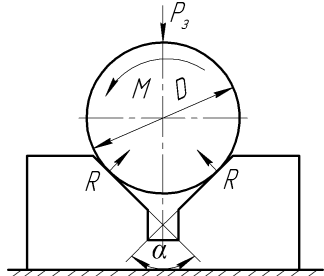
ДОДАТОК II. РОЗРАХУНОК СИЛИ ЗАТИСКУВАННЯ У ВЕРСТАТНИХ ПРИБОРАХ

Таблиця II.1

Вихідні дані для розрахунку сили затискування.

№	Схеми дії сил при виконанні різних видів механічної обробки	Вирази для розрахунку сили затискування $W(P)$
1		$P_3 = \frac{K M_{кр}}{f_1 l}$
2		$P_3 = \frac{K M_{кр} \sin \alpha}{f_1 D}$
3		$P_3 = \frac{K M_{кр} n}{\frac{1}{3} f_1 \left(\frac{D^3 - d_0^3}{D^2 - d_0^2} \right)}$
4		$P_3 = \frac{K P}{f_1 + f_2}$
5		$P_3 = \frac{K (P_1 - P_2 f_2)}{f_1 + f_2}$

№	Схеми дії сил при виконанні різних видів механічної обробки	Вирази для розрахунку сили затискування $W(P)$
6	 <p>Diagram showing a block on rollers. Forces P_1 and P_2 are applied to the top surface, and P_3 is applied to the top surface. Friction forces $P_3 f_1$ and $(P_3 - P_2) f_2$ are shown at the bottom.</p>	$P_3 = \frac{K (P_1 + P_2 f_2)}{f_1 + f_2}$
7	 <p>Diagram showing a roller on a workpiece. Parameters include roller radius R, workpiece radius R_1, roller length l_0, workpiece length D, and forces $P_1, P_2, P_3, G, R_1 f$.</p>	$P_3 = \frac{K [P_2 (f_1 l_0 + D) + P_1 b_0]}{f_1 + f_2} - \frac{G (f_1 l_0 + 0,5D)}{f_1 + f_2}$
8	 <p>Diagram showing a roller on a hexagonal workpiece. Forces P_1, P_2, P_3 and parameter n are indicated.</p>	$P_3 = \frac{K}{f_1 n} \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$
9	 <p>Diagram showing a roller on a workpiece with an angle α. Forces P_1, P_2, P_3 are indicated.</p>	$P_3 = \left(\frac{K}{f_1} \sin \frac{\alpha}{2} \right) \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2}$
10	 <p>Diagram showing a roller on a circular workpiece. Forces P_τ and torque $M_{кр}$ are indicated.</p>	$P_3 = \frac{2K M_{кр}}{n_1 D f_1}$
11	 <p>Diagram showing a roller on a workpiece with length l_0. Forces P_τ and P_1 are indicated.</p>	$P_3 = \frac{K P_1 l_0}{0,75 D f_1}$
12	 <p>Diagram showing a roller on a workpiece with length l_0. Forces P_τ and P_1 are indicated.</p>	$P_3 = \frac{K P_1 l_0}{1,42 D f_1}$

№	Схеми дії сил при виконанні різних видів механічної обробки	Вирази для розрахунку сили затискування $W(P)$
13		$P_3 = \frac{2K M \sin \alpha_1}{d_0 f_1}$
14		$P_3 = \frac{K M}{\pi d_0 f_1 n_1}$
15		$P_3 = \frac{2K M}{3f_1 D}$
16		$P_3 = \frac{2K M}{3f_1 D} + \frac{2K P_2}{3f_1}$
17		$P_3 = \frac{K M}{\frac{f_1 D}{2} + \frac{f_2 D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}}$
18		$P_3 = \frac{K M}{\frac{f_1 D}{2} + \frac{f_2 D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}} + \frac{K P_2}{f_1 + \frac{f_2}{\sin \frac{\alpha}{2}}}$

№	Схеми дії сил при виконанні різних видів механічної обробки	Вирази для розрахунку сили затискування $W(P)$
19		$P_3 = \frac{KM}{\frac{f_1 D}{2} + \frac{f_2 D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}}$
20		$P_3 = K \sqrt{\frac{P_1 + \left(P_2 - \frac{P_3 D}{2l_0}\right)^2 \times \left(1 - \operatorname{tg}(\beta + \varphi_1) \operatorname{tg} \varphi_2\right) 3 \frac{x}{y}}{\operatorname{tg}(\beta + \varphi_1)}}$
21		$P_3 = K \frac{\pm P_1 b_0 \pm P_2 l}{l_1}$
22		$P_3 = P_1 + P_2 = 0,375 \frac{E_0 D_3^3 s n_1 \delta}{\times} \times \left(0,0174 \frac{\alpha_2}{2} \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - \right. \\ \left. - 229,88 \frac{\sin^2 \alpha_2}{\alpha_2} \right) + \\ + \frac{1}{\delta} \sqrt{\frac{4M^2}{D_3^2} + KP_1^2};$ $E_0 = 2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{H}}{\text{MM}^2}$
23		$P_3 = \frac{12KM}{\pi f_1 (D_{\text{ш}}^3 - d_0^3)}$

Примітки: У формулах для визначення сили P_3 не враховано сили інерції та ваги.

Сили тертя позначено не на всіх схемах.

2. У формулах використано такі позначення:

P_i – складові сили різання, Н;

K – коефіцієнт запасу сили;

f_1 – коефіцієнт тертя в зоні контакту заготівки з опорами (його значення див. у додатку С);

f_2 – коефіцієнт тертя в зоні контакту заготівки із затискним механізмом;

D_3 – діаметр заготівки, мм;

L_3 – довжина заготівки, мм;

l – відстань від середини центрального отвору до середини пінолі, мм;

α_2 – центральний кут пінолі, градус;

β – кут, розрахований таким чином: $\beta = 90^\circ - 0,5\psi$, градус;

ψ – кут конуса центрального отвору, градус;

φ_1 – кут тертя на поверхні конуса центрального отвору, градус;

φ_2 – кут тертя на поверхні конуса пінолі, градус; ($\varphi_1 \approx \varphi_2 \approx 3^\circ$).

ДОДАТОК К. ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ

Таблиця К.1

Економічно вмотивовані величини точності обробки зовнішніх циліндричних поверхонь деталей

Вид обробки	Квалітет	Допуск, мкм, для діаметра, мм											
		Від 1 до 3	Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 260	Від 260 до 360	Від 360 до 500
Обточування на токарних верстатах:													
чорнове	12	120	160	200	240	280	340	400	460	530	600	680	760
чистове	11	60	80	100	120	140	170	200	230	260	300	340	380
чистове підвищеної точності	10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	215	250
тонке	6	6	8	10	12	14	17	20	23	27	30	35	40
Шліфування:													
одноразове	8	20	25	30	35	45	50	60	70	80	90	100	120
чистове після одноразового	7	9	12	15	18	21	25	30	35	40	47	54	62
підвищеної точності	6	6	8	10	12	14	17	20	23	27	30	35	40
тонке	5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	22	25

Примітка: Показники точності, подані в таблиці, дійсні, коли довжина деталі не перевищує 15 мм, коли ж вона більша, то беруть значення на один квалітет нижчим.

Таблиця К.2

Економічно вмотивовані величини точності співвісності поверхонь обертових деталей

Вид та умови обробки	Ексцентриситет поверхонь, мм
Обточування та шліфування зовнішніх поверхонь:	
– у центрах з одним встановленням заготовки	0,015
– із двома встановленнями заготовки, центр шпинделя термічно не оброблений, шліфований	0,015
– із двома встановленнями заготовки, центр шпинделя загартований, шліфований	0,500
Обточування та шліфування внутрішніх поверхонь:	
– за допомогою виготовленої на місці оправки	0,025
– з використанням виготовленої оправки, центр шпинделя шліфований, загартований	0,030
– за допомогою раніше виготовленої оправки, центр шпинделя загартований	0,075

Таблиця К.3

Економічно доцільні величини точності обробки внутрішніх циліндричних поверхонь деталей

Вид обробки	Квалітет	Допуск в мкм для інтервалів значень діаметра в мм											
		Від 1 до 3	Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120	Від 120 до 180	Від 180 до 260	Від 260 до 360	Від 360 до 500
Свердління:													
– без кондуктора	12	120	160	200	240	280	340	–	–	–	–	–	–
– з кондуктором	11	60	80	100	120	140	170	–	–	–	–	–	–
Зенкерування і розточування різцями:													
– чорнове	12	–	–	–	240	280	340	400	460	530	600	680	760
– чистове	11	–	–	–	120	140	170	200	230	260	300	340	380
– чистове підвищеної точності	10	–	–	–	70	84	100	120	140	160	185	215	250
– тонке	7	–	–	–	19	23	27	30	35	40	45	50	60
Розгортання:													
– одноразове сталі	8	–	25	30	35	45	50	60	70	80	90	100	120
– одноразове чавуну й чистове сталі	7	–	18	22	27	33	40	46	54	63	–	–	–
– чистове чавуну й підвищеної точності сталі	6	–	13	16	19	23	27	30	35	40	–	–	–
– підвищеної точності чавуну	5	–	8	9	11	13	15	18	21	24	–	–	–
Шліфування:													
– одноразове	9	–	25	30	35	45	50	60	70	80	90	100	120
– чистове після одноразового	9	–	18	22	27	33	39	46	54	63	73	84	95
– чистове підвищеної точності	6	–	13	16	19	23	27	30	35	40	45	50	60
– тонке	5	–	8	9	11	13	15	18	21	24	27	30	35
Хонінгування	5	–	8	9	11	13	27	30	35	24	27	30	35
Протягування чистове	6	–	13	16	19	23	27	30	35	40	45	50	60

Таблиця К.4

Економічно вмотивовані значення точності обробки плоских поверхонь деталей

Вид обробки	Квалітет	Допуск в мкм для інтервалів значень діаметра в мм				
		Від 10 до 18	Від 18 до 30	Від 30 до 50	Від 50 до 80	Від 80 до 120
Фрезерування й стругання:						
– чорнове сталі	12	240	280	340	400	460
– чорнове чавуну й чистове сталі	11	120	140	170	200	230
– чистове чавуну	10	70	84	100	120	140
Чистове підвищеної точності:						
– сталі	8	35	45	50	60	70
– чавуну	7	18	21	25	30	35
Шліфування:						
– одноразове	8	35	45	50	60	70
– чистове після одноразового	7	18	21	25	30	35
– чистове підвищеної точності	6	12	14	17	20	23

Таблиця К.5

Економічно доцільні величини точності обробки поверхонь деталей фасонними фрезами, мм

Довжина поверхні	Ширина фрези			
	Чорнова обробка		Чистова обробка	
	До 120	120–180	До 120	120–180
До 100	0,25	–	0,10	–
100 – 300	0,35	0,45	0,15	0,20
300 – 600	0,45	0,50	0,20	0,25

Таблиця К.6

Економічно вмотивовані значення точності обробки торцевих поверхонь, мм

Діаметр	Обточування чорнове	Обточування чистове	Шліфування	Шліфування тонке
До 50	0,15	0,07	0,03	0,020
50 – 120	0,20	0,10	0,04	0,025
120 – 260	0,25	0,13	0,05	0,030
260 – 500	0,40	0,20	0,07	0,035

Таблиця К.7

Економічно доцільні величини точності фрезерування виступів пазів, мм

Розміри по ширині	Похибка розміру, мкм		Розміри по ширині	Похибка розміру, мкм	
	Дискова фреза, квалітет 12 – 13	Торцева фреза, квалітет 10		Дискова фреза, квалітет 12 – 13	Торцева фреза, квалітет 10
Від 1 до 3	120	60	Від 18 до 30	280	140
>> 3 >> 6	160	80	>> 30 >>	340	170
>> 6 >> 10	200	100	>> 50 >> 80	400	200
>> 10 >> 18	240	120			

Таблиця К.8

Економічно вмотивовані значення точності обробки при одночасному фрезеруванні паралельних плоских поверхонь дисковими фрезами

Відстань між фрезами, мм	Похибка в мкм для інтервалів значення висоти поверхні в мм		
	до 50	від 50 до 80	від 80 до 120
До 100	50	60	80
Від 100	60	80	100

Таблиця К.9

Економічно доцільні величини точності обробки пазів і шпонкових канавок

Ширина паза або шпонкової канавки	Похибка, мкм	
	чорнова обробка	чистова обробка
Від 6 – 10	100	30
>>10 – 18	150	40
>>18 – 30	200	50

Таблиця К.10

Економічно доцільні значення точності обробки отворів, осі яких перпендикулярні між собою

Спосіб обробки	Похибка, мм	
	Неперпендикулярність на довжині 100 мм	Похибка відстані між осями
Свердління: – за розміткою	1,00	2,00
– із застосуванням кондуктора	0,10	0,50
Свердління на фрезерному верстаті з поворотом за допомогою лімба	0,30	0,50
Свердління на фрезерному верстаті з поворотом за допомогою ділильного пристрою	0,30	0,50
Розточування на фрезерному верстаті з поворотом за допомогою лімба	0,05	0,20
Розточування на фрезерному верстаті за допомогою поворотного ділильного пристрою	0,10	0,50
Розточування на токарному верстаті за допомогою кутника	0,10	0,20
Розточування на координатно-розточувальному верстаті	0,02	0,10

Таблиця К.11

Економічно доцільні величини точності способів забезпечення прямолінійності осі отворів

Спосіб обробки	Похибка в мм	
	Зміщення	Перекіс на довжині 100 мм
Свердління:		
– за розміткою	1	0,5
– із застосуванням кондуктора	0,2	0,1
– на токарному верстаті	0,2	0,2
Розточування на токарному верстаті:		
– з однократним встановленням заготовки	0,1	0,1
– із двократним встановленням на оправку, на планшайбу або в кулачках без термічної обробки	0,05	0,05
– з розміщенням у самоцентрівному патроні без додаткового центрування	0,5	0,5
– при центруванні за індикатором	0,1	0,2
– з установленням за розміткою	2	2

Таблиця К.12

Економічно вмотивовані значення точності способів забезпечення перпендикулярності осі отворів базовій поверхні

Спосіб обробки	Похибка на довжині 100 мм
Свердління:	
– за розміткою	0,5
– із застосуванням кондуктора	0,1
Розточування на токарному верстаті:	
– за розміткою	1,0
– за індикатором	0,5
Розточування на вертикально-фрезерному верстаті з установленням заготовки на столі	0,05
Розточування на горизонтально-фрезерному або розточувальному верстаті установленням на кутнику	0,08
Планетарне шліфування отвору із встановленням заготовки в пристрої	0,08

Таблиця К.13

Економічно вмотивовані значення точності способів забезпечення паралельності осі отвору базовій поверхні

Спосіб обробки	Похибка на довжині 100 мм
Свердління: – за розміткою – із застосуванням кондуктора	0,3 0,1
Розточування на токарному верстаті: – за розміткою – на кутнику	1,0 0,05
Розточування на розточувальному або фрезерному верстаті	0,05

Таблиця К.14

Економічно доцільні значення точності дотримання відстані осі отвору до бази

Спосіб обробки	Похибка в мм
Свердління за розміткою отворів діаметром, мм: до 3 від 3 до 6 » 6 »10 » 10 »18 » 18 »30	$\pm 0,5$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ $\pm 0,9$ $\pm 1,0$
Свердління із застосуванням кондуктора отворів діаметром, до 3 від 3 до 6 » 6 »10 » 10 »18 » 18 »30	$\pm 0,05$ $\pm 0,06$ $\pm 0,07$ $\pm 0,08$ $\pm 0,09$
Розточування на розточувальному або фрезерному верстаті	$\pm 0,3$

Таблиця К.15

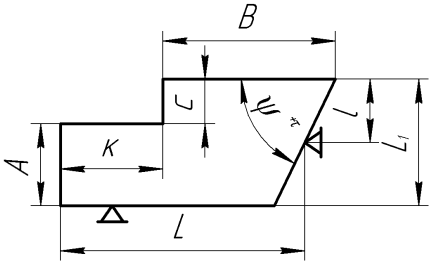
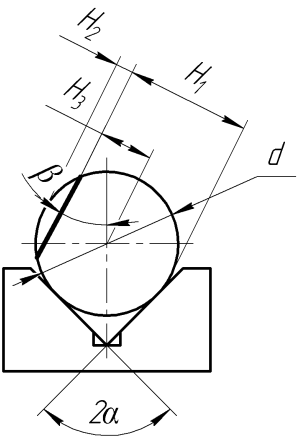
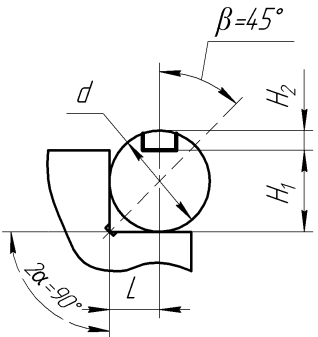
Економічно обґрунтовані величини точності розташування отворів з паралельними осями, мм

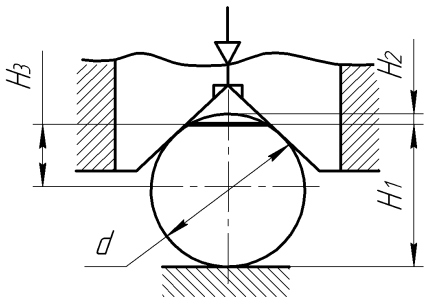
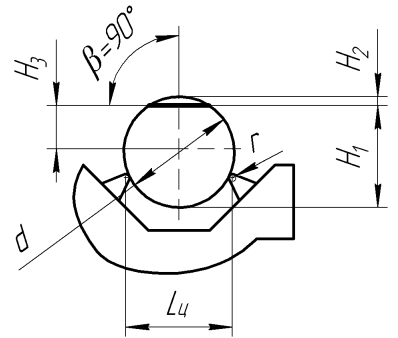
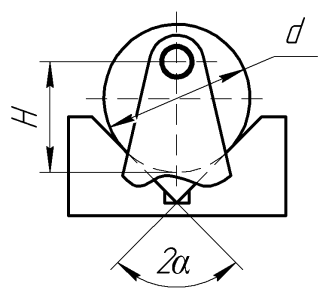
Спосіб обробки	Похибка відстані між центрами отворів при обробці отворів діаметром					Непаралельність між осями на довжині 100 мм
	До 3	Від 3 до 6	Від 6 до 10	Від 10 до 18	Від 18 до 30	
Вільне свердління за розміткою	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	0,3
Свердління і розгортання із застосуванням кондуктора	$\pm 0,05$	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	0,1
Розточування на токарному верстаті з установленням заготовки на кутнику	–	–	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	0,05
Розточування на розточувальному верстаті з установленням:						
– за розміткою	–	–	± 1	± 1	± 1	0,1
– за допомогою штангенциркуля	–	–	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	0,1
Планетарне шліфування	–	–	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	0,05

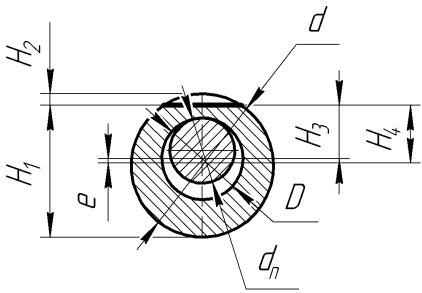
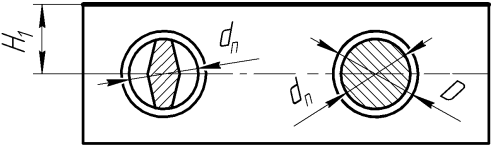
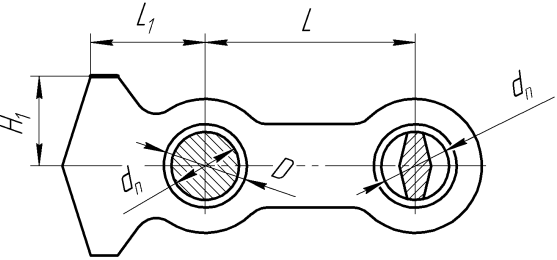
**ДОДАТОК Л. ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ БАЗУВАННЯ ЗАГОТІВОК НА
ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЯХ**

Таблиця Л.1

Вихідні дані для розрахунку похибки базування в найбільш поширених схемах встановлення заготовок

Схема базування	Похибка базування ε_0 для визначення контрольованого розміру	
	Позначення на схемі	Розрахункова формула
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Обробка уступу при базуванні на плоских поверхнях		
	A	$\varepsilon_0 = 0$
	B	$IT_L \operatorname{tg} \tau$, якщо $\tau = 90^\circ$, то $\varepsilon_0 = 0$
	C	IT_{L_1}
	K	IT_L
Обробка плоскої поверхні або паза під кутом β до осі симетрії призми		
	H_1	$\left 0,5IT_d \left(\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} - 1 \right) \right $
	H_2	$0,5IT_d \left(\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} + 1 \right)$
	H_3	$0,5IT_d \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$
	L	$0,5IT_d$
	H_1	0
	H_2	IT_d

1	2	3
Обробка плоскої поверхні або паза на циліндричній поверхні, який базується на плоскій установній поверхні й затискується призмою		
	H_1	0
	H_2	IT_d
	H_3	$0,5IT_d$
Обробка плоскої поверхні або паза на циліндричній поверхні, який базується на кулястих опорах, розташованих на боковій поверхні призми $Z = \sqrt{(r + 0,5d_{\min} + 0,5IT_d^2)^2 - 0,5L_u^2} - \sqrt{(r + 0,5d_{\min})^2 - 0,25L_u^2}$		
	H_1	$Z - 0,5IT_d$
	H_2	$Z + 0,5IT_d$
	H_3	Z
Обробка отвору за допомогою кондуктора на торці циліндричної поверхні, яка базується на призмі		
	$H > 0,5d$	$0,5IT_d \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)$
	$H = 0,5d$	$\frac{0,5IT_d}{\sin \alpha}$
	$H < 0,5d$	$0,5IT_d \left(\frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)$

1	2	3
Обробка плоскої поверхні або паза на зовнішній циліндричній поверхні при базуванні за центральним отвором з односторонньою дією тиску на заготовку		
	H_1, H_2	$0,5IT_d + 2e + IT_{d_{\Pi}}$
	H_3	$2e + 0,5IT_D + IT_{d_{\Pi}}$
	H_4	$0,5IT_D + IT_{d_{\Pi}}$
Обробка плоскої поверхні при базуванні за двома отворами для виготовлення цілого та зрізаного циліндричних пальців		
	H_1	$\Delta_{\text{gap}} + IT_D + IT_{d_{\Pi}}$
	H_1	$(\Delta_{\text{gap}} + IT_D + IT_{d_{\Pi}}) \left(\frac{2L_1 + L}{L} \right)$

ДОДАТОК М. ПОХИБКИ ЗАКРІПЛЕННЯ

Таблиця М.1

Рекомендовані величини похибки закріплення ε_3 заготовки для обробки в радіальному напрямку, мкм

Характеристика установної поверхні	Поперечні розміри заготовки, мм							
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260	260...360
Установлення заготовки в затискній гільзі (цанзі)								
Холоднотягнута калібрована	50	60	70	80	–	–	–	–
Попередньо оброблена	50	60	70	80	–	–	–	–
Чисто оброблена	25	30	35	40	–	–	–	–
Установлення заготовки в трикулачковому самоцентрівному патроні залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за моделями	270	320	370	420	500	600	700	800
Відливання в постійну форму	175	200	250	300	350	400	450	550
Відливання за витоплюваними	60	70	80	100	120	140	160	–
Відливання під тиском	30	35	40	50	60	70	–	–
Гаряче штампування	270	320	370	420	500	600	700	800
Гарячекатана	270	320	370	420	500	600	–	–
Попередньо оброблена	60	70	80	100	120	140	160	180
Чисто оброблена	30	35	40	50	60	70	80	90
Установлення заготовки в пневматичному патроні залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за моделями	220	260	320	380	440	500	580	660
Відливання в постійну форму	140	170	200	240	280	320	380	440
Відливання за витоплюваними моделями	40	60	70	80	90	100	120	–
Відливання під тиском	25	30	35	40	45	50	–	–
Гаряче штампування	220	260	320	380	440	500	580	660
Попередньо оброблена	50	60	70	80	90	100	120	140
Чисто оброблена	25	30	35	40	45	50	60	70
Гарячекатана	220	260	320	380	440	500	–	–

Примітка: Установлення заготовки в жорстко закріплених центрах не передбачає похибки ε_3 для обробки в радіальному напрямку.

Таблиця М.2

Рекомендовані величини похибки закріплення ε , заготовки для обробки в осьовому напрямку, мкм

Характеристика установної поверхні	Поперечні розміри заготовки, мм							
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260	260...360
Установлення заготовки в затискній гільзі (цанзі)								
Холоднотягнута калібрована	50	60	70	80	–	–	–	–
Попередньо оброблена	50	60	70	80	–	–	–	–
Чисто оброблена	25	30	35	40	–	–	–	–
Установлення заготовки в трикулачковому самоцентрівному патроні залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за	80	90	100	110	120	130	140	150
Відливання в постійну форму	70	80	0	100	110	120	130	140
Відливання за витоплюваними	60	70	80	90	100	110	120	–
Відливання під тиском	40	50	60	70	80	90	100	–
Гаряче штампування	80	90	100	110	120	130	140	150
Гарячекатана	80	90	100	110	120	130	–	–
Попередньо оброблена	60	70	80	90	100	110	120	130
Чисто оброблена	40	50	60	70	80	90	100	110
Установлення заготовки в пневматичному патроні залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за моделями	60	70	80	90	100	110	120	130
Відливання в постійну форму	60	65	75	80	90	100	110	120
Відливання за витоплюваними моделями	50	55	65	75	80	90	100	–
Відливання під тиском	35	45	50	55	65	65	–	–
Гаряче штампування, прокат	60	70	80	90	100	110	120	130
Попередньо оброблена	50	60	70	80	80	90	100	110
Чисто оброблена	35	35	40	50	60	70	80	90

Таблиця М.3

Рекомендовані величини похибки закріплення ε_3 заготовки з установкою на постійні опори, мкм

Характеристика установної поверхні	Розміри заготовки, мм							
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260	260...360
Установлення заготовки в затискний пристрій з гвинтовим або ексцентриковим приводом залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за моделями	100	125	150	175	200	225	250	300
Відливання в постійну форму	100	110	120	130	140	150	160	180
Відливання за витоплюваними моделям	90	100	110	120	130	140	150	–
Відливання під тиском	80	90	100	110	120	130	–	–
Гаряче штампування	100	125	150	175	200	225	250	300
Гарячекатана	100	125	150	175	200	225	–	–
Попередньо оброблена	90	100	110	120	130	140	150	160
Чисто оброблена	80	90	100	110	120	130	140	150
Шліфована	70	80	90	100	110	120	130	140
Установлення заготовки в затискний пристрій з пневматичним приводом залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за моделями	90	100	120	140	160	180	200	240
Відливання в постійну форму	80	90	100	110	120	130	140	160
Відливання за витоплюваними моделями	70	75	80	90	100	110	120	–
Відливання під тиском	45	50	60	70	80	90	–	–
Гаряче штампування	90	100	120	140	160	180	200	240
Попередньо оброблена	80	100	120	140	150	180	–	–
Чисто оброблена	70	75	80	90	100	110	120	130
Гарячекатана	60	70	80	90	90	100	110	120
Шліфована	50	60	70	80	90	90	100	110

Примітки: 1. Установлення заготовки на магнітній плиті не передбачає похибки закріплення ε_3 .

2. Поперечний розмір заготовки береться як найбільший відносно нормалі до оброблюваної поверхні.

3. Значення похибки ε_3 береться стосовно нормалі до оброблюваної поверхні.

Таблиця М.4

Рекомендовані величини похибки закріплення ε_3 заготовки з установленням на опорні пластини, призми та інше, мкм

Характеристика установної поверхні	Розміри заготовки, мм							
	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260	260...360
Установлення заготовки в затискний пристрій з гвинтовим або ексцентриковим приводом залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за моделями	100	110	110	135	150	175	200	240
Відливання в постійну форму	60	70	80	90	100	110	120	130
Відливання за витоплюваними моделями	50	60	70	80	90	100	100	–
Відливання під тиском	40	50	60	70	80	90	–	–
Гаряче штампування	100	110	120	135	150	175	200	240
Гарячекатана	100	110	120	135	150	175	–	–
Попередньо оброблена	50	60	70	80	90	100	110	120
Чисто оброблена	40	50	60	70	80	90	100	110
Шліфована	30	40	50	60	70	80	90	100
Установлення заготовки в затискний пристрій з пневматичним приводом залежно від способу її виготовлення								
Відливання в піщану форму машинного формування за моделями	80	90	100	110	120	140	160	190
Відливання в постійну форму	55	60	65	70	80	90	100	110
Відливання за витоплюваними моделями	40	50	55	60	70	80	90	–
Відливання під тиском	30	35	40	50	60	70	–	–
Гаряче штампування	80	90	100	110	120	140	160	190
Попередньо оброблена	80	90	100	110	120	140	160	190
Чисто оброблена	40	50	55	60	70	80	90	100
Гарячекатана	30	35	40	50	60	70	80	90
Шліфована	20	25	30	40	50	60	70	80

Примітки: 1. Установлення заготовки на магнітній плиті не передбачає похибки закріплення ε_3 .

2. Поперечний розмір заготовки береться як найбільший відносно нормалі до оброблюваної поверхні.

3. Значення похибки ε_3 береться стосовно нормалі до оброблюваної поверхні.

ДОДАТОК Н. ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗНОШЕННЯ УСТАНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Таблиця Н.1

Рекомендовані значення коефіцієнта β для розрахунку величини зношення установних елементів пристроїв (відносно нормалі до робочої поверхні)

Вид установного елемента	Значення коефіцієнта
Опора постійна, робоча поверхня сферична	0,50 – 2,00
Пластина опорна, робоча поверхня плоска	0,20 – 0,40
Призма	0,30 – 0,80
Пальці установні (круглі)	0,05 – 1,00
Пальці зрізані (ромбоподібні)	0,20 – 0,60

Примітки: 1. Більші значення коефіцієнта β передбачено для складніших умов експлуатації опор за ознаками навантаження, довжини шляху рушання, часу стійкого контакту та абразивної дії заготовки (використання чорнової бази з окалиною).

2. Наведені в табл. величини дійсні, якщо опори виготовлено із сталі марок 20, 20Х та 45 за ГОСТ 1050-88.

3. Для опор із хромованої сталі значення коефіцієнта β передбачають у 2 – 3 рази меншим.

4. Для опор, покритих шаром твердого сплаву, величину коефіцієнта β беруть у 7 – 10 разів меншим.

5. Для опор, виготовлених із сталі У8А, табличне значення коефіцієнта β з огляду на відповідні умови множать на поправкові коефіцієнти 0,85 – 0,9.

ДОДАТОК П. ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗАПАСУ СИЛИ ЗАТИСКАННЯ ЗАГОТІВКИ

Параметр K враховує нестабільність силового впливу на заготівку, його вводять, визначаючи силу P_3 , яка забезпечує надійне закріплення заготівки, і визначають таким чином:

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

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу сили ($K_0 = 1,5$); K_1 – відображає збільшення сили різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях заготівок; при чорновій обробці дорівнює 1,2; при чистовій та остаточній – 1,0; K_2 – враховує збільшення сили різання при затупленні різального інструменту (табл. П.1);

Таблиця П.1

Рекомендовані значення коефіцієнта K_2

Метод обробки	Матеріал заготівки, вміст сірки (S), %	Компоненти сили різання	K_2
Свердління	Чавун	Крутний момент	1,15
		Осьова сила	1,00
Крутний момент		1,30	
Осьова сила		1,20	
Чистове зенкерування (зношення на задній поверхні зубця 0,7-0,8 мм)		Осьова сила	1,20
Попереднє точіння або розточування		Сталь/чавун	P_z
	P_y		1,40/1,20
	P_x		1,6/1,25
Чистове точіння або розточування	P_z		1,00/1,05
	P_y		1,05/1,40
	P_x		1,00/1,30
Попередня або чистова фрезерна обробка циліндричною фрезею	Сталь, $S \leq 0,3$	Колова сила	1,60–1,80
	Сталь, $S > 0,3$ або чавун		1,20–1,40
Торцеве попереднє або чистове фрезерування	Сталь, $S \leq 0,3$	Колова сила	1,60–1,80
	Сталь, $S > 0,3$ або чавун		1,20–1,40
Шліфування	–	Колова сила	1,15–1,20
Протягування (зношення на задній поверхні зуба 0,5 мм)	–	Сила протягування	1,50

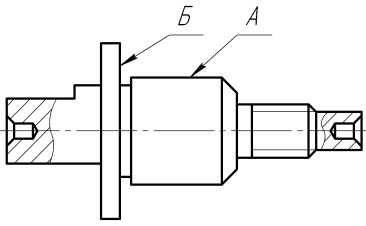
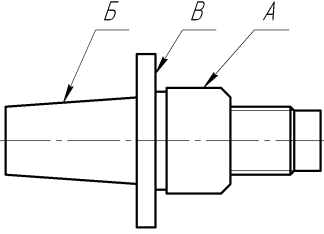
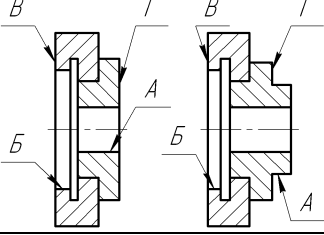
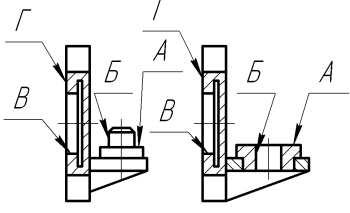
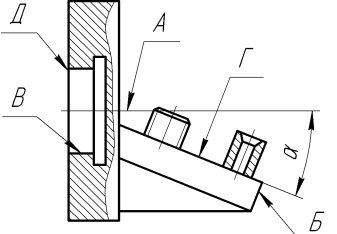
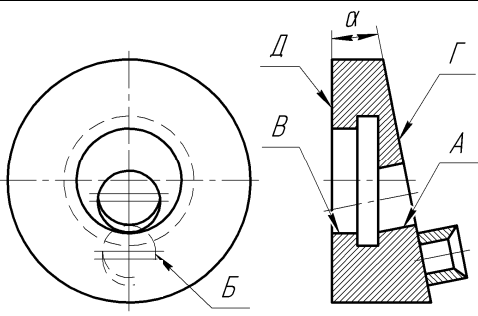
K_3 – показує збільшення сили різання при переривистій обробці (якщо йдеться про точіння й торцеве фрезерування, то дорівнює 1,2, коли обробка не переривчаста, то $K_3 = 1,0$; K_4 –

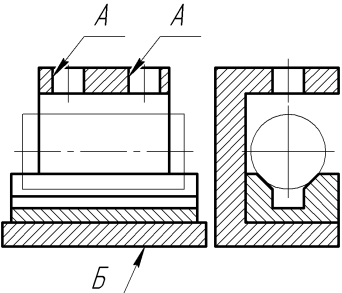
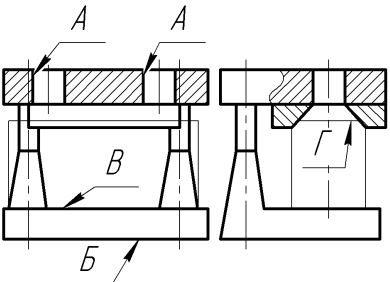
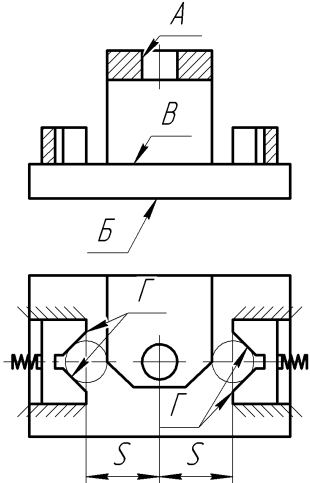
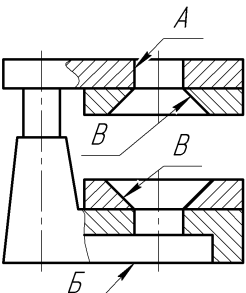
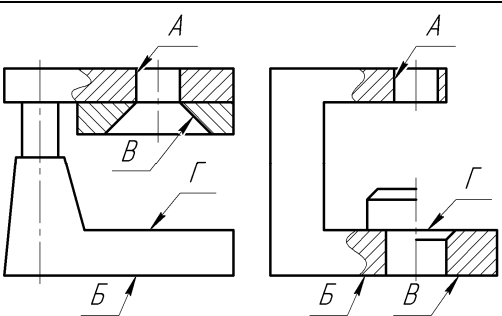
характеризує постійність сил, які виникають під дією механізму закріплення (якщо такий обладнано немеханізованим приводом, а також з пневмо- і гідроциліндрами односторонньої дії, то дорівнює 1,3; коли на силу закріплення впливають відхилення розмірів заготовки, що може бути при використанні пневмокамер, пневмоважільних систем, пристроїв з пружними елементами, наприклад мембранних, гідропластмасових та інших, то $K_4 = 1,2$; у разі застосування пневматичних, гідравлічних, пневмогідравлічних двосторонньої дії, магнітних, вакуумних та інших механізмів закріплення дорівнює 1,0; K_5 – відображає ергономічні особливості немеханізованих механізмів закріплення, так при незручному розміщенні рукояток та коли кут їх повороту перевищує 90° , $K_5 = 1,2$; у протилежному випадку дорівнює 1,0; K_6 – коефіцієнт, врахований тоді, коли існує небезпека прокручування встановленої на плоску поверхню заготовки.

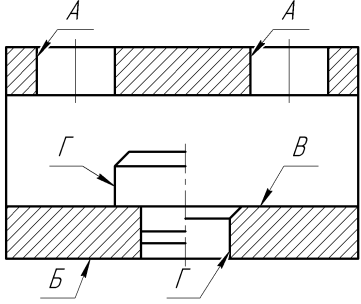
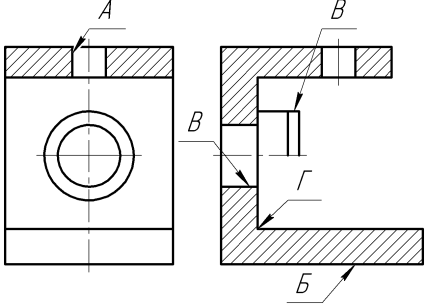
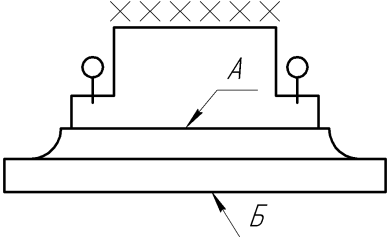
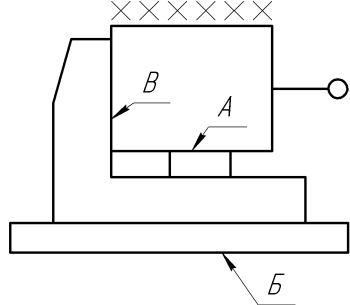
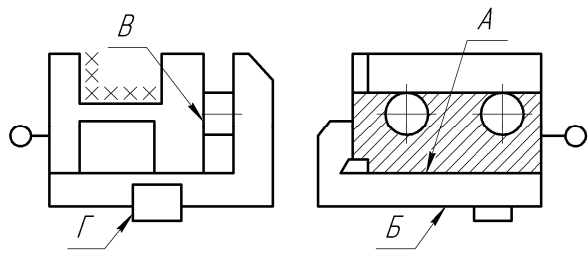
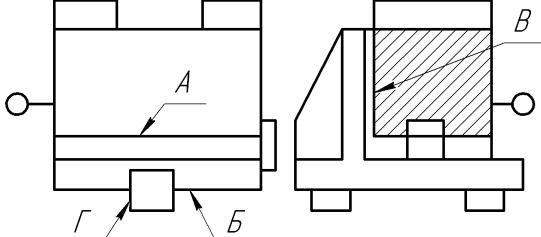
ДОДАТОК Р. ВИМОГИ ДО ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

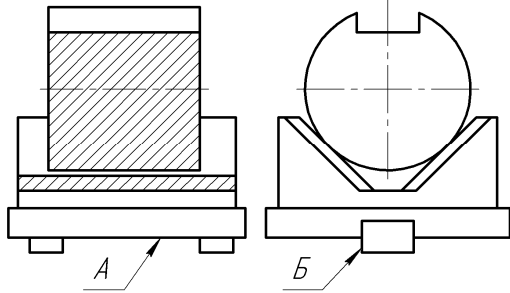
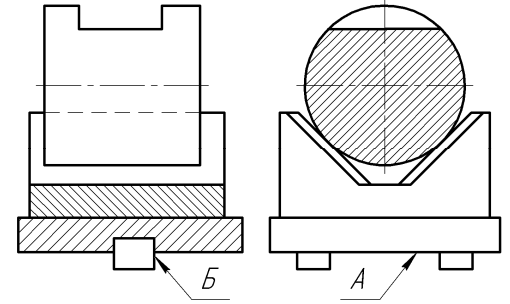
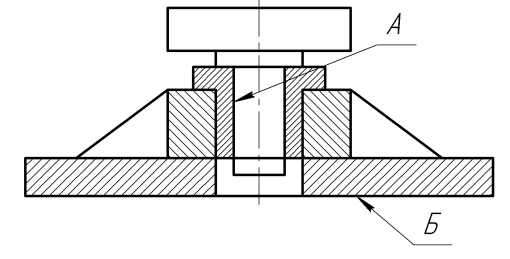
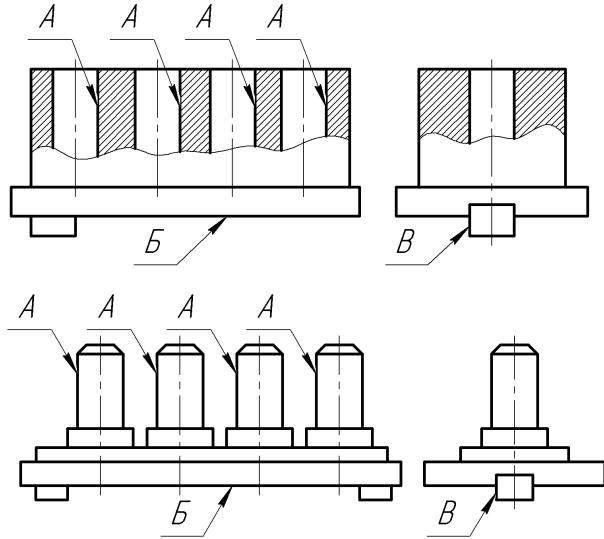
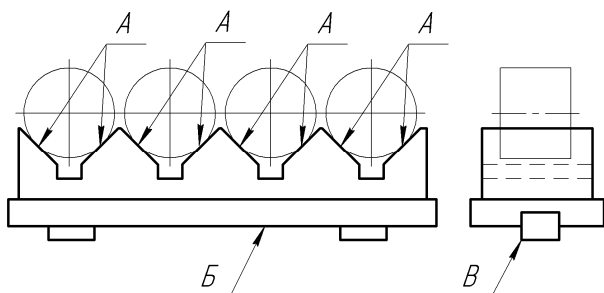
Таблиця Р.1

Типові технічні характеристики верстатних пристроїв

Схема пристрою	Зміст вимоги
<i>1</i>	<i>2</i>
Пристрої до токарних, карусельних, кругло- та внутрішньошліфувальних верстатів	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радіальне биття поверхні <i>A</i> відносно осі центрових отворів, не більше 0,01 мм. 2. Торцеве биття поверхні <i>B</i> відносно осі центрових отворів, не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радіальне биття поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i>, не більше 0,01 мм. 2. Торцеве биття поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>B</i>, не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радіальне биття поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> при опорі на поверхню <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Торцеве биття поверхні <i>G</i> відносно поверхні <i>B</i> при опорі на поверхню <i>B</i>, не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність поверхні <i>A</i> відносно осі поверхні <i>B</i>, не більше 0,01 мм. 2. Неперетин осей поверхонь <i>B</i> і <i>B</i> не більше 0,01 мм. 3. Неперпендикулярність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>G</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відхилення осей поверхонь <i>A</i>, <i>B</i> і <i>B</i> від загальної площини, проведеної через них, не більше 0,01 мм. 2. Непаралельність поверхні <i>G</i> в розрізі перпендикулярної площини, проведеної через осі поверхонь <i>B</i> і <i>B</i> відносно поверхні <i>D</i>, не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Відхилення осей поверхонь <i>A</i>, <i>B</i> і <i>B</i> від загальної площини, проведеної через них, не більше 0,01 мм. 2. Неперпендикулярність поверхні <i>G</i>, відносно осі отвору <i>A</i>, не більше 0,01 мм. 3. Непаралельність поверхні <i>G</i> в розрізі перпендикулярної площини, проведеної через осі поверхонь <i>B</i> і <i>B</i> відносно поверхні <i>D</i>, не більше 0,01 мм

1	2
Пристрої для свердлувальних верстатів	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Неперетин осей отвору <i>A</i> і контрольного валика, встановленого у призму, не більше 0,01 мм. 3. Непаралельність осі контрольного валика, встановленого у призму, відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Непаралельність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 3. Несиметричність поверхні <i>Г</i> призми відносно осі отвору <i>A</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Непаралельність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 3. Несиметричність осі отвору <i>A</i> відносно загальної площини симетрії поверхні <i>Г</i> призми не більше 0,01 мм. 4. Зміщення осі контрольних валиків, встановлених у призми, від номінального положення не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Неспіввісність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Неспіввісність поверхні <i>B</i> відносно отвору <i>A</i> не більше 0,01 мм. 3. Непаралельність поверхні <i>Г</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм

1	2
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Непаралельність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм. 3. Відхилення осі поверхні <i>Г</i> від загальної площини, яка проходить через осі отворів <i>A</i>, не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Неперетин осі отвору <i>A</i> і поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 3. Неперпендикулярність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>Б</i>, не більше 0,01 мм
<p>Пристрої для фрезерних, стругальних та плоскошліфувальних верстатів</p>	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непаралельність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непаралельність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм. 2. Неперпендикулярність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непаралельність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм. 2. Непаралельність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>Г</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непаралельність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм. 2. Неперпендикулярність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>Г</i> не більше 0,01 мм

1	2
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непаралельність осі контрольного валика, встановленого у призму, відносно поверхні <i>A</i> не більше 0,01 мм. 2. Непаралельність осі контрольного валика, встановленого у призму, відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непаралельність осі контрольного валика, встановленого у призму, відносно поверхні <i>A</i> не більше 0,01 мм. 2. Непаралельність осі контрольного валика, встановленого у призму, відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осі отвору <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неперпендикулярність осей отворів <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Відхилення осі поверхні <i>A</i> від загальної площини, яка проходить через осі отворів <i>A</i>, не більше 0,01 мм. 3. Непаралельність загальної площини, яка проходить через осі отворів <i>A</i>, відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непаралельність загальній площині, яка проходить через вісь контрольних валиків, встановлених у призмах <i>A</i>, відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм. 2. Відхилення осей контрольних валиків, встановлених у призмах <i>A</i>, від загальної площини, яка проходить через осі, не більше 0,01 мм

1	2
	<p>1. Непаралельність загальної площини, яка проходить через осі контрольних валиків, встановлених у призмах <i>A</i>, відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Відхилення осей контрольних валиків, встановлених у призми <i>A</i>, від загальної площини, яка проходить через осі, не більше 0,01 мм</p>
	<p>1. Неперпендикулярність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Непаралельність поверхні <i>B</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм</p>
	<p>1. Непаралельність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Неперпендикулярність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм</p>
	<p>1. Непаралельність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Неперпендикулярність площини, що проходить через осі поверхонь <i>B</i> і <i>Г</i>, відносно поверхні <i>Д</i> не більше 0,01 мм</p>

1	2
	<p>1. Непаралельність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Неперпендикулярність площини, що проходить через осі поверхонь <i>B</i> і <i>Г</i>, відносно поверхні <i>Д</i> не більше 0,01 мм</p>
	<p>1. Неперпендикулярність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Неперпендикулярність площини, що проходить через осі поверхонь <i>B</i> і <i>Г</i>, відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм</p>
	<p>1. Неперпендикулярність поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Непаралельність поверхні <i>B</i> у розрізах, побудованої паралельно поверхні <i>A</i>, відносно поверхні <i>Г</i> не більше 0,01 мм</p>
	<p>1. Неперпендикулярність осі поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>B</i> не більше 0,01 мм</p>
	<p>1. Непаралельність осі поверхні <i>A</i> відносно поверхні <i>Б</i> не більше 0,01 мм.</p> <p>2. Неперпендикулярність поверхні <i>B</i> відносно осі поверхні <i>A</i> не більше 0,01 мм</p>

ДОДАТОК С. КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ

Таблиця С.1

Рекомендовані значення коефіцієнта тертя між заготівкою та елементами затискного пристрою

Характеристика контактувальних поверхонь	Значення f
Оброблена поверхня заготівки контактує з площиною опорних елементів (пластин, магнітної плити тощо) або з площиною контактних елементів затискних пристроїв	0,10 – 0,15
Оброблена поверхня заготівки контактує з опорним елементом (базування на призмі або опорному штирі зі сферичною головкою)	0,18 – 0,30
Необроблена поверхня заготівки контактує із загартованою рифленою поверхнею елемента (базування на штирі з рифленою головкою)	0,50 – 0,80
Контактний елемент при закріпленні стикається з циліндричною поверхнею заготівки (розміщення в кулачках, у цанзі та ін.) і має такі ознаки: <ul style="list-style-type: none"> – гостре рифлення; – гладку поверхню; – кільцеві канавки; – хрестоподібні канавки 	0,70 – 1,00 0,25 0,35 0,45
Контактний елемент при закріпленні стикається з необробленою поверхнею, на якій виявлено: <ul style="list-style-type: none"> – кільцеві канавки; – насічки 	0,40 – 0,50 0,50 – 0,80

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б	П
База 9, 11 – установна 11 – напрямна, 11 – опорна 11 – подвійна напрямна 12 – упорна 12 – додаткова 12 Базування 9, 10	Пальці 28 Патрон 48, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64 Правило шести точок 10 Привід 39, 40 Призма 90 Пристрої 5, 6, 45, 62, 65, 76, 88, 89, 90, 100, 101, 102 Плита 94, 95, 96, 97, 98, 99 Пневмокамера 40, 41 Похибка – механічної обробки 12 – дійсна 13 – положення 14 – базування 13, 115 – закріплення 13, 118
В	Р
Верстатний пристрій (ВП) 6, 7 Вимоги до ВП 125	Розрахунок – сил затискування в пристрої 15, 103 – затискного механізму 17 – гвинтового механізму 17 – верстатного пристрою 18, 19, 20
Г	С
Головка багатошпindelьна 72, 73, 74, 75 Гідроциліндр 42	Схема базування 10, 11, 115 Стіл 83, 84, 85, 86, 87 Сила затискування 103
Е	Т
Економічний ефект 22	Такт випуску деталей 8 Точність обробки 12, 108
З	У
Затискач 36, 37, 38, 44	Установні елементи 25, 26
К	Ц
Класифікація – баз 9, 10 – верстатних пристроїв 5, 6 Коефіцієнт – запасу 15, 123 – тертя 131 Кресленника пристрою оформлення 22 Кондуктор 65, 66, 67, 68 Косинець 91, 92, 93	Центри, 45 46, 47
Л	
Лещата 76, 78, 79, 80, 81, 82	
О	
Опори 25, 29, 30, 31 Оправка 51, 52, 53, 54	

Навчальне видання

Холоша Володимир Іванович
Проців Володимир Васильович
Богданов Олександр Олександрович

ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА

Навчальний посібник

Редактор О.Н. Ільченко

Підп. до друку 21.01.2016. Формат 30×42/2.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 15,5.
Обл.-вид. арк. 14,9. Тираж 300 пр. Зам. № .

Підготовлено до друку та видруковано
в ДНВЗ «Національний гірничий університет».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004.
49027, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.