

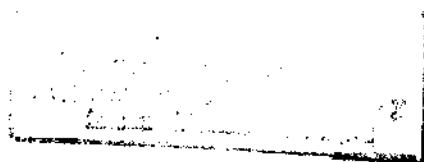
Є.А.Антонович, Я.В.Василишин, В.А.Шпільчак

# КРЕСЛЕННЯ

За редакцією проф. Є.А. Антоновича  
Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів

Львів  
2006

В. 11



Львів  
ВИДАВНИЦТВО "СВІТ"  
2006

ББК 30.11я73  
А 72  
УДК 744(075.8)

**Рецензенти:**

Б.Д.Малько, д-р техн. наук, проф.,  
зав. кафедри механіки машин  
Івано-Франківського національного технічного  
університету нафти і газу;

Ю.Д.Петрина, д-р. техн. наук, проф.,  
зав. кафедри технології машинобудування  
Івано-Франківського національного технічного  
університету нафти і газу

Редактор Л.В.Дячишин

*"Рекомендовано Міністерством освіти і науки України"*

(Лист Міністерства освіти і науки України  
№ 14/18.2-607 від 06.03.2006 р.)

**Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено.**

**Антонович Є.А., Васишин Я.В., Шпільчак В.А.**

А 72 Креслення: Навч. посібник/ За ред. проф. Є.А. Антоновича. —  
Львів: Світ, 2006. — 512 с., іл.

ISBN 966-603-479-4.

Викладено геометричне, проекційне та машинобудівне креслення з урахуванням місця курсу в навчальному плані навчального закладу та методики вивчення матеріалу. Подано відомості довідкового характеру, які часто використовуються в навчальних кресленнях, запропоновано запитання для самоперевірки. У додатку вміщено багатоваріантні завдання для графічних робіт, що охоплюють основні розділи креслення.

Для студентів вищих закладів освіти всіх форм навчання. Може бути корисний для викладачів та учнів коледжів, технікумів, училищ, ліцеїв, гімназій, шкіл.

**ББК 30.11я73**

© Антонович Є.А., Васишин Я.В.,  
Шпільчак В.А., 2006

© Антонович Є.А., Васишин Я.В.,  
Шпільчак В.А., ілюстрації, 2006

ISBN 966-603-479-4

## ПЕРЕДМОВА

*В умовах виробництва головним носієм конструкторсько-технологічної інформації є креслення. Креслення відображає технічну думку та передає інформацію про об'єкт виробничої діяльності. Виконання креслення базується на теоретично обґрунтованих методах побудови зображень, які вивчаються в нарисній геометрії, і на нормативних документах, складених Держстандартом України, з урахуванням відповідних положень міждержавних стандартів (державних стандартів колишнього СРСР).*

*Опанування кресленням як засобом втілення думки конструктора і як виробничим документом може бути досягнуто лише через вивчення низки загальноінженерних і спеціальних дисциплін. У цьому процесі креслення є одним із перших щаблів, а тому вивчає лише невеличку частку умовностей, які застосовуються у виробничих кресленнях. Але ця частка, незалежно від способу виконання креслення — ручного, механізованого чи автоматизованого, є своєрідним фундаментом, на якому вибудовується система технічної документації.*

*Автори прагнули викласти найбільш застосовні розділи курсу креслення, не порушуючи його цілісності та логічної послідовності, з урахуванням місця курсу в навчальному плані вищого закладу освіти та методики вивчення матеріалу.*

*Під час написання посібника автори використовували навчальну та спеціальну літературу, проектно-конструкторську документацію, стандарти СКД ДСТУ та стандарти ЕСКД колишнього СРСР.*

*Курс креслення умовно поділено на чотири частини:*

*у першій частині (перший—шостий розділи) подано відомості про види виробів і конструкторських документів, правила оформлення креслень, різноманітні геометричні побудови;*

*— друга частина (сьомий—одинадцятий розділи) присвячена проєкціюванню геометричних тіл та їх елементів, аксонометричним проєкціям, різновидам зображень — виглядам, розрізам, перерізам;*

*— у третій частині (дванадцятий—двадцять перший розділи) розглянуто зображення і позначення різей та стандартних кріпильних виробів, зображення рознімних та нерознімних з'єднань, робочі креслення, ескізи, читання та деталювання складальних креслень;*

*— четверта частина — додаток — містить багатоваріантні завдання для графічних робіт, що охоплюють основні розділи креслення, а також приклади їх виконання. Наявність великої кількості багатоваріантних завдань для комплексних графічних робіт значно полегшує добір матеріалу для вправ, контрольних та домашніх завдань, сприяє засвоєнню теоретичних основ креслення.*

*У посібнику подано відомості довідкового характеру, які часто використовуються в навчальних кресленнях.*

*Після кожного розділу наведено питання для самоперевірки.*

*Посібник рекомендується для студентів усіх форм навчання, ним можуть користуватись також ті, хто вивчає креслення самостійно.*

---

# 1. ВИДИ ВИРОБІВ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ

---

## 1.1. Відомості про державні стандарти

За Державною системою стандартизації України нормативні документи зі стандартизації поділяють на такі категорії: державні стандарти України (ДСТУ); галузеві стандарти України (ГСТУ); стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України (СТТУ); технічні умови України (ТУУ); стандарти підприємств (СТП). Державні стандарти колишнього СРСР (аббревіатура — ГОСТ) на території України визнані міждержавними і зберігають таку саму аббревіатуру.

Згідно з прийнятою 1992 р. міждержавною угодою взято до виконання частину чинних стандартів колишнього СРСР, зокрема тимчасово прийнято без змін існуючі стандарти Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД), яка була введена з 1 січня 1971 р. на заміну раніше чинних у різних галузях численних систем креслярського господарства. 1996 р. наказом Держстандарту України введено в дію Систему конструкторської документації (СКД) "Терміни та визначення основних понять" (ДСТУ 3321-96).

*СКД — це комплекс термінів та визначень елементів і основних понять конструкторської документації, яку виготовляють і застосовують організації та підприємства України.*

Головне призначення СКД ДСТУ 3321-96, як і ЕСКД — класифікувати єдині терміни та визначення основних понять конструкторської документації, взаємопов'язані правила і положення щодо порядку виготовлення, оформлення та обігу конструкторської документації, яку розробляють і застосовують організації та підприємства. СКД і ЕСКД покликані забезпечувати:

взаємообмін конструкторських документів між організаціями та підприємствами без їх переоформлення;

стабілізацію комплектності, яка запобігає дублюванню та виготовленню непотрібних виробникові документів;

можливість розширення уніфікації при конструкторському розробленні проектів промислових виробів;

спрощення форм конструкторських документів графічних зображень, які знижують трудомісткість проектно-конструкторських розроблень промислових виробів;

механізацію і автоматизацію опрацювання технічних документів та інформації, що в них міститься.

Держстандарт України прийняв класифікацію нормативних документів зі стандартизації, яка відповідає Міжнародній організації зі стандартизації (ISO). Згідно з цією класифікацією графічна та інша технічна документація має код 01.100 "Технічне креслення" (01 — клас, 100 — підклас). Групу цього коду становлять СКД ДСТУ 3321-96 і тимчасово стандарти класу 2 колишньої ЕСКД.

Позначення стандартів ЕСКД будується за класифікаційним принципом. ЕСКД поділена на 10 класифікаційних груп від 0 до 9:

*нульова група* — Загальні положення — ГОСТ 2.001-70 і наступні;

*перша група* — Основні положення — ГОСТ 2.101-68 і наступні;

*друга група* — Позначення виробів і конструкторських документів — ГОСТ 2.201-80 і наступні;

*третья група* — Загальні правила виконання креслень — ГОСТ 2.301-68 і наступні;

*четверта група* — Правила виконання креслень виробів машино- і приладобудування — ГОСТ 2.401-68 і наступні;

*п'ята група* — Правила обігу конструкторських документів (облік, зберігання, дублювання, внесення змін) — ГОСТ 2.501-68 і наступні;

*шоста група* — Правила виконання експлуатаційної і ремонтної документації — ГОСТ 2.601-68 і наступні;

*сьома група* — Правила виконання схем — ГОСТ 2.701-84 і наступні;

*восьма група* — Правила виконання документів будівельних і суднобудування — ГОСТ 2.801-74 і наступні;

*дев'ята група* — інші стандарти.



Позначення стандарту ЄСКД складається з абрєвіатури ГОСТ ("Государственный стандарт"), з цифри 2, що присвоєна класу стандартів ЄСКД; однієї цифри (після крапки), яка позначає класифікаційну групу (шифр групи) стандартів; двозначного числа (після тире), яке вказує рік реєстрації стандарту. Приклад позначення стандарту ЄСКД "Загальні правила виконання креслень" наведено вище.

## 1.2. Вироби

Види виробів усіх галузей промисловості, які приймають під час виконання конструкторської документації, визначені ГОСТ 2.101-68.

**Виробом** називається предмет або набір предметів виробництва, які виготовляються на підприємстві.

Вирізняють такі види виробів галузей промисловості під час виконання конструкторської документації (див. схему).

Залежно від наявності чи відсутності складових виробів поділяються на:

1) **неспецифіковані** (деталі), що не мають частин;

2) **специфіковані** (складальні одиниці, комплекси, комплекти), що містять дві частини й більше.

За призначенням розрізняють такі вироби (див. схему):

**основного виробництва**, які використовуються для поставки (реалізації), наприклад, машина, верстат, зубчасте колесо;

**допоміжного виробництва**, які використовуються лише для власних потреб підприємства-виробника (різальний інструмент, різні пристосування тощо).

**Деталь** — виріб, виготовлений із однорідного за найменуванням і маркою матеріалу без застосування складальних операцій. Наприклад, металевий важіль (рис. 1.1), вилитий корпус (рис. 1.2), дрітjana пружина (рис. 1.3).

До цих виробів належать також деталі, на які нанесено покриття (захисні чи декоративні) або виготовлені із застосуванням місцевого зварювання, паяння, склеювання. Наприклад, хромований гвинт або зварена з одного куска листового матеріалу трубка.

**Складальною одиницею** називають виріб, частини якого з'єднуються між собою на підприємстві-виробнику складальними операціями (згвинчуванням, зварюванням, клепаанням і т.ін.). Наприклад, верстат, вентиль (рис. 1.4), кран.

Складовою виробу може бути деталь, складальна одиниця, комплекс і комплект.

**Комплексом** вважають два специфіковані вироби і більше, не з'єднані на підприємстві-виробнику складальними операціями, але призначені для виконання взаємозв'язаних



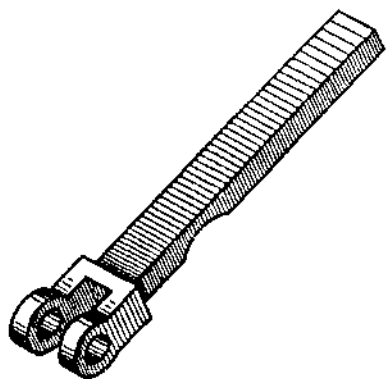


Рис. 1.1

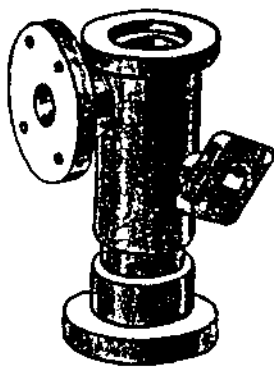


Рис. 1.2



Рис. 1.3

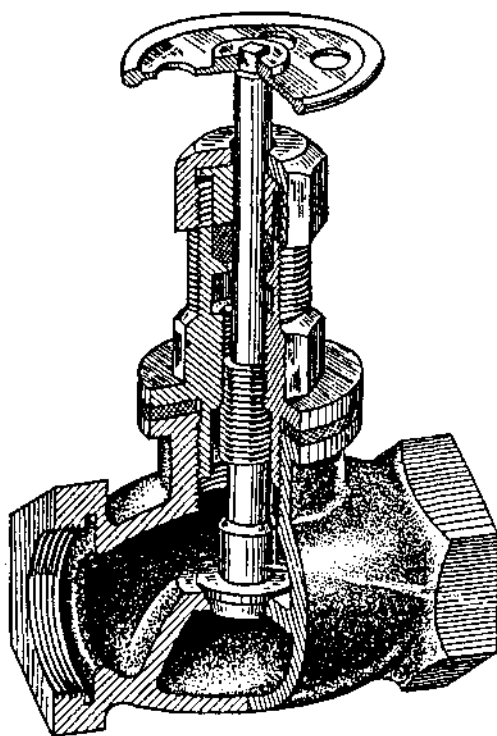


Рис. 1.4

експлуатаційних функцій. Кожний із цих специфікованих виробів виконує одну або кілька основних функцій, визначених для всього комплексу.

Крім деталей, що виконують основні функції, комплекс може містити деталі, складальні одиниці та комплекти, призначені для виконання допоміжних функцій.

Два вироби і більше, які не з'єднані на підприємстві-виробнику складальними операціями і являють собою набір виробів, що мають загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру, називаються **комплект**ом.

### 1.3. Види конструкторських документів

До конструкторських документів належать графічні й текстові документи, які сукупно чи поодиночці визначають склад і будову виробу. Вони містять необхідні дані для його розроблення або виготовлення, контролю, приймання, експлуатації та ремонту. Це креслення деталей, складальні та інші креслення, схеми, специфікації, відомості, пояснювальні записки, технічні умови, таблиці, розрахунки, програми й методики випробувань, експлуатаційні та ремонтні документи, інструкції.

За основні конструкторські документи правлять: для деталей — їх креслення; для складальних одиниць, комплексів і комплектів — специфікації.

Існують такі види креслень:

*креслення деталі*, що містить її зображення та інші дані, потрібні для її виготовлення і контролю;

*складальне креслення*, що містить зображення складальної одиниці, дані, потрібні для її складання (виготовлення) і контролю;

*креслення загального вигляду*, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його частин і пояснює принцип роботи виробу;

*теоретичне креслення*, що визначає геометричну форму виробу і координати розташування складових частин;

*габаритне креслення*, що містить контурне (спрощене) зображення виробу з габаритними, встановлювальними і приєднувальними розмірами;

*монтажне креслення*, що містить контурне (спрощене) зображення виробу, а також дані, потрібні для його встановлення (монтажу) на місці застосування;

*схема*, на якій показані у вигляді умовних зображень або позначень частини виробу і зв'язки між ними.

Існує низка текстових документів. Нижче перелічені деякі з них:

*специфікація*;

*відомість специфікацій* — документ, що містить перелік специфікацій частин виробу,

де зазначається їх кількість і куди вони входять;

*відомість технічного проекту* — документ, що містить перелік документів, які увійшли до технічного проекту;

*пояснювальна записка* — документ, що містить опис пристрою і принципу дії виробу, який розробляється, а також обґрунтування прийнятих під час його розроблення технічних і техніко-економічних рішень.

Конструкторські документи поділяються на технічну пропозицію, ескізний проект, технічний проект і робочу конструкторську документацію. Залежно від способу виконання й характеру використання креслення вони можуть мати такі найменування:

*оригінал* — документ, виконаний на будь-якому матеріалі й призначений для виготовлення з нього правдника конструкторського документа;

*правдник* — документ, оформлений справжніми встановленими підписами й виконаний на будь-якому матеріалі, який дає змогу багаторазово виготовляти з нього копію;

*дублікат* — ідентичний з правдником конструкторський документ, виконаний на будь-якому матеріалі та придатний для виконання з нього копій і засвідчений підписом особи, яка відповідає за випуск документа;

*копія* — ідентичний з правдником та дублікатом конструкторський документ, призначений для використання під час розроблення, виготовлення, експлуатації та ремонту виробу.

## 2. ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

### 2.1. Формати аркушів

**Форматом** називається аркуш паперу певного розміру, на якому виконують креслення, або інший конструкторський документ.

Позначення та розміри сторін основних форматів, які відповідають ГОСТ 2.301-68, наведені нижче:

| Позначення формату | Розміри сторін формату, мм |
|--------------------|----------------------------|
| A0                 | 841×1189                   |
| A1                 | 594×841                    |
| A2                 | 420×594                    |
| A3                 | 297×420                    |
| A4                 | 210×297                    |

Формат із розмірами сторін 841×1189 мм, площа якого дорівнює 1 м<sup>2</sup>, та інші формати, отримані послідовним поділом його на дві рівні частини паралельно меншій стороні відповідного формату, беруть за основні.

Кожний наступний основний формат утворюють поділом попереднього формату навпіл,

паралельно меншій стороні формату (рис. 2.1). Можливе застосування формату A5 із розмірами сторін 148×210 мм.

Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки, яку роблять тонкою лінією (рис. 2.2).

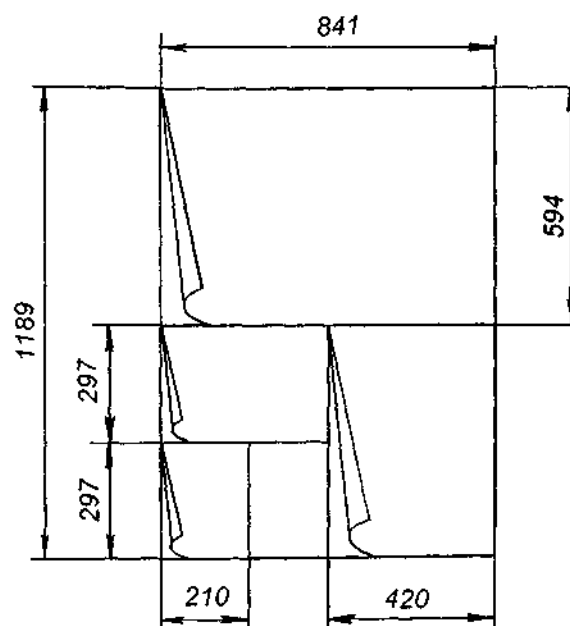


Рис. 2.1

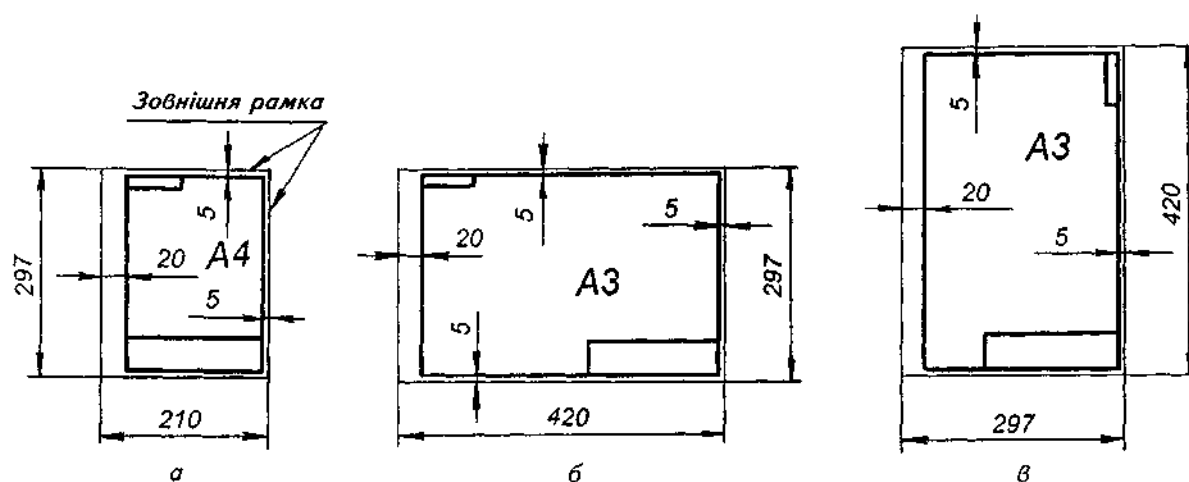


Рис. 2.2

Допускається застосовувати додаткові формати, які утворюються збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам.

Рамку креслення виконують основною суцільною лінією на відстані 5 мм від верхньої, правої і нижньої межі формату. Між лівою межею і лінією рамки залишають поле завширшки 20 мм для підшивання та брошурування креслень і документів.

На кожному кресленні та конструкторському документі має бути основний напис (див. п. 2.5); його розміщують у правому нижньому кутку креслення. На форматі А4 основний напис розміщують лише на меншій стороні формату.

## 2.2. Масштаби креслень

**Масштабом** називається відношення лінійних розмірів зображення, поданого на кресленні, до відповідних розмірів предмета. Масштаби зображень на кресленнях слід вибирати з такого ряду (ГОСТ 2.302–68):

масштаби зменшення — 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;

натуральна (справжня) величина — 1:1;

масштаби збільшення — 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Перевагу слід надавати зображенню предмета в натуральну величину.

Масштаб, указаний у призначеній для цього графі основного напису креслення, позначається так: 1:1; 1:2; 4:1 і т.д., а у всіх інших випадках — М1:1; М1:2; М4:1 і т.д.

## 2.3. Лінії креслення

Згідно з ГОСТ 2.303–68 у кресленні бувають лінії трьох типів: суцільні, штрихові та штрих-пунктирні (рис. 2.3).

Товщина суцільної товстої основної лінії  $s$  має бути в межах 0,5–1,4 мм залежно від величини і складності зображення, а також від формату креслення.

Назва, викреслювання, товщина ліній щодо товщини основної лінії мають відповідати вказаним на рис. 2.3.

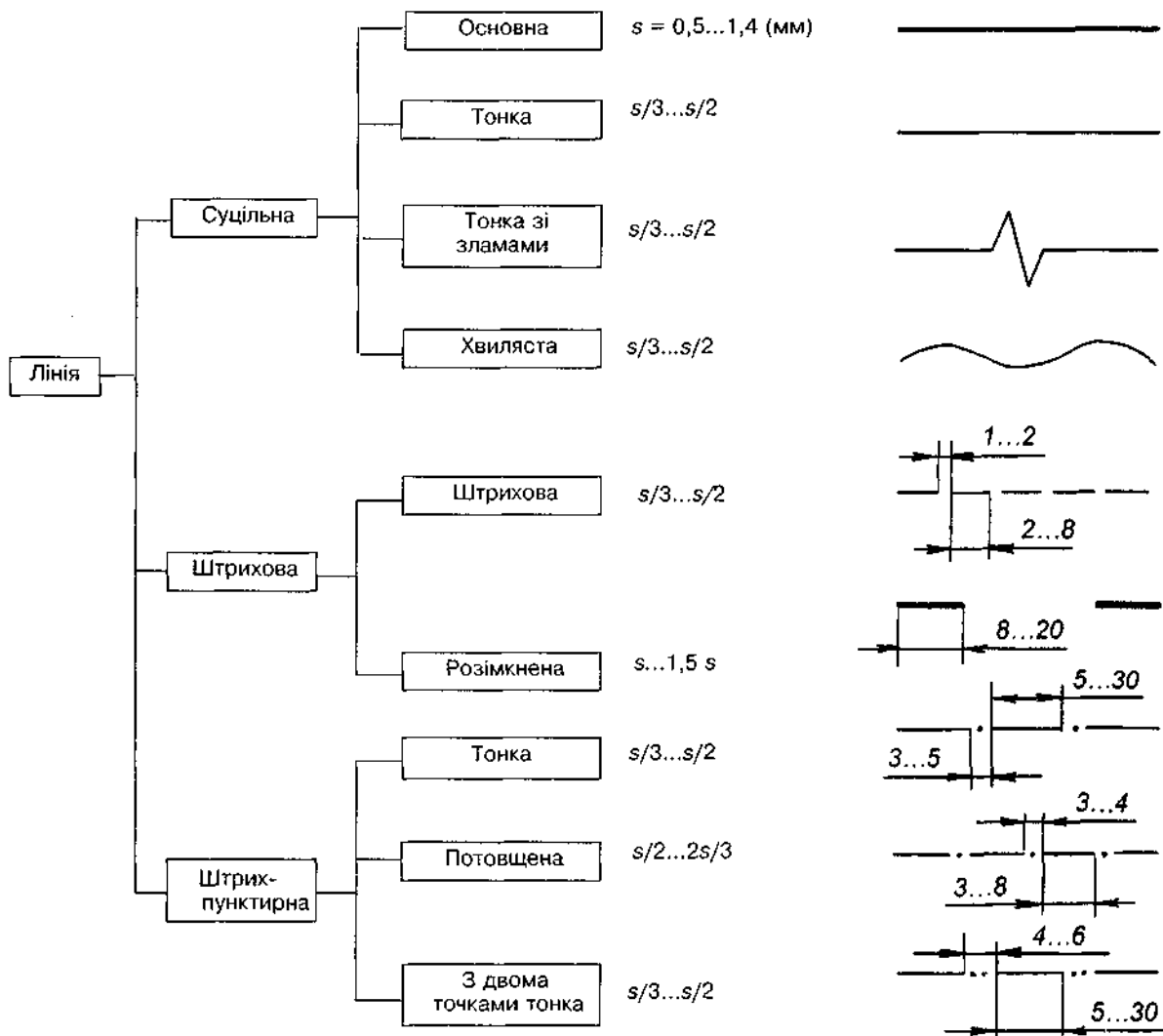


Рис. 2.3

Суцільна товста основна лінія використовується для наведення видимого контуру, видимих ліній переходу й обведення контурів винесених перерізів.

Суцільна тонка лінія застосовується для розмірних і виносних ліній, штрихування розрізів і перерізів, ліній-виносів, контурів накладених перерізів, осей проекцій, слідів площин, ліній побудови характерних точок при спеціальних побудовах.

Суцільна хвиляста лінія застосовується для зображення обривів і розмежування вигляду й розрізу.

Суцільна тонка лінія зі зламами використовується для виконання довгих ліній обриву.

Штриховими лініями зображають невидимий контур і невидимі лінії переходу. Штрихи у лінії та проміжки між штрихами в ній мають бути приблизно однакової довжини.

Розімкнена лінія використовується лише для позначення місця січної площини в перерізах і розрізах.

Штрихпунктирні лінії поділяються на тонкі, потовщені й з двома точками тонкі.

Тонка штрихпунктирна лінія застосовується для зображення центрових і осевих ліній, ліній симетрії. Штрихпунктирні лінії слід починати й закінчувати штрихами.

Потовщена штрихпунктирна лінія використовується для позначення в розрізах еле-

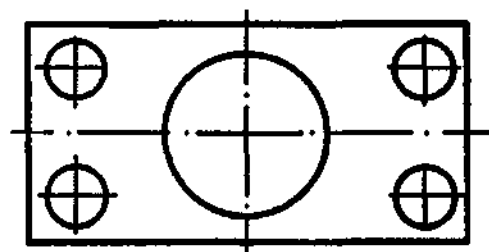


Рис. 2.4

ментів, розміщених перед січною площиною (так званих накладених проекцій), а також поверхонь, що підлягають термообробці або покриттю.

Тонка штрихпунктирна з двома точками лінія застосовується для позначення ліній згину на розгортках, ліній для зображення частин виробів у крайніх або проміжних положеннях.

Довжину штрихів у штрихових і штрихпунктирних лініях слід обирати залежно від величини зображення.

У колах діаметром до 12 мм центрові лінії слід виконувати суцільними тонкими (рис. 2.4).

Товщина ліній одного й того ж типу має бути однакою для всіх зображень на кресленні.

На рис. 2.5 показано креслення деталі, яке складається з різних ліній.

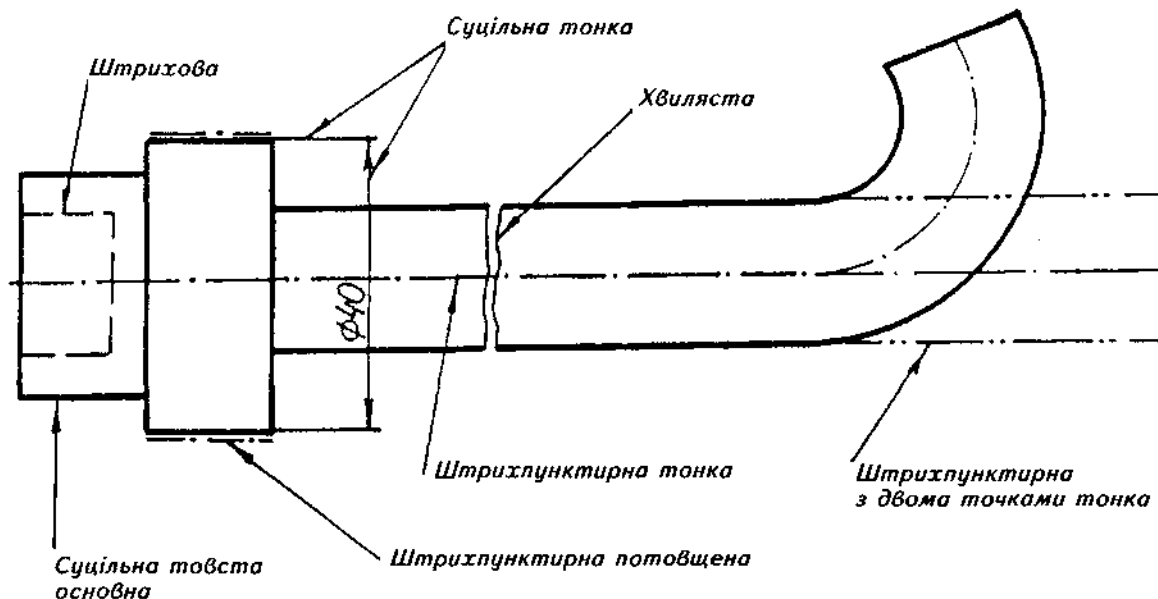


Рис. 2.5

## 2.4. Шрифти креслярські

Написи та розміри на кресленнях і в технічних документах виконують стандартними шрифтами згідно з ГОСТ 2.304-68. Гарно й охайно виконані написи роблять креслення композиційно завершеними, виразними, що полегшує їх читання.

Основні відомості щодо конструкції, висоти й ширини літер і цифр, відстані між літерами, товщини їх обведення та інших елементів креслярських шрифтів наведено у відповідному стандарті.

Стандартом визначено такі розміри шрифту: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 (застосування шрифту розміром 1,8 не рекомендується і допускається лише для типу Б).

**Розмір шрифту  $h$**  — величина, що визначається висотою великих літер у міліметрах. Отже, висота великих літер шриф-

ту розміром 14 дорівнює 14 мм, розміром 5 — відповідно 5 мм і т.д.

Висота великих літер  $h$  вимірюється перпендикулярно до основи рядка. Висота малих літер  $c$  визначається з відношення їх висоти до розміру шрифту  $h$ , наприклад  $c=7h/10$ .

Ширина літери  $g$  — найбільша ширина літери — визначається залежно від розміру шрифту  $h$ , наприклад  $g=6h/10$ , або від товщини лінії шрифту  $d$ , наприклад  $g=6d$ .

Товщина лінії шрифту  $d$  залежить від типу і висоти шрифту.

Визначено такі типи шрифту:

тип А без нахилу ( $d=h/14$ );

тип А з нахилом до основи рядка праворуч під кутом  $75^\circ$  ( $d=h/14$ );

тип Б без нахилу ( $d=h/10$ );

тип Б з нахилом  $75^\circ$  ( $d=h/10$ ).

Параметри типів шрифтів наведені в таблиці.

Параметри шрифтів

| Параметри шрифту                                     | Позна-чення | Відносний розмір |       |      | Розмір, мм |      |     |      |      |      |
|------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------|------|------------|------|-----|------|------|------|
| Шрифт типу А ( $d=h/14$ )                            |             |                  |       |      |            |      |     |      |      |      |
| Розмір шрифту:                                       |             |                  |       |      |            |      |     |      |      |      |
| висота великих літер                                 | $h$         | $(14/14)h$       | $14d$ | 2,5  | 3,5        | 5,0  | 7,0 | 10,0 | 14,0 | 20,0 |
| висота малих літер                                   | $c$         | $(10/14)h$       | $10d$ | 1,8  | 2,5        | 3,5  | 5,0 | 7,0  | 10,0 | 14,0 |
| Відстань між літерами                                | $a$         | $(2/14)h$        | $2d$  | 0,35 | 0,5        | 0,7  | 1,0 | 1,4  | 2,0  | 2,8  |
| Мінімальний крок рядків<br>(висота допоміжної сітки) | $b$         | $(22/14)h$       | $22d$ | 4,0  | 5,5        | 8,0  | 11  | 16,0 | 22,0 | 31,0 |
| Мінімальна відстань між<br>словами                   | $e$         | $(6/14)h$        | $6d$  | 1,1  | 1,5        | 2,1  | 3,0 | 4,2  | 6,0  | 8,4  |
| Товщина ліній шрифту                                 | $d$         | $(1/14)h$        | $d$   | 0,18 | 0,25       | 0,35 | 0,5 | 0,7  | 1,0  | 1,4  |
| Шрифт типу Б ( $d=h/10$ )                            |             |                  |       |      |            |      |     |      |      |      |
| Розмір шрифту:                                       |             |                  |       |      |            |      |     |      |      |      |
| висота великих літер                                 | $h$         | $(10/10)h$       | $10d$ | 2,5  | 3,5        | 5,0  | 7,0 | 10,0 | 14,0 | 20,0 |
| висота малих літер                                   | $c$         | $(7/10)h$        | $7d$  | 1,8  | 2,5        | 3,5  | 5,0 | 7,0  | 10,0 | 14,0 |
| Відстань між літерами                                | $a$         | $(2/10)h$        | $2d$  | 0,5  | 0,7        | 1,0  | 1,4 | 2,0  | 2,8  | 4,0  |
| Мінімальний крок рядків                              | $b$         | $(17/10)h$       | $17d$ | 4,3  | 6,0        | 8,5  | 12  | 17,0 | 24,0 | 34,0 |
| Мінімальна відстань<br>між словами                   | $e$         | $(6/10)h$        | $6d$  | 1,5  | 2,1        | 3,0  | 4,2 | 6,0  | 8,4  | 12,0 |
| Товщина ліній шрифту                                 | $d$         | $(1/10)h$        | $d$   | 0,25 | 0,35       | 0,5  | 0,7 | 1,0  | 1,4  | 2,0  |



Рис. 2.6

На рис. 2.6 показано приклади шрифтів українського і латинського алфавітів, а також арабських цифр.

Для правильного написання стандартного шрифту треба спочатку вивчити конструкцію літер і цифр залежно від труднощів і однотипності їх написання. Великі та малі літери українського алфавіту поділяються на кілька характерних груп.

Великі літери поділяються на чотири групи.

Літери першої групи (Г, Н, П, Т, Ц, Е, Ш, Щ, І, І) утворені лише прямолінійними елементами. Нижні відростки літер Ц і Щ виконують за рахунок проміжків між літерами і рядками.

Літери другої групи (А, И, Й, Х, К, Ж, М) також утворені прямолінійними елементами, але розміщеними не лише горизонтально, а й похило чи діагонально. Особливу увагу треба звернути на правильне положення похилих елементів.

Літери третьої групи (*Ч, Р, У, Ь, Ё, В, Я, Л, Д*) утворені горизонтальними, похилими і криволінійними елементами. Середні горизонтальні елементи розміщені точно посередині рядка. У літерах, що мають заокруглення (*Р, Ь, Ё, В, Я*), горизонтальні елементи проводять лише до середини ширини літери, а потім від руки роблять заокруглення. Відростки літери *Д* виконують за рахунок проміжків між літерами та рядками. Спочатку рекомендується креслити прямолінійні елементи літер, а потім криволінійні.

Літери четвертої групи (*О, С, Є, З, Ю, Ф*) складаються головню з криволінійних елементів. Основою цієї групи є літера *О*, утворена двома середніми паралельними елементами, які зверху та знизу спряжені криволінійними елементами.

Висота цифр дорівнює висоті великих літер. Співвідношення висоти й ширини, товщина ліній, відстані між цифрами такі самі, як і для великих літер. Виняток становить цифра *1*, ширина якої дорівнює  $2h/7$ .

18 малих літер (*а, б, в, г, д, е, и, і, ї, й, л, р, т, у, ф, ц, ш, щ*) мають іншу конструкцію, ніж великі літери. Поділимо ці літери на дві групи.

До першої групи слід віднести літери *и, і, ї, й, ц, ш, щ, л, т, у*. Основою їх є літера *и*. У цій групі переважають прямолінійні елементи, що займають  $2h/3$  і зверху та знизу плавно спряжені між собою. Збільшену ширину мають літери *т, ш, щ*. Висота літери *у* дорівнює  $h$ . Нижні відростки літер *и, ї, и, й, ц, ш, щ* виконують за рахунок проміжків.

До другої групи належать літери *а, б, в, д, е, р, ф*, в основі побудови яких лежить літера *о*. Збільшену висоту ( $h$ ) мають літери *б, в, д, р, ф*.

Особливе місце посідає літера *г*.

## 2.5. Літерні позначення

У конструкторських документах усіх галузей промисловості застосовуються такі основні літерні позначення:

|                                                                                                           |                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Довжина                                                                                                   | <i>L, l</i>                                               |
| Ширина                                                                                                    | <i>B, b</i>                                               |
| Висота, глибина                                                                                           | <i>H, h</i>                                               |
| Товщина (листів, стінок ребер тощо)                                                                       | <i>s</i>                                                  |
| Діаметр                                                                                                   | <i>D, d</i>                                               |
| Радіус                                                                                                    | <i>R, r</i>                                               |
| Міжосьова і міжцентрова відстань                                                                          | <i>A, a</i>                                               |
| Крок: гвинтових пружин, болтових з'єднань, заклепкових з'єднань і т.ін., крім зубчастих зачеплень і різьб | <i>t</i>                                                  |
| Кути                                                                                                      | <i>α, β, γ...</i><br>та інші літери<br>грецького алфавіту |

Великі (друковані) літери рекомендується застосовувати для позначення габаритних і сумарних розмірів.

Позначаючи в одному документі різні величини однією й тією самою літерою, слід використовувати цифрові або літерні індекси чи їх комбінацію, причому перший цифровий індекс рекомендується присвоювати другій величині, позначеній цією літерою, другий індекс — третій величині і т.д. Наприклад, *d, d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, b<sub>n</sub>, b<sub>n1</sub>, b<sub>n2</sub>*.

## 2.6. Основний напис креслення

Основні написи для креслень і схем виконують за формою, показаною на рис. 2.7,а, для текстових документів (специфікації) — за формами, показаними на рис. 2.7,б (на першому аркуші специфікації) і рис. 2.7,в — на наступних аркушах. Основний напис і рамку виконують основними і тонкими суцільними лініями.

На навчальних кресленнях допускається застосовувати нестандартний основний напис (рис. 2.7,г).

Розглянемо правила заповнення основного напису (рис. 2.7,а–в):

графу 1 — найменування виробу; 2 — позначення документа; 3 — позначення матеріалу деталі (графу заповнюють лише для робочих креслень деталей); 4 — літера, присвоєна документу (на навчальних кресленнях проставлятимемо літеру "у"); 5 — маса виробу; 6 — стандартний масштаб; 7 — порядковий номер аркуша, якщо він один, то цю графу не заповнюють; 8 — загальна кількість аркушів документа (графу заповнюють лише на першому аркуші); 9 — найменування або індекс підприємства; 10 — характер роботи, що її виконує той, хто підписує документ; 11 — прізвища тих, хто підписує документи; 12, 13 — підписи і дати підписання документа; 14–18 — зміни на кресленнях.

У верхній частині аркуша виконують рамку розміром 70×14 мм (див.рис. 2.2). У ній пишуть позначення креслення, повернуте на 180° для формату А4 і форматів, основний напис на яких розміщений уздовж довгої сторони аркуша (див. рис. 2.2,а,б), і на 90° при розміщенні основного напису вздовж короткої сторони аркуша (рис. 2.2,в). На навчальних кресленнях цю рамку можна не виконувати.

|                              |  |  |  |  |                     |  |  |
|------------------------------|--|--|--|--|---------------------|--|--|
| 7 10 23 15 10                |  |  |  |  |                     |  |  |
| 14 15 16 17 18               |  |  |  |  | 2                   |  |  |
| Зм. Арк. № докум. Підп. Дата |  |  |  |  | 15 17 18            |  |  |
| Розроб. Перевір. Т.контр.    |  |  |  |  | Літера Маса Масштаб |  |  |
| 10 11 12 13                  |  |  |  |  | 4 5 6               |  |  |
| П.контр. Заств.              |  |  |  |  | Аркуш 7 Аркушів 8   |  |  |
|                              |  |  |  |  | 20 9                |  |  |
| 185                          |  |  |  |  |                     |  |  |

а

|                              |  |  |  |  |                      |  |  |
|------------------------------|--|--|--|--|----------------------|--|--|
| 7 10 23 15 10                |  |  |  |  |                      |  |  |
| 14 15 16 17 18               |  |  |  |  | 2                    |  |  |
| Зм. Арк. № докум. Підп. Дата |  |  |  |  | 15 17 18             |  |  |
| Розроб. Перевір. Т.контр.    |  |  |  |  | Літера Аркуш Аркушів |  |  |
| 10 11 12 13                  |  |  |  |  | 4 7 8                |  |  |
| П.контр. Заств.              |  |  |  |  | 9                    |  |  |
| 185                          |  |  |  |  |                      |  |  |

б

|                              |  |  |  |  |     |  |  |      |  |
|------------------------------|--|--|--|--|-----|--|--|------|--|
| 7 10 23 15 10                |  |  |  |  | 185 |  |  | 10   |  |
| 14 15 16 17 18               |  |  |  |  | 2   |  |  | Арк. |  |
| Зм. Арк. № докум. Підп. Дата |  |  |  |  |     |  |  |      |  |

в

|                |  |  |  |  |          |  |
|----------------|--|--|--|--|----------|--|
| (Тема)         |  |  |  |  | Завдання |  |
| Креслив        |  |  |  |  | Варіант  |  |
| Перевіряв      |  |  |  |  | Масштаб  |  |
| 25 40 15 10 50 |  |  |  |  |          |  |
| 185            |  |  |  |  |          |  |

г

Рис. 2.7

## 2.7. Графічне позначення матеріалів

Для умовного графічного зображення матеріалів у розрізах і перерізах застосовуються різноманітні штрихування (ГОСТ 2.306-68).

Загальне графічне позначення матеріалів у перерізах незалежно від виду матеріалу має бути таке, як на рис. 2.8.

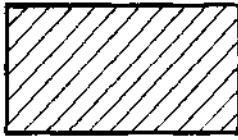


Рис. 2.8

Графічне зображення поширених матеріалів показано на рис. 2.9.

Похили паралельні прямі у штрихуванні проводять під кутом  $45^\circ$  до лінії контуру зо-

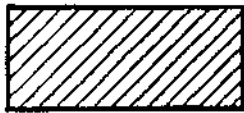
браження (рис. 2.10, а) або до його осі (рис. 2.10, б), чи до лінії рамки креслення (рис. 2.10, в).

Якщо лінії штрихування збігаються з лініями контуру чи осьовими лініями, рекомендується лінії штрихування проводити під кутом  $30^\circ$  (рис. 2.11, а) або  $60^\circ$  (рис. 2.11, б).

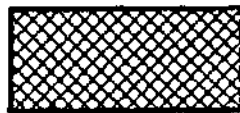
Лінії штрихування можна проводити з нахилом ліворуч або праворуч, але для всіх розрізів і перерізів, що належать одній і тій самій деталі, штрихування треба зазвичай виконувати з нахилом в один бік.

Відстань між прямими лініями штрихування має бути однакою для всіх розрізів і перерізів деталі, що виконуються в одному масштабі.

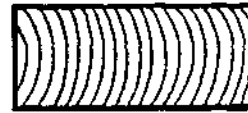
Залежно від матеріалу, що зображається, площі штрихування і необхідності урізноманітнити штрихування суміжних площин, відстань між лініями штрихування вибирають у межах 1–10 мм.



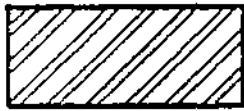
Метали й тверді сплави



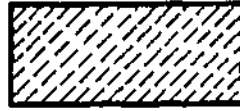
Неметалеві матеріали



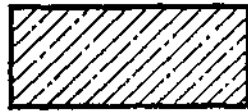
Деревина



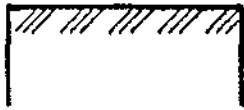
Кераміка та силікатні матеріали



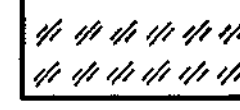
Камінь



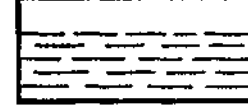
Бетон



Ґрунт природний



Скло та інші прозорі матеріали



Рідини

Рис. 2.9

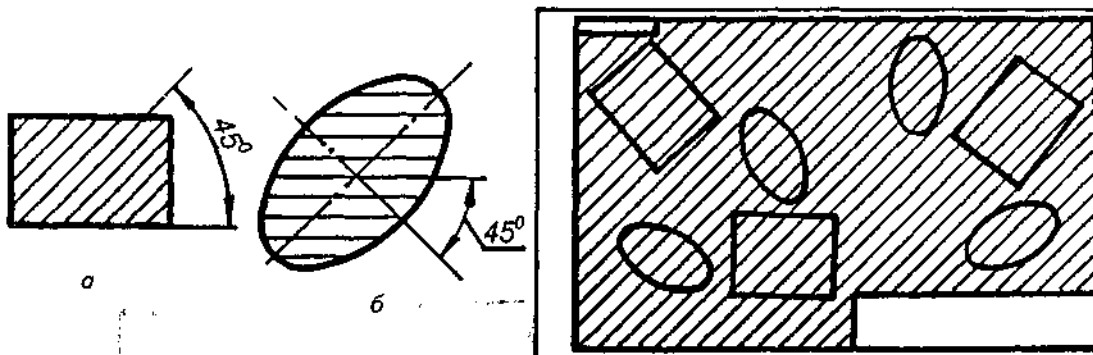


Рис. 2.10

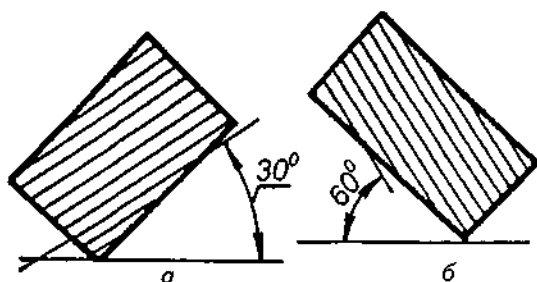


Рис. 2.11

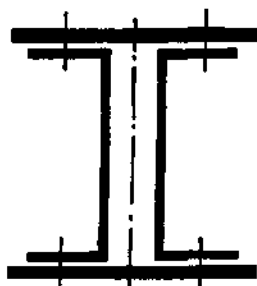


Рис. 2.12

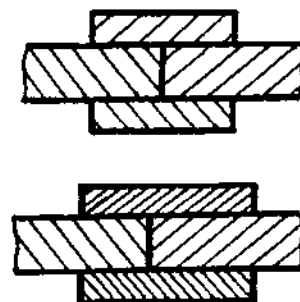


Рис. 2.13

Перерізи, ширина яких на рисунку становить менше ніж 2 мм, допускається зачорнювати, але залишати просвіт між суміжними перерізами не менше ніж 0,8 мм (рис. 2.12).

Для суміжних перерізів двох деталей слід виконувати зустрічне штрихування: на одній деталі праворуч, на іншій — ліворуч. Для суміжних перерізів трьох і більше деталей треба, щоб лінії штрихування одного напрямку були зсунуті в одному перерізі відносно іншого, або слід змінити відстань між лініями штрихування (рис. 2.13).

#### **Запитання для самоперевірки**

1. Які формати взято за основні?
2. Скільки форматів А4 вміщується у форматі А1?

3. Де на аркуші формату слід розміщувати основний напис?

4. Що таке масштаб?

5. Які існують види масштабів і чим вони відрізняються один від одного?

6. Які лінії застосовуються для виконання креслень?

7. У яких межах має бути товщина основної суцільної лінії? Які співвідношення товщин інших ліній?

8. У чому полягає відмінність центрових ліній для кіл діаметром 40 і 6 мм?

9. У яких межах дозволяється вибирати довжину штрихів і проміжків між ними для штрихової і штрихпунктирної ліній?

10. Яке штрихування слід виконувати для суміжних перерізів двох, трьох і більше деталей?

## 3. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ

### 3.1. Основні вимоги

Правила нанесення розмірів і граничних відхилень на кресленнях та інших технічних документах на вироби всіх галузей промисловості і будівництва регламентує ГОСТ 2.307–68.

Основою для визначення величини зображуваного виробу і його елементів є розмірні числа, нанесені на кресленні.

Загальна кількість розмірів на кресленні має бути мінімальна, але достатня для виготовлення і контролю виробу.

Розміри поділяються на *лінійні* та *кутові*. Лінійні проставляють у міліметрах, не зазначаючи одиниці вимірювання, а кутові — у градусах, мінутах і секундах із позначенням одиниці вимірювання. Для розмірних чисел використовують лише десяткові дробі. Простий дріб дозволяється застосовувати для розмірів у дюймах, наприклад, для позначення трубною та конічної різей.

Кожний розмір наносять на кресленні лише один раз. Повторювати розміри на різних зображеннях або в написах не дозволяється.

Розміри, що характеризують три найбільші виміри предмета — довжину, висоту й ширину (товщину), називаються *габаритними*.

### 3.2. Нанесення розмірів

Розміри на кресленнях указують розмірними числами і розмірними лініями. Якщо треба, проводять і виносні лінії. Розмірна лінія

показує межі вимірювання елемента предмета. Розмірні та виносні лінії креслять тонкими суцільними лініями.

Наносячи розмір прямолінійного відрізка, розмірну лінію проводять паралельно з цим відрізком, а виносні лінії — перпендикулярно до розмірних (рис. 3.1).

Наносячи розмір кута, розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у вершині кута, виносні лінії — радіально (рис. 3.2).

Наносячи розмір дуги кола, розмірну лінію проводять концентрично дузі, а виносні лінії — паралельно з бісектрисою кута, над розмірним числом ставлять знак  $\cap$  (рис. 3.3).

Розмірну лінію з обох кінців обмежують стрілками, що впираються у відповідні лінії, крім випадків, наведених далі, й при нанесенні радіуса, яка обмежується стрілкою з боку дуги (рис. 3.4).

Розмірні лінії доцільно проводити між виносними лініями або розміщувати безпосередньо між лініями контуру, осьовими, центровими та ін.

У випадках, показаних на рис. 3.5 і 3.6, розмірну та виносну лінії проводять так, щоб вони разом з вимірюваним відрізком утворювали паралелограм.

Розмірні лінії переважно наносять поза контуром зображення.

Слід уникати перетину розмірних і виносних ліній.

Виносні лінії мають виходити за кінці стрілок розмірної лінії на 1–5 мм.

Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має становити 7 мм, а між розмірною і лінією контуру — 10 мм.

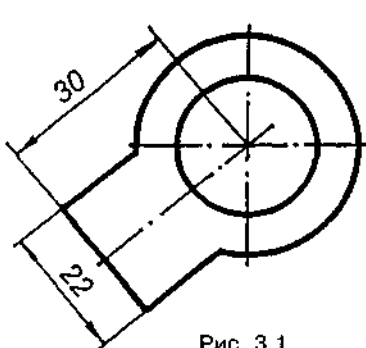


Рис. 3.1

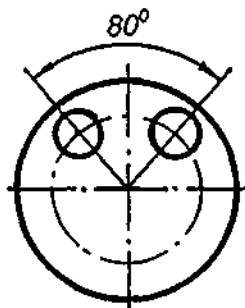


Рис. 3.2



Рис. 3.3

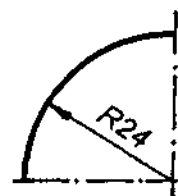


Рис. 3.4

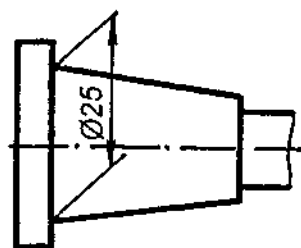


Рис. 3.5

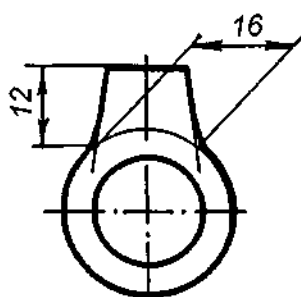


Рис. 3.6

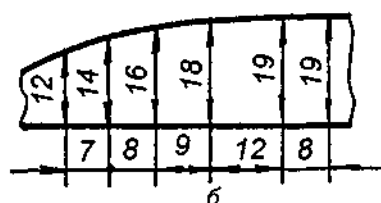
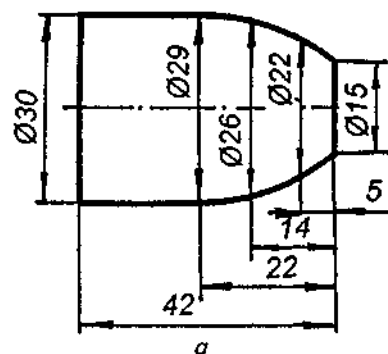


Рис. 3.7

Не дозволяється використовувати лінії контуру, осьові, центрові та виносні лінії як розмірні. Виносні лінії переважно проводять від лінії видимого контуру, крім таких випадків:

розміри контуру криволінійного профілю наносять як на рис. 3.7, а,б;

якщо треба показати координати вершини скруглюваного кута або центра дуги скруглення, то виносні лінії проводять від точки перетину сторін скруглюваного кута чи центра дуги скруглення (див. рис. 3.6).

Наносячи розмір радіуса, перед розмірним числом ставлять велику літеру *R*. Вка-

зуючи розмір діаметра (у всіх випадках), перед розмірним числом ставлять знак "Ø".

Якщо вигляд або розріз симетричного предмета чи окремо симетрично розташованих елементів накреслено лише до осі симетрії або з обривом, то розмірні лінії, які належать до цих елементів, також проводять з обривом трохи далі від осі або лінії обриву предмета (рис. 3.8). Розмірну лінію проводять з обривом і при нанесенні діаметра кола, незалежно від того, повністю чи частково його накреслено (рис. 3.9,а); розмірну лінію слід проводити трохи далі від центра кола.

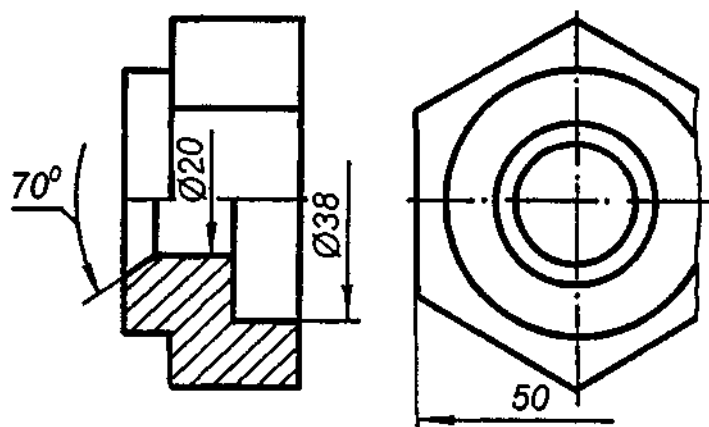


Рис. 3.8

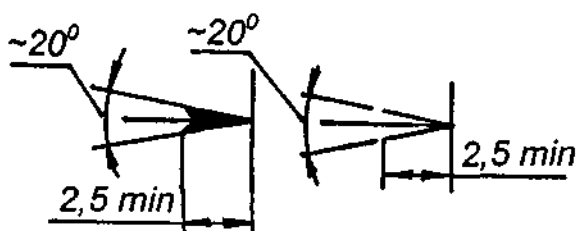


Рис. 3.10

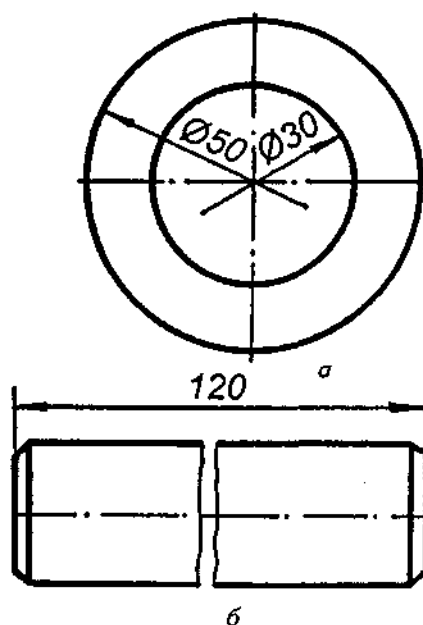


Рис. 3.9

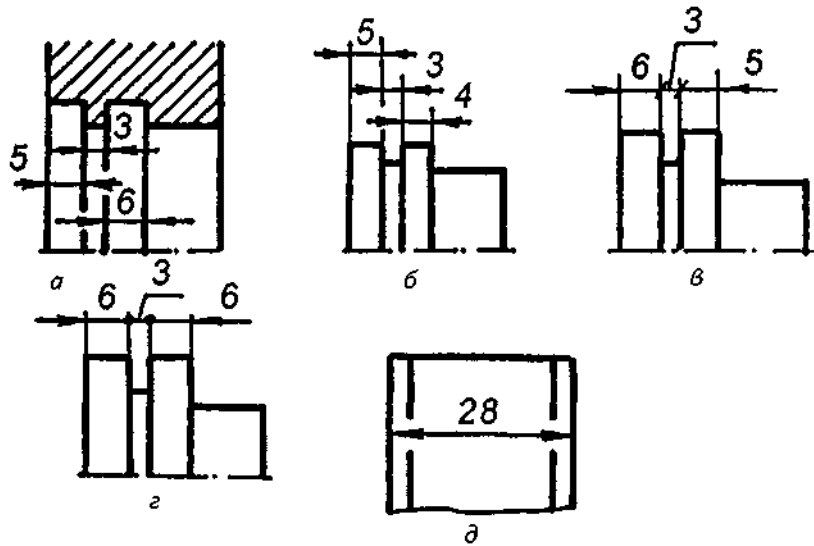


Рис. 3.11

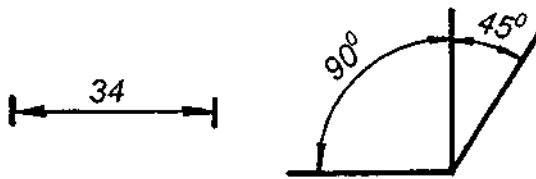


Рис. 3.12

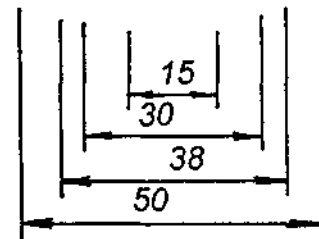


Рис. 3.13

При розриві зображення розмірну лінію проводять повністю (рис. 3.9,б).

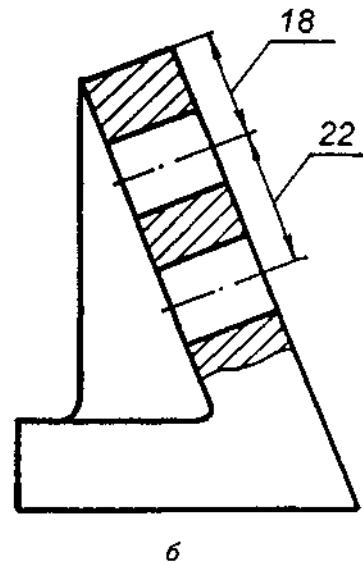
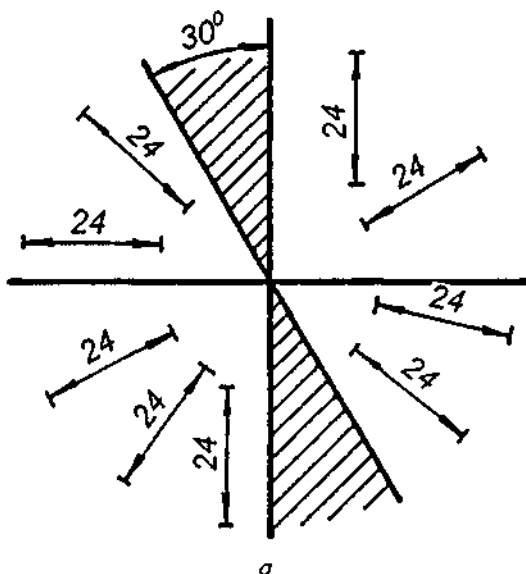
Розміри елементів стрілок розмірних ліній вибирають залежно від товщини ліній видимого контуру і викреслюють їх однаковими на всьому кресленні. Форма стрілки і приблизне відношення її елементів показані на рис. 3.10.

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для розміщення на ній стрілок, то розмірну лінію продовжують за виносні лінії (або відповідно за контурні, осьові, центрові) й стрілки наносять, як показано на рис. 3.11,

а, б. При послідовному розміщенні розмірних чисел у вигляді ланцюжка, коли не вистачає місця для стрілок, останні дозволяється замінювати рисками, які наносяться під кутом  $45^\circ$  до розмірних ліній (рис. 3.11,в), або точками (рис. 3.11,г).

Якщо місця для стрілки недостатньо через близько розташовану контурну або виносну лінію, то останні допускається переривати (рис. 3.11,а, б, д).

Розмірні числа проставляють над розмірними лініями якомога ближче до середини (рис. 3.12).



6

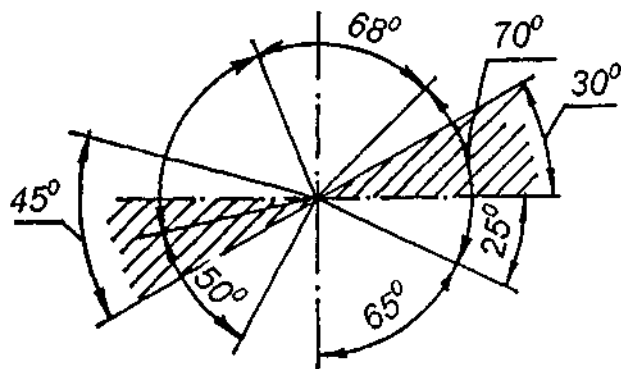


Рис. 3.15

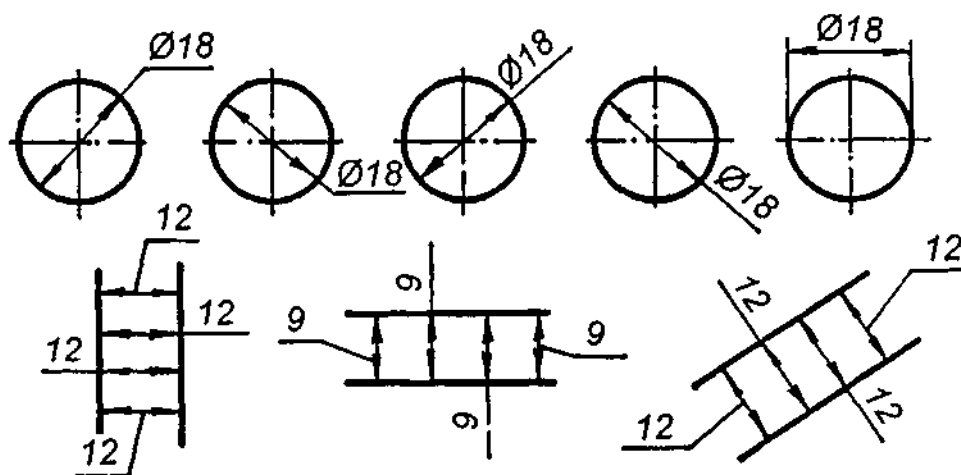


Рис. 3.16

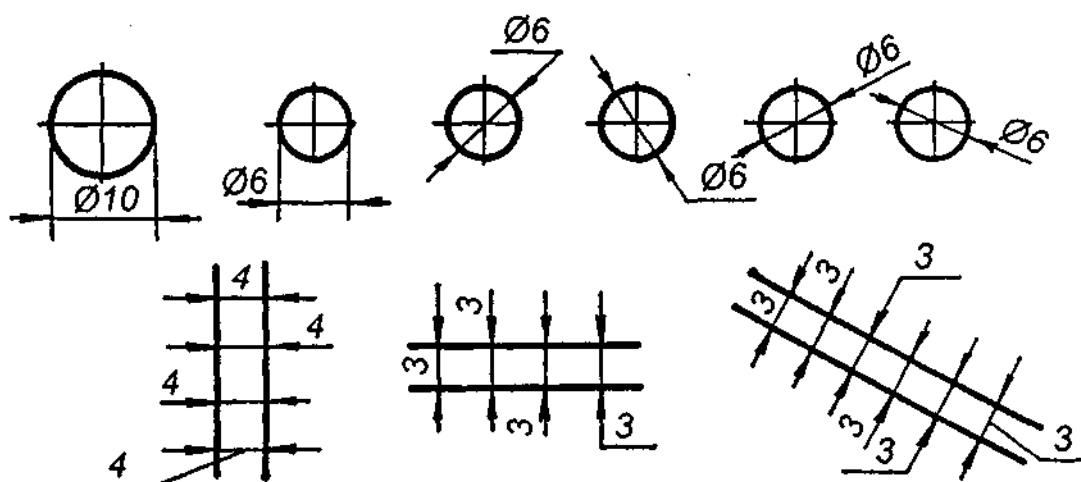


Рис. 3.17

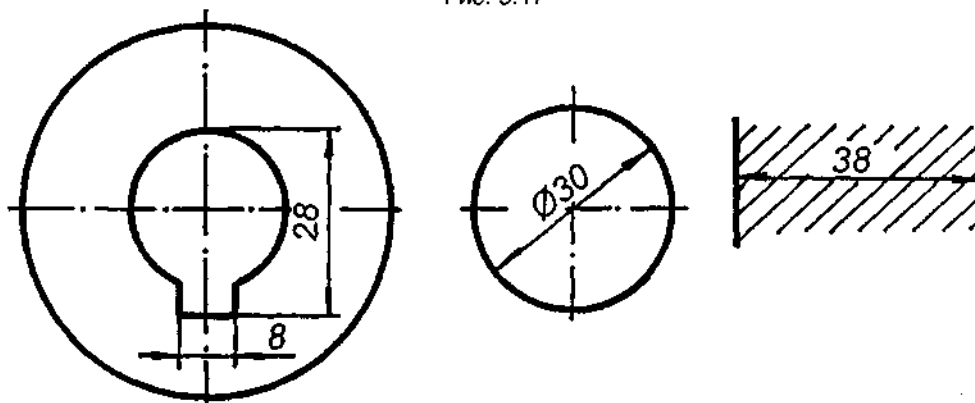


Рис. 3.18

Якщо є кілька паралельних (рис. 3.13) або концентричних розмірних ліній на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа проставляють у шаховому порядку.

Розмірні числа лінійних розмірів при різноманітних нахилах розмірних ліній розміщують, як показано на рис. 3.14,а. У заштрихованій ділянці розмірне число проставляють на поличці лінії-виноски (рис. 3.14,б).

На рис. 3.15 показано, як проставляти кутові розміри. У ділянці, розташованій вище від горизонтальної центральної лінії, розмірні числа пишуть над розмірними лініями з боку їх опуклості, а в розташованій нижче від горизонтальної лінії — з боку вгнутості. Як і для лінійних розмірів, не рекомендується ставити розмірні числа у заштрихованій ділянці. Якщо це потрібно, розмірні числа виносять на горизонтально розміщені полички.

Якщо для написання розмірного числа недостатньо місця над розмірною лінією, то розміри проставляють, як показано на рис. 3.16.

Якщо недостатньо місця для стрілок, то їх наносять, як зображено на рис. 3.17.

Розмірні числа не допускається розділяти або перетинати лініями креслення. Не дозволяється переривати лінію контуру для написання розмірного числа і проставляти розмірні числа в місцях перетину розмірних, осевих і центрових ліній. У місці нанесення розмірного числа осеві, центрові лінії й лінії штрихування переривають (рис. 3.18).

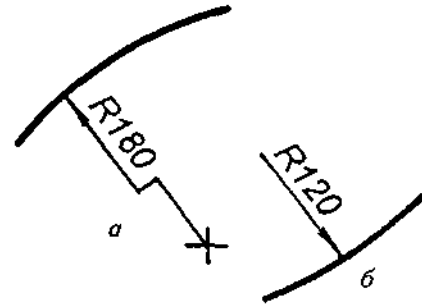


Рис. 3.19

Розміри, які належать до одного й того самого конструктивного елемента, рекомендується групувати в одному місці, розміщаючи їх на тому зображенні, на якому геометрична форма цього елемента показана найбільш зрозуміло.

При великому радіусі центр допускається наближати до дуги. Розмірну лінію радіуса показують зі зломом під кутом  $90^\circ$  (рис. 3.19,а). Якщо нема потреби вказувати розміри центра дуги кола, то розмірну лінію радіуса допускається не доводити до центра й зміщувати відносно центра (рис. 3.19,б).

Розміри радіусів зовнішніх заокруглень наносять, як показано на рис. 3.20,а, внутрішніх — на рис. 3.20,б.

Радіуси заокруглень, розмір яких у масштабі креслення 1 мм і менше, на кресленні не зображують і розміри їх наносять, як показано на рис. 3.20,в. Розміри однакових радіусів допускається вказувати на спільній поличці, як зображено на рис. 3.20,г.

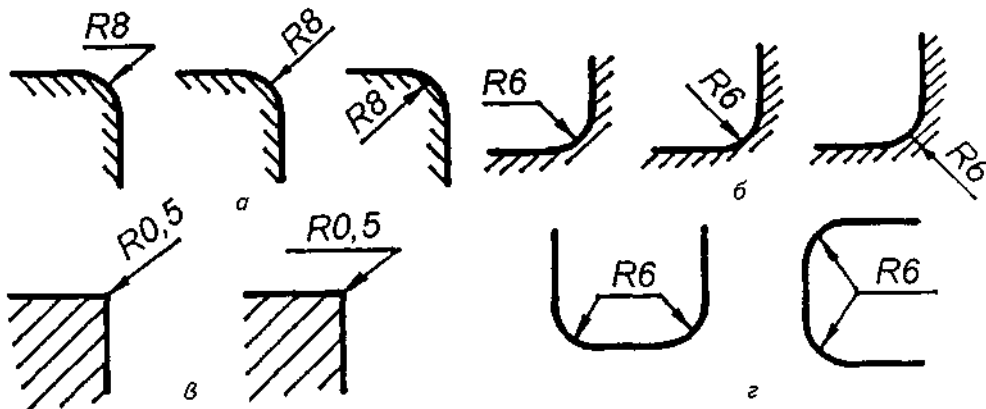


Рис. 3.20

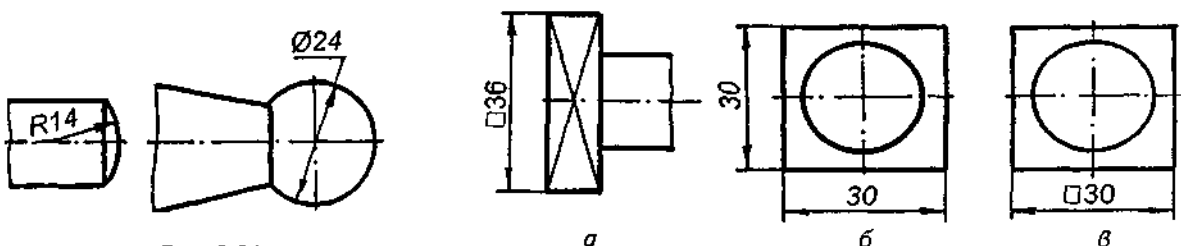


Рис. 3.21

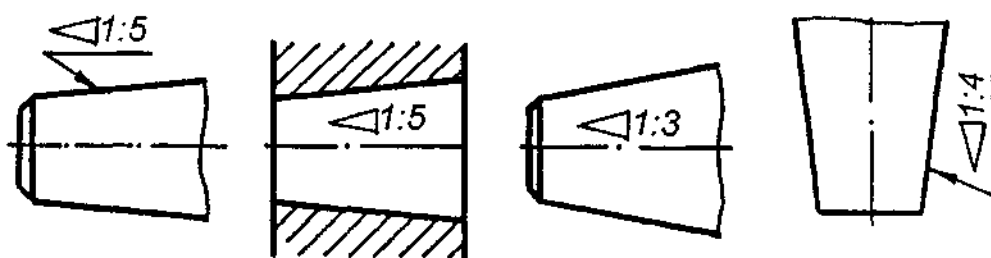


Рис. 3.23



Рис. 3.24

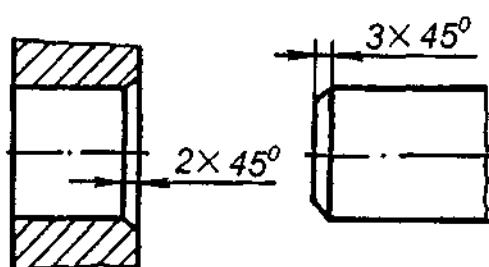


Рис. 3.25

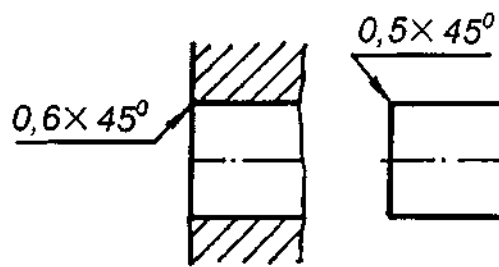


Рис. 3.26

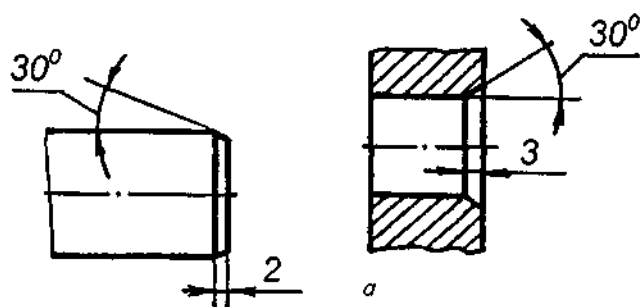


Рис. 3.27

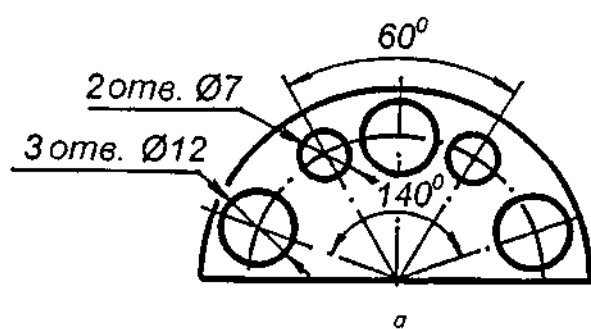
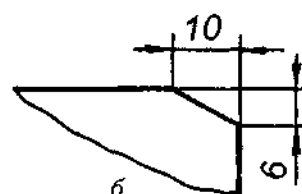
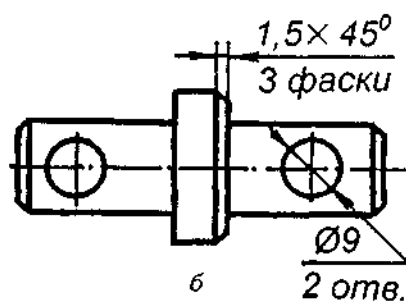


Рис. 3.28



Перед розмірним числом діаметра (радіуса) сфери також ставлять знак "R" без напису "Сфера" (рис. 3.21). Якщо на кресленні важко відрізнити сферу від інших поверхонь, то перед розмірним числом діаметра (радіуса) допускається писати слово "Сфера" або знак "O". Наприклад, "Сфера  $\varnothing 20$ ", OR15. Діаметр знака сфери дорівнює розміру розмірних чисел на кресленні.

Розміри квадрата наносять, як показано на рис. 3.22, а–в. Висота знака має дорівнювати висоті розмірних чисел на кресленні.

Перед розмірним числом, яке характеризує конусність, наносять знак  $\nabla$ , гострий кут якого має бути напрямлений у бік вершини конуса (рис. 3.23). Знак конуса і конусність у вигляді співвідношення слід наносити над осьюовою лінією або на поличці лінії-виноски.

Перед розмірним числом похилу, поданим у вигляді відношення або в процентах, ставлять умовний знак  $\angle$ , вершина якого напрям-

лена в бік похилу. Напис розміщують безпосередньо біля зображення поверхні похилу або на поличці лінії-виноски (рис. 3.24).

Розміри фасок під кутом  $45^\circ$  проставляють, як показано на рис. 3.25. Якщо розмір фаски в масштабі креслення 1 мм і менше, то допускається фаску не зображувати, а розміри наносити на поличці лінії-виноски, проведеної від грані (рис. 3.26).

Розміри фасок під іншими кутами вказують лінійними і кутовими розмірами (рис. 3.27, а) або двома лінійними розмірами (рис. 3.27, б).

Розміри кількох однакових елементів виробу переважно наносять один раз із зазначенням на поличці лінії-виноски кількості цих елементів (рис. 3.28, а). Допускається вказувати кількість елементів, як показано на рис. 3.28, б.

Наносячи розміри елементів, рівномірно розташованих по колу виробу (наприклад, отворів), замість кутових розмірів, що визна-

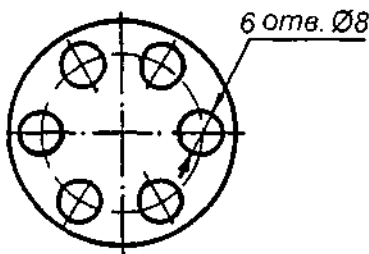


Рис. 3.29

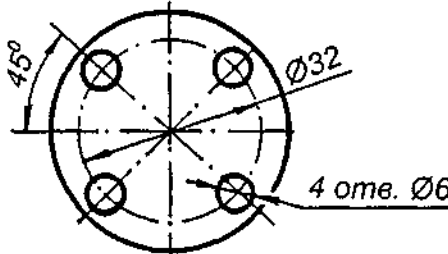


Рис. 3.30

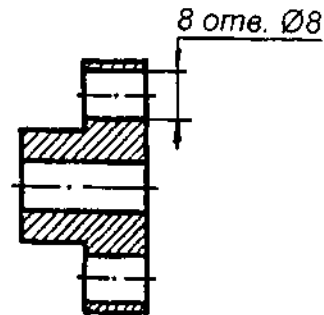


Рис. 3.31

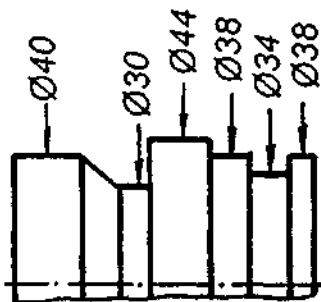


Рис. 3.32

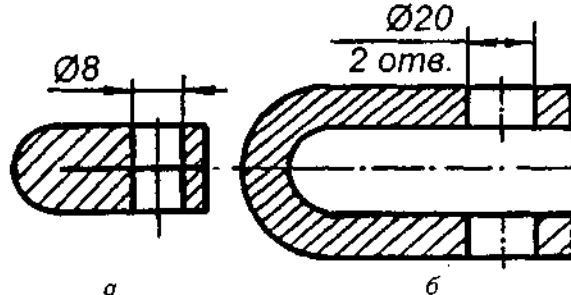


Рис. 3.33

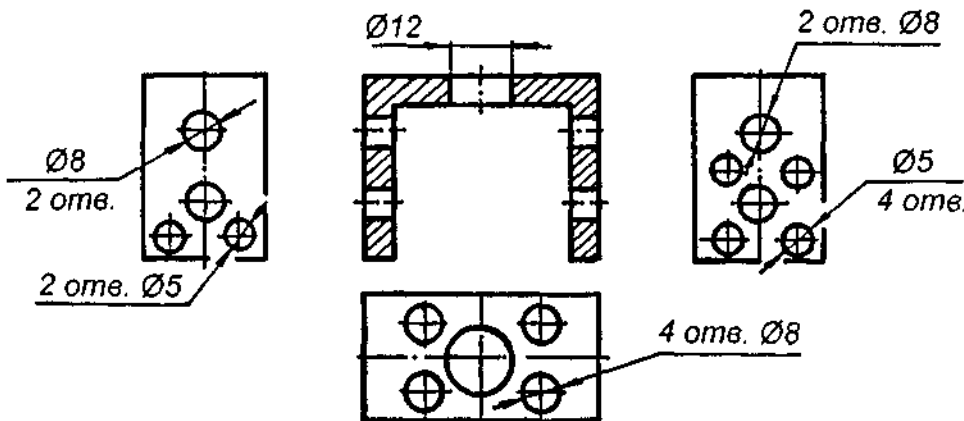


Рис. 3.34

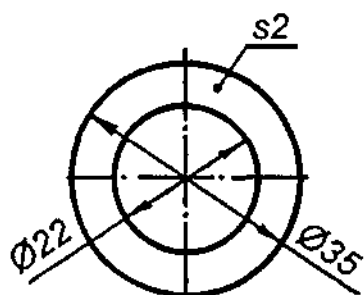


Рис. 3.35

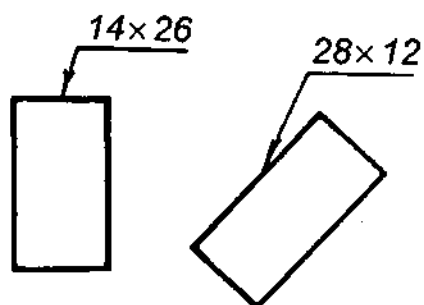
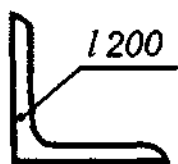
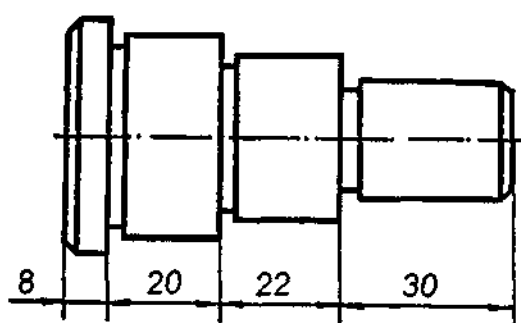
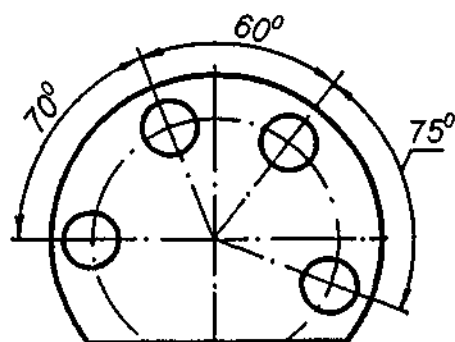


Рис. 3.36

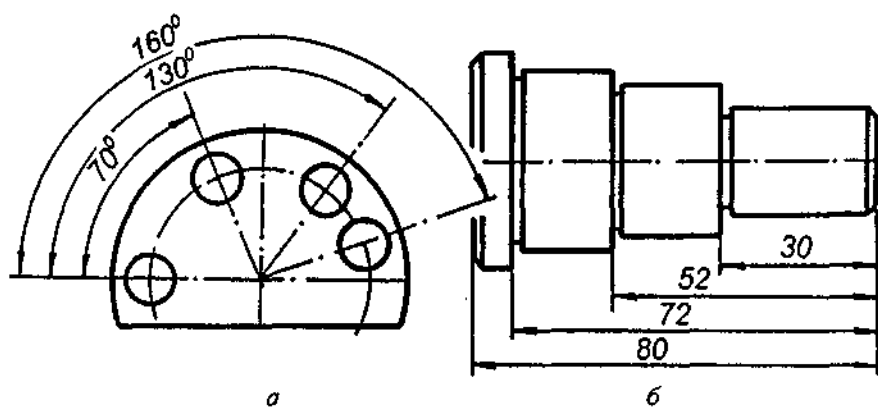


a



б

Рис. 3.37



a

б

Рис. 3.38

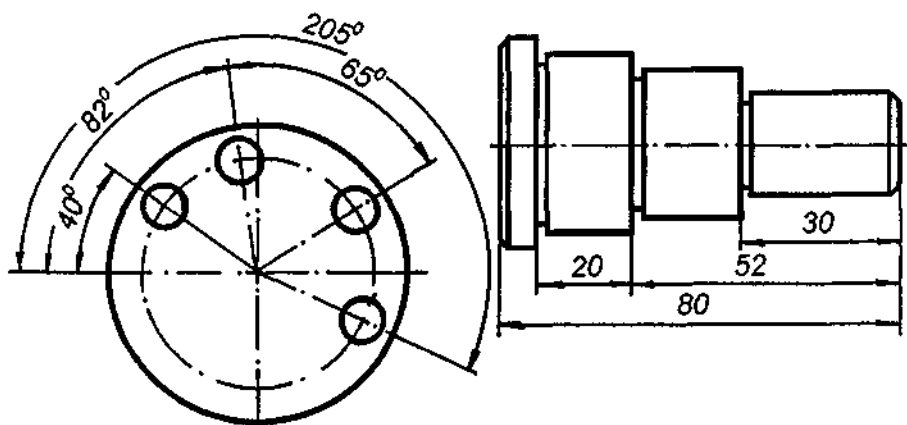


Рис. 3.39

чають взаємне розміщення елементів, указують лише їх кількість (рис. 3.29–3.31).

Розміри діаметрів циліндричного виробу складної конфігурації допускається наносити, як зображено на рис. 3.32.

Однакові елементи, розташовані в різних частинах виробу (наприклад, отвори), розглядаються як один елемент, якщо між ними немає проміжку (рис. 3.33,а); в інших випадках указують повну кількість елементів (рис. 3.33,б).

Якщо однакові елементи виробу (наприклад, отвори) розташовані на різних поверхнях і показані на різних зображеннях, то кількість цих елементів записують окремо для кожної поверхні (рис. 3.34).

Зображаючи деталь однією проекцією, розмір її товщини або довжини слід наносити, як показано на рис. 3.35.

Розміри деталі або отвору прямокутного перерізу можна вказувати на поличці лінії-виноски розмірами сторін через знак множення. При цьому на першому місці вказують розмір тієї сторони прямокутника, від якої проводиться лінія-виноска (рис. 3.36).

Під час нанесення розмірів вибирають бази, від яких обмірюють деталі при виготовленні, контролі та складанні. Базами можуть бути площини, лінії (вісь симетрії, вісь обертання) і точки.

Застосовують три способи проставлення розмірів на кресленнях: ланцюговий, координатний і комбінований.

При ланцюговому способі розміри проставляють послідовно — ланцюжком (рис. 3.37), тобто кожний розмір від окремої бази (торця відповідного ступеня вала — рис. 3.37,а або осі кожного отвору — рис. 3.37,б). При цьому способі ланцюг не має бути замкненим. Оскільки на кресленні переважно наноситься загальний (рис. 3.38,а) або габаритний (рис. 3.38,б — довжина вала) розмір, то один із розмірів випускають, бо

без цього неможливо дотриматись потрібної точності розміру. Ланцюговий спосіб застосовують, наносячи розміри на міжцентрові відстані, для східчастих деталей, коли треба дотримуватись точних розмірів кожного ступеня тощо.

При координатному способі розміри проставляють від певної бази (рис. 3.38). Кожний розмір у цьому разі є певною координатою, що визначає положення елемента відносно бази. Цей спосіб найпоширеніший у конструкторській практиці.

Комбінований спосіб проставлення розмірів (рис. 3.39) є поєднанням ланцюгового і координатного способів.

### **Запитання для самоперевірки**

1. В яких одиницях виражають лінійні та кутові розміри?
2. Якої товщини мають бути виносні та розмірні лінії?
3. Які знаки та літери ставлять перед розмірним числом, щоб показати величини діаметрів і радіусів?
4. Які розміри називають габаритними?
5. Чи має виносна лінія виходити за кінці стрілок розмірної лінії?
6. Як розміщують на кресленні розмірні та виносні лінії для вимірювання відрізка, кута, радіуса, дуги?
7. На якій віддалі слід проводити розмірні лінії від ліній контуру, одну від одної?
8. Як записувати розмірні числа залежно від нахилу розмірних ліній для лінійних і кутових розмірів?
9. Які правила нанесення розмірних ліній і чисел для діаметрів кіл і для радіусів дуг?
10. Як наносять розміри сфери, квадрата?
11. Які правила нанесення розмірів конусності, похилу?
12. Як позначають розміри однакових елементів?

## 4. ДЕЯКІ ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

Під геометричними побудовами розуміють графічний спосіб розв'язування геометричних задач на площині за допомогою креслярських інструментів.

### 4.1. Поділ відрізка прямої

#### 4.1.1. Поділ відрізка на дві рівні частини

На рис. 4.1 відрізок  $AB$  поділено на дві рівні частини. З точок  $A$  і  $B$ , як із центрів, радіусом  $R$ , більшим за половину відрізка  $AB$ , проводять дуги до взаємного перетину в точках  $K$  і  $L$ . Пряма  $KL$  ділить відрізок  $AB$  навпіл. Так само частина  $AC$  поділена ще на дві рівні частини.

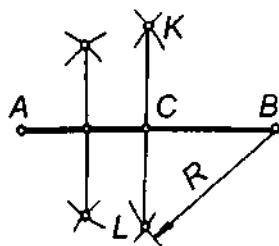


Рис. 4.1

#### 4.1.2. Поділ відрізка на довільну кількість рівних частин

Щоб графічно поділити відрізок  $MN$  на задану кількість рівних частин, наприклад на сім (рис. 4.2), із крайньої точки  $M$  під довільним кутом до  $MN$  проводять допоміжний промінь  $t$  і на ньому від точки  $M$  відкладають сім рівних частин довільної

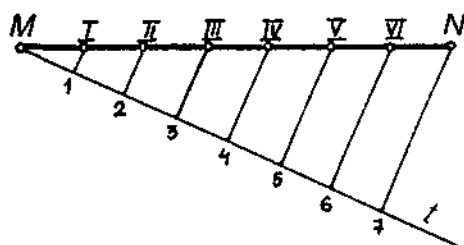


Рис. 4.2

довжини. Крайню точку 7 сполучають з точкою  $N$  і за допомогою косинця та лінійки через точки поділу проводять прямі, паралельні  $N7$ . Знайдені точки  $I, II, III, IV, V, VI$  ділять відрізок  $MN$  на сім рівних частин.

### 4.2. Побудова перпендикулярних і паралельних прямих

Ці побудови можна виконати за допомогою косинців та лінійки або циркуля.

#### 4.2.1. Побудова перпендикуляра через середину відрізка

На рис. 4.1 пряма  $KL$  і буде перпендикуляром, що проходить через середину відрізка  $AB$ .

#### 4.2.2. Побудова перпендикуляра до прямої $l$ з точки $K$ , що лежить поза цією прямою

Із точки  $K$  (рис. 4.3,а), як із центра, довільним радіусом проводять дугу, що перетинає пряму  $l$  у точках  $O_1$  і  $O_2$ . Зі знайдених точок радіусом, більшим за половину відрізка  $O_1O_2$ , проводять дуги до взаємного перетину в точці  $L$ . Пряма  $KL$  і є перпендикуляром до прямої  $l$ .

Побудова за допомогою косинця зрозуміла з рис. 4.3,б.

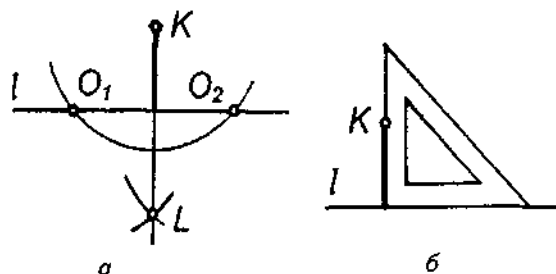


Рис. 4.3

#### 4.2.3. Побудова перпендикуляра до прямої $l$ через точку $A$ , що лежить на цій прямій

Із заданої точки  $A$  (рис. 4.4,а), як із центра, проводять дугу кола довільного радіуса  $R$  до перетину з прямою  $l$  у точках 1 і 2. З цих

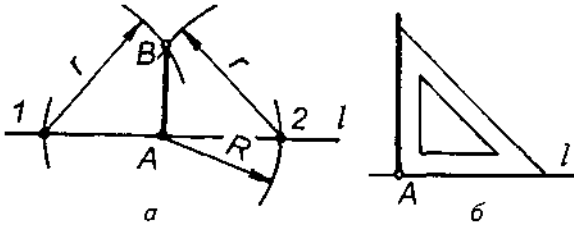


Рис. 4.4

точок, як із центрів, також проводять дуги кіл довільного радіуса  $r$  до взаємного перетину в точці  $B$ . Пряма  $AB$  буде перпендикулярна до заданої прямої  $l$ .

Побудова за допомогою косинця зрозуміла з рис. 4.4,б.

#### 4.2.4. Побудова перпендикуляра з кінця заданого відрізка прямої

Нехай треба провести перпендикуляр через точку  $A$  відрізка  $AB$  (рис. 4.5,а). З довільної точки  $O$ , що лежить поза відрізком, проводять коло радіуса  $OA$ , яке перетинає

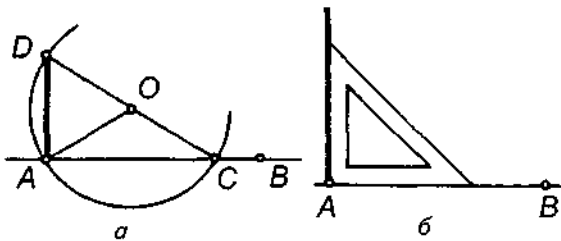


Рис. 4.5

заданий відрізок у точці  $C$ . Точки  $O$  і  $C$  сполучають прямою і продовжують її до перетину з колом у точці  $D$ . Кут  $DAC$  — прямий, як вписаний у коло, і спирається на його діаметр; отже, пряма  $AD$  і є шуканим перпендикуляром.

Побудова за допомогою косинця зрозуміла з рис. 4.5,б.

#### 4.2.5. Побудова прямої, паралельної заданій прямій

Нехай через точку  $A$  треба провести пряму, паралельну заданій прямій  $BC$  (рис. 4.6,а). З точки  $C$  прямої, як із центра, проводять дугу радіуса  $R_1 = AB$ , а з точки  $A$  — радіуса  $R_2 = BC$ . На перетині цих дуг отримують точку  $D$ . Пряма

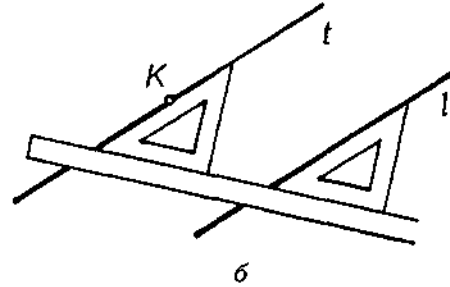
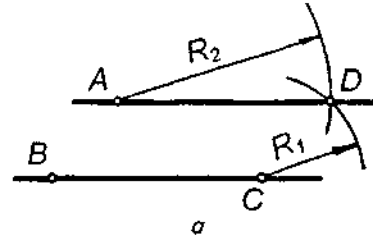


Рис. 4.6

$AD$  паралельна  $BC$ , оскільки  $ABCD$  — паралелограм.

На рис. 4.6,б за допомогою лінійки і косинця через точку  $K$  проведено пряму  $t$ , паралельну прямій  $l$ .

### 4.3. Побудова і поділ кутів

#### 4.3.1. Побудова кута, що дорівнює заданому

Нехай треба побудувати кут, що дорівнює куту  $BAC$  (рис. 4.7). З вершини  $A$  довільним радіусом  $R$  проводять дугу, яка зі стороною  $AC$  перетинається в точці  $M$ , а зі стороною  $AB$  — в точці  $N$ . З точки  $A_1$  прямої  $A_1B_1$  цим самим радіусом проводять дугу, яка перетинає  $A_1B_1$  в точці  $N_1$ . Радіусом

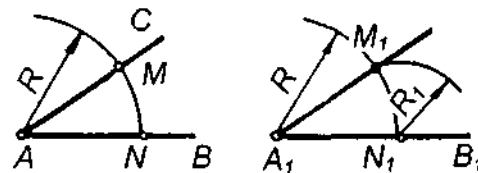


Рис. 4.7

$R_1$ , що дорівнює величині хорди  $MN$ , з точки  $N_1$ , як і з центра, проводять другу дугу до перетину з дугою радіуса  $R$  у точці  $M_1$ . Кут  $M_1A_1N_1$  дорівнює куту  $MAN$ .

#### 4.3.2. Побудова і вимірювання кутів за допомогою транспортера

За допомогою транспортера будують ті кути, які не можна побудувати косинцем. Нехай на прямій  $l$  у точці  $A$  треба побудувати кут, що дорівнює  $36^\circ$  (рис. 4.8). Для цього центр півкола транспортера (точку  $O$ ) сумі-

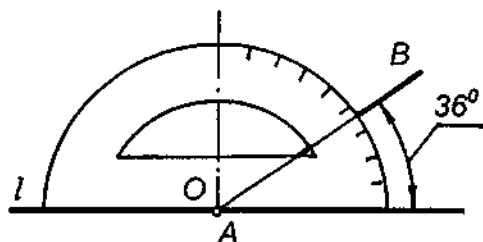


Рис. 4.8

щують з точкою A, а його початкову пряму з прямою  $l$ . За шкалою транспортира проти поділки  $36^\circ$  фіксують точку B і через точки A і B проводять другу сторону шуканого кута.

Аналогічно вимірюють і кути за допомогою транспортира.

#### 4.3.3. Побудова кутів за допомогою лінійки і косинців

Двома косинцями (один — з кутами  $45^\circ$  і  $30^\circ$  і другий — з кутами  $30^\circ$  і  $60^\circ$ ) разом з лінійкою або рейшиною можна побудувати кути, кратні  $15^\circ$ . Із рис. 4.9 бачимо, як при різноманітних положеннях косинців та лінійки можна побудувати кути  $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ, 105^\circ, 120^\circ, 135^\circ, 150^\circ, 165^\circ$ .

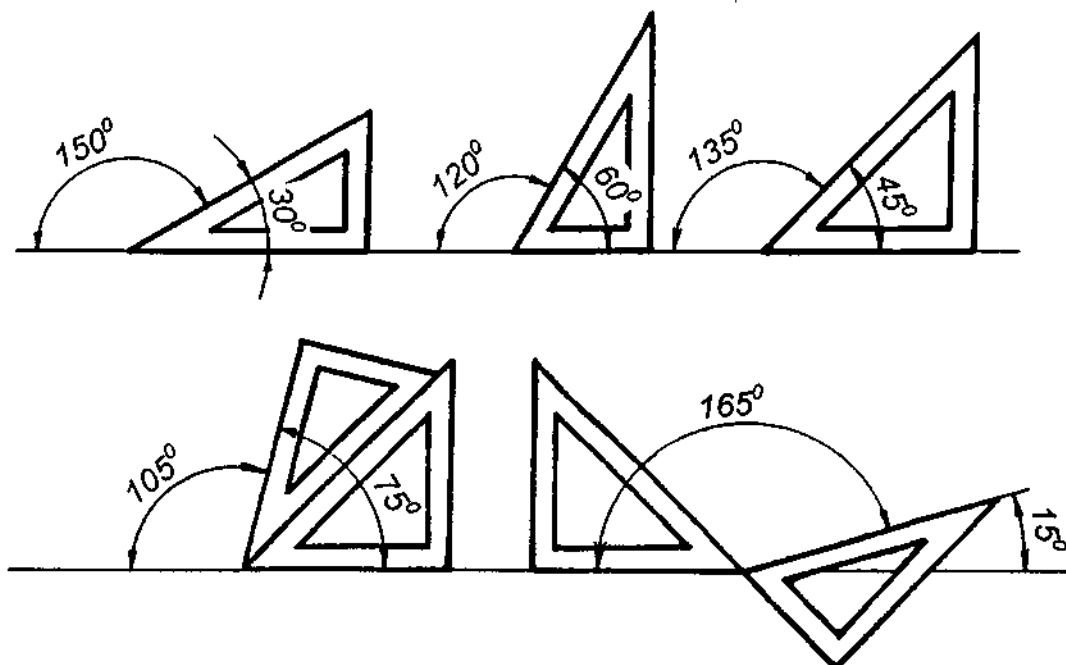


Рис. 4.9

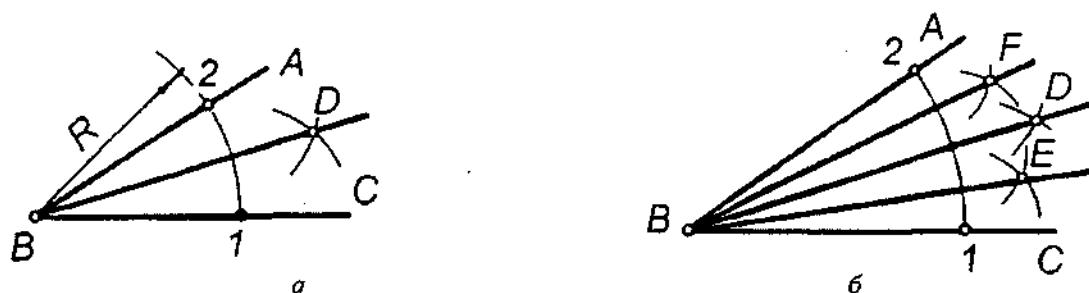


Рис. 4.10

#### 4.3.4. Поділ кута на дві рівні частини

Нехай треба поділити кут ABC на дві рівні частини (рис. 4.10,а). З вершини B кута довільним радіусом  $R$  проводять дугу, яка перетинає сторони кута в точках 1 і 2. Зі знайдених точок, як із центрів, роблять дві засічки радіусом, більшим від половини відстані між точками 1 і 2. Прямі, проведені з вершини B через точки D і E, ділять кут на дві рівні частини, тобто є бісектрисою цього кута.

На рис. 4.10,б кут ABC поділено на чотири рівні частини.

#### 4.3.5. Поділ прямого кута на три рівні частини

На рис. 4.11 прямий кут BAC поділено на три рівні частини. Спочатку довільним радіусом  $R$  з вершини A прямого кута проведено дугу, яка перетинає сторони кута в точках 1 і 2. Зі знайдених точок цим самим радіусом проводять дуги до перетину з дугою 12 у точках D і E. Прямі AD і AE ділять прямий кут на три рівні частини.

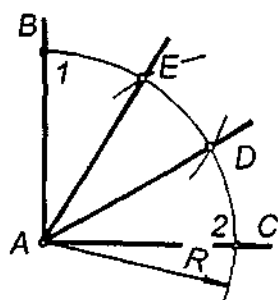


Рис. 4.11

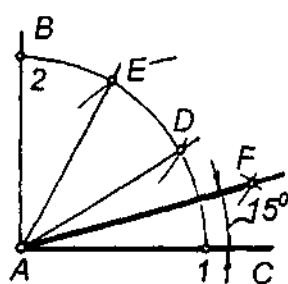


Рис. 4.12

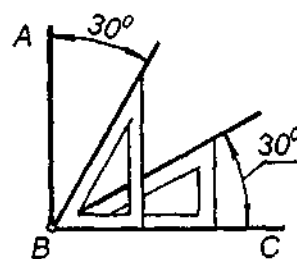


Рис. 4.13

На рис. 4.12 побудовано кут, що дорівнює  $15^\circ$ . Використано наведену вище побудову.

На рис. 4.13 прямий кут поділено на три рівні частини за допомогою косинця з кутами  $30^\circ$  і  $60^\circ$ .

кола проводять прямі до перетину з протилежною частиною кола. Коло поділиться на вісім рівних частин. Сполучивши точки поділу прямими, отримують правильний восьмикутник.

## 4.4. Поділ кола на рівні частини. Побудова правильних вписаних багатокутників

### 4.4.1. Поділ кола на чотири рівні частини

На рис. 4.14 два взаємно перпендикулярні діаметри  $AB$  і  $DC$  ділять коло на чотири рівні частини. Сполучивши точки  $A, C, B, D$ , отримують квадрат.

### 4.4.2. Поділ кола на вісім рівних частин

Два взаємно перпендикулярні діаметри  $AB$  і  $DC$  (рис. 4.15) ділять коло на чотири рівні частини. Дуги кола між точками  $A$  і  $C$ ,  $B$  і  $C$  ділять навпіл за допомогою циркуля або транспортира. Через знайдені точки і центр

### 4.4.3. Поділ кола на п'ять рівних частин

Горизонтальний радіус  $OB$  кола ділять на дві рівні частини (рис. 4.16). Обравши знайдену точку  $O_1$  за центр, проводять дугу радіуса, що дорівнює відрізку  $O_1C$ . Ця дуга перетинає горизонтальний діаметр у точці  $K$ . Відрізок  $CK$  і є стороною вписаного п'ятикутника. На рис. 4.16 побудовано правильний п'ятикутник.

### 4.4.4. Поділ кола на три рівні частини

На рис. 4.17,а коло радіуса  $R$  поділено на три рівні частини. З точки  $D$ , як із центра, радіусом  $R$  проведено дугу, яка перетинає коло в точках  $M$  і  $N$ , поділивши його на три рівні частини. Сполучивши точки  $M, N$  і  $C$ , отримують правильний вписаний трикутник.

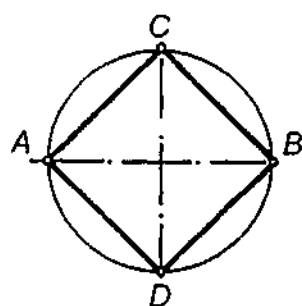


Рис. 4.14

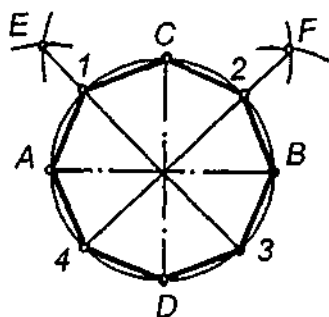


Рис. 4.15

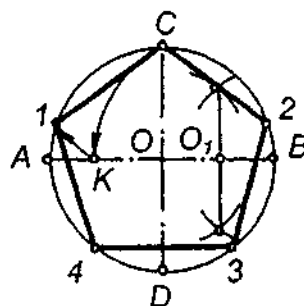


Рис. 4.16

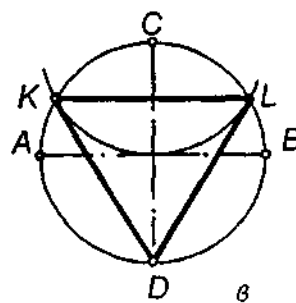
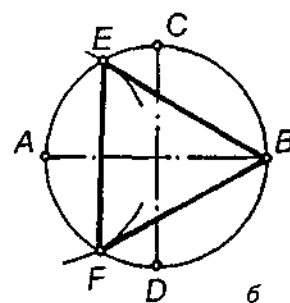
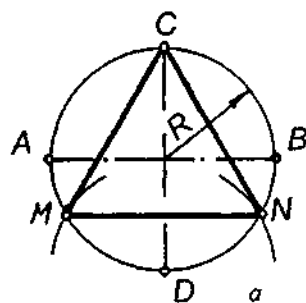


Рис. 4.17

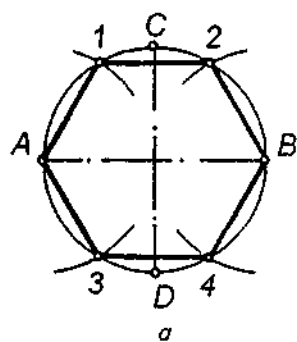
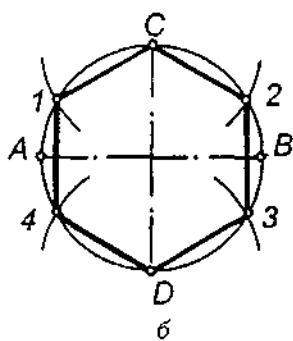


Рис. 4.18



б

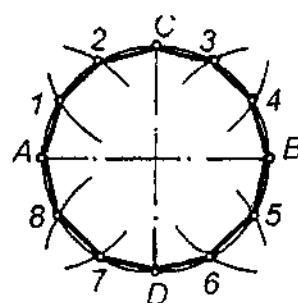


Рис. 4.19

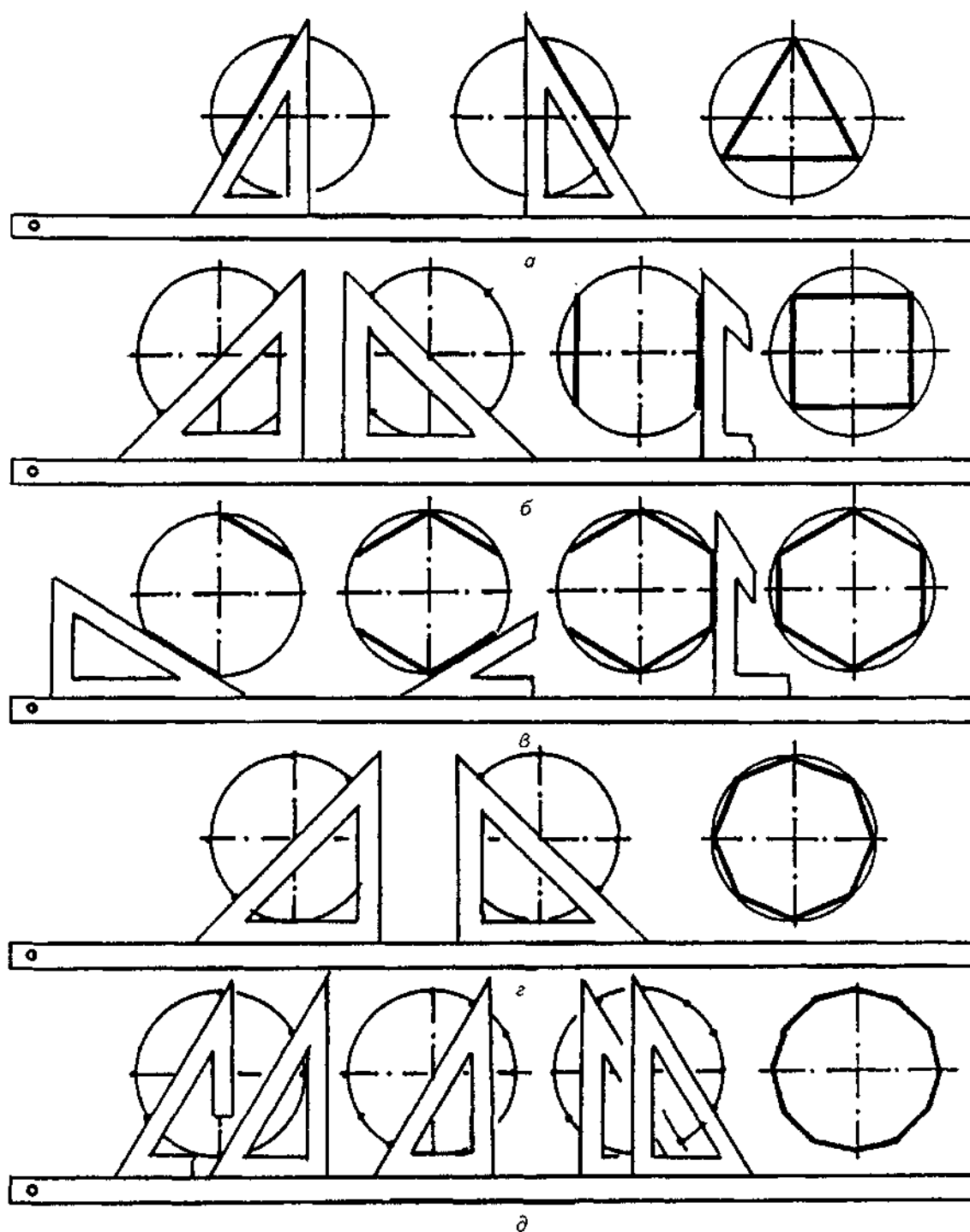


Рис. 4.20

Аналогічно коло може бути поділене на три рівні частини з будь-якої точки кола, наприклад, з точки *A* (рис. 4.17,б) або точки *C* (рис. 4.17,в).

#### 4.4.5. Поділ кола на шість рівних частин

На рис. 4.18,а з кінців *A* і *B* горизонтального діаметра радіусом кола проводять дуги, які засікають коло в точках 1,2,3,4. Сполучивши точки *A*, 1,2, *B*, 4,3, *A* отримують правильний вписаний шестикутник.

На рис. 4.18,б радіусом кола проведено дуги з кінців *C* і *D* вертикального діаметра і побудовано правильний шестикутник.

На рис. 4.19 радіусом кола проведено дуги з точок *A*, *B*, *C*, *D* й побудовано правильний дванадцятикутник.

#### 4.4.6. Поділ кола на рівні частини за допомогою рейсшини і косинців

За допомогою косинців і рейсшини можна поділити коло на три (рис. 4.20,а), чотири (рис. 4.20,б), шість (рис. 4.20,в), вісім (рис. 4.20,г) і дванадцять (рис. 4.20,д) рівних частин.

Самостійно розгляньте і поясніть рисунки.

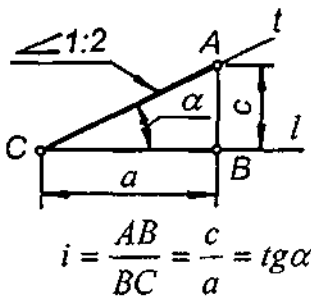


Рис. 4.21

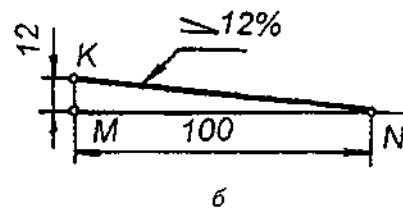
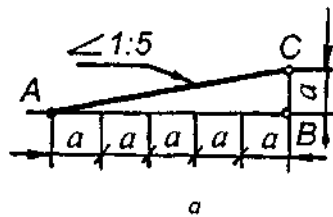


Рис. 4.22

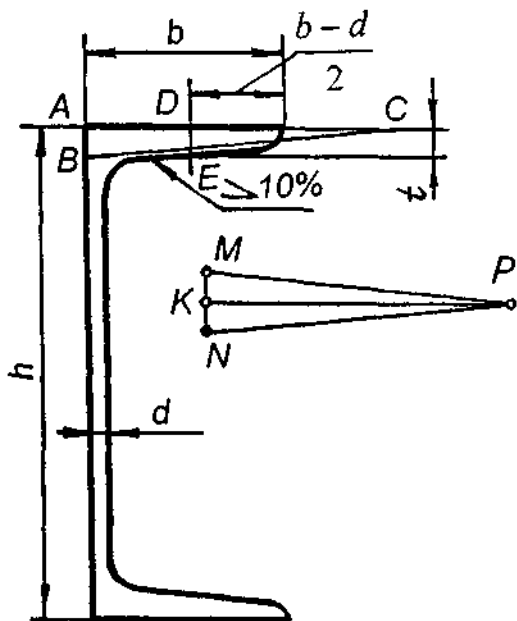


Рис. 4.23

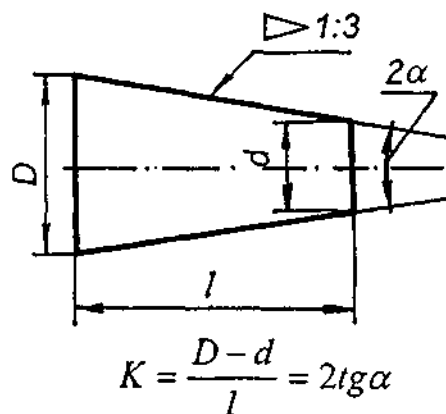


Рис. 4.24

### 4.5. Побудова похилу та конусності

Нахил однієї лінії відносно іншої, розташованої переважно горизонтально або вертикально, характеризує величину, яка називається **похилом**.

Для визначення похилу прямої *t*, нахиленої до горизонтальної прямої *l* під кутом  $\alpha$  (*C* — точка перетину цих прямих), беруть на прямій *t* довільну точку *A* (рис. 4.21) і з неї опускають перпендикуляр на пряму *l*. Відношення *AB/BC*, виражене простим дробом або у відсотках, показує похил прямої *t* до прямої *l*.

Похил позначається на кресленні знаком  $\angle$  (див. рис. 4.21). Щоб побудувати заданий похил, наприклад 1:5, на горизонтальній прямій відкладають п'ять рівних довільних відрізків *a* (рис. 4.22,а), які утворюють відрізок *AB*. Потім з кінця *B* ставлять перпендикуляр *BC* завдовжки *a*. Сполучивши точки *C* і *A*, отримують лінію, побудовану з похилом 1:5.

На рис. 4.22,б показано побудову похилу 1:12. Будують горизонтальну пряму *MN*=100 од. З точки *M* ставлять перпендикуляр до *MN*, на якому відкладають відрізок *MK*=12 од. Сполучивши точки *K* і *N*, отримують похил 1:12, або 12%.

Поверхні багатьох виробів мають різні похили. Розглянемо креслення полички швелера (рис. 4.23). За розмірами  $h$ ,  $b$ ,  $d$ , узятими зі стандарту, креслять основний контур швелера. Визначаючи розмір  $(b-d)/2$ , знаходять точку  $D$  і відкладають від неї величину  $t=DE$ . Через знайдену точку  $E$  проводять пряму з похилом 1:10. Це можна зробити двома способами:

1. На основі полички швелера відкладають відрізки  $AC=10$  та  $AB=1$  і через точку  $E$  проводять пряму, паралельну гіпотенузі  $BC$ .

2. На вільному місці креслення проводять лінії  $MP$  та  $NP$ , які мають похил 1:10, і через точку  $E$  проводять пряму, паралельну  $NP$ .

**Конусність** визначають як відношення різниці діаметрів двох поперечних перерізів конуса до відстані між ними (рис. 4.24)

Конусність можна подати простим дробом або у відсотках.

Конусність позначається на кресленні знаком  $\triangleright$  (див. рис. 3.23).

### Запитання для самоперевірки

1. Як поділити відрізок на чотири та вісім рівних частин?
2. Як поділити відрізок на три, п'ять та дев'ять рівних частин?
3. Як побудувати перпендикуляр до прямої з точки, що лежить поза цією прямою; що лежить на цій прямій?
4. Як поділити кут на дві рівні частини?
5. Як поділити прямий кут на три рівні частини?
6. Як вписати в коло правильний трикутник, шестикутник, восьмикутник?
7. Що таке похил? Як вимірюють величину похилу?
8. Як позначають похил на кресленнях?
9. Через точку проведіть пряму з похилом 14 % до горизонтального напрямку.
10. Що таке конусність? Як вимірюють величину конусності?
11. Як позначають конусність на кресленнях?

## 5. СПРЯЖЕННЯ ЛІНІЙ

Під час виконання креслень предметів часто доводиться плавно сполучати між собою різні лінії.

Плавний перехід від однієї лінії до іншої, виконаний за допомогою проміжної лінії, називається **спряженням**.

Основні елементи спряження — радіус спряження, центр спряження, точки спряження. При побудові спряжень зазвичай задають радіус дуги спряження, а інші елементи визначають у процесі побудови.

Плавний перехід між прямою і дугою забезпечується лише тоді, коли пряма є дотичною до дуги, тобто точка спряження розміщується на перпендикулярі, опущеному на пряму з центра кола дуги спряження (рис. 5.1).

Плавний перехід між двома колами (рис. 5.2) забезпечується в тому випадку, якщо обидва кола мають спільну дотичну  $t$ , а точка спряження  $A$  лежить на прямій, що сполучає центри кіл. Дотик називається *зовнішнім*, якщо центри  $O$  і  $O_1$  лежать з різних боків від дотичної  $t$  (рис. 5.2, а), і *внутрішнім*, якщо центри розміщені з одного боку від загальної дотичної (рис. 5.2, б). У разі зовнішнього дотику відстань між центрами кіл дорівнює сумі їхніх радіусів ( $R+R_1$ ), а в разі внутрішнього — різниці їхніх радіусів ( $R-R_1$ ).

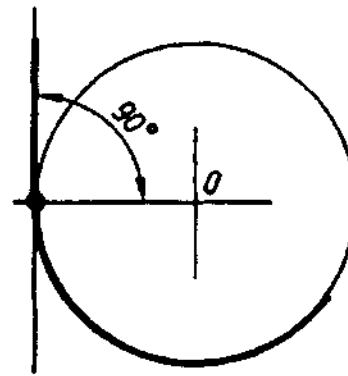


Рис. 5.1

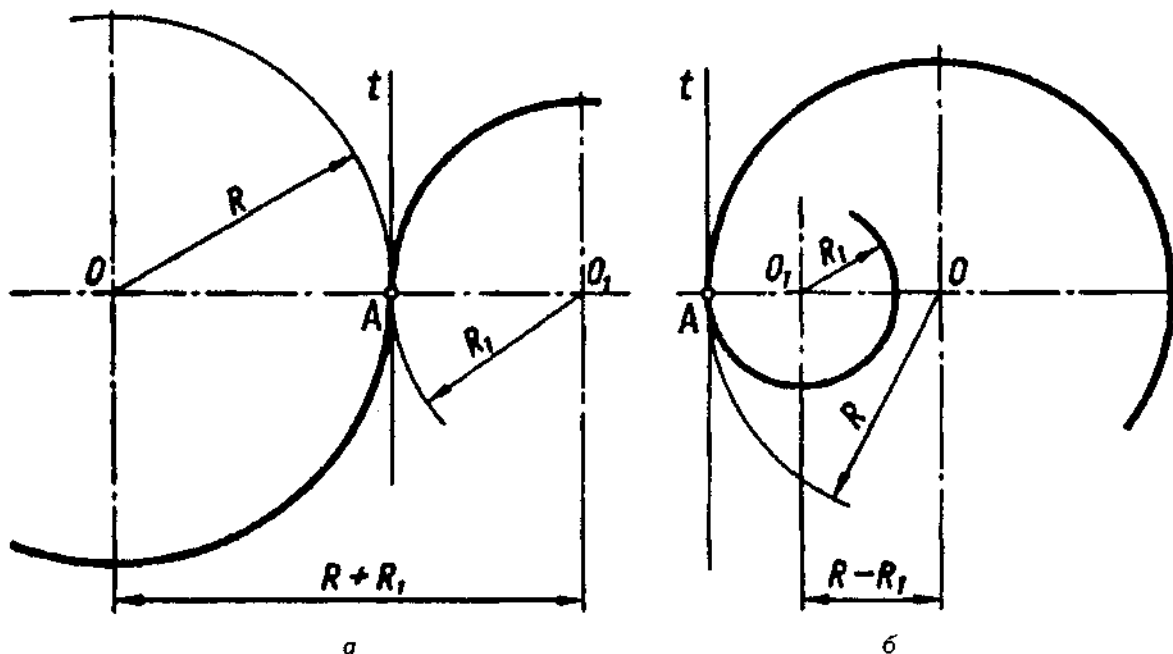


Рис. 5.2

### 5.1. Спряження прямих дугою кола

Розглянемо спряження сторін прямого, гострого або тупого кутів (рис. 5.3, а-в) дугою радіуса  $R$  (заокруглення кутів). Проводять дві допоміжні прямі, паралельні сторонам кута, на відстані радіуса спряження  $R$ . Ці прямі є геометричним місцем центрів кіл радіуса  $R$ , дотичних до сторін кута. Точка  $O$  перетину цих прямих є центром дуги спряження. Перпендикуляри, опущені з центра на задані прямі, визначають точки спряження  $A$  і  $B$ . Радіусом  $R$  проводять дугу спряження між точками  $A$  і  $B$ .

### 5.2. Спряження дуг між собою

Розрізняють три типи спряжень дуг кола між собою: *зовнішнє*, *внутрішнє* і *змішане*.

Умови можливості розв'язання задач на побудову спряжень двох кіл такі:

для зовнішнього спряження

$$R > \frac{O_1O_2 - (R_1 + R_2)}{2};$$

для внутрішнього спряження

$$R > \frac{(R_1 + R_2) - O_1O_2}{2};$$

для змішаного спряження

$$R > \frac{O_1O_2 + (R_1 - R_2)}{2}.$$

На рис. 5.4 показано зовнішнє спряження радіусом  $R$  двох кіл радіусів  $R_1$  і  $R_2$ . Центр спряження  $O$  лежить у точці перетину двох допоміжних дуг радіусів  $R + R_1$  і  $R + R_2$ , проведених відповідно з центрів  $O_1$  і  $O_2$ . Точки спряження  $A$  і  $B$  визначають як точки перетину заданих дуг з прямими  $O_1O$  і  $O_2O$ . При зовнішньому спряженні спряжувані дуги розташовані з зовнішнього боку дуги спряження і з різних боків дотичних  $t_1$  і  $t_2$ .

Внутрішнє спряження показано на рис. 5.5. Внутрішнє спряження двох дуг третьою дугою характеризується тим, що спряжувані дуги розташовані всередині дуги спряження, тобто дуга спряження і спряжувані дуги лежать з одного боку дотичних  $t_1$  і  $t_2$ , проведених через точки спряження. З центрів  $O_1$  і  $O_2$  проводять дві допоміжні дуги радіусів  $R - R_1$  і  $R - R_2$ . На перетині цих дуг отримуємо центр спряження  $O$ . Прямі  $O_1O$  і  $O_2O$ , перетинаючи задані дуги, дають точки спряження  $A$  і  $B$ .

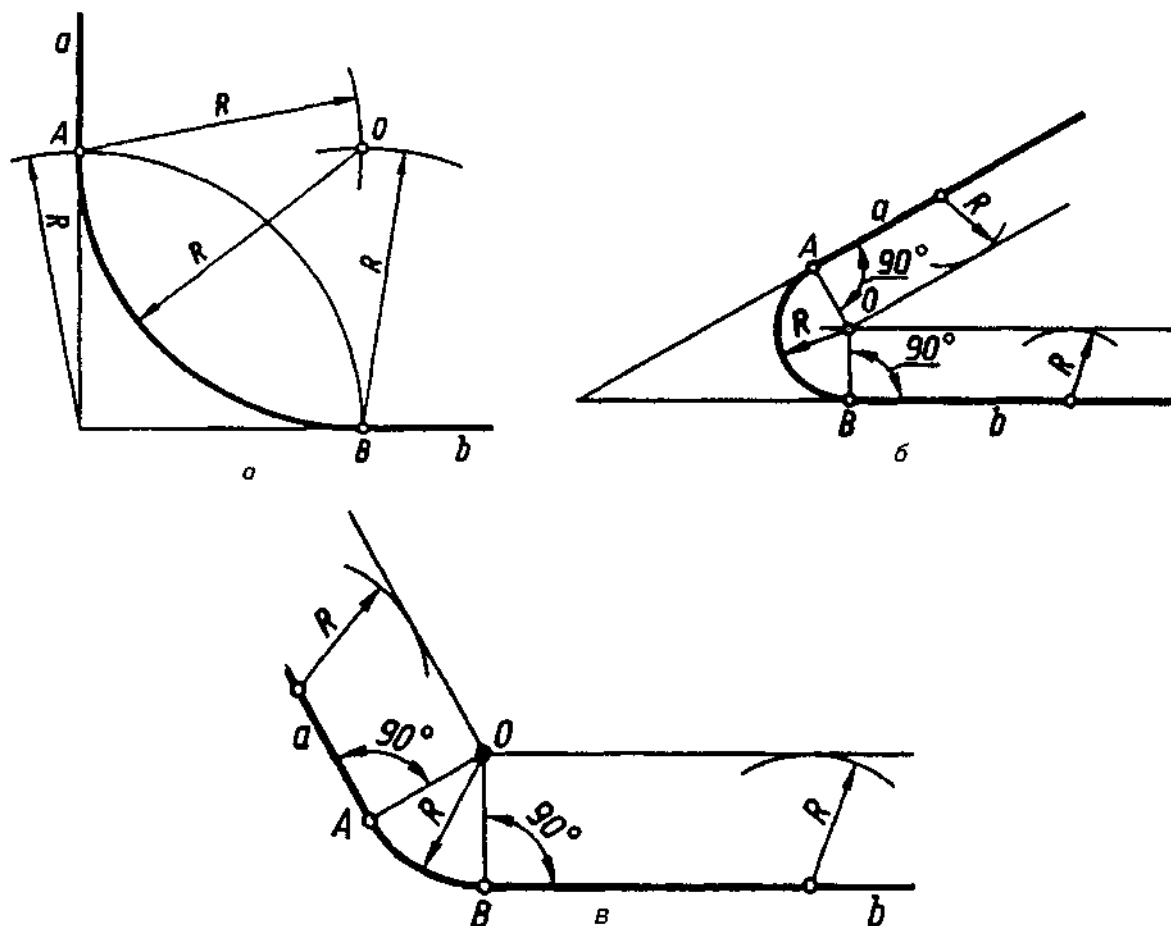


Рис. 5.3

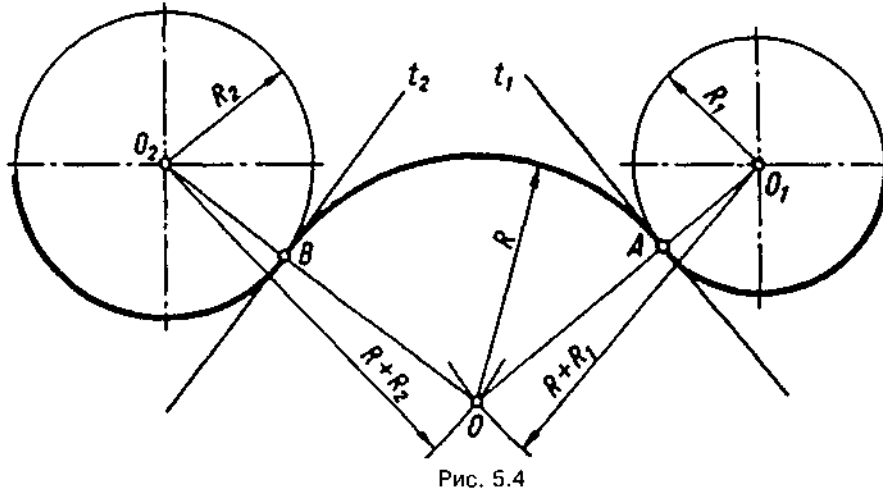


Рис. 5.4

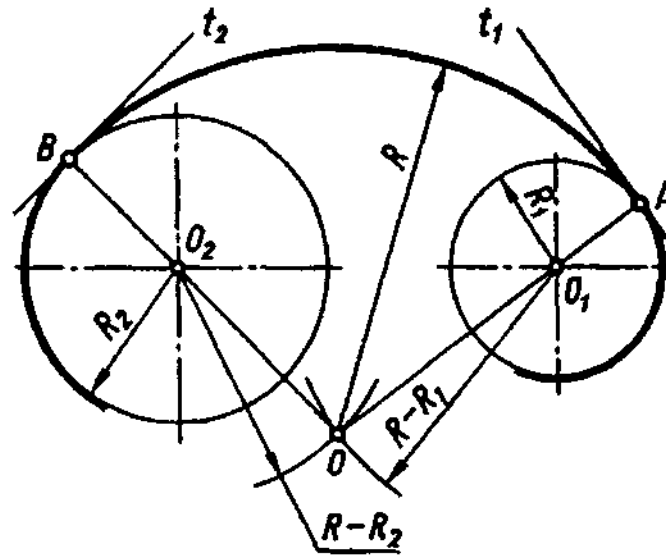


Рис. 5.5

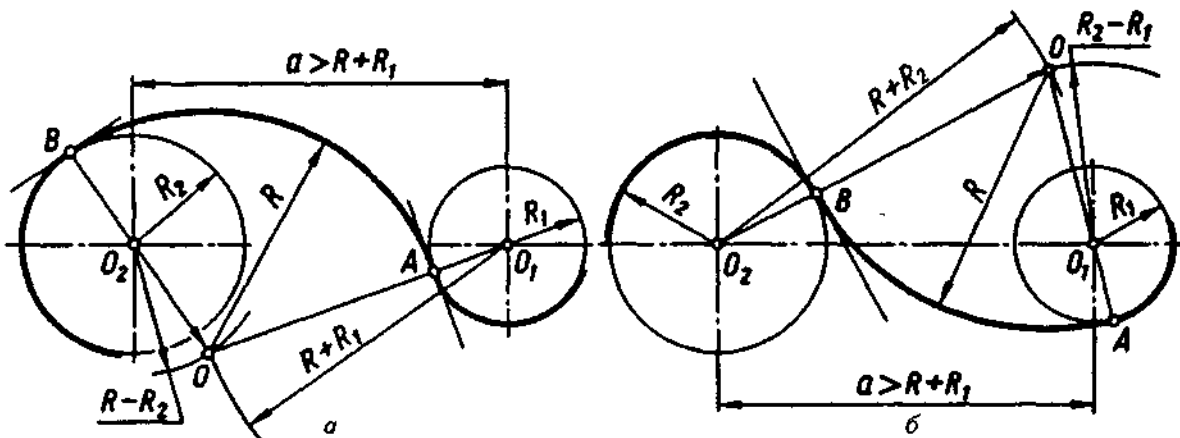


Рис. 5.6

Змішане спряження (рис. 5.6) характеризується тим, що одна спряжувана дуга розміщена всередині дуги спряження, а друга — поза нею.

На рис. 5.6,а дуга спряження має з дугою радіуса  $R_2$  внутрішнє спряження, а з дугою радіуса  $R_1$  — зовнішнє. З центра  $O_2$  проведемо дугу радіусом  $R-R_2$ , а з центра  $O_1$  радіусом

$R+R_1$ . Перетин цих дуг є центром дуги спряження. Точки спряження  $A$  і  $B$  лежать на перетині кіл з прямими  $OO_1$  та  $OO_2$ .

На рис. 5.6,б показане змішане спряження цих же дуг, однак при цьому дуга спряження має з дугою радіуса  $R_2$  зовнішнє спряження, а з дугою радіуса  $R_1$  — внутрішнє. Побудова аналогічна побудові на рис. 5.6,а.

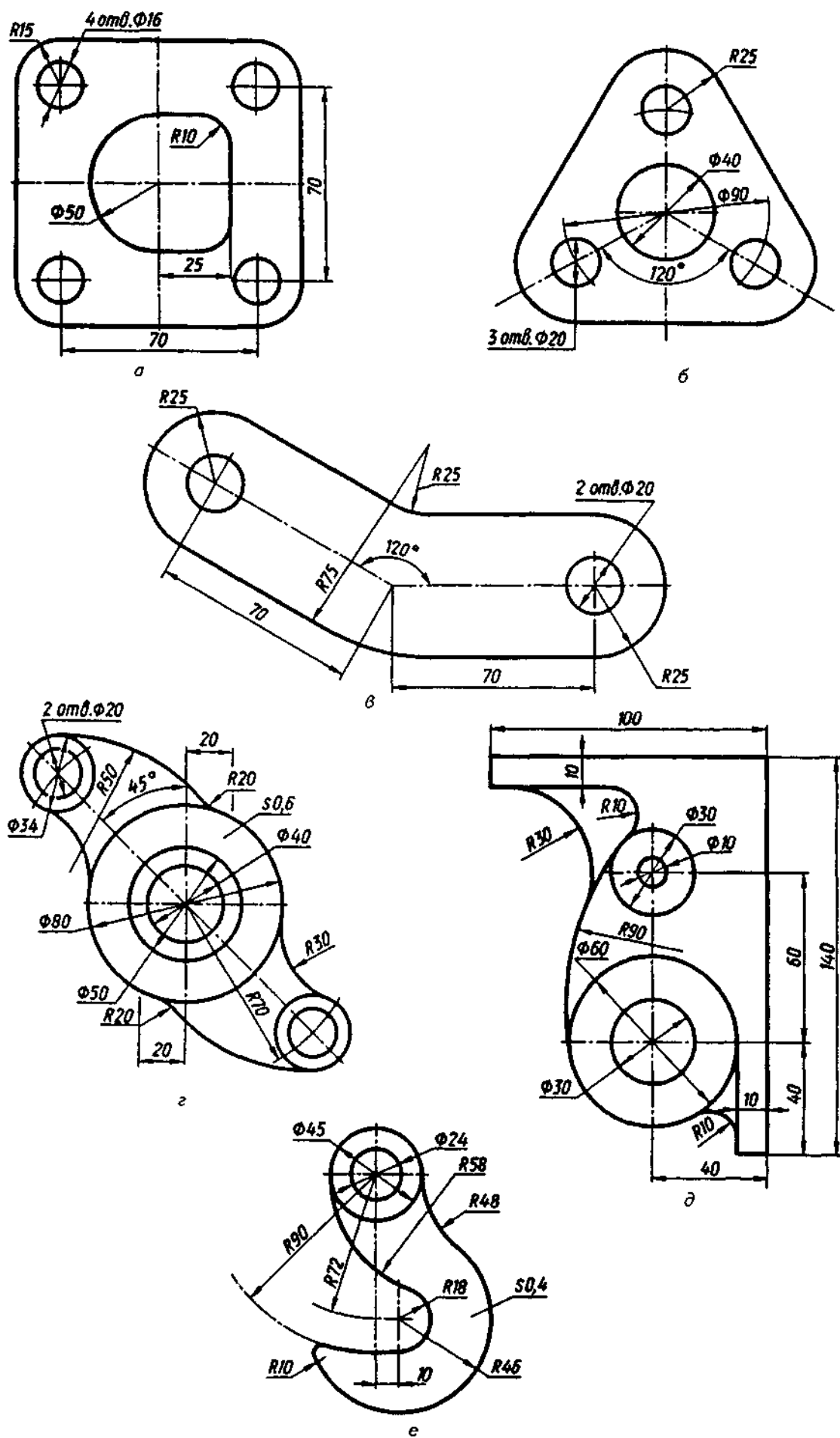


Рис. 5.7

На рис. 5.7 подано креслення деталей, у яких виконані описані вище спряження: на рис. 5.7,а — спряження сторін прямого кута; на рис. 5.7,б — спряження сторін гострого кута; на рис. 5.7,в — спряження сторін тупого кута; на рис. 5.7,г — зовнішнє спряження; на рис. 5.7, д — внутрішнє спряження; на рис. 5.7,е — змішане спряження.

### 5.3. Побудова коробових кривих

**Коробовими** називаються опуклі криві, утворені спряженням дуг кіл. До коробових кривих належать овали, овоїди, завитки тощо.

#### 5.3.1. Побудова овалу

**Овал** — це замкнена коробова крива, яка має дві осі симетрії.

Нижче подано декілька способів побудови овалу за заданою великою віссю  $AB$ .

Велику вісь овалу  $AB$  ділимо на чотири однакові частини (рис. 5.8). Центрами кінцевих дуг є точки  $O_1$  і  $O_2$ . Центри  $O_3$  і  $O_4$  одержимо в точках перетину допоміжних дуг, проведених з  $O_1$  та  $O_2$  радіусом  $R_1$ , який дорівнює  $O_1O_2$ , тобто  $AB/2$ . З центрів  $O_1$  і  $O_2$  проведемо дуги радіусом  $R_2 = O_1A = O_2B$  до перетину в точках  $D$ ,  $E$ ,  $F$  і  $C$  з прямими, проведеними через точки  $O_4$  і  $O_1$ ,  $O_3$  і  $O_1$ ,  $O_4$  і  $O_2$ ,  $O_3$  і  $O_2$ . Точки  $C$ ,  $D$ ,  $E$  і  $F$  є точками спряження. Дуги з центрів  $O_3$  і  $O_4$  опишемо радіусом  $R = O_4E = O_4F = O_3D = O_3C$ .

Поділом великої осі  $AB$  на чотири частини можна побудувати овал дещо іншим способом (рис. 5.9). Через центр овалу  $O$  проведемо малу вісь перпендикулярно до  $AB$  і з цього ж центра радіусом  $OO_1 = OA/2$  опишемо коло. Перетин його з малою віссю визначить центри  $O_3$  і  $O_4$ . З центрів  $O_1$  і  $O_2$  радіусом  $O_1A$  опишемо дуги між точками  $C$ ,  $D$  і  $E$ ,  $F$ , а з центрів  $O_3$  і  $O_4$  дугами

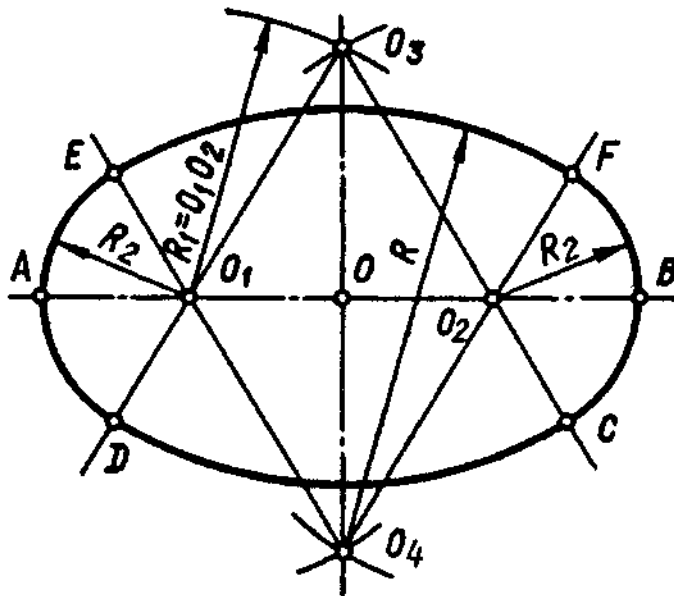


Рис. 5.8

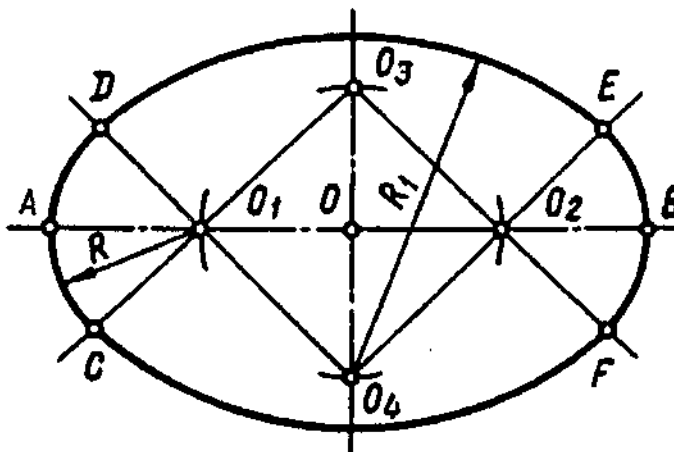


Рис. 5.9

радіусів  $O_4D$  замкнемо криву. Точки дотику  $C, D, E, F$  дуг лежатимуть на лінії центрів.

Побудову овалу за довільним співвідношенням між величинами великої і малої осей овалу показано на рис. 5.10. Вісь  $AB$  ділимо навпіл. З точки  $O$  по обидва боки осі  $AB$  довільно вибираємо точки  $O_1$  і  $O_2$  так, щоб  $OO_1 = OO_2$ . Через точку  $O$  проводимо малу вісь перпендикулярно до  $AB$  і на ній відкладаємо довільні, але однакові відрізки  $OO_3 = OO_4$ . З точки  $O_1$  радіусом  $AO_1 = R_1$  проводимо дугу до перетину з продовженням прямих  $O_3O_4$  і  $O_1O_3$  у точках  $D$  і  $C$ , як точках дотику дуг. Аналогічно знаходимо точки  $E$  і  $F$ . З точок  $O_3$  і  $O_4$ , як із центрів, радіусами  $O_3D = R_1$  та  $O_3C = R_1$  спряжемо побудовані дуги.

Ще один спосіб побудови овалу подано на рис. 5.11. Ділимо велику вісь  $AB$  на три однакові частини. Отримуємо центри  $O_1$  і  $O_2$ . Описавши з цих центрів кола радіусом  $O_1A$ , одержимо точки  $O_3$  і  $O_4$ . Центрами дуг спряження будуть точки  $O_1, O_2, O_3, O_4$ . Точки дотику  $C, D, E, F$  отримаємо, провівши прямі через центри спряження до перетину з опи-

саними колами. З центрів  $O_1$  і  $O_2$  проводимо дуги радіусом  $O_1A = R_1$  між точками  $C, D$  і  $E, F$ , а з центрів  $O_3$  і  $O_4$  дугами радіусом  $O_3F = O_4D$  замкнемо криву.

На рис. 5.12 показано побудову овалу за двома заданими осями  $AB$  і  $CD$ . Проведемо лінію, яка сполучить кінці осей  $A$  і  $C$ . З центра  $O$  радіусом  $OA$  проведемо дугу до перетину з малою віссю й одержимо точку  $A_1$ . З точки  $C$ , як із центра, радіусом  $A_1C$  проведемо дугу до перетину з прямою  $AC$  в точці  $A_2$ . Поділимо відрізок  $AA_2$  навпіл і через його середину поставимо перпендикуляр до перетину з великою і малою півосями у точках  $O_1$  і  $O_3$ , які будуть відповідно центрами дуг  $EF$  і  $FH$ . Центри  $O_2$  і  $O_4$  лежать симетрично на лініях великої і малої осей відносно центра овалу  $O$ .

Овал, що має одну вісь симетрії, називається **овоїдом**. На рис. 5.13 показано побудову овоїда за заданим радіусом  $R$ . З центра  $O$  опишемо коло радіусом  $R$ . На перетині кола з його взаємно перпендикулярними діаметрами — осями овоїда — матимемо точки

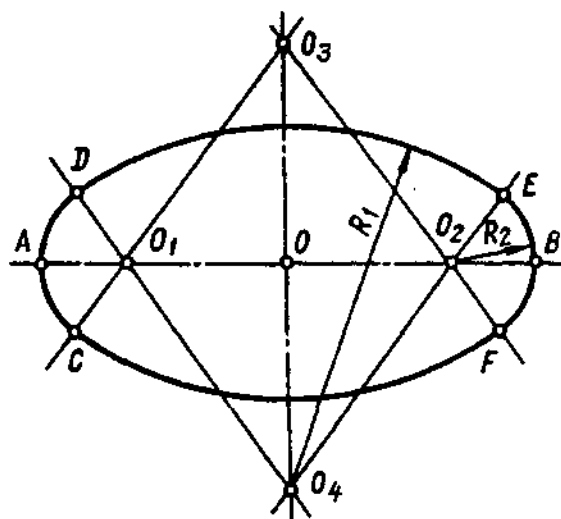


Рис. 5.10

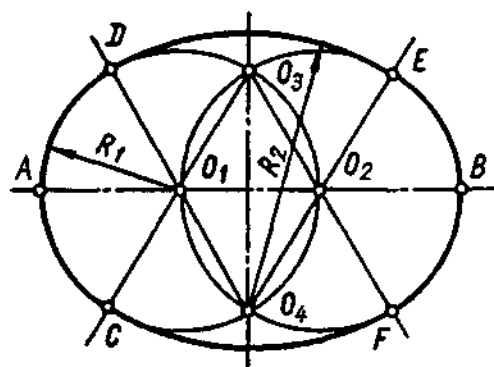


Рис. 5.11

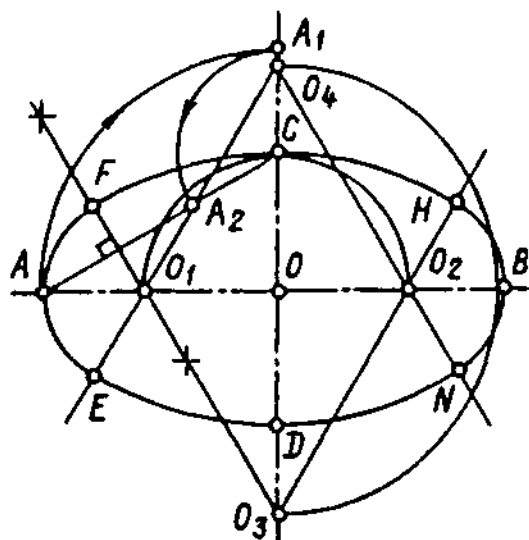


Рис. 5.12

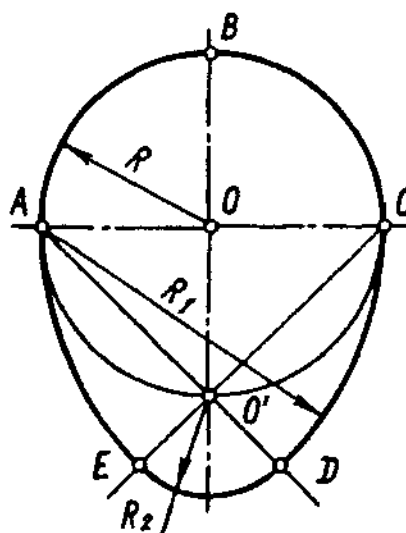


Рис. 5.13

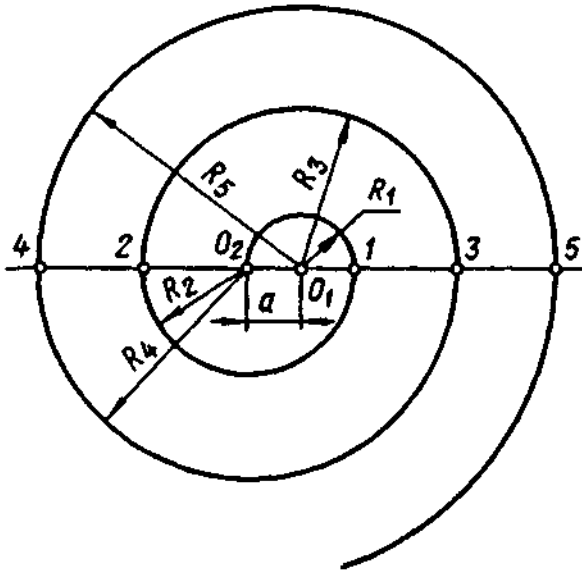


Рис. 5.14

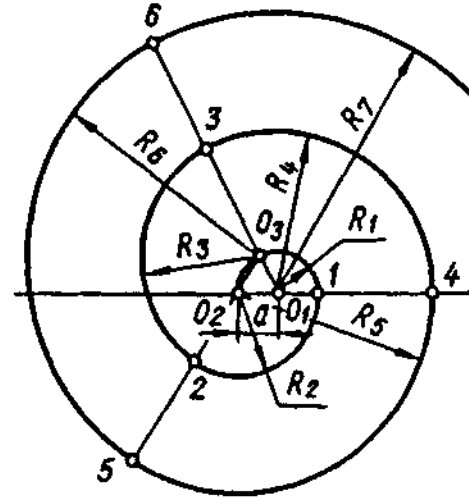


Рис. 5.15

$B, D, C, O'$ . Точки  $A$  і  $C$  сполучимо з точкою  $O'$ . З точки  $A$  радіусом  $R_1$  проведемо дугу до перетину з  $AO'$ , а з точки  $C$  — дугу до перетину з  $CO'$ . Радіусом  $R_2$  з точки  $O'$  опишемо дугу  $ED$ . Точками спряження дуг будуть  $A, C, D, E$ .

### 5.3.2. Побудова завитка

**Завиток** — плоска спіральна крива, яка викреслюється циркулем шляхом спряження дуг кіл.

Завитки бувають дво- (рис. 5.14), три- (рис. 5.15), чотири- та багатоцентрові, тобто побудова завитків виконується з двох, трьох, чотирьох і більше центрів.

На рис. 5.14 показано побудову завитка при двох центрах, розташованих на відстані  $a$ . З центра  $O_1$  радіусом  $R_1$ , який дорівнює відстані  $a$ , проведемо півколо. Із центра  $O_2$  радіусом  $R_2$ , який дорівнює  $O_21$ , опишемо наступне півколо. Далі побудову продовжуватимемо в тій же послідовності, збільшуючи радіуси дуг на розмір  $a$ . Точки спря-

ження завитка розміщуються на прямій, що сполучає центри дуг.

На рис. 5.15 зображено завиток, побудований при трьох центрах  $O_1, O_2$  і  $O_3$ , які є вершинами рівностороннього трикутника зі стороною  $a$ . Сторони трикутника продовжуємо. З центра  $O_1$  радіусом  $R_1 = a$  проводимо дугу  $O_31$ , потім з центра  $O_2$  радіусом  $R_2$ , який дорівнює  $2a$ , — дугу  $12$ . Далі у тій же послідовності проводимо ще декілька дуг.

### Запитання для самоперевірки

1. Що таке спряження і які його основні елементи?
2. Як побудувати спряження двох прямих, що перетинаються?
3. Як побудувати внутрішнє, зовнішнє і змішане спряження двох кіл?
4. Що таке коробова крива?
5. Як побудувати овал за двома осями?
6. Як побудувати три- та чотирицентрові завитки?

## 6. ЛЕКАЛЬНІ КРИВІ

**Лекальними** називаються криві, які креслять за допомогою лекал за попередньо знайденими точками. До лекальних кривих належать еліпс, парабола, гіпербола, синусоїда, циклоїда, епіциклоїда, гіпоциклоїда тощо.

### 6.1. Послідовність побудови лекальної кривої

Розглянемо побудову плоских лекальних кривих, тобто таких, у яких точки, за якими вони будуються, лежать в одній площині. Ці точки сполучають плавною лінією спочатку від руки олівцем, а потім обводять за допомогою лекал (рис. 6.1).

Щоб накреслити плавну лекальну криву, треба мати кілька лекал. Вибравши потрібне лекало, потрібно підігнати край частини лекала до якомога більшої кількості заданих точок кривої. На рис. 6.1 частина кривої між точками 1–6 обведена. Щоб обвести наступну частину кривої, слід прикласти край лекала, наприклад, до точок 5–10, при цьому лекало має дотикатись до частини уже обведеної кривої (між точками 5 і 6). Потім обводять криву між точками 6 і 9, залишаючи частину між точками 9 і 10 необведеною, що допоможе отримати між точками 9 і 12 плавну криву.

Нижче розглянемо способи побудови кривих, які найчастіше трапляються в техніці.

### 6.2. Криві другого порядку

Криві другого порядку утворюються внаслідок перетину прямого колового конуса площиною; в перерізах отримують еліпс, параболу або гіперболу.

**Еліпсом** називається замкнена плоска крива, що являє собою геометричне місце точок  $K$ , для яких сума відстаней  $R_1$  і  $R_2$  до двох заданих точок  $F_1$  і  $F_2$  (фокусів) є стала величина, що дорівнює великій осі еліпса, тобто  $R_1 + R_2 = AB$  (рис. 6.2). Еліпс має дві осі симетрії: велику  $AB=2a$  і малу  $CD=2b$ . Точки  $A, B, C, D$  — вершини еліпса. Відстань  $F_1F_2=2c$

називається **фокусною**. Точка  $O$  — центр еліпса.

Є кілька способів побудови еліпса. Розглянемо побудову еліпса за його великою  $AB$  і малою  $CD$  осями (рис. 6.3). З центра  $O$  еліпса проводять два концентричні кола, діаметри яких дорівнюють великій  $AB$  і малій  $CD$  осям еліпса. Велике коло ділять на певну кількість рівних частин, наприклад на 12, і точки поділу сполучають радіусами з центром  $O$ . Ці радіуси ділять мале коло на таку саму кількість рівних частин. З точок 1, 2, ... великого кола проводять вертикальні промені, паралельні малій осі еліпса, а з точок 1', 2', ... малого кола — горизонтальні промені, паралельні великій осі. Перетин променів, проведених з однаково позначених точок поділу, дасть точки еліпса. Ці точки послідовно сполучають плавною кривою.

**Гіперболою** називається незамкнена плоска крива, різниця відстаней будь-якої точки  $K$  від фокусів  $F_1$  і  $F_2$  якої — стала величина, що дорівнює відстані між вершинами гіперболи, тобто  $F_2K - F_1K = A_1A_2$  (рис. 6.4).

Гіпербола має дві осі симетрії — справжню  $A_1A_2$  та уявну  $B_1B_2$ . Точки  $A_1$  і  $A_2$  — вершини гіперболи, а — величина справжньої півосі,  $b$  — величина уявної півосі. Відстань  $F_1F_2$  називається **фокусною** ( $F_1F_2=2c$ ). Точка  $O$  — центр гіперболи. Прямі  $l_1$  і  $l_2$ , що проходять через центр гіперболи, називаються її **асимптотами**. Асимптоти необмежено наближаються до гілок гіперболи.

Розглянемо побудову гіперболи за фокусною відстанню  $F_1F_2=2c$  і відстанню між вершинами  $A_1A_2=2a$  (рис. 6.5). Проводять дві взаємно перпендикулярні прямі й відкладають від точки  $O$  відрізки  $OA_1=OA_2=a$ ;  $OF_1=OF_2=c$ . Радіусом  $OF_1$  з центра  $O$  будують півколо і з вершини  $A_1$  та  $A_2$  ставлять перпендикуляри  $A_1C_1$  і  $A_2C_2$  до справжньої осі гіперболи. Через центр  $O$  та знайдені точки  $C_1$  і  $C_2$  пройдуть асимптоти  $l_1$  і  $l_2$ . На осі гіперболи позначають кілька довільних точок 1, 2, 3, ..., відстань між якими з віддаленням від фокуса  $F_1$  збільшується. З фокусів  $F_1$  і  $F_2$ , як із центрів, роблять засічки радіусами, які дорівнюють відстаням від будь-якої з цих точок до вершин гіперболи

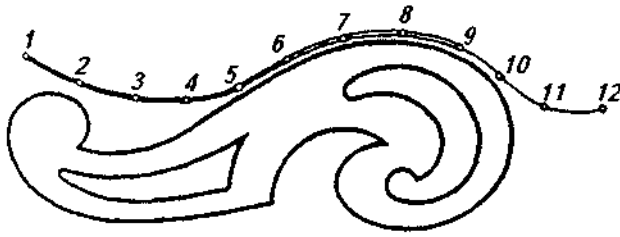


Рис. 6.1

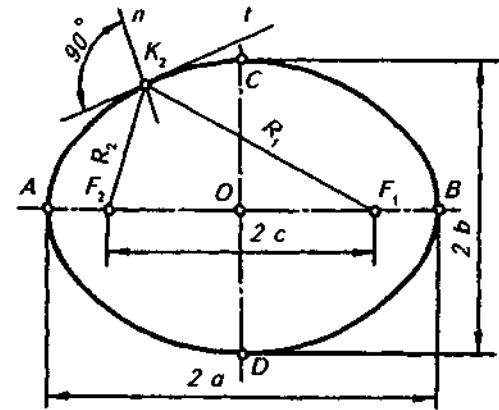


Рис. 6.2

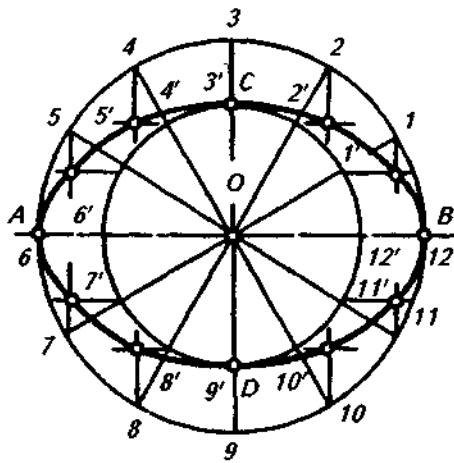


Рис. 6.3

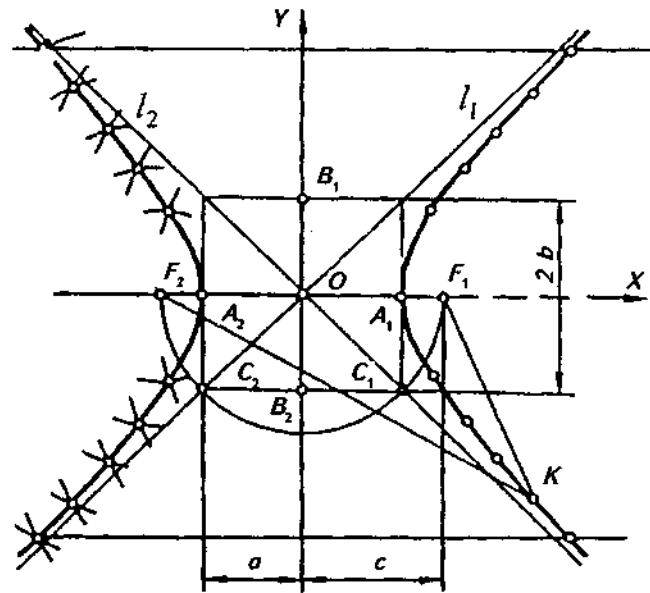


Рис. 6.4

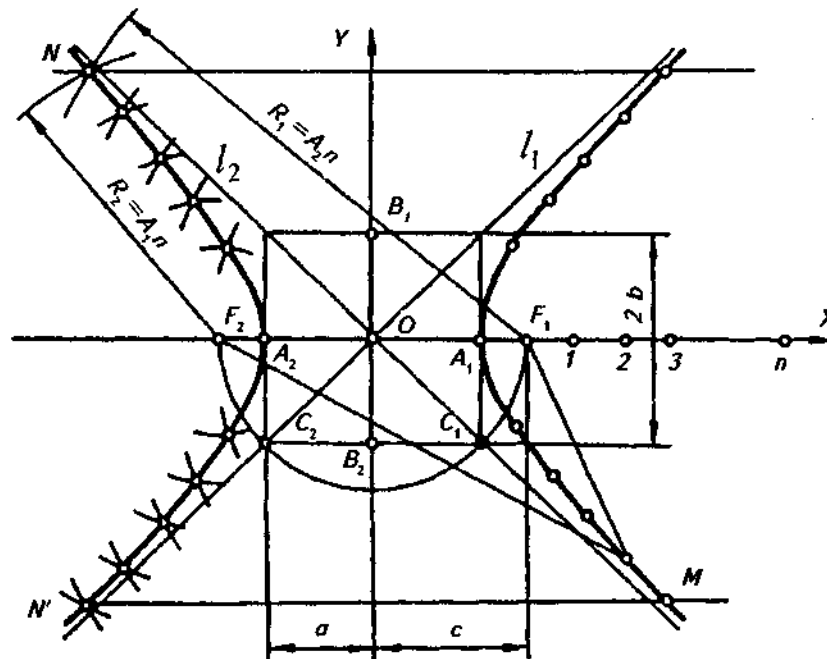


Рис. 6.5

$A_1$  і  $A_2$ . Наприклад, щоб знайти точку  $N$ , проводять дуги радіусом  $R_2 = A_1 n$  з фокуса  $F_2$ , а потім зустрічну дугу радіусом  $R_1 = A_2 n$  з фокуса  $F_1$ . Праву гілку гіперболи будують симетрично до уявної осі  $B_1 B_2$ .

У техніці часто застосовується рівнобічна гіпербола (рис. 6.6). Даними для її побудови є осі  $OX$  та  $OY$  і точка  $N$  гіперболи. Через точку  $N$  проводять прямі  $AB$  і  $CD$ , паралельні відповідно осям  $OY$  і  $OX$ . На прямій  $AB$  наносять низку довільних точок  $1, 2, 3, \dots$  і проводять через них прямі, паралельні осі  $OX$ . Через ці ж точки і точку  $O$  проводять низку променів до перетину з прямою  $CD$ . Зі зданих точок перетину  $K_1, K_2, \dots$  проводять прямі, паралельні осі  $OY$ . На перетині цих прямих з прямими, проведеними з точок  $1, 2, 3, \dots$  паралельно осі  $OX$ , отримують шукані точки гіперболи, які сполучають за допомогою лекала.

**Параболою** називається незамкнена плоска крива, кожна точка якої однаково віддалена від напрямної прямої (директриси)  $KL$  і від фокуса  $F$  (рис. 6.7).

Точка  $A$  — вершина параболи. Пряма  $BF$  — вісь параболи. Відстань від фокуса  $F$  до директриси  $KL$  називається фокальним параметром  $p$ . Вершина параболи міститься на відстані  $p/2$  від фокуса і директриси.

Розглянемо побудову параболи за параметром  $p$  (рис. 6.8). Проводять дві взаємно перпендикулярні прямі: директрису  $KL$  і вісь  $BC$ . На осі відкладають відрізок  $BF = p$  і знаходять фокус параболи  $F$ . На осі беруть точки  $1, 2, 3, \dots$  так, щоб відстань між ними поступово збільшувалась, і через ці точки проводять прямі, перпендикулярні до осі. З фокуса  $F$ , як із центра, радіусами, що дорівнюють відповідно відрізкам  $1B, 2B, 3B, \dots$ , роблять засічки на цих перпендику-

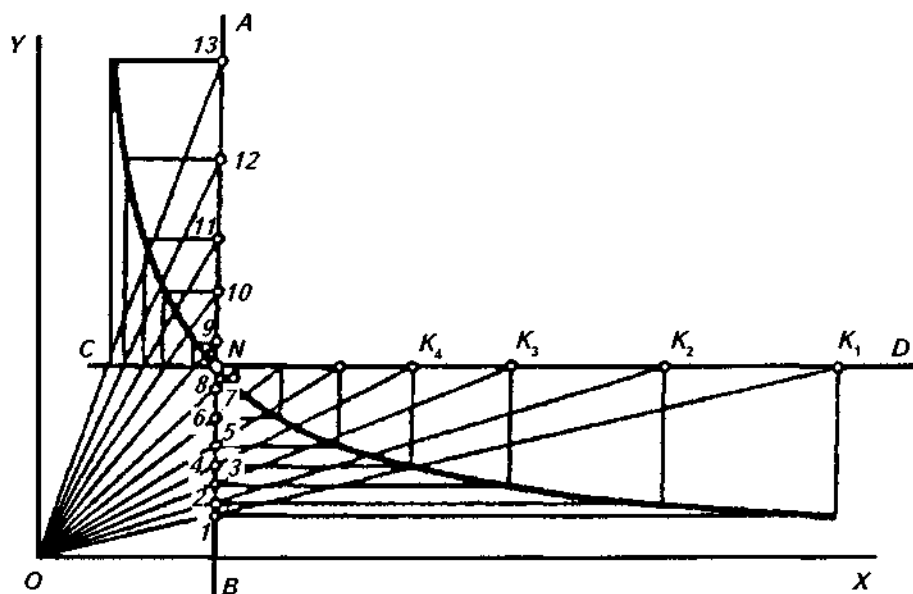


Рис. 6.6

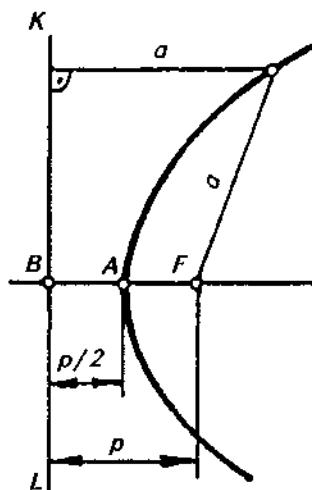


Рис. 6.7

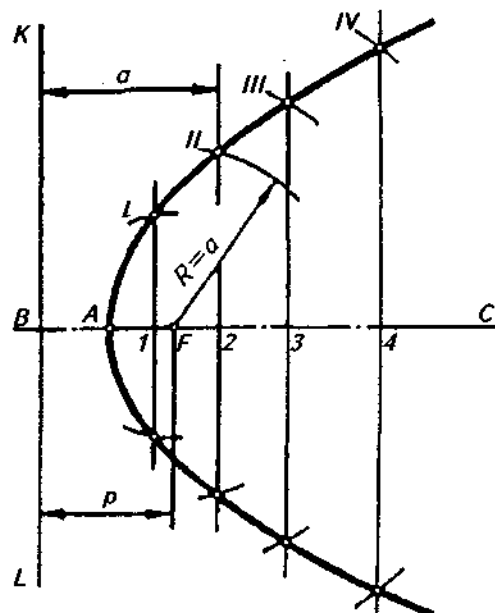


Рис. 6.8

лярах і отримують точки параболи. Наприклад, щоб отримати точку II, вимірюють відрізок  $2B=a$  й із фокуса  $F$  радіусом  $R=a$  роблять засічки на перпендикулярі, проведеному через точку 2. Знайдені точки I, II, III, ... сполучають за допомогою лекала.

Якщо задані вісь  $AO$  і вершина  $A$  параболи, а також точка  $C$ , що належить параболі (рис. 6.9), то будують прямокутник  $ABCO$ . Його сторони  $AB$  і  $BC$  ділять на однакову кількість рівних частин. Через точки поділу сторони  $AB$  паралельно осі параболи проводять прямі лінії, а точки поділу сторони  $BC$  сполучають з вершиною параболи. Відповідні точки сполучають за допомогою лекала.

### 6.3. Спиральні криві

До спиральних кривих належать спіраль Архімеда та евольвента.

**Спіраль Архімеда** — плоска крива, яку описує точка, що рівномірно рухається по радіусу кола, яке рівномірно обертається в площині навколо нерухомої точки.

Спіраль Архімеда застосовується у виготовленні деталей машин (кулачків, ексцентриків), кулачкових патронів токарних верстатів і т.ін.

Для побудови спіралі Архімеда задаються кроком  $S$  (рис. 6.10) — відстанню від центра  $O$

до точки VIII, тобто довжиною шляху, який проходить точка  $A$  по радіусу за один оберт цього радіуса.

З центра  $O$  проводять коло радіусом, який дорівнює кроку  $S$  спіралі, і ділять крок і коло на декілька однакових частин. Точки поділу нумерують. З центра  $O$  радіусами  $O1, O2$  і т.д. проводять дуги до перетину з відповідними радіусами. Наприклад, дуга радіуса  $O3$  перетинається з радіусом  $O3$ , в точці III. Отримані точки I, II, III, ..., які належать спіралі Архімеда, сполучають плавною кривою за допомогою лекала.

**Евольвентою** кола називається плоска крива, яка утворюється точкою прямої лінії, що котиться без ковзання по нерухомому колу заданого радіуса.

На нерухомий диск діаметром  $D$  намотаний шнурок довжиною  $\pi D$  (рис. 6.11, а). Один кінець шнурка закріплений в точці  $A$ , а другий кінець під час розмотування в напрямі стрілок (у напруженому положенні) опише траєкторію у вигляді евольвенти.

У машинобудуванні профілі зубів коліс і зубонарізний інструмент (фреза) виконані по евольвенті (рис. 6.11, б).

Евольвента кола (рис. 6.12) викреслюється за заданим колом, яке ділять на декілька рівних частин і нумерують їх. З кінцевої точки  $B(A)$  проводять дотичну до кола,

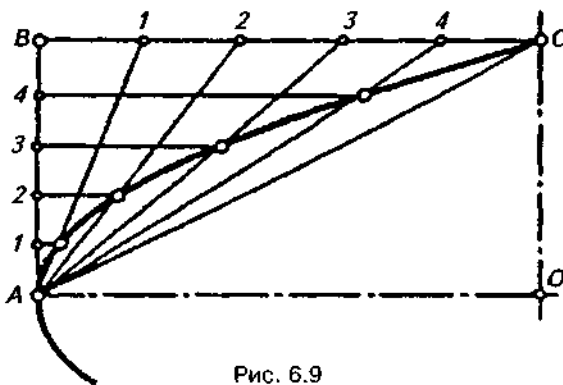


Рис. 6.9

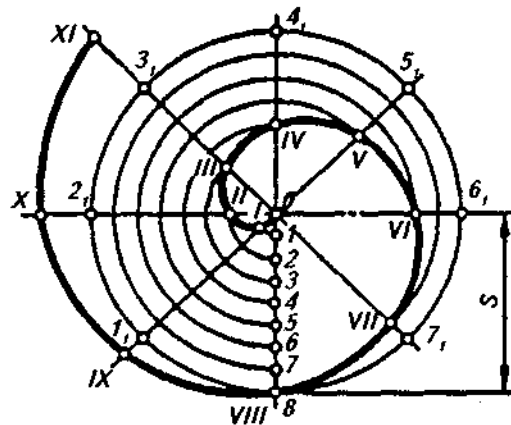


Рис. 6.10

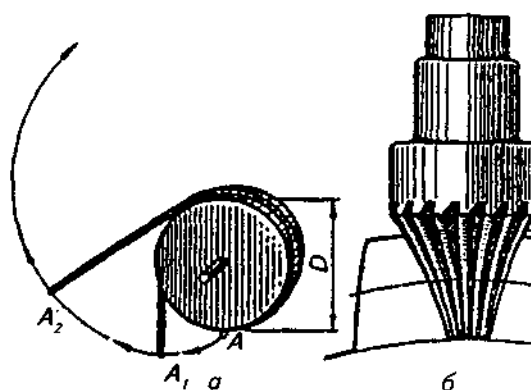


Рис. 6.11

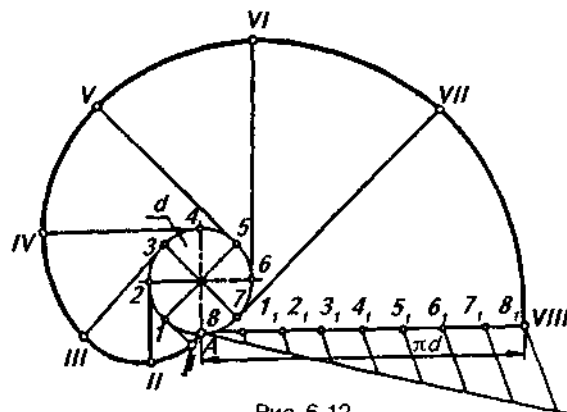


Рис. 6.12

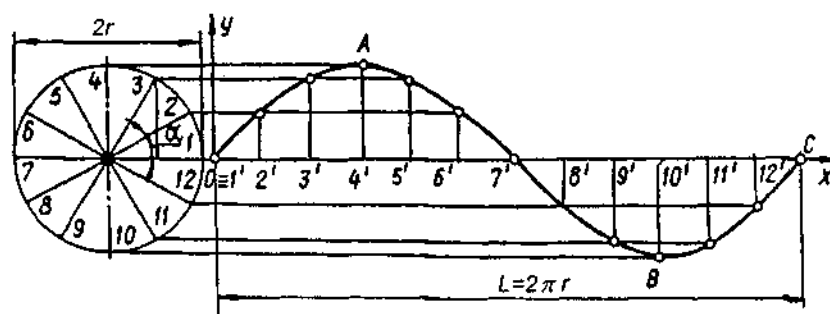


Рис. 6.13

відкладають на ній довжину кола  $\pi d$  і ділять її на таку ж кількість рівних частин і нумерують  $1, 2, 3, \dots$ . З точок поділу кола проводять дотичні, на яких послідовно відкладають відрізки прямих  $A_1, A_2, A_3, \dots$ . Отримані точки  $I, II, III, \dots$  сполучають за допомогою лекала плавною кривою.

До спіральних кривих можна віднести просторові криві гвинтової поверхні черв'яків, шнеків, гребних гвинтів, свердел та ін., які являють собою синусоїду.

**Синусоїда** — плоска крива, яка виражає закон зміни синуса залежно від зміни величини кута (рис. 6.13).

Величина  $r$  називається амплітудою синусоїди,  $L$  — довжиною хвилі, або періодом синусоїди. Довжина хвилі синусоїди  $L = 2\pi r$ .

Для побудови синусоїди проводять горизонтальну вісь і на ній відкладають задану довжину хвилі  $OC$  (рис. 6.13). Відрізок  $OC$  ділять на декілька рівних частин, наприклад на 12.

Ліворуч викреслюють коло, радіус якого дорівнює величині амплітуди, і ділять його також на 12 рівних частин. Точки поділу нумерують. З точок поділу відрізка  $OC$  ставлять перпендикуляри до осі синусоїди і на них проєкціюють у горизонтальному напрямі точки поділу кола. Отримані точки синусоїди сполучають за допомогою лекала.

Виконуючи креслення деталей або інструментів, поверхні яких окреслені по синусоїді (рис. 6.14), величину довжини хвилі  $OC$  переважно вибирають незалежно від розміру амплітуди  $r$ . Наприклад, при викреслюванні шнека (рис. 6.14,а) довжина хвилі  $L$  менша від розміру  $2\pi r$ . Така синусоїда називається *стиснутою*. При ви-

креслюванні свердла (рис. 6.14,б) довжина хвилі більша від розміру  $2\pi r$ . Така синусоїда називається *витягнутою*.

## 6.4. Циклічні криві

**Циклічні криві** являють собою плоскі криві, які описуються точками кіл, що котяться без ковзання. До циклічних кривих належать циклоїда, епіциклоїда та гіпоциклоїда.

**Циклоїдою** називається плоска крива (рис. 6.15), яку описує точка кола, яке котиться без ковзання по напрямній прямій.

Циклоїда застосовується при викреслюванні профілю зуба рейки.

Для побудови циклоїди (рис. 6.15) проводять твірне коло діаметром  $d$  і дотичну до нього в точці  $A$  — напрямну прямую, відкладаючи на ній відрізок  $AB$ , який дорівнює довжині кола  $\pi d$ . Коло ділять на довільну кількість рівних частин (наприклад, на 12) і з точок поділу його проводять прямі, паралельні напрямній. Прямую  $AB$  ділять на ту ж кількість рівних частин і проводять з точок поділу перпендикуляри до перетину з горизонтальною осьюовою лінією кола. Приймаючи точки перетину  $1', 2', 3', \dots$  за центри, описують з них дуги радіусом твірного кола до перетину з відповідними їм паралельними прямими. Отримані точки перетину сполучають за допомогою лекала плавною кривою лінією.

**Епіциклоїдою** називається плоска крива, яка описується точкою твірного (рухомого) кола, що котиться без ковзання ззовні по нерухомому напрямному колу.

Епіциклоїда застосовується при викреслюванні профілів зубів зубчастих коліс.

Для побудови епіциклоїди (рис. 6.16) за заданим діаметром твірного кола  $d$  і радіусом  $R$  напрямного кола визначають центральний кут  $\alpha = (d/R)180^\circ$ . Як і при побудові циклоїди, твірне коло і напрямна дуга  $AB$  поділяються на кілька однакових частин (наприклад, на 12). Через точки поділу на твірному колі з центра  $O$  проводять дуги, а через точки поділу на напрямній дузі з того ж центра проводять про-

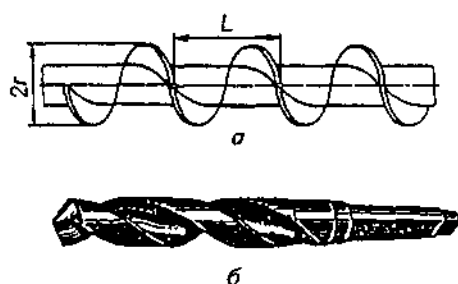


Рис. 6.14

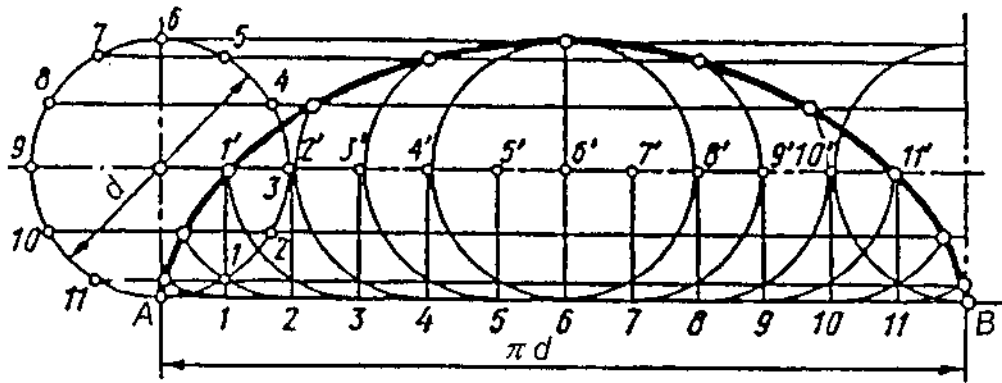


Рис. 6.15

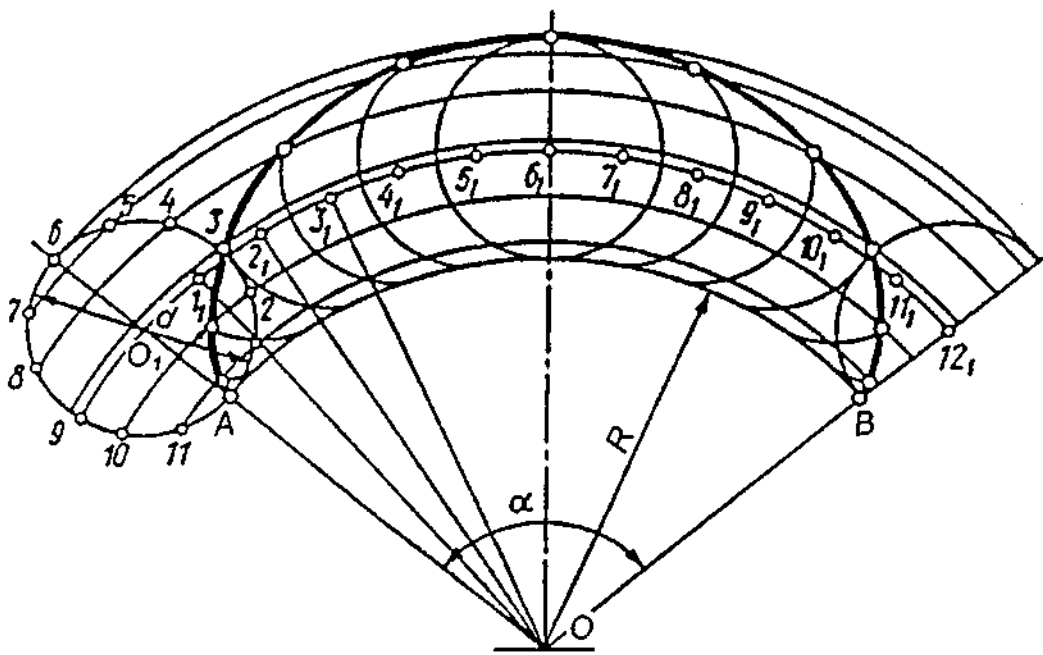


Рис. 6.16

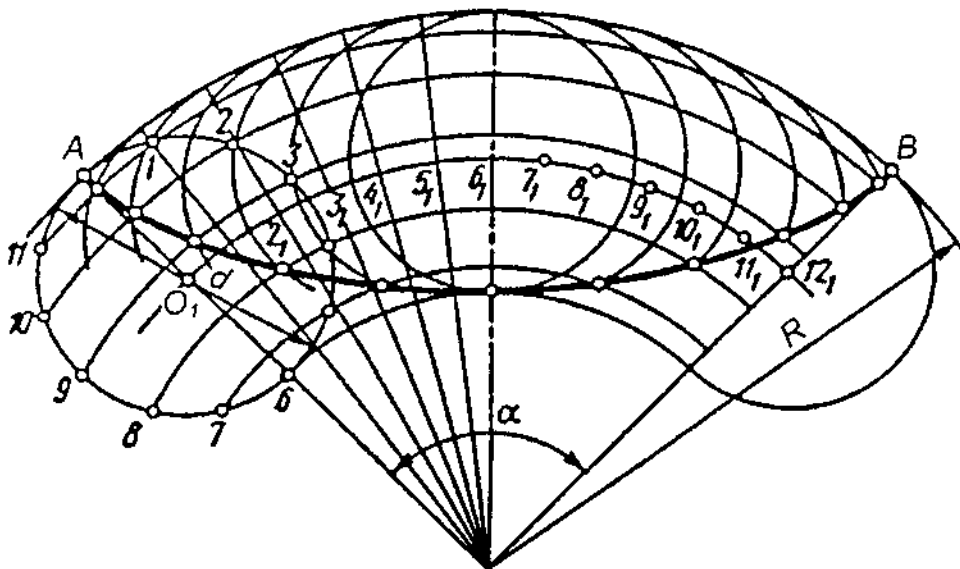


Рис. 6.17

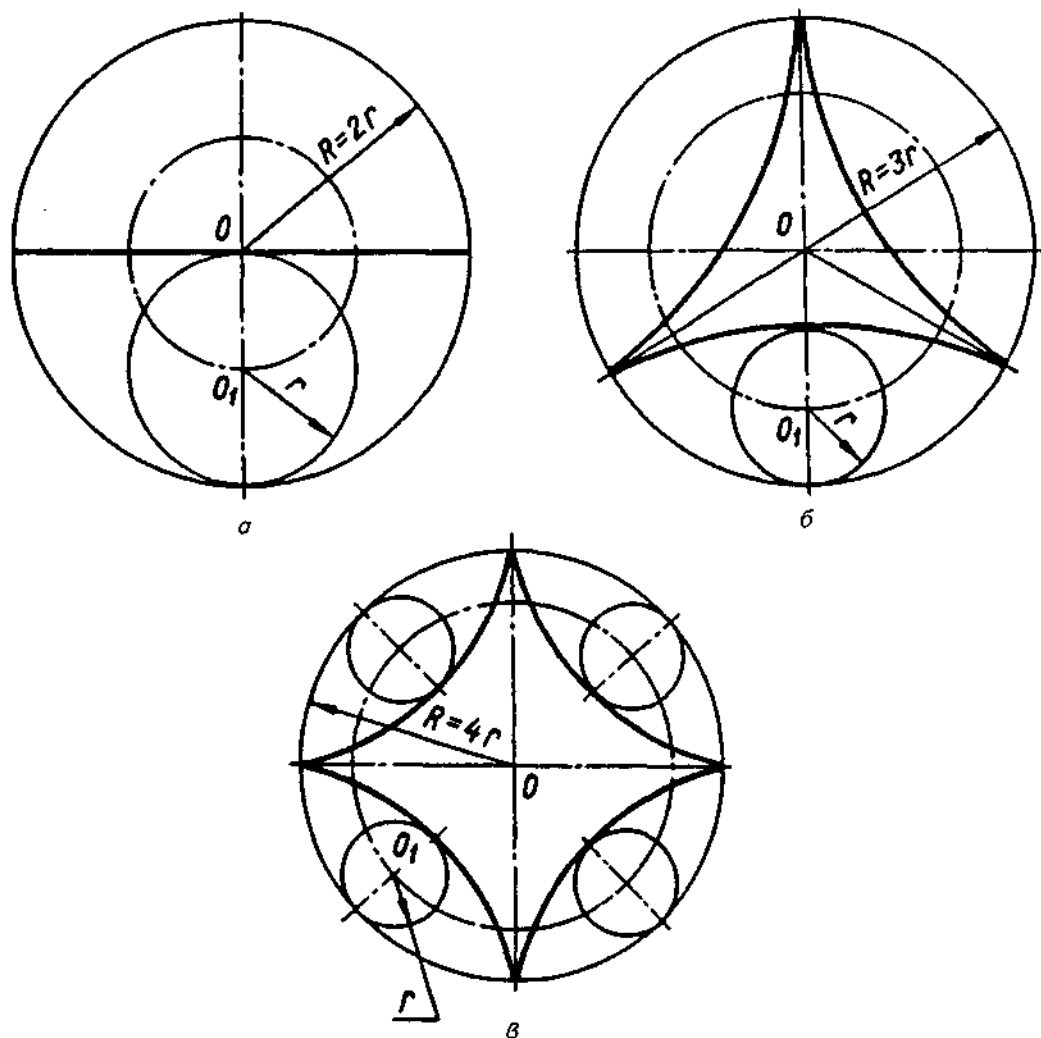


Рис. 6.18

мені, які перетинають центральну дугу в точках  $1, 2, 3, \dots$ . Взявши ці точки перетину за центри, описують з них дуги радіусом твірного кола до перетину їх з відповідними їм дугами, які проведені з центра  $O$ . Отримані на їх перетині точки сполучають за допомогою лекала плавною кривою.

**Гіпоциклоїдою** називається плоска крива, яка описується точкою твірного (рухомого) кола, що котиться без ковзання зсередини нерухомого напрямного кола.

Побудова гіпоциклоїди (рис. 6.17) аналогічна побудові епіциклоїди (див. рис. 6.16). У цьому випадку твірне коло має внутрішній дотик з нерухомим напрямним колом.

Циклоїди, епіциклоїди та гіпоциклоїди можуть бути вкорочені або подовжені. Вкорочені або подовжені гіпоциклоїди називаються **гіпотрохоїдами**.

На рис. 6.18,а зображено гіпоциклоїду, яка утворюється при співвідношенні радіусів напрямного і твірного кіл  $R=2r$  і являє собою пряму лінію. На рис. 6.18,б гіпоциклоїда має три відгалуження; вона побудована при відношенні  $R=3r$ . Гіпоциклоїда, від-

ношення якої  $R=4r$ , називається **астроїдою** (рис. 6.18,в).

**Перициклоїда** — це гіпоциклоїда, у якої  $r > R$  (рис. 6.19).

**Кардіоїдою** називається епіциклоїда, діаметри твірного і напрямного кіл якої однакові. На рис. 6.20 показано побудову кардіоїди за заданими діаметрами  $d$  напрямного і твірного кіл. Поділимо напрямне коло на довільну кількість частин (наприклад, на 12). Із точок поділу  $1, 2, \dots, 12$  проведемо лінії через початкову точку дотику 7 напрямного і твірного кіл. На цих лініях від точок  $1, 2, \dots, 12$  відкладемо відрізок  $d$ , який дорівнює діаметру обох кіл. Точки  $1', 2', \dots, 12'$  належать кардіоїді. Сполучимо їх за допомогою лекала.

Серед інших лекальних кривих розглянемо побудову конхоїди, строфоїди, цисоїди і лемніскати.

Конхоїда утворюється при збільшенні чи зменшенні кожного радіуса-вектора заданої кривої на одну й ту ж величину.

Власне **конхоїдою** називається конхоїда прямої лінії (конхоїда Нікомеда) (рис. 6.21), яка являє собою геометричне місце точок  $A$ ,

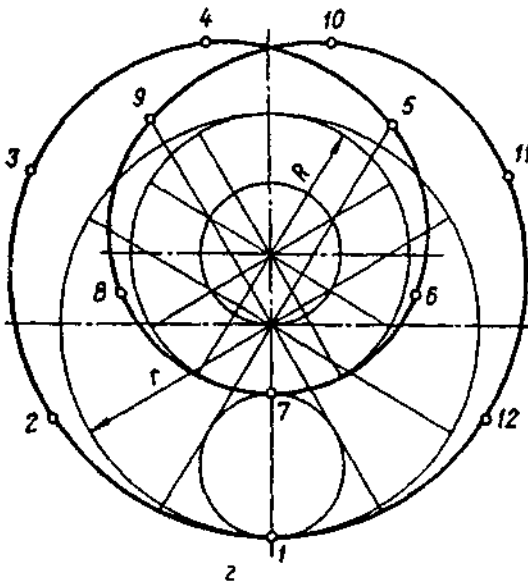


Рис. 6.19

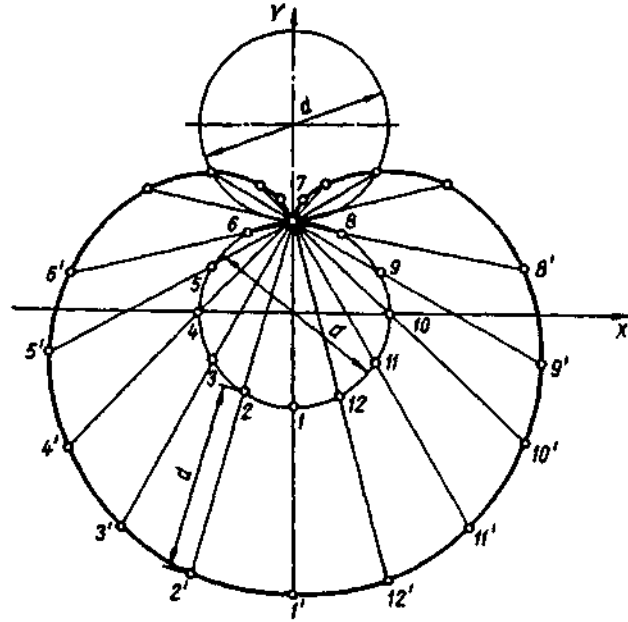


Рис. 6.20

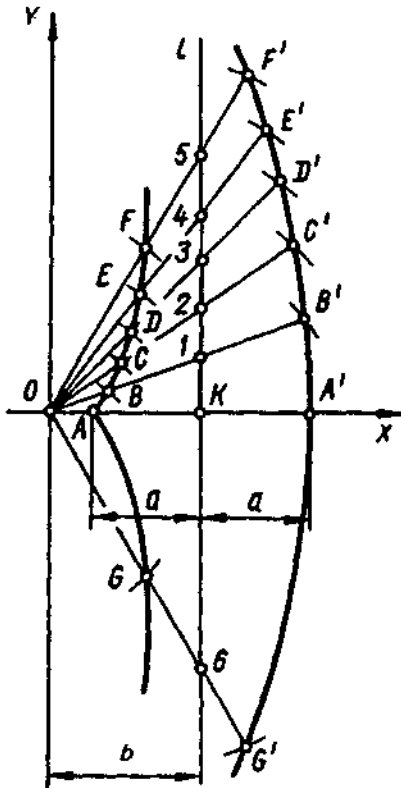


Рис. 6.21

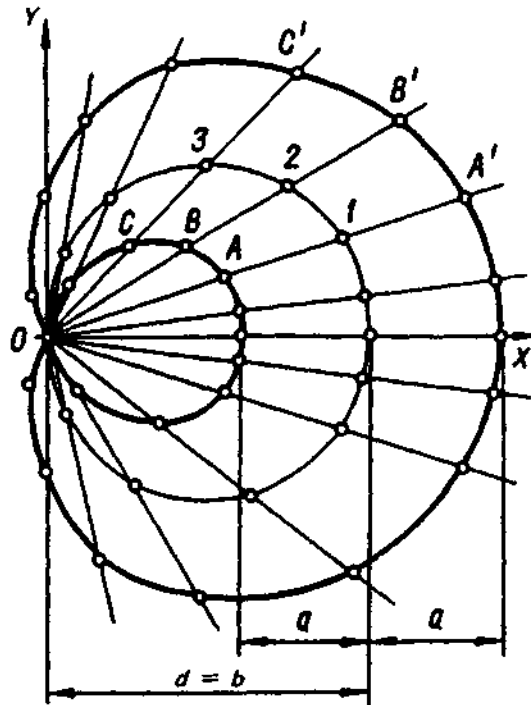


Рис. 6.22

$A', B, B', C, C', \dots$  на пучку променів, проведених з точки  $O$  до прямої  $l$ , розташованої від точки  $O$  на відстані  $b$ , якщо на цих променях по обидва боки лінії  $l$  відкласти відрізки сталої довжини  $a$ . Побудова конхкоїди прямої лінії за заданими відстанями  $b$  і  $a$  при  $b > a$  показана на рис. 6.21. Через точку  $O$  проведемо осі  $OX$  і  $OY$ . Від точки  $O$  по осі  $OX$  відкладемо заданий відрізок  $b$  і через точку  $K$  проведемо лінію  $l$  паралельно осі  $OY$ . З точки  $O$  проведемо пучок променів, знахо-

дячи при цьому на лінії  $l$  точки  $1, 2, 3, \dots$  З цих точок радіусом  $a$  засічемо проведені промені дугами. Наприклад, щоб одержати точки  $G$  і  $G'$ , які належать конхкоїді, поставимо вістря циркуля в точку  $6$  і на промені  $OB$  зробимо засічки радіусом  $6G = 6G' = a$ .

Побудова конхкоїди кола (завитка Паскаля) за заданими відстанями  $b$  і  $a$  при  $b > a$  показана на рис. 6.22. Залежно від співвідношення між діаметром кола і параметром  $a$  конхкоїда кола має різну форму. Конхкоїду

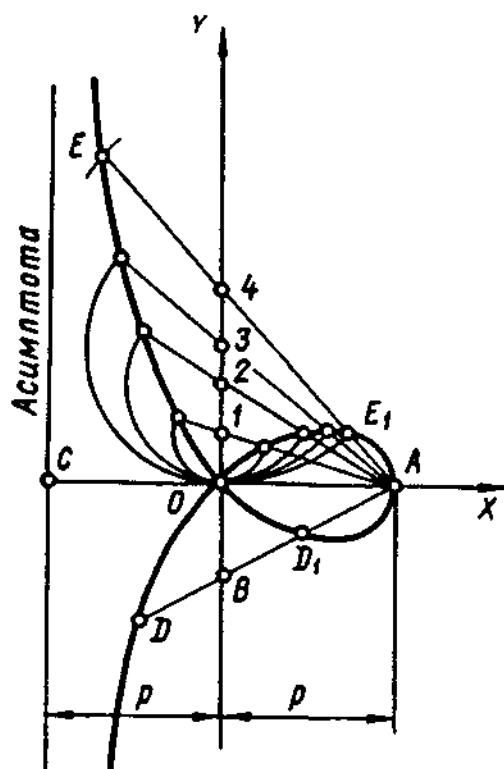


Рис. 6.23

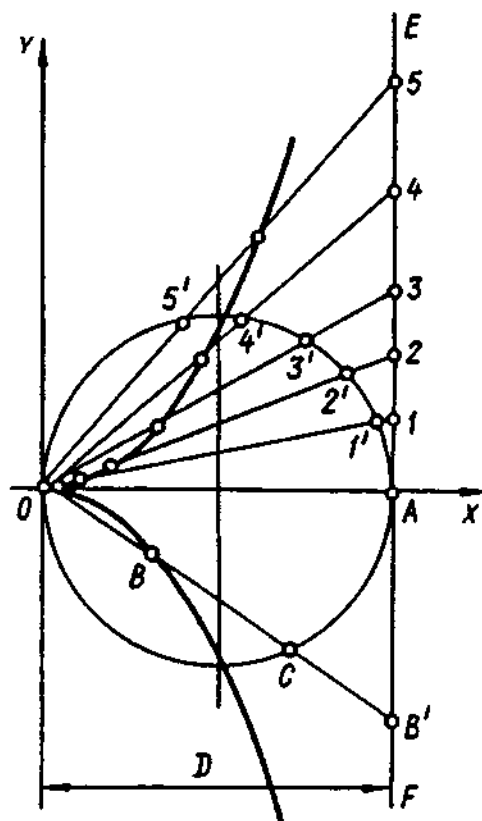


Рис. 6.24

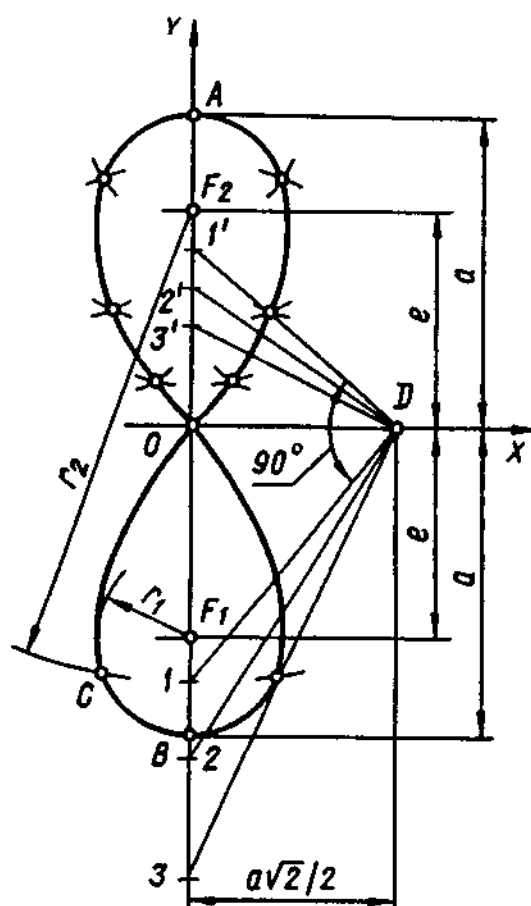


Рис. 6.25

кола будуюмо в такій послідовності. На осі  $OX$  відкладемо відрізок  $b$  і на ньому, як на діаметрі, опишемо коло. З точки  $O$ , як із полюса, проведемо низку променів, які перетнуть описане коло. На промені  $O1$  по обидва боки точки  $1$  відкладемо відрізки, що дорівнюють  $a$ . Одержимо точки  $A$  і  $A'$ . Аналогічно знайдемо точки  $B$  і  $B'$ ,  $C$  і  $C'$  і т.д. Сполучивши ці точки плавною кривою, одержимо конхоїду кола. При  $a=b$  завиток Паскаля перетворюється на кардіоїду.

**Строфоїда** — це множина точок, для кожної з яких справедлива рівність, подібна до рівності для точок  $D$  і  $D_1$  і при  $DB=BD_1=OB$ .

Строфоїду будуюмо в такому порядку (рис. 6.23). Від початку координат (точка  $O$ ) на осі  $OX$  відкладемо ліворуч і праворуч відрізок  $p$  заданого розміру. В точці  $A$  одержимо вершину строфоїди, а через точку  $C$  паралельно осі  $OY$  проведемо її асимптоту. На осі  $OY$  від точки  $O$  в обидва боки відкладемо відрізки довільного розміру й помітимо точки  $1, 2, 3, \dots$ . З вершини  $A$  через точки  $1, 2, 3, \dots$  проведемо промені й на них циркулем зробимо засічки радіусами, що дорівнюють ординатам точок  $1, 2, 3, \dots$ . Наприклад, для побудови точок  $E$  і  $E_1$  строфоїди треба на промені  $AA_4$  зробити засічки радіусом, що дорівнює відстані від точки  $4$  до початку координат — точки  $O$ .

**Цисоїда** — це крива, що описується рівнянням  $r = a \cdot \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi$ , де  $r$  — полярний радіус;  $a$  — стала для даної кривої;  $\varphi$  — полярний кут.

Щоб побудувати цисоїду (рис. 6.24), опишемо коло заданого діаметра  $D$  і, взявши один з його діаметрів за вісь  $X$ , проведемо через точку  $O$  вісь  $Y$ , а через точку  $A$  — лінію  $EF$ , паралельну осі  $Y$ . З початку координат — точки  $O$  проведемо промені до перетину їх з лінією  $EF$  у точках 1, 2, 3, ... На кожному промені відкладемо від початку координат відрізки, що дорівнюють відповідним відрізкам  $1'1$ ,  $2'2$ ,  $3'3$ , ... виміряним на променях за межами кола. Наприклад, для побудови будь-якої точки  $B$ , що належить цисоїді, треба відкласти від початку координат відрізок  $OB=CB'$ .

**Лемніската** — крива, що являє собою множину точок, для яких (наприклад, для точки  $C$ ) добуток відстаней  $r_1$  і  $r_2$  до двох нерухомих точок  $F_1$  і  $F_2$  (фокусів лемніскати) має стале значення  $e^2$ , якщо при цьому  $F_1F_2 = 2e = a\sqrt{2}$  і  $OA = OB = a$ .

Для побудови лемніскати (рис. 6.25) накреслимо осі  $X$  і  $Y$ . Відкладемо відрізки  $OA = OB = a = e\sqrt{2}$  і  $OF_1 = OF_2 = OD = \frac{a\sqrt{2}}{2}$ . Намітимо довільні точки 1, 2, 3, ... на відстані від початку координат, що не перевищує

$2a$ , і сполучимо їх з точкою  $D$ . Поставимо перпендикуляри  $D1' \perp D1$ ;  $D2' \perp D2$ ;  $D3' \perp D3$ , ... й одержимо прямокутні трикутники  $1D1'$ ;  $2D2'$ ;  $3D3'$ , ..., у яких  $1OxO1' = 2Ox2O' = OF_1^2 = e^2$ .

Для визначення точки  $C$  зробимо засічки: з фокуса  $F_1$  — радіусом  $O3'$ , з фокуса  $F_2$  — радіусом  $O3$ . Аналогічно знайдемо й інші точки лемніскати. Крива розміститься симетрично відносно осей  $X$  і  $Y$ .

### Запитання для самоперевірки

1. Яка крива називається еліпсом?
2. Як побудувати еліпс за двома його осями?
3. Яка крива називається гіперболою?
4. Як побудувати гіперболу за фокусною відстанню і відстанню між вершинами?
5. Яка крива називається параболою?
6. Як побудувати параболу за її параметром?
7. Які криві належать до спіральних?
8. Як побудувати спіраль Архімеда?
9. Що таке евольвента і як її побудувати?
10. Які криві належать до циклічних?
11. Яка різниця між епіциклоїдою та гіпоциклоїдою?
12. Що таке синусоїда? Як її побудувати?
13. Які криві називаються гіпотрохоїдами?
14. Як побудувати строфоїду?
15. Як побудувати конхоїду кола?

## 7. МЕТОД ПРОЕКЦІЮВАННЯ. ПРОЕКЦІЮВАННЯ ТОЧКИ, ПРЯМОЇ, ПЛОЩИНИ

### 7.1. Метод проекціювання

Будь-яку плоску чи просторову фігуру можна розглядати як сукупність точок, ліній та поверхонь. Така фігура називається *оригіналом*. Властивості оригіналу можна вивчити за певними правилами, тобто якщо є однозначна відповідність між геометричними властивостями оригіналу та його рисунка. Для побудови зображень оригіналу користуються методом проекцій.

На рис. 7.1 показано приклад побудови зображення точки — найпростішого елементу будь-якої геометричної форми. Це є не що інше, як просторова модель методу проекцій, де точка  $A$  — оригінал, пряма  $t$  — проекційна пряма (промінь), площина  $\Pi$  ( $\pi$ ) — площина проекцій, точка  $A_n$  — зображення точки  $A$  на площині  $\Pi$ , тобто проекція точки  $A$ .

Побудова точки  $A$  за методом проекцій полягає в тому, що через точку  $A$  проводимо пряму  $t$  в заданому напрямку до перетину проекційної прямої з площиною  $\Pi$ . Проекція  $A_n$  точки  $A$  отримується на перетині проекційної прямої з площиною проекцій.

Залежно від способу проведення проекційних променів розрізняють *центральне* і *паралельне* проекціювання. Відповідно проекції поділяються на *центральні* (конічні, полярні) та *паралельні* (циліндричні).

При центральному проекціюванні задаються центром або полюсом проекціювання  $S$  (рис. 7.2), з якого виходять проекційні промені через точки  $A, B, C$  до перетину їх з площиною проекцій  $\Pi$ .

Сполучаючи точки  $A_n, B_n, C_n$ , отримують центральну проекцію оригіналу. Центральні проекції застосовуються в архітектурно-будівельній справі, малюванні тощо.

У кресленні найчастіше використовують метод паралельного проекціювання, який полягає в тому, що замість центра проекціювання задаються напрямком проекціювання  $\vec{s}$  на площину проекцій  $\Pi$  (рис. 7.3). Тоді проекційні промені паралельні напрямку проекціювання  $\vec{s}$ . Сполучаючи точки  $A_n, B_n, C_n$ , отримують паралельну проекцію оригіналу. Можна вважати, що паралельне проекціювання є частковим випадком центрального проекціювання, коли центр проекціювання  $S$  розташований у нескінченності.

Паралельні проекції своєю чергою поділяються на *прямокутні* та *косокутні*.

Якщо проекційні промені перпендикулярні до площини проекцій, то такий спосіб проекціювання називається *прямокутним*, а проекції — *прямокутними*. Усі інші проекції — *косокутні*.

При побудові креслень використовується прямокутне проекціювання на одну, дві або три взаємно перпендикулярні площини.

Одна прямокутна проекція точки не визначає її положення в просторі.

Сукупністю двох прямокутних проекцій (горизонтальної  $A_1$  і фронтальної  $A_2$ ) на дві взаємно перпендикулярні площини проекцій (горизонтальну площину проекцій  $\Pi_1$  і фронтальну площину проекцій  $\Pi_2$ ) можна визначити положення у просторі точки  $A$  (рис. 7.4).

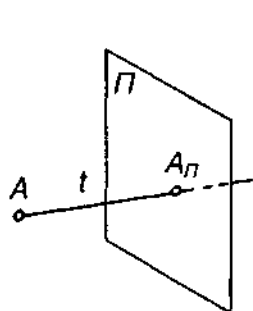


Рис. 7.1

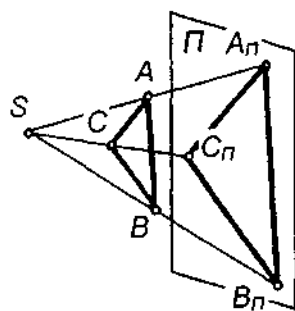


Рис. 7.2

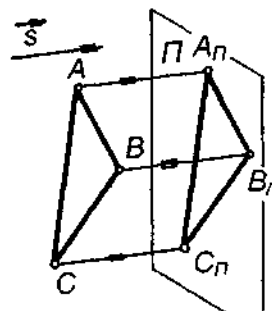


Рис. 7.3

## 7.2. Проекціювання точки на три площини проекцій

Для з'ясування форми та розмірів складної фігури інколи двох проекцій недостатньо. Тому виконується проектування на три взаємно перпендикулярні площини проекцій, причому вважають, що проекційні промені йдуть із нескінченності й напрямлені перпендикулярно до трьох площин проекцій.

Три взаємно перпендикулярні площини проекцій: горизонтальна  $\Pi_1$ , фронтальна  $\Pi_2$  та профільна  $\Pi_3$  — утворюють прямий тригранний кут (рис. 7.5,а), ребрами якого є осі проекцій ( $OX$  — лінія перетину площин  $\Pi_1$  і  $\Pi_2$ ,  $OY$  — лінія перетину площин  $\Pi_1$  і  $\Pi_3$ ,  $OZ$  — лінія перетину площин  $\Pi_2$  і  $\Pi_3$ ). Для отримання прямокутних проекцій точки  $A$  її проектують на площини  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$  й отримують проекції точки  $A$ : горизонтальну —  $A_1$ , фронтальну —  $A_2$ , профільну —  $A_3$ .

## 7.3. Комплексне креслення

Розглянемо, як перейти від просторового зображення точки та її проекцій до комплексного креслення.

Залишаючи фронтальну площину проекцій  $\Pi_2$  нерухомою, обертають горизонтальну площину проекцій  $\Pi_1$  навколо осі  $OX$  униз на  $90^\circ$ , а

профільну  $\Pi_3$  — навколо осі  $OZ$  вправо на  $90^\circ$  до їх суміщення з фронтальною площиною проекцій. При цьому вісь  $OY$  неначе розщеплюється, тобто одна її частина ( $OY_1$ ) належить  $\Pi_1$ , а друга ( $OY_3$ ) —  $\Pi_3$ .

Утворене плоске креслення з осями проекцій  $OX$ ,  $OY_1$ ,  $OY_3$ ,  $OZ$  та побудованими проекціями  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  точки  $A$  називається комплексним кресленням точки  $A$  (рис. 7.5,б).

Пряма, що сполучає дві проекції точки на комплексному кресленні, називається лінією проекційного зв'язку. Причому горизонтальна  $A_1$  і фронтальна  $A_2$  проекції точки розміщуються на вертикальній лінії зв'язку, фронтальна  $A_2$  і профільна  $A_3$  — на горизонтальній лінії зв'язку, горизонтальна  $A_1$  і профільна  $A_3$  — на лінії зв'язку, що перетинаються на бісектрисі кута  $Y_1 O Y_3$ , яка називається постійною прямою креслення  $K$  (див. рис. 7.5,б).

## 7.4. Побудова третьої проекції точки за двома відомими її проекціями

У кресленні часто виникає потреба будувати третю проекцію деталі за двома відомими. Для цього треба вміти будувати третю проекцію точки за двома відомими. Для такої побудови існує три способи:

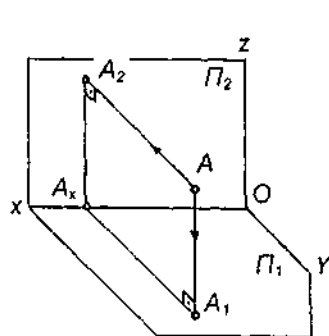
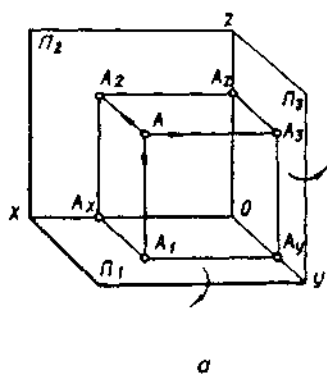
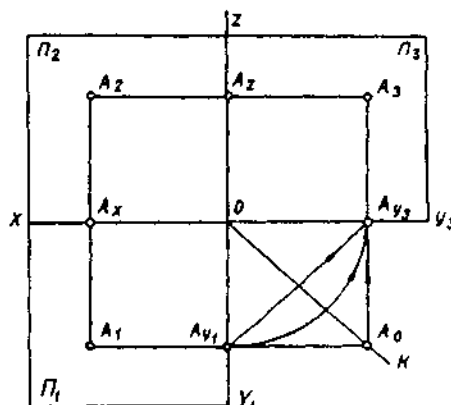


Рис. 7.4

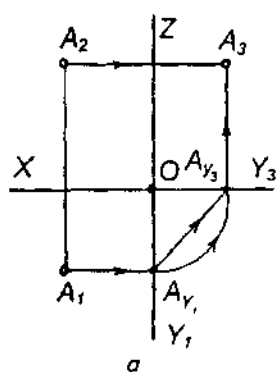


а

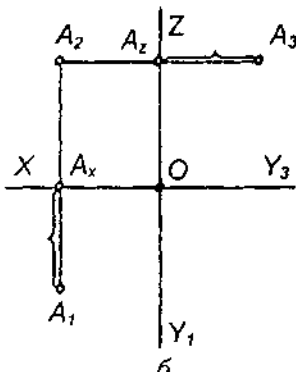


б

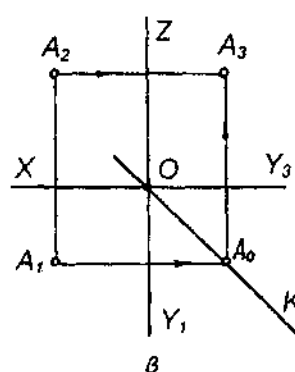
Рис. 7.5



а



б



в

Рис. 7.6

**Проекційний спосіб** (рис. 7.6,а). З фронтальної проекції  $A_2$  проводять горизонтальну лінію проекційного зв'язку. З горизонтальної проекції  $A_1$  опускають перпендикуляр на вісь  $OY_1$ , отримують точку  $A_{Y_1}$  і за допомогою циркуля знаходять на осі  $OY_3$  положення точки  $A_{Y_3}$ . Точку  $A_{Y_3}$  можна знайти і за допомогою рівнобедреного прямокутного трикутника  $A_{Y_1}OA_{Y_3}$ . З цієї точки проводять вертикальну лінію зв'язку до перетину з горизонтальною лінією, проведеною з  $A_2$ .  $A_3$  — профільна проекція точки.

**Координатний спосіб** (рис. 7.6,б). З фронтальної проекції  $A_2$  проводять горизонтальну лінію зв'язку. Вимірюють відстань від  $A_1$  до осі  $OX$  і відкладають цей відрізок на лінії зв'язку праворуч від точки  $A_2$ . Отримують профільну проекцію  $A_3$ .

**Спосіб з використанням постійної прямої креслення** (рис. 7.6,в). З фронтальної проекції  $A_2$  проводять горизонтальну лінію зв'язку. З горизонтальної проекції  $A_1$  проводять горизонтальну лінію зв'язку до перетину в точці  $A_0$  з постійною прямою  $K$ , тобто з бісектрисою кута  $Y_1OY_3$ . Проводять з  $A_0$  вертикальну пряму до перетину з горизонтальною лінією, проведеною з точки  $A_2$ . Отримують профільну проекцію  $A_3$ .

Комплексне креслення (рис. 7.7,б) дає змогу зробити висновок про розташування прямої в просторі. Дивлячись на фронтальну проекцію  $A_2B_2$ , бачимо, що точка  $B_2$  розташована вище, ніж точка  $A_2$ ; це означає, що точка  $B$  у просторі розташована вище ніж точка  $A$ . Точка  $A$  в просторі розташована далі від фронтальної площини проєкцій  $\Pi_2$ , ніж точка  $B$ . Це бачимо з проєкції  $A_1B_1$ : точка  $B_1$  розташована ближче до осі  $OX$ , ніж точка  $A_1$ . З комплексного креслення робимо висновок, що точка  $A$  у просторі розташована далі від  $\Pi_3$ , ніж точка  $B$ .

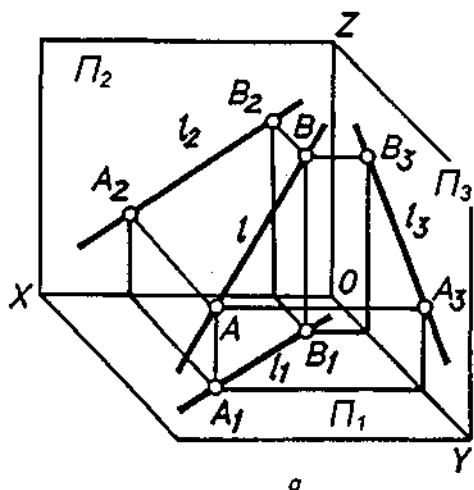
Таким чином, отримуємо уявлення про розташування прямої в просторі: віддаляючись від нас, вона піднімається вгору.

Пряма  $AB$  (див. рис. 7.7) не паралельна і не перпендикулярна до жодної площини проєкцій. Така пряма називається **прямою загального (довільного) положення**. Вона нахилена до всіх трьох площин проєкцій під гострими кутами. Слід зауважити, що жодна з проєкцій такої прямої не дорівнює довжині цієї прямої в просторі.

Якщо точка лежить на прямій, то її проєкції лежать на однойменних проєкціях цієї прямої й на спільній лінії проєкційного зв'язку.

## 7.5. Три проєкції відрізка прямої

Відомо, що пряма лінія визначається двома точками, що належать їй. Маючи горизонтальні, фронтальні та профільні проєкції точок  $A$  і  $B$  і сполучивши їх однойменні проєкції прямою лінією, отримаємо проєкції відрізка  $AB$ : горизонтальну  $A_1B_1$ , фронтальну  $A_2B_2$ , профільну  $A_3B_3$  (рис. 7.7,а).



## 7.6. Розташування прямої відносно площин проєкцій

Прямі, паралельні або перпендикулярні до площин проєкцій, називаються **прямими окремого (особливого, часткового) положення**.

Пряма, паралельна площині проєкцій, називається **прямою рівня**, а перпендикулярна до площини проєкцій — **проєкційною**.

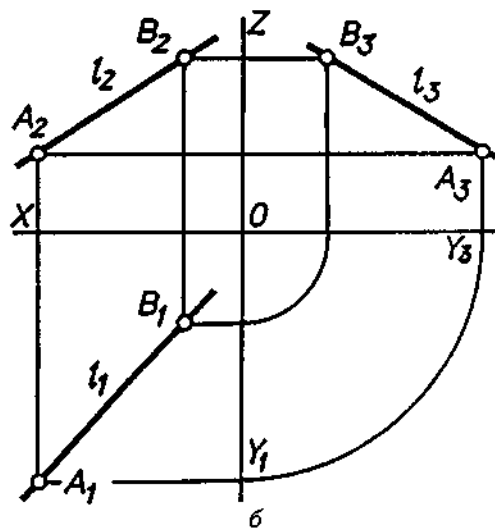


Рис. 7.7

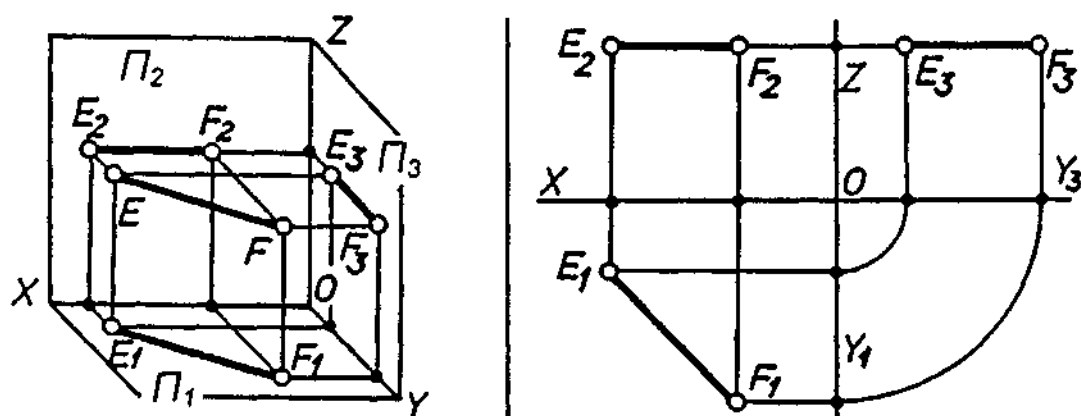


Рис. 7.8

Прямі рівня поділяються на:

а) *горизонтальні прямі, паралельні  $P_1$* . Фронтальна проекція такої прямої паралельна осі  $OX$ , профільна — осі  $OY$ . На горизонтальну площину проекцій пряма проєкціюється у справжню величину (рис. 7.8);

б) *фронтальні прямі, паралельні  $P_2$* . Горизонтальна проекція такої прямої паралельна осі  $OX$ , профільна — осі  $OZ$ . На фронтальну площину проекцій пряма проєкціюється у справжню величину (рис. 7.9);

в) *профільні прямі, паралельні  $P_3$* . Горизонтальна проекція прямої паралельна осі  $OY$ , фронтальна — осі  $OZ$ ; на профільну площину проекцій пряма проєкціюється у справжню величину (рис. 7.10).

Проекційні прямі поділяються на:

а) *горизонтально-проекційні*, що перпендикулярні до горизонтальної площини проекцій. Горизонтальна проекція такої прямої вироджується в точку. На  $P_2$  і  $P_3$  пряма проєкціюється у справжню величину (рис. 7.11).

б) *фронтально-проекційні*, що перпендикулярні до фронтальної площини проекцій. Фронтальна проекція такої прямої вироджується в точку. На  $P_1$  і  $P_3$  пряма проєкціюється у справжню величину (рис. 7.12).

в) *профільно-проекційні*, що перпендикулярні до профільної площини проекцій. Профільна проекція такої прямої вироджується в точку. На  $P_1$  і  $P_2$  пряма проєкціюється у справжню величину (рис. 7.13).

Якщо пряма лежить у площині проекцій, то одна її проекція збігається з самою прямою, а дві інші — з осями. Наприклад, пряма  $AB$  лежить у площині  $P_1$  (рис. 7.14). Її горизонтальна проекція  $A_1B_1$  збігається з прямою  $AB$ , фронтальна  $A_2B_2$  лежить на осі  $OX$ , профільна  $A_3B_3$  — на осі  $OY$ .

Пряма може лежати й на осі проекцій. Тоді одна її проекція збігається з самою прямою, а дві інші проекції лежать у початку осей проекцій — точці  $O$ .

## 7.7. Проекціювання площини. Положення площини відносно площин проекцій

Щоб навчитись читати креслення і будувати зображення складних технічних форм, треба вміти аналізувати різні положення площини в просторі.

На комплексному кресленні площина може бути задана:

а) трьома точками, що не лежать на одній прямій (рис. 7.15,а);

б) прямою і точкою, що не належить цій прямій (рис. 7.15,б);

в) двома перетинними прямими (рис. 7.15,в);

г) двома паралельними прямими (рис. 7.15,г);

д) плоскою фігурою (трикутником, чотирикутником, колом) (рис. 7.15,д);

е) слідами (рис. 7.15,е). **Слід площини** — це пряма, по якій площина перетинає площину проекцій. Сліди позначаються так:  $h^0$  — горизонтальний;  $f^0$  — фронтальний;  $p^0$  — профільний.

За розташуванням у просторі розрізняють площини загального (довільного) та особливого (часткового, окремого) положення.

**Площина, не перпендикулярна і не паралельна до жодної площини проекцій, називається площиною загального положення** (див. рис. 7.15,а-е).

Площини особливого положення поділяються на площини рівня та проекційні.

**Площина рівня** паралельна одній (перпендикулярна до двох інших) площині проекцій. Розрізняють три види площин рівня:

а) *горизонтальну, паралельну горизонтальній площині проекцій  $P_1$* . Якщо така площина задана плоскою фігурою (або плоска фігура лежить у такій площині), то на  $P_1$  ця

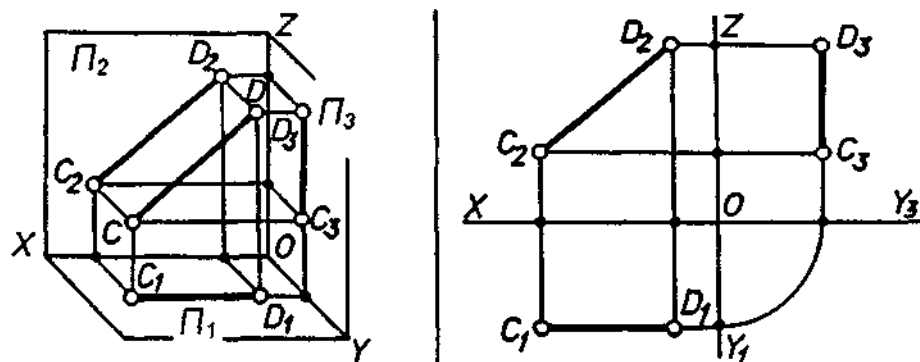


Рис. 7.9

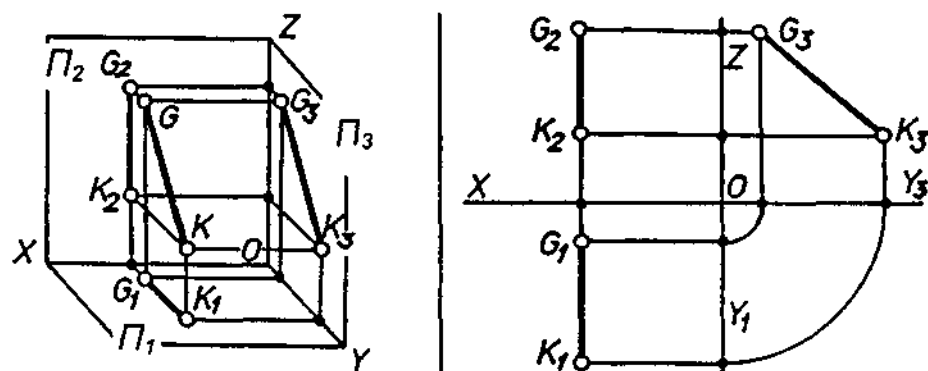


Рис. 7.10

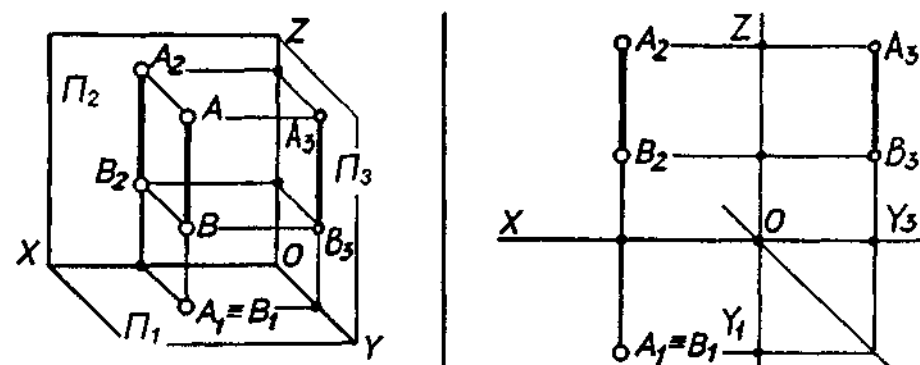


Рис. 7.11

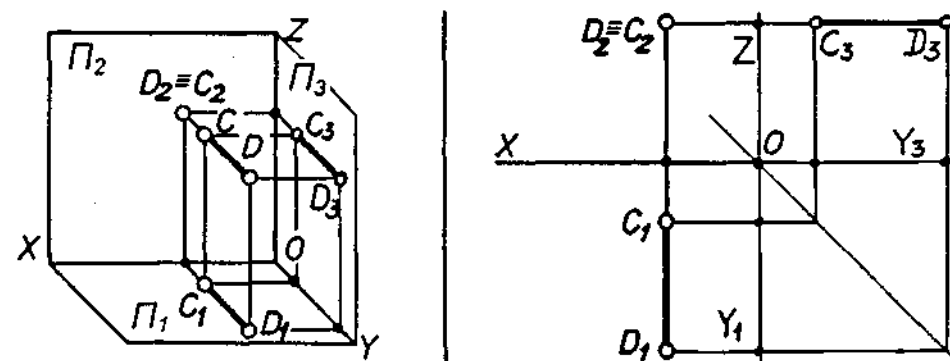


Рис. 7.12

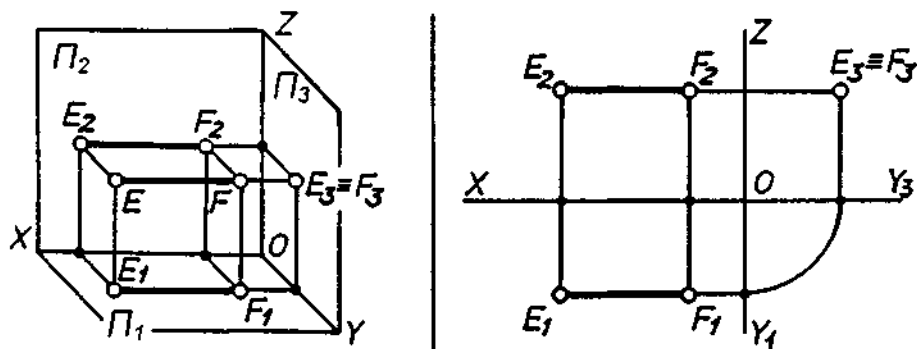


Рис. 7.13

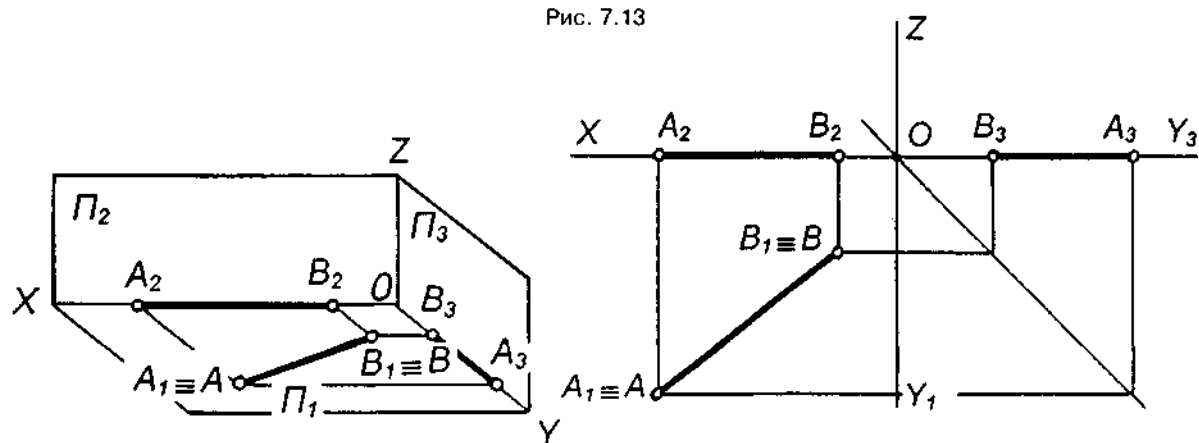


Рис. 7.14

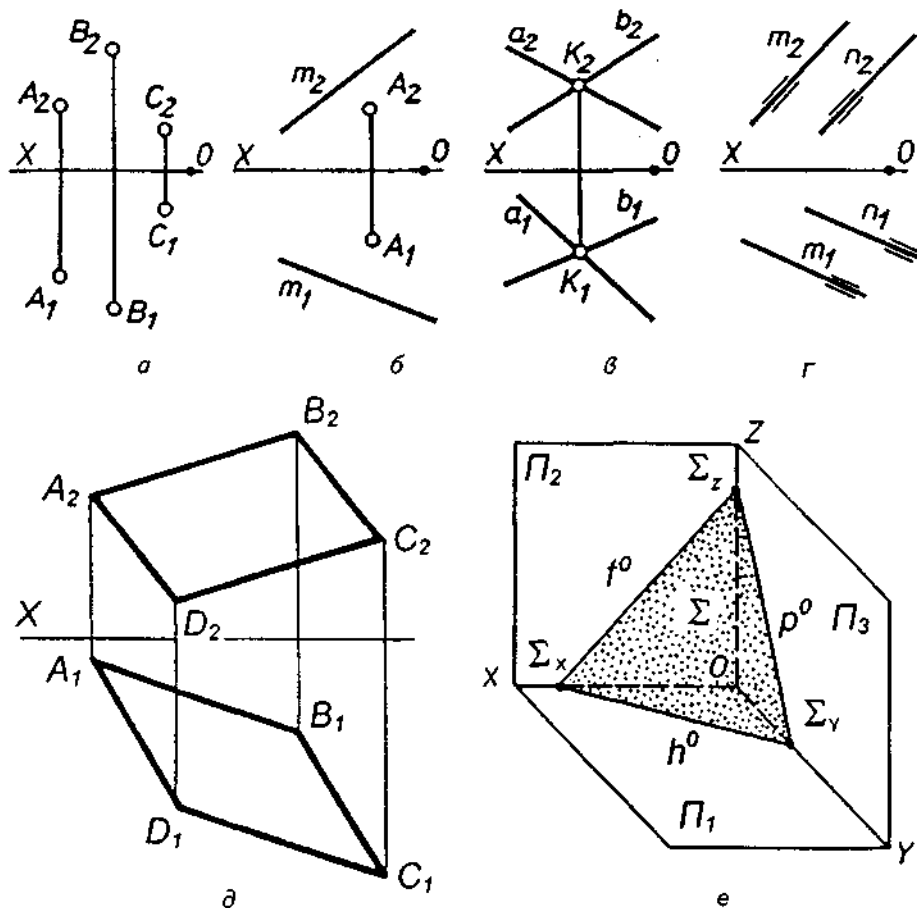


Рис. 7.15

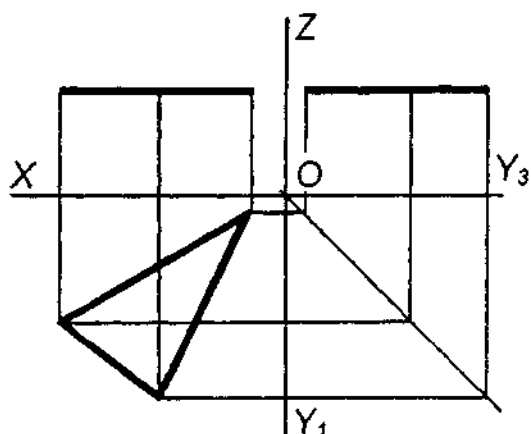


Рис. 7.16

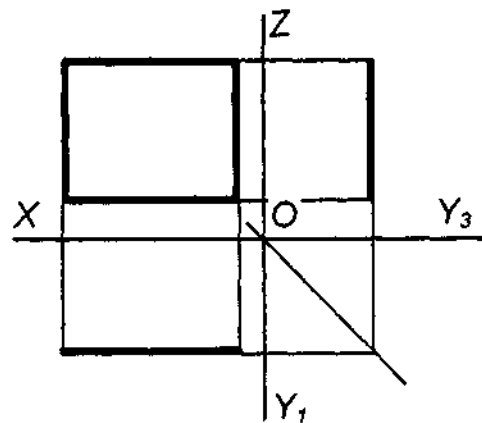


Рис. 7.17

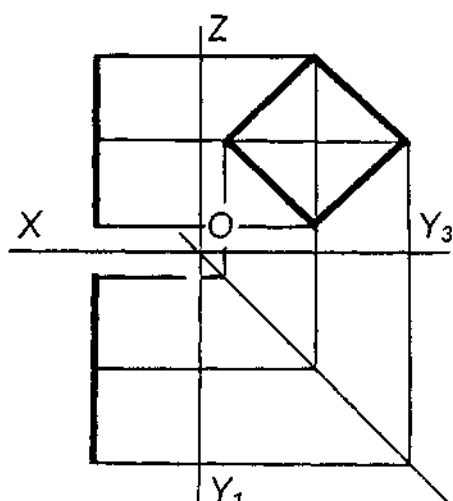


Рис. 7.18

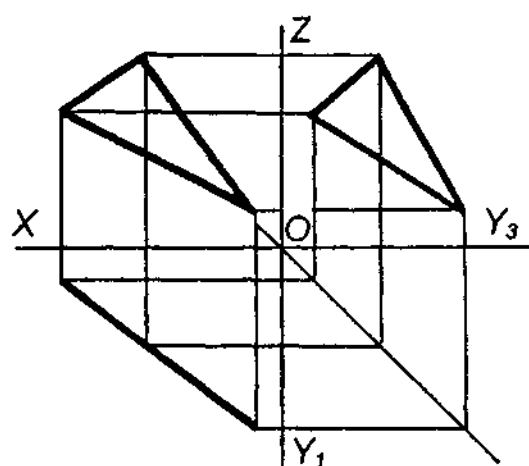


Рис. 7.19

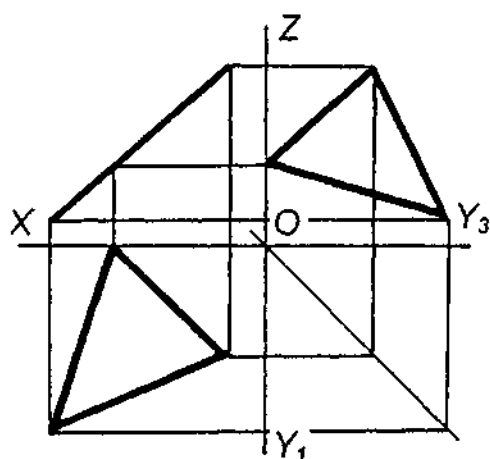


Рис. 7.20

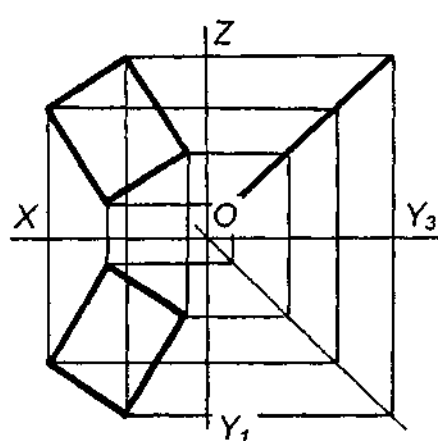


Рис. 7.21

фігура проєкціюється у справжню величину (рис. 7.16). На дві інші площини проєкцій площина проєкціюється відрізками прямих; ці відрізки називаються *слідами-проєкціями площини*;

б) *фронтальну*, паралельну фронтальній площині проєкцій  $\Pi_2$ . Якщо така площина задана плоскою фігурою, то на  $\Pi_2$  ця фігура проєкціюється у справжню величину, а на інші — відрізками прямих (слідами-проєкціями) (рис. 7.17);

в) *профільну*, паралельну профільній площині проєкцій  $\Pi_3$ . Якщо така площина задана плоскою фігурою, то на  $\Pi_3$  вона проєкціюється у справжню величину, а на інші — відрізками прямих (рис. 7.18).

*Проекційною* називається площина, перпендикулярна до однієї з площин проєкцій. Розрізняють три види проєкційних площин:

а) *горизонтально-проєкційну*, перпендикулярну до горизонтальної площини проєк-

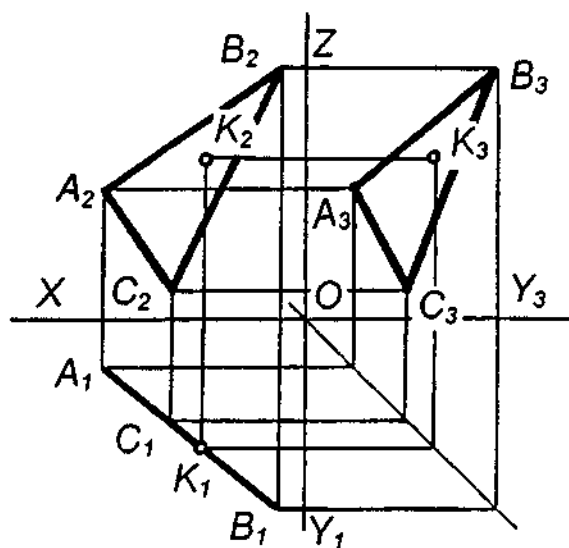


Рис. 7.22

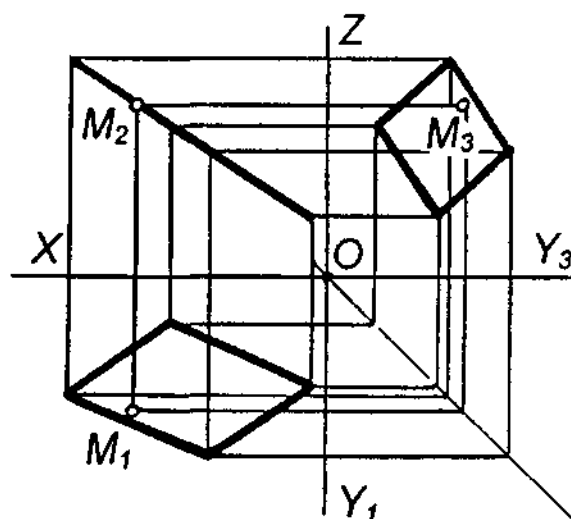


Рис. 7.23

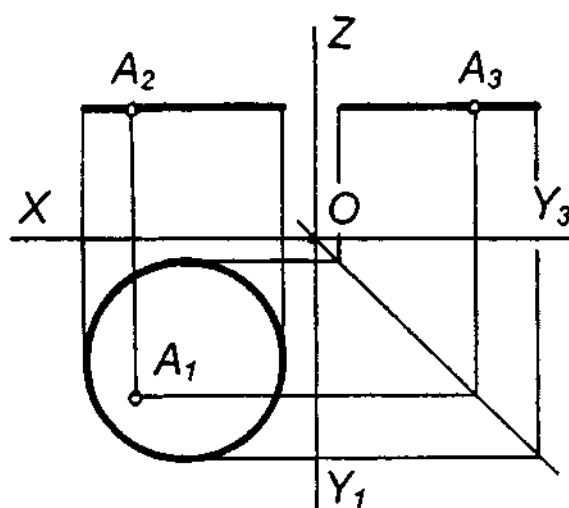


Рис. 7.24

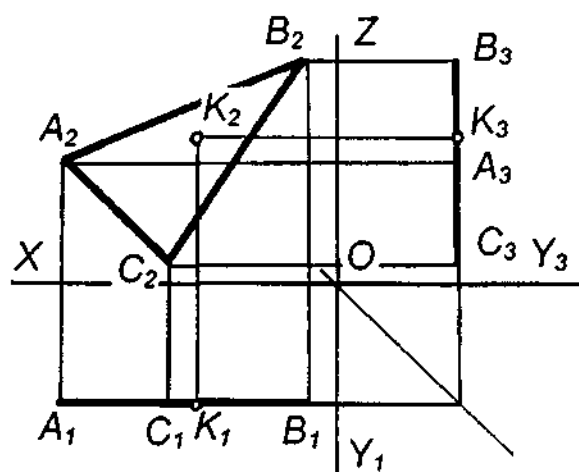


Рис. 7.25

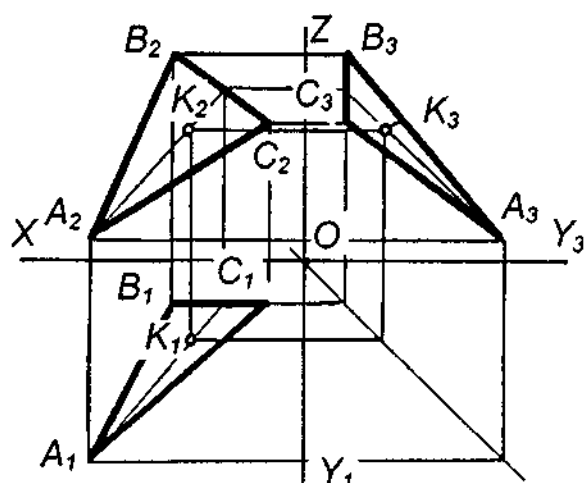


Рис. 7.26

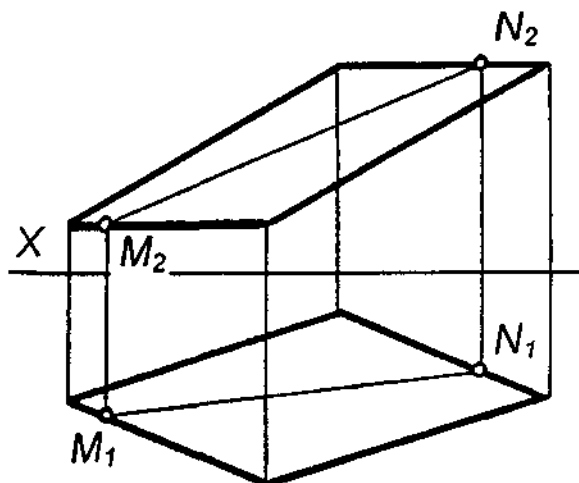


Рис. 7.27

цій (рис. 7.19). Горизонтальна проекція такої площини — відрізок (слід-проекція);

б) *фронтально-проекційну*, перпендикулярну до фронтальної площини проекцій (рис. 7.20). Фронтальна проекція площини — відрізок;

в) *профільно-проекційну*, перпендикулярну до профільної площини проекцій (рис. 7.21). Профільна проекція площини — відрізок.

Горизонтальні проекції геометричних елементів, що належать горизонтально-проекційній площині, збігаються зі слідом-проекцією площини.

Аналогічне формулювання можна дати для геометричних елементів, що лежать у фронтально- або профільно-проекційній площині.

На рис. 7.22 точка *K* належить горизонтально-проекційній площині, заданій трикутником *ABC*, на рис. 7.23 точка *M* належить фронтально-проекційному чотирикутнику.

Аналогічні властивості мають і площини рівня, оскільки їх ще називають двічі проекційними. На рис. 7.24 точка *A* належить горизонтальному колу, на рис. 7.25 точка *K* лежить у площині фронтального трикутника *ABC*.

У загальному випадку точка лежить у площині, якщо вона лежить на прямій, що належить цій площині.

Пряма лежить у площині, якщо вона проходить через дві точки цієї площини, або через одну точку площини і паралельно іншій прямій, проведеній у площині.

На рис. 7.26 точка *K* належить площині загального положення, заданій трикутником *ABC*. На рис. 7.27 пряма *MN* належить площині чотирикутника.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Як утворюється комплексне креслення?
2. Як побудувати профільну проекцію точки за відомими її горизонтальною і фронтальною проекціями?
3. Що таке пряма довільного (загального) положення?
4. Які прямі називаються прямими особливого положення?
5. Яка ознака належності на комплексному кресленні точки і прямої лінії?
6. Якими елементами простору можна задати площину?
7. Як може бути розташована площина відносно площин проекцій?
8. Які площини називаються площинами рівня; проекційними площинами?
9. У чому полягає суть основної властивості проекційних площин?

## 8. СПОСОБИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРОЕКЦІЙ

У кресленні доводиться визначати справжні розміри фігури (наприклад, фігури перерізу тіла площиною) або її окремих елементів (наприклад, визначення справжніх величин ребер піраміди для побудови розгортки її поверхні). Фігура, розміщена паралельно будь-якій площині проєкцій, проєціюється на неї в справжню величину. Перетворення проєкцій дає змогу перевести задану фігуру із загального положення в окреме щодо площин проєкцій.

Це досягається способом заміни площин проєкцій і способом обертання.

### 8.1. Спосіб заміни площин проєкцій

Суть способу полягає у введенні додаткових площин проєкцій таким чином, щоб плоский геометричний образ, не змінюючи розташування в просторі, опинився в яко-

мусь особливому положенні (зокрема, в положенні рівня чи проєкційному) в новій системі площин проєкцій. Тобто положення точок, ліній, плоских фігур у просторі залишається незмінним, а задана система площин проєкцій доповнюється іншими, які утворюють з базовими площинами або між собою систему взаємно перпендикулярних площин.

У разі заміни фронтальної площини проєкцій  $\Pi_2$  на нову площину  $\Pi_4$  горизонтальна проєкція точки  $A_1$  не змінюється (рис. 8.1). Щоб визначити нову фронтальну проєкцію  $A_4$ , треба з горизонтальної проєкції опустити перпендикуляр на нову вісь  $OX_1$  і відкласти на ньому відрізок  $A_4A_{X_1}$ , що дорівнює відстані заміненної проєкції від попередньої осі  $OX$ , тобто  $A_2A_{X_1}$  (координату  $Z$  заданої точки  $A$ ).

У разі заміни горизонтальної площини проєкцій  $\Pi_1$  на нову площину  $\Pi_5$  фронтальна проєкція точки  $B_2$  не змінюється (рис. 8.2). Для побудови нової горизонтальної проєк-

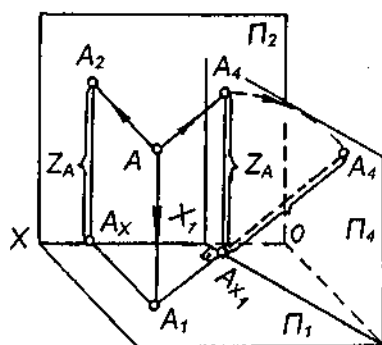


Рис. 8.1

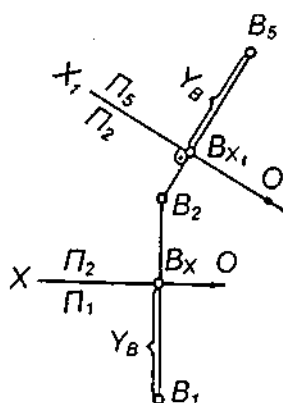
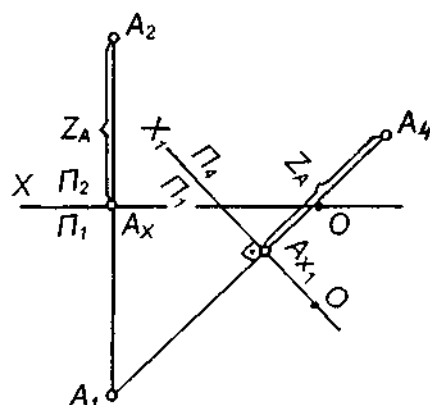


Рис. 8.2

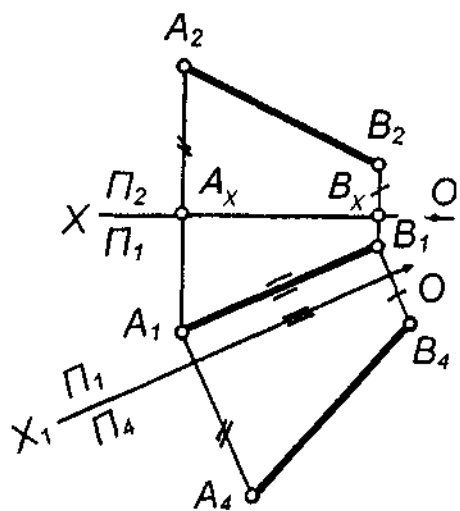


Рис. 8.3

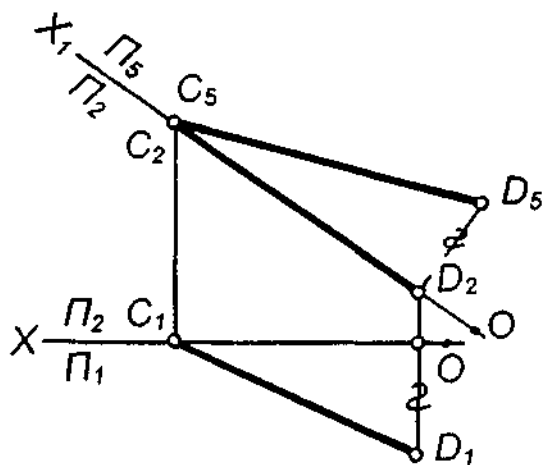


Рис. 8.4

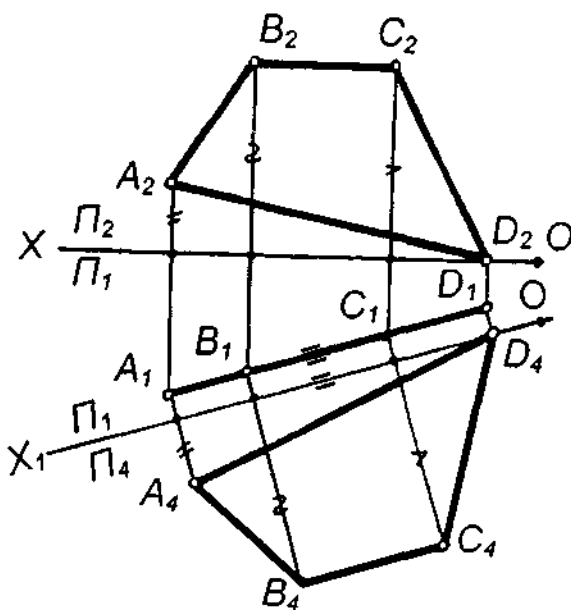


Рис. 8.5

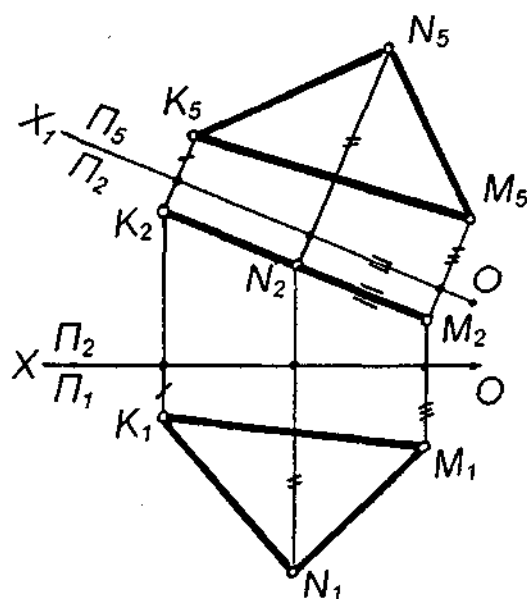


Рис. 8.6

ції  $B_5$ , треба з  $B_2$  опустити перпендикуляр на нову вісь  $OX_1$  і відкласти на ньому відрізок  $B_5B_{X_1}$ , що дорівнює координаті  $Y$  заданої точки  $B$  (відрізок  $B_1B_X$ ).

Щоб знайти справжню величину відрізка прямої:

1) замінюють фронтальну площину проєкцій  $\Pi_2$  на нову  $\Pi_4$  так, щоб остання була паралельна відрізку  $AB$  (рис. 8.3) і  $\Pi_4 \perp \Pi_1$ . При цьому нова вісь  $OX_1 \parallel A_1B_1$ . На площину  $\Pi_4$  відрізок спроекціюється у справжню величину  $A_4B_4$ ;

2) замінюють горизонтальну площину проєкцій  $\Pi_1$  на нову  $\Pi_5$  так, щоб остання була паралельна відрізку  $CD$  (рис. 8.4) і  $\Pi_5 \perp \Pi_2$ . При цьому нова вісь  $OX_1 \equiv C_2D_2$ . На площину  $\Pi_5$  відрізок спроекціюється у справжню величину  $C_5D_5$ .

Щоб побудувати справжню величину плоскої фігури, яка займає проєкційне положен-

ня, треба нову площину проєкцій вводити паралельно площині плоскої фігури. При цьому на нову площину плоска фігура спроекціюється у справжню величину, оскільки вона буде переведена в площину рівня.

На рис. 8.5 визначено справжню величину чотирикутника  $ABCD$ , який займає горизонтально-проєкційне положення. Фронтальну площину проєкцій  $\Pi_2$  замінено на нову  $\Pi_4$ , паралельну площині чотирикутника; при цьому нова вісь  $OX_1$  паралельна горизонтальному сліду-проєкції площини чотирикутника.  $A_4B_4C_4D_4$  — справжня величина чотирикутника.

На рис. 8.6 визначено справжню величину трикутника  $KMN$ , який займає фронтально-проєкційне положення. Горизонтальну площину проєкцій  $\Pi_1$  замінено на нову  $\Pi_5$ . Нова вісь  $OX_1$  паралельна сліду-проєкції трикутника.  $K_5M_5N_5$  — справжня величина трикутника.

## 8.2. Спосіб обертання

Суть способу обертання полягає в тому, що задана точка, лінія чи плоска фігура обертаються навколо осі, перпендикулярної до однієї з площин проєкцій, до необхідного положення відносно якоїсь площини проєкцій. Якщо обертається фігура чи тіло, то кожна їх точка переміщуватиметься по колу.

Основні елементи обертання такі (рис. 8.7):

а) *вісь обертання* — пряма, навколо якої обертається точка;

б) *площина обертання*, перпендикулярна до осі обертання. Якщо вісь обертання перпендикулярна до площини проєкцій  $\Pi_1$ , то площина обертання буде горизонтальною; якщо вісь обертання перпендикулярна до  $\Pi_2$ , то площина обертання буде фронтальною;

в) *центр обертання* — точка перетину осі обертання з площиною обертання;

г) *радіус обертання* — відстань від точки до центра обертання. Радіус проєціюється у справжню величину на ту площину проєкцій, перпендикулярно до якої вибрано вісь обертання.

Щоб визначити справжню величину відрізка  $AB$  (рис. 8.8), повернемо його до положення, паралельного фронтальній площині проєкцій. Для спрощення побудови вісь обертання проведемо через точку  $B$  перпендикулярно до  $\Pi_1$ . Точка  $B$  лежить на осі обертання, тому її положення не зміниться. Обертатиметься точка  $A$  навколо осі  $l$ . Точка  $A$  обертається в горизонтальній площині  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$  — фронтальний слід площини). Центр обертання — точка  $O(O_1, O_2)$ . Горизонтальна проєкція відрізка займе положення  $A_1B_1 // OX$ . Фронтальна проєкція  $A_2$  точки  $A$  переміщуватиметься по прямій, паралельній осі  $OX$ , і займе нове положення  $A'_2$ . Отже,  $B_2A'_2$  — справжня величина відрізка, тому що відрізок  $AB$  ( $A_1B_1, A_2B_2$ ) став фронтальним  $A'B$  ( $A_1B_1, A'_2B_2$ ). Кут  $\alpha$  — кут нахилу прямої  $AB$  до площини проєкцій  $\Pi_1$ .

Справжню величину  $C_1D_1$  відрізка  $CD$  ( $C_1D_1, C_2D_2$ ) визначено обертанням його навколо фронтально-проєкційної осі  $l$  ( $l_1, l_2$ ) (рис. 8.9). Кут  $\beta$  — кут нахилу прямої  $CD$  до площини проєкцій  $\Pi_2$ .

Щоб визначити справжню величину чотирикутника  $ABCD$ , що лежить у фронтально-проєкційній площині (рис. 8.10), досить обернути цей чотирикутник навколо осі  $l$ , перпендикулярної до площини проєкцій  $\Pi_2$ , до положення, паралельного горизонтальній площині проєкцій. Вісь проведена через вершину  $D$  чотирикутника. Після обертання

фронтальна проєкція чотирикутника займе положення  $A'_2B'_2C'_2D'_2$ , паралельно осі  $OX$ . Горизонтальні проєкції вершин чотирикутника переміщуються в площинах, перпендикулярних до осі обертання, тобто паралельно осі  $OX$ . Провівши вертикальні лінії зв'язку з точок  $A'_2, B'_2, C'_2, D'_2$  до перетину їх з траєкторіями переміщення точок  $A_1, B_1, C_1, D_1$ , отримаємо нове положення горизонтальної проєкції чотирикутника.  $A'_1, B'_1, C'_1, D'_1$  — справжня його величина.

Справжню величину горизонтально-проєкційного трикутника  $ABC$  визначено обертанням його навколо горизонтально-проєкційної осі  $l$ , проведеної через вершину  $A$  (рис. 8.11).  $A_2B'_2C'_2$  — справжня величина трикутника.

Справжню величину плоскої фігури, що лежить у проєкційній площині, можна визначити і суміщенням, тобто обертанням плоскої фігури навколо одного з її слідів до суміщення з тією площиною проєкцій, на якій лежить цей слід.

Справжню величину трикутника  $ABC$  знайдено суміщенням його з горизонтальною площиною проєкцій (рис. 8.12). Оскільки кут між слідами фронтально-проєкційної площини дорівнює  $90^\circ$ , то після суміщення він спроеціюється у справжню величину, тобто суміщений фронтальний слід займе положення  $\bar{f}_2^0$  на осі  $OX$ . З точки збігу слідів  $\Sigma_x$ , як із центра, проведено дуги радіусів  $\Sigma_xA_2, \Sigma_xB_2, \Sigma_xC_2$  до перетину їх зі слідом  $\bar{f}_2^0$ . Отримано точки  $A'_2, B'_2, C'_2$ . Через ці точки проведено допоміжні прямі, перпендикулярні до осі  $OX$ , а через горизонтальні проєкції  $A_1, B_1, C_1$  вершин трикутника — прямі, паралельні осі  $OX$ . Точки  $A'_1, B'_1, C'_1$  взаємного перетину цих прямих визначають вершини трикутника в суміщеному з площиною  $\Pi_1$  положенні.  $A'_1B'_1C'_1$  — справжня величина трикутника.

Справжній вигляд фронтально-проєкційного чотирикутника  $ABCD$  знайдено суміщенням його з фронтальною площиною проєкцій (рис. 8.13). Горизонтальний слід після суміщення займе положення  $\bar{h}_1^0$ . З точок  $A_1, B_1, C_1, D_1$  проведено горизонтальні лінії до перетину з горизонтальним слідом  $\bar{h}_1^0$  і ці точки перенесено обертанням навколо точки збігу слідів  $\Sigma_x$  на суміщений горизонтальний слід  $\bar{h}_1^0$ . Далі побудова зрозуміла з креслення.  $A'_2B'_2C'_2D'_2$  — справжня величина чотирикутника.

Справжні величини двох трикутників  $ABC$  і  $DEF$ , що лежать у горизонтально-проєкцій-

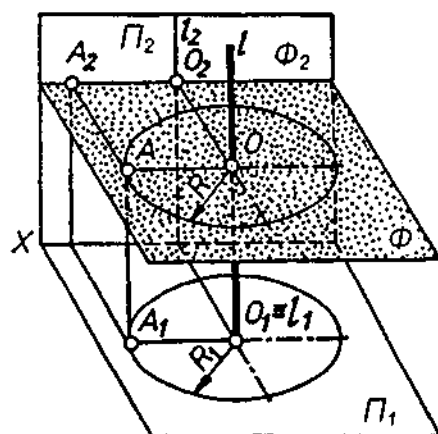


Рис. 8.7

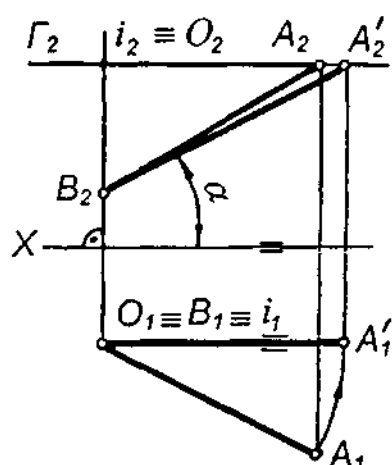


Рис. 8.8

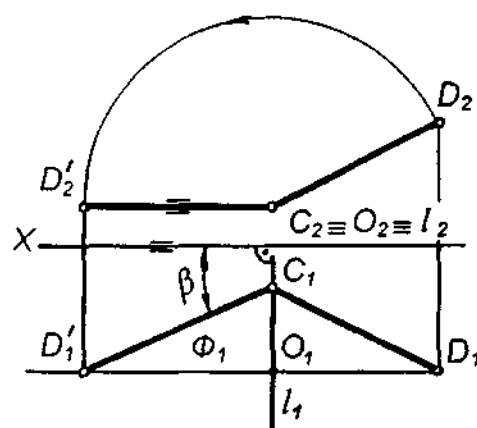


Рис. 8.9

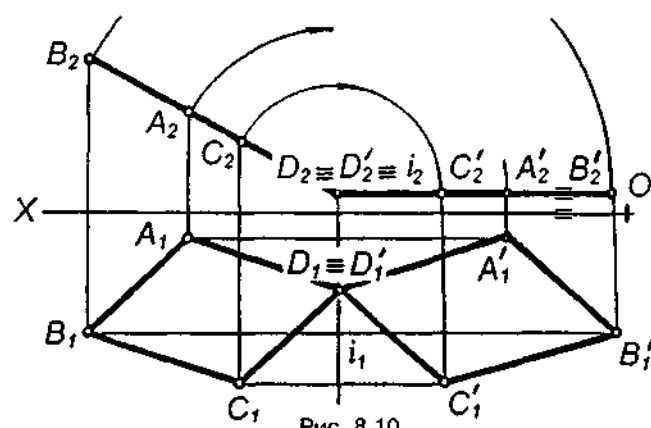


Рис. 8.10

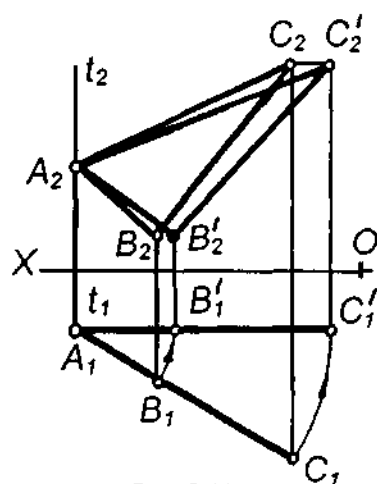


Рис. 8.11

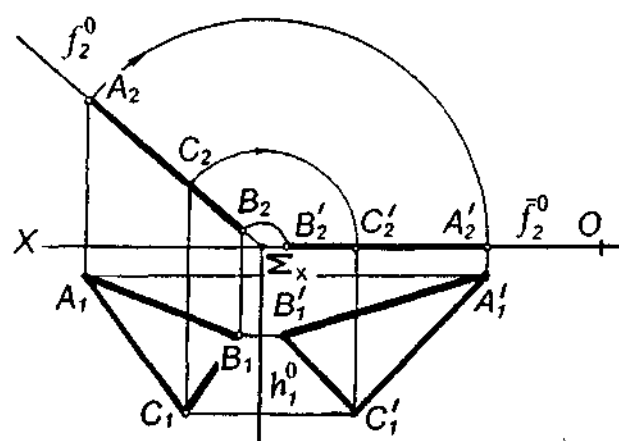


Рис. 8.12

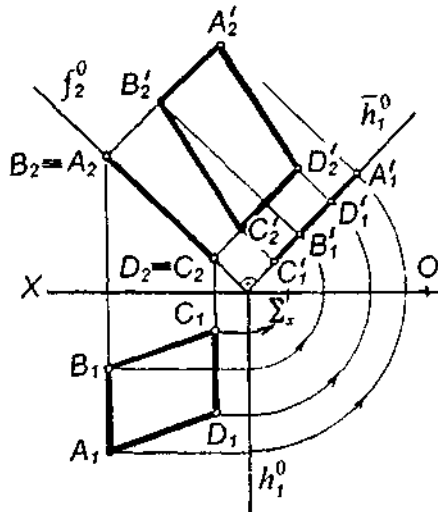


Рис. 8.13

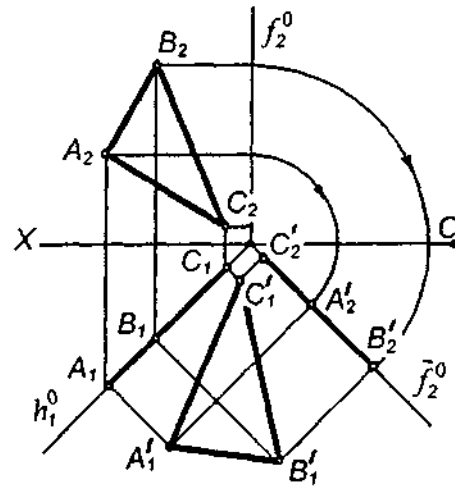


Рис. 8.14

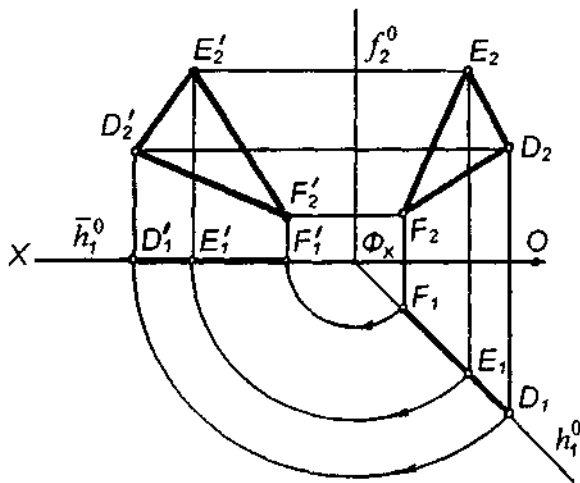


Рис. 8.15

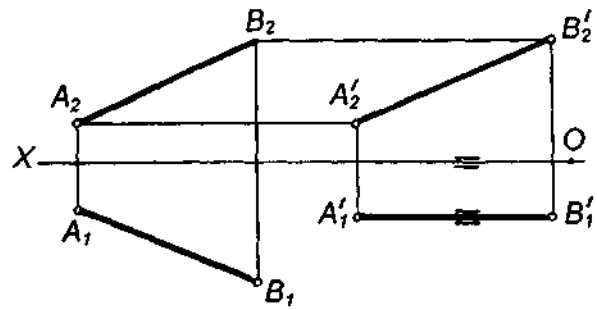


Рис. 8.16

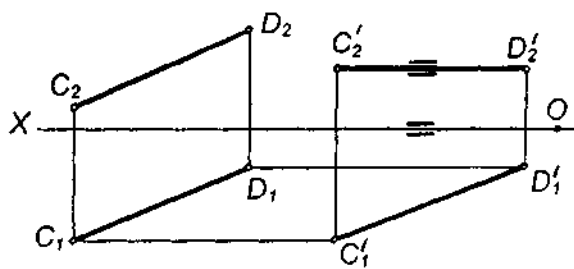


Рис. 8.17

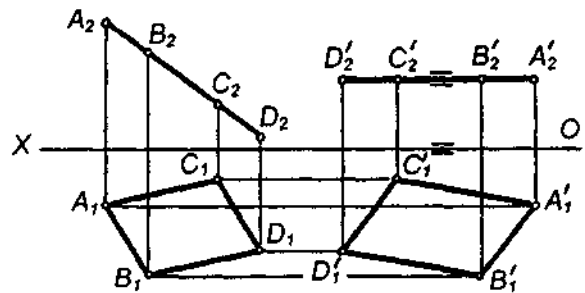


Рис. 8.18

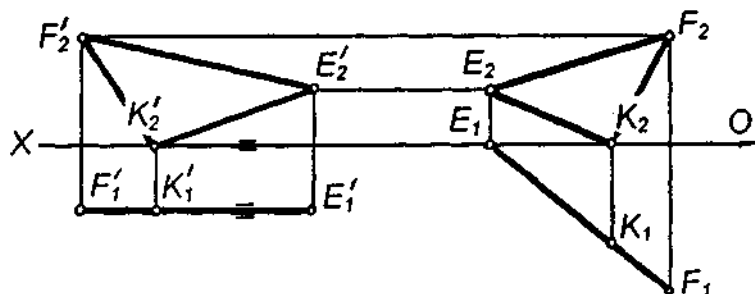


Рис. 8.19

них площинах  $\Gamma$  і  $\Phi$ , знайдено суміщенням з  $\Pi_1$  (рис. 8.14) та суміщенням з  $\Pi_2$  (рис. 8.15). Побудова зрозуміла з креслення.

Способом обертання є спосіб плоскопаралельного переміщення — обертання навколо проекційної осі без зазначення її положення. Під час плоскопаралельного переміщення всі точки фігури переміщуються у площинах, паралельних між собою і паралельних одній з площин проекцій.

Під час плоскопаралельного переміщення фігури відносно площини проекцій  $\Pi_1$  горизонтальна проекція фігури залишається незмінною за величиною і формою, а фронтальні проекції точок переміщуються по прямих, паралельних осі  $OX$ .

Справжню величину відрізка  $AB$  (рис. 8.16) побудовано переміщенням відрізка до положення, паралельного площині проекцій  $\Pi_2$ . Для цього горизонтальну проекцію  $A_1B_1$ , не змінюючи її величини, розташовують паралельно осі  $OX$  ( $A_1B_1 = A_1'B_1'$ ). З фронтальних проекцій точок  $A_2$  і  $B_2$  проводять прямі, паралельні осі  $OX$ , до перетину з вертикальними лініями зв'язку, проведеними з точок  $A_1'$  і  $B_1'$ .  $A_2'B_2'$  — справжня величина відрізка.

Під час плоскопаралельного переміщення фігури відносно площини проекцій  $\Pi_2$  фронтальна проекція фігури залишається незмінною, а горизонтальні проекції точок переміщуються по прямих, паралельних осі  $OX$ .

Справжню величину відрізка  $CD$  знайдено переміщенням його до положення, паралельного площині проекцій  $\Pi_1$  (рис. 8.17).  $C_1'D_1'$  — справжня величина відрізка.

Способом плоскопаралельного переміщення відносно площини проекцій  $\Pi_2$  визначено справжню величину чотирикутника  $ABDC$ , що лежить у фронтально-проекційній площині (рис. 8.18). Для цього фронтальну проекцію  $A_2B_2C_2D_2$  переміщено в положення  $A_2'B_2'C_2'D_2'$ , паралельно осі  $OX$ . Проекція  $A_1', B_1', D_1', C_1'$  є справжньою величи-

ною чотирикутника, бо його площа після переміщення стала паралельною горизонтальній площині проекцій.

Способом плоскопаралельного переміщення відносно горизонтальної площини проекцій визначено справжню величину трикутника  $EFK$ , що лежить у горизонтально-проекційній площині (рис. 8.19). Проекція  $E_2'F_2'K_2'$  дорівнює справжній величині трикутника, оскільки його площа після переміщення стала паралельною фронтальній площині проекцій.

### Запитання для самоперевірки

1. Які є способи перетворення проекцій та в чому полягає їх суть?

2. Яке положення має займати нова площа проекцій, щоб визначити справжню величину відрізка загального положення? Задайте на комплексному кресленні відрізок загального положення і визначіть його справжню величину.

3. Яке положення має займати нова площа проекцій, щоб визначити справжню величину горизонтально-проекційного трикутника; фронтально-проекційного шестикутника? Задайте на комплексному кресленні горизонтально-проекційний чотирикутник і визначіть його справжню величину.

4. У чому полягає суть способу обертання навколо осі, перпендикулярної до площини проекцій?

5. У чому полягає суть способу суміщення?

6. Як ви розумієте спосіб плоскопаралельного переміщення?

7. Навколо якої осі слід обернути фронтально-проекційний трикутник, щоб визначити його справжню величину?

8. Яка проекція фігури залишається незмінною за величиною і формою при плоскопаралельному переміщенні її відносно горизонтальної площини проекцій; фронтальної площини проекцій?

## 9. ПЕРЕРІЗ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ ПЛОЩИНАМИ

### 9.1. Поняття про переріз геометричних тіл

Деталь будь-якої форми можна уявити як сукупність окремих геометричних тіл. Такими тілами, зокрема, є багатогранники та тіла обертання.

Геометричні тіла, обмежені плоскими багатокутниками, називаються **багатогранниками** (рис. 9.1). Ці багатокутники називаються *гранями*. Лінії перетину граней називаються *ребрами*. Точки перетину ребер називаються *вершинами*.

Тіла обертання обмежені поверхнями, які утворюються в результаті обертання будь-якої лінії навколо нерухомої осі (рис. 9.2). Лінія, яка під час руху утворює поверхню, називається *твірною*.

Найбільш поширені такі тіла обертання, як циліндр, конус, куля.

Деталі машин і приладів здебільшого мають форми, які являють собою різноманітні геометричні поверхні, перерізані площинами (рис. 9.3). Задачі побудови проєкцій таких перерізів часто трапляються у виконанні креслень деталей машин.

У разі перетину багатогранника площиною (наприклад, призми, піраміди) в перерізі отримують багатокутник з вершинами, розташованими на ребрах багатогранника.

У разі перетину площиною тіл обертання (наприклад, циліндра, конуса) фігура перерізу переважно обмежена кривою лінією. Точки цієї кривої знаходять, використовуючи допоміжні лінії — прямі або кола, які будуються на поверхні тіла. Точки перетину цих ліній із січною площиною будуть шуканими точками контуру криволінійного перерізу.

### 9.2. Переріз призми площиною

**Призмою** називається багатогранник, дві грані (основи) якого — рівні багатокутники з відповідно паралельними сторонами, а бічні грані в загальному випадку — паралелограми.

Призма є *прямою*, якщо бічні ребра перпендикулярні до основи, і *похилою*, якщо не перпендикулярні. Бічні грані прямої призми — прямокутники, похилої — паралелограми. *Правильною* є призма, в основі якої лежить правильний багатокутник. Якщо в основі призми лежить прямокутник або паралелограм, вона називається *паралелепіпедом*.

Фігурою перерізу прямої трикутної призми фронтально-проєкційною площиною  $\Phi$  ( $\Phi_2$  — фронтальний слід площини) є трикутник  $ABC$  (рис. 9.4).

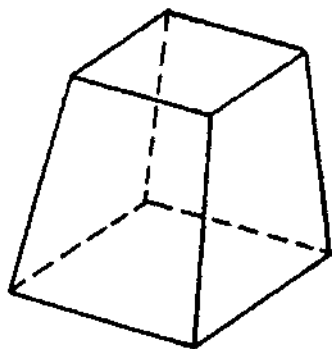


Рис. 9.1

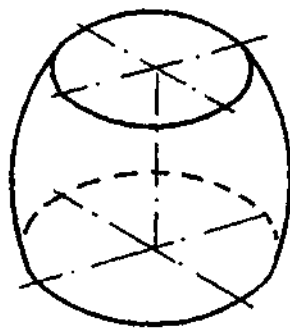


Рис. 9.2

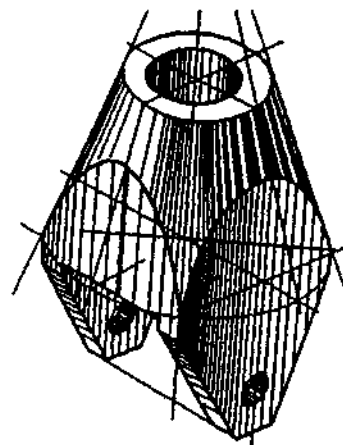


Рис. 9.3



Для побудови проєкцій фігури перерізу знаходять проєкції точок перетину площини  $\Phi$  з ребрами призми і сполучають їх прямими лініями. Фронтальні проєкції цих точок отримують при перетині фронтальних проєкцій ребер призми з фронтальним слідом  $\Phi_2$  січної площини  $\Phi$  (точки  $A_2, B_2, C_2$ ). Горизонтальні проєкції точок перетину  $A_1, B_1, C_1$  збігаються з горизонтальними проєкціями бічних ребер. Маючи дві проєкції цих точок, за допомогою ліній зв'язку знаходять профільні проєкції точок  $A_3, B_3, C_3$ . Отримані точки сполучають прямими лініями і отримують профільну проєкцію фігури перерізу.

Справжній вигляд фігури перерізу можна визначити будь-яким способом: обертанням, суміщенням чи заміною площин проєкцій.

У цьому прикладі (рис. 9.4) застосовано заміну площин проєкцій. Горизонтальна площина проєкцій замінена на нову  $\Pi_5$ , причому вісь  $X_1$  (для спрощення побудов) збігається з фронтальним слідом площини  $\Phi_2$ .

Для побудови нової проєкції довільної точки фігури перерізу (наприклад, точки  $A$ ) потрібно виконати такі побудови. З точки  $A_2$  проводять перпендикуляр до нової осі  $X_1$  і відкладають на ньому відстань від попередньої осі  $X$  до горизонтальної проєкції точки  $A_1$ ; на кресленні відстань позначена фігурною дужкою. Отримують точку  $A_5$ . Аналогічно знаходять точки  $B_5$  і  $C_5$ . Сполучивши прямими лініями нові проєкції  $A_5, B_5, C_5$ , отримують справжній вигляд фігури перерізу.

На рис. 9.5 пряма чотирикутна призма перерізна горизонтально-проєкційною площиною  $\Gamma$  ( $\Gamma_1$  — горизонтальний слід площини). Фігурою перерізу є плоский чотирикутник  $ABDC$ . Спочатку визначено горизонтальні проєкції  $A_1, B_1$  і  $C_1, D_1$  точок перетину відповідно сторін верхньої та нижньої основи призми з заданою площиною  $\Gamma$ . Фронтальні

проєкції цих точок містяться на відповідних фронтальних проєкціях сторін основ призми.

Профільні проєкції точок  $A_3, B_3, C_3, D_3$  побудовано відомим способом.

Справжню величину фігури перерізу визначено способом заміни площин проєкцій. Фронтальна площина проєкцій замінена новою  $\Pi_4$ , нову вісь  $X_1$  проведено через слід  $\Gamma_1$ . Далі побудова зрозуміла з креслення.

На рис. 9.6 правильна шестикутна призма перерізна фронтально-проєкційною площиною  $\Phi$  ( $\Phi_2$  — фронтальний слід площини).

Слід звернути увагу, що площина перетинає не лише бічні ребра, а й верхню основу призми.

Справжній вигляд фігури перерізу  $A_1'B_1'C_1'D_1'E_1'$  визначено плоскопаралельним переміщенням.

### 9.3. Переріз піраміди площиною

**Пірамідою** називається багатогранник, одна грань якого (основа) — багатокутник, а бічні грані — трикутники, що мають спільну точку — вершину піраміди.

Ребра піраміди, як і ребра призми, поділяються на бічні й ребра основи.

Піраміда називається правильною, якщо в її основі лежить правильний багатокутник і висота проходить через центр основи. Бічні грані правильної піраміди — рівнобедрені трикутники.

Правильна трикутна піраміда, перерізна фронтально-проєкційною площиною  $\Phi$ , показана на рис. 9.7. Фронтальна проєкція перерізу збігається з фронтальним слідом  $\Phi_2$  площини. Горизонтальну і профільну проєкції фігури перерізу будують за точками,

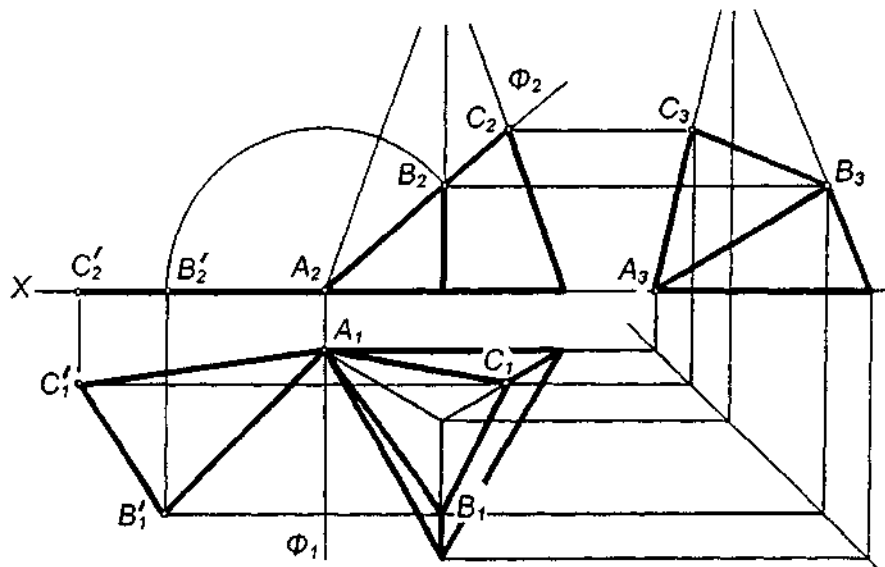


Рис. 9.7

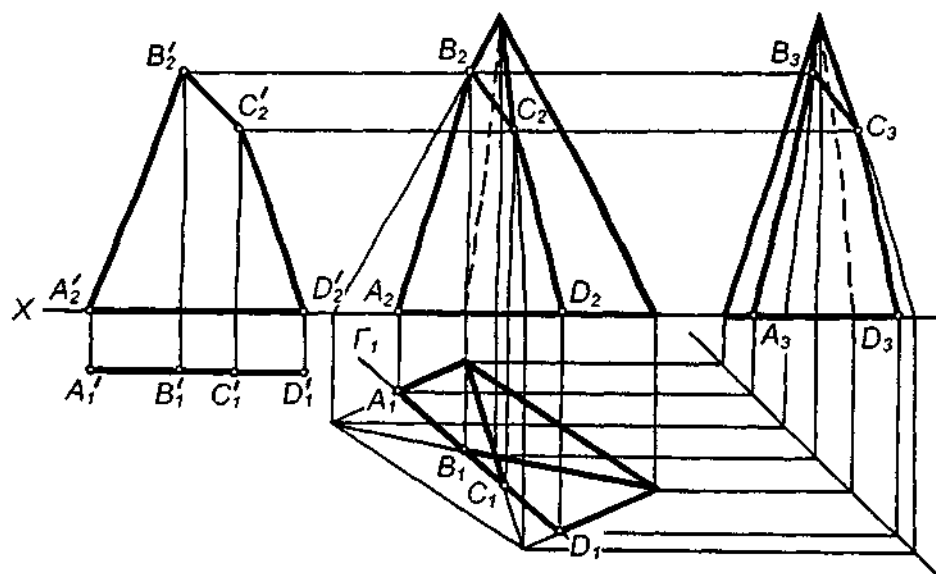


Рис. 9.8

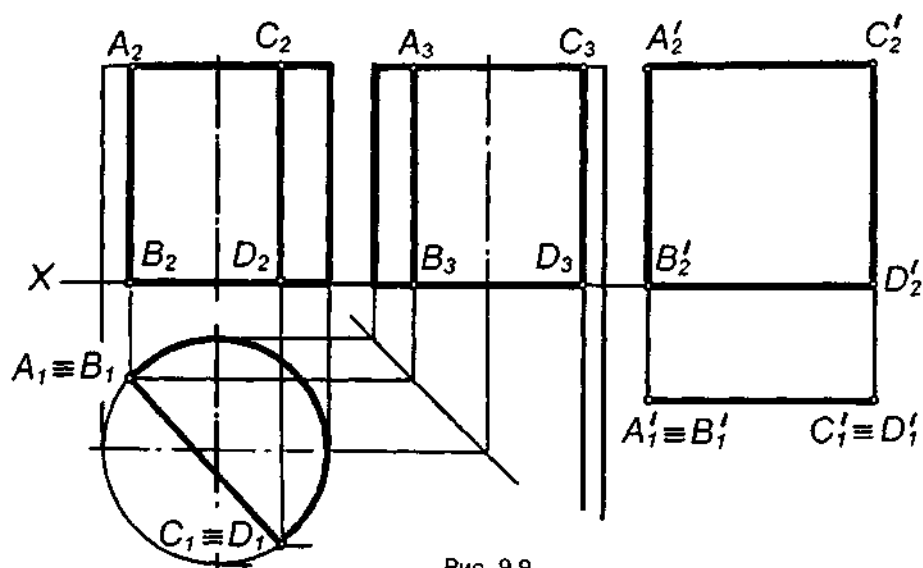


Рис. 9.9

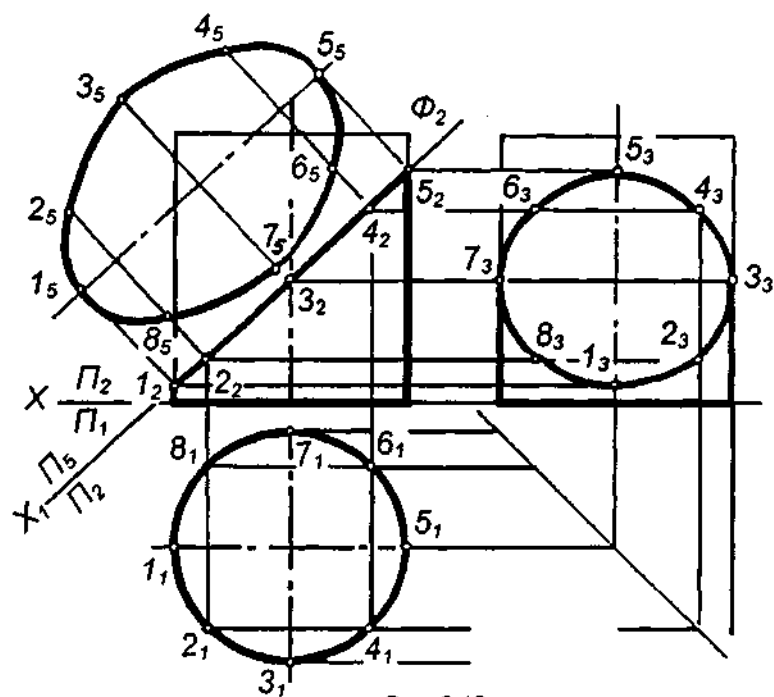


Рис. 9.10

які є точками перетину площини  $\Phi$  з ребрами піраміди. Справжній вигляд фігури перерізу визначено способом суміщення (площина  $\Phi$  разом з фігурою перерізу суміщена з горизонтальною площиною проєкцій).

На рис. 9.8 чотирикутна піраміда перерізна горизонтально-проєкційною площиною  $\Gamma$  ( $\Gamma_1$  — горизонтальний слід площини).

Горизонтальна проєкція перерізу збігається з горизонтальним слідом площини. Фронтальну і профільну проєкції фігури перерізу будують за точками перетину площини  $\Gamma$  з бічними ребрами та сторонами основи піраміди. Справжній вигляд фігури перерізу визначено плоскопаралельним переміщенням.

#### 9.4. Переріз циліндра площиною

**Циліндром** називається тіло, обмежене циліндричною поверхнею і двома паралельними площинами (основами). Бічну поверхню циліндра отримують обертанням відрізка твірної навколо осі, паралельної цьому відрізку. Відстань між площинами основ називається висотою. Циліндри поділяються на *прямі*, коли твірні перпендикулярні до основ, і *похилі*.

Оскільки прямий круговий циліндр можна розглядати як пряму призму з численною кількістю ребер — твірних циліндра, то побудова перерізу прямого кругового циліндра аналогічна побудові перерізу призми.

Якщо січна площина проходить паралельно осі циліндра, то вона перетинає його по двох твірних  $AB$  і  $CD$  (рис. 9.9). Справжня величина фігури перерізу визначена плоскопаралельним переміщенням.

Площина, розташована під кутом до осі циліндра, перетинає його по еліпсу. Частковим випадком є розташування площини під кутом  $90^\circ$  до осі. Тоді фігурою перерізу буде коло.

На рис. 9.10 показано побудову фігури перерізу прямого кругового циліндра фронтально-проєкційною площиною  $\Phi$  ( $\Phi_2$  — фронтальний слід площини). На поверхні циліндра проведено вісім (можна дванадцять, шістнадцять) рівномірно розташованих твірних. Для цього спочатку горизонтальну проєкцію поділено на вісім частин, а потім проведено лінії зв'язку й побудовано фронтальні та горизонтальні проєкції твірних циліндра.

Фронтальна проєкція фігури перерізу збігається з фронтальним слідом  $\Phi_2$  площини  $\Phi$ , горизонтальна — з горизонтальною проєкцією основи циліндра. Профільною проєкцією фігури перерізу є еліпс, який може бути побудований за кількома точками, що будуються за допомогою ліній зв'язку за горизонтальною і фронтальною проєкціями фігури перерізу. Отримані таким чином профільні проєкції точок фігури перерізу сполучають плавною кривою за допомогою лекала.

Справжня величина фігури перерізу побудована на рис. 9.10 способом заміни площин проєкцій.

Із комплексного креслення на рис. 9.11 бачимо, що площина  $\Phi$  перетинає не лише бічну поверхню, а й верхню основу циліндра. Отже, фігура перерізу в цьому разі обмежена частиною еліпса та відрізком прямої. Фронтальна проєкція збігається зі слідом  $\Phi_2$  площини, горизонтальна — з горизонтальною проєкцією основи циліндра. Профільна проєкція фігури перерізу є проєкцією частини еліпса і може бути побудо-

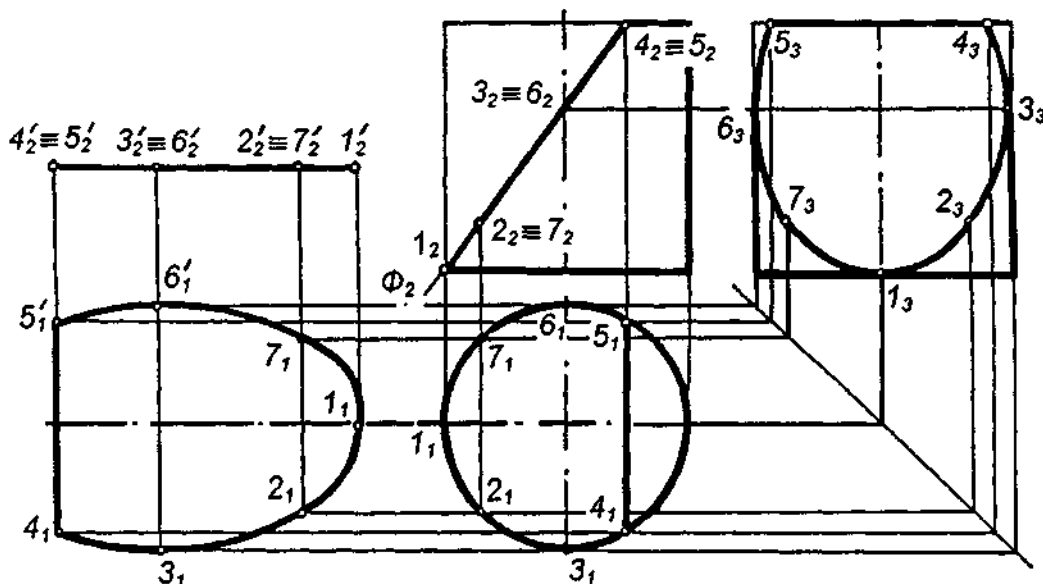


Рис. 9.11

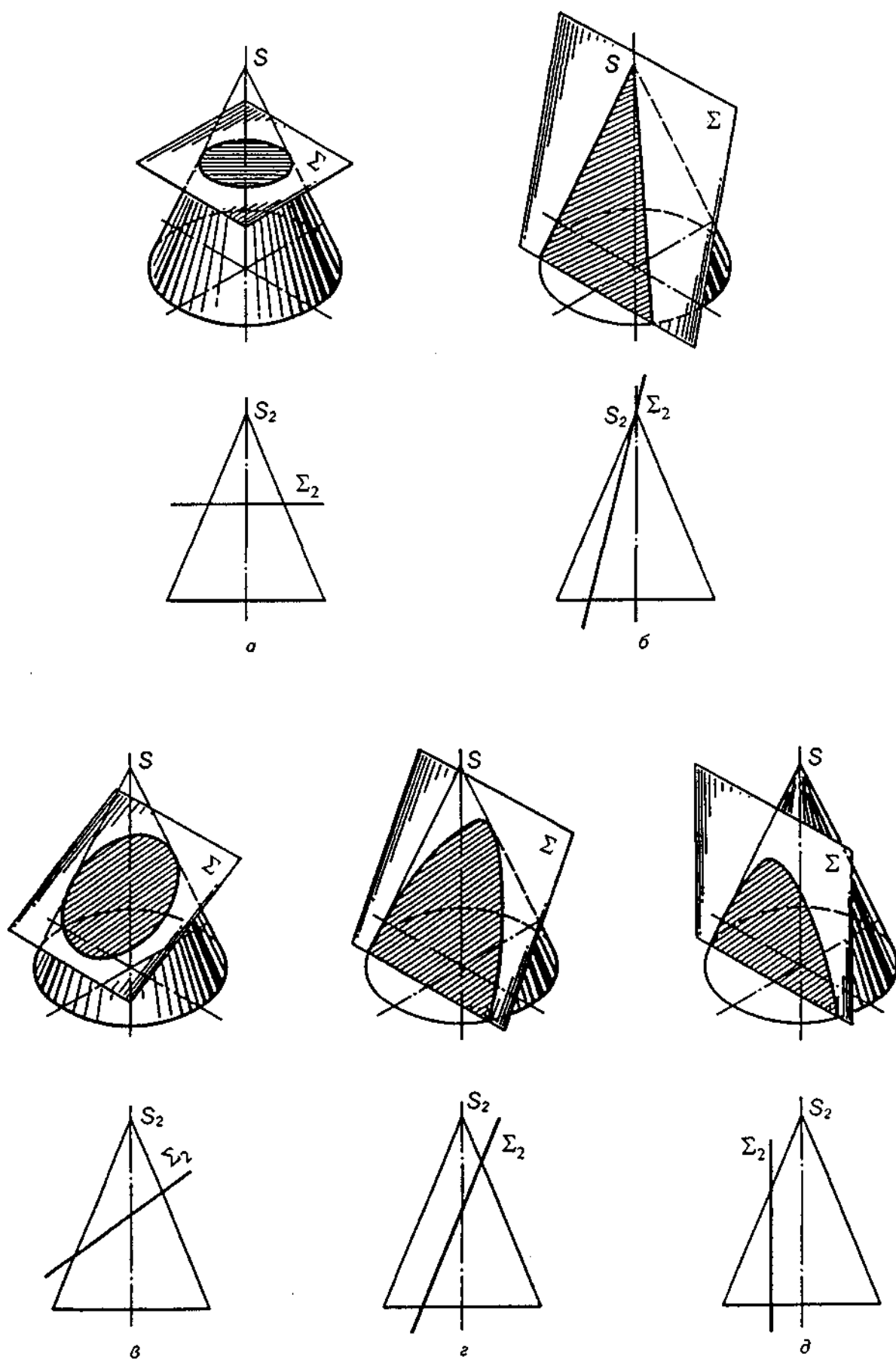


Рис. 9.12

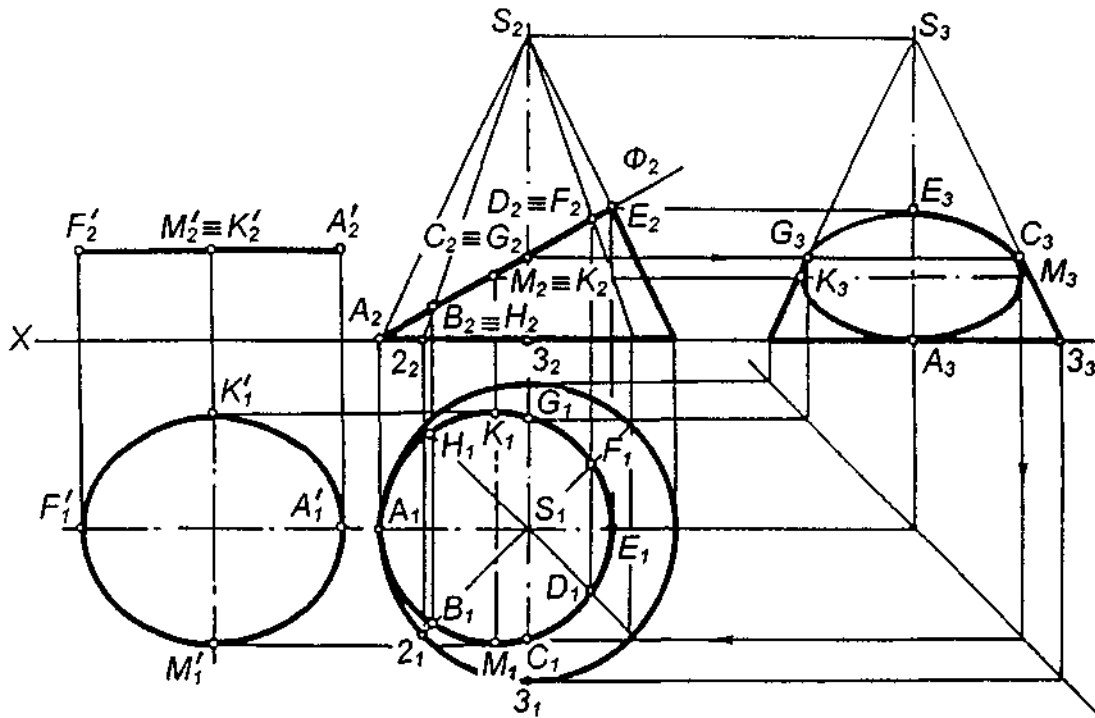


Рис. 9.13

вана за кількома точками, які будуються за допомогою ліній зв'язку за горизонтальною і фронтальною проекціями фігури перерізу.

Справжній вигляд фігури перерізу отриманий способом плоскопаралельного переміщення.

### 9.5. Переріз конуса площиною

**Конусом** називається тіло, обмежене кінечною бічною поверхнею і площиною, що перерізає всі його твірні. Бічну поверхню конуса отримують при обертанні відрізка твірної навколо осі, яка перетинає твірну в кожному своєму положенні. Перпендикуляр, опущений з вершини на площину основи, називається висотою конуса. Конуси поділяються на *прямі* й *похилі*. Прямим коловим називається конус, в основі якого лежить коло, а висота проходить через центр основи.

Залежно від напрямку січної площини в перерізі прямого колового конуса можна отримати такі фігури:

*коло*, якщо січна площина паралельна основі конуса (рис. 9.12,а);

*трикутник*, якщо січна площина проходить через вершину конуса (рис. 9.12,б);

*еліпс*, якщо січна площина нахилена до осі під кутом, більшим від кута нахилу твірної до осі (рис. 9.12,в);

*параболу*, якщо січна площина паралельна твірній конуса, тобто нахилена до осі конуса під кутом, більшим від кута нахилу

твірної до осі, і не проходить через вершину конуса (рис. 9.12,г);

*гіперболу*, якщо січна площина паралельна двом твірним конуса, тобто нахилена до осі під кутом, меншим від кута нахилу твірної до осі, і не проходить через вершину або паралельна осі (рис. 9.12,д).

Як було сказано вище, якщо січна площина нахилена до осі під кутом, більшим від кута нахилу твірної до осі, в перерізі отримують еліпс. На рис. 9.13 фронтально-проекційна площина  $\Phi$  перетинає конус по еліпсу, фронтальна проекція якого розташована на фронтальному сліду  $\Phi_2$ .

Для побудови горизонтальної проекції контуру фігури перерізу горизонтальну проекцію основи конуса (коло) поділено на 8 рівних частин. Через точки поділу на горизонтальній і фронтальній проекціях проведено допоміжні твірні. Спочатку знаходять фронтальні проекції точок перетину  $A_2, B_2, \dots, H_2$ , що лежать на сліду  $\Phi_2$ . Далі за допомогою ліній зв'язку знайдено їх горизонтальні проекції. Наприклад, горизонтальна проекція точки  $B$ , розташованої на твірній  $S_2$ , проектується на горизонтальну проекцію цієї ж твірної в точку  $B_1$ .

Щоб побудувати горизонтальну проекцію точки  $C$ , що належить профільному ребру  $S_3$ , спочатку будують профільну проекцію  $C_3$  на  $S_3$ , а потім  $C_1$  на  $S_3$ .

Знайдені горизонтальні та профільні проекції точок контуру перерізу сполучають за допомогою лекала. Справжній вигляд фі-

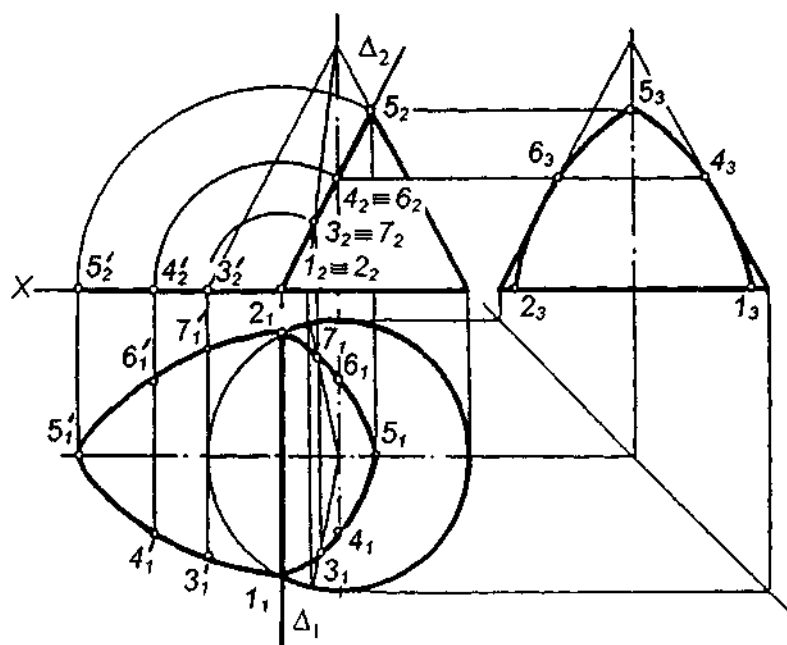


Рис. 9.14

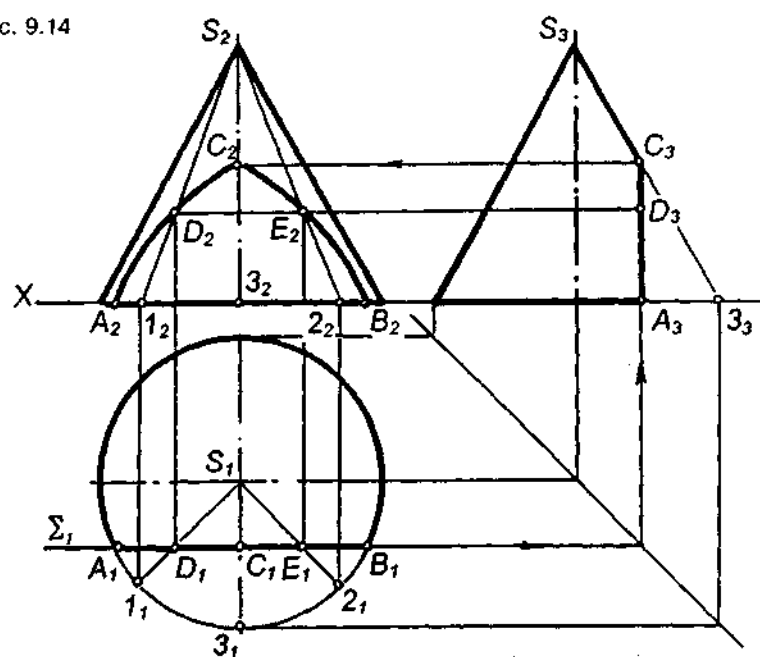


Рис. 9.15

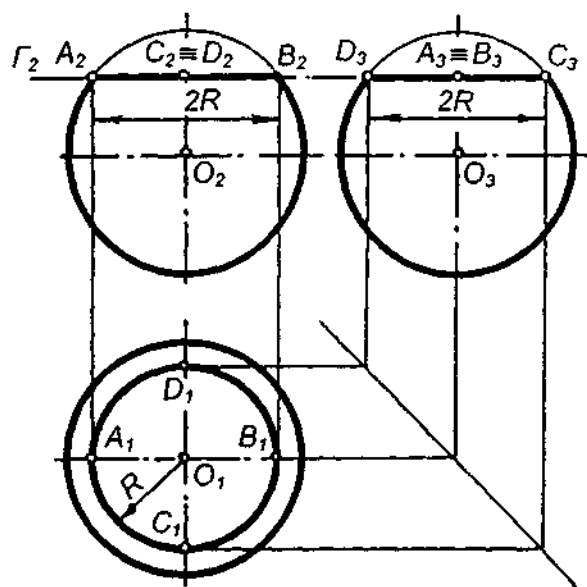


Рис. 9.16



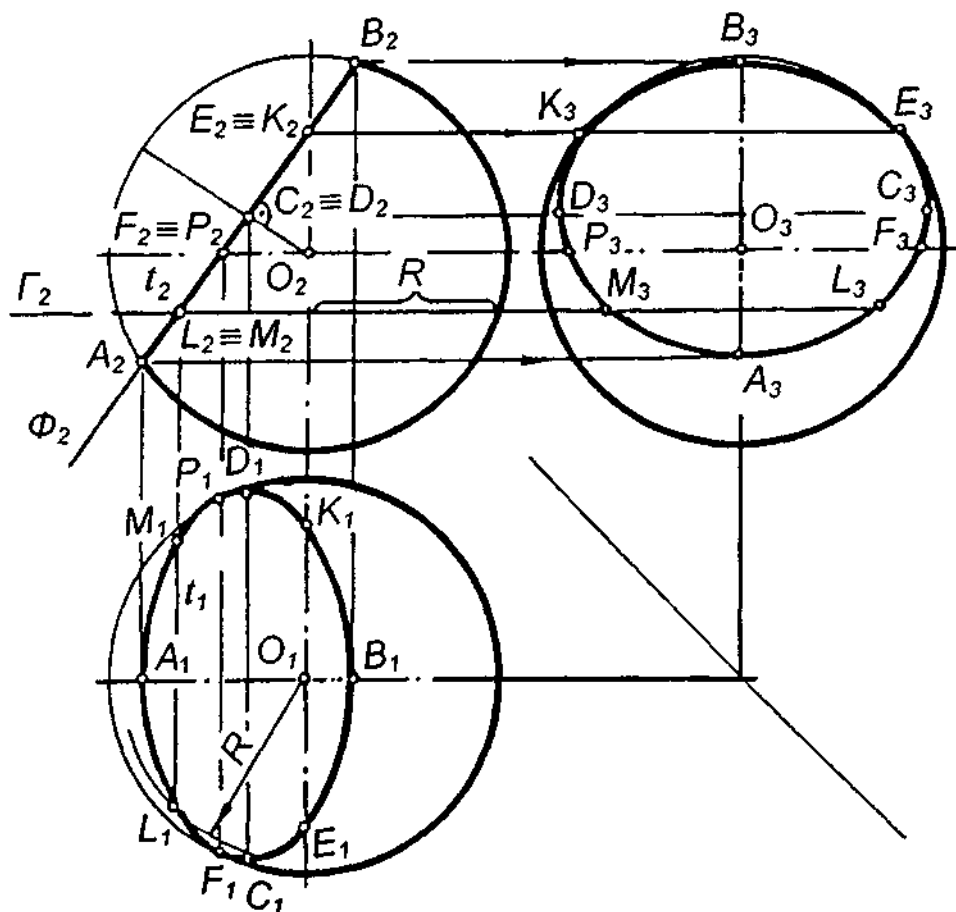


Рис. 9.18

На рис. 9.17 фронтальна площина  $\Phi$  ( $\Phi_1$  — горизонтальний слід площини) перерізає кулю по колу радіуса  $r$ , яке на горизонтальну і профільну площини проєкцій зображується у вигляді відрізків, що дорівнюють  $2r$ .

На рис. 9.18 куля перерізана фронтально-проєкційною площиною  $\Phi$  ( $\Phi_2$  — фронтальний слід площини). Фронтальна проєкція фігури перерізу (еліпса) — відрізок  $A_2B_2$ . Для побудови горизонтальної проєкції еліпса використаємо низку допоміжних горизонтальних площин, які дають на кулі її паралелі, горизонтальні проєкції яких — кола, а на площині — фронтально-проєкційні прямі, тобто лінії перетину заданої площини з кожною із допоміжних. Наприклад, точки  $L$  і  $M$  побудовані за допомогою площини  $\Gamma_2$ , яка перетинається із заданою площиною по лінії  $t(t_1, t_2)$ , а кулю перерізає по колу радіуса  $R$ . Точки  $F_2$  і  $P_2$  на фронтальній проєкції екватора дають змогу знайти точки  $F_1$  і  $P_1$  на горизонтальній проєкції екватора.

Профільну проєкцію еліпса знайдено відомим способом.

### Запитання для самоперевірки

1. Яка фігура утвориться від перерізу правильної шестикутної призми фронтально-проєкційною площиною, якщо площина перерізає:

- а) верхню основу й одне бічне ребро;
- б) верхню основу і три бічні ребра;
- в) верхню основу і п'ять бічних ребер;
- г) чотири бічні ребра та верхню і нижню основи?

2. Задано правильну трикутну піраміду, що має профільне ребро. Яка фігура утвориться, якщо піраміду перерізати фронтально-проєкційною площиною, що перетинає:

- а) три бічні ребра піраміди;
- б) основу піраміди і два бічні ребра?

3. Якими лініями буде обмежена фігура перерізу прямого кругового циліндра (вісь циліндра — горизонтально-проєкційна) фронтально-проєкційною площиною, що перетинає обидві основи?

4. Які лінії утворюються від перерізу прямого кругового конуса площинами?

## 10. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

### 10.1. Загальні відомості

Комплексне креслення дає уявлення про форму і розміри предмета, але в деяких випадках не має достатньої наочності. Тоді додатково зображують предмет в аксонометричній проекції.

На рис. 10.1,а показано прямокутні проекції предмета, за якими досить важко уявити його форму. Набагато наочнішою є аксонометрична проекція цього предмета (рис. 10.1,б).

**Метод аксонометричного проєкціювання** полягає в тому, що означений предмет разом з осями прямокутних координат, до яких він віднесений у просторі, проєкціюється паралельно на площину, що називається площиною аксонометричних проєкцій.

На рис. 10.2 зображено проєкціювання куба з ребром  $l$ , розміщеного в системі прямокутних осей проєкцій, на довільно обрану аксонометричну площину  $P$ . Напрямок проєк-

ціювання показано стрілкою  $S$ . Прямокутні осі  $OX, OY, OZ$  проєкціюються на площину  $P$  в аксонометричні осі  $OX_p, OY_p, OZ_p$ . На аксонометричні осі відрізки  $l$  проєкціюються відповідно у відрізки  $l_x \neq l_y \neq l_z \neq l$ .

Співвідношення  $l_x/l = K_x$ ,  $l_y/l = K_y$ ,  $l_z/l = K_z$  називають коефіцієнтами (показниками) спотворення по аксонометричних осях.

Якщо проєкційні лінії, паралельні напрямку проєкціювання, утворюють з аксонометричною площиною проєкцій прямий кут, отримаємо прямокутну аксонометричну проєкцію фігури, непрямої — косокутну.

Якщо коефіцієнти спотворення однакові по всіх осях, аксонометрія називається ізометрією; однакові лише по двох осях — диметрією; різні по всіх осях — триметрією.

До стандартних прямокутних аксонометричних проєкцій належать: ізометрична та диметрична.

До косокутних — фронтальна ізометрична, горизонтальна ізометрична та фронтальна диметрична (кабінетна).

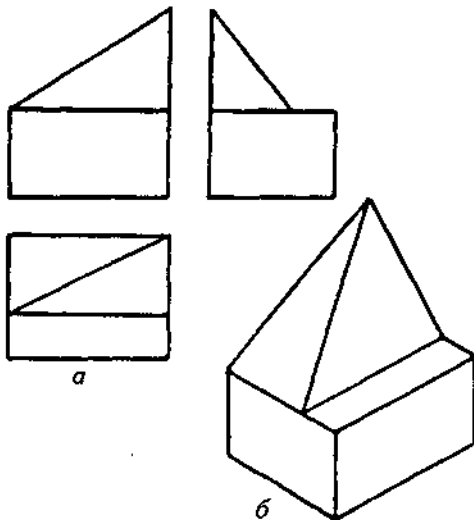


Рис. 10.1

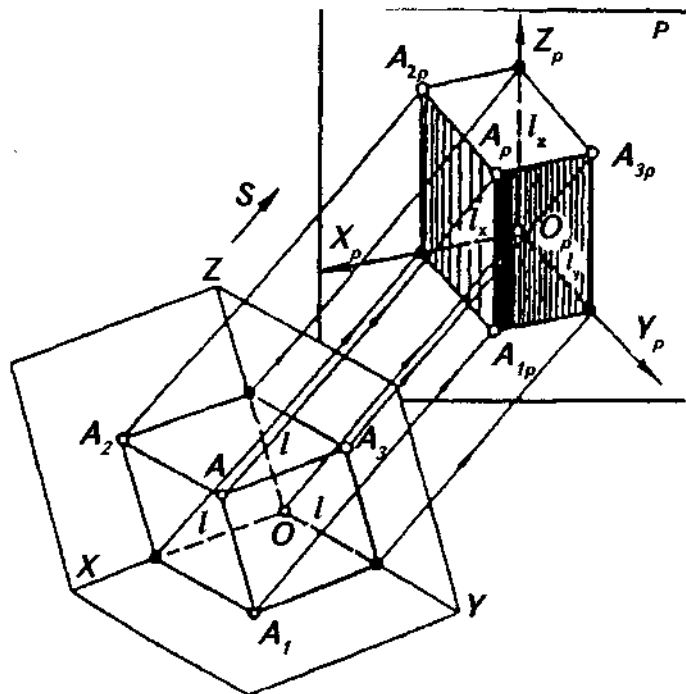


Рис. 10.2

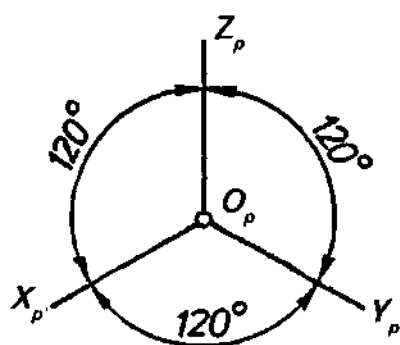


Рис. 10.3

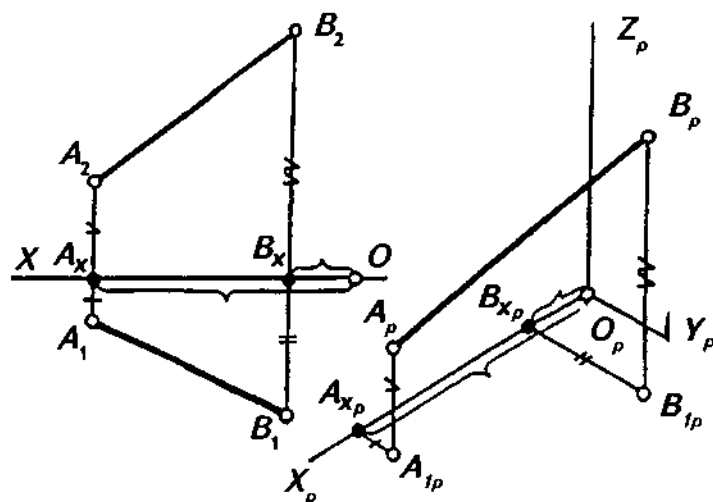


Рис. 10.4

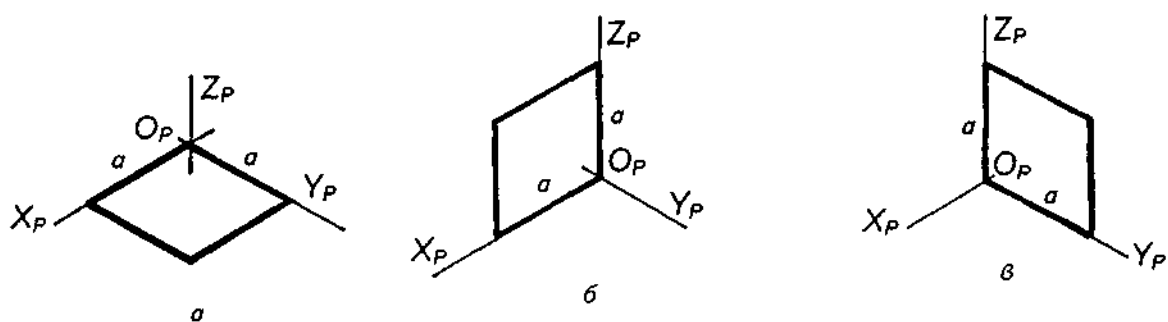


Рис. 10.5

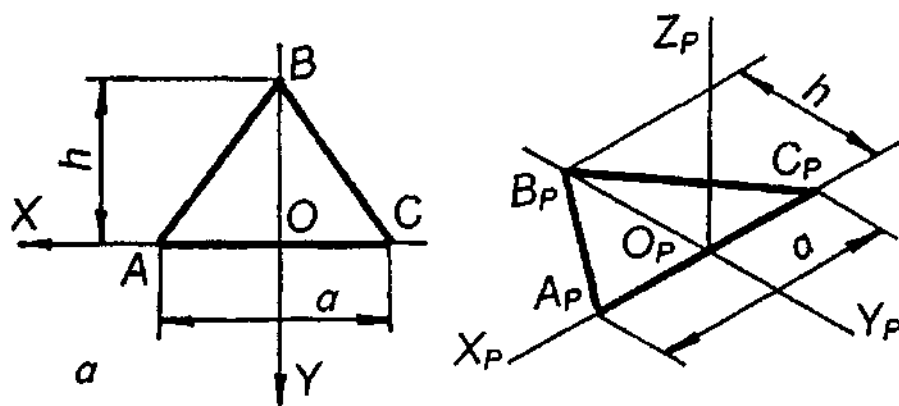


Рис. 10.6

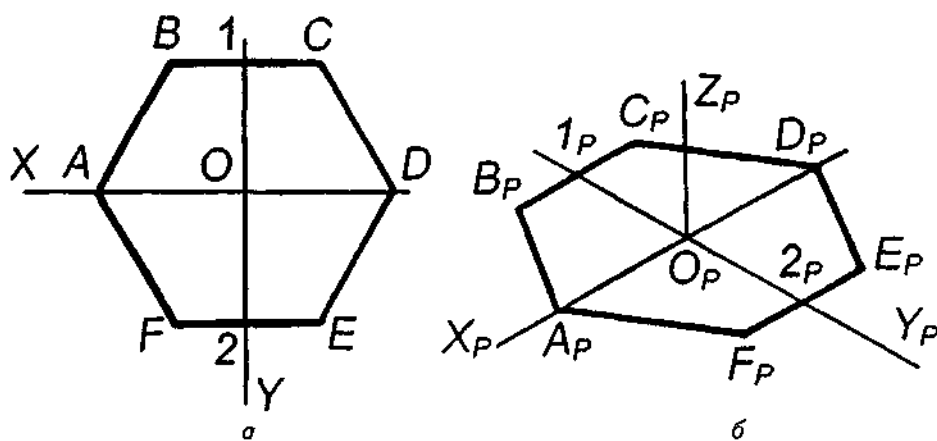


Рис. 10.7

## 10.2. Прямокутна ізометрична проекція

На рис.10.3 показано положення аксонометричних осей; вони розташовані одна відносно іншої під однаковим кутом, що дорівнює  $120^\circ$ .

Коефіцієнт спотворення по осях  $X_p, Y_p, Z_p$  однаковий і дорівнює 0,82.

Для спрощення побудови рекомендується виконувати ізометричну проекцію, взявши коефіцієнт спотворення по осях  $X_p, Y_p, Z_p$  таким, що дорівнює одиниці, тобто без спотворення. Таку ізометрію інколи називають *практичною* (зведеною).

На рис.10.4 побудовано зображення відрізка  $AB$  у практичній (без спотворення по осях) ізометрії за його заданими прямокутними проекціями  $A_1B_1$  та  $A_2B_2$ . Побудова зводиться до побудови ізометричних проекцій двох точок  $A$  і  $B$ . Для цього відкладаємо на аксонометричній осі  $X_p$  відрізки  $O_pA_{x_p} = OA_x$  і  $O_pB_{x_p} = OB_x$ , а на прямих, паралельних осям  $Y_p$  і  $Z_p$  — відповідно відрізки  $A_{x_p}A_{1_p} = A_xA_1$ ,  $B_{x_p}B_{1_p} = B_xB_1$  і  $A_{1_p}A_{2_p} = A_xA_2$ ,  $B_{1_p}B_{2_p} = B_xB_2$ . Сполучивши точки  $A_{2_p}$  і  $B_{2_p}$ , отримуємо наочне зображення відрізка  $AB$  у практичній ізометрії.

Оскільки плоска фігура має два виміри, то в побудові її аксонометричної проекції використовують дві осі, залежно від того, якій площині проекцій паралельна фігура. Якщо вона паралельна площині проекцій  $\Pi_1$ , використовують осі  $X$  і  $Y$ , якщо площині  $\Pi_2$  — осі  $X$  і  $Z$ , якщо площині  $\Pi_3$  — осі  $Y$  і  $Z$ .

Будуючи аксонометричну проекцію квадрата або прямокутника, доцільно осі координат сумістити зі сторонами цих фігур.

На рис.10.5 показано побудову в ізометрії квадрата, що лежить у горизонтальній (рис.10.5,а), фронтальній (рис.10.5,б) та профільній (рис.10.5,в) площинах проекцій.

На рис.10.6 побудовано ізометрію трикутника  $ABC$ , що лежить у горизонтальній площині проекцій, причому вісь  $X$  суміщена зі стороною  $AC$ .

Якщо плоска фігура має дві взаємно перпендикулярні осі симетрії, то їх доцільно взяти за осі координат.

На рис.10.7 побудовано в ізометрії правильний шестикутник, розташований у горизонтальній площині проекцій. Спочатку побудовано осі  $O_pX_p$  і  $O_pY_p$ . Відкладають по осі  $O_pX_p$  ліворуч і праворуч від точки  $O_p$  відрізки  $O_pA_p = OA_x$  і  $O_pD_p = OD_x$ . По осі  $O_pY_p$  ліворуч і праворуч відкладають відрізки  $O_p1_p = O1_y$  і  $O_p2_p = O2_y$ . Через знайдені точки  $1_p$  і  $2_p$  проводять прямі, паралельні осі  $O_pX_p$ , і на них в обидва боки від точок  $1_p$  і  $2_p$  відкладають половину довжини сторони шестикутника. Сполучивши прямими побудовані вершини шестикутника, отримують його ізометричну проекцію  $A_pB_pC_pD_pE_pF_p$ .

Слід звернути увагу на те, що в ізометрії, як і на комплексному кресленні, протилежні сторони шестикутника мають бути паралельні між собою.

Із рис.10.7,б бачимо, що сторони шестикутника, які не паралельні координатним осям, мають різну величину спотворення.

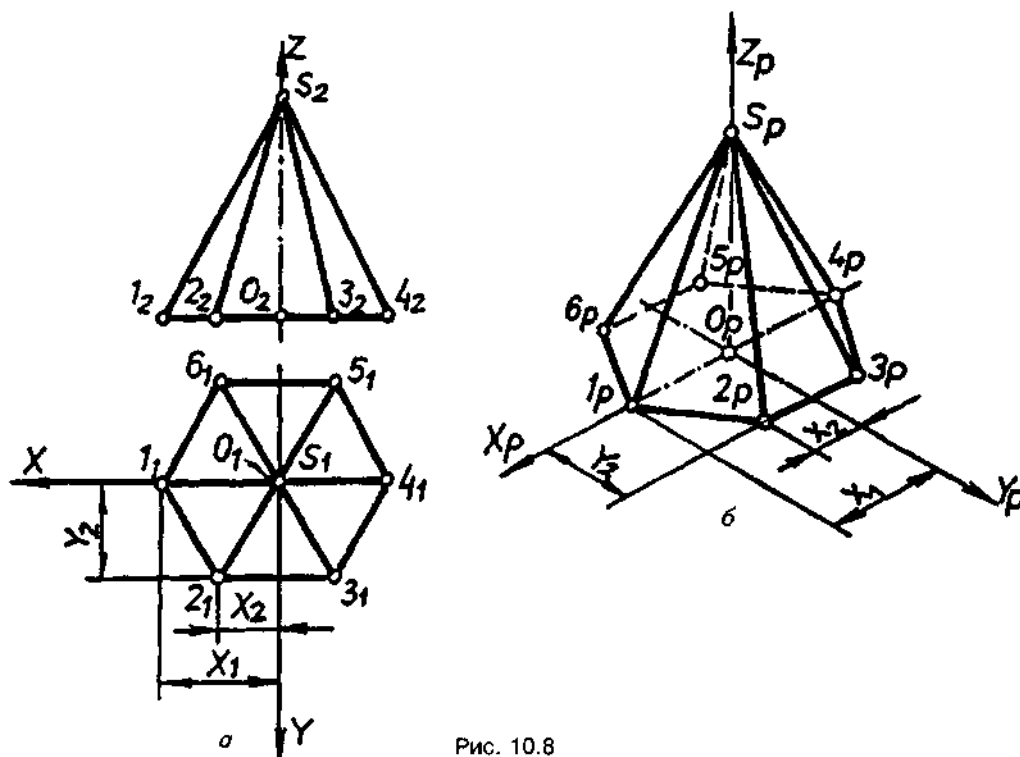


Рис. 10.8

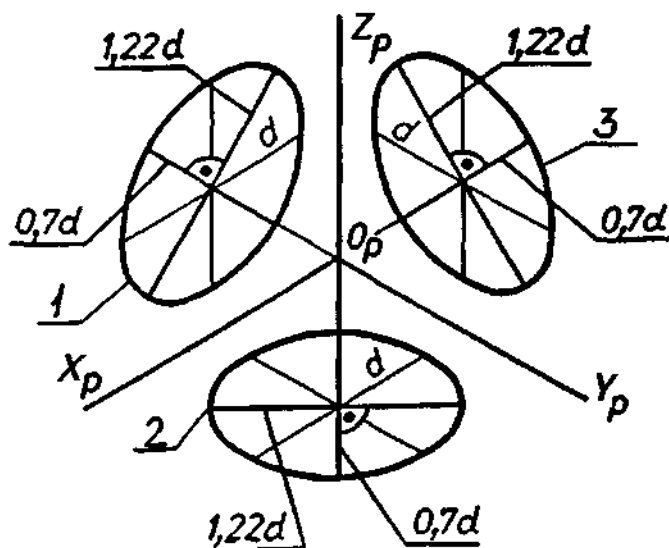


Рис. 10.9

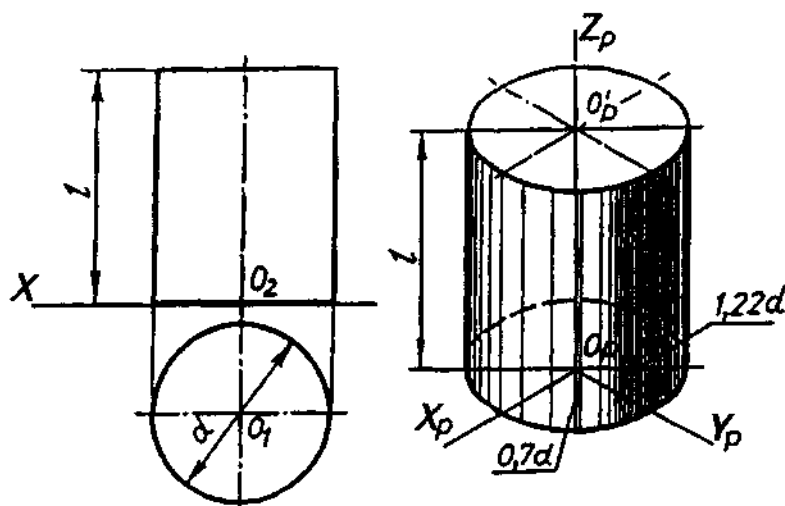


Рис. 10.10

Отже, якщо який-небудь відрізок прямої не паралельний координатній осі, то будувати його в ізометрії (як і в іншій аксонометричній проекції) треба за координатами кінцевих точок відрізка, бо величина спотворення довільного напрямку нам не відома.

Побудову практичної ізометричної проекції правильної шестикутної піраміди за заданими прямокутними проекціями показано на рис. 10.8.

Проводять прямі  $X, Y, Z$ , які вважають осями натуральної системи координат; за початок осей координат беруть точку  $O$  (рис. 10.8,а). Проводять аксонометричні осі  $X_p, Y_p, Z_p$  (рис. 10.8,б). Вимірявши на прямокутному кресленні натуральні координати вершин основи піраміди (точки 1–6) та її вершини (точка  $S$ ), будують їх аксонометричні проекції (точки  $1_p, 2_p, 3_p, 4_p, 5_p, 6_p, S_p$ ). Щоб отрима-

ти ізометричну проекцію піраміди, сполучають побудовані точки відрізками прямих ліній у тій самій послідовності, в якій вони сполучені на прямокутних проекціях.

Кола, розміщені в площинах рівня, зображаються на аксонометричну площину проекцій у вигляді однакових еліпсів, великі осі яких розташовані: еліпс 1 — під кутом  $90^\circ$  до осі  $Y_p$ ; еліпс 2 — під кутом  $90^\circ$  до осі  $Z_p$ , тобто горизонтально, еліпс 3 — під кутом  $90^\circ$  до осі  $X_p$  (рис. 10.9). Еліпс 1 розміщений у фронтальній, еліпс 2 — у горизонтальній і еліпс 3 — у профільній площині рівня. Для всіх трьох еліпсів під час побудови ізометричної проекції без спотворення по осях  $X_p, Y_p, Z_p$  великі осі дорівнюють 1,22, а малі — 0,7 діаметра кола.

Побудову ізометричної проекції прямого кругового циліндра, заданого своїми прямокутними проекціями, показано на рис. 10.10.

Вісь обертання циліндра прийнято за аксонометричну вісь  $Z_p$  і відкладено на ній від точки  $O_p$  справжню висоту циліндра  $l$ . Кола основ циліндра мають форму еліпсів, центри яких збігаються з точками  $O_p$  і  $O'_p$ . Великі осі еліпсів, що дорівнюють  $1,22d$ , розміщені на перпендикулярах до осі  $O_p Z_p$ , малі осі, що дорівнюють  $0,7d$ , збігаються з віссю  $O_p Z_p$ . Провівши контурні твірні поверхні циліндра, дотичні до його основ, закінчують побудову ізометричної проекції циліндра.

### 10.3. Прямокутна диметрична проекція

На рис.10.11 показано положення аксонометричних осей.

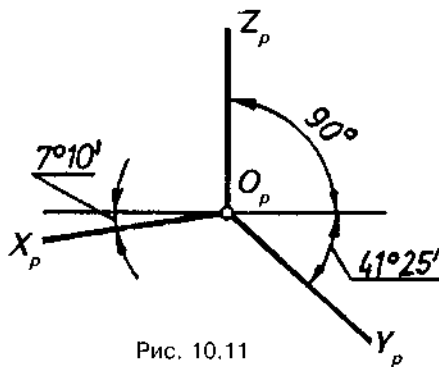


Рис. 10.11

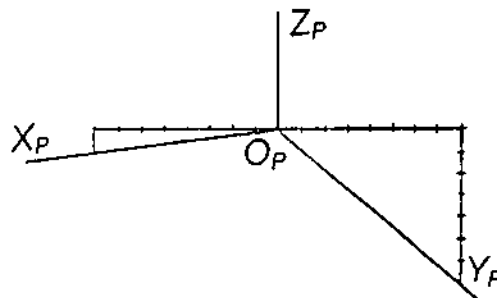


Рис. 10.12

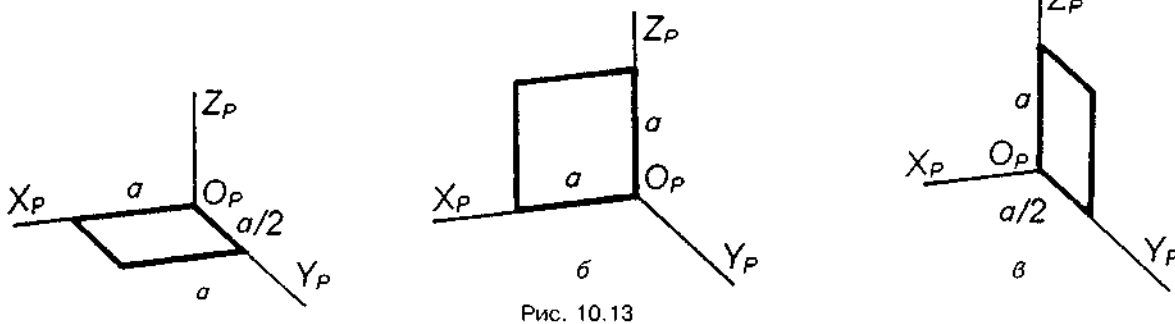


Рис. 10.13

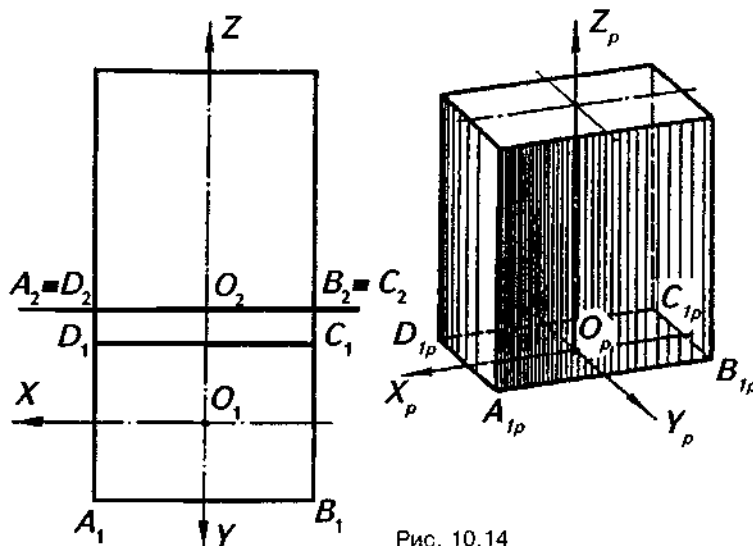


Рис. 10.14

Для побудови осей диметрії можна використати такий спосіб (рис.10.12). На горизонтальній прямій, що проходить через точку  $O_p$ , відкладають в обидва боки від  $O_p$  вісім однакових відрізків. З кінцевих точок цих відрізків по вертикалі відкладають ліворуч одну поділку, а праворуч — сім таких поділок. Сполучивши знайдені точки з точкою  $O_p$ , отримують аксонометричні осі  $O_p X_p$  і  $O_p Y_p$ .

Коефіцієнт спотворення по осях  $X_p$  і  $Z_p$  дорівнює 0,94, а по осі  $Y_p$  — 0,47. Для спрощення побудови рекомендується диметричну проекцію виконувати без спотворення по осях  $X_p$  і  $Z_p$ , застосовуючи коефіцієнт спотворення, що дорівнює одиниці, а по осі  $Y_p$  — коефіцієнт спотворення 0,5.

На рис.10.13 в диметрії побудовано квадрат зі стороною  $a$ , що лежить у горизон-

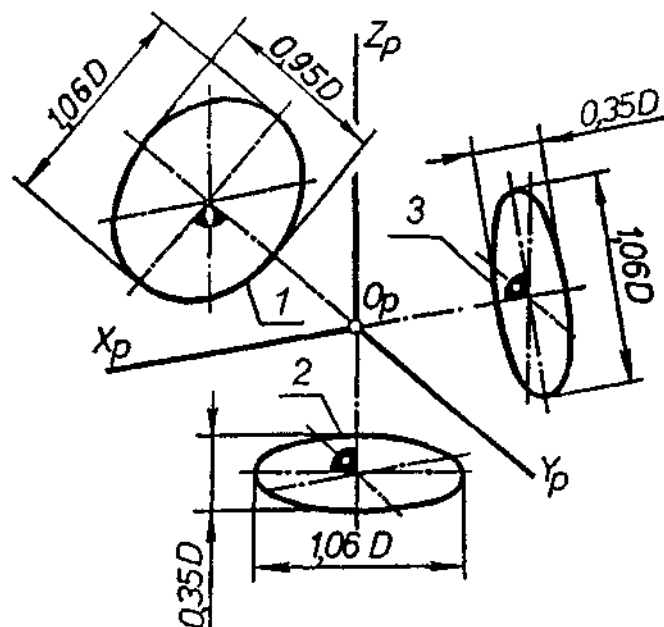


Рис. 10.15

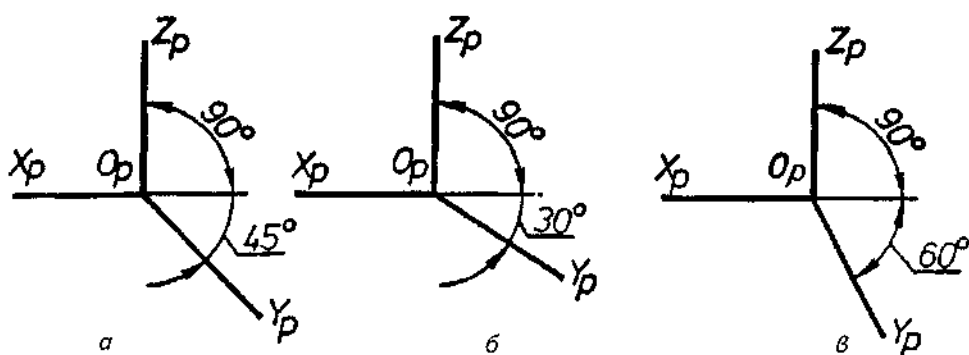


Рис. 10.16

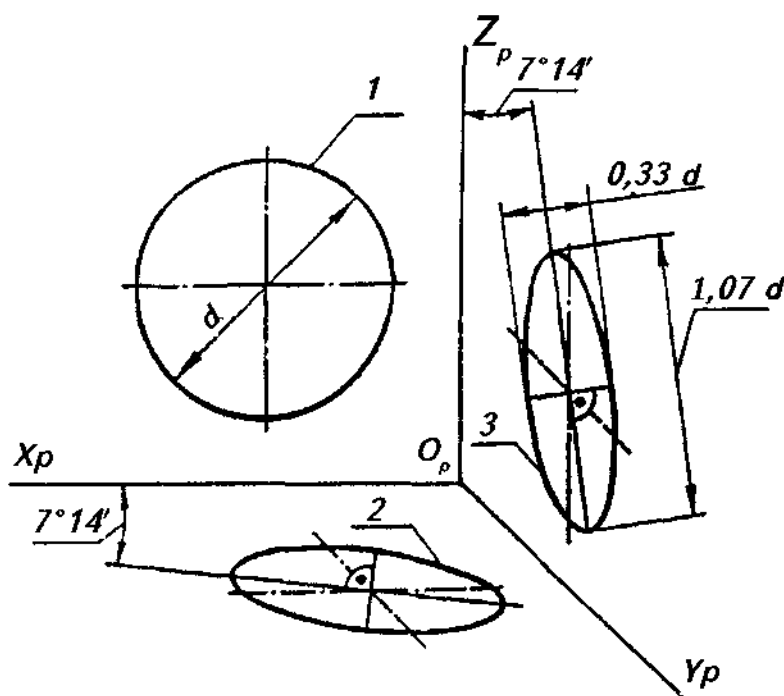


Рис. 10.17

тальній (рис.10.13,а), фронтальній (рис. 10.13,б) та профільній (рис.10.13,в) площинах проєкцій. Послідовність побудови така ж, як і в ізометрії (див. рис. 10.5), лише по осі  $O_p Y_p$  відкладають половину справжнього розміру сторони квадрата, тобто  $a/2$ .

Практична диметрія прямокутного паралелепіпеда побудована на рис.10.14. Осі  $OX, OY$  і  $OZ$  приймають за осі координат. Спочатку будують диметричну проєкцію нижньої основи — паралелограм  $A_{1p}B_{1p}C_{1p}D_{1p}$ . Сторони  $A_{1p}B_{1p}$  і  $C_{1p}D_{1p}$ , паралельні осі  $O_p X_p$ , відкладають без спотворення, а сторони, паралельні осі  $O_p Y_p$ , зменшують наполовину. На бічних ребрах, паралельних осі  $O_p Z_p$ , відкладають без скорочення висоту фігури. Побудувавши верхню основу, отримують шукану диметричну проєкцію паралелепіпеда.

Кола, розміщені у площинах рівня, проєкціюються на аксонометричну площину проєкцій у вигляді еліпсів, великі осі яких орієнтовані відносно осей  $X_p, Y_p$  і  $Z_p$  так само, як і в ізометрії (рис.10.15). Якщо диметричну проєк-

цію виконують без спотворення по осях  $X_p$  і  $Z_p$ , то велика вісь еліпсів 1,2 і 3 дорівнює 1,06, мала вісь еліпса 1 — 0,95, еліпсів 2 і 3 — 0,35 діаметра кола.

#### 10.4. Косокутні аксонометричні проєкції

Як зазначалось вище, косокутні аксонометричні проєкції отримують тоді, коли напрямок проєціювання утворює з площиною аксонометричних проєкцій гострий кут.

Серед косокутних аксонометричних проєкцій найбільш широко застосовують фронтальну диметричну проєкцію.

Коефіцієнти спотворення по осях  $X_p, Y_p, Z_p$  такі ж, як і для прямокутної практичної, тобто 1:0,5:1, а осі розташовані, як показано на рис.10.16,а, тобто кут між віссю  $Y_p$  і горизонтальною лінією дорівнює  $45^\circ$ , але допускається застосовувати цю проєкцію з кутами нахилу  $30^\circ$  (рис.10.16,б) або  $60^\circ$  (рис. 10.16,в).

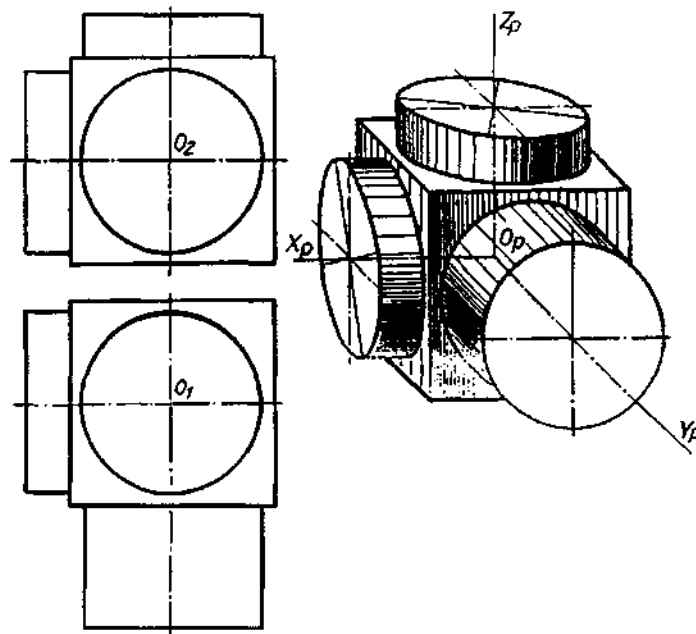


Рис. 10.18

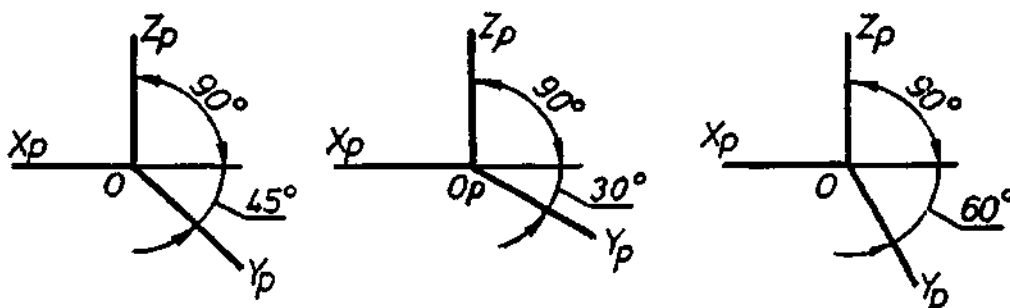


Рис. 10.19

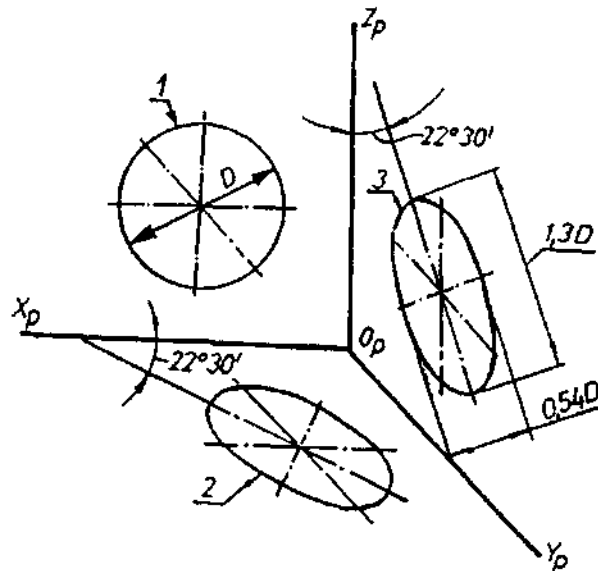


Рис. 10.20

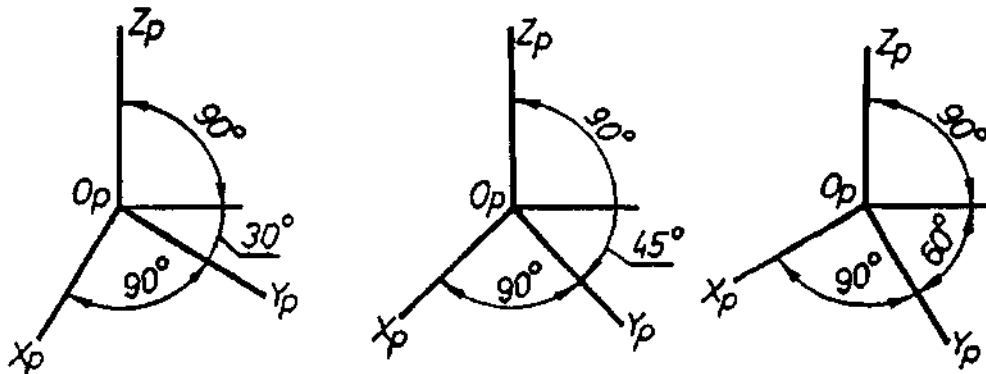


Рис. 10.21

Кола, розміщені у площинах рівня, проєкціюються на аксонометричну площину проєкцій, як показано на рис. 10.17. Зауважимо, що кола, які лежать у площинах, паралельних фронтальній площині проєкцій, проєкціюються на аксонометричну площину без спотворення, тобто у кола.

На рис. 10.18 показано зображення фігури, що складається з куба і трьох циліндрів.

Окрім косокутної фронтальної диметрії існує ще косокутна фронтальна ізометрична проєкція, положення осей якої показано на рис. 10.19. Коефіцієнти спотворення по всіх осях дорівнюють одиниці.

Кола, розміщені в площинах рівня, проєкціюються на аксонометричну площину проєкцій, як показано на рис. 10.20.

Положення аксонометричних осей у косокутній горизонтальній ізометричній проєкції показано на рис. 10.21. Зазвичай вісь  $Y_p$  проводять під кутом  $30^\circ$ , але допускається проводити її під кутом  $45^\circ$  або  $60^\circ$ . Кут між осями  $X_p$  і  $Y_p$  в усіх випадках має бути таким, що дорівнює  $90^\circ$ . Цю про-

екцію виконують без спотворення по всіх трьох осях —  $X_p, Y_p, Z_p$ .

### 10.5. Побудова аксонометричних проєкцій найпростіших геометричних тіл

У практиці побудови аксонометричних креслень найчастіше користуються зведеною (практичною) ізометричною проєкцією та зведеною (практичною) диметричною проєкцією.

При цьому побудоване зображення на вигляд нічим не відрізняється від точної аксонометрії, лише зображення в ізометрії збільшується в 1,22, а в диметрії — в 1,06 разу.

Лінії штрихування перерізів у аксонометричних проєкціях наносять паралельно одній із діагоналей проєкцій квадратів, що лежать у відповідних координатних площинах і сторони яких паралельні аксонометричним осям. На рис. 10.22 показано нанесення ліній штрихування для ізометрії, а на рис. 10.23 — для диметрії.

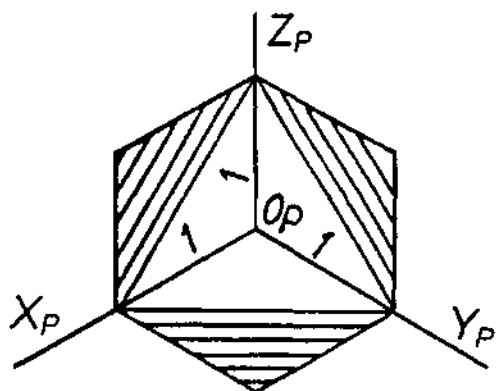


Рис. 10.22

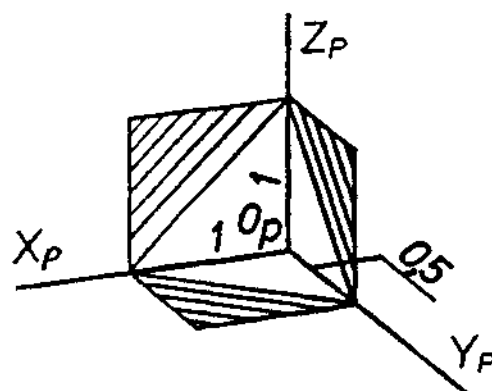


Рис. 10.23

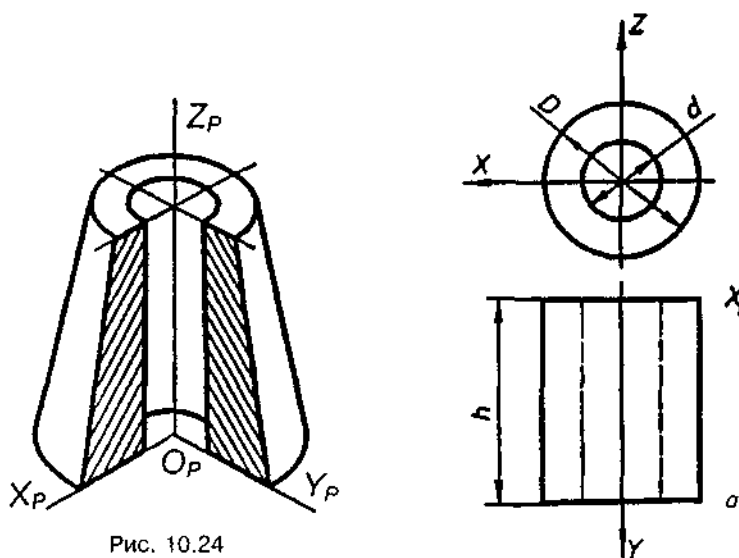


Рис. 10.24

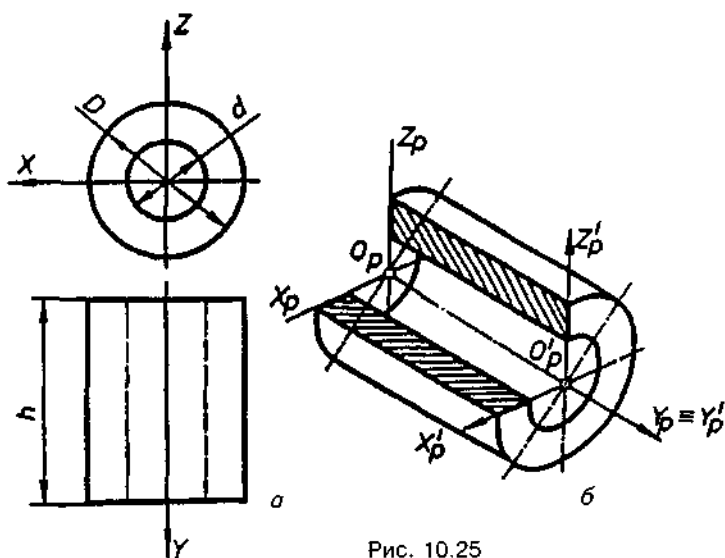


Рис. 10.25

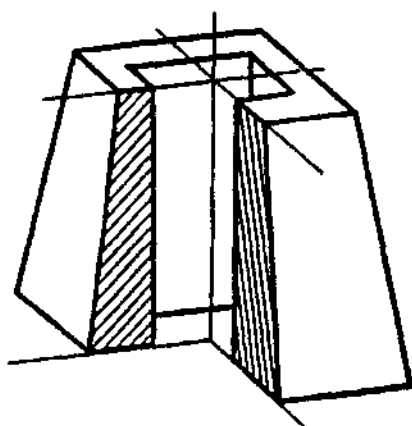


Рис. 10.26

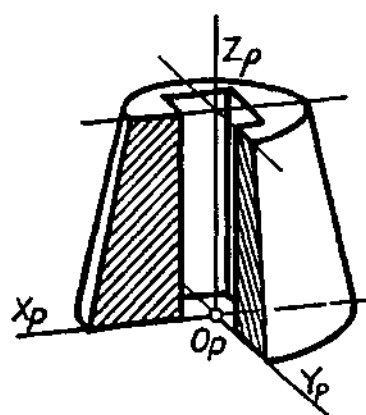


Рис. 10.27

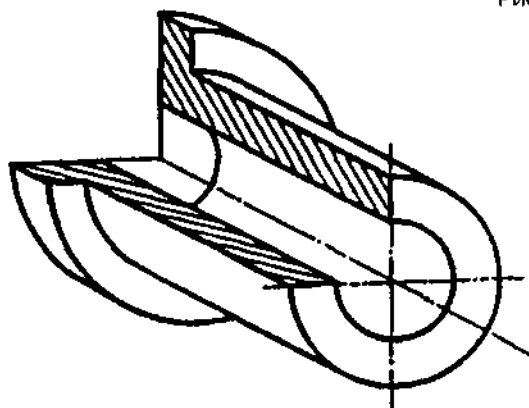


Рис. 10.28

Розглянемо побудову аксонометричних проєкцій деяких простих геометричних тіл.

Побудова практичної прямокутної ізометрії зрізаного конуса з вертикальним циліндричним отвором зводиться насамперед до побудови його верхньої і нижньої основ — двох різної величини еліпсів, а також двох однакових еліпсів у цих же координатних площинах, які є аксонометричними проєкціями нижньої і верхньої основи циліндричного отвору (рис. 10.24). Потім проводимо контурні твірні, дотичні до основ конуса. На рис. 10.24 показано виріз по осях  $X_p O_p$  і  $Y_p O_p$  1/4 частини фігури.

У побудові практичної ізометричної проєкції заданого циліндра обертання з циліндричним отвором (рис. 10.25, а) за аксонометричну вісь  $O_p Y_p$  взято вісь обертання циліндра, на якій і відкладено натуральну висоту циліндра  $O_p O'_p$  (рис. 10.25, б). Кола основ, що лежать у фронтальних площинах, матимуть вигляд еліпсів, центри яких збігаються з точками  $O_p$  і  $O'_p$ . Зауважимо, що великі осі еліпсів розміщені перпендикулярно до осі  $O_p O'_p$ . Слід пригадати розміщення еліпса 1 на рис. 10.9. Побудова завершується проведенням контурних твірних зовнішньої поверхні циліндра, дотичних до його основ. Щоб було видно циліндричний отвір, вирізано 1/4 частину тіла по осях  $X_p O_p$  і  $Z_p O_p$ .

Побудова практичної прямокутної диметрії зрізаної піраміди з вертикальним призматичним отвором (рис. 10.26) та зрізаного конуса з вертикальним призматичним отвором (рис. 10.27) подана без пояснення. Слід звернути увагу, що по осі  $O_p Y_p$  при побудові прямокутної диметрії натуральний розмір зменшується вдвічі.

На рис. 10.28 подано зображення фігури в косокутній фронтальній диметрії.

### **Запитання для самоперевірки**

1. У чому перевага аксонометричних проєкцій порівняно з прямокутними?

2. У чому суть аксонометричного проєціювання?

3. Які існують основні види аксонометричних проєкцій?

4. У чому полягає відмінність між прямокутними та косокутними аксонометричними проєкціями?

5. Як розташовують аксонометричні осі у прямокутній ізометрії; у прямокутній диметрії?

6. Які коефіцієнти спотворення для прямокутної ізометрії; для прямокутної диметрії?

7. Як побудувати коло у прямокутній ізометрії, якщо його площина паралельна горизонтальній; фронтальній; профільній площині проєкцій?

8. Як побудувати коло у прямокутній диметрії та косокутній фронтальній диметрії, якщо його площина паралельна горизонтальній; фронтальній; профільній площині проєкцій?

9. Як виконується штрихування розрізів у ізометрії та диметрії?

10. Як виконується побудова прямокутної ізометричної проєкції:

а) квадрата, що лежить у фронтальній площині проєкцій;

б) кола, розміщеного в горизонтальній площині проєкцій?

11. Як будується прямокутна диметрична проєкція трикутника, що лежить у горизонтальній площині проєкцій?

12. Як побудувати прямокутну ізометрію правильної чотирикутної піраміди, що має дві фронтально-проєкційні грані?

## 11. ПОБУДОВА ЗОБРАЖЕНЬ НА КРЕСЛЕННЯХ

### 11.1. Розташування виглядів на кресленнях

Для побудови технічних креслень переважно користуються методом прямокутного проєкціювання. При цьому предмет вважається розміщеним між спостерігачем і відповідною площиною проєкцій (рис. 11.1).

За основні площини проєкцій беруть шість граней куба. Грані суміщаються з площиною, як показано на рис. 11.2.

Найуживанішими з цих шести площин є фронтальна 1, горизонтальна 2 і профільна 3 (див. рис. 11.1). За допомогою цих площин на кресленні можна передати без спотворення розміри предмета в трьох основних напрямках, а саме — висоту, довжину і ширину.

Зображення на фронтальній площині проєкцій береться на кресленні за головне. Предмет розташовують щодо фронтальної площини проєкцій так, щоб зображення на

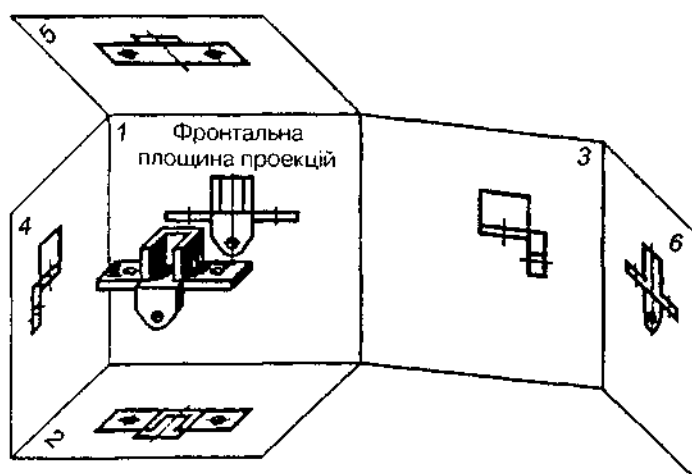


Рис. 11.1

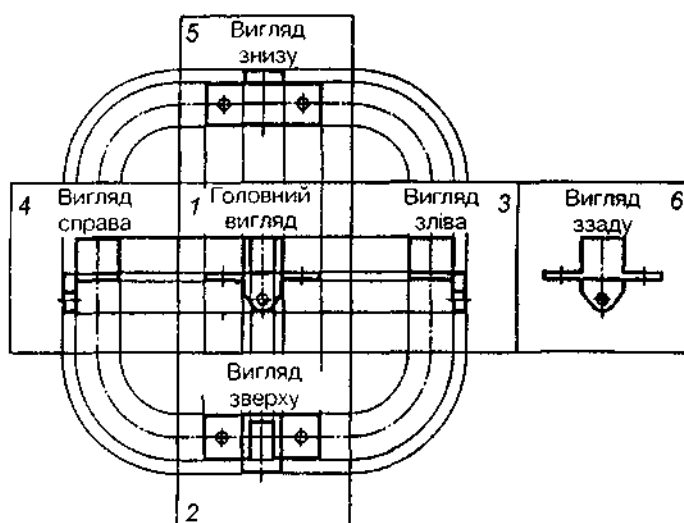


Рис. 11.2

ній давало повне уявлення про форму і розміри предмета. Правильний вибір головного вигляду зумовлює і мінімальну кількість потрібних зображень.

Суміщаючи з фронтальною площиною інші площини проєкцій, створюють плоский комплексний рисунок (рис. 11.2).

Кожна проєкція показує вигляд предмета з якогось боку, а всі проєкції разом створюють повне уявлення про форму і розміри предмета.

**Виглядом** називають зображення поверхню до спостерігача видимої поверхні предмета. На вигляді інколи показують штриховими лініями (коли це потрібно) невидимі контури предмета.

Кожний із шести основних виглядів має назву, залежно від того, на яку площину проєкцій його спроекційовано (рис. 11.2): фронтальна площина 1 — *вигляд спереду*

(*головний*); горизонтальна площина 2 — *вигляд зверху*; профільна площина 3 — *вигляд зліва*; площина 4 — *вигляд справа*; площина 5 — *вигляд знизу*; площина 6 — *вигляд ззаду*. Основні вигляди розташовують на полі креслення за правилами проєкційного зв'язку, тобто вигляд зверху міститься під головним, вигляд зліва — праворуч від головного і т.д.

Якщо на кресленні основні вигляди розміщено у взаємному проєкційному зв'язку, то їх не надписують (рис. 11.3).

Якщо вигляди не розміщені в безпосередньому проєкційному зв'язку з головним зображенням, то напрям проєкціонування має бути показаний стрілкою біля відповідного зображення. Над стрілкою та отриманим зображенням (виглядом) слід поставити одну й ту саму велику літеру (рис. 11.4).

Якщо якусь частину предмета неможливо показати без спотворення форм і розмірів, застосовують додаткові вигляди, що утворюються на площинах, не паралельних основним площинам проєкцій (рис. 11.5, 11.6). Додатковий вигляд має бути позначений на кресленні великою літерою, а біля пов'язаного з додатковим виглядом зображення предмета слід поставити стрілку, яка вказує напрям погляду, з відповідним літерним позначенням (рис. 11.5).

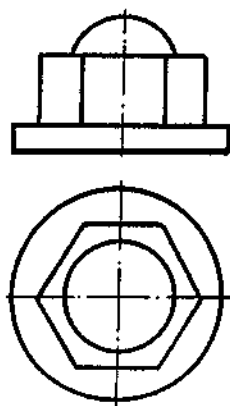


Рис. 11.3

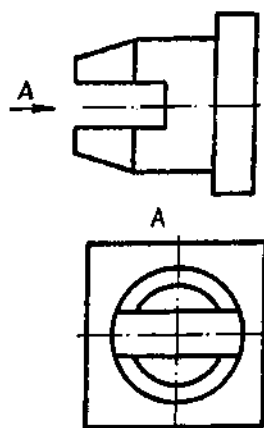


Рис. 11.4

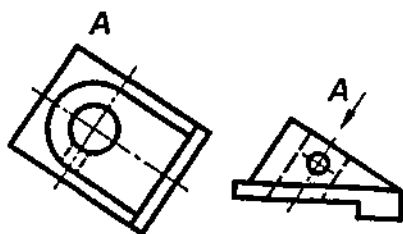


Рис. 11.5

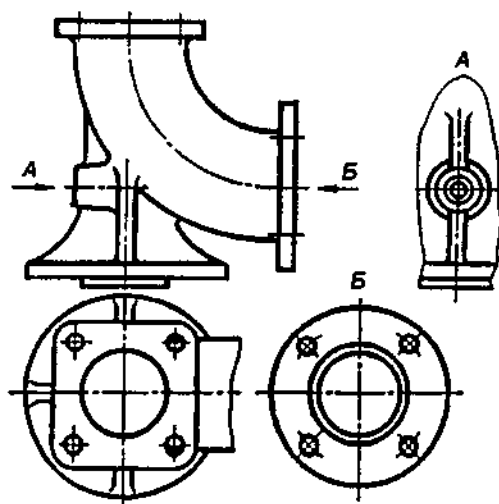


Рис. 11.7

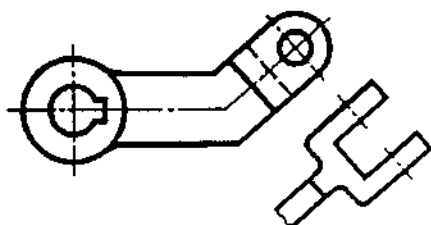


Рис. 11.6

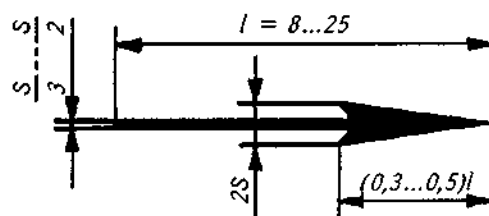


Рис. 11.8

Якщо додатковий вигляд розташований у безпосередньому проєкційному зв'язку з відповідним зображенням, стрілку і велику літеру не наносять (рис. 11.6).

Зображення окремого, обмеженого місця поверхні предмета називається **місцевим виглядом** (рис. 11.7).

Місцевий вигляд може обмежуватись лінією обриву або не обмежуватись. Місцевий вигляд відмічають на кресленні так само, як додатковий.

Співвідношення розмірів стрілок, що вказують напрям погляду, має відповідати показаним на рис. 11.8.

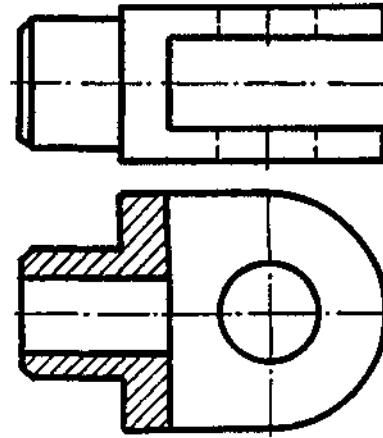


Рис. 11.9

## 11.2. Розрізи і перерізи

Як уже зазначалось, лінії внутрішнього (невидимого) контуру предмета на кресленнях зображають штриховими лініями. Більшість деталей мають складну внутрішню будову, а отже, на кресленні може бути багато штрихових ліній, які перетинаються між собою і з суцільними основними контурними лініями, що утруднює читання креслень. Через це вдаються до умовного способу виявлення внутрішньої будови деталі за допомогою розрізів і перерізів. Завдяки останнім можна зменшити кількість зображень, полегшити читання креслень складних за формою деталей.

**Розрізом** називається таке зображення, на якому деталь умовно розрізана січною площиною, причому частина деталі, що розташована перед січною площиною, умовно усунута, а зображена та частина деталі, що міститься в січній площині та поза нею. При цьому лінії невидимого контуру стануть видимими і зображатимуться не штриховими, а суцільними основними лініями. Місце розрізу матеріалу деталі покривають штрихуванням, що унаочнює зображення й полегшує читання креслень. Місця, де січна площина проходить по порожнинах, не покривають штрихуванням.

Залежно від кількості січних площин розрізи бувають *прості* — при одній січній площині (наприклад, рис. 11.9–11.11) та *складні* — при кількох січних площинах (наприклад, розрізи А–А на рис. 11.17–11.19).

Залежно від положення січної площини щодо горизонтальної площини проєкції розрізи поділяються на *вертикальні* (фронтальні та профільні) і *горизонтальні*.

Горизонтальні (рис. 11.9), фронтальні (рис. 11.10) та профільні (рис. 11.11) розрізи найчастіше розташовують на місці відповідних основних виглядів. Це дає змогу зменшити кількість зображень.

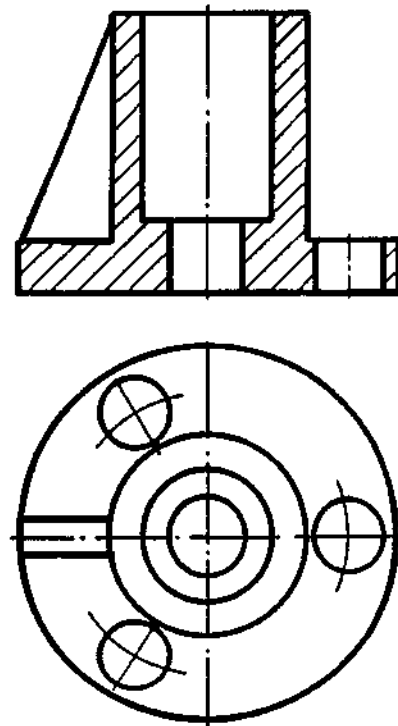


Рис. 11.10

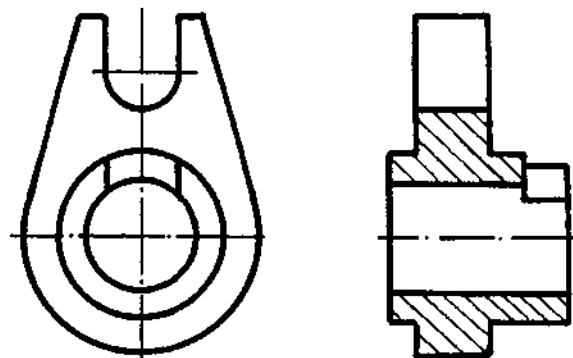


Рис. 11.11

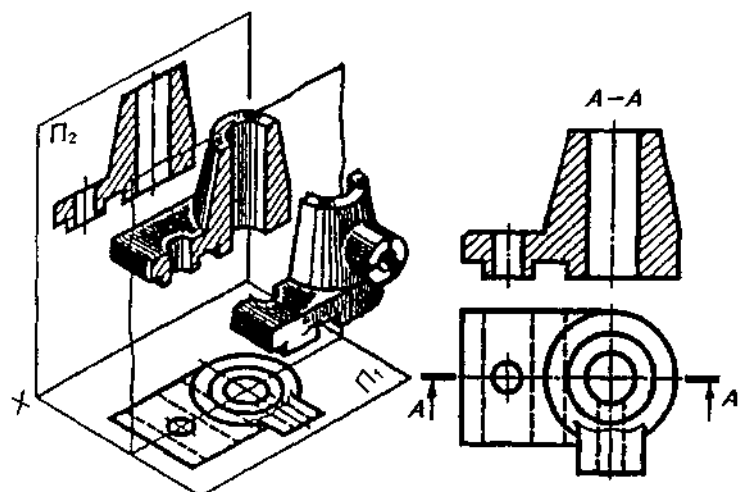


Рис. 11.12

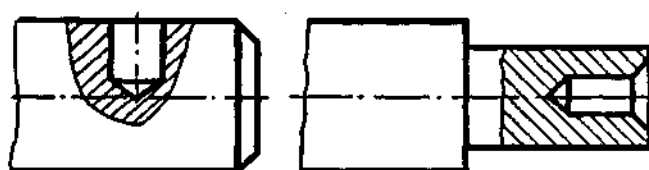


Рис. 11.13

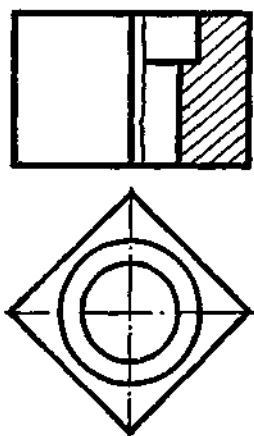


Рис. 11.14

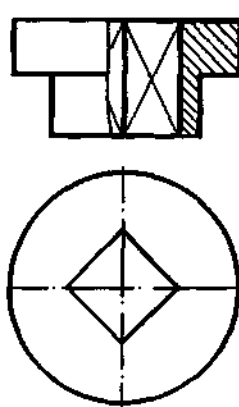


Рис. 11.15

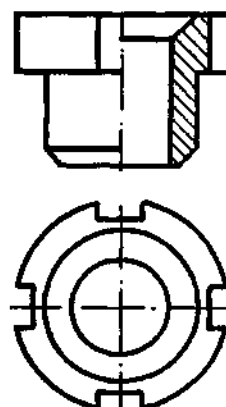


Рис. 11.16

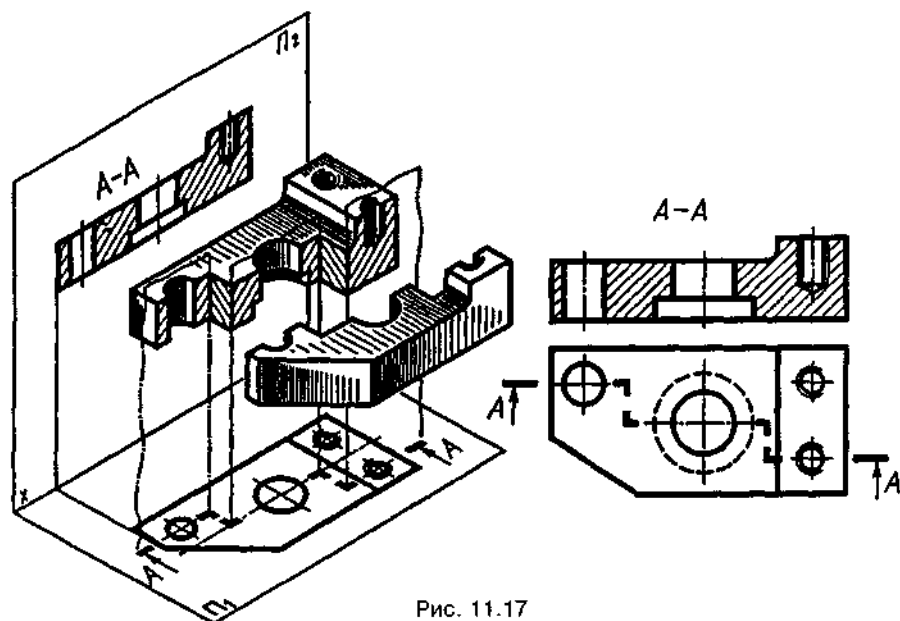


Рис. 11.17

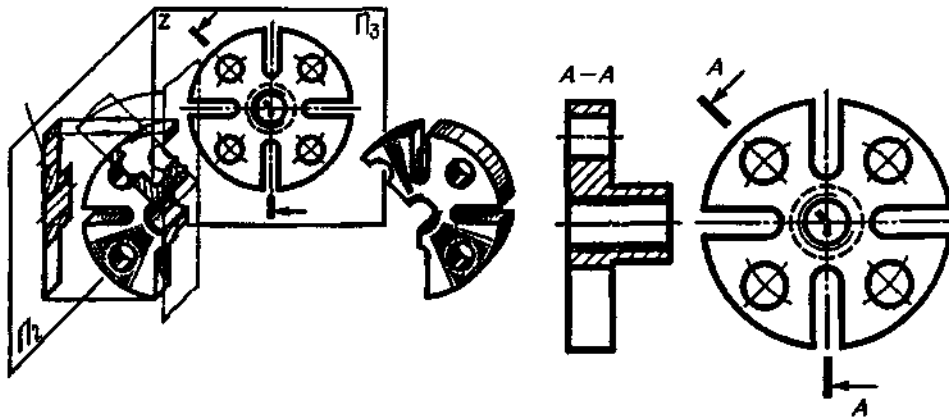


Рис. 11.18

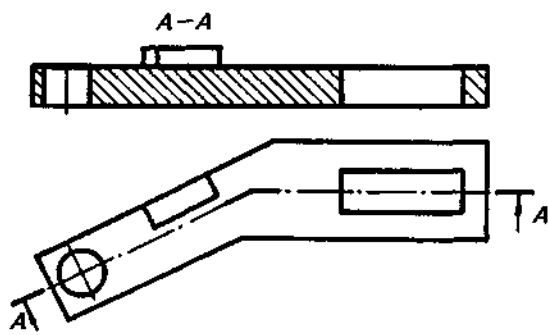


Рис. 11.19

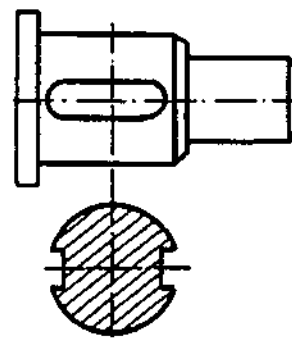


Рис. 11.20

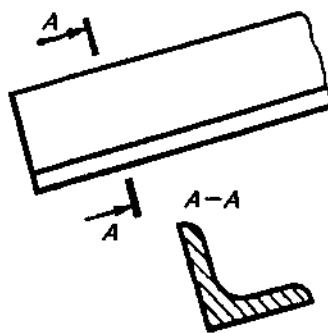


Рис. 11.21

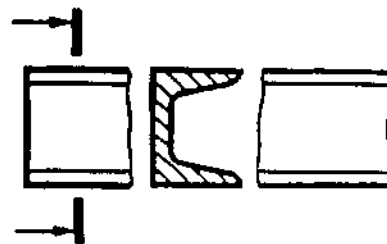


Рис. 11.22

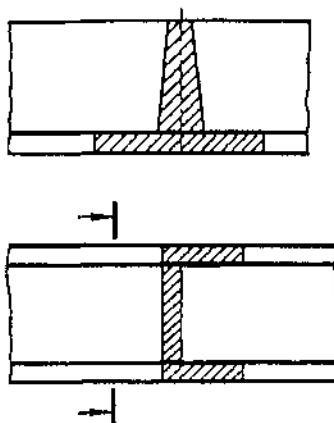


Рис. 11.23

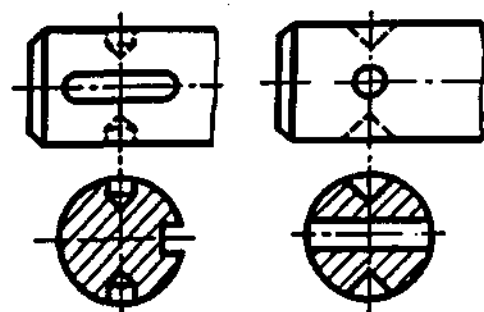


Рис. 11.24

Положення січної площини вказують на кресленні розімкненою лінією. На штрихах ставлять стрілки, які вказують напрям погляду (рис. 11.12); стрілки слід наносити на відстані 2–3 мм від кінця штриха. На початку і на кінці лінії перерізу ставлять одну й ту саму велику літеру українського алфавіту. Розріз має бути відмічений написом на зразок “А–А” (рис. 11.12).

Коли січна площина збігається з площиною симетрії предмета, а відповідні зображення розташовані на одному й тому ж аркуші в безпосередньому проекційному зв'язку і не розділені жодними іншими зображеннями, для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів не відмічають положення січної площини і розріз не супроводжують написом (наприклад, розрізи на рис. 11.9–11.11).

*Розріз, який служить для виявлення будови предмета лише в окремому, обмеженому місці, називається місцевим.* Його виділяють на вигляді суцільною хвилястою лінією (рис. 11.13), яка не має збігатись із будь-якими іншими лініями зображення.

Частини вигляду і відповідного розрізу допускається поєднувати, розділяючи їх суцільною хвилястою лінією (рис. 11.14, 11.15). Якщо при цьому поєднуються половина вигляду і половина розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, то лінією розділу є вісь симетрії (рис. 11.16).

Складні розрізи бувають *ступінчастими*, якщо січні площини паралельні (рис. 11.17), і *ламаними*, якщо січні площини перетинаються (рис. 11.18, 11.19). При ламаних розрізах січні площини умовно повертають до суміщення в одну площину (рис. 11.18). При повертанні січної площини елементи предмета, розташовані за нею, викреслюють так, як вони проєкціюються на відповідну площину, з якою виконується суміщення (рис. 11.19).

**Перерізом** називається плоска фігура, утворена січною площиною при умовному перерізі деталі, причому зображають лише те, що міститься в січній площині (частину деталі, розташовану за січною площиною, не зображають).

Перерізи на рисунках застосовують переважно для виявлення поперечної форми деталі в тому чи іншому місці.

Площину перерізу проводять перпендикулярно до тієї чи іншої площини проєкцій і позначають розімкненою лінією, як і при розрізах. Щоб зобразити фігуру перерізу у справжню величину, її повертають на 90°; тоді площина фігури перерізу паралельна площині проєкцій.

Перерізи бувають винесені й накладені.

**Винесеним** називають переріз, який зображають поза контуром зображення. Якщо фігура перерізу симетрична та її вісь збігається з лінією перерізу, стрілки й літерні позначення не проставляють (рис. 11.20). Якщо переріз розміщують на довільному місці рисунка, то місце перерізу визначають розімкненою лінією, позначеною літерами, а напрямок суміщення січної площини вказують стрілками. Зображення перерізу супроводжується написом на зразок А–А (рис. 11.21). Винесені перерізи допускається розташовувати у розриві між частинами одного й того самого вигляду (рис. 11.22).

**Накладеним** називається переріз, розташований безпосередньо на зображенні (рис. 11.23). Контур накладеного перерізу проводять тонкою суцільною лінією. Літерні позначення на накладених перерізах не проставляють, а стрілки, що вказують напрям повертання, наносять лише при несиметричній формі перерізу.

Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір або заглиблення, контур отвору чи заглиблення у перерізі показують повністю (рис. 11.24).

### 11.3. Умовності та спрощення

Якщо предмет має кілька однакових, рівномірно розташованих елементів, то на його зображенні показують один-два елементи (наприклад, один отвір, рис. 11.25).

Такі деталі, як болти, гвинти, шпильки, заклепки, вали при поздовжньому розрізі показують не переріжаними.

Такі елементи, як тонкі стінки на зразок ребер жорсткості, спиці шківів, показують незаштрихованими, якщо січна площина напрямлена вздовж осі або довшої сторони такого елемента (див. рис. 11.10).

Якщо потрібно виділити на кресленні плоскі поверхні предмета, на них проводять діагоналі суцільними тонкими лініями (див. рис. 11.15, 11.26).

Довгі предмети (або елементи), що мають постійний чи закономірно змінний переріз (вали, фасонний прокат і т.ін.), допускається зображати з розривом (рис. 11.27).

Плавний перехід від однієї поверхні до іншої зображають умовно суцільною тонкою лінією, яка не доходить до контуру зображення (рис. 11.28, а–в), або зовсім не показують (рис. 11.29).

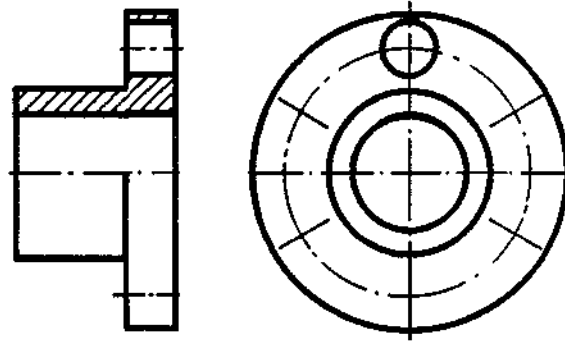


Рис. 11.25

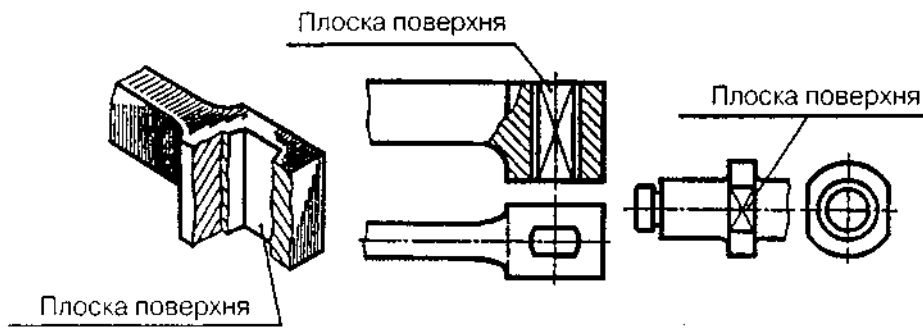


Рис. 11.26

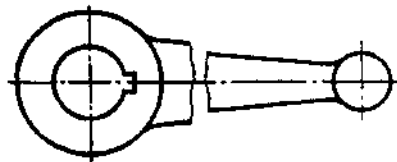


Рис. 11.27

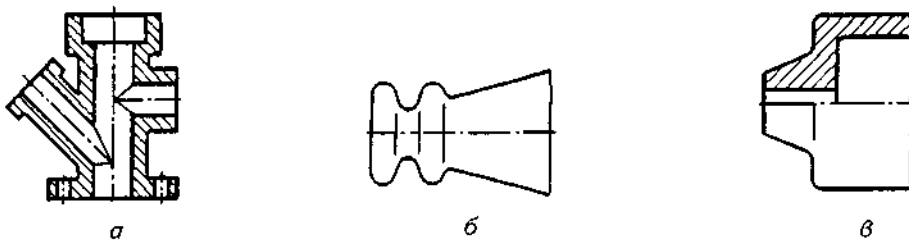


Рис. 11.28

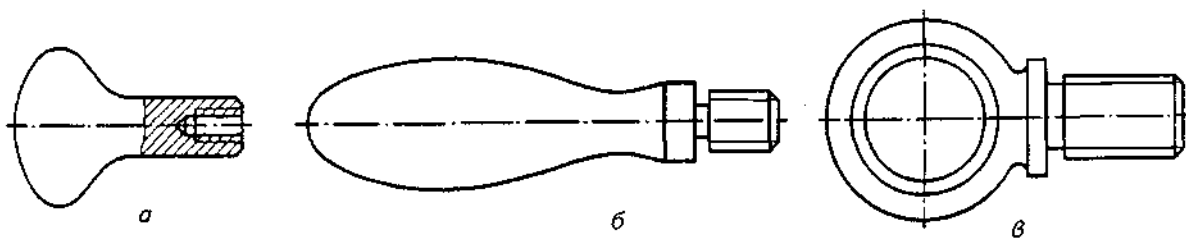


Рис. 11.29

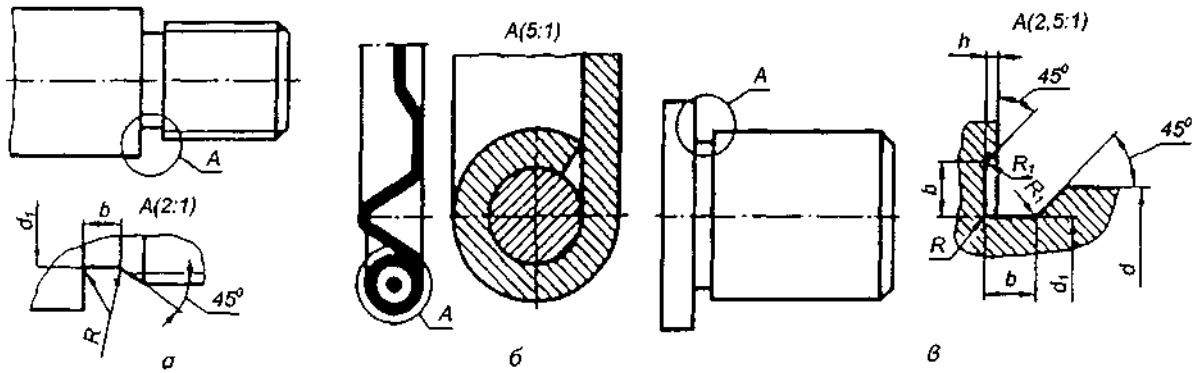


Рис. 11.30

### 11.4. Виносні елементи

Додаткове, переважно збільшене зображення частини предмета для з'ясування його форми, розмірів, шорсткості поверхні та інших даних, називається **виносним елементом**.

Виносний елемент може мати подробиці, не показані на відповідному зображенні (рис. 11.30, а, б), і може відрізнятися від нього змістом (наприклад, зображення є виглядом, а виносний елемент — розрізом, рис. 11.30, в). Виносний елемент треба розмішувати якомога ближче до відповідного місця на зображенні.

Застосовуючи виносний елемент, відповідне місце на вигляді, розрізі чи перерізі предмета обводять замкнутою суцільною тонкою лінією — колом, овалом тощо. Від цієї лінії проводять тонку лінію — виноску з поличкою, на якій літерою позначають виносний елемент і масштаб зображення (див. рис. 11.30).

#### Запитання для самоперевірки

1. Яке зображення береться на кресленні за головне?

2. Що називається виглядом?

3. Скільки є основних виглядів? Назвіть їх. Як вони розміщуються на полі креслення?

4. У яких випадках вигляд супроводжується написом?

5. Коли застосовується додатковий вигляд?

6. Для чого застосовується місцевий вигляд?

7. Яке зображення називається розрізом?

8. Який розріз називається простим?

9. Як впливає форма деталі на вибір розрізу?

10. У чому відмінність між простим і складним розрізами?

11. У яких випадках застосовується складний розріз?

12. Коли застосовується ламаний розріз?

13. Яке зображення називається перерізом?

14. Для чого застосовують перерізи?

15. Які є види перерізів?

16. Якими лініями обводять контури накладеного і винесеного перерізів?

17. У яких випадках переріз супроводжується написом?

18. Чим відрізняється розріз від перерізу?

19. Які умовності та спрощення допускаються на кресленні?

20. Що таке виносний елемент?

## 12. ЗОБРАЖЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ РІЗЕЙ

### 12.1. Поняття про різь

**Різь** — поверхня, утворена під час гвинтового руху плоского контуру по циліндричній або конічній поверхні.

Різи класифікуються за декількома ознаками:

1. Залежно від форми поверхні, на якій нарізана різь, вони поділяються на *циліндричні* (рис. 12.1) та *конічні* (рис. 12.2).

2. Залежно від розташування різі на поверхні стрижня або отвору вони поділяються на *зовнішні* (рис. 12.1, 12.2) та *внутрішні* (рис. 12.3).

3. Залежно від форми профілю різі розрізняють різі *трикутного* (рис. 12.4, а), *прямокутного* (рис. 12.4, б), *трапецеїдального* (рис. 12.4, в), *круглого* та інших профілів.

4. Залежно від експлуатаційного призначення різі поділяють на *кріпильні*, *кріпильно-ущільнювальні*, *ходові*, *спеціальні* та ін.

Кріпильна різь, завдяки своїм конструктивним особливостям, у змозі забезпечити повне й надійне нерухоме з'єднання деталей при статичних і динамічних навантаженнях та різному температурному режимі.

Кріпильно-ущільнювальна різь має забезпечити герметичність з'єднання при різних температурних режимах.

Ходова різь служить для перетворення обертального руху на прямолінійний зі сприйняттям великих зусиль при порівняно малих швидкостях руху.

До *спеціальних* різей відносять, наприклад, *круглу* для цоклів і патронів електроламп, *круглу* для санітарно-технічної арматури, *годинникову*, *окулярну*, для об'єктивів мікроскопів, на деталях із пластмас.

5. Залежно від напрямку гвинтової поверхні розрізняють *праві* (рис. 12.5, а) та *ліві* (рис. 12.5, б) різі.

*Права* різь утворена контуром, який обертається за ходом годинникової стрілки і переміщується вздовж осі в напрямку від спостерігача.

*Ліва* різь утворена контуром, який обертається проти ходу стрілки годинника і пе-

реміщується вздовж осі в напрямку від спостерігача.

6. За числом заходів різі поділяють на *однозахідні* (рис. 12.6, а) та *багатозахідні*: *дво-* (рис. 12.6, б), *тризахідні* (рис. 12.6, в) і т.д.

Основні параметри різі мають такі визначення.

**Крок різі  $P$**  — відстань між сусідніми однойменними бічними сторонами профілю в напрямку, паралельному осі різі (рис. 12.6).

**Хід різі  $t$**  — відстань між найближчими однойменними бічними сторонами профілю, які належать одній і тій же гвинтовій поверхні, в напрямку, паралельному осі різі (рис. 12.6). **Хід різі** — величина відносного осьового переміщення гвинта (гайки) за один оберт.

**Зовнішній діаметр різі** ( $d$  — для стрижня,  $D$  — для отвору) — діаметр уявного циліндра, описаного навколо вершин зовнішньої різі або западин внутрішньої різі (рис. 12.7).

**Внутрішній діаметр різі** ( $d_1$  — для стрижня,  $D_1$  — для отвору) — діаметр уявного циліндра, вписаного у западини зовнішньої різі або у вершини внутрішньої різі (рис. 12.7).

**Середній діаметр різі** ( $d_2$  — для стрижня,  $D_2$  — для отвору) — діаметр уявного співвісного з різзю циліндра, який перетинає витки різі так, що ширина виступу різі та ширина западини рівні (рис. 12.7).

### 12.2. Форма і типи різей

#### 12.2.1. Метрична різь

Метрична різь є основним типом кріпильної різі. Профіль різі визначений ГОСТом 9150–81 і є рівностороннім трикутником з кутами профілю  $60^\circ$  (рис. 12.7). Профіль різі на стрижні відрізняється від профілю різі в отворі величиною затуплення його вершин і западин (рис. 12.8). Вершини виступів і западин зрізані по прямій або дузі кола, що полегшує виготовлення різі, зменшує концентрацію напружень і запобігає пошкодженню різі під час експлуатації.

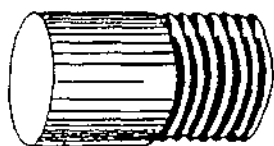


Рис. 12.1



Рис. 12.2

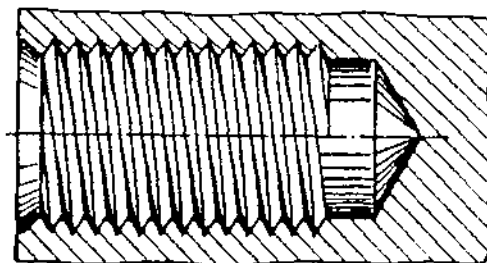


Рис. 12.3

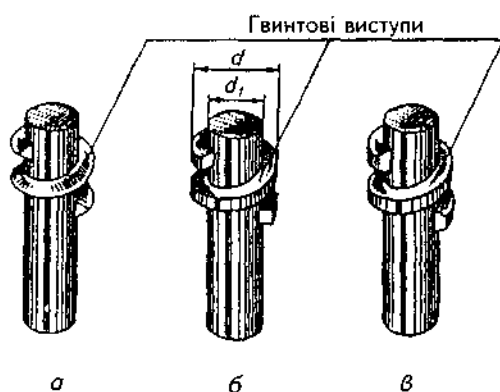


Рис. 12.4

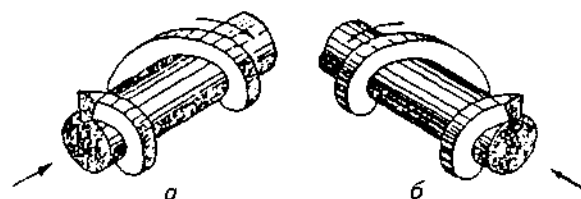


Рис. 12.5

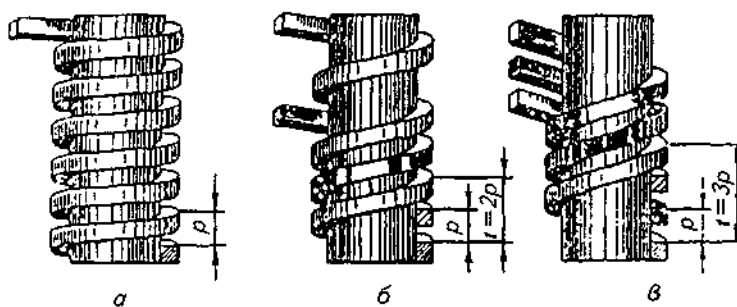


Рис. 12.6

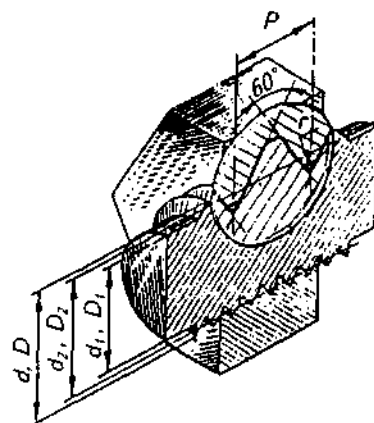


Рис. 12.7

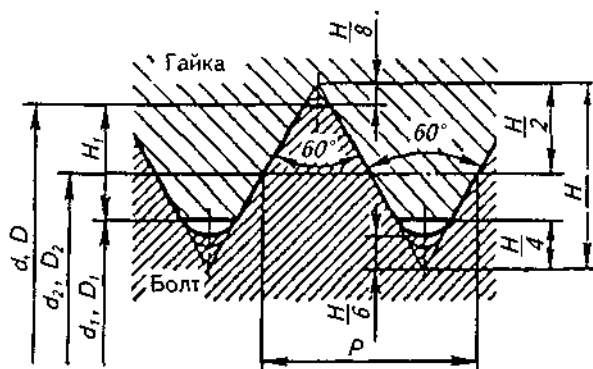


Рис. 12.8

Основними параметрами метричної різі є *номінальний діаметр* — ( $d, D$ ) і *крок різі*  $P$ . Розміри елементів різі задаються в міліметрах.

Метричні різі бувають з великим (основним) та дрібним кроком. Ці різі за профілем подібні, але для одних і тих же діаметрів вони мають різні значення кроку, а отже, й інші розміри профілю. Визначено три ряди діаметрів метричної різі від 1 до 600 мм (табл. 12.1). Кожному номінальному розміру різі з великим кроком відповідає декілька дрібних кроків. Різ з дрібним кроком застосовуються у тонкостінних з'єднаннях для збільшення їх герметичності, для здійснення регулювання у приладах точної механіки й оптики, з метою запобігання самовідгвинчуванню деталей.

### 12.2.2. Трубна циліндрична різь

Профілем трубної циліндричної різі згідно з ГОСТ 6357–81 (рис. 12.9) є рівнобедрений трикутник з кутом при вершині  $55^\circ$  і заокругленими вершинами та западинами. Профілі зовнішньої і внутрішньої різі збігаються, що забезпечує герметичність у з'єднаннях цієї різі (рис. 12.10). Застосовується переважно в трубопроводах.

Довідкові дані про трубну циліндричну різь подано в табл. 12.2.

### 12.2.3. Трубна конічна різь

Трубну конічну різь (ГОСТ 6311–81) застосовують у з'єднаннях труб при великих тисках і температурі, коли вимагається підвищена герметичність з'єднання, наприклад, для нарізних з'єднань паливних, мастильних, водяних та повітряних трубопроводів, машин і верстатів. Кут профілю —  $55^\circ$ , конусність — 1:16 (рис. 12.11).

Оскільки діаметр конічної різі безперервно змінюється, то її розмір відносять до

Таблиця 12.1

### Деякі діаметри та кроки метричних різей

| Розміри, мм |         |         |                         |
|-------------|---------|---------|-------------------------|
| Діаметр     |         | Кроки   |                         |
| 1-й ряд     | 2-й ряд | великий | дрібні                  |
| 1           |         | 0,25    | 0,2                     |
| 1,2         |         | 0,25    | 0,2                     |
| 1,6         |         | 0,35    | 0,2                     |
|             | 1,8     | 0,35    | 0,2                     |
| 2           |         | 0,4     | 0,25                    |
|             | 2,2     | 0,45    | 0,25                    |
| 2,5         |         | 0,45    | 0,35                    |
| 3           |         | 0,5     | 0,35                    |
| 4           |         | 0,7     | 0,5                     |
| 5           |         | 0,8     | 0,5                     |
| 6           |         | 1       | 0,75; 0,5               |
| 8           |         | 1,25    | 1; 0,75; 0,5            |
| 10          |         | 1,5     | 1,25; 1; 0,75; 0,5      |
| 12          |         | 1,75    | 1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5 |
|             | 14      | 2       | 1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5 |
| 16          |         | 2       | 1,5; 1; 0,75; 0,5       |
|             | 18      | 2,5     | 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5    |
| 20          |         | 2,5     | 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5    |
|             | 22      | 2,5     | 2; 1,5; 1; 0,75; 0,5    |
| 24          |         | 3       | 2; 1,5; 1; 0,75         |
|             | 27      | 3       | 2; 1,5; 1; 0,75         |
| 30          |         | 3,5     | 2; 1,5; 1; 0,75         |
|             | 33      | 3,5     | 2; 1,5; 1; 0,75         |
| 36          |         | 4       | 3; 2; 1,5; 1            |
|             | 39      | 4       | 3; 2; 1,5; 1            |
| 42          |         | 4,5     | 3; 2; 1,5; 1            |
|             | 45      | 4,5     | 3; 2; 1,5; 1            |
| 48          |         | 5       | 3; 2; 1,5; 1            |
|             | 52      | 5       | 3; 2; 1,5; 1            |
| 56          |         |         | 4; 3; 2; 1,5; 1         |
|             | 60      |         | 4; 3; 2; 1,5; 1         |
| 64          |         | 6       | 4; 3; 2; 1,5; 1         |
|             | 68      | 6       | 4; 3; 2; 1,5; 1         |
| 72          |         |         | 6; 4; 3; 2; 1,5; 1      |
|             | 76      |         | 6; 4; 3; 2; 1,5; 1      |
| 80          |         |         | 6; 4; 3; 2; 1,5; 1      |
|             | 85      |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
| 90          |         |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
|             | 95      |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
| 100         |         |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
|             | 105     |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
| 110         |         |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
|             | 115     |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
|             | 120     |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
| 125         |         |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
|             | 130     |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
| 140         |         |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
|             | 150     |         | 6; 4; 3; 2; 1,5         |
| 160         |         |         | 6; 4; 3; 2              |

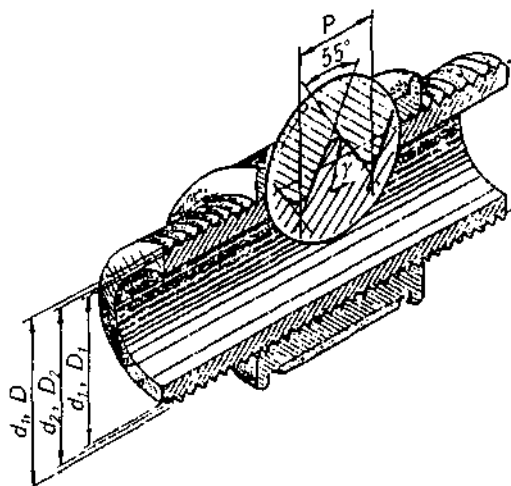


Рис. 12.9

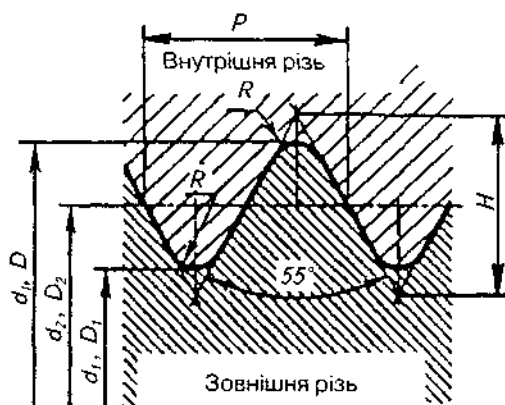


Рис. 12.10

Таблиця 12.2

## Трубна циліндрична різь

| Позначення<br>різі, дюйми | Діаметр різі, мм |            |          | Крок різі, мм | Число ниток<br>на 1" |
|---------------------------|------------------|------------|----------|---------------|----------------------|
|                           | зовнішній        | внутрішній | середній |               |                      |
| (1/8)                     | 9,729            | 8,567      | 9,148    | 0,907         | 28                   |
| 1/4                       | 13,158           | 11,446     | 12,302   | 1,337         | 19                   |
| 3/8                       | 16,663           | 14,951     | 15,807   | 1,337         | 19                   |
| 1/2                       | 20,956           | 18,632     | 19,794   | 1,814         | 14                   |
| (5/8)                     | 22,912           | 20,588     | 21,750   | 1,814         | 14                   |
| 3/4                       | 26,442           | 24,119     | 25,281   | 1,814         | 14                   |
| 7/8                       | 30,202           | 27,878     | 29,040   | 1,814         | 14                   |
| 1                         | 33,250           | 30,292     | 31,771   | 2,309         | 11                   |
| (1 1/8)                   | 37,898           | 34,941     | 36,420   | 2,309         | 11                   |
| 1 1/4                     | 41,912           | 38,954     | 40,433   | 2,309         | 11                   |
| 1 3/8                     | 44,325           | 41,367     | 42,846   | 2,309         | 11                   |
| 1 1/2                     | 47,805           | 44,847     | 46,326   | 2,309         | 11                   |
| 1 3/4                     | 53,748           | 50,791     | 52,270   | 2,309         | 11                   |
| 2                         | 59,616           | 56,659     | 58,137   | 2,309         | 11                   |
| (2 1/4)                   | 65,712           | 62,755     | 64,234   | 2,309         | 11                   |
| 2 1/2                     | 75,187           | 72,230     | 73,708   | 2,309         | 11                   |
| 2 3/4                     | 81,537           | 78,580     | 80,058   | 2,309         | 11                   |
| 3                         | 87,887           | 84,930     | 86,409   | 2,309         | 11                   |
| 3 1/2                     | 100,334          | 97,376     | 98,855   | 2,309         | 11                   |
| 4                         | 113,034          | 110,077    | 111,556  | 2,309         | 11                   |
| 5                         | 138,435          | 135,478    | 136,957  | 2,309         | 11                   |
| 6                         | 163,836          | 160,879    | 162,357  | 2,309         | 11                   |

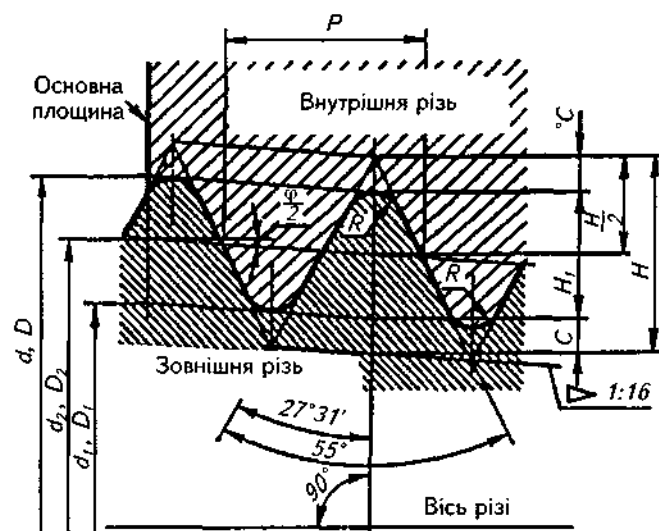


Рис. 12.11

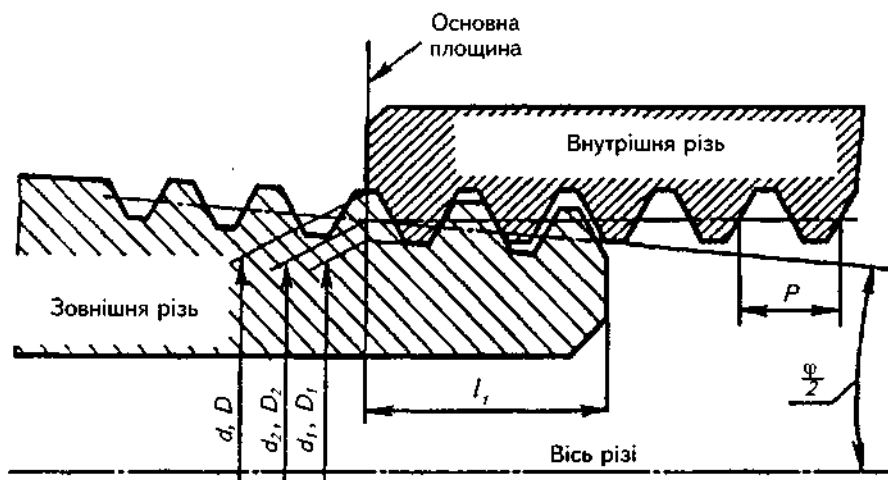


Рис. 12.12

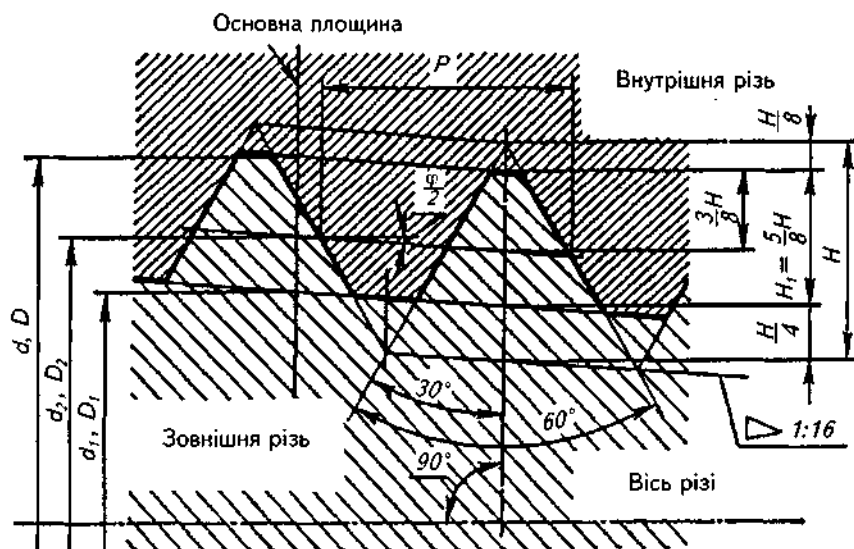


Рис. 12.13

перерізу в основній площині (приблизно посередині довжини зовнішньої різі). У цьому перерізі діаметр конічної різі дорівнює діаметру трубної циліндричної. Положення основної площини вказується на робочому кресленні (береться зі стандарту).

Збіг в основній площині розмірів трубної конічної різі з розмірами трубної циліндричної дає змогу з'єднати трубну циліндричну різь із зовнішньою трубною конічною різью (рис. 12.12).

#### 12.2.4. Метрична конічна різь

Метрична конічна різь із кутом профілю  $60^\circ$  і конусністю 1:16 (рис. 12.13) згідно з ГОСТ 25229-82 має в основній площині однакові розміри з метричною різью (ГОСТ 9150-81), тому так, як трубна конічна, може утворювати з'єднання зовнішньої конічної різі з внутрішньою циліндричною (рис. 12.14). З'єднання такого типу має забезпечувати утвинчування конічної різі на глибину не менше  $0,8\ l$  ( $l$  — довжина різі без збігу на рис. 12.15).

#### 12.2.5. Дюймова різь

Сьогодні не існує стандарту, який би регламентував основні розміри дюймової різі. Застосування дюймової різі в нових розробках заборонено. Профіль дюймової різі подано на рис. 12.16.

Дюймова різь застосовується при ремонті обладнання, оскільки експлуатуються деталі з такою різью. Основні параметри дюймової різі: зовнішній діаметр, виражений у дюймах, і число кроків на дюйм довжини нарізаної частини деталі.

#### 12.2.6. Конічна дюймова різь

На відміну від трубної конічної різі конічна дюймова має кут профілю  $60^\circ$ . Параметри і розміри визначені ГОСТ 6111-52 (рис. 12.17). Використовується для діаметрів від  $1/16''$  до  $2''$  при числі кроків на дюйм від 27 до 11,5. Застосовують у з'єднаннях паливних, мастильних, водяних і повітряних трубопроводів, машин і верстатів при невеликих тисках.

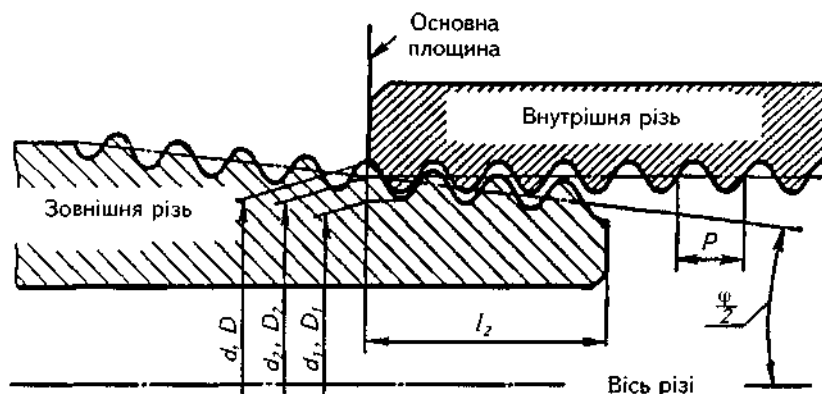


Рис. 12.14

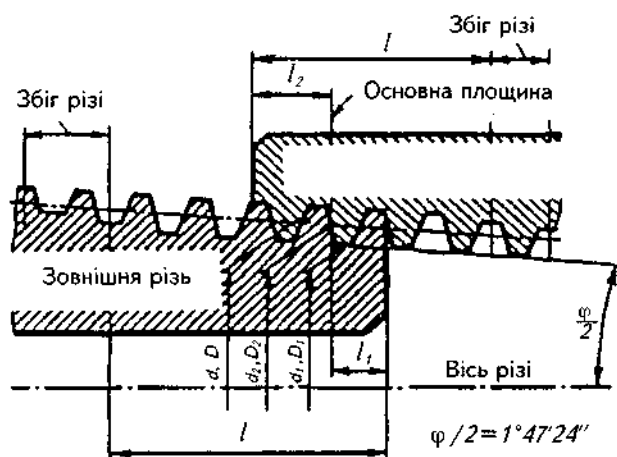


Рис. 12.15

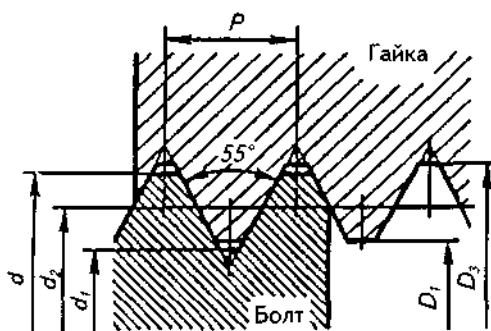


Рис. 12.16

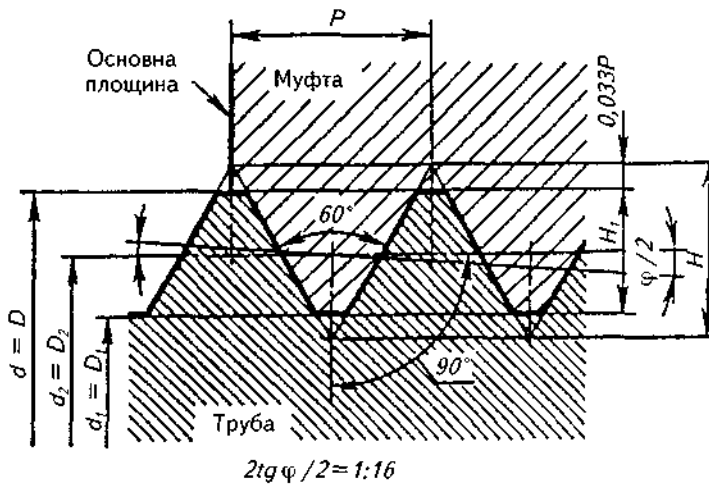


Рис. 12.17

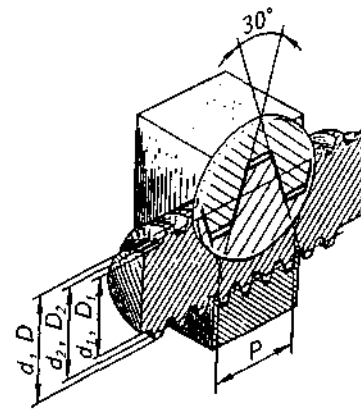


Рис. 12.18

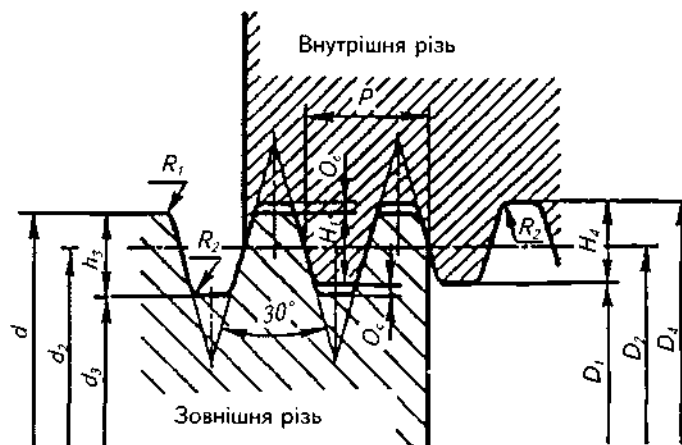


Рис. 12.19

### 12.2.7. Трапецеїдальна різь

Трапецеїдальна різь (рис. 12.18) застосовується для передавання рухів і зусиль. Вона стандартизована для діаметрів від 10 до 640 мм з кроками від 2 до 48 мм (табл. 12.3). Для кожного діаметра різі стандарт передбачає переважно три різні кроки.

Профіль різі (рис. 12.19) — згідно з ГОСТ 9484-81.

Трапецеїдальна різь може бути однозахідна та багатозахідна, права та ліва.

Основні розміри однозахідної різі — згідно з ГОСТ 24737-81; діаметри і кроки однозахідної різі — згідно з ГОСТ 24738-81; діаметри, кроки та ходи багатозахідної різі — згідно з ГОСТ 24739-81.

### 12.2.8. Упорна різь

Профіль різі (ГОСТ 10177-82) — нерівнобічна трапеція з кутом робочої сторони 3° і неробочої 30° (рис. 12.20). Упорна різь характеризується високою міцністю. Гвинтова пара з упорною різзю має високий коефіцієнт корисної дії. Різь застосовується у вантажних гвинтах для передавання великих зусиль, які діють в одному напрямку (в домкратах, пресах тощо).

Діаметри і кроки упорної різі подано в табл. 12.4. Застосовується в з'єднаннях, де не має бути самовідгвинчування.

### 12.2.9. Прямокутна різь

Застосовується в з'єднаннях, де не має бути самовідгвинчування під дією прикладеного навантаження. Оскільки профіль цієї різі не стандартизований, то на кресленні наводять усі дані, потрібні для її виготовлення (рис. 12.21).

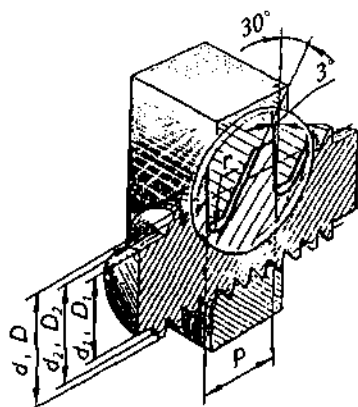


Рис. 12.20

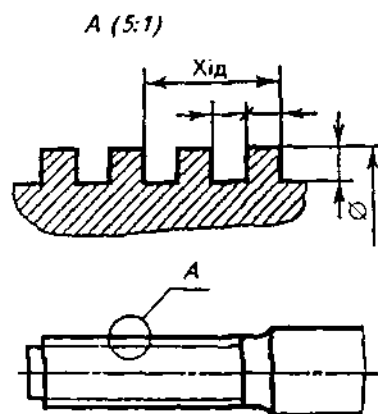


Рис. 12.21

Таблиця 12.3

Діаметри від 10 до 600 мм і кроки  
трапецеїдальної однозахідної різі

| Діаметр |         | Кроки, мм |    |    |
|---------|---------|-----------|----|----|
| 1-й ряд | 2-й ряд |           |    |    |
| 10      |         | 3         | 2  |    |
| 12      |         | 3         | 2  |    |
| 16      | 14      | 3         | 2  |    |
| 20      | 18      | 4         | 2  |    |
| 26      | 22      | 4         | 2  |    |
| 32      | 28      | 8         | 5  | 2  |
| 40      | 36      | 8         | 5  | 2  |
| 50      | 44      | 8         | 5  | 2  |
| 60      | 55      | 10        | 6  | 3  |
| 80      | 70      | 10        | 6  | 3  |
| 100     | 90      | 10        | 6  | 3  |
| 120     | 110     | 12        | 8  | 3  |
| 160     | 140     | 12        | 8  | 3  |
| 200     | 180     | 12        | 8  | 3  |
| 250     | 220     | 16        | 10 | 4  |
| 320     | 280     | 16        | 10 | 4  |
| 400     | 360     | 20        | 12 | 5  |
| 500     | 440     | 20        | 12 | 5  |
| 600     | 560     | 20        | 12 | 5  |
|         |         | 24        | 16 | 6  |
|         |         | 24        | 16 | 6  |
|         |         | 24        | 16 | 6  |
|         |         | 24        | 16 | 6  |
|         |         | 32        | 20 | 8  |
|         |         | 32        | 20 | 8  |
|         |         | 32        | 20 | 10 |
|         |         | 32        | 20 | 10 |
|         |         | 40        | 24 | 12 |
|         |         | 40        | 24 | 12 |
|         |         | 48        | 12 |    |
|         |         | 48        | 12 |    |
|         |         | 48        | 12 |    |
|         |         | 48        | 12 |    |
|         |         | 16        |    |    |
|         |         | 16        |    |    |
|         |         | 20        |    |    |
|         |         | 20        |    |    |

Таблиця 12.4

Діаметри і кроки упорної різі

| Діаметри, мм |         | Кроки, мм |    |    |
|--------------|---------|-----------|----|----|
| 1-й ряд      | 2-й ряд |           |    |    |
| 10           |         |           |    | 2  |
| 12           |         |           |    | 2  |
| 16           | 14      |           |    | 2  |
| 20           | 18      |           |    | 2  |
| 26           | 22      | 8         | 5  | 2  |
| 32           | 28      | 8         | 5  | 2  |
| 40           | 36      | 8         | 5  | 2  |
| 50           | 44      | 10        | 6  | 3  |
| 60           | 55      | 10        | 6  | 3  |
| 80           | 70      | 10        | 6  | 3  |
| 100          | 90      | 12        | 8  | 3  |
| 120          | 110     | 12        | 8  | 3  |
| 160          | 140     | 12        | 8  | 3  |
| 200          | 180     | 16        | 10 | 4  |
| 250          | 220     | 20        | 12 | 5  |
| 320          | 280     | 20        | 12 | 5  |
| 400          | 360     | 20        | 12 | 5  |
| 500          | 440     | 24        | 16 | 6  |
| 600          | 560     | 24        | 16 | 6  |
|              |         | 24        | 16 | 6  |
|              |         | 24        | 16 | 6  |
|              |         | 32        | 20 | 8  |
|              |         | 32        | 20 | 8  |
|              |         | 32        | 20 | 10 |
|              |         | 32        | 20 | 10 |
|              |         | 40        | 24 | 12 |
|              |         | 40        | 24 | 12 |
|              |         | 48        | 12 |    |
|              |         | 48        | 12 |    |
|              |         | 48        | 12 |    |
|              |         | 48        | 12 |    |
|              |         | 16        |    |    |
|              |         | 16        |    |    |
|              |         | 20        |    |    |
|              |         | 20        |    |    |

### 12.3. Зображення різі на кресленнях

Різь зображають:

а) на стрижні — суцільними основними лініями по зовнішньому діаметру різі та суцільними тонкими лініями — по внутрішньому діаметру (рис. 12.22, 12.23);

б) в отворі — суцільними основними лініями по внутрішньому діаметру різі та суцільними тонкими лініями — по зовнішньому діаметру (рис. 12.24, 12.25).

Основними конструктивними елементами різі є (рис. 12.26):

а) *збіг різі* — частина різі неповного профілю, що отримується з технологічних причин у зоні переходу різі виробу до ненарізаної поверхні;

б) *проточка різьова* — кільцевий жолобок на стрижні або кільцева виточка в отворі, які виконуються перед різенарізанням для виходу різенарізного інструменту;

в) *недоріз* — частина виробу, яка включає збіг і недовід різі; під недовідом різі розуміють величину ненарізаної частини деталі між кінцем збігу і опорною поверхнею деталі;

г) *фаска* — зрізаний у вигляді зрізаного конуса край циліндричного стрижня або отвору. Фаска забезпечує зручність спряження деталей, сприяє ліквідації гострого краю і т.ін. На кінцях нарізних деталей виконується переважно конічна фаска, яка визначається залежно від кроку різі.

На зображеннях, отриманих проєкціонуванням на площину, паралельну осі стрижня, суцільну тонку лінію по внутрішньому діаметру різі проводять на всю довжину без збігу, а на виглядах, отриманих проєкціонуванням на площину, перпендикулярну до осі стрижня, по внутрішньому діаметру різі проводять дугу, що приблизно дорівнює  $3/4$  кола, розімкнену в будь-якому місці (рис. 12.22, 12.23).

На розрізах, паралельних осі отвору, суцільну тонку лінію по зовнішньому діаметру різі проводять на всю довжину різі без збігу, а на зображеннях, отриманих проєкціонуванням на площину, перпендикулярну до осі отвору, по зовнішньому діаметру різі проводять дугу, що приблизно дорівнює  $3/4$  кола, розімкнену в будь-якому місці (рис. 12.24, 12.25).

Зображаючи різь, суцільну тонку лінію наносять на відстані не менше 0,8 мм від основної лінії і не більше за величину кроку різі.

Лінію, що визначає межу різі, наносять на стрижні та в отворі з різзю в кінці повного профілю різі (до початку збігу). Межу різі проводять до лінії зовнішнього діаметра різі й

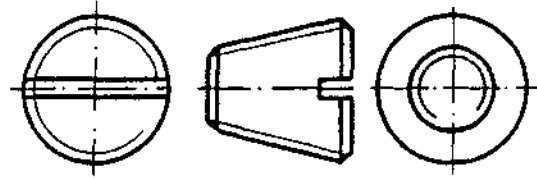


Рис. 12.22

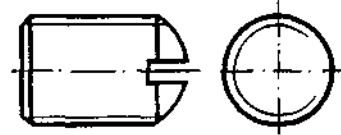


Рис. 12.23

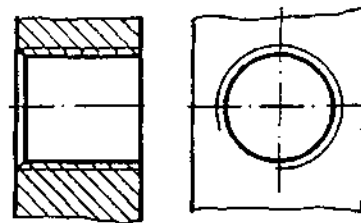


Рис. 12.24

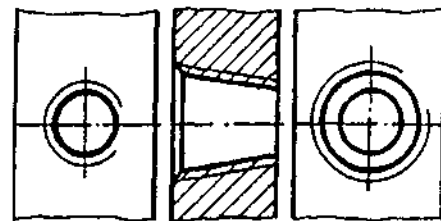


Рис. 12.25

зображають суцільною основною або штриховою лінією, якщо різь показана як невидима (рис. 12.27–12.29).

Штрихування в розрізах і перерізах виконують до лінії зовнішнього діаметра різі на стрижнях і до лінії внутрішнього діаметра в отворі, тобто в обох випадках до суцільної основної лінії (див. рис. 12.24, 12.25, 12.28, 12.29).

На кресленнях, за якими різь не виконують, кінець глухого нарізаного отвору допускається зображати, як показано на рис. 12.30, 12.31, навіть за наявності різниці між глибиною під різь і довжиною різі.

Фаски на стрижні з різзю і в отворі з різзю, які не мають спеціального конструктивного призначення, у проєкції на площину, перпендикулярну до осі стрижня або отвору, не зображають (рис. 12.22–12.25). Суцільна тонка лінія зображення різі на стрижні має перетинати лінію межі фаски (див. рис. 12.22, 12.23, 12.26, 12.27).

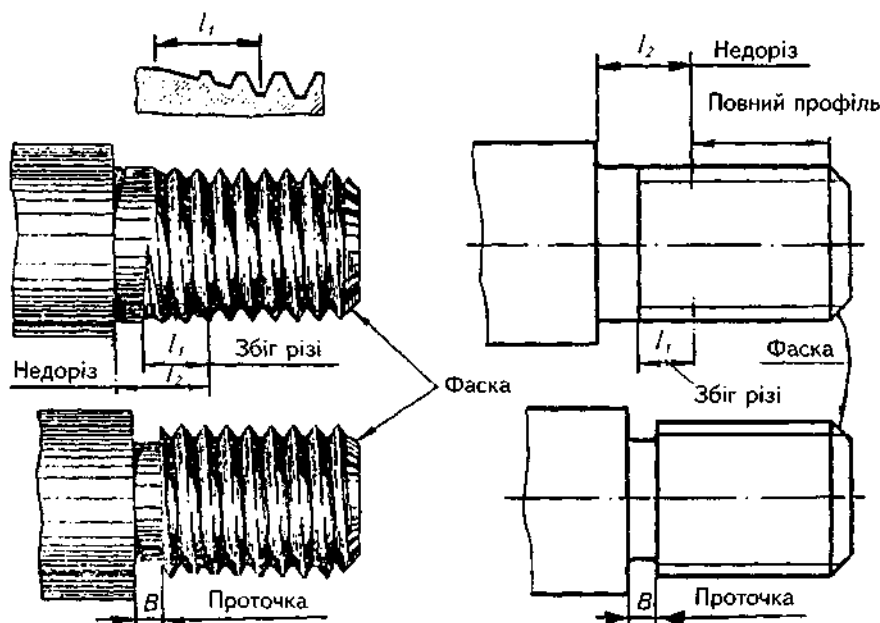


Рис. 12.26



Рис. 12.27

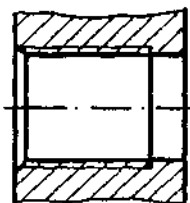


Рис. 12.28

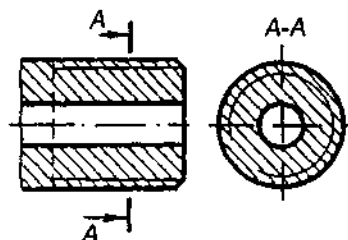


Рис. 12.29

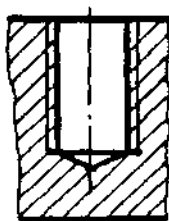


Рис. 12.30

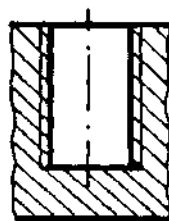


Рис. 12.31

## 12.4. Позначення різі

Позначення різі на кресленнях, крім конічних і трубної циліндричної, здебільшого відносять до її зовнішнього діаметра, наносячи значення над розмірною лінією, на її продовженні або на поличці лінії-виноски (рис. 12.32).

Позначення конічних різей і трубної циліндричної наносять лише на поличці лінії-виноски (рис. 12.33).

Стандарти на розміри різі передбачають також її умовне позначення, в якому вказується:

1) літерне позначення для типу різі:

$M$  — метрична;  $G$  — трубна циліндрична;  $R$  — конічна зовнішня;  $Rc$  — конічна внутрішня;  $K$  — конічна дюймова;  $Tr$  — трапецеїдальна;  $S$  — упорна;

2) номінальний діаметр різі;

3) крок (якщо різь може мати різний крок при одному й тому ж діаметрі); вказується лише дрібний крок;

4) умовне позначення поля допуску або класу точності. Передбачено чотири основні відхилення для зовнішньої різі, які позначаються літерами  $h$ ,  $g$ ,  $e$ ,  $d$ , і два для внутрішньої різі —  $H$ ,  $G$ . Для зовнішнього діаметра різі стрижня визначені 4-й, 6-й і 8-й ступінь точності і відповідно для внутрішнього діаме-

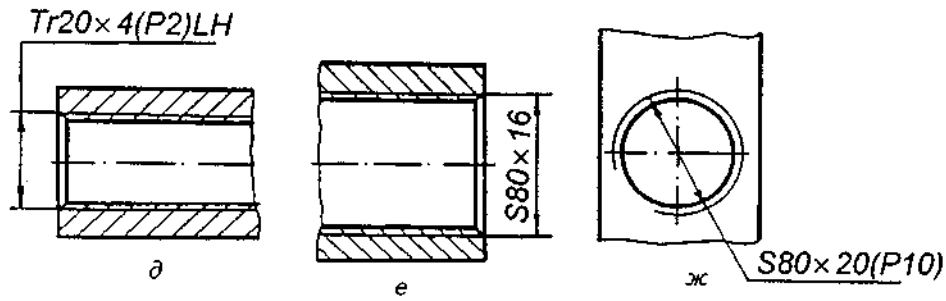
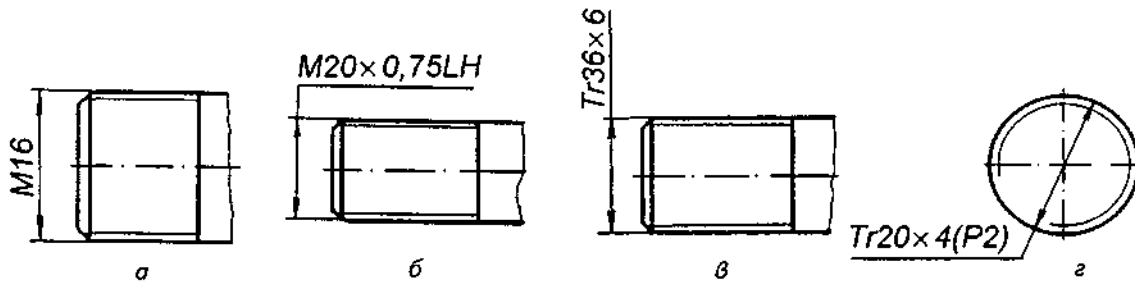


Рис. 12.32

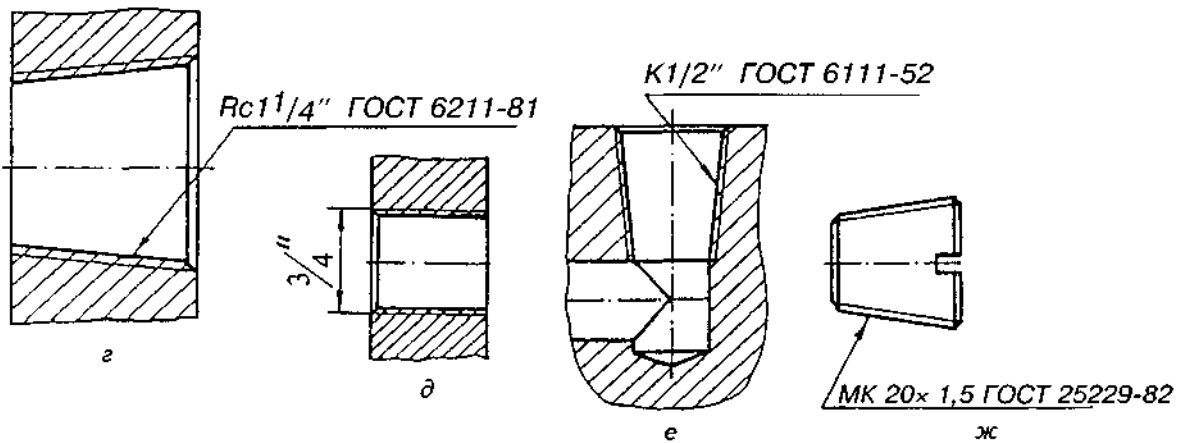
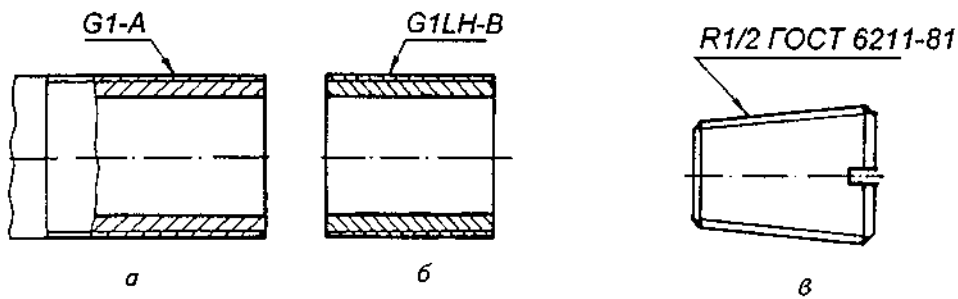


Рис. 12.33

тра різі отвору — 5-й, 6-й і 7-й ступінь точності. Позначення поля допуску різі складається з цифри, що вказує ступінь точності, і літери, що означає основне відхилення (наприклад, 6h, 6g, 6H).

З навчальною метою поле допуску або клас точності різі можна в умовному позначенні не вказувати.

При позначенні лівої різі після умовного позначення ставлять *LH*.

Приклади умовного позначення різі:

а) метрична різі із зовнішнім діаметром 16 мм та великим кроком — *M16* (рис. 12.32, а);

б) ліва метрична різі із зовнішнім діаметром 20 мм та дрібним кроком  $P = 0,75$  мм — *M20x0,75 LH* (рис. 12.32, б);

в) трапецеїдальна різі із номінальним діаметром 36 мм і кроком 6 мм — *Tr36x6* (рис. 12.32, в);

г) трапецеїдальна різі із номінальним діаметром 20 мм, ходом 4 мм, кроком 2 мм — *Tr20x4 (P2)* (рис. 12.32, г); те ж ліва — *Tr20x4 (P2) LH* (рис. 12.32, д);

д) упорна різі з номінальним діаметром 80 мм і кроком 16 мм — *S80x16* (рис. 12.32, е); те ж ліва — *S80x16 LH*;

е) двозахідна упорна різі із кроком 10 мм і номінальним діаметром 80 мм — *S80x20 (P10)* (рис. 12.32, ж).

Позначення трубної циліндричної різі відносять не до діаметра, а умовно позначають розміром у дюймах ( $1'' = 25,4$  мм), що дорівнює внутрішньому діаметру  $D_i$  (умовний прохід, мм) труби, на якій нарізають різі. Крок цієї різі прийнято виражати числом ниток (витків) на один дюйм і не вказувати його в позначенні різі.

Наприклад, трубна циліндрична різі, виконана на трубі з внутрішнім діаметром  $D_i = 25,4$  мм ( $1''$ ) класу точності А, позначається *G1-A* (рис. 12.33, а); те ж ліва класу точності В: *G1LH-B* (рис. 12.33, б).

У позначення трубної конічної різі входять літери: *R* — для конічної зовнішньої різі, *R<sub>c</sub>* — для конічної внутрішньої різі та позначення розміру різі (рис. 12.33, в, г). Умовний розмір труби, а також її діаметри, виміряні в основній площині, відповідають параметрам трубної циліндричної різі, яка має такий же умовний розмір.

При нанесенні розміру дюймової різі літери не використовують, зовнішній діаметр різі наносять за зразком метричної, але не в міліметрах, а в дюймах (рис. 12.33, д).

На рис. 12.33, е позначено конічну дюймову різі.

У позначення метричної конічної різі включають літери *MK*, номінальний діаметр, крок та номер стандарту і наносять його на поличці лінії-виноски. Наприклад, *MK20x1,5 ГОСТ 25229-82* (рис. 12.33, ж).

Якщо різі має нестандартний профіль, наприклад прямокутний (найбільш поширений), то його виконують у збільшеному масштабі і на зображенні наносять всі необхідні розміри: зовнішній і внутрішній діаметри, крок різі, ширину западини та ін. (див. рис. 12.21).

### Запитання для самоперевірки

1. Що таке різі?
2. На яких поверхнях нарізають різі?
3. Яку форму може мати профіль різі?
4. Що являє собою однозахідна і багато-західна різі?
5. Які є різі залежно від напрямку гвинтової лінії?
6. Що таке крок та хід різі?
7. Який тип різі є основним для кріпильних виробів?
8. В яких випадках застосовують метричні різі з дрібним кроком?
9. Яка різі використовується у трубних з'єднаннях?
10. Яке призначення мають ходові різі?
11. Які різі застосовують як ходові?
12. Які є правила зображення різі?
13. Що відносять до елементів різі?
14. Яка різниця між різями *M12*, *M12x1* і *M12x1 LH*?
15. Як умовно позначається трубна циліндрична різі?
16. Як пояснюється умовне позначення різі  $G1\frac{1}{2} LH-B$ ?
17. Яка різниця між різями *Tr100x12 LH* і *Tr100x36 (P12)*?
18. Як пояснюється умовне позначення різі *S32x6 (P3) LH*?

## 13. ЗОБРАЖЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ СТАНДАРТНИХ КРІПІЛЬНИХ ВИРОБІВ

З'єднання частин машин і конструкцій може бути здійснене за допомогою кріпильних деталей: болтів, гвинтів, шпильок, гайок, а також за допомогою спеціальних з'єднувальних деталей: штифтів, шплінтів, шпонок, фітингів.

сами шорсткості (чистоти) поверхні різь, циліндричного стрижня і опорної площини головки.

Для стандартних болтів використовують метричну різь із великим і дрібним кроком, причому для кожного діаметра різі передбачений стандартом лише один дрібний крок. Великий крок використовується частіше.

### 13.1. Болти

**Болт** — циліндричний стрижень, на одному кінці якого є головка, а на іншому — різь для нагвинчування гайки (рис. 13.1).

Залежно від призначення та умов роботи болти виконують з шестигранними (найбільш поширені) (рис. 13.2), півкруглими і потайними головками.

За ступенем точності виготовлення болти поділяють на болти нормальної, підвищеної та грубої точності, які вирізняються кла-

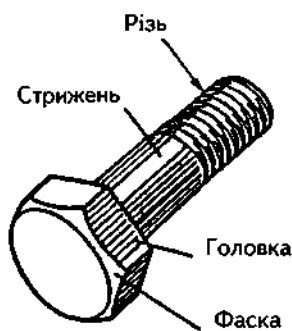


Рис. 13.1

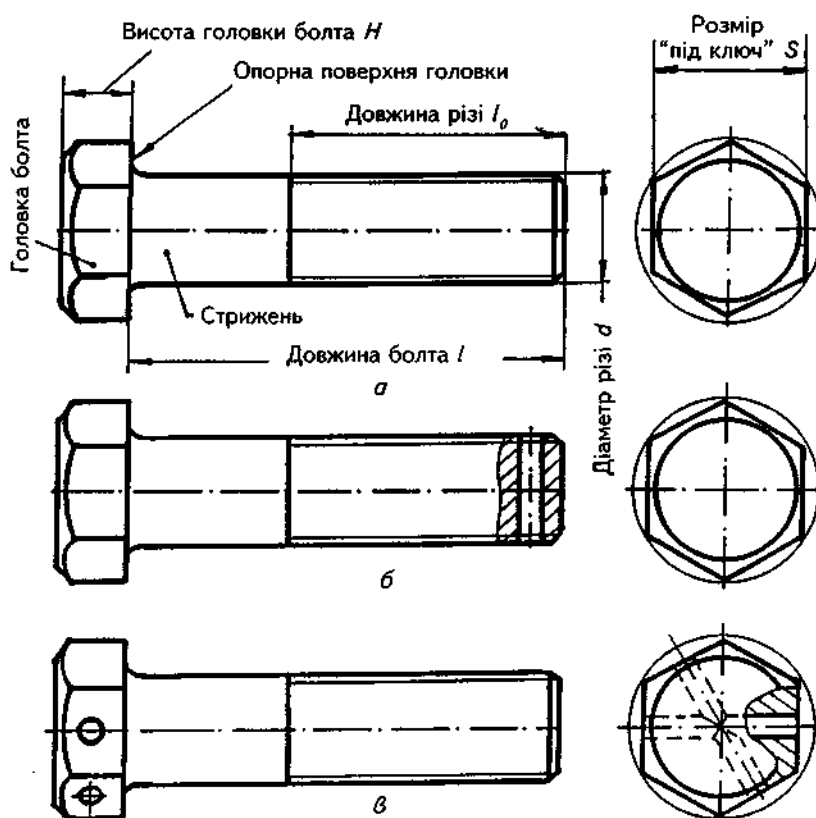
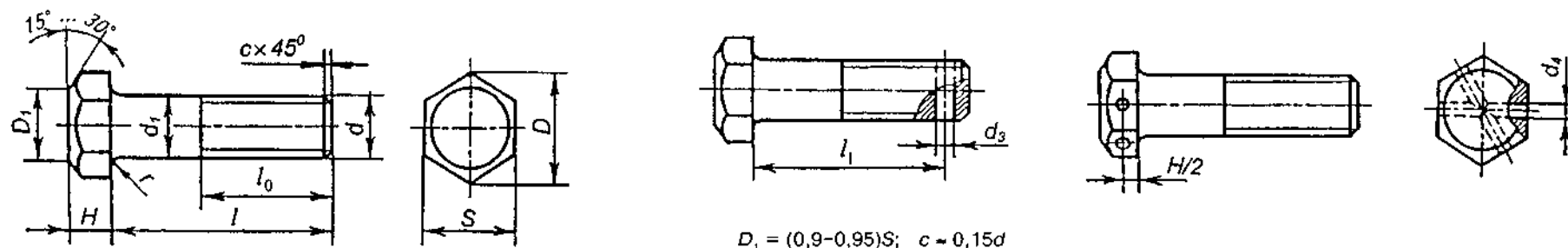


Рис. 13.2

Таблиця 13.1

## Болти з шестигранною головою (нормальної точності) ГОСТ 7798-70



Номинальні розміри, мм

| Номинальний діаметр різі $d$                 | 6                                                  | 8                                                            | 10                                                                             | 12                                                                   | 16                                                                                       | 20                                                                                       | 24                                                                   | 30                                                         | 36                                                         | 42                                                               | 48                                                                          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Крок різі:                                   |                                                    |                                                              |                                                                                |                                                                      |                                                                                          |                                                                                          |                                                                      |                                                            |                                                            |                                                                  |                                                                             |
| великий                                      | 1                                                  | 1,25                                                         | 1,5                                                                            | 1,75                                                                 | 2                                                                                        | 2,5                                                                                      | 3                                                                    | 3,5                                                        | 4                                                          | 4,5                                                              | 5                                                                           |
| дрібний                                      | —                                                  | 1                                                            | 1,25                                                                           | 1,25                                                                 | 1,5                                                                                      | 1,5                                                                                      | 2                                                                    | 2                                                          | 3                                                          | 3                                                                | 3                                                                           |
| $d_1$                                        | 6                                                  | 8                                                            | 10                                                                             | 12                                                                   | 16                                                                                       | 20                                                                                       | 24                                                                   | 30                                                         | 36                                                         | 42                                                               | 48                                                                          |
| $S$                                          | 10                                                 | 14                                                           | 17                                                                             | 19                                                                   | 24                                                                                       | 30                                                                                       | 36                                                                   | 46                                                         | 55                                                         | 65                                                               | 75                                                                          |
| $H$                                          | 4                                                  | 5,5                                                          | 7                                                                              | 8                                                                    | 10                                                                                       | 13                                                                                       | 15                                                                   | 19                                                         | 23                                                         | 26                                                               | 30                                                                          |
| $D$                                          | 11,5                                               | 16,2                                                         | 19,6                                                                           | 21,9                                                                 | 27,7                                                                                     | 34,6                                                                                     | 41,6                                                                 | 53,1                                                       | 63,5                                                       | 75,0                                                             | 86,5                                                                        |
| $r$                                          | 0,5                                                | 0,5                                                          | 0,6                                                                            | 0,8                                                                  | 1,0                                                                                      | 1,0                                                                                      | 1,5                                                                  | 1,5                                                        | 2,0                                                        | 2,0                                                              | 2,0                                                                         |
| $d_3$                                        | 2                                                  | 2                                                            | 2                                                                              | 3                                                                    | 4                                                                                        | 4                                                                                        | 5                                                                    | 6                                                          | 6                                                          | 8                                                                | 8                                                                           |
| $d_4$                                        | 1,8                                                | 2                                                            | 2,5                                                                            | 3                                                                    | 4                                                                                        | 4                                                                                        | 4                                                                    | 4                                                          | 5                                                          | 5                                                                | 5                                                                           |
| Відношення $l/l_0$ , де $l_0$ — довжина різі | 14/14;<br>16/16;<br>18/18;<br>20/20;<br>(22-75)/18 | 14/14;<br>16/16;<br>18/18;<br>20/20;<br>22/22;<br>(28-85)/22 | 18/18;<br>20/20;<br>22/22;<br>25/25;<br>28/28;<br>(32-150)/26;<br>(160-200)/32 | 25/25;<br>28/28;<br>30/30;<br>32/32;<br>(35-150)/30;<br>(160-260)/36 | 30/30;<br>32/32;<br>35/35;<br>38/38;<br>40/40;<br>42/42;<br>(45-150)/38;<br>(160-300)/44 | 38/38;<br>40/40;<br>42/42;<br>45/45;<br>48/48;<br>50/50;<br>(55-150)/46;<br>(160-300)/52 | 48/48;<br>50/50;<br>55/55;<br>60/60;<br>(65-150)/54;<br>(160-300)/60 | 60/60;<br>65/65;<br>70/70;<br>(75-150)/66;<br>(160-300)/72 | 75/75;<br>80/80;<br>85/85;<br>(90-150)/78;<br>(160-300)/84 | 80/80;<br>85/85;<br>90/90;<br>95/95;<br>100/100;<br>(160-300)/96 | 90/90;<br>95/95;<br>105/105;<br>110/110;<br>(115-150)/102;<br>(160-300)/108 |
| Різниця $l - l_1$                            | 4                                                  | 4                                                            | 4                                                                              | 5                                                                    | 6                                                                                        | 6                                                                                        | 7                                                                    | 9                                                          | 10                                                         | 12                                                               | 12                                                                          |

Ряд довжин  $l$ : 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; (38); 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; (85); 90; (95); 100; (105); 110; (115); 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300. Болти з розмірами довжин, що взяті в дужки, застосовувати не рекомендується.

Болти з шестигранними головками нормальної і підвищеної точності виготовлення мають від трьох до п'яти виконань (рис. 13.2).

Виконання 1 — без отвору під шплінт (рис. 13.2, а); виконання 2 — з отвором під шплінт у циліндричному стрижні (рис. 13.2, б); виконання 3 — з двома отворами в головці під кріплення дротом головок групи болтів (рис. 13.2, в).

У табл. 13.1 наведені розміри болтів з шестигранною головкою (нормальної точності) (за ГОСТ 7798-70).

Структура умовного позначення болтів така: назва, варіанти виконання (виконання 1 не вказують), діаметр метричної різі, дрібний крок різі (великий не вказують), позначення поля допуску різі, довжина болта, клас міцності або група матеріалу, позначення виду покриття, товщина покриття (мкм), номер стандарту на конструкцію і розміри болта.

Позначення поля допуску, яке визначає розміри зазорів між різзю на стрижні та в

отворі (гайці), складається з цифри, що показує ступінь точності виготовлення, і літери, яка означає основне відхилення. Для болтів визначені поля допусків: 6g — середній і 8g — грубий клас точності. В умовному позначенні поле допуску 8g не вказується. Для болтів із вуглецевих і легованих сталей визначено 12 класів міцності. Кожному класу стандарт рекомендує відповідні марки сталі; деякі з них наведені в табл. 13.2. Види та умовні позначення захисних покриттів наведені в табл. 13.3.

Нижче наводимо приклади умовних позначень болтів з шестигранними головками.

Болт із шестигранною головкою (нормальної точності) з діаметром різі 12 мм, довжиною 60 мм, великим кроком різі, поле допуску 8g, без покриття, клас міцності 5.6, виконання 1:

Болт М12х60. 56 ГОСТ 7798-70;

Таблиця 13.2

Деякі класи міцності болтів

| Клас міцності<br>Марка сталі | 3.6<br>Ст3 | 4.6<br>Сталь 20 | 4.8<br>Сталь10 | 5.6<br>Сталь 30<br>Сталь 35 | 5.8<br>Ст 3кп | 6.6<br>Сталь 35<br>Сталь 45 |
|------------------------------|------------|-----------------|----------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
|------------------------------|------------|-----------------|----------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|

Таблиця 13.3

Види та умовні позначення захисних покриттів

| Позначення | Вид покриття                   | Позначення | Вид покриття |
|------------|--------------------------------|------------|--------------|
| 00         | Без покриття                   | 05         | Оксидне      |
| 01         | Цинкове з хроматуванням        | 06         | Фосфатне     |
| 02         | Кадмієве з хроматуванням       | 07         | Олов'яне     |
| 03         | Багатошарове: мідь-нікель      | 08         | Мідне        |
| 04         | Багатошарове: мідь-нікель-хром | 09         | Цинкове      |

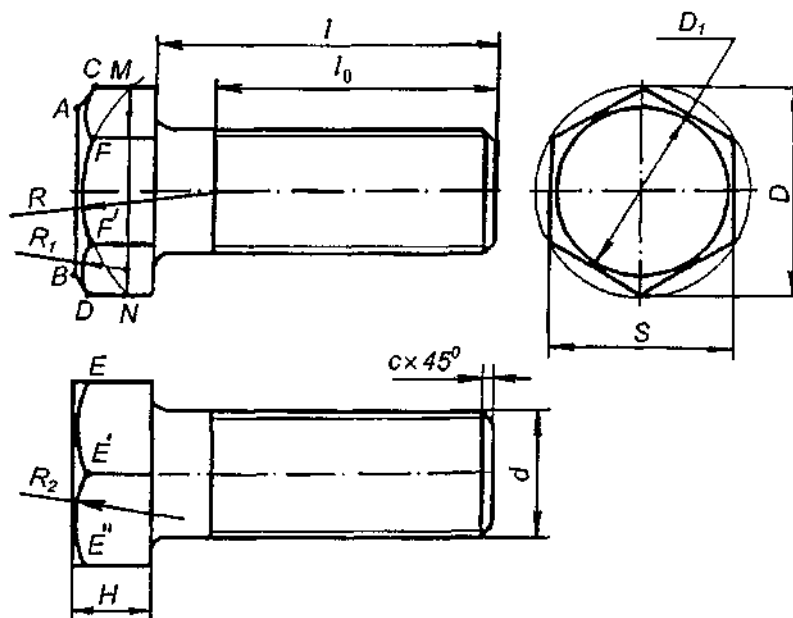


Рис. 13.3

те саме з дрібним кроком різі  $P=1,25$  мм, клас міцності 4.6, виконання 2, поле допуску 6g, покриття 08, товщина покриття 4 мкм:

Болт 2М12х1,25-6gх60.46.084  
ГОСТ 7798-70.

Послідовність креслення болта за розмірами стандарту показано на рис. 13.3 (як приклад взято болт діаметром М24). Викреслювання починають з побудови головки болта на вигляді ліворуч. Проводять коло (тонкою лінією) діаметром  $D=39,6$  мм і в нього вписують правильний шестикутник, відстань між двома протилежними гранями якого визначає розмір "під ключ"  $S=36$  мм. Потім проводять коло діаметром  $D_1=(0,9-0,95)S=(0,9-0,95) \times 36=32,4-34,2$  мм; візьмемо  $D_1=33$  мм. На головному вигляді виконують зображення болта з контурним обрисом граней головки болта висотою  $H=15$  мм. На торцевій поверхні головки відкладають діаметр  $D_1=33$  мм і з крайніх точок  $A$  і  $B$  проводять

лінії під кутом  $30^\circ$  до торця головки до перетину з ребрами в точках  $C$  і  $D$ . Пряма, що проходить через ці точки, перетинає на вигляді зверху ребра головки болта в точках  $E$ ,  $E'$ ,  $E''$ . На зображенні кожної грані через знайдені точки проводять дуги кіл, що заміняють проекції гіпербол, які утворюються при перетині конусної фаски з гранями головки болта. Дуга середньої грані на головному вигляді, що проведена радіусом  $R=3/4D$  через точки  $F$  і  $F'$ , перетне на своєму продовженні крайні ребра граней в точках  $M$  і  $N$ . Сполучаючи ці точки прямою лінією, визначають розташування центрів посередині крайніх граней головки, з яких проводять дуги радіусом  $R_1$ . На вигляді зверху через точки  $E$ ,  $E'$ ,  $E''$  проводять дуги радіусом  $R_2=0,5D$ .

Для швидкого затискання і звільнення деталі в різноманітних пристроях застосовують відкидні болти (ГОСТ 3033-79), конструкція та розміри яких мають відповідати вказанам на рис. 13.4 і в табл. 13.4.

Таблиця 13.4

Болти відкидні (ГОСТ 14724-69). Номінальні розміри, мм

| $d$ | $L$                                                | $D$ | $d_1$ | $d_2$ | $b$ | $l_b$     |                                               | $R$ |
|-----|----------------------------------------------------|-----|-------|-------|-----|-----------|-----------------------------------------------|-----|
|     |                                                    |     |       |       |     | нормальна | збільшена                                     |     |
| M6  | 50<br>60<br>70                                     | 12  | 6     | 6     | 8   | 20        | 25                                            | 4   |
| M8  | 50<br>60<br>70<br>80<br>90                         | 16  | 8     | 8     | 10  | 25        | 35<br>45<br>45<br>55<br>55                    | 4   |
| M10 | 60<br>70<br>80<br>90<br>100<br>110                 | 20  | 10    | 10    | 12  | 30        | 50<br>50<br>60<br>60<br>70<br>70              | 4   |
| M12 | 70<br>80<br>90<br>100<br>110<br>125<br>140         | 20  | 12    | 10    | 14  | 40        | 55<br>65<br>65<br>75<br>75<br>75<br>90        | 6   |
| M16 | 80<br>90<br>100<br>110<br>125<br>140<br>160<br>180 | 28  | 16    | 12    | 18  | 50        | —<br>65<br>75<br>75<br>75<br>90<br>110<br>110 | 6   |
| M20 | 100<br>110<br>125<br>140<br>160<br>180             | 34  | 20    | 16    | 22  | 50        | 80<br>80<br>80<br>95<br>110<br>110            | 6   |

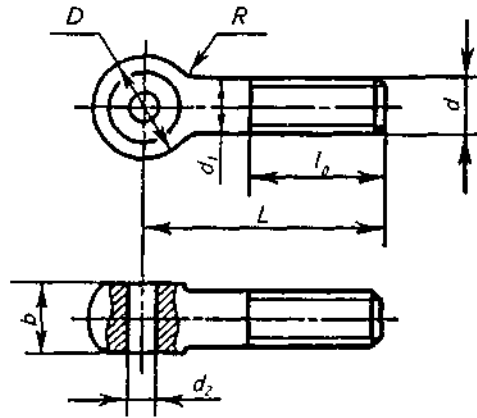


Рис. 13.4

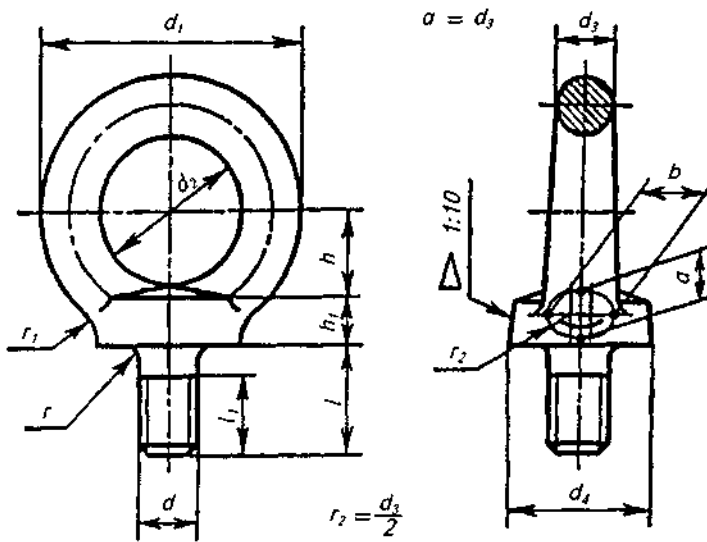


Рис. 13.5

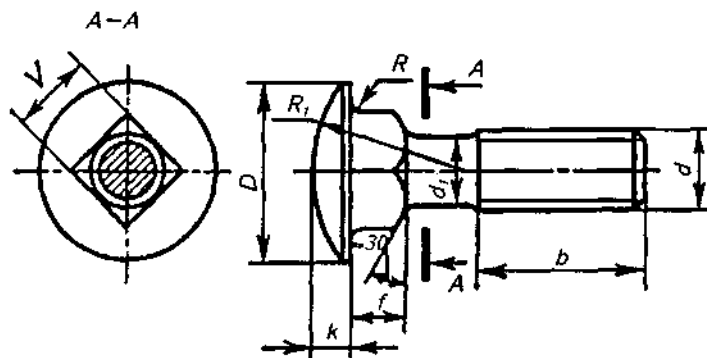


Рис. 13.6

Для підняття та опускання важких деталей, наприклад електродвигунів, застосовують рим-болти (ГОСТ 4751-73), конструкція яких подана на рис. 13.5.

На рис. 13.6 зображено конструкцію болта з півкруглою головою та квадратним під-

головком, який не вимагає затискання головки болта під час загвинчування гайки.

У табл. 13.5 наведено перелік стандартів, що визначають конструкцію і розміри болтів.

Форми та розміри кінців болтів згідно з ГОСТ 12414-94 подано в табл. 13.12.

Таблиця 13.5

## Стандарти на конструкцію та розміри болтів

| Болти                                                                                      | Стандарт      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Болти з шестигранною головкою: класу точності В (виконання 1–4)                            | ГОСТ 7798–70  |
| Болти з шестигранною головкою: класу точності А (виконання 1–4)                            | ГОСТ 7805–70  |
| Болти з шестигранною головкою: класу точності С (виконання 1)                              | ГОСТ 15589–70 |
| Болти з шестигранною зменшеною головкою:                                                   |               |
| класу точності В (виконання 1–5)                                                           | ГОСТ 7796–70  |
| класу точності А (виконання 1–5)                                                           | ГОСТ 7808–70  |
| класу точності С (виконання 1,2)                                                           | ГОСТ 15591–70 |
| Болти з шестигранною зменшеною головкою і напрямним підголовком:                           |               |
| класу точності В (виконання 1–5)                                                           | ГОСТ 7795–70  |
| класу точності А (виконання 1–5)                                                           | ГОСТ 7811–70  |
| класу точності С (виконання 1,2)                                                           | ГОСТ 15590–70 |
| Болти з шестигранною зменшеною головкою для отворів з-під розвертки (клас точності А)      | ГОСТ 7817–80  |
| Болти з шестигранною головкою і діаметром різі понад 48 мм (клас точності В)               | ГОСТ 10602–94 |
| Болти з шестигранною зменшеною головкою і діаметром різі понад 48 мм (класи точності В, А) | ГОСТ 18125–72 |
| Болти з півкруглою головкою з вусом (клас точності С)                                      | ГОСТ 7783–81  |
| Болти зі збільшеною півкруглою головкою (клас точності С):                                 |               |
| з вусом                                                                                    | ГОСТ 7801–81  |
| з квадратним підголовком                                                                   | ГОСТ 7802–81  |
| Болти з потайною головкою (клас точності С):                                               |               |
| з вусом                                                                                    | ГОСТ 7785–81  |
| з квадратним підголовком                                                                   | ГОСТ 7786–81  |
| Болти зі збільшеною потайною головкою і квадратним підголовком (клас точності С)           | ГОСТ 17673–81 |
| Болти шинні (клас точності С)                                                              | ГОСТ 7787–81  |
| Болти відкидні (виконання 1, 2, 3)                                                         | ГОСТ 3033–79  |
| Рим-болти                                                                                  | ГОСТ 4751–73  |

## 13.2. Гвинти

**Гвинт** — циліндричний стрижень, на одному кінці якого нарізана різь, а на іншому є головка.

За призначенням гвинти для металу поділяють на кріпильні та встановлювальні (натискні, регульовальні та ін.).

Кріпильний гвинт — деталь, яка служить для рознімного з'єднання і являє собою циліндричний стрижень з різзю для вгвинчування в одну зі з'єднуваних деталей і головкою різної форми.

Форма головки може бути циліндрична за ГОСТ 1491–80 (рис. 13.7, а), півкругла за ГОСТ 17473–80 (рис. 13.7, б), потайна за ГОСТ 17475–80 (рис. 13.7, в), півпотайна за ГОСТ 17474–80 (рис. 13.7, г), з циліндричною головкою і шестиграним заглибленням для ключа за ГОСТ 11738–72.

Різь може бути на всій довжині або лише на кінці стрижня.

Гвинти виготовляють з метричною різзю великого і дрібного кроку з полями допуску 8g і 6g.

Виняток становлять гвинти діаметром від 1 до 6 мм, для яких застосовують різь тільки з великим кроком. Визначальними розмірами для всіх гвинтів є діаметр  $d$  різі та довжина  $l$ . За довжину  $l$  більшості кріпильних гвинтів беруть довжину їх стрижня (без головки). Для гвинтів з потайною головкою довжина включає довжину стрижня і висоту головки (див. рис. 13.7, в).

Усі гвинти для металу виготовляють класів точності А (підвищеної точності) і В (нормальної точності).

У табл. 13.6 наведено розміри гвинтів з циліндричною головкою (нормальної точності), в табл. 13.7 — з півкруглою, в табл. 13.8 — з потайною.

Встановлювальні гвинти відрізняються від кріпильних тим, що їх стрижень нарізаний повністю і має натискний кінець, який входить у відповідне заглиблення деталі.

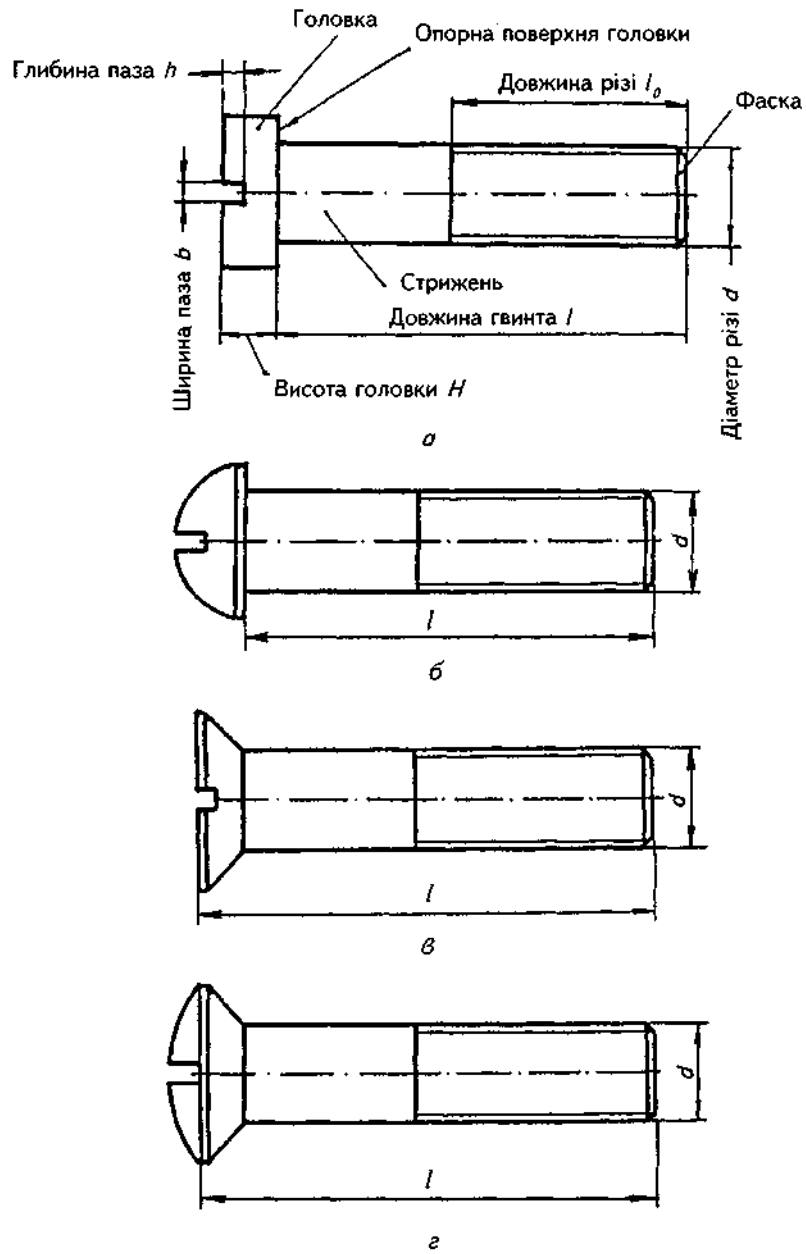


Рис. 13.7

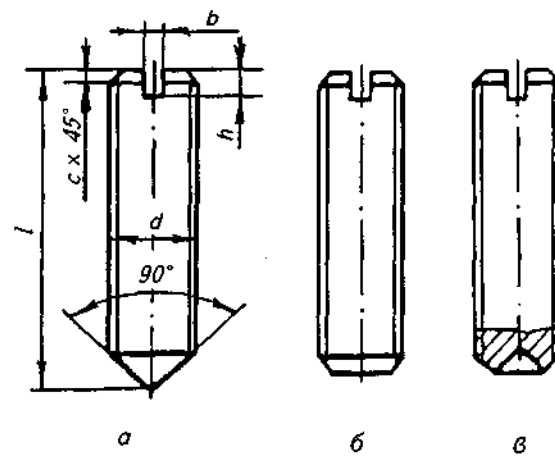
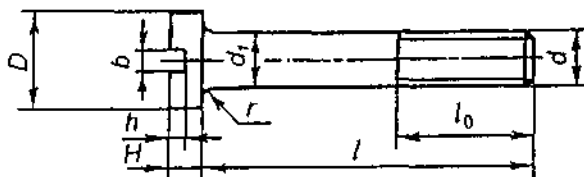


Рис. 13.8

Таблиця 13.6

## Гвинти з циліндричною головкою (ГОСТ 1491-80)



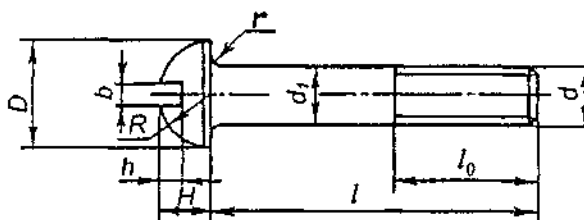
Номинальні розміри, мм

| d   | Крок різі |       | d <sub>1</sub> | D    | H   | b    | h   | r, не більше | l   |     | l <sub>0</sub> |
|-----|-----------|-------|----------------|------|-----|------|-----|--------------|-----|-----|----------------|
|     | великий   | малий |                |      |     |      |     |              | від | до  |                |
| 1   | 0,25      | —     | —              | 2    | 0,7 | 0,32 | 0,3 | 0,2          | 1,5 | 5   | —              |
| 1,2 | 0,25      | —     | —              | 2,3  | 0,8 | 0,32 | 0,4 | 0,2          | 2   | 6   | —              |
| 1,6 | 0,35      | —     | 1,6            | 3    | 1,2 | 0,4  | 0,6 | 0,2          | 2   | 14  | 10             |
| 2,0 | 0,4       | —     | 2              | 3,5  | 1,4 | 0,5  | 0,7 | 0,2          | 2,5 | 18  | 10             |
| 2,5 | 0,45      | —     | 2,5            | 4,5  | 1,7 | 0,6  | 0,9 | 0,2          | 3   | 25  | 10             |
| 3   | 0,5       | —     | 3              | 5    | 2   | 0,8  | 1   | 0,2          | 4   | 70  | 12             |
| 4   | 0,7       | —     | 4              | 7    | 2,8 | 1    | 1,4 | 0,4          | 6   | 70  | 14             |
| 5   | 0,8       | —     | 5              | 8,5  | 3,5 | 1,2  | 1,7 | 0,4          | 7   | 70  | 16             |
| 6   | 1         | —     | 6              | 10   | 4   | 1,6  | 2   | 0,5          | 12  | 70  | 18             |
| 8   | 1,25      | 1     | 8              | 12,5 | 5   | 2    | 2,5 | 0,5          | 18  | 70  | 22             |
| 10  | 1,5       | 1,25  | 10             | 15   | 6   | 2,5  | 3   | 0,6          | 22  | 70  | 26             |
| 12  | 1,75      | 1,25  | 12             | 18   | 7   | 3    | 3,5 | 0,8          | 30  | 85  | 30             |
| 16  | 2         | 1,5   | 16             | 24   | 9   | 4    | 4   | 1            | 40  | 95  | 38             |
| 20  | 2,5       | 1,5   | 20             | 30   | 11  | 4    | 4,5 | 1            | 40  | 120 | 46             |

Ряд довжин l: 2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,90,100,110,120.

Таблиця 13.7

## Гвинти з півкруглою головкою (ГОСТ 17473-80)



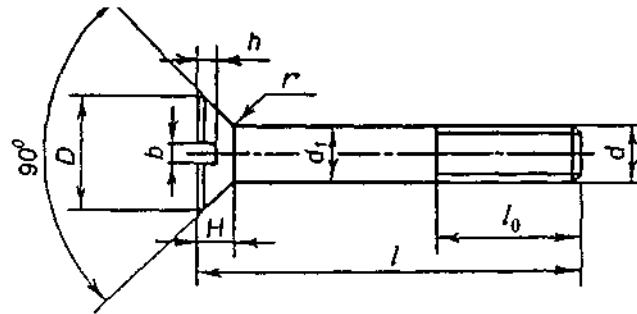
Номинальні розміри, мм

| d   | Крок різі |       | d <sub>1</sub> | D    | H   | b    | h   | r, не більше | l   |     | l <sub>0</sub> | R   |
|-----|-----------|-------|----------------|------|-----|------|-----|--------------|-----|-----|----------------|-----|
|     | великий   | малий |                |      |     |      |     |              | від | до  |                |     |
| 1   | 0,25      | —     | —              | 2    | 1   | 0,32 | 0,5 | 0,2          | 1,5 | 5   | —              | 1   |
| 1,2 | 0,25      | —     | —              | 2,3  | 1,2 | 0,32 | 0,6 | 0,2          | 2   | 7   | —              | 1,2 |
| 1,6 | 0,35      | —     | 1,6            | 3    | 1,5 | 0,4  | 0,8 | 0,2          | 2   | 14  | 10             | 1,5 |
| 2,0 | 0,4       | —     | 2              | 3,5  | 1,8 | 0,5  | 1   | 0,2          | 2,5 | 18  | 10             | 1,8 |
| 2,5 | 0,45      | —     | 2,5            | 4,5  | 2,1 | 0,6  | 1,2 | 0,2          | 3   | 25  | 10             | 2,3 |
| 3   | 0,5       | —     | 3              | 5,5  | 2,5 | 0,8  | 1,4 | 0,2          | 3   | 70  | 12             | 2,8 |
| 4   | 0,7       | —     | 4              | 7    | 3,2 | 1    | 1,8 | 0,4          | 4   | 70  | 14             | 3,5 |
| 5   | 0,8       | —     | 5              | 9    | 4   | 1,2  | 2,2 | 0,4          | 6   | 70  | 16             | 4,5 |
| 6   | 1         | —     | 6              | 10,5 | 5,5 | 1,6  | 2,5 | 0,5          | 7   | 70  | 18             | 5,3 |
| 8   | 1,25      | 1     | 8              | 13   | 6   | 2    | 3,2 | 0,5          | 12  | 70  | 22             | 6,5 |
| 10  | 1,5       | 1,25  | 10             | 16   | 7,5 | 2,5  | 3,8 | 0,6          | 18  | 70  | 26             | 8   |
| 12  | 1,75      | 1,25  | 12             | 18,5 | 9   | 3    | 4,2 | 0,8          | 22  | 85  | 30             | 9,3 |
| 16  | 2         | 1,5   | 16             | 24   | 11  | 4    | 5   | 1            | 30  | 95  | 38             | 12  |
| 20  | 2,5       | 1,5   | 20             | 30   | 14  | 4    | 6   | 1            | 40  | 120 | 46             | 15  |

Ряд довжин l: 2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,90,100,110,120.

Таблиця 13.8

## Гвинти з потайною головкою (ГОСТ 17473-80)



Номінальні розміри, мм

| $d$ | Крок різі |       | $d_1$ | $D$ | $H$ | $b$  | $h$ | $r$ , не більше | $l$ |     | $l_0$ |
|-----|-----------|-------|-------|-----|-----|------|-----|-----------------|-----|-----|-------|
|     | великий   | малий |       |     |     |      |     |                 | від | до  |       |
| 1   | 0,25      | —     | —     | 2   | 0,6 | 0,32 | 0,3 | 0,2             | 2   | 5   | —     |
| 1,2 | 0,25      | —     | —     | 2,4 | 0,7 | 0,32 | 0,4 | 0,2             | 2,5 | 7   | —     |
| 1,6 | 0,35      | —     | 1,6   | 3,2 | 1   | 0,4  | 0,6 | 0,2             | 3   | 14  | 10    |
| 2,0 | 0,4       | —     | 2     | 4   | 1,2 | 0,5  | 0,7 | 0,2             | 3   | 18  | 10    |
| 2,5 | 0,45      | —     | 2,5   | 5   | 1,4 | 0,6  | 0,9 | 0,2             | 3,5 | 25  | 10    |
| 3   | 0,5       | —     | 3     | 6   | 1,6 | 0,8  | 1   | 0,2             | 3,5 | 70  | 12    |
| 4   | 0,7       | —     | 4     | 7,5 | 2   | 1    | 1,4 | 0,4             | 7   | 70  | 14    |
| 5   | 0,8       | —     | 5     | 9   | 2,5 | 1,2  | 1,7 | 0,4             | 8   | 70  | 16    |
| 6   | 1         | —     | 6     | 11  | 3   | 1,6  | 2   | 0,5             | 8   | 70  | 18    |
| 8   | 1,25      | —     | 8     | 15  | 4   | 2    | 2,5 | 0,5             | 12  | 70  | 22    |
| 10  | 1,5       | 1,25  | 10    | 18  | 4,8 | 2,5  | 3   | 0,6             | 20  | 70  | 26    |
| 12  | 1,75      | 1,25  | 12    | 22  | 5,6 | 3    | 3,5 | 0,8             | 22  | 85  | 30    |
| 16  | 2         | 1,5   | 16    | 29  | 7   | 4    | 4   | 1               | 30  | 95  | 38    |
| 20  | 2,5       | 1,5   | 20    | 36  | 9   | 4    | 4,5 | 1               | 40  | 120 | 46    |

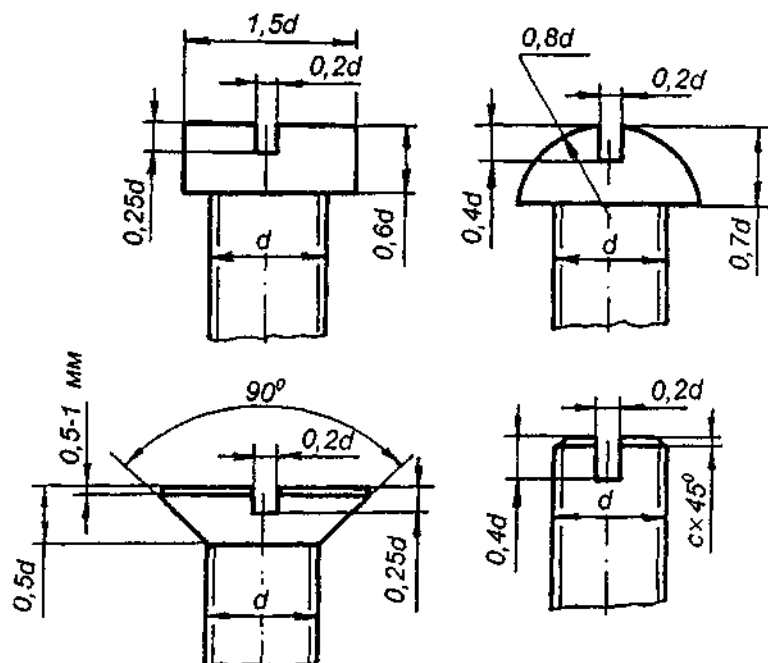
Ряд довжин  $l$ : 2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,90,100,110,120.

Рис. 13.9

На рис. 13.8, а зображено встановлювальний гвинт з конічним кінцем за ГОСТ 1476-80, на рис. 13.8, б — з плоским кінцем за ГОСТ 1478-80, на рис. 13.8, в — із засвердленим кінцем за ГОСТ 1479-80.

Гвинти можна викреслювати за розмірами, визначеними залежно від діаметра різі  $d$  (рис. 13.9).

В умовному позначенні гвинтів указують:

1) назву; 2) клас точності; 3) виконання (виконання 1 не вказують); 4) діаметр різі; 5) крок різі (вказують лише для різі з дрібним кроком); 6) поле допуску різі (поле допуску 8g не вказують); 7) довжину гвинта; 8) клас міцності; 9) марку сталі (вказують лише для класів міцності понад 8.8); 10) позначення виду покриття; 11) товщину покриття; 12) номер розмірного стандарту.

Нижче наведено приклади умовних позначень гвинтів:

1. Гвинт з циліндричною головкою (підвищеної точності), виконання 2, діаметр різі

12 мм, крок різі дрібний 1,25 мм, поле допуску різі 6g, довжина гвинта 50 мм, клас міцності 10.9, сталь 40X, покриття 01, товщина 9 мкм, ГОСТ 1491-80:

Гвинт А2М12х1,25 – 6gх50.109.40X.019  
ГОСТ 1491-80.

2. Гвинт з півкруглою головкою, виконання 1, клас точності А, діаметром різі 10 мм, з великим кроком різі, з полем допуску 8g, довжиною 35 мм, клас міцності 5.8, без покриття:

Гвинт АМ10х35.58 ГОСТ 17473-80.

На рис. 13.10 подано приклад гвинта з рифленою головкою, невідповідного згідно з ГОСТ 10344-80, на рис. 13.11 — з квадратною головкою і буртиком.

У табл. 13.9 наведено перелік державних стандартів, що визначають конструкцію і розміри гвинтів.

Форми та розміри кінців гвинтів згідно з ГОСТ 12414-94 подано в табл. 13.12.

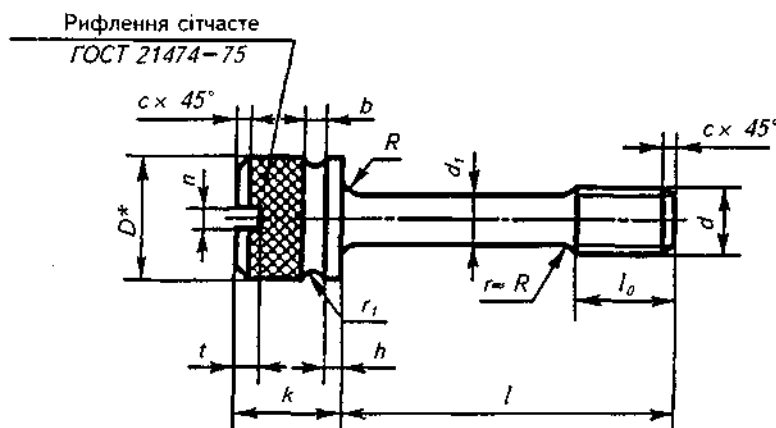


Рис. 13.10

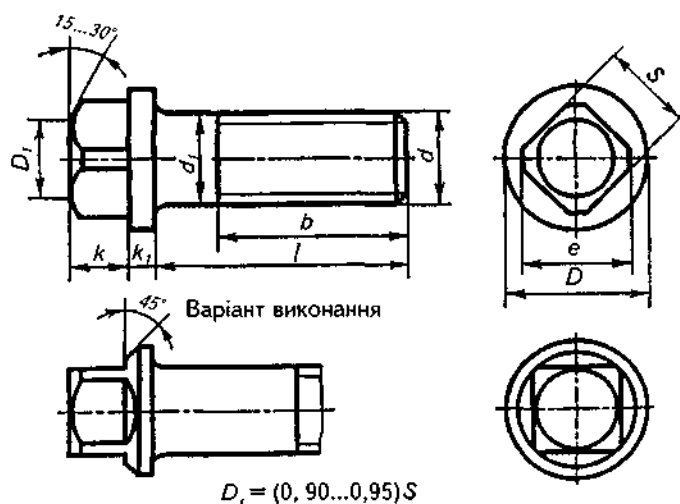


Рис. 13.11

Таблиця 13.9

## Стандарти на конструкцію та розміри гвинтів

| Гвинти                                                                                                        | Стандарт      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Гвинти кріпильні:                                                                                             |               |
| з циліндричною головкою класів точності A і B з діаметром різі 1–20 мм                                        | ГОСТ 1491–80  |
| з циліндричною головкою і шестигранним заглибленням для ключа класу точності A                                | ГОСТ 11738–84 |
| з напівпотайною головкою класів точності A і B з діаметром різі 1–20 мм                                       | ГОСТ 17474–80 |
| з потайною головкою класів точності A і B з діаметром різі 1–20 мм                                            | ГОСТ 17475–80 |
| з півкруглою головкою класу точності A з діаметром різі 1–20 мм і класу точності B з діаметром різі 2,5–20 мм | ГОСТ 17473–80 |
| Гвинти встановлювальні класів точності A і B:                                                                 |               |
| з конічним кінцем і прямим шліцом                                                                             | ГОСТ 1476–93  |
| з плоским кінцем                                                                                              | ГОСТ 1477–93  |
| з циліндричним кінцем                                                                                         | ГОСТ 1478–93  |
| з засвердленим кінцем                                                                                         | ГОСТ 1479–93  |
| з шестигранною головкою і циліндричним кінцем                                                                 | ГОСТ 1481–84  |
| з квадратною головкою і циліндричним кінцем                                                                   | ГОСТ 1482–84  |
| з шестигранною головкою і ступінчастим кінцем                                                                 | ГОСТ 1483–84  |
| з квадратною головкою і засвердленим кінцем                                                                   | ГОСТ 1485–84  |
| з квадратною головкою і буртиком                                                                              | ГОСТ 1488–84  |
| з конічним кінцем і шестигранним заглибленням для ключа                                                       | ГОСТ 8878–93  |
| з плоским кінцем і шестигранним заглибленням для ключа                                                        | ГОСТ 11074–93 |
| з циліндричним кінцем і шестигранним заглибленням для ключа                                                   | ГОСТ 11075–93 |
| Гвинти невиладні:                                                                                             |               |
| з циліндричною головкою                                                                                       | ГОСТ 10336–80 |
| з циліндричною головкою і сферою                                                                              | ГОСТ 10337–80 |
| з шестигранною головкою                                                                                       | ГОСТ 10338–80 |
| з потайною головкою                                                                                           | ГОСТ 10339–80 |
| з півпотайною головкою                                                                                        | ГОСТ 10340–80 |
| з півкруглою головкою                                                                                         | ГОСТ 10341–80 |
| з циліндричною головкою і шестигранним заглибленням для ключа                                                 | ГОСТ 10342–80 |
| з лискою для ключа                                                                                            | ГОСТ 10343–80 |
| з накатаною головкою                                                                                          | ГОСТ 10344–80 |
| Гвинти самонарізні для металу і пластмас класу точності B:                                                    |               |
| з потайною головкою                                                                                           | ГОСТ 10619–80 |
| з півпотайною головкою                                                                                        | ГОСТ 10620–80 |
| з півкруглою головкою                                                                                         | ГОСТ 10621–80 |
| з півкруглою головкою і загостреним кінцем                                                                    | ГОСТ 11650–80 |
| з півпотайною головкою і загостреним кінцем                                                                   | ГОСТ 11651–80 |
| з потайною головкою                                                                                           | ГОСТ 11652–80 |
| Гвинти з накатаною головкою класів точності A і B:                                                            |               |
| з високою головкою                                                                                            | ГОСТ 21331–75 |
| з низькою головкою і конічним кінцем                                                                          | ГОСТ 21332–75 |
| з низькою головкою і ступінчастим кінцем                                                                      | ГОСТ 21334–75 |
| з низькою головкою і засвердленим кінцем                                                                      | ГОСТ 21335–75 |
| з низькою головкою і заокругленим кінцем                                                                      | ГОСТ 21336–75 |
| з низькою головкою і циліндричним кінцем                                                                      | ГОСТ 21337–75 |

### 13.3. Шпильки

**Шпилькою** називають деталь, що являє собою стрижень, який має на одному кінці різь (посадочну) для загвинчування в одну зі з'єднаних деталей, а на іншому — різь (стяжну) для нагвинчування гайки (рис. 13.12).

Шпильки виготовляють з метричною різзю як з великим, так і з дрібним кроком, з однаковими нормальними діаметрами  $d$  різі і гладкої частини (виконання 1 — див. рис. 13.12). Допускається виготовляти шпильки з  $d_1$ , що приблизно дорівнює середньому діаметру різі (виконання 2 — рис. 13.13).

Шпильки виготовляються для деталей з нарізними отворами з діаметром різі від 2 до 48 мм нормальної і підвищеної точності.

Залежно від призначення шпильки довжина її посадочного нарізного кінця дорівнює (не менше):

$l_1 = d$  — для нарізних отворів у сталевих, бронзових і латунних деталях за ГОСТ 22032–76 для шпильок нормальної точності й за ГОСТ 22033–76 — для шпильок підвищеної точності;

$l_1 = 1,25d$  — для нарізних отворів у деталях із ковкого та сірого чавуну за ГОСТ 22034–76 для шпильок нормальної точності й за ГОСТ 22035–76 для шпильок підвищеної точності;

$l_1 = 2d$  — для деталей із легких сплавів за ГОСТ 22038–76 для шпильок нормальної точності й за ГОСТ 22039–76 для шпильок підвищеної точності.

Застосовуються також шпильки для деталей з гладкими отворами нормальної точності за ГОСТ 22042–76 з двома однаковими за довжиною нарізними кінцями  $l_1 = l_2$  і підвищеної точності за ГОСТ 22043–76 (рис. 13.14).

Довжиною шпильки  $l$  називають довжину частини шпильки без посадочного нарізного кінця  $l_1$ . Довжину стяжного кінця шпильки беруть  $2d + 6$  (при  $l \leq 120$  мм) або вибирають з таблиці відповідно до стандарту.

Умовне позначення шпильок аналогічне позначенню болтів і гвинтів.

Нижче наведено приклади умовного позначення шпильок:

1. Шпилька нормальної точності, діаметр різі M20, з великим кроком  $P=2,5$  мм, з полем допуску 6g, довжиною  $l=100$  мм, класу міцності 10.9, з покриттям 01 товщиною 7 мкм:

Шпилька M20-6gx100.109.017 ГОСТ 22034–6;

2. Шпилька нормальної точності, діаметр різі M24, з великим кроком, з полем допуску 8g, довжиною  $l=110$  мм, класу міцності 5.6, без покриття:

Шпилька M24x110.56 ГОСТ 22034–76.

У табл. 13.10 подано перелік державних стандартів, що визначають конструкцію і розміри шпильок.

У табл. 13.11 наведено розміри шпильок нормальної точності (ГОСТ 22034–76).

Форми та розміри кінців шпильок згідно з ГОСТ 12414–94 подано в табл. 13.12.

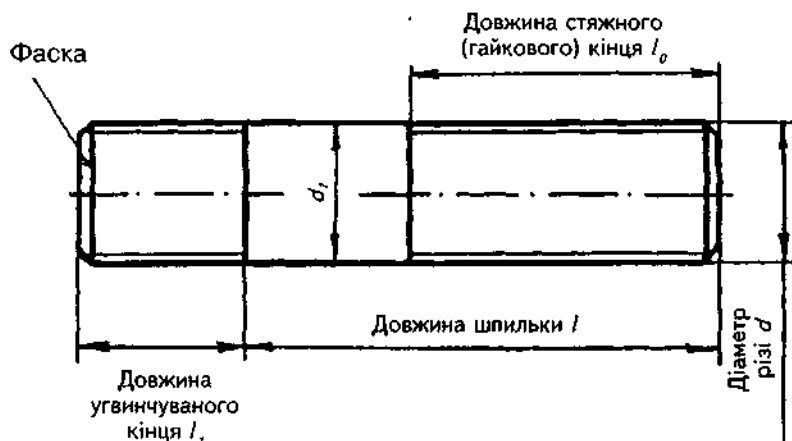


Рис. 13.12

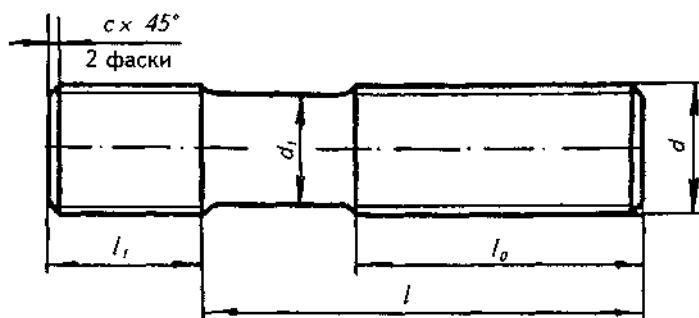


Рис. 13.13

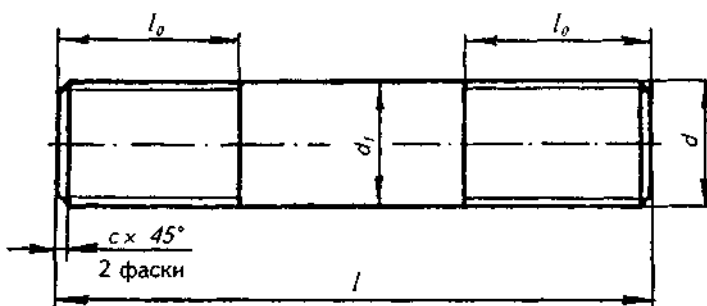


Рис. 13.14

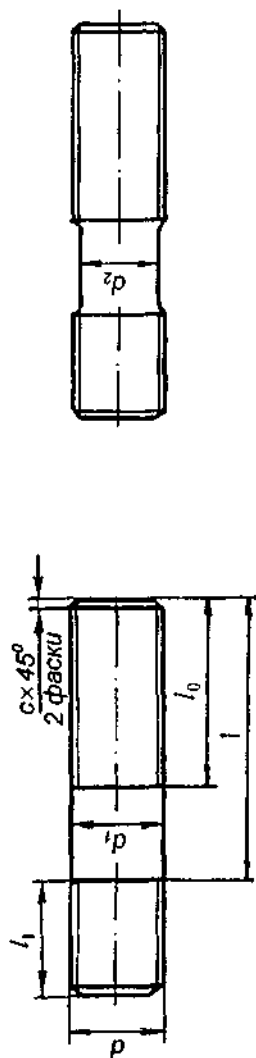
Таблица 13.10

## Державні стандарти на конструкцію та розміри шпильок

| Шпильки                                                                                     | Стандарт                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Шпилька із загвинчуваним кінцем завдовжки $d$ :<br>класу точності В<br>класу точності А     | ГОСТ 22032-76<br>ГОСТ 22033-76 |
| Шпилька із загвинчуваним кінцем завдовжки $1,25d$ :<br>класу точності В<br>класу точності А | ГОСТ 22034-76<br>ГОСТ 22035-76 |
| Шпилька із загвинчуваним кінцем завдовжки $1,6d$ :<br>класу точності В<br>класу точності А  | ГОСТ 22036-76<br>ГОСТ 22037-76 |
| Шпилька із загвинчуваним кінцем завдовжки $2d$ :<br>класу точності В<br>класу точності А    | ГОСТ 22038-76<br>ГОСТ 22039-76 |
| Шпилька із загвинчуваним кінцем завдовжки $2,5d$ :<br>класу точності В<br>класу точності А  | ГОСТ 22040-76<br>ГОСТ 22041-76 |
| Шпилька для деталей з гладкими отворами<br>класу точності В<br>класу точності А             | ГОСТ 22042-76<br>ГОСТ 22043-76 |

Таблиця 13.11

## Шпильки (нормальної точності) ГОСТ 7798-70


 $s \approx 0,15d$      $d_2$  — середньому діаметру різі

## Номинальні розміри, мм

| Номинальний діаметр різі $d$                                            | 6                                    | 8                                                                  | 10                                                                                                                                   | 12                                                                                       | 16                                                                                       | 20                                                                                     | 24                                                                 | 30                                                                                            | 36                                                                                              | 42                                                                                          | 48                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Крок різі:<br>великий<br>дрібний<br>Діаметр<br>гладкої<br>частини $d_1$ | 1<br>—<br>6                          | 1,25<br>1<br>8                                                     | 1,5<br>1,25<br>10                                                                                                                    | 1,75<br>1,25<br>12                                                                       | 2<br>1,5<br>16                                                                           | 2,5<br>1,5<br>20                                                                       | 3<br>2<br>24                                                       | 3,5<br>2<br>30                                                                                | 4<br>3<br>36                                                                                    | 4,5<br>3<br>42                                                                              | 5<br>3<br>48                                                                                |
| $l_1 = d$<br>$l_1 = 1,25d$<br>$l_1 = 2d$                                | 6<br>7,5<br>12                       | 8<br>10<br>16                                                      | 10<br>12<br>20                                                                                                                       | 12<br>15<br>24                                                                           | 16<br>20<br>32                                                                           | 20<br>25<br>40                                                                         | 24<br>30<br>48                                                     | 30<br>38<br>60                                                                                | 36<br>45<br>72                                                                                  | 42<br>52<br>84                                                                              | 48<br>60<br>96                                                                              |
| Відношення $l/l_n$ ,<br>де $l_n$ — довжина<br>різі                      | 16/12;<br>(20-22)/16;<br>(25-160)/18 | 16/12;<br>18/14;<br>(20-22)/16;<br>25/18;<br>28/20;<br>(30-200)/22 | 16/12;<br>18/14;<br>(20-22)/16;<br>25/18;<br>28/20;<br>30/22;<br>32/24;<br>35/26;<br>38/28;<br>(40-150)/30;<br>32/24;<br>(38-200)/26 | 25/18;<br>28/20;<br>30/22;<br>32/24;<br>35/26;<br>38/28;<br>(40-150)/30;<br>(160-220)/36 | 35/26;<br>38/28;<br>40/30;<br>42/32;<br>45/34;<br>48/40;<br>(48-150)/38;<br>(160-220)/44 | 40/30;<br>42/32;<br>45/34;<br>(48-50)/38;<br>55/42;<br>60/46;<br>65/50;<br>(70-150)/54 | 45/34;<br>(48-50)/38;<br>55/42;<br>60/46;<br>65/50;<br>(70-150)/54 | 60/46;<br>65/50;<br>70/54;<br>(75-80)/60;<br>85/66;<br>90/72;<br>(90-150)/66;<br>(160-260)/72 | 70/54;<br>(75-80)/60;<br>85/66;<br>90/72;<br>95/75;<br>100/80;<br>(100-150)/78;<br>(160-300)/84 | 80/60;<br>85/66;<br>90/72;<br>95/75;<br>100/80;<br>105/85;<br>(110-150)/90;<br>(160-300)/96 | 80/60;<br>85/66;<br>90/72;<br>95/75;<br>100/80;<br>105/85;<br>(110-150)/90;<br>(160-300)/96 |

Ряд довжин  $l$ : 14; 16; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 220; 240; 260; 280; 300.

Таблиця 13.12

## Форми та розміри кінців болтів, гвинтів, шпильок, мм (ГОСТ 12414-94)

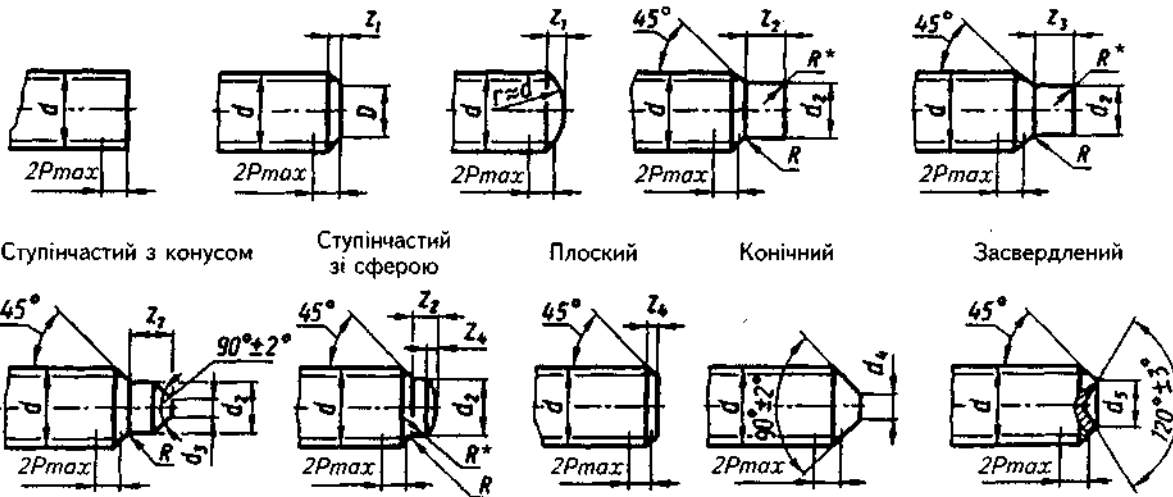
Без фаски

З фаскою

Сферичний

Циліндричний

Укорочений циліндричний



\* Розміри для довідок

| $d$ | $d_2$  | $d_{3max}$ | $d_{4max}$ | $d_5$ | $R$ | $z_1$ | $z_2$ | $z_3$ | $z_{4min}$ |
|-----|--------|------------|------------|-------|-----|-------|-------|-------|------------|
| 1   | 0,5    | —          | —          | —     | 0,1 | 0,2   | —     | 0,1   | 0,2        |
| 1,2 | 0,6    | —          | —          | —     | 0,1 | 0,3   | —     | 0,2   | 0,2        |
| 1,4 | 0,7    | —          | —          | —     | 0,1 | 0,35  | —     | 0,2   | 0,2        |
| 1,6 | 0,8    | —          | —          | —     | 0,1 | 0,4   | —     | 0,2   | 0,3        |
| 2   | 1      | 0,2        | —          | 1     | 0,1 | 0,5   | 1     | 0,3   | 0,3        |
| 2,5 | 1,5    | 0,3        | —          | 1,2   | 0,2 | 0,63  | 1,25  | 0,4   | 0,3        |
| 3   | 2      | 0,4        | —          | 1,4   | 0,3 | 0,75  | 1,5   | 0,4   | 0,5        |
| 3,5 | 2,2    | 0,4        | —          | 1,7   | 0,3 | 0,88  | 1,75  | 0,4   | 0,5        |
| 4   | 2,5    | 0,5        | —          | 2     | 0,3 | 1     | 2     | 0,5   | 0,5        |
| 5   | 3,5    | 0,5        | —          | 2,5   | 0,3 | 1,25  | 2,5   | 0,6   | 1          |
| 6   | 4(4,5) | 0,5        | 1,5        | 3     | 0,4 | 1,5   | 3     | 0,7   | 1          |
| 7   | 5      | 0,5        | 2          | 4     | 0,4 | 1,75  | 3,5   | 0,8   | 1          |
| 8   | 5,5(6) | 0,5        | 2          | 5     | 0,4 | 2     | 4     | 1     | 1,4        |
| 10  | 7(7,5) | 1          | 2,5        | 6     | 0,5 | 2,5   | 5     | 1     | 1,6        |
| 12  | 8,5    | 1          | 3          | 8     | 0,6 | 3     | 6     | 1,2   | 1,6        |
| 14  | 10     | 2          | 4          | 9     | 0,8 | 3,5   | 7     | 1,5   | 1,6        |
| 16  | 12     | 3          | 4          | 10    | 0,8 | 4     | 8     | 1,7   | 2          |
| 18  | 13     | 4          | 5          | 12    | 0,8 | 4,5   | 9     | 2     | 2          |
| 20  | 15     | 5          | 5          | 14    | 1   | 5     | 10    | 2     | 2,5        |
| 22  | 17     | 5          | 6          | 16    | 1   | 5,5   | 11    | 2,5   | 2,5        |
| 24  | 18     | 6          | 6          | 16    | 1   | 6     | 12    | 2,5   | 2,5        |
| 27  | 21     | 7          | 8          | 8     | 1,2 | 6,7   | 13,5  | —     | —          |
| 30  | 23     | 7          | 8          | 8     | 1,2 | 7,5   | 15    | —     | —          |
| 33  | 26     | 8          | 10         | 10    | 1,6 | 8,2   | 16,5  | —     | —          |
| 36  | 28     | 8          | 10         | 10    | 1,6 | 9     | 18    | —     | —          |
| 39  | 30     | 8          | 10         | 12    | —   | 9,7   | 19,5  | —     | —          |
| 42  | 32     | 8          | 12         | 12    | —   | 10,5  | 21    | —     | —          |
| 45  | 35     | 11         | 14         | 14    | —   | 11,2  | 22,5  | —     | —          |
| 48  | 38     | 14         | 14         | 14    | —   | 12    | 24    | —     | —          |

Примітки: 1. Глибина виїмки на кінці стрижня накатаних виробів — не більше 1,5 кроку в різі.

2. Ширина з фаски (сфери) — не більше двох кроків різі.

3.  $2P_{max}$  — ділянка неповної різі.

### 13.4. Гайки

**Гайкою** називається виріб, що має отвір із різью для нагвинчування на болт або шпильку.

Залежно від призначення та умов експлуатації гайки бувають *шестигранні, шестигранні прорізні й корончасті, гайки-баранці, круглі шліцьові, ковпачкові, квадратні та ін.*

Найширше застосування отримали шестигранні гайки (рис. 13.15), що випускаються в одному, двох і трьох виконаннях (рис. 13.16), підвищеної, нормальної і грубої точності (класів точності А, В і С відповідно),

нормальної висоти (рис. 13.17, б), низькі (рис. 13.17, а) (застосовуються при незначних осьових зусиллях), високі (рис. 13.17, в) і особливо високі (рис. 13.17, г) (застосовуються за умови, що їх потрібно часто відгвинчувати і загвинчувати), з нормальним або зменшеним розміром "під ключ", з великим або дрібним кроком, з полями допуску різі 6Н і 7Н.

Прорізні (рис. 13.18) та корончасті (рис. 13.19) гайки застосовуються для з'єднань, які піддаються змінному навантаженню і вібраціям.

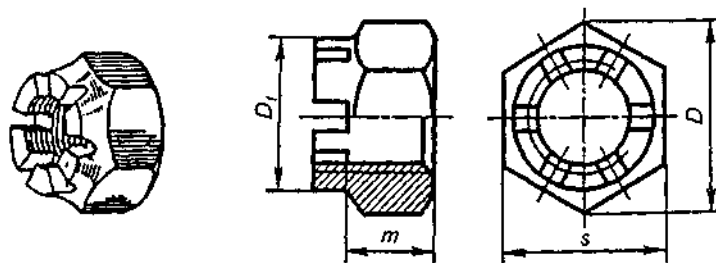
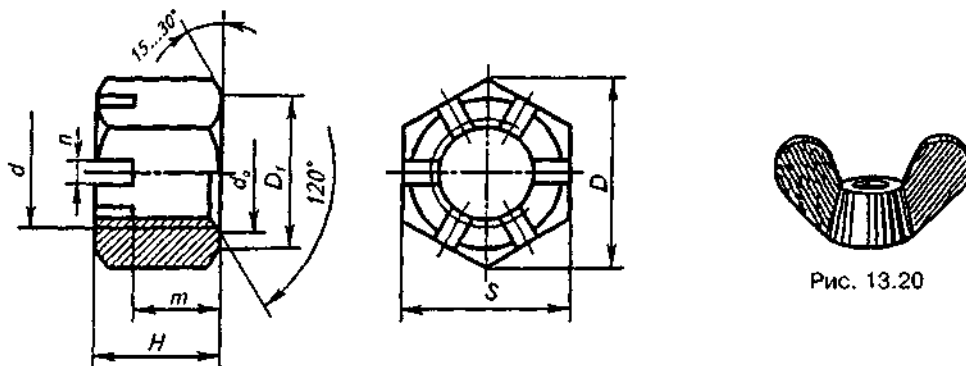
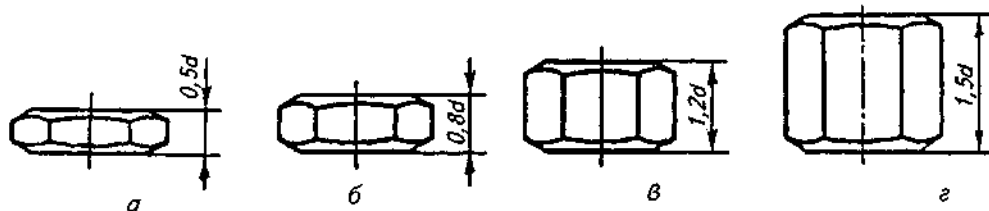
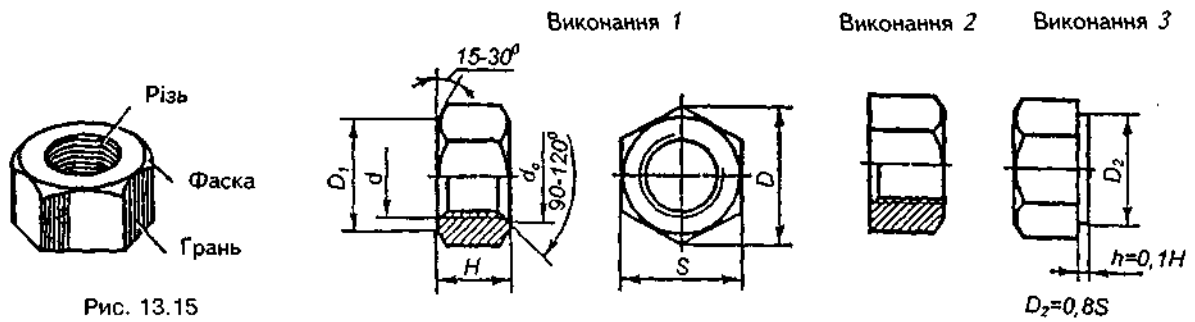


Рис. 13.19

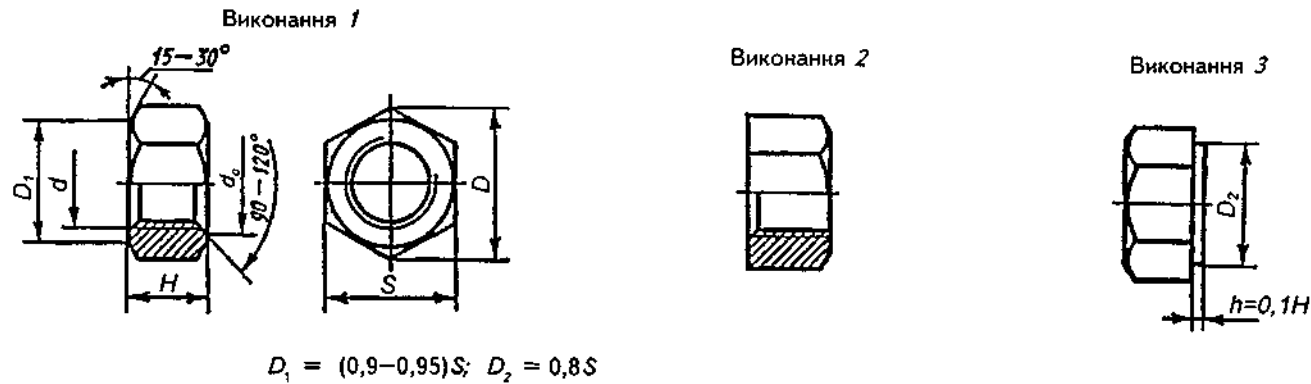
Таблиця 13.13

## Деякі класи міцності та марки сталі для гайок

|               |     |                    |                   |                    |
|---------------|-----|--------------------|-------------------|--------------------|
| Клас міцності | 4   | 5                  | 6                 | 8                  |
| Марка сталі   | Ст3 | Сталь 10, сталь 20 | Сталь15, сталь 35 | Сталь 20, сталь 45 |

Таблиця 13.14

## Гайки шестигранні нормальної точності (ГОСТ 5915–70)



Номінальні розміри, мм

| Номінальний діаметр різі $d$ | 6    | 8    | 10   | 12   | 16   | 20   | 24   | 30   | 36   | 42   | 48   |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Крок різі:                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| великий                      | 1    | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2    | 2,5  | 3    | 3,5  | 4    | 4,5  | 5    |
| дрібний                      | —    | 1    | 1,25 | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    |
| Розмір для ключа $S$         | 10   | 14   | 17   | 19   | 24   | 30   | 36   | 46   | 55   | 65   | 75   |
| Висота $H$                   | 5    | 6    | 8    | 10   | 13   | 16   | 19   | 24   | 28   | 32   | 38   |
| Діаметр описаного кола $D$   | 11,5 | 16,2 | 19,6 | 21,9 | 27,7 | 34,6 | 41,6 | 53,1 | 63,5 | 75   | 86,5 |
| $d_o$ , не менше             | 6    | 8    | 10   | 12   | 16   | 20   | 24   | 30   | 36   | 42   | 48   |
| не більше                    | 6,75 | 8,75 | 10,8 | 13   | 17,3 | 21,6 | 25,9 | 32,4 | 38,9 | 45,4 | 51,8 |

Гайки-баранці (рис. 13.20) застосовуються у тих випадках, коли загвинчування треба виконувати вручну, без ключа.

Шестигранна гайка викреслюється так, як головка болта (див. рис. 13.3).

Для характеристики механічних властивостей гайок, виготовлених із вуглецевих і легированих сталей, визначено сім класів міцності, кожний з яких умовно позначається одним числом — 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14.

Для кожного класу міцності ГОСТ 1759-70 рекомендує визначені марки сталі, деякі з них подані в табл. 13.13.

В умовному позначенні гайок вказують: 1) найменування деталі; 2) виконання (виконання 1 не вказують); 3) діаметр різі; 4) крок різі (вказують лише для дрібної різі); 5) поле допуску різі (допуск 7H не вказують); 6) клас міцності; 7) марку сталі або сплаву (вказують лише для класів міцності 10 і вище); 8) позначення виду покриття; 9) товщину покриття; 10) номер стандарту.

Приклади умовного позначення шестиграних гайок нормальної точності.

1. Гайка виконання 2, з діаметром різі  $d=16$  мм, з дрібним кроком різі  $P=1,5$  мм, з полем допуску 6H, класу міцності 5, покриття 01, товщина 6 мкм:

Гайка 2M16x1,5-6H.5.016 ГОСТ 5915-70;

2. Гайка виконання 1, з різзю M20 і великим кроком, полем допуску 7H, класу міцності 5, без покриття:

Гайка M20.5 ГОСТ 5915-70.

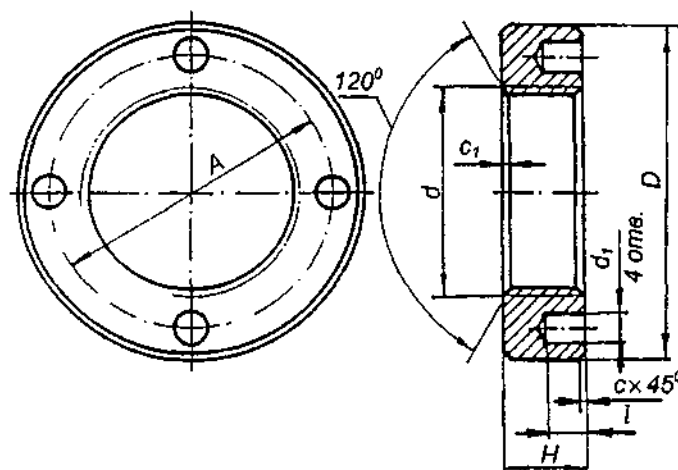
У табл. 13.14 наведено розміри шестиграних гайок нормальної точності.

У табл. 13.15 наведено розміри круглих гайок з отворами на торці під ключ (ГОСТ 6393-66), в табл. 13.16 — круглих шліцевих гайок (ГОСТ 11671-66).

У табл. 13.17 подано перелік державних стандартів, що визначають конструкцію і розміри гайок.

Таблиця 13.15

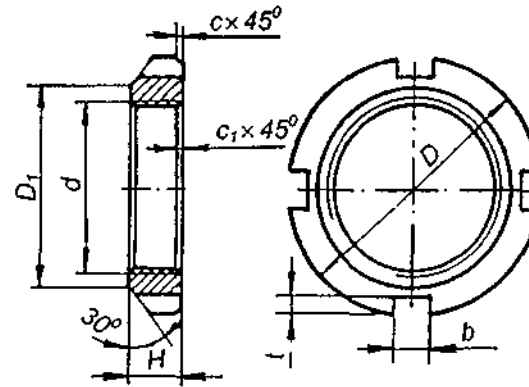
Гайки круглі з отворами на торці для ключа (ГОСТ 6393-66)



Номінальні розміри, мм

| Різь $d$ | Крок різі | $D$ | $H$ | $A$ | $d_1$ | $l$ | $c$ | $c_1$ |
|----------|-----------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|
| 16       | 1,5       | 30  | 8   | 22  | 4     | 5   | 0,6 | 0,5   |
| 20       | 1,5       | 34  | 8   | 27  | 4     | 5   | 1   | 0,5   |
| 24       | 1,5       | 42  | 10  | 34  | 4     | 5   | 1   | 0,5   |
| 30       | 1,5       | 48  | 10  | 38  | 6     | 7   | 1   | 1,0   |
| 36       | 1,5       | 55  | 10  | 48  | 6     | 7   | 1   | 1,0   |
| 42       | 1,5       | 65  | 10  | 56  | 6     | 7   | 1   | 1,0   |
| 48       | 1,5       | 75  | 12  | 64  | 6     | 7   | 1   | 1,0   |
| 56       | 2         | 85  | 12  | 72  | 8     | 10  | 1,6 | 1,5   |
| 64       | 2         | 95  | 12  | 80  | 8     | 10  | 1,6 | 1,5   |
| 72       | 2         | 105 | 15  | 90  | 9     | 11  | 1,6 | 1,5   |
| 80       | 2         | 115 | 15  | 100 | 9     | 11  | 1,6 | 1,5   |
| 90       | 2         | 125 | 18  | 110 | 9     | 11  | 1,6 | 1,5   |

## Гайки круглі шліцьові (ГОСТ 11871-66)



Номінальні розміри, мм

| Номінальний<br>діаметр різі $d$ | 12   | (14) | 16  | (18) | 20  | (22) | 24  | (27) | (30) | (33) | 36  | (39) | 42  | (45) | 48  |
|---------------------------------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|
| Крок різі                       | 1,25 | 1,5  | 1,5 | 1,5  | 1,5 | 1,5  | 1,5 | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5 | 1,5  | 1,5 | 1,5  | 1,5 |
| $D$                             | 26   | 28   | 30  | 32   | 34  | 38   | 42  | 45   | 48   | 52   | 55  | 60   | 65  | 70   | 75  |
| $H$                             | 8    | 8    | 8   | 8    | 8   | 10   | 10  | 10   | 10   | 10   | 10  | 10   | 10  | 10   | 12  |
| $b$                             | 4    | 4    | 5   | 5    | 5   | 5    | 5   | 5    | 5    | 6    | 6   | 6    | 6   | 6    | 8   |
| $t$                             | 2    | 2    | 2,5 | 2,5  | 2,5 | 2,5  | 2,5 | 2,5  | 2,5  | 3    | 3   | 3    | 3   | 3    | 4   |
| Число шліців                    | 4    | 4    | 4   | 4    | 4   | 4    | 4   | 4    | 4    | 4    | 4   | 4    | 4   | 4    | 4   |
| $D_1$                           | 18   | 20   | 22  | 24   | 27  | 30   | 33  | 36   | 39   | 42   | 45  | 48   | 52  | 56   | 60  |
| $c$ , не більше                 | 0,6  | 0,6  | 0,6 | 1    | 1   | 1    | 1   | 1    | 1    | 1    | 1   | 1    | 1   | 1    | 1   |
| $c_1$                           | 1,6  | 1,6  | 1,6 | 1,6  | 1,6 | 1,6  | 1,6 | 1,6  | 1,6  | 1,6  | 1,6 | 1,6  | 1,6 | 1,6  | 1,6 |

Таблиця 13.17

## Стандарти на конструкцію та розміри гайок

| Гайки                                                    | Стандарт      |
|----------------------------------------------------------|---------------|
| Гайки шестигранні:                                       |               |
| класу точності В                                         | ГОСТ 5915-70  |
| класу точності А                                         | ГОСТ 5927-70  |
| класу точності С                                         | ГОСТ 15526-70 |
| низькі класу точності В                                  | ГОСТ 5916-70  |
| низькі класу точності А                                  | ГОСТ 5929-70  |
| високі класу точності В                                  | ГОСТ 15523-70 |
| високі класу точності А                                  | ГОСТ 15524-70 |
| особливо високі класу точності В                         | ГОСТ 15525-70 |
| особливо високі класу точності А                         | ГОСТ 5931-70  |
| прорізнi й корончасті                                    |               |
| класу точності В                                         | ГОСТ 5918-73  |
| класу точності А                                         | ГОСТ 5932-73  |
| прорізнi й корончасті низькі                             |               |
| класу точності В                                         | ГОСТ 5919-73  |
| класу точності А                                         | ГОСТ 5933-73  |
| з діаметром різі понад 48 мм класу точності В            | ГОСТ 10605-94 |
| корончасті з діаметром різі понад 48 мм класу точності В | ГОСТ 10606-72 |
| низькі з діаметром різі понад 48 мм класу точності В     | ГОСТ 10607-94 |
| Гайки шестигранні зі зменшеним розміром для ключа:       |               |
| класу точності В                                         | ГОСТ 15521-70 |
| класу точності А                                         | ГОСТ 2524-70  |
| низькі класу точності В                                  | ГОСТ 15522-70 |
| низькі класу точності А                                  | ГОСТ 2526-70  |
| прорізнi класу точності А                                | ГОСТ 2528-73  |
| прорізнi класу точності А низькі                         | ГОСТ 5935-73  |
| з діаметром різі понад 48 мм класу точності А            | ГОСТ 10608-72 |
| з діаметром різі понад 48 мм класу точності А низькі     | ГОСТ 10610-72 |
| корончасті з діаметром різі понад 48 мм класу точності А | ГОСТ 10609-72 |
| Гайки круглі:                                            |               |
| з отвором у торці для ключа                              | ГОСТ 6393-73  |
| з радіально розташованими отворами                       | ГОСТ 8381-73  |
| зі шліцом на торці класу точності В                      | ГОСТ 10657-80 |
| шліцьові класів точності А і В                           | ГОСТ 11871-80 |
| Гайки ковпачкові                                         | ГОСТ 11860-73 |
| Гайки-баранці                                            | ГОСТ 3032-76  |
| Гайки високоміцні нормальної точності                    | ГОСТ 22354-77 |

## 13.5. Шайби

**Шайба** — деталь, яка підкладається під гайку або головку болта (гвинта) в нарізних з'єднаннях.

Шайби призначені для захисту поверхні скріплюваної деталі від зминання, для відвернення небезпеки самовідкручування гайок, болтів, гвинтів і рівномірного розподілу тиску на з'єднувальні деталі.

За призначенням і формою шайби поділяють на круглі, пружинисті, квадратні, сферичні, швидкознімні, косі та ін.

Круглі шайби поділяють на нормальні, збільшені та зменшені. Вони виконуються без фаски (виконання 1) і з фаскою (виконання 2) (рис. 13.21).

Пружиниста шайба являє собою сталеве кільце з прорізом і розведеними в різні боки кінцями (рис. 13.22). Використовується для

запобігання самовідгвинчуванню гайок і гвинтів під час ударів і вібрацій. При загвинчуванні гайки така шайба деформується, але запобігає відгвинчуванню гайки гострим краєм, який врізається в нижню поверхню гайки, причому за рахунок сил пружності це зусилля є величиною сталою (рис. 13.23).

Пружинисті шайби випускають декількох виконань, які позначаються літерами: Л — легкі, Н — нормальні, Т — важкі, ОТ — особливо важкі.

Сферичні шайби ліквідують перекося шпильки або болта при зміні положення частини з'єднаних деталей (рис. 13.24).

Косі шайби застосовують для вирівнювання ухилів полиць швелерів і двотаврових балок (рис. 13.25).

Шайби виготовляються за розміром діаметра стрижня кріпильної деталі. Так, при діаметрі різі болта чи шпильки  $d=16$  мм но-

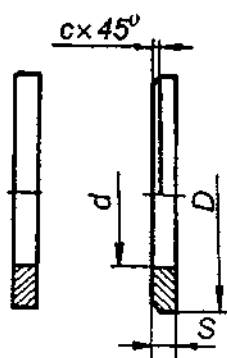


Рис. 13.21

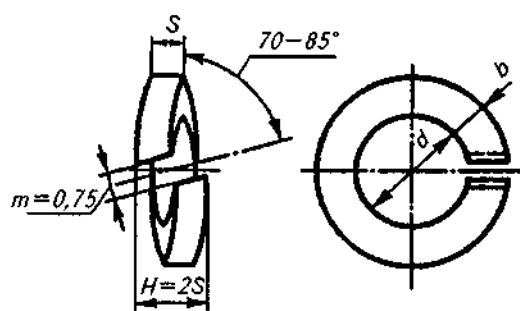


Рис. 13.22

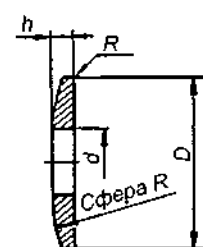


Рис. 13.24

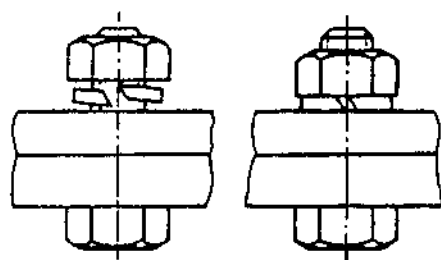


Рис. 13.23

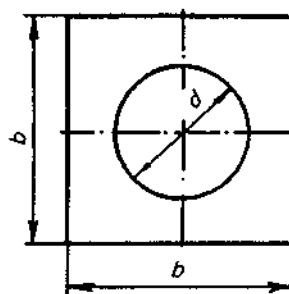
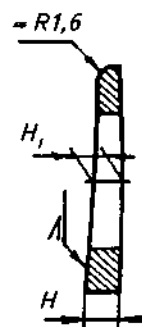


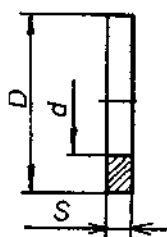
Рис. 13.25



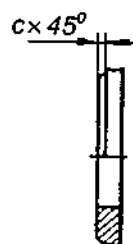
Таблиця 13.18

## Шайби (ГОСТ 11371-78)

Виконання 1



Виконання 2



Розміри, мм

| Діаметр стрижня<br>кріпильної деталі | d    | D    | S   | c   |
|--------------------------------------|------|------|-----|-----|
| 3                                    | 3,2  | 7    | 0,5 |     |
| 4                                    | 4,3  | 9    | 0,8 |     |
| 5                                    | 5,3  | 10   | 1,0 | 0,3 |
| 6                                    | 6,4  | 12,5 | 1,2 | 0,4 |
| 8                                    | 8,4  | 17,5 | 1,6 | 0,4 |
| 10                                   | 10,5 | 21   | 2,0 | 0,5 |
| 12                                   | 13   | 24   | 2,5 | 0,6 |
| 14                                   | 15   | 28   | 3,0 | 0,8 |
| 16                                   | 17   | 30   | 3,0 | 0,8 |
| 18                                   | 19   | 34   | 3,0 | 0,8 |
| 20                                   | 21   | 37   | 4,0 | 1,0 |
| 24                                   | 25   | 44   | 4,0 | 1,0 |
| 27                                   | 28   | 50   | 5,0 | 1,2 |
| 30                                   | 31   | 56   | 5,0 | 1,2 |
| 36                                   | 37   | 66   | 6,0 | 1,6 |
| 42                                   | 43   | 78   | 6,0 | 1,6 |
| 48                                   | 50   | 90   | 8,0 | 2,0 |

Таблиця 13.19

**Шайби пружинисті (ГОСТ 6402-70) (див. рис. 13.22)**

| Номінальний діаметр стрижня | $D$  | Легкі шайби |     | Нормальні шайби | Важкі шайби | Особливо важкі шайби |
|-----------------------------|------|-------------|-----|-----------------|-------------|----------------------|
|                             |      | $S$         | $b$ | $S=b$           | $S=b$       | $S=b$                |
| 4                           | 4,1  | 1,0         | 1,4 | 1,2             | 1,4         | —                    |
| 5                           | 5,1  | 1,2         | 1,6 | 1,4             | 1,6         | —                    |
| 6                           | 6,1  | 1,4         | 2,0 | 1,6             | 2,0         | —                    |
| 8                           | 8,1  | 1,6         | 2,5 | 2,0             | 2,5         | —                    |
| 10                          | 10,1 | 2,0         | 3,0 | 2,5             | 3,0         | 3,5                  |
| 12                          | 12,1 | 2,5         | 3,5 | 3,0             | 3,5         | 4,0                  |
| 14                          | 14,2 | 3,0         | 4,0 | 3,5             | 4,0         | 4,5                  |
| 16                          | 16,3 | 3,2         | 4,5 | 4,0             | 4,5         | 5,0                  |
| 18                          | 18,3 | 3,5         | 5,0 | 4,5             | 5,0         | 5,5                  |
| 20                          | 20,5 | 4,0         | 5,5 | 5,0             | 5,5         | 6,0                  |
| 22                          | 22,5 | 4,5         | 6,0 | 5,5             | 6,0         | 7,0                  |
| 24                          | 24,5 | 5,0         | 7,0 | 6,0             | 7,0         | 8,0                  |
| 27                          | 27,5 | 5,5         | 8,0 | 7,0             | 8,0         | 9,0                  |
| 30                          | 30,5 | 6,0         | 9,0 | 8,0             | 9,0         | 10,0                 |
| 36                          | 36,5 | —           | —   | 9,0             | 10,0        | 12,0                 |
| 42                          | 42,5 | —           | —   | 10,0            | 12,0        | —                    |

Примітка. Розміри в міліметрах.

Таблиця 13.20

**Стандарти на конструкцію та розміри шайб**

| Шайби                                                     | Стандарт      |
|-----------------------------------------------------------|---------------|
| Шайби круглі:                                             |               |
| класів точності C і A                                     | ГОСТ 11371-78 |
| збільшені, класу точності C                               | ГОСТ 6958-78  |
| зменшені, класу точності C                                | ГОСТ 10450-78 |
| косі, класу точності C                                    | ГОСТ 10906-78 |
| пружинисті                                                | ГОСТ 6402-70  |
| для пальців                                               | ГОСТ 9649-78  |
| упорні, швидкознімні                                      | ГОСТ 11648-75 |
| для високоміцних болтів класу точності B                  | ГОСТ 22355-77 |
| Шайби стопорні:                                           |               |
| з зубцями (технічні умови)                                | ГОСТ 10462-81 |
| з внутрішніми зубцями                                     | ГОСТ 10462-81 |
| з зовнішніми зубцями                                      | ГОСТ 10463-81 |
| з зубцями для гвинтів з потайною та півпотайною головками | ГОСТ 10464-81 |
| багатолапчасті                                            | ГОСТ 11872-80 |
| з лапкою, класу точності A                                | ГОСТ 13463-77 |
| з лапкою, зменшені класу точності A                       | ГОСТ 13464-77 |
| з носком, класу точності A                                | ГОСТ 13465-77 |
| з носком, зменшені класу точності A                       | ГОСТ 13466-77 |

мінальний діаметр отвору шайби дорівнює 17 мм.

Матеріали, що застосовуються для виготовлення шайб, поділяються на види, які умовно позначаються цифрами: вуглецеві сталі — 0, леговані сталі — 1, нержавіючі сталі — 2, кольорові метали і сплави — 3. Кожний вид ділиться на кілька груп.

Нижче наведено приклади умовного позначення круглої шайби, виконання 2, для болта з діаметром стрижня 12 мм, з матеріалу групи 01, покриття 09 (цинкове), товщина покриття 6 мкм:

Шайба 2.12.01.096 ГОСТ 11371-78.

Те ж, але виконання 1, без покриття:

Шайба 12.01 ГОСТ 11371-78.

Приклад умовного позначення пружинистої шайби для болта з діаметром стрижня 12 мм, виконання Т, марки матеріалу 3Х13, вид покриття 09, товщина покриття 6 мкм:

Шайба 12Т.3Х13.096 ГОСТ 6402-70.

У табл. 13.18 наведено розміри круглих шайб за ГОСТ 11371-78, а в табл. 13.19 — пружинистих шайб за ГОСТ 6402-70.

У табл. 13.20 подано перелік державних стандартів, що визначають конструкцію і розміри шайб.

## 13.6. Шплінти

**Шплінт** — деталь, що унеможливає самовідкручування гайки в нарізному з'єднанні. Виготовляється з м'якого сталевого дроту півкруглого перерізу, який утворює при згинанні кільцеву петлю і круглий стрижень (рис. 13.26). Шплінт закладають в отвір на нарізному кінці болта виконання 2 при закрученій гайці і відгинають півкруглі кінці в різні боки (рис. 13.27).

Під шплінт використовують прорізні (рис. 13.28) і корончасті гайки.

За діаметр шплінта умовно приймають діаметр отвору в нарізному стрижні.

Приклад спрощеного умовного позначення шплінта довжиною  $l = 30$  мм, з умовним діаметром 4 мм:

Шплінт 4х30 ГОСТ 397-79.

У табл. 13.21 наведено розміри шплінтів за ГОСТ 397-79.



Рис. 13.26

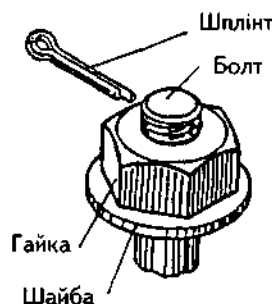


Рис. 13.27

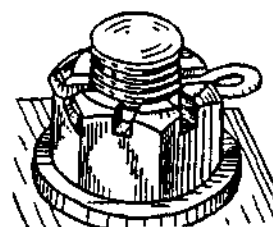
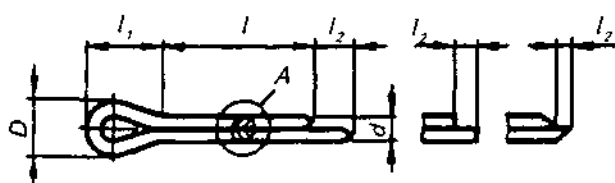


Рис. 13.28

Таблиця 13.21

Шплінти (ГОСТ 397-79)



А (збільшено)



| Умовний діаметр шплінта | 1    | 1,2  | 1,6  | 2    | 2,5   | 3,2   | 4     | 5     | 6,3    | 8      | 10     |
|-------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| $d$                     | 0,9  | 1    | 1,3  | 1,8  | 2,2   | 2,7   | 3,6   | 4,6   | 5,6    | 7,5    | 9,5    |
| $D$                     | 1,9  | 2,25 | 2,8  | 3,8  | 4,7   | 5,7   | 7,1   | 9,1   | 11,1   | 13,5   | 17,5   |
| $l_1$                   | 2,5  | 3    | 3,5  | 5    | 6     | 7,5   | 9     | 11,5  | 14     | 16     | 21     |
| $l_2$                   | 1,6  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5   | 4     | 4     | 4     | 4      | 4      | 6      |
| $l$ (від-до)            | 6-25 | 8-30 | 8-40 | 8-45 | 10-50 | 12-60 | 16-70 | 16-80 | 20-110 | 50-160 | 70-220 |

Ряд довжин шплінтів: 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160. Розміри в міліметрах.

### 13.7. Штифти

**Штифт** — це гладкий стрижень циліндричної (рис. 13.29, а) або конічної (рис. 13.29, б) форми.

Штифти застосовують для жорсткого з'єднання деталей або для забезпечення точного встановлення деталей при повторному складанні.

Штифти утримуються у з'єднанні силами тертя.

Конічні штифти мають конусність 1:50.

Великий діаметр конічних штифтів визначають за формулою:  $d_1 = d + L/50$ , де  $d$  —

менший діаметр штифта (вказується в умовному позначенні штифта);  $L$  — довжина штифта.

Визначальними розмірами штифтів є діаметр  $d$  і довжина  $L$ .

Нижче наведено приклади спрощеного умовного позначення штифтів:

1. Штифт циліндричний, діаметр 8 мм, довжина 40 мм:

Штифт 8 х 40 ГОСТ 3128-70;

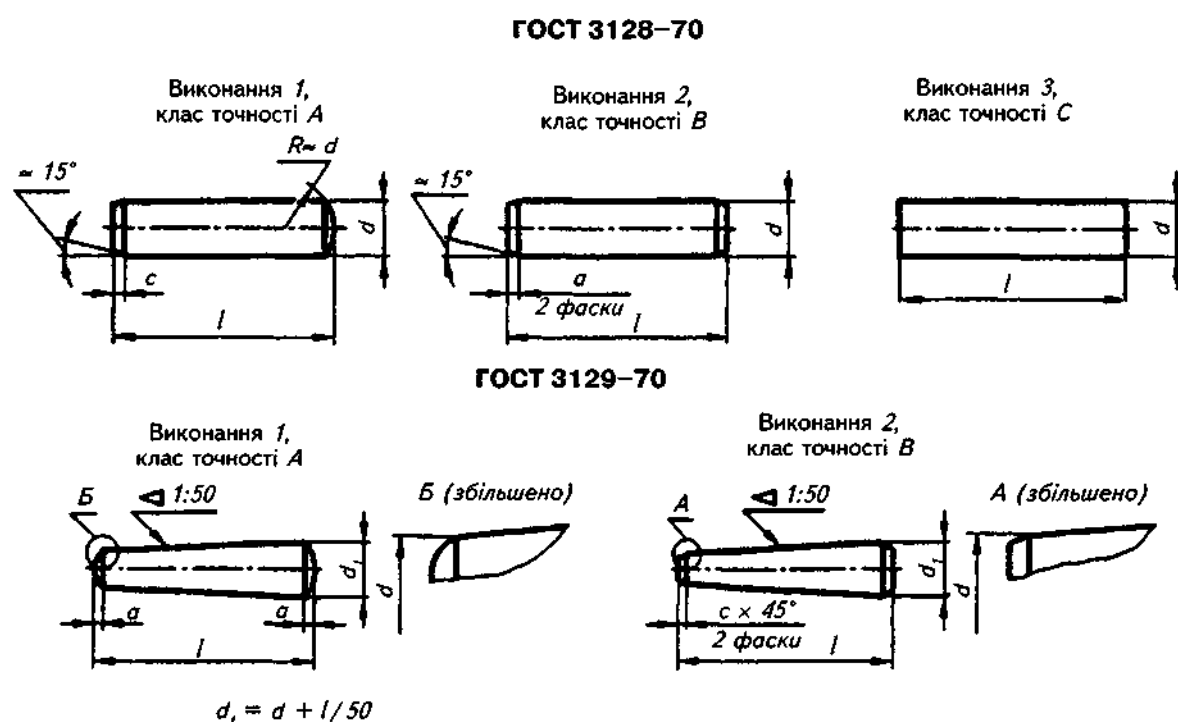
2. Штифт конічний, довжина 50 мм:

Штифт 10 х 50 ГОСТ 3129-70.

У табл. 13.22 подано розміри циліндричних і конічних штифтів.

Таблиця 13.22

Розміри циліндричних та конічних штифтів, мм



| d   | a    | c            |              | d  | a   | c            |              |
|-----|------|--------------|--------------|----|-----|--------------|--------------|
|     |      | ГОСТ 3128-70 | ГОСТ 3129-70 |    |     | ГОСТ 3128-70 | ГОСТ 3129-70 |
| 0,6 | 0,08 | 0,12         | 0,1          | 6  | 0,8 | 1,2          | 1,0          |
| 0,8 | 0,10 | 0,16         | 0,1          | 8  | 1,0 | 1,6          | 1,2          |
| 1,0 | 0,12 | 0,20         | 0,2          | 10 | 1,2 | 2,0          | 1,6          |
| 1,2 | 0,16 | 0,25         | 0,2          | 12 | 1,6 | 2,5          | 1,6          |
| 1,5 | 0,20 | 0,30         | 0,3          | 16 | 2,0 | 3,0          | 2,0          |
| 2   | 0,25 | 0,35         | 0,3          | 20 | 2,5 | 3,5          | 2,5          |
| 2,5 | 0,30 | 0,40         | 0,5          | 25 | 3,0 | 4,0          | 3,0          |
| 3   | 0,40 | 0,50         | 0,5          | 30 | 4,0 | 5,0          | 4,0          |
| 4   | 0,50 | 0,63         | 0,6          | 40 | 5,0 | 6,3          | 5,0          |
| 5   | 0,63 | 0,80         | 0,8          | 50 | 6,3 | 8,0          | 6,3          |

Примітка: Довжину штифтів / слід вибирати з ряду 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 20; 25; 30; 36; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 140; 160; 180; 200; 250; 280 мм.

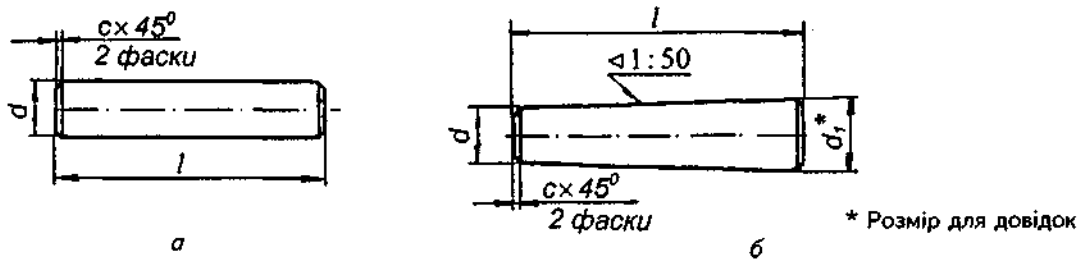


Рис. 13.29

### 13.8. Шпонки

Шпонки застосовують для передавання обертового моменту від однієї деталі (вала) до іншої (втулки) (рис. 13.30).

Найбільш поширеними є *призматичні* за ГОСТ 23360–78 і *сегментні* за ГОСТ 24071–80 шпонки.

Призматичні шпонки мають форму видовженого паралелепіпеда, один або обидва кінці якого можуть бути заокруглені (рис. 13.31). Фаски зняті по всьому контуру верхньої і нижньої граней шпонки.

В умовному позначенні призматичних шпонок вказують: найменування, вид виконання (виконання 1 не вказують), розміри перерізу і довжину шпонки ( $b \times h \times l$ ), номер стандарту на розміри.

Наприклад, призматичну шпонку шириною  $b=10$  мм, висотою  $h=8$  мм і довжиною  $l=30$  мм, виконання 2 позначають так:

Шпонка 2–10х8х30 ГОСТ 23360–78.

Сегментні шпонки мають форму сегмента круга заданої товщини. Фаски зняті по всьому контуру передньої і задньої граней шпонки (рис. 13.32).

В умовному позначенні сегментних шпонок вказують найменування, виконання, розміри перерізу шпонки ( $b \times h$ ) і номер стандарту на розміри. Наприклад, сегментну шпонку виконання 1, товщиною 5 мм і висотою 10 мм позначають так:

Шпонка 5х10 ГОСТ 24071–80.

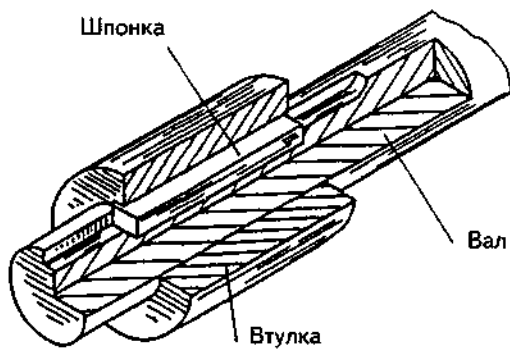


Рис. 13.30

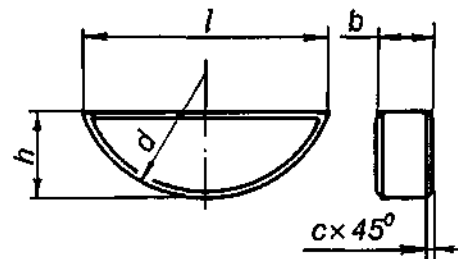


Рис. 13.32

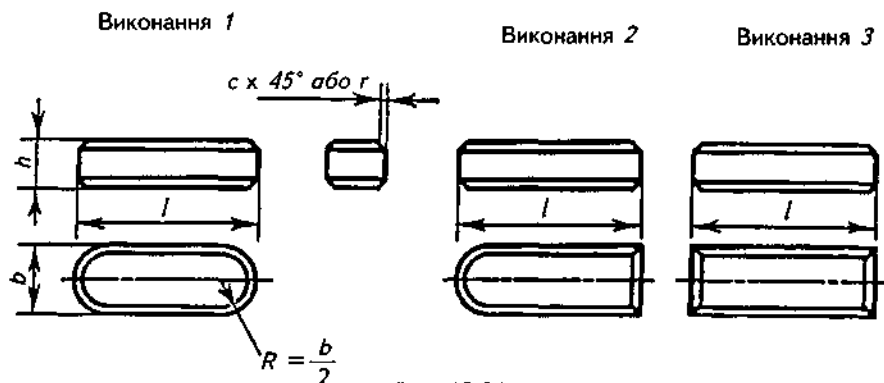


Рис. 13.31

### 13.9. З'єднувальні частини з різью для трубопроводів

Для з'єднання труб, а також коли треба змінити напрям або діаметр труби, застосовують з'єднувальні фасонні частини (фітинги) — муфти, кутики, трійники та ін.

Номинальний внутрішній діаметр трубопроводу (рис. 13.33) називається умовним проходом  $D_y$  з'єднуваних частин арматури і трубопроводів.

У системах водо- й газопостачання застосовують сталеві неоцинковані (чорні) або оцинковані труби. Залежно від товщини стінок розрізняють труби звичайні, підсилені і полегшені. На кінцях труб нарізають трубну циліндричну різь.

Задають труби величиною умовного проходу  $D_y$ , що приблизно дорівнює внутрішньому діаметру труби (див. рис. 13.33).

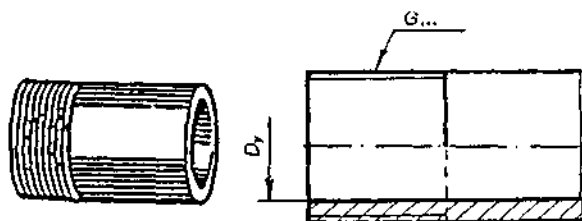


Рис. 13.33

Маючи  $D_y$ , користуючись стандартом, визначають розміри труби і з'єднувальних частин.

Вибіркові розміри труб за ГОСТ 3262-75 наведені в табл. 13.23.

В умовному позначенні фітингів вказують назву деталі, знак покриття, діаметр умовного проходу в міліметрах, номер стандарту.

Муфти (рис. 13.34) застосовуються для нарізного з'єднання двох труб. Муфта має наскрізний отвір з трубною циліндричною різью і ребра на зовнішній поверхні (для зручності збирання з'єднання).

Приклади умовних позначень муфти наведені нижче:

1. Муфта пряма коротка за ГОСТ 8954-75, неоцинкована,  $D_y = 32$  мм:

Муфта коротка 32 ГОСТ 8954-75;

2. Та ж муфта, але оцинкована:

Муфта коротка Ц-32 ГОСТ 8954-75;

3. Муфта пряма довга без покриття з  $D_y \approx 40$  мм:

Муфта довга 40 ГОСТ 8955-75.

У табл. 13.24 наведено розміри деяких прямих муфт.

Кутики (рис. 13.35) слугують для нарізного з'єднання труб під кутом  $90^\circ$ , мають наскрізний отвір, на обох кінцях якого нарізана трубна циліндрична різь.

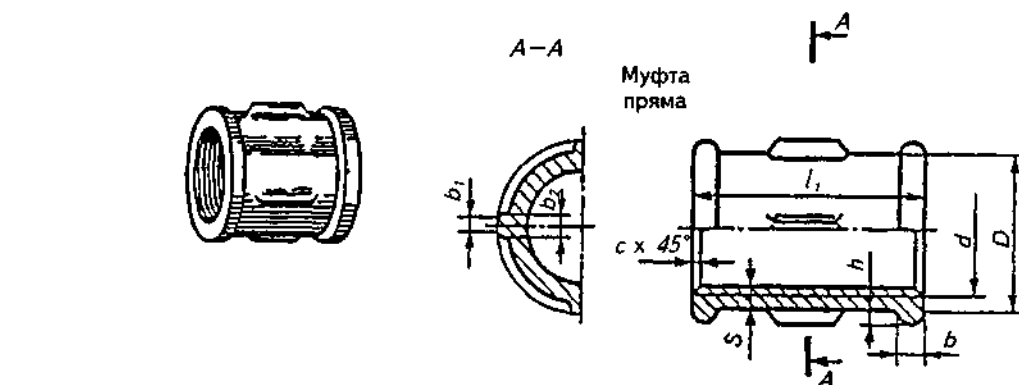


Рис. 13.34

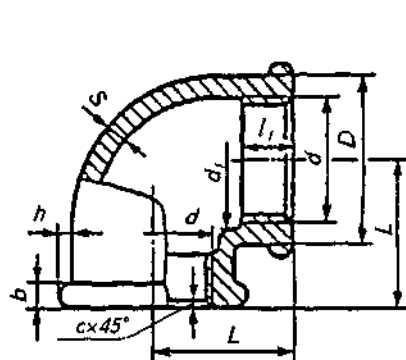


Рис. 13.35

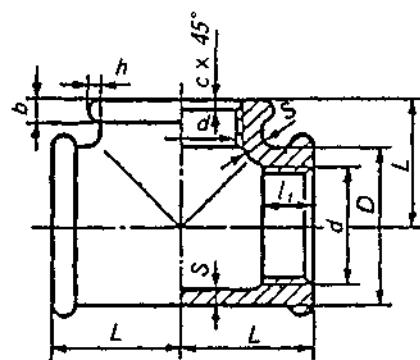
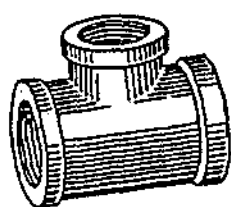


Рис. 13.36

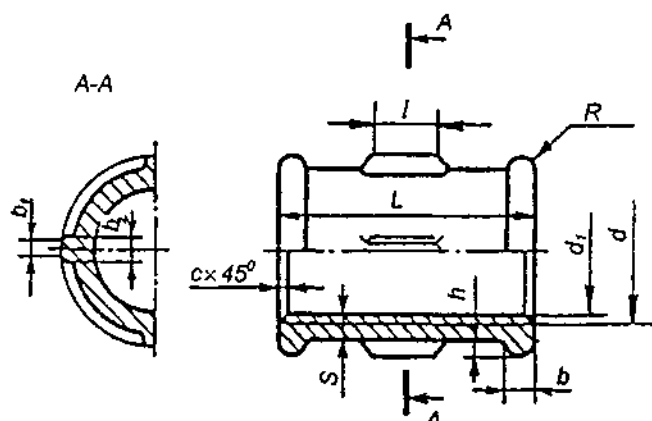
Таблиця 13.23

## Розміри труб

| Умовний прохід, мм | Зовнішній діаметр, мм | Товщина стінок труб, мм |          |           | Різь                                     |                     |                               |          |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|----------|-----------|------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------|
|                    |                       | легкі                   | звичайні | підсилені | Зовнішній діаметр в основній площині, мм | Число ниток на дюйм | Довжина циліндричної різі, мм |          |
|                    |                       |                         |          |           |                                          |                     | довгої                        | короткої |
| 6                  | 10,2                  | 1,8                     | 2,0      | 2,5       | —                                        | —                   | —                             | —        |
| 8                  | 13,5                  | 2,0                     | 2,2      | 2,8       | —                                        | —                   | —                             | —        |
| 10                 | 17,0                  | 2,0                     | 2,2      | 2,8       | —                                        | —                   | —                             | —        |
| 15                 | 21,3                  | 2,5                     | 2,8      | 3,2       | 20,956                                   | 14                  | 14                            | 9,0      |
| 20                 | 26,8                  | 2,5                     | 2,8      | 3,2       | 26,442                                   | 14                  | 16                            | 10,5     |
| 25                 | 33,5                  | 2,8                     | 3,2      | 4,0       | 33,250                                   | 11                  | 18                            | 11,0     |
| 32                 | 42,3                  | 2,8                     | 3,2      | 4,0       | 41,912                                   | 11                  | 20                            | 13,0     |
| 40                 | 48,0                  | 3,0                     | 3,5      | 4,0       | 47,805                                   | 11                  | 22                            | 15,0     |
| 50                 | 60,0                  | 3,0                     | 3,5      | 4,5       | 59,616                                   | 11                  | 24                            | 17,0     |

Таблиця 13.24

## Розміри муфт



$$l = 1/3L; R = 0,5b$$

$$l = 1/3L; R = 0,5b$$

| Умовний прохід $D_y$ | Різь у дюймах | Довжина муфти $L$ , мм |        | Число ребер | Розміри, мм |        |     |     |     |       |       |     |  |
|----------------------|---------------|------------------------|--------|-------------|-------------|--------|-----|-----|-----|-------|-------|-----|--|
|                      |               | короткої               | довгої |             | $d$         | $d_1$  | $S$ | $b$ | $h$ | $b_1$ | $b_2$ | $c$ |  |
|                      |               |                        |        |             |             |        |     |     |     |       |       |     |  |
| 8                    | $1/4$         | 22                     | 27     | 2           | 13,158      | 11,446 | 3,5 | 3,0 | 2,0 | 2,0   | 3,5   | 1,0 |  |
| 10                   | $3/8$         | 24                     | 30     | 2           | 16,663      | 14,951 | 3,5 | 3,0 | 2,0 | 2,0   | 3,5   | 1,0 |  |
| 15                   | $1/2$         | 28                     | 36     | 2           | 20,956      | 18,638 | 4,2 | 3,5 | 2,0 | 2,0   | 4,0   | 1,5 |  |
| 20                   | $3/4$         | 31                     | 39     | 2           | 26,442      | 24,119 | 4,4 | 4,0 | 2,5 | 2,0   | 4,0   | 1,5 |  |
| 25                   | 1             | 35                     | 45     | 4           | 33,250      | 30,299 | 5,2 | 4,0 | 2,5 | 2,5   | 4,5   | 2,0 |  |
| 32                   | $1 1/4$       | 39                     | 50     | 4           | 41,912      | 38,299 | 5,4 | 4,0 | 3,0 | 2,5   | 5,0   | 2,0 |  |
| 40                   | $1 1/2$       | 43                     | 55     | 4           | 47,805      | 44,847 | 5,8 | 4,0 | 3,0 | 3,0   | 5,0   | 2,0 |  |
| 50                   | 2             | 47                     | 65     | 6           | 59,616      | 56,659 | 6,4 | 5,0 | 3,5 | 3,0   | 6,0   | 2,0 |  |

Трійником можна з'єднувати відразу три труби (рис. 13.36).

Приклади умовних позначень кутиків і трійників наведені нижче:

1. Кутик прямий з цинковим покриттям, умовний прохід 40 мм:

Кутик Ц-40 ГОСТ 8946-75.

2. Той же кутик, але неоцинкований:

Кутик 40 ГОСТ 8946-75.

3. Трійник прямий з  $D_y = 32$  з цинковим покриттям:

Трійник Ц-32 ГОСТ 8948-75.

### 13.10. Спрощені та умовні зображення кріпильних деталей

У разі спрощеного зображення використовують коефіцієнти залежності розмірів елементів кріпильних деталей від діаметра різі. Умовне зображення використовують тоді, коли діаметр стрижня кріпильної деталі на кресленні  $d \leq 2$ . Зображення кріпильних деталей подано в табл. 13.25.

#### Запитання для самоперевірки

1. Які деталі відносять до кріпильних?
2. Що таке болт? Як його викреслюють?
3. Що таке гайка? Які є види гайок? Який вид гайок застосовується найчастіше?

4. Що таке шайба? Що входить в умовне позначення шайб?

5. Що таке шплінт?

6. Що таке шпилька? Як умовно позначають шпильки?

7. Що таке гвинт? Які гвинти використовують?

8. Що таке шпонка?

9. У якому порядку записують параметри кріпильних деталей в умовних позначеннях?

10. Що означають такі умовні позначення:

Болт 3М20х1,5х80.46.084 ГОСТ 7798-70;

Болт М24х100.58 ГОСТ 7798-70;

Гвинт В2М10х30.56 ГОСТ 1491-80;

Гвинт АМ6х20.109.40Х.019 ГОСТ 17475-80;

Шпилька М20х1,5х80.58.013 ГОСТ 22034-78;

Шайба 2.8.01.094 ГОСТ 11371-78;

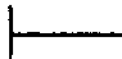
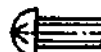
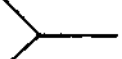
Гайка 2М10х1,25.5.015 ГОСТ 5915-70;

Шплінт 2х20 ГОСТ 397-79;

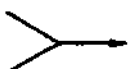
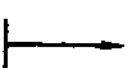
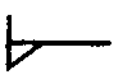
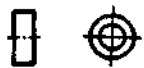
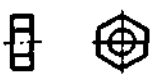
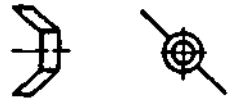
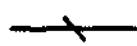
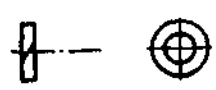
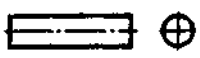
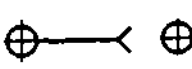
Штифт 6х20 ГОСТ 3129-70?

Таблиця 13.25

Зображення кріпильних деталей

| Деталі                                                               | Зображення                                                                           |                                                                                       |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | спрощені                                                                             | умовні                                                                                |                                                                                       |
| Болти і гвинти з шестигранною головкою                               |  |  |  |
| Болти і гвинти з квадратною головкою                                 |  |  |                                                                                       |
| Гвинти з півкруглою головкою                                         |  |  |                                                                                       |
| Гвинти з циліндричною головкою                                       |  |  |                                                                                       |
| Гвинти з циліндричною головкою і сферою                              |  |  |                                                                                       |
| Гвинти з півкруглою головкою і хрестоподібним шліцом                 |  |  |                                                                                       |
| Гвинти з циліндричною головкою і шестигранним заглибленням для ключа |  |  |                                                                                       |
| Гвинти з півпотайною головкою                                        |  |  |  |
| Гвинти з потайною головкою                                           |  |  |                                                                                       |

Закінчення табл. 13.25

|                                                                |                                                                                      |                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Гвинти з потайною головкою і хрестоподібним шліцом             |    |                                                                                       |
| Гвинти з потайною головкою, хрестоподібним шліцом, самонарізні |    |    |
| Гвинти з циліндричною головкою, самонарізні                    |    |    |
| Болти з півкруглою головкою і вусом                            |    |    |
| Болти відкидні з круглою головкою                              |    |    |
| Гайки круглі                                                   |    |  |
| Гайки шестигранні                                              |  |                                                                                       |
| Гайки шестигранні проріznі й корончасті                        |  |                                                                                       |
| Гайки-баранці                                                  |  |  |
| Шпильки                                                        |  |  |
| Шайби прості, стопорні та ін.                                  |  |  |
| Шайби пружинисті                                               |  |  |
| Штифти циліндричні                                             |  |  |
| Штифти конічні                                                 |  |                                                                                       |
| Шплінти                                                        |  |  |

## 14. ЗОБРАЖЕННЯ РОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ

Характерною особливістю рознімних з'єднань є те, що вони допускають розбирання і повторне складання деталей, що з'єднуються, без руйнування і пошкодження їх. Розглянемо деякі різновиди рознімних з'єднань.

### 14.1. Нарізні з'єднання

Нарізні з'єднання утворюються нагвинчуванням однієї деталі на іншу за допомогою стандартних кріпильних деталей з різью.

Кріпильні нарізні з'єднання здійснюються за допомогою різі трикутного профілю — метричної чи трубної. Трикутний профіль таких різей запобігає самовідгвинчуванню деталей, що особливо важливо для нерухомого з'єднання.

Кріпильні нарізні з'єднання конструктивно можуть бути виконані безпосереднім нагвинчуванням однієї деталі на іншу чи кріпильними деталями, які називають нарізними виробами. До кріпильних деталей нарізних з'єднань належать болти, шпильки, гвинти, гайки, фітинги.

З'єднання, утворені за допомогою цих деталей, відповідно називаються болтовими, шпильковими, гвинтовими і трубними.

#### 14.1.1. Болтове з'єднання

Болтове з'єднання утворюється з'єднанням двох (чи кількох) деталей за допомогою болта, гайки і шайби (рис. 14.1). Болт вставляють в отвір з'єднуваних деталей із зазором. З'єднання здійснюється затягуванням гайки.

Конструктивне зображення болтового з'єднання показано на рис. 14.2. Болт, гайка і шайба для з'єднання двох деталей накреслені за розмірами, взятими з відповідних стандартів: болт виконання 1 за ГОСТ 7798-70, гайка виконання 1 за ГОСТ 5915-70, шайба виконання 2 за ГОСТ 11371-78.

На рис. 14.3 зображено фрагмент болтового з'єднання з використанням болта виконання 2, гайки виконання 2 і шплінта, на рис. 14.4 — болтового з'єднання за допомо-

гою болта виконання 2, прорізної гайки і шплінта.

На рис. 14.5 показано спрощене болтове з'єднання, яке має такі особливості:

1) фаски на кінці стрижня болта, фаски на гайці та головці болта і фаски на шайбі не показують;

2) різь умовно показують уздовж довжини стрижня болта;

3) суцільну тонку лінію, яка відповідає внутрішньому діаметру різі, проводять на відстані не менше ніж 0,8 мм і не більше як крок різі від суцільної товстої основної лінії;

4) різь стрижня болта на вигляді з торця не показують;

5) зазор між стрижнем болта і стінкою отвору з'єднуваної деталі не зображають.

Конструктивне зображення болтового з'єднання креслять також за відносними розмірами, які визначаються умовними співвідношеннями із зовнішнім діаметром болта. За допомогою відносних розмірів креслять і спрощене зображення болтового з'єднання. На рис. 14.6 показані умовні зображення болтового з'єднання відповідно в розрізі та на вигляді. Конструктивне зображення болтового з'єднання показано на рис. 14.7.

Щоб накреслити болтове з'єднання, треба знати діаметр отвору в деталях, що підлягають з'єднанню, та їх товщини. Виходячи з діаметра отвору  $d_0$  у з'єднуваних деталях, визначають діаметр болта  $d$ , враховуючи співвідношення між цими діаметрами:  $d_0 = 1,1d$ . Наприклад, якщо отвір у деталях має розмір 17 мм, то болт матиме діаметр 16 мм. Визначивши діаметр болта, добирають довжину болта  $l$ , яка складається із суми товщин  $m$  і  $n$  з'єднуваних деталей, товщини шайби  $S$ , висоти гайки  $H$  і розміру  $a$  (запас різі на виході болта з гайки). Для визначеного діаметра болта  $d = 16$  мм та при товщинах з'єднуваних деталей, наприклад,  $m = 30$  мм і  $n = 45$  мм, довжина болта дорівнюватиме  $30 + 45 + (0,15 \times 16) + (0,8 \times 16) + 0,25 \times 16 = 75 + 2,4 + 12,8 + 4 = 94,2$  мм. Знайдену довжину болта зіставляють із рядом довжин ГОСТ 7798-70 і вибирають найближче більше. Тут воно дорівнює 95 мм.

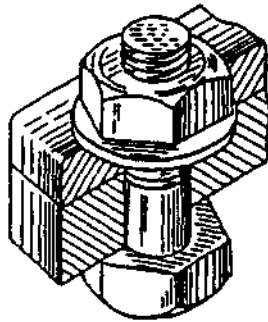


Рис. 14.1

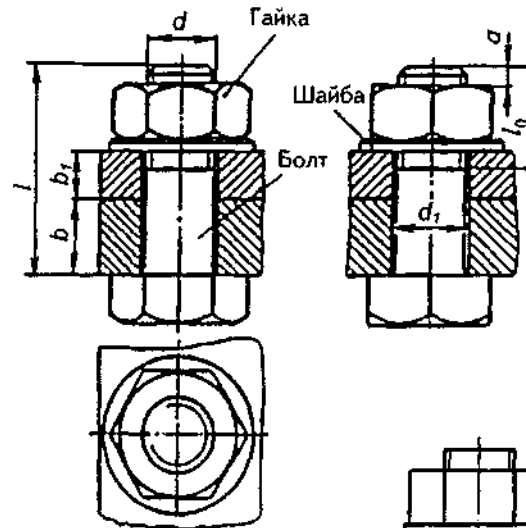


Рис. 14.2

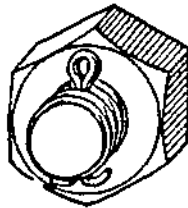


Рис. 14.3

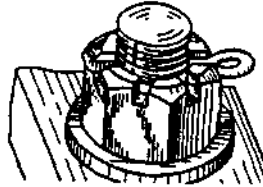


Рис. 14.4

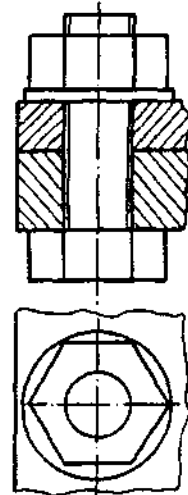


Рис. 14.5

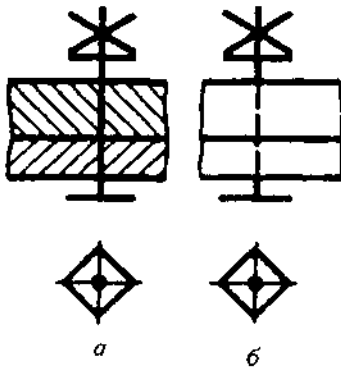
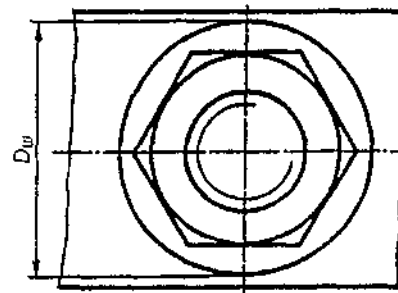
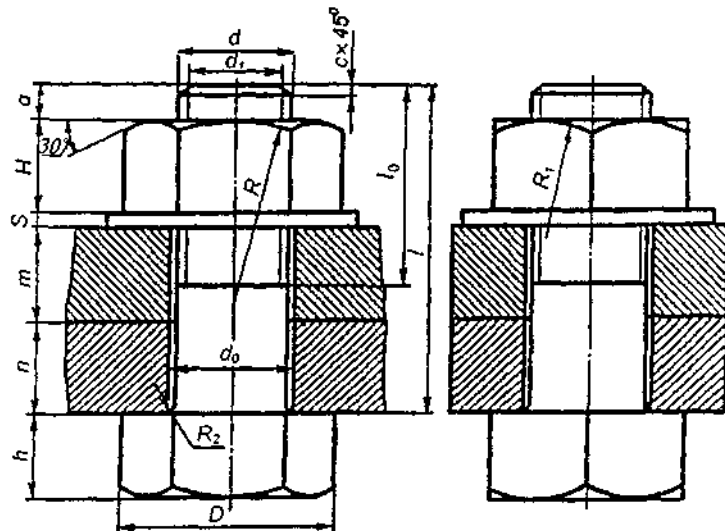


Рис. 14.6



$d_0 = 1,1d$ ;  $d_1 = 0,85d$ ;  
 $H = 0,8D$ ;  $D_w = 2,2d$ ;  
 $D = 2d$ ;  $h = 0,7d$ ;  
 $R = 1,5d$ ;  
 $R_2 = 0,1d$ ;  
 $S = 0,15d$ ;  $l_0 = 2d + 6$ ;  
 $R_1 = d$ ;  $a = (0,25 \dots 0,5) d$ ;  
 $c = 0,15d$ .

Рис. 14.7

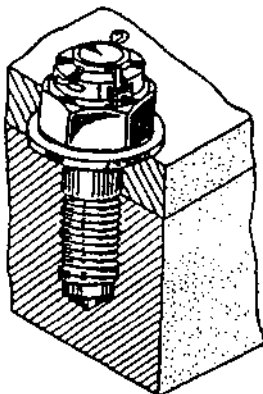


Рис. 14.8

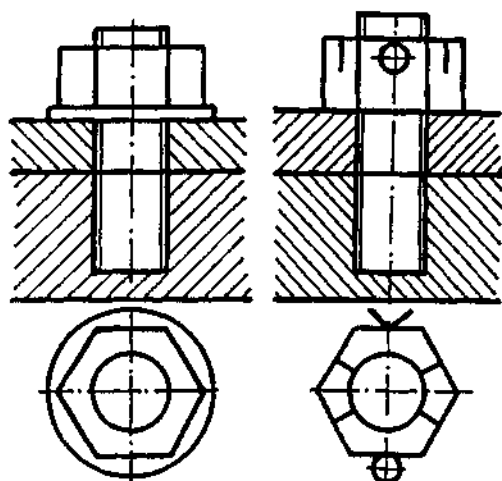


Рис. 14.9

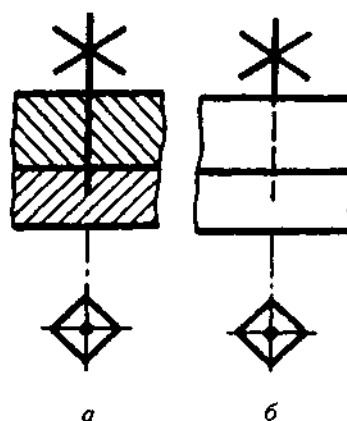
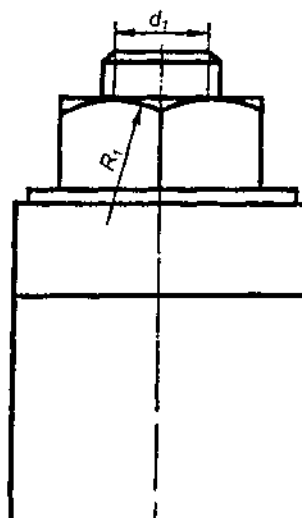
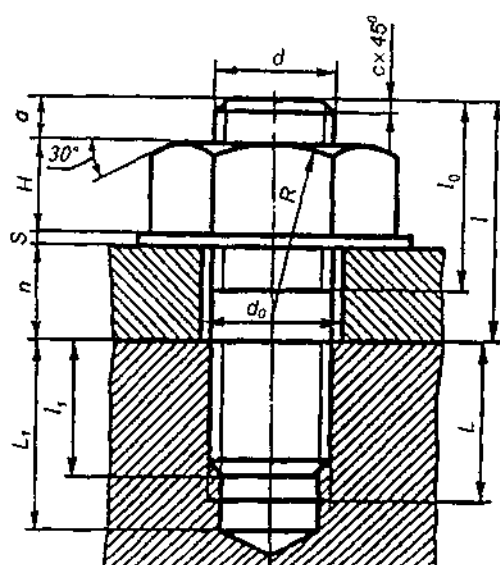
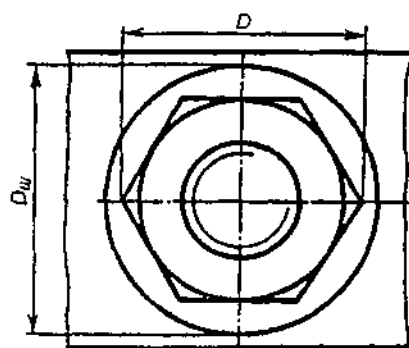


Рис. 14.10



$d_0 = 1,1d$ ;  
 $d_1 = 0,85d$ ;  
 $H = 0,8D$ ;  
 $R = 1,5d$ ;  
 $D = 2d$ ;  
 $D_w = 2,2d$ ;  
 $R_1 = d$ ;  
 $S = 0,15d$ ;  
 $l_0 = (1,5...2)d$ ;  
 $c = 0,15d$ .



$$L = l_1 + 0,5d; L_1 = L + 0,5d; a = (0,25...0,5) d.$$

$$l_1 = \begin{cases} d & \text{— для стальных деталей;} \\ (1,25...1,6) d & \text{— для чугунных деталей;} \\ (2...2,5) d & \text{— для деталей из легких сплавов.} \end{cases}$$

Рис. 14.11

Далі обчислюють решту розмірів. Після того як усі розміри знайдені, починають креслити болтове з'єднання. Слід пам'ятати, що на головному вигляді головку болта і гайку обов'язково зображають трьома гранями. Болт у поздовжньому розрізі зображають нерозсіченим. Переважно на складальних кресленнях нерозсіченими показують також гайки і шайби.

#### 14.1.2. Шпилькове з'єднання

Шпилькове з'єднання деталей утворюється за допомогою шпильки, посадочний кінець якої загвинчують у глухий отвір з різью однієї з деталей; на стяжний кінець шпильки одягають приєднувану деталь, потім шайбу і нагвинчують гайку, яка й притискує деталі одну до одної.

На рис. 14.8 показано шпилькове з'єднання за допомогою шайби, корончастої гайки і шплінта.

На рис. 14.9 показані спрощені шпилькові з'єднання, які мають такі особливості:

1) фаски на кінці стрижня шпильки, фаски на гайці та шайбі не показують;

2) різь умовно показують уздовж усієї довжини стрижня шпильки, межу різі зображують лише на тому кінці шпильки, що загвинчується;

3) на вигляді з торця різь на шпильці не показують;

4) зазор між стрижнем шпильки і стінкою отвору з'єднуваної деталі не зображують;

5) межу різі повного профілю в глухому отворі на розрізі не показують; різь умовно доводять до дна отвору, яке зображують плоским на рівні торця стрижня.

На рис. 14.10 показані умовні зображення шпилькового з'єднання відповідно в розрізі та на вигляді.

Конструктивне та спрощене зображення шпилькового з'єднання, в разі потреби, виконують за умовними співвідношеннями розмірів. Головним розміром в умовних співвідношеннях є зовнішній діаметр різі шпильки. Конструктивне зображення шпилькового з'єднання показане на рис. 14.11, який містить умовні співвідношення для визначення розмірів зображення.

Виконуючи креслення шпилькового з'єднання, слід пам'ятати, що довжина  $l_1$  посадочного кінця шпильки залежить від її діаметра і матеріалу деталі, в отвір якої загвинчується шпилька; довжина посадочного кінця шпильки до робочої довжини не входить. Тому довжина  $l$  шпильки складається з товщини  $n$  приєднуваної деталі, товщини шайби  $S$ , висоти гайки  $H$  та розміру  $a$  (запас різі на виході шпильки з гайки). Наприклад, для

шпильки діаметра  $d = 16$  мм при товщині приєднуваної деталі  $n = 42$  мм довжина шпильки має бути така:  $42 + (0,15 \times 16) + (0,8 \times 16) + (0,25 \times 16) = 42 + 2,4 + 12,8 + 4 = 61,2$  мм.

Беруть найближче більше стандартне значення довжини — 65 мм. Цій довжині відповідає стандартна довжина стяжного кінця шпильки  $l_0 = 38$  мм.

Далі обчислюють решту розмірів, потрібних для виконання креслення. При конструктивному зображенні шпилькового з'єднання лінію межі різі посадочного кінця шпильки умовно суміщають з лінією рознімання деталей.

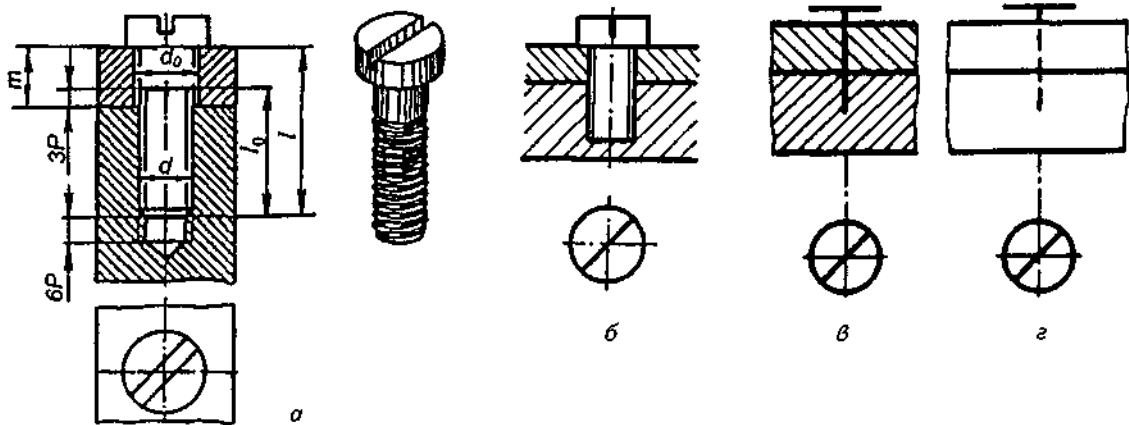
У нижній частині глухого отвору, не закритого шпилькою, суцільні товсті основні лінії зображення різі шпильки переходять у суцільні тонкі лінії зображення різі отвору. Кріпильні деталі на кресленні з'єднання зображують нерозсіченими.

### 14.1.3. Гвинтове з'єднання

Гвинтові з'єднання застосовують для скріплення двох і більше деталей. Гвинт вставляють у гладкий циліндричний отвір у приєднуваній деталі (чи кількох деталях) і загвинчують в отвір з різью базової деталі. Нарізний отвір під гвинт може бути глухим чи наскрізним.

На рис. 14.12, а показане конструктивне зображення нарізного з'єднання деталей кріпильним гвинтом з циліндричною головкою, на рис. 14.12, б — спрощене зображення, а на рис. 14.12, в, г — умовні зображення відповідно в розрізі та на вигляді.

На рис. 14.13, а показане конструктивне зображення нарізного з'єднання деталей кріпильним гвинтом з потайною головкою, на рис. 14.13, б — спрощене зображення, а на



$$d_0 = 1,1d; \quad l_0 = 2d + 6; \quad l = l_0 + m - (2 \dots 3)P.$$

Рис. 14.12

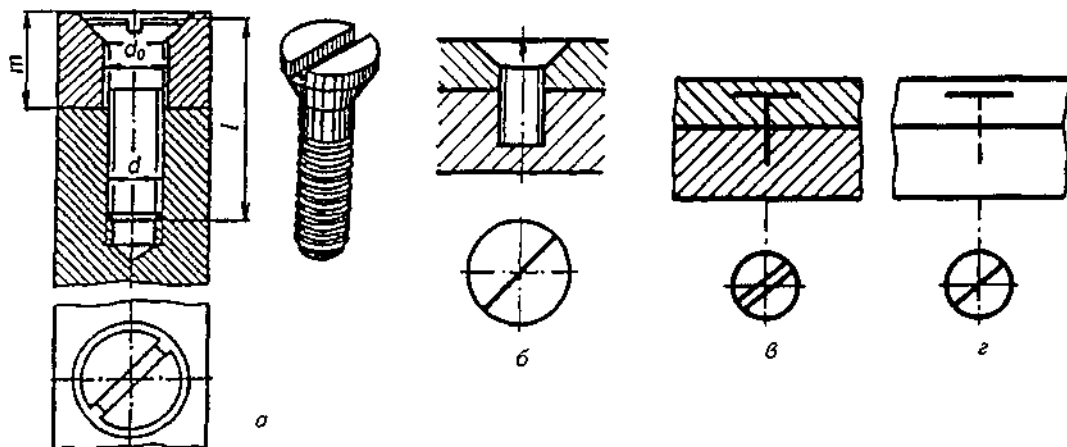


Рис. 14.13

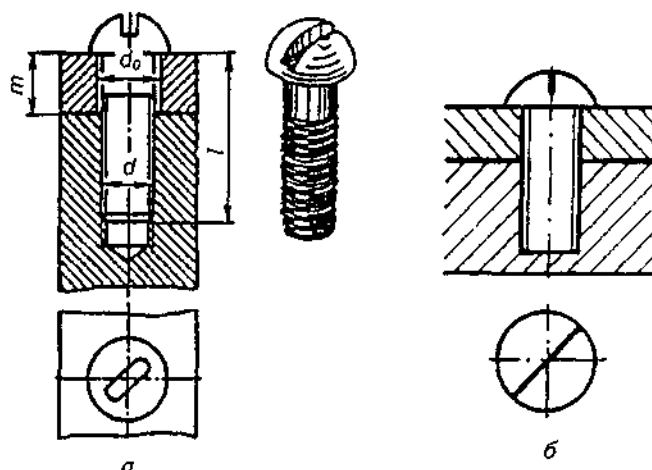


Рис. 14.14

рис.14.13, в, г — умовні зображення відповідно в розрізі та на вигляді.

На рис. 14.14, а показане конструктивне зображення нарізного з'єднання деталей кріпильним гвинтом з півкруглою головою, а на рис.14.14, б — спрощене зображення.

При конструктивному зображенні гвинтового з'єднання показують зазор між гвинтом і отвором у приєднувальній деталі, а також кінець глухого різьового отвору під гвинтом. На відміну від шпилькового з'єднання лінія межі різі на гвинті має бути вища від лінії рознімання деталей на 2–3 кроки. Інакше не буде змоги здійснити затягування з'єднання.

Спрощені зображення гвинтових з'єднань (в разі потреби і конструктивні) креслять за умовними співвідношеннями розмірів. Обчислюючи розміри з'єднань, виходять із зовнішнього діаметра різі гвинта.

Спрощені зображення гвинтових з'єднань мають такі особливості:

1) фаску на кінці стрижня гвинта не показують;

2) різь умовно показують уздовж усієї довжини стрижня гвинта;

3) зазор між стрижнем гвинта і стінкою отвору з'єднуваної деталі (деталей) не зображують;

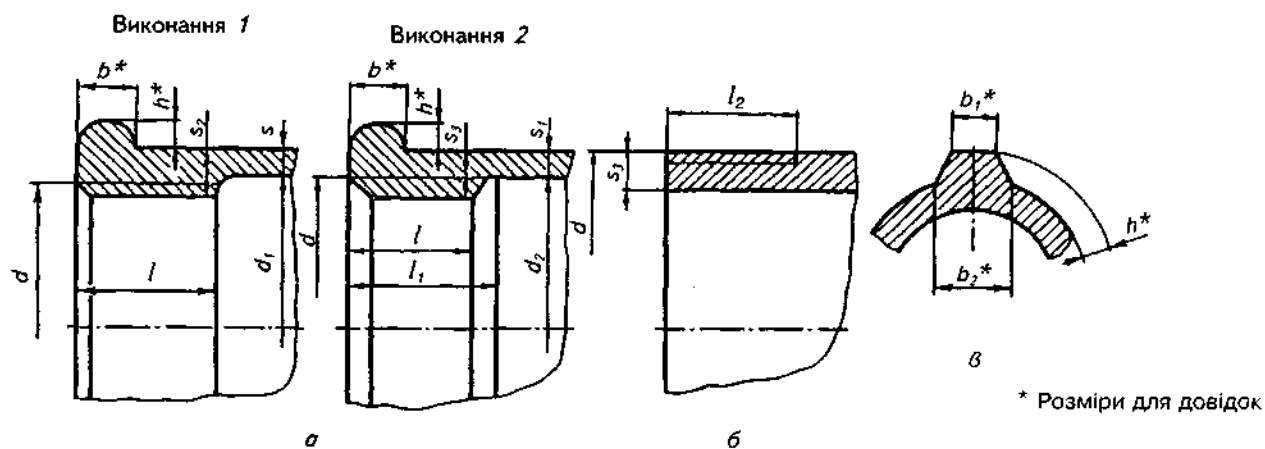
4) межу різі повного профілю в глухому отворі на розрізі не показують; різь умовно доводять до дна отвору, яке зображують плоским на рівні торця стрижня;

5) на виглядах, утворених проєкціюванням на площину, паралельну осі гвинта, шліц під викрутку завжди зображують по осі гвинта. На виглядах, утворених проєкціюванням на площину, що перпендикулярна до осі гвинта, шліц зображують під кутом 45° до рамки креслення.

#### 14.1.4. Трубне з'єднання

Трубне з'єднання — це з'єднання труб трубопроводів за допомогою фітингів. Фітингами можна з'єднувати відразу кілька труб (дві, три чи чотири), робити відгалуження чи перехід із одного діаметра труби на інший. За-

Форма та конструктивні розміри (мм) з'єднувальних частин



| $D_y$ | Різь       |         |           |            |            | $d_1$ | $d_2$ | $s$ | $s_1$ | $s_2$ | $s_3$ | $b$ | $b_1$ | $b_2$ | $h$ |
|-------|------------|---------|-----------|------------|------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|
|       | Позначення | $d$     | $l_{min}$ | $l_{1min}$ | $l_{2max}$ |       |       |     |       |       |       |     |       |       |     |
| 8     | $G1/4-B$   | 13,158  | 9         | 9          | 7          | 13,5  | 12,5  | 2,5 | 3     | 3,5   | 3,5   | 3   | 2     | 3,5   | 2   |
| 10    | $G3/8-B$   | 16,663  | 10        | 11         | 8          | 17    | 16    | 2,5 | 3     | 3,5   | 3,5   | 3   | 2     | 3,5   | 2   |
| 15    | $G1/2-B$   | 20,956  | 12        | 14         | 9          | 21,5  | 20    | 2,8 | 3,5   | 4,2   | 4,2   | 3,5 | 2     | 4     | 2   |
| 20    | $G3/4-B$   | 26,442  | 13,5      | 16         | 10,5       | 27    | 25,5  | 3   | 3,5   | 4,4   | 4,2   | 4   | 2     | 4     | 2,5 |
| 25    | $G1-B$     | 33,250  | 15        | 19         | 11         | 34    | 32    | 3,3 | 4     | 5,2   | 4,8   | 4   | 2,5   | 4,5   | 2,5 |
| 32    | $G11/4-B$  | 41,912  | 17        | 21         | 13         | 42,5  | 40,5  | 3,6 | 4     | 5,4   | 4,8   | 4   | 2,5   | 5     | 3   |
| 40    | $G11/2-B$  | 47,805  | 19        | 21         | 15         | 48,5  | 46,5  | 4   | 4     | 5,8   | 4,8   | 4   | 3     | 5     | 3   |
| 50    | $G2-B$     | 59,616  | 21        | 24         | 17         | 60,5  | 58,5  | 4,5 | 4,5   | 6,4   | 5,4   | 5   | 3     | 6     | 3,5 |
| (65)  | $G21/2-B$  | 75,187  | 23,5      | 27         | 19,5       | 76    | 74    | 4,5 | 4,5   | 6,4   | 5,4   | 5   | 3,5   | 6,5   | 3,5 |
| (80)  | $G3-B$     | 87,887  | 26        | 30         | 22         | 89    | 87    | 4,5 | 4,5   | 6,5   | 6     | 6   | 4     | 7     | 4   |
| (100) | $G4-B$     | 113,034 | 39,5      | 39,5       | 30         | 115   | 112   | 5,5 | 5,5   | 8     | 7     | 7   | 5     | 8,5   | 4,5 |

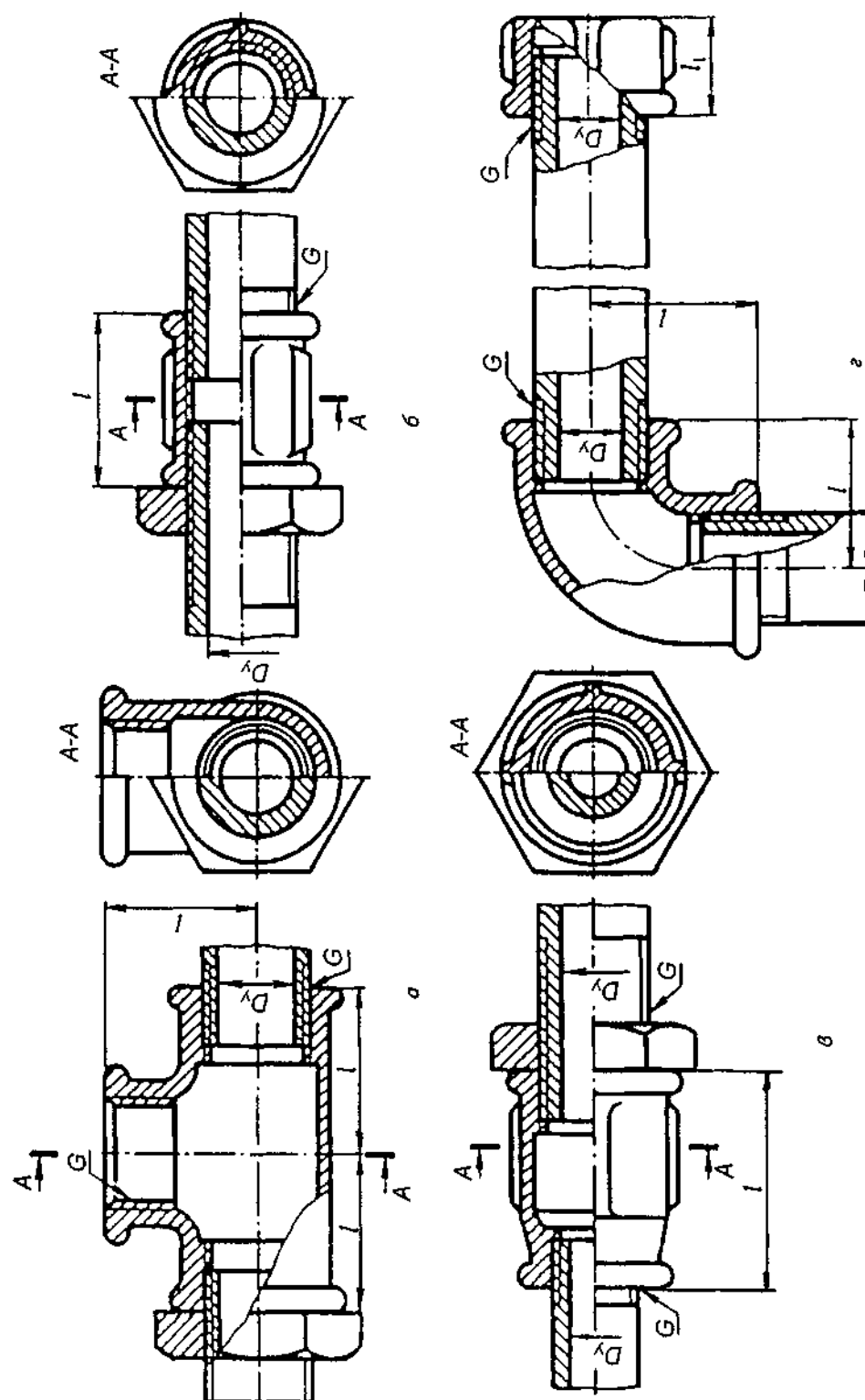
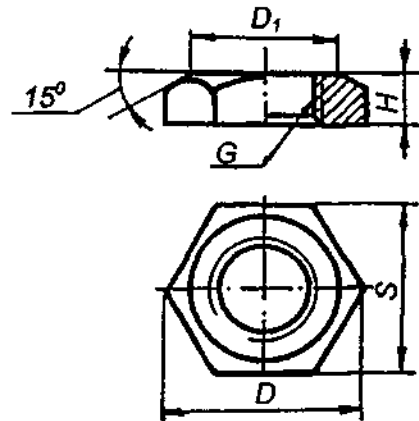


Рис. 14.15

Таблиця 14.2

## Контргайки



Різь трубна циліндрична для трубопроводів (ГОСТ 8961-75)

| Умовний прохід $D_y$ | Різь       | $H$ | $S$ | $D$  | $D_1$ |
|----------------------|------------|-----|-----|------|-------|
| 8                    | $G^{1/4}$  | 6   | 22  | 25,4 | 20    |
| 10                   | $G^{3/8}$  | 7   | 27  | 31,2 | 25    |
| 15                   | $G^{1/2}$  | 8   | 32  | 36,9 | 30    |
| 20                   | $G^{3/4}$  | 9   | 36  | 41,6 | 33    |
| 25                   | $G1$       | 10  | 46  | 53,1 | 43    |
| 32                   | $G1^{1/4}$ | 11  | 55  | 63,5 | 52    |
| 40                   | $G1^{1/2}$ | 12  | 60  | 69,3 | 56    |
| 50                   | $G2$       | 13  | 75  | 86,5 | 70    |

Примітка. Розміри в міліметрах.

лежно від будови фітинга труби можуть з'єднуватись по прямій лінії (прямими муфтами) і під прямим кутом (кутиками, трійниками, хрестовинами).

На рис. 14.15 показано приклади креслення трубних з'єднань, здійснених: а — трійником; б — прямою короткою муфтою; в — перехідною муфтою; г — прямим кутиком. Для перекриття труб використовують ковпаки (рис. 14.15, г) і пробки.

Трубні з'єднання виконують як конструктивні з'єднання, без спрощень. Креслять усі елементи з'єднувальних частин — буртики, фаски, ребра тощо, користуючись розмірами, вказаними у відповідних стандартах. Конструктивні розміри з'єднувальних частин з ковкого чавуну з циліндричними внутрішньою та зовнішньою різью наведено в табл. 14.1. Різь з'єднувальних частин виконується згідно з ГОСТ 6357-81, а збіги, проточки та фаски різі — за ГОСТ 1054-80. Форма та конструктивні розміри ребер з'єднувальних частин мають відповідати наведеним у табл. 14.1.

Контргайку, яка входить до складу з'єднання, зображують так само, як і інші частини з'єднання (див. рис. 14.15). У табл. 14.2 подано розміри контргайок.

## 14.2. Шпонкові з'єднання

Шпонкові з'єднання призначені для з'єднання (за допомогою шпонки) вала з розташованими на ньому деталями (зубчастими колесами, шківками, маховиками і т.ін.). При цьому шпонка служить для передавання обертального моменту з однієї деталі на іншу. Щоб утворити шпонкове з'єднання, на валу і в отворі деталі, з'єднуваної з валом, роблять пази — шпонкові канавки (див. рис. 13.30). Частина шпонки заходить у паз вала, частина — в паз деталі. Шпонки і пази для них стандартизовані. Розміри шпонок і пазів вибирають із довідкових таблиць залежно від діаметра вала. У табл. 14.3 наведено розміри перерізів призматичних шпонок і пазів.

З'єднання шпонками на кресленнях показують двома зображеннями. На місці вигляду спереду зображують поздовжній розріз з'єднання (уздовж осі вала і з'єднуваної з ним деталі). Оскільки вали на поздовжніх розрізах зображують нерозсіченими, щоб виявити форму шпонки і шпонкового паза, на зображенні вала роблять місцевий розріз, шпонка на якому показується нерозсіченою. Поздовжній розріз доповнюють поперечним розрізом, який розміщують на місці вигляду зліва. На цьому розрізі всі три деталі з'єднання (вал, втулку, шпонку) зображують розсіченими.

Зображення шпонкового з'єднання за допомогою призматичної шпонки показане на рис. 14.17, за допомогою сегментної шпонки — на рис. 14.18.

Між дном паза втулки (колеса, шків) і верхньою гранню шпонок зображують невеликий радіальний зазор, який дорівнює 0,2–0,3 мм. На кресленні цей зазор показують дещо збільшеним (див.рис.14.16).

Таблиця 14.3

Розміри перерізів призматичних шпонок і пазів, мм (рис. 14.16)

| Діаметр<br>вала | Розміри<br>переріза<br>шпонок |          | Глибина паза          |                       |
|-----------------|-------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
|                 |                               |          | вал                   | втулка                |
|                 | <i>a</i>                      | <i>h</i> | <i>t</i> <sub>1</sub> | <i>t</i> <sub>2</sub> |
| 6-8             | 2                             | 2        | 1,2                   | 1,0                   |
| 8-10            | 3                             | 3        | 1,8                   | 1,4                   |
| 10-12           | 4                             | 4        | 2,5                   | 1,8                   |
| 12-17           | 5                             | 5        | 3                     | 2,3                   |
| 17-22           | 6                             | 6        | 3,5                   | 2,8                   |
| 22-30           | 8                             | 7        | 4                     | 3,3                   |
| 30-38           | 10                            | 8        | 5                     | 3,3                   |
| 38-44           | 12                            | 8        | 5                     | 3,3                   |
| 44-50           | 14                            | 9        | 5,5                   | 3,8                   |
| 50-58           | 16                            | 10       | 6                     | 4,3                   |
| 58-65           | 18                            | 11       | 7                     | 4,4                   |
| 65-75           | 20                            | 12       | 7,5                   | 4,9                   |
| 75-85           | 22                            | 14       | 9                     | 5,4                   |
| 85-95           | 25                            | 14       | 9                     | 5,4                   |
| 95-110          | 28                            | 16       | 10                    | 6,4                   |
| 110-130         | 32                            | 18       | 11                    | 7,4                   |

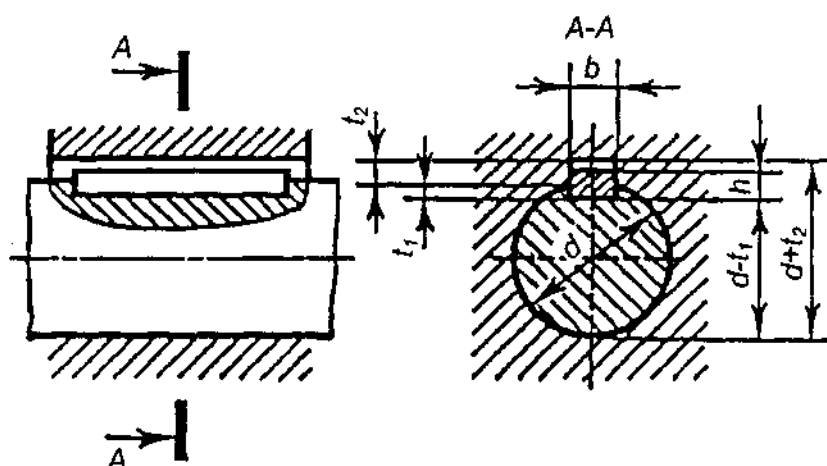


Рис. 14.16

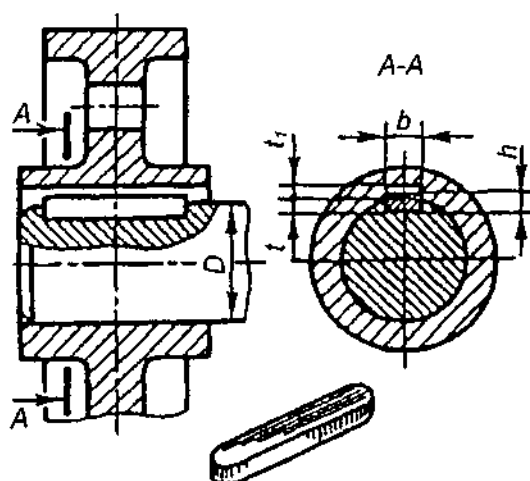


Рис. 14.17

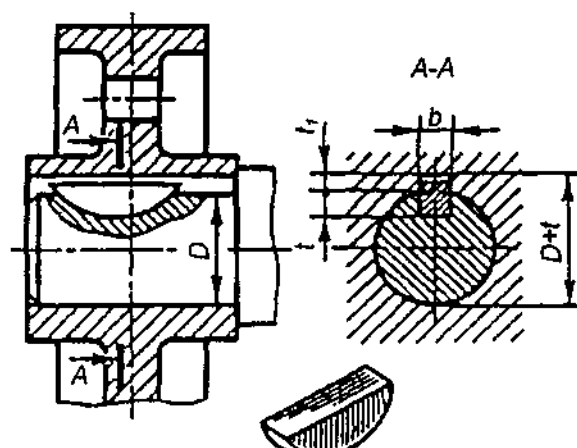


Рис. 14.18

### 14.3. Шліцьові з'єднання

До шліцьових належать з'єднання на зразок вал-втулка (спряжених між собою) без застосування допоміжних деталей за допомогою шліців (зубів), виконаних на валу, і западин (пазів) в отворі втулки (рис. 14.19).

Вони використовуються для передавання великих крутних моментів та потужностей, а також у конструкціях, в яких деталі переміщуються вздовж осі вала.

Шліцьові з'єднання виготовляють із зубами прямобічного (рис. 14.20), евольвентного (рис. 14.21), трикутного профілів (рис. 14.22). Стандартизованими є з'єднання з прямобічними (ГОСТ 1139-80) та евольвентними шліцями (ГОСТ 6033-80).

Профіль прямобічного шліцьового з'єднання будується так, щоб товщина зубів у перерізі вала приблизно дорівнювала їх товщині по дузі діляльного кола.

Число зубів переважно приймається парним, що полегшує виготовлення і контроль шліцьових валів і отворів.

З'єднання з прямобічними шліцями розрізняють за способом центрування втулки відносно вала (див. рис. 14.20): по зовнішньому діаметру  $D$  (а); по внутрішньому діаметру  $d$  (б); по бічних гранях шліців  $b$  (в).

В евольвентному з'єднанні бічні сторони профілю зубів окреслені евольвентою. Переваги такого з'єднання полягають у більш досконалій технології виготовлення через можливість застосування більш досконалого інструменту, підвищеній міцності за рахунок поступового потовщення зубів, а також через відсутність гострих кутів при основі зубів, кращому центруванні спряжених елементів.

Тому евольвентні шліцьові з'єднання застосовуються для передавання значних крутних моментів.

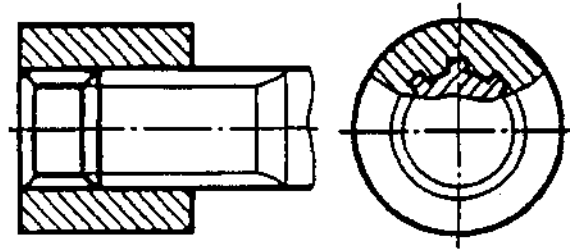


Рис. 14.19

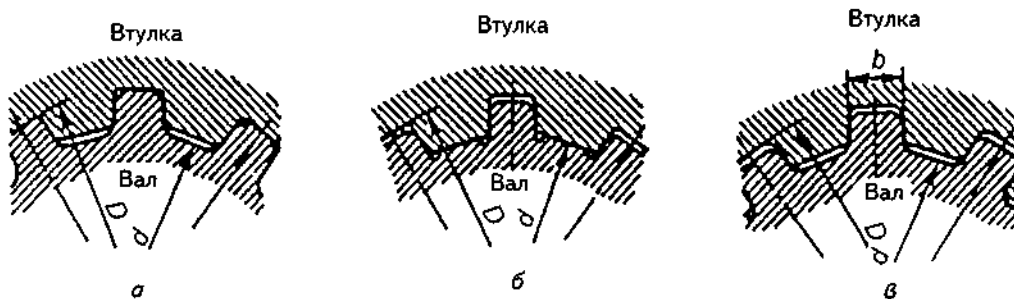


Рис. 14.20

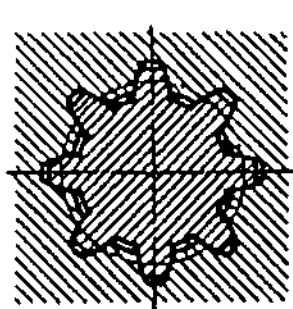


Рис. 14.21

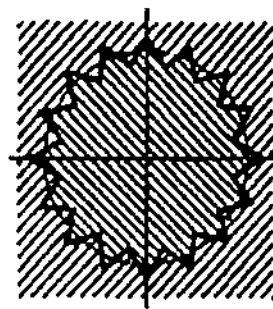


Рис. 14.22

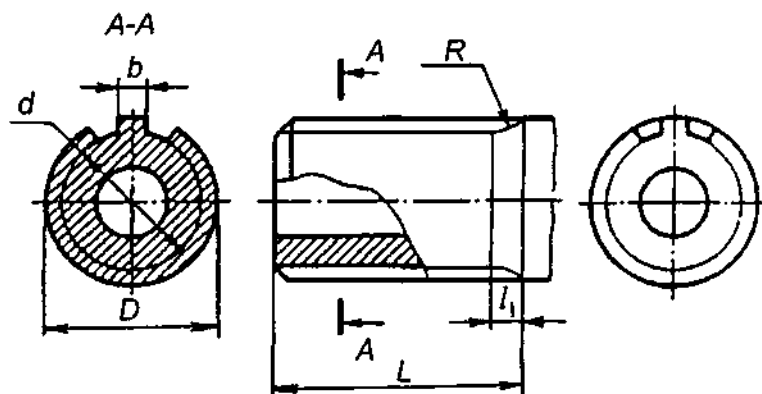


Рис. 14.23

Трикутні з'єднання використовують для передавання незначних крутних моментів.

Згідно з ГОСТ 2.409-74 на кресленнях шліцьові з'єднання та їх елементи зображають так:

коло і твірні поверхонь вершин зубів на валу і в отворі — суцільною основною лінією, а западини — суцільною тонкою (рис. 14.23);

у поздовжньому розрізі суцільною основною лінією зображають твірні поверхонь як вершин, так і западин. У поперечному розрізі коло западин викреслюється суцільною тонкою лінією;

межу між зубами повного профілю і збігом, а також між шліцьовою і нешліцьовою поверхнею викреслюють тонкою лінією;

при зображенні шліцьового з'єднання на площині, перпендикулярній до його осі, зображають профіль одного зуба (виступу) і двох западин без фасок, канавок і заокруглень;

на зображенні зубчастих валів, отриманих проєкціюванням на площину, паралельну його осі, показують довжину зубів повного профілю до збігу  $l_1$ .

Умовне позначення прямокутних шліцьових з'єднань містить літеру, що відповідає чинній системі центрування ( $D$ ,  $d$  чи  $b$ ), число зубів  $z$ , внутрішній діаметр  $d$ , зовнішній діаметр  $D$ , ширину зуба  $b$ .

Розглянемо деякі приклади позначень.

Позначення з'єднання шліцьових вала та втулки з числом зубів  $z = 8$ , внутрішнім діаметром  $d = 36$  мм, зовнішнім діаметром  $D = 40$  мм, шириною зуба  $b = 7$  мм, із центруванням по внутрішньому діаметру має такий вигляд:  $d - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ .

Те ж, але з центруванням по зовнішньому діаметру:  $D - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ .

Те ж, але з центруванням по бічних сторонах зубів:  $b - 8 \times 36 \times 40 \times 7$ .

#### 14.4. З'єднання за допомогою штифтів

За допомогою штифтів утворюють з'єднання двох деталей, якщо потрібно забезпечити передавання крутного моменту чи осьового зусилля від однієї деталі до іншої (рис. 14.24) або зафіксувати одну деталь відносно іншої (рис. 14.25). У деяких випадках штифт застосовують як запобіжний елемент у з'єднанні двох валів.

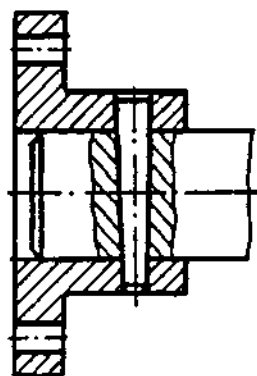


Рис. 14.24

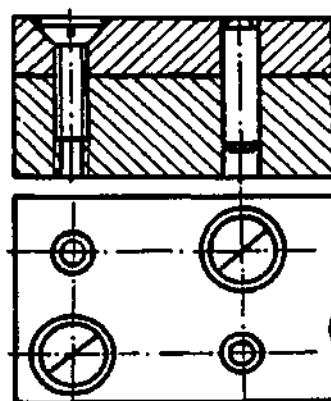


Рис. 14.25

Слід зазначити, що отвір під штифт сверд-  
лять одночасно в усіх деталях, які підлягають  
з'єднанню. Цим досягається високий ступінь вза-  
ємної фіксації з'єднаних деталей.

Діаметр і довжину штифтів вибирають за-  
лежно від товщини деталей, що з'єднують-  
ся, та умов роботи з'єднання.

#### **Запитання для самоперевірки**

1. З яких елементів складається болтове  
з'єднання? Назвіть відносні розміри залежно  
від діаметра  $d$ , за якими викреслюють болт,  
гайку й шайбу.

2. Як виконують з'єднання за допомогою  
шпильки?

3. Які умовності та спрощення допускають-  
ся при викреслюванні гвинтового з'єднання?

4. Де застосовуються трубні з'єднання?

5. Чи допускаються спрощення на труб-  
них з'єднаннях?

6. Як здійснюється з'єднання штифтом?

7. Для чого використовують шпонкові з'єд-  
нання?

8. Як зображають на кресленнях шліцьові  
з'єднання та їх елементи?

## 15. ЗОБРАЖЕННЯ НЕРОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ

До нерознімних з'єднань відносять клепані, зварні, паяні, клейові та ін. Характерна особливість таких з'єднань — неможливість роз'єднати їх без руйнування чи значного пошкодження з'єднуваних чи з'єднувальних деталей.

### 15.1. Клепані з'єднання

**Клепаними** називають з'єднання металевими стрижнями з головками, які вставляються в отвори з'єднуваних деталей і розклепуються в цьому положенні (рис. 15.1). Їх застосовують у металоконструкціях, корабле- і літакобудуванні тощо.

**Заклепка** (рис. 15.2) — стрижень круглого поперечного перерізу, що має на одному кінці головку, яка називається закладною.

Заклепки, які використовують у клепаніх з'єднаннях, стандартизовані.

Залежно від конструкції з'єднання застосовують заклепки з різноманітною формою головок, що характеризує тип заклепки. Найпоширеніші три типи заклепок: з півкруглою головкою за ГОСТ 10299-80 (рис. 15.3, а), з потайною головкою за ГОСТ 10300-80 (рис. 15.3, б), з півпотайною головкою за ГОСТ 10301-80 (рис. 15.3, в).

Довжина заклепки (рис. 15.4) складається із товщини деталей, що склепуються, та припуску на утворення замикаючої головки, який приблизно дорівнює  $(1,4-1,7) d$ .

Отвори під заклепки пробивають або свердлять трохи більшого розміру (на 0,5-1 мм) ніж діаметр заклепки.

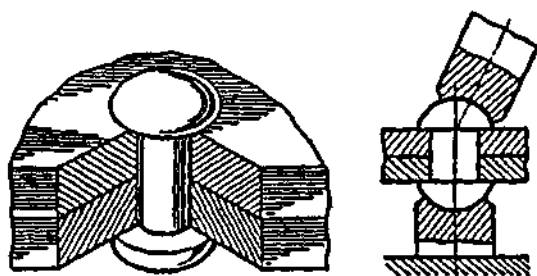


Рис. 15.1

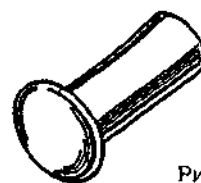


Рис. 15.2

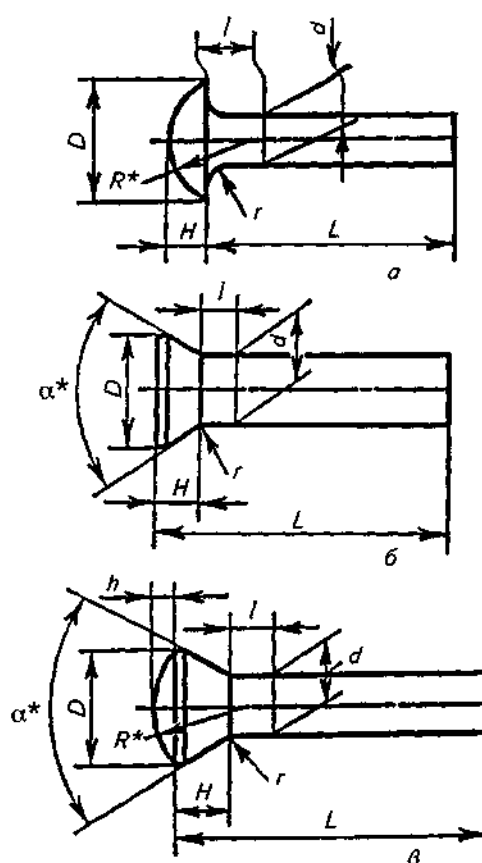


Рис. 15.3

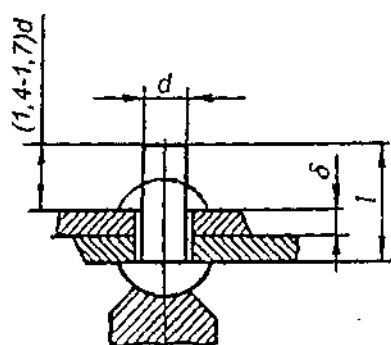


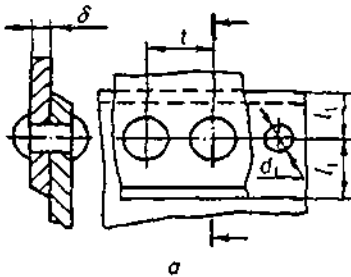
Рис. 15.4

Таблиця 15.1

## Марки матеріалів заклепок

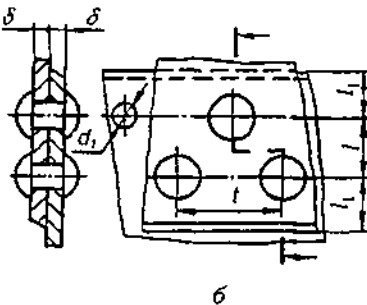
| Марка матеріалу<br>Номер групи | Ст2<br>00 | Сталі 10, 10кп<br>01 | Ст3<br>02 | Сталі 15, 15кп<br>03 | Л63<br>32 | М3<br>38 |
|--------------------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------|
|--------------------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------|

Напустковий однорядний



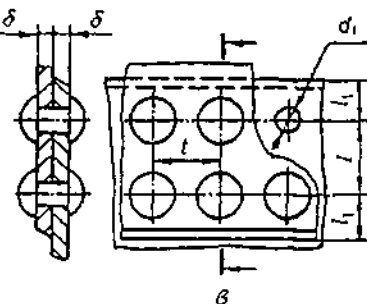
$$\begin{aligned}d &= \delta + 8 \text{ мм} \\d_1 &= 1,1d \\t &= 2d + 8 \text{ мм} \\l_1 &= 1,5d \\L &= 2\delta + 1,5d\end{aligned}$$

Напустковий дворядний шаховий



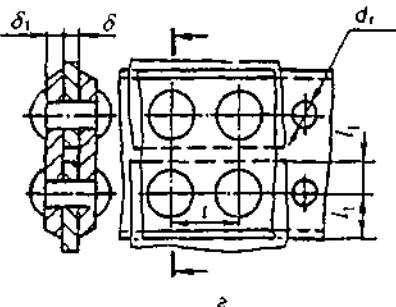
$$\begin{aligned}d &= \delta + 8 \text{ мм} \\d_1 &= 1,1d \\t &= 2,6d + 15 \text{ мм} \\l_1 &= 1,5d \\l_2 &= 0,6t \\L &= 2\delta + 1,5d\end{aligned}$$

Напустковий дворядний паралельний



$$\begin{aligned}d &= \delta + 8 \text{ мм} \\d_1 &= 1,1d \\t &= 2d + 15 \text{ мм} \\l_1 &= 1,5d \\l_2 &= 0,8t \\L &= 2\delta + 1,5d\end{aligned}$$

Стиковий однорядний з двома накладками



$$\begin{aligned}d &= \delta + 8 \text{ мм} \\d_1 &= 1,1d \\t &= 2d + 8 \text{ мм} \\l_1 &= 1,5d \\l_2 &= 0,8d \\L &= \delta + 2\delta_1 + 1,5d\end{aligned}$$

В умовному позначенні заклепок указують слово "Заклепка", фіксують діаметр стрижня, мм; довжину стрижня, мм; групу матеріалу; групу покриття; номер стандарту.

Приклади умовного позначення заклепок наведено нижче:

Заклепка діаметром 8 мм, довжиною 20 мм, з матеріалу групи 00, без покриття:

Заклепка 8 x 20.00 ГОСТ 10299-80; те ж, з матеріалу групи 32, з покриттям 03, товщиною 6 мкм:

Заклепка 8 x 20.32.036 ГОСТ 10299-80.

Марки матеріалів заклепок умовно позначаються номером групи (табл. 15.1).

Сукупність заклепок у з'єднанні, розташованих певним чином, утворює заклепковий шов.

Залежно від призначення розрізняють міцні, щільні та міцнощільні шви. У металоко-нструкціях, рамах, кронштейнах і т.ін. має бути забезпечена міцність швів. У котлах, резервуарах шви мають бути щільними, тобто забезпечувати, крім міцності, ще й герметичність з'єднання.

За розташуванням деталей, що склепуються, шви можуть бути виконані внапусток (рис. 15.5, а-в) та у стик (рис. 15.5, г) — з однією або двома накладками.

За розташуванням заклепок шви можуть бути однорядні (див. рис. 15.5, а) або багаторядні (див. рис. 15.5, б-г); паралельні (див. рис. 15.5, в, г) і шахові (див. рис. 15.5, б).

Відстань  $t$  між центрами суміжних заклепок в одному ряду, виміряна паралельно до краю шва, називається кроком.

На рис. 15.5 вміщено формули, за якими обчислюють розміри міцних швів сталевих металоко-нструкцій.

Заклепкові шви характеризуються такими розмірами:

- $\delta$  — товщина з'єднуваних деталей;
- $\delta_1$  — товщина накладки;
- $d$  — діаметр стрижня заклепки;
- $d_1$  — діаметр отвору під заклепку;
- $t$  — крок;
- $l$  — відстань між рядами заклепок;
- $l_1$  — відстань від ряду до краю листа.

Перш ніж виконувати креслення клепа-ного з'єднання, потрібно здійснити деякі обчислення:

1) за формулами (див. рис. 15.5) визна-чити діаметр  $d$  заклепки, знайдене значення

Рис. 15.5

зіставити зі стандартним і взяти найближче стандартне значення діаметра;

2) за вибраним значенням  $d$  обчислити решту параметрів;

3) визначити за відповідним стандартом розміри елементів головки заклепки залежно від  $d$  і орієнтовну довжину заклепки.

Знайдену довжину  $L$  заклепки зіставляють з рядом стандартних довжин і беруть найближче стандартне значення.

## 15.2. Зварні з'єднання

Деталі, з'єднані між собою зварюванням, утворюють нерознімні з'єднання. Зварювання — один із прогресивних способів з'єднання складових виробу.

У найбільш загальному випадку зварні з'єднання класифікують за такими ознаками:

за типом зварювання — з'єднання, виконані зварюванням плавленням (електродугове, газове) чи зварюванням тиском (контактне, тертям тощо);

за способом зварювання — з'єднання, виконані електродуговим чи контактним зварюванням;

за ступенем механізації процесу зварювання — з'єднання, виконані автоматичним, напівавтоматичним чи ручним зварюванням; за взаємним розташуванням зварюваних деталей; класифікація за цією ознакою наведена в табл. 15.2.

**Зварним швом** називають частину зварного з'єднання, утворену наплавленням металу в місці з'єднання.

Класифікація зварних швів враховує як характер зварних з'єднань, так і особливості виконання швів.

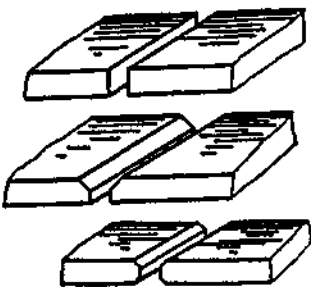
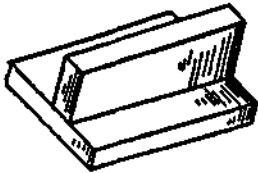
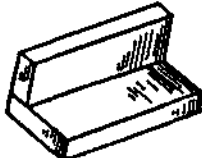
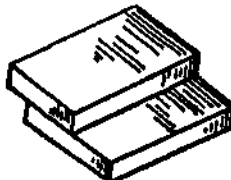
Наведемо основні відомості, достатні для правильного зображення та позначення найуживаніших типів зварювання.

За зовнішньою формою підготовлених країв шви бувають (рис. 15.6): з відбортовкою (а), без скосів (в-д, ж), зі скосом одного краю (е), зі скосом обох країв (б), з двома симетричними скосами одного краю (з) та ін. Шов може бути односторонній (а-в, д, ж) або двосторонній (г, е, з).

За взаємним розташуванням зварюваних частин зварні шви можуть бути **стиковими** (стикове з'єднання) та **кутовими** (кутове, таврове і напусткове з'єднання).

Таблиця 15.2

Класифікація зварних з'єднань за взаємним розташуванням зварювальних деталей

| Зварне з'єднання | Загальний вигляд з'єднання                                                          | Спосіб утворення з'єднання                                               |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Стикове (С)      |  | Деталі зварюються торцями                                                |
| Таврове (Т)      |  | При зварюванні торець однієї деталі з'єднується з бічною поверхнею іншої |
| Кутове (У)       |  | Зварювані деталі розташовані під кутом одна до одної                     |
| Напусткове (Н)   |  | Бічні поверхні зварюваних деталей трохи перекривають одна одну           |

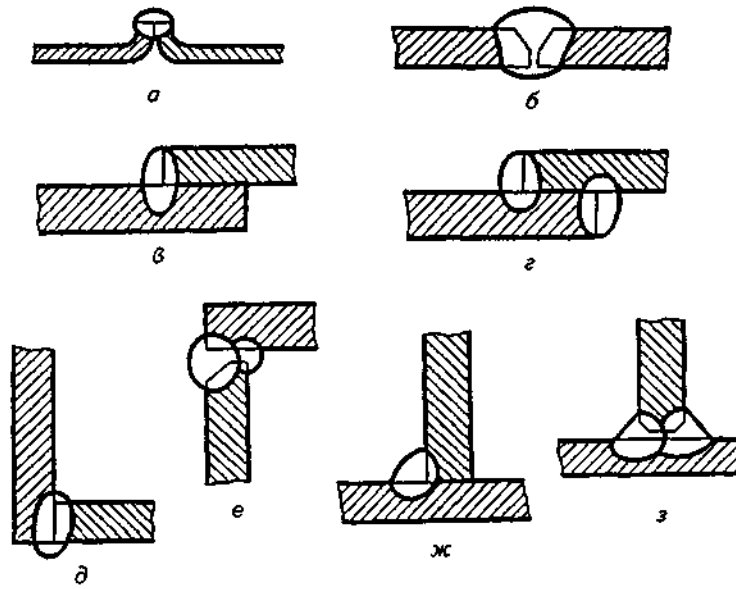


Рис. 15.6

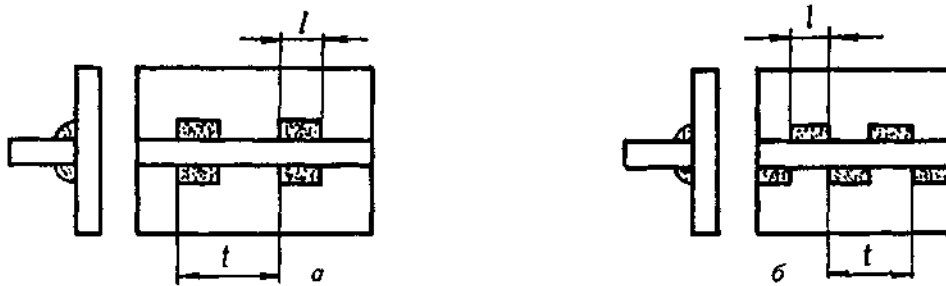


Рис. 15.7

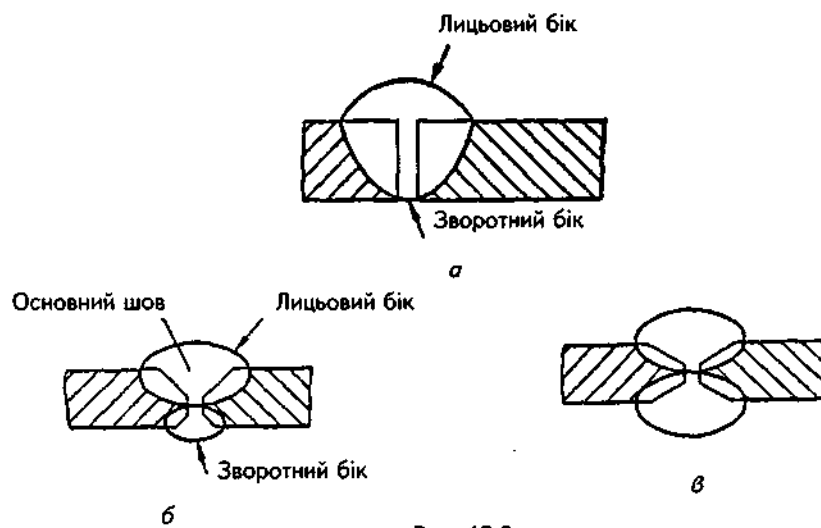


Рис. 15.8

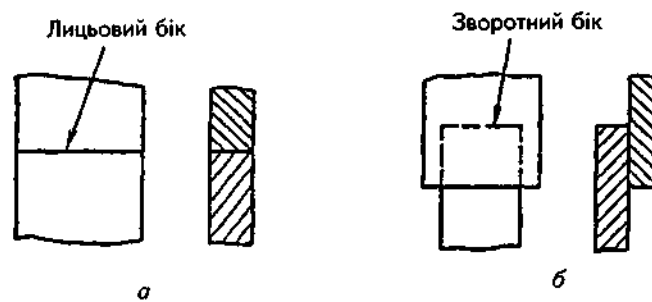


Рис. 15.9

За протяжністю зварні шви поділяють на *неперервні* (суцільні), *переривчасті* й *точкові*.

Неперервний — зварний шов без проміжків по довжині; може бути замкненим чи розімкненим.

Переривчастий — зварний шов, який складається з однакових за довжиною ділянок з однаковими проміжками між ними (рис. 15.7). Різновидом переривчастого шва є точковий шов.

Переривчасті й точкові шви можуть бути *ланцюговими* (рис. 15.7, а) і *шаховими* (рис. 15.7, б).

За характером виконання зварні шви поділяють на *одно-* (рис. 15.8, а) та *двобічні* (рис. 15.8, б, в).

Згідно з ГОСТ 2.312-72 шов зварного з'єднання, незалежно від способу зварювання, умовно зображають:

*видимий* — суцільною основною лінією (рис. 15.9, а);

*невидимий* — штриховою лінією (рис. 15.9, б).

При цьому за лицьовий бік одностороннього шва беруть той бік, з якого виконують зварювання (див. рис. 15.8, а). За лицьовий бік двобічного шва з несиметрично підготовленими кромками беруть той, з якого виконують зварювання основного шва (див. рис. 15.8, б). За лицьовий бік двобічного шва з

симетрично підготовленими кромками можна брати будь-який бік (див. рис. 15.8, в).

Видиму поодинокую зварну точку незалежно від способу зварювання умовно зображають знаком "+" (рис. 15.10), який виконують суцільними товстими основними лініями.

Щоб показати місце розташування зварного шва з'єднання, до зображення шва проводять лінію-виноску, яка закінчується односторонньою стрілкою (рис. 15.11). Перевагу надають проведенню лінії-виноски до зображення видимого шва.

До лінії-виноски, проведеної до умовного зображення шва, приєднують горизонтальну поличку, на якій розміщують умовне позначення шва згідно з ГОСТ 2.312-72. Якщо лінія-виноска проведена до видимого зображення шва, то його позначення наносять на поличці, а якщо до невидимого — то позначення наносять під поличкою (див. рис. 15.11).

Структуру умовного позначення зварного шва показано на рис. 15.12.

До позначення входять:

1. Допоміжні знаки шва по замкнутій лінії і монтажного шва (табл. 15.3).

2. Позначення стандарту на типи та конструктивні елементи швів зварних з'єднань (табл. 15.4).

3. Літерно-цифрове позначення шва за стандартом на типи і конструктивні елементи швів зварних з'єднань (табл. 15.5).

4. Умовне позначення способу зварювання за стандартом, наприклад, Р — ручне, А — автоматичне (див. табл. 15.4). Дозволяється не позначати.

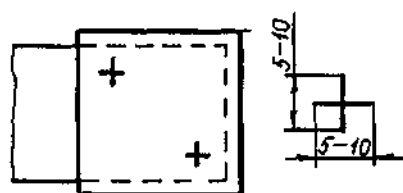


Рис. 15.10

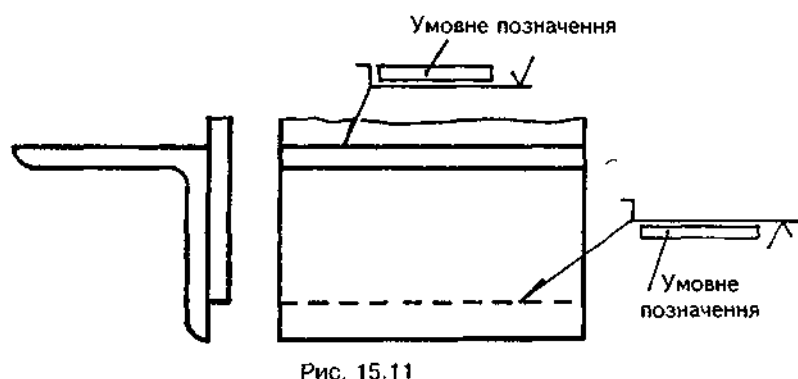


Рис. 15.11

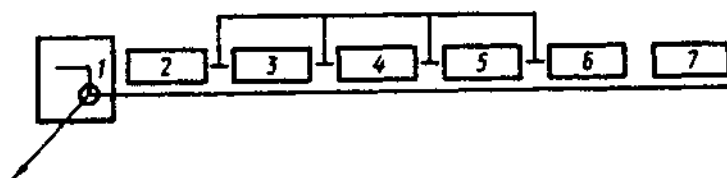


Рис. 15.12

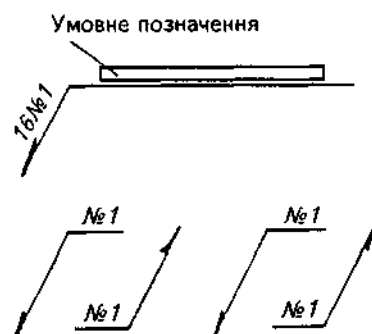
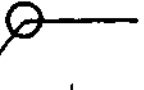
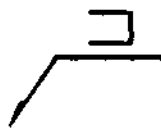
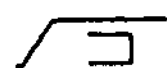
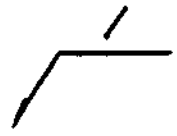
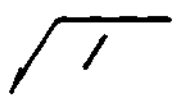
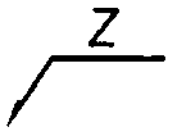
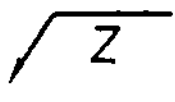
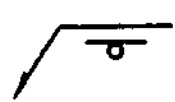
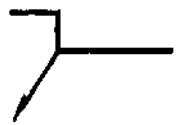


Рис. 15.13

Таблиця 15.3

## Допоміжні знаки шва

| Допоміжний знак                                                                     | Значення допоміжного знака                                                         | Розташування допоміжного знака відносно полицки лінії-виноска, проведеної від зображення шва |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     |                                                                                    | з лицьового боку                                                                             | зі зворотного боку                                                                    |
|    | Шов по замкненій лінії<br>Діаметр знака 3–5 мм                                     |            |                                                                                       |
|    | Шов по незамкненій лінії                                                           |             |    |
|    | Шов переривчастий чи точковий з ланцюговим розташуванням<br>Кут нахилу лінії ~ 60° |             |    |
|    | Шов переривчастий чи точковий з шаховим розташуванням                              |            |   |
|  | Підсилення шва зняти                                                               |           |  |
|  | Напливи і нерівності шва обробити з плавним переходом до основного металу          |           |  |
|  | Шов виконати під час монтажу виробу                                                |          |                                                                                       |

Таблиця 15.4

## Види зварювання

| Вид зварювання                 | Літерне позначення | Номер стандарту |
|--------------------------------|--------------------|-----------------|
| Ручне електрозварювання        | Р                  | ГОСТ 5264–80    |
| Автоматичне під флюсом         | АФ                 | ГОСТ 8713–79    |
| Напівавтоматичне під флюсом    | ПФ                 | ГОСТ 8713–79    |
| Електродугове в захисних газах | ІН, ІП, УП         | ГОСТ 14771–76   |
| Електрозаклепкове              | ЕФЗ, ЕУЗ           | ГОСТ 14776–79   |
| Електрошлакове                 | ШЕ, ШМ, ШП         | ГОСТ 15164–78   |
| Контактне:                     |                    |                 |
| точкове                        | Кт                 | ГОСТ 15878–79   |
| роликове                       | Кр                 | ГОСТ 15878–79   |
| шовне                          | Кш                 | ГОСТ 15878–79   |

Таблиця 15.5

Класифікація літерно-цифрових позначень зварних швів  
залежно від форми підготовлених країв за ГОСТ 5264-80

| З'єднання  |            | Зображення |               |            |           |  |
|------------|------------|------------|---------------|------------|-----------|--|
| Стикове    | C1 1-3     | C2 1-6     | C3 1-6        | C4 2-8     | C5 4-26   |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
|            | C6 4-26    | C7 6-34    | C8 4-26       | C9 15-60   | C10 15-60 |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
|            | C11 12-60  | C12 30-100 | C13 12-60     | C14 8-40   | C15 3-50  |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
| C16 6-100  | C17 6-34   | C18 3-50   | C19 15-100    | C20 15 100 |           |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
| C21 12-60  | C22 30-100 | C23 30-100 | C24 12-60     | C25 8-40   |           |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
| Кутове     | Y1 1-4     | Y2 1-6     | Y3 2-8        | Y4 1-30    | Y5 2-30   |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
| Y6 4-26    | Y7 4-26    | Y8 12-60   | Y9 12-50      | Y10 12-50  |           |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
| Таврове    | T1 2-30    | T2 2-30    | T3 2-30       | T4 2-30    | T5 2-30   |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
| T6 4-26    | T7 4-26    | T8 15-60   | T9 12-60      | T10 12-100 |           |  |
|            |            |            |               |            |           |  |
| Напусткове | H1 2-60    | H2 2-60    | H3 не менше 2 |            |           |  |
|            |            |            |               |            |           |  |

Примітка. Ліворуч у кожній рамці наведено літерно-цифрове позначення, праворуч — межу товщин деталей, що зварюються, в міліметрах.

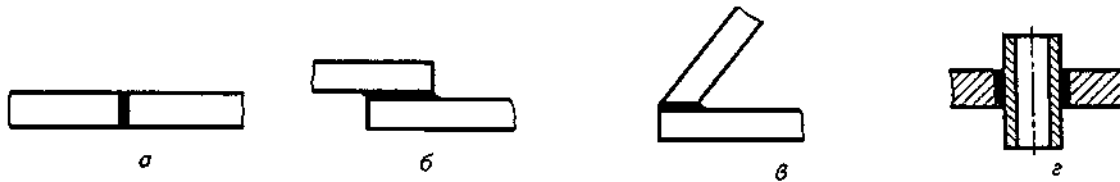


Рис. 15.14

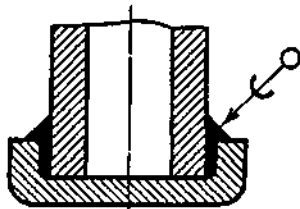


Рис. 15.15

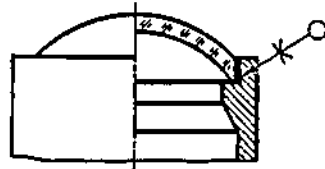
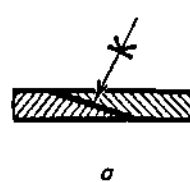
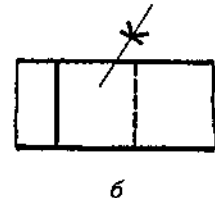


Рис. 15.16



а



б

Рис. 15.17

5. Знак "Δ" і розмір катета шва в міліметрах відповідно до стандарту на типи та конструктивні елементи швів зварних з'єднань (наприклад, Δ 5). Знак виконують суцільними тонкими лініями. Висота знака має бути однаковою з висотою цифр, що входять у позначення шва.

6. Для переривчатого шва — розмір довжини проварюваної ділянки, знак " / " чи "Z" і розмір кроку (наприклад, 5/50, 5Z60). Для поодинокі зварної точки — розмір розрахункового діаметра точки (наприклад, 5).

7. Допоміжні знаки (див. табл. 15.4).

Позначення шорсткості механічної обробки поверхні шва наносять на полиці або під полицю лінії-виносці після умовного позначення шва (див. рис. 15.11).

Якщо на зварному з'єднанні є однакові шви, то умовне позначення їх на кресленні наносять біля зображення одного шва. На похилій частині лінії-виносці від цього шва пишуть кількість швів і номер, присвоєний цій групі швів. А від зображень решти однакових швів проводять лише лінії-виносці з полицками, на яких вказують порядковий номер, присвоєний усім однаковим швам (рис. 15.13).

### 15.3. Паяні та клейові з'єднання

У з'єднаннях, отриманих паянням та склеюванням, місце з'єднання елементів слід зображати суцільною лінією товщиною 2S (удвічі товщою від суцільної товстої основної лінії) (рис. 15.14).

Як і зварні, паяні шви (П) поділяють на: а — стикові (ПВ-1, ПВ-2, ...); б — напусткові

(ПН-1, ПН-2, ...); в — кутові (ПУ-1, ПУ-2, ...); г — таврові (ПТ-1, ПТ-2, ...) (див. рис. 15.14).

Для позначення паяного та клейового з'єднання застосовують умовний знак, який наносять на лінії-виносці суцільною основною лінією:

Δ — для паяння (рис. 15.15); К — для склеювання (рис. 15.16).

Лінія-виноска закінчується стрілкою, якщо зображається безпосередньо шов (див. рис. 15.15–15.17, а).

При позначенні невидимого на зображенні шва стрілку не ставлять (рис. 15.17, б).

Шви, виконані по замкненій лінії, треба позначати колом діаметра 3–5 мм, що виконується тонкою лінією (див. рис. 15.15, 15.16).

#### Запитання для самоперевірки

1. Що таке заклепка?
2. Які типи заклепок застосовують у заклепкових з'єднаннях?
3. Як класифікуються заклепкові шви?
4. Як умовно позначають заклепки?
5. Що таке зварювання?
6. Які є види зварних з'єднань і як їх позначають?
7. Які типи зварних швів виконують?
8. Якими лініями на кресленнях зображують зварні шви?
9. Які допоміжні знаки застосовують у позначеннях швів?
10. Який бік шва беруть за лицьовий?
11. Чим відрізняється умовний знак, що вказує розташування паяного чи клейового шва, від умовного знака, що позначає зварний шов?
12. Як зображують на кресленнях з'єднання, отримані паянням і склеюванням?

---

## 16. ЗОБРАЖЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕТАЛЕЙ

---

### 16.1. Загальні властивості елементів деталей та їх зображень

Будь-яка деталь може бути представлена як сукупність елементів, згрупованих певним чином і об'єднаних в одне ціле. Така сукупність має володіти властивостями, що забезпечували б виконання деталлю всіх необхідних функцій.

Конструктивні й технологічні форми деталей різноманітні. Але таке розмаїття забезпечується комбінаціями обмеженої кількості числа елементів деталей. З огляду на це зображення різноманітних деталей складаються із зображень обмеженої кількості елементів деталей.

Форма і матеріал кожного елемента деталі визначаються виконуваними елементом функціями. Сукупність форм елементів утворює форму деталі. Своєю чергою, форму будь-якого елемента утворюють прості геометричні тіла. Зображення форми елемента деталі складається із зображень геометричних тіл. Зображення геометричних тіл стабільні, тому кожний елемент також має стабільні зображення форми, положення і орієнтації.

Розміри форми елемента деталі рекомендується розташовувати на тому зображенні деталі, на якому геометрична форма елемента показана найбільш повно.

У багатьох випадках форму, положення і орієнтацію елемента показують на одному зображенні. Але інколи треба виконати спеціальні зображення, щоб показати положення і орієнтацію елемента, а також нанести відповідні розміри.

Розміри положення та орієнтації елемента деталі рекомендується наносити на тому зображенні деталі, на якому найбільш повно показано положення або орієнтацію елемента відносно базових елементів тієї ж деталі.

Основними елементами деталі є конструктивні елементи, оскільки вони забезпечують виконання деталлю всіх її робочих функцій.

Крім конструктивних елементів, у структурі деталей багато технологічних елементів.

Елементи деталей поділяють на прості й складні. Форму простого елемента утворює відсікання однієї поверхні. Форми простих елементів у багатьох випадках збігаються з формами основних геометричних тіл. Форму складного елемента утворюють два (або більше) відсіки поверхонь. Відповідно зображення складного елемента утворюється із зображень простих елементів.

Елементи також можуть бути поділені на "заповнені" матеріалом і "порожні", тобто без матеріалу. В обидвох випадках основою їх форми може бути одне й те ж геометричне тіло, наприклад циліндр. Але в першому випадку матеріал заповнює циліндр усередині, а в другому — розташований поза циліндром. Переважно форму "заповненого" елемента передають виглядом, а форму "порожного" — розрізом.

Елементи деталей можна поділити на стандартні й нестандартні. Стандартні елементи мають стандартні зображення та стандартні розміри. Розміри форми наносять також згідно зі стандартом.

До основних простих елементів належать такі, матеріал яких обмежений відсіком поверхні одного найменування, наприклад, відсіком плоскої, циліндричної, конічної чи кульової поверхні. У структурі деталі ці елементи об'єднуються в геометричні тіла (призми, піраміди, циліндри, конуси і т.ін.) й утворюють її основну форму.

*Площина* — найбільш поширений основний простий елемент, який є в структурі більшості деталей.

Для зображення на кресленні деталі форми елемента "площина" і його відносного положення, а також для нанесення відповідно розмірів форми і розмірів положення потрібні два зображення.

На рис. 16.1 представлений елемент "площина", який має форму прямокутника, й нанесені розміри його форми і розміри його положення. Форма елемента "площина" може

бути різноманітна — від простих геометричних фігур (прямокутник, круг, кільце) до складної їх сукупності.

**Зовнішній циліндр** — основний елемент деталей, які мають форму тіл обертання. Зовнішня поверхня елемента циліндрична, а матеріал розташований з внутрішнього боку.

На кресленні деталі переважно досить одного зображення елемента на площині проєкції, паралельній його осі, оскільки при нанесенні розміру діаметра зовнішнього циліндра у всіх випадках перед розмірним числом ставлять знак  $\varnothing$ . На тому ж зображенні наносять розмір форми, що визначає довжину зовнішнього циліндра, а також розмір його положення вздовж осі. Приклад зображення елемента "зовнішній циліндр" подано на рис. 16.2.

**Внутрішній циліндр** — поширений елемент у структурі найрізноманітніших деталей, який трапляється у вигляді отворів, проточок тощо. Матеріал елемента розташований із зовнішнього боку його циліндричної поверхні.

Залежно від типу і конструкції конкретної деталі, у структурі якої є елемент "внутрішній циліндр", для зображення його форми і положення, а також для нанесення відповідних розмірів потрібно мати одне або два його зображення. Приклад зображення "внутрішнього циліндра" на одній площині проєкції з нанесенням відповідних розмірів форми і положення показано на рис. 16.3, на двох площинах проєкцій — на рис. 16.4.

**Зовнішній конус** — елемент деталі (або деталі), зовнішня поверхня якого конічна, а матеріал розташований з внутрішнього боку.

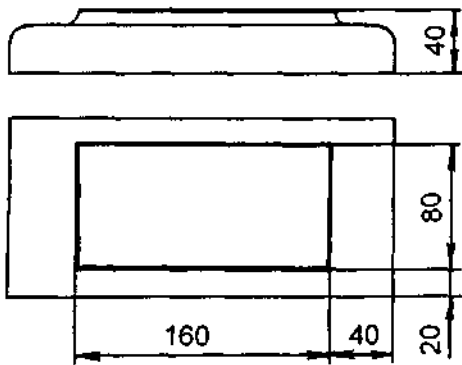


Рис. 16.1

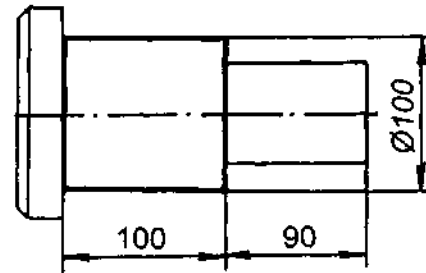


Рис. 16.2

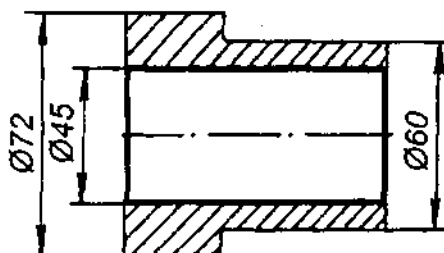


Рис. 16.3

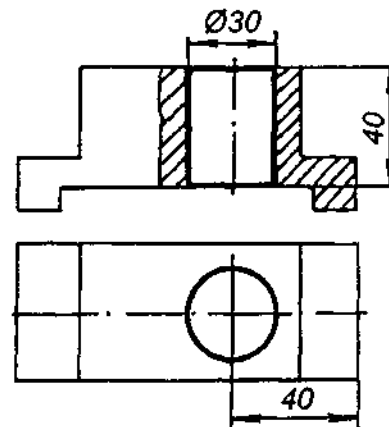


Рис. 16.4

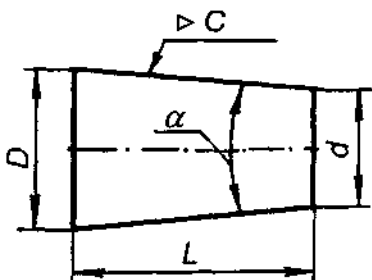


Рис. 16.5

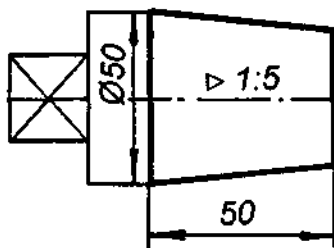


Рис. 16.6

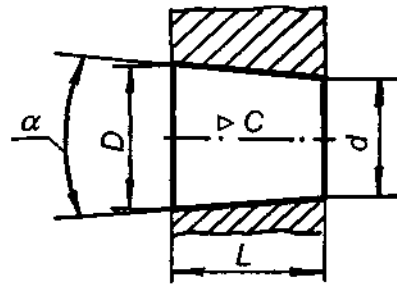


Рис. 16.7

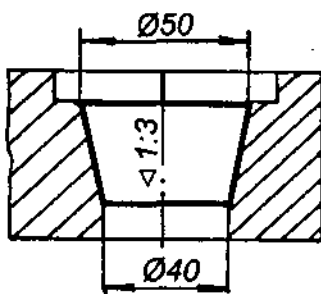


Рис. 16.8

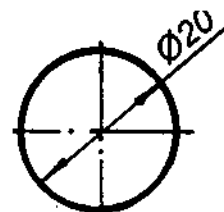


Рис. 16.9

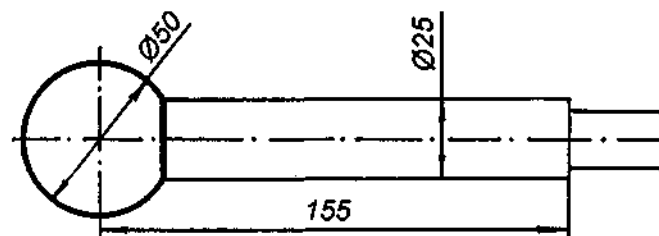
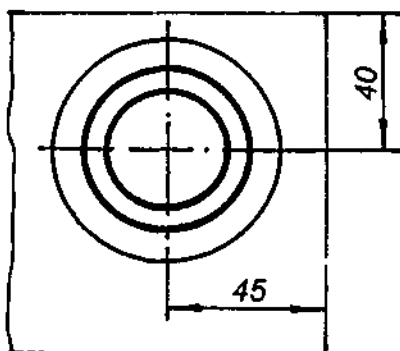


Рис. 16.10

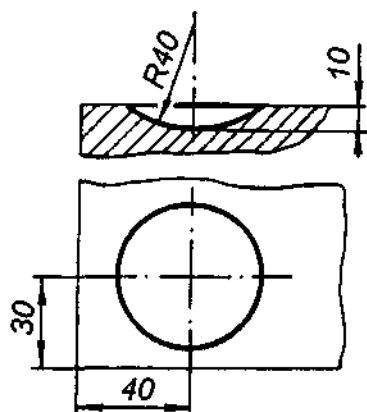


Рис. 16.11



Рис. 16.12

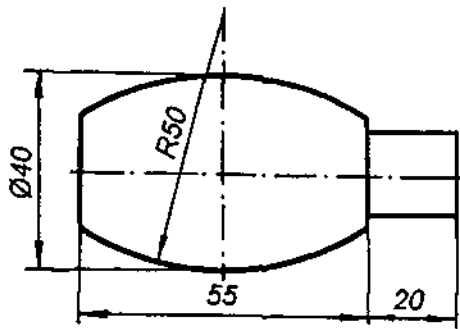


Рис. 16.13

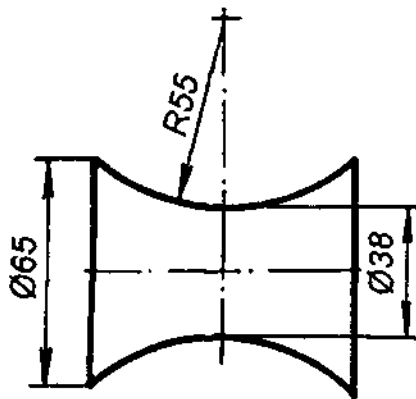


Рис. 16.14

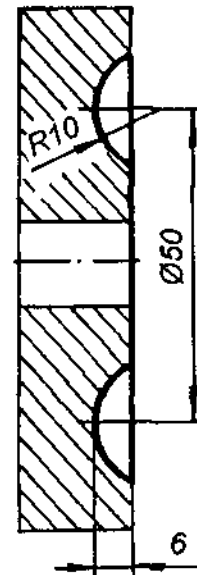


Рис. 16.15

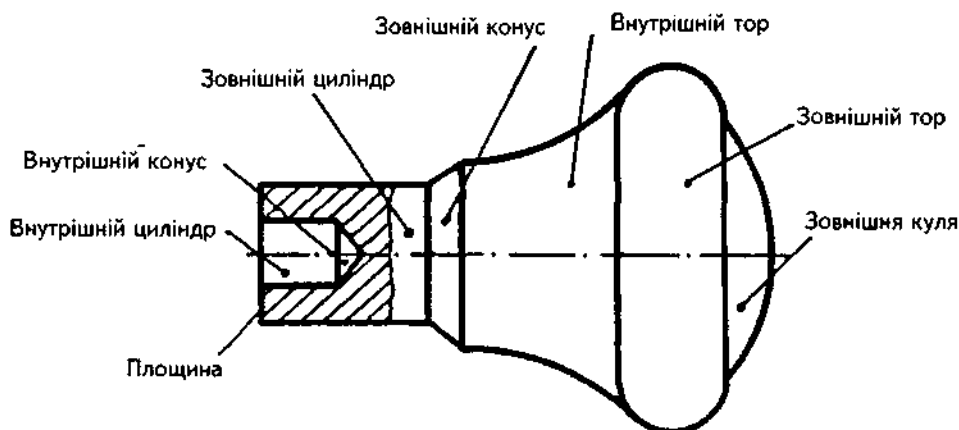


Рис. 16.16

Для виявлення форми елемента і нанесення потрібних розмірів форми і положення здебільшого досить одного зображення елемента на площині, паралельній його осі. Розміри форми "зовнішнього конуса" повністю визначають будь-які з трьох наведених нижче параметрів (рис. 16.5):

- діаметр великої основи  $D$ ;
- діаметр малої основи  $d$ ;
- довжина конуса  $L$ ;
- кут конуса  $\alpha$ ;
- конусність  $S$ .

На рис. 16.6 показано елемент "зовнішній конус" у структурі деталі та один з мож-

ливих варіантів нанесення розмірів форми і положення.

**Внутрішній конус** — елемент деталі, внутрішня поверхня якого конічна, а матеріал розташований із зовнішнього боку.

Розміри форми елемента "внутрішній конус" (рис. 16.7) визначаються тими ж параметрами, що й розміри форми елемента "зовнішній конус". Приклад зображення елемента "внутрішній конус" подано на рис. 16.8.

**Зовнішня куля (сфера)** — елемент деталі (або деталь), зовнішня поверхня якого кульова (сферична), а матеріал розташований із внутрішнього боку.

Зовнішня куля може являти собою деталь, наприклад, кульку для підшипника (рис. 16.9), для якого досить вказати лише її діаметр. На рис. 16.10 показана деталь, яка містить елемент "зовнішня куля". У наведеному прикладі розмір форми елемента залежить від розміру діаметра елемента "зовнішній циліндр".

**Внутрішня сфера** — елемент деталі, внутрішня поверхня якого сферична, а матеріал розташований із зовнішнього боку.

Залежно від типу деталі для виявлення форми і положення та нанесення відповідних розмірів потрібно виконувати одне або два, як показано на рис. 16.11, зображення.

**Зовнішній тор** — елемент деталі (або деталі), зовнішня поверхня якого торова, а матеріал розташований з її внутрішнього боку.

Зовнішній тор може являти собою самостійну деталь, наприклад, гумове ущільнювальне кільце круглого перерізу (рис. 16.12). Дуже часто "зовнішній тор" у структурі деталі обмежений відсіком торової поверхні. На рис. 16.13 подано приклад зображення елемента "зовнішній тор" з нанесенням розмірів його форми і положення.

**Внутрішній тор** — елемент деталі, поверхня якого торова, а матеріал елемента розташований з її зовнішнього боку.

"Внутрішні тори" різного призначення і вигляду показані на рис. 16.14 і рис. 16.15.

На рис. 16.16 зображено деталь, що містить більшість простих елементів, розглянутих вище.

## 16.2. Елементи деталей на зразок тіл обертання

Для передавання крутного моменту призначені вали; осі не передають крутного моменту.

У табл. 16.1 показано вал зі стандартизованими конструктивними елементами, форма та розміри яких регламентовані відповідними стандартами.

**Кінці валів** слугують для розміщення та закріплення на них інших деталей. Найбільш поширені циліндричний (рис. 16.17, а) і конічний (рис. 16.17, б) кінці. Форму і розміри кінця вала показують на вигляді на площину, паралельну його геометричній осі.

**Буртики.** На валах і осях часто застосовують упорні буртики, в торці яких упираються

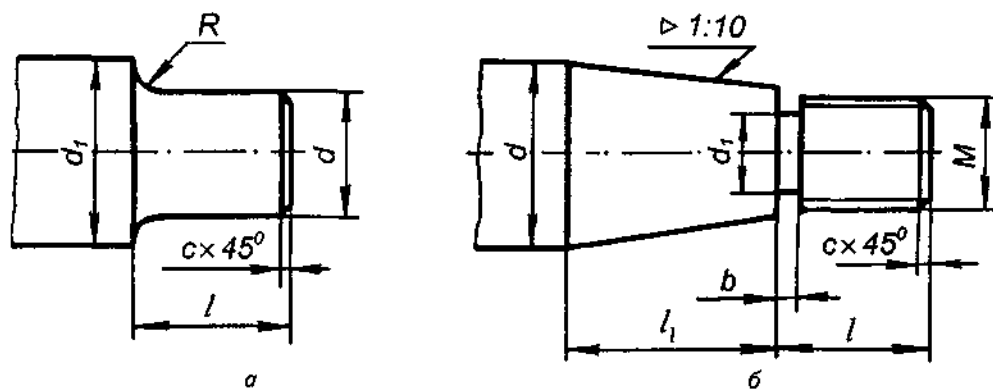


Рис. 16.17

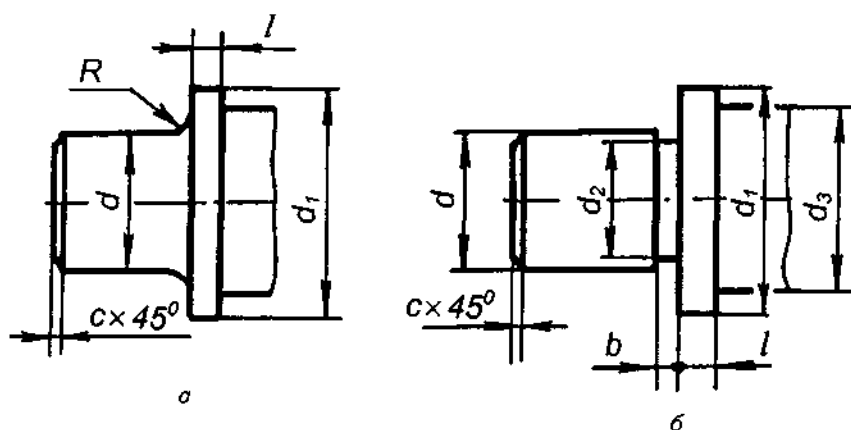
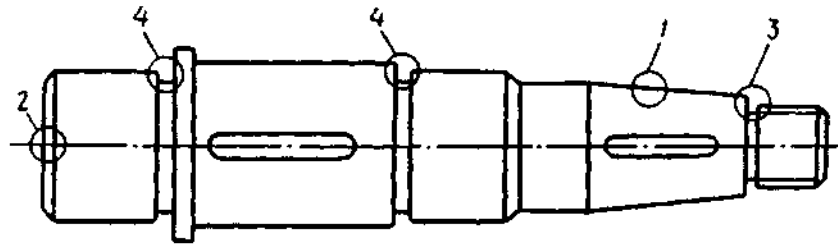


Рис. 16.18

Таблиця 16.1

## Основні стандартизовані конструктивні елементи валів та осей



| Номер елемента | Назви елементів                                                  | Ескіз |
|----------------|------------------------------------------------------------------|-------|
| 1              | Кінці валів циліндричні (ДСТУ 2744-94):<br>гладкі                |       |
|                | із зовнішньою різзю                                              |       |
| 1              | Кінці валів конічні (ДСТУ 2744-94):<br>із зовнішньою різзю       |       |
|                | із внутрішньою різзю                                             |       |
| 2              | Центрові отвори виконання А, В, Р<br>(ГОСТ 14034-80)             |       |
| 3              | Проточки для виходу різенарізного інструменту<br>(ГОСТ 10549-80) |       |
| 4              | Канавки для виходу шліфувального круга<br>(ГОСТ 8820-80)         |       |

деталі, що насаджуються на вал (або вісь). Для підвищення якості з'єднання на валу роблять галтель (рис. 16.18, а; рис. 16.19, а) радіусом  $R$  або виконують у цьому місці канавку для виходу шліфувального круга (рис. 16.18, б).

Проточки на валах і в отворах застосовують з метою зменшення довжини точних ци-

ліндричних поверхонь (на рис. 16.19 поверхні з діаметром  $d'$ ) і підвищення точності з'єднання з іншою деталлю. Форму і розміри проточки на валу передають на вигляді (рис. 16.19, а), а проточки в отворі — на розрізі осьювою площиною (рис. 16.19, б).

Центрові отвори (табл. 16.2) виконують у деталях, що являють собою поверхні

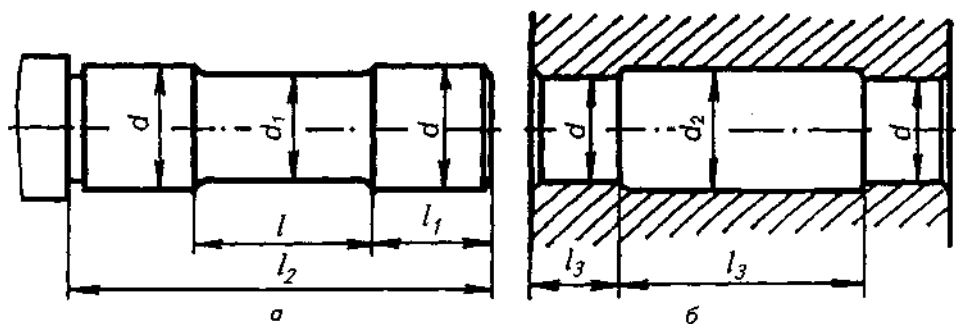


Рис. 16.19

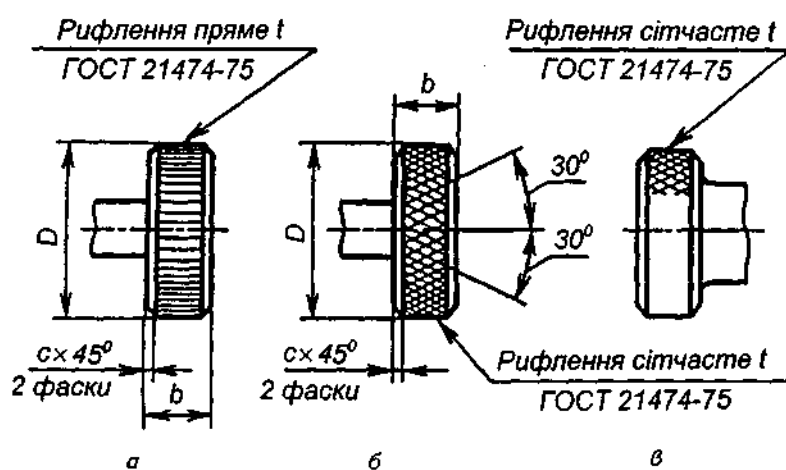


Рис. 16.20

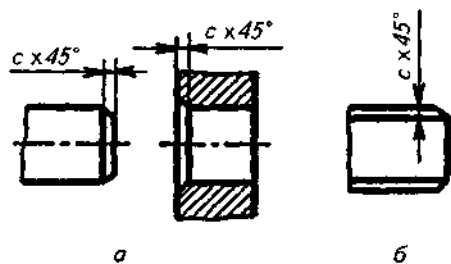


Рис. 16.21

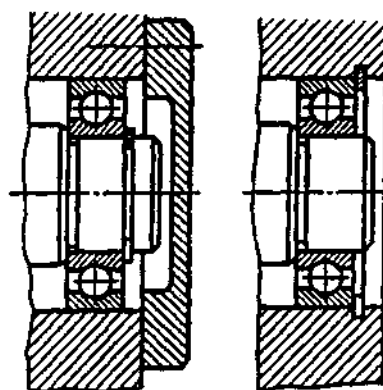


Рис. 16.23

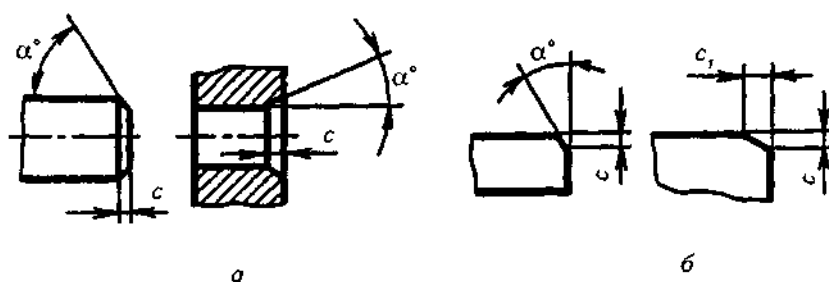
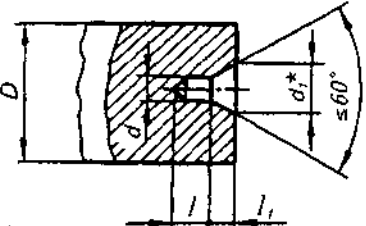
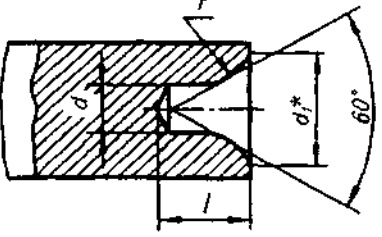
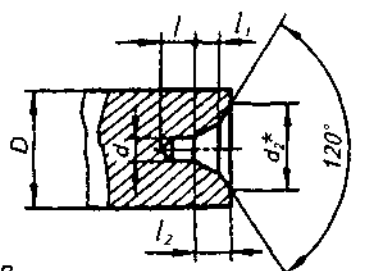
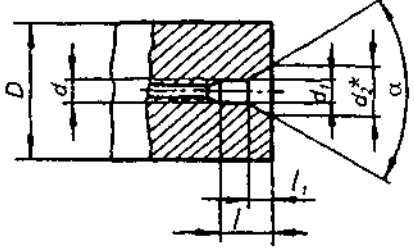
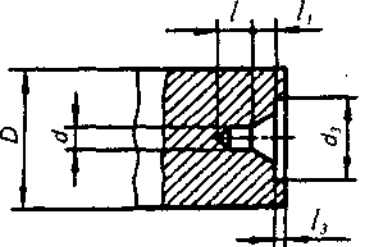
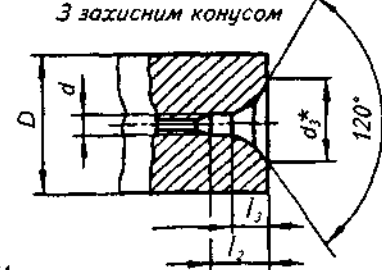
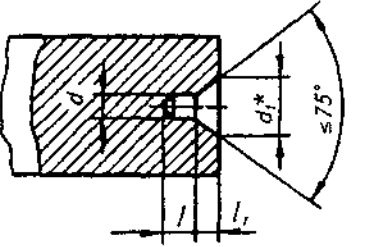
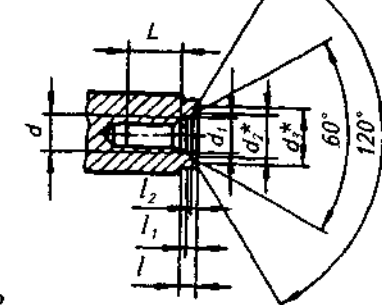
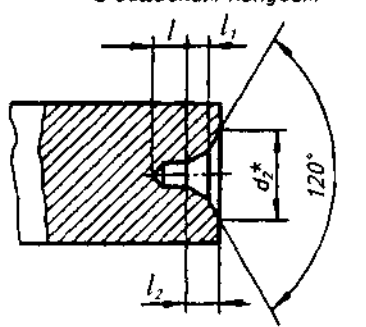


Рис. 16.22

Таблиця 16.2

## Форми центрових отворів (ГОСТ 14034–74)

|                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Форма А</p>                             |  <p>Форма R</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>З захисним конусом</p>  <p>Форма В</p>   |  <p>Форма F</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |
|  <p>Форма Т</p>                           | <p>З захисним конусом</p>  <p>Форма Н</p>                                                                                                                                                                                                                       |
|  <p>Форма С</p>                           |  <p>Форма Р</p>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>З захисним конусом</p>  <p>Форма Е</p> | <p>Приклади умовних позначень центрових отворів:<br/> Отв. центр. А4 ГОСТ 14034–74<br/> (форма отвору — А, діаметр <math>d=4</math> мм);<br/> Отв. центр. С8 ГОСТ 14034–74<br/> (форма отвору — С, діаметр <math>d=8</math> мм);<br/> Отв. центр. FM3 ГОСТ 14034–74<br/> (форма отвору — F, в отворі діаметром <math>d</math> нарізана різь М3)</p> |

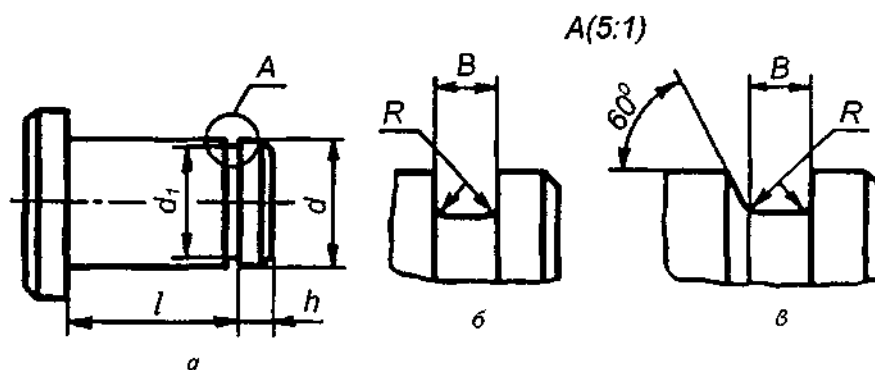


Рис. 16.24

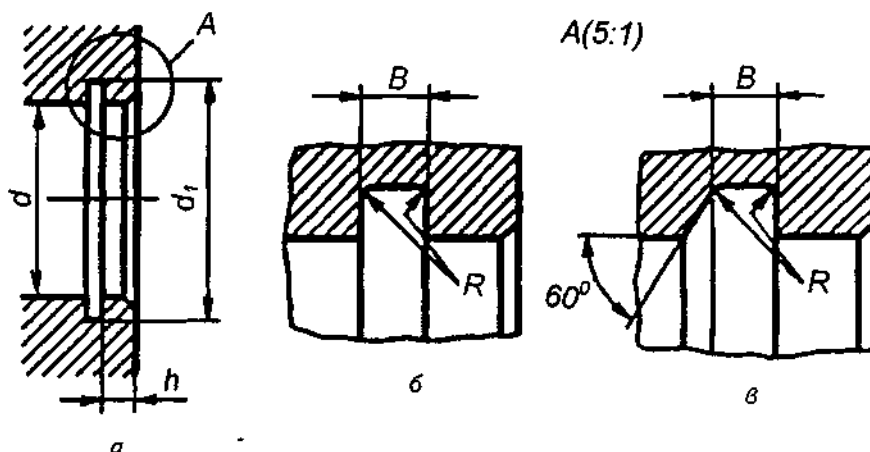


Рис. 16.25

обертання, з обох торців. Вони призначені для центрування деталі на верстаті під час її виготовлення.

Рифлення виконують на поверхнях деталі, щоб під час повертання деталь не ковзала в руках.

Рифлення на кресленні позначають написом і рисунком. У написі вказують вид рифлення, його крок і номер стандарту (рис. 16.20). Рифлення наносять у межах усього контуру видимої частини рифленої поверхні (рис. 16.20, а, б) або на частині поверхні (рис. 16.20, в).

Фаски застосовують для притуплення гострих країв деталей, полегшення процесу складання деталей. Фаски виконують на поверхнях обертання (рис. 16.21, а) і на ребрах гранних виробів (рис. 16.21, б). На рис. 16.21 показано нанесення розмірів для фасок під кутом  $45^\circ$ , а на рис. 16.22 — для фасок під кутом, відмінним від  $45^\circ$ .

Канавки під пружинні упорні плоскі кільця. У канавку на валу (в отворі) входить пружинне упорне кільце, яке обмежує осьове переміщення інших деталей (рис. 16.23).

На кресленні деталі канавки як на валу (рис. 16.24, а), так і в отворі (рис. 16.25, а)

зображують спрощено. Форма і розміри кільця стандартизовані.

Розміри канавки показують на виносному елементі, який точно передає її форму (рис. 16.24, б, в; 16.25, б, в).

Пригадаємо, що виносний елемент — додаткове окреме зображення (переважно збільшене) якоїсь частини предмета, що вимагає графічного й інших пояснень до форми, розмірів та інших даних.

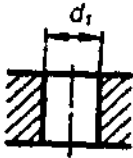
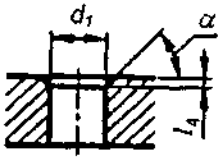
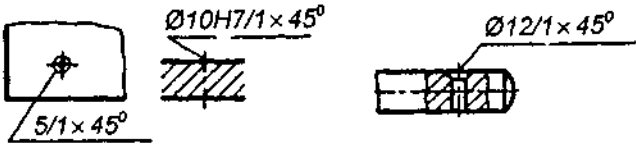
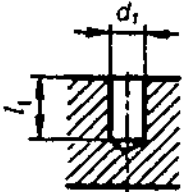
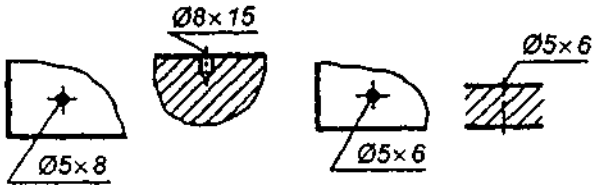
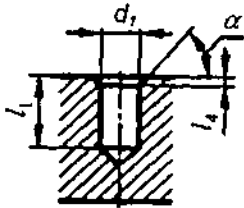
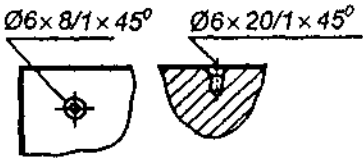
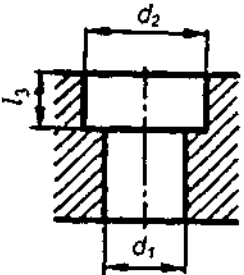
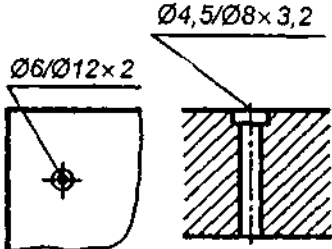
Застосовуючи виносний елемент, відповідне місце відзначають на вигляді (див. рис. 16.24), розрізі (див. рис. 16.25) або перерізі переважно колом з позначенням виносного елемента великою літерою або поєднанням великої літери з арабською цифрою на поличці лінії-виноски. Над зображенням виносного елемента вказують позначення і масштаб, у якому він виконаний.

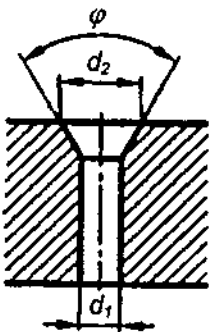
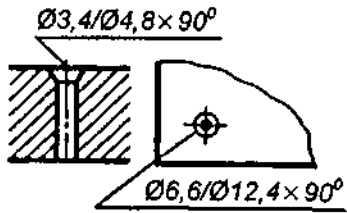
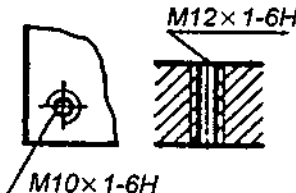
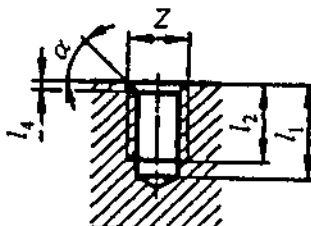
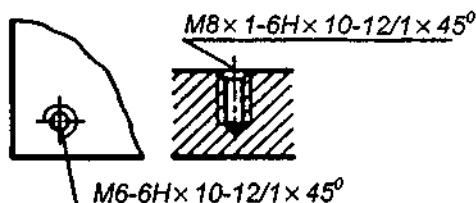
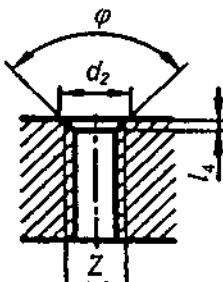
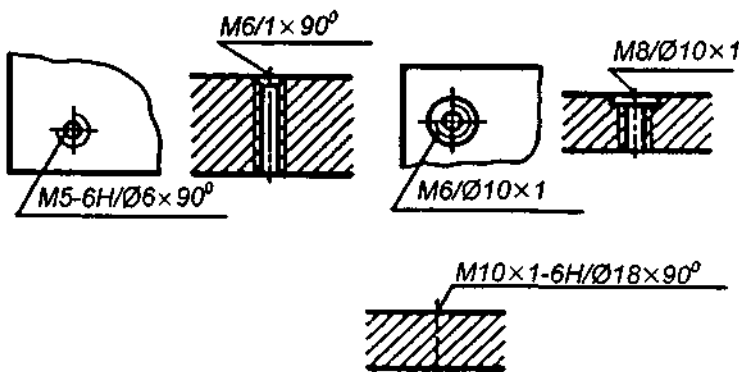
### 16.3. Отвори

Якщо зображення отворів на кресленні має розміри 2 мм і менше, нанесення розмірів рекомендується замінити написом на поличці лінії-виноски. Це правило чинне також у разі відсутності зображення отвору в роз-

Таблиця 16.3

## Типи отворів та їх позначення

| Тип отвору                                                                                                               | Приклад спрощеного нанесення розмірів отвору                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |    |
|  $d_1 / l_4 \times \alpha$              |    |
|  $d_1 \times l_1$                      |  |
|  $d_1 \times l_1 / l_4 \times \alpha$ |  |
|  $d_1 / d_2 \times l_3$               |  |

| Тип отвору                                                                                                                                                                                                 | Приклад спрощеного нанесення розмірів отвору                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><math>d_1/d_2 \times \varphi</math></p>                                                                               |  <p><math>\varnothing 3,4/\varnothing 4,8 \times 90^\circ</math></p> <p><math>\varnothing 6,6/\varnothing 12,4 \times 90^\circ</math></p>                                                                                                                            |
|  <p><math>z</math></p>                                                                                                   |  <p><math>M10 \times 1-6H</math></p> <p><math>M12 \times 1-6H</math></p>                                                                                                                                                                                            |
|  <p><math>z \times l_2 - l_1</math></p> <p><math>z \times l_2 - l_1/l_4 \times \alpha</math></p>                        |  <p><math>M8 \times 1-6H \times 10-12/1 \times 45^\circ</math></p> <p><math>M6-6H \times 10-12/1 \times 45^\circ</math></p>                                                                                                                                        |
|  <p><math>z/l_4 \times \varphi</math></p> <p><math>z/d_2 \times \varphi</math></p> <p><math>z/d_2 \times l_4</math></p> |  <p><math>M5-6H/\varnothing 6 \times 90^\circ</math></p> <p><math>M6/1 \times 90^\circ</math></p> <p><math>M6/\varnothing 10 \times 1</math></p> <p><math>M8/\varnothing 10 \times 1</math></p> <p><math>M10 \times 1-6H/\varnothing 18 \times 90^\circ</math></p> |

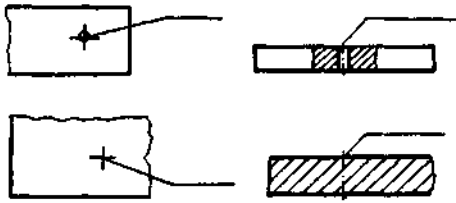


Рис. 16.26

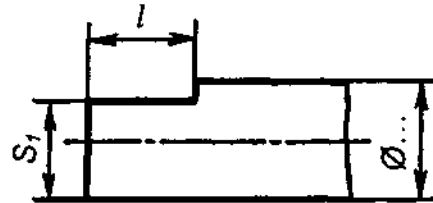


Рис. 16.27

різі вздовж осі, а також якщо нанесення розмірів отворів за загальними правилами ускладнює читання креслень.

Розміри отворів треба вказувати на поличці лінії-виноски, проведеної від осі отвору (рис. 16.26).

У табл. 16.3 наведені типи отворів та їх рядкове позначення. На кресленнях отворів нанесені всі розміри і параметри, що входять у позначення.

#### 16.4. Елементи кріпильних деталей

Елементи з плоскими гранями (головки болтів і гвинтів із зовнішнім або внутрішнім шестигранником або чотиригранником, лиски на деталях і т.ін.) використовуються для повертання деталі гайковим ключем.

Для зображення лиски циліндра, що ви-

конується на валах, осях і т.ін., досить однієї проекції (рис. 16.27). Лисок переважно роблять дві (рис. 16.28). Основним зображенням є вигляд зліва (рис. 16.28, а), на якому нанесений визначальний розмір "для ключа". Іноді вигляд зліва замінюють перерізом А-А (рис. 16.28, б).

Форму квадратних головок гвинтів утворює циліндр з чотирма лисками, які виконані по всій висоті циліндра (рис. 16.29), на частині висоти циліндра (рис. 16.30) і на частині висоти циліндра, що має в основі буртик більшого діаметра (рис. 16.31).

Форму і розміри головки показують на двох проекціях.

Виїмки різьбових пробок (рис. 16.32) мають форму, яка повторює форму чотиригранних головок (крім дна виїмки). Зображеннями, які передають форму виїмки, слугують розріз площиною, що проходить через вісь виїмки, і вигляд зліва, тобто з боку виїмки, на площину, перпендикулярну до осі виїмки.

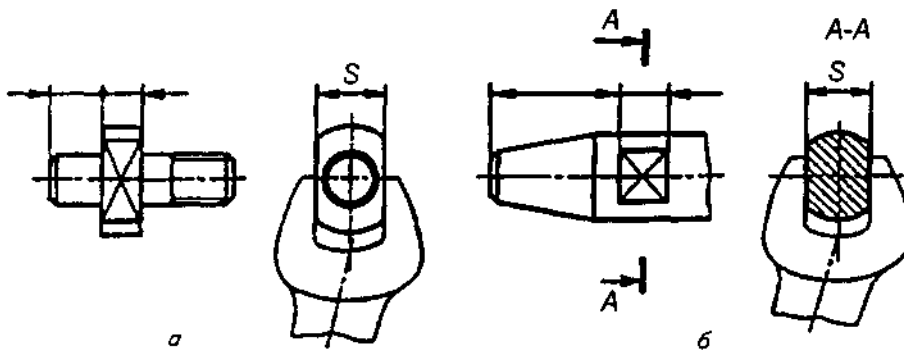


Рис. 16.28

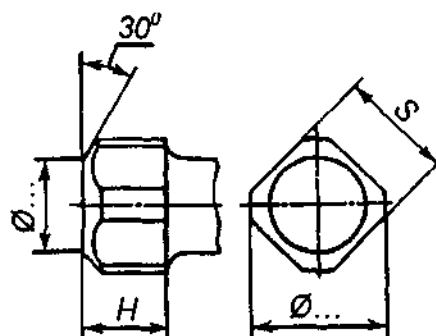


Рис. 16.29

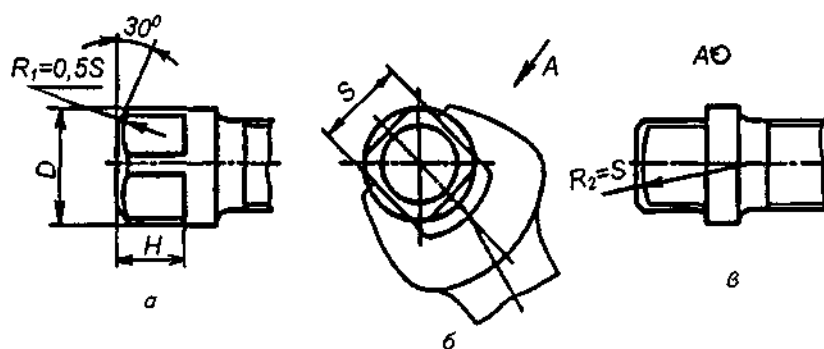


Рис. 16.30

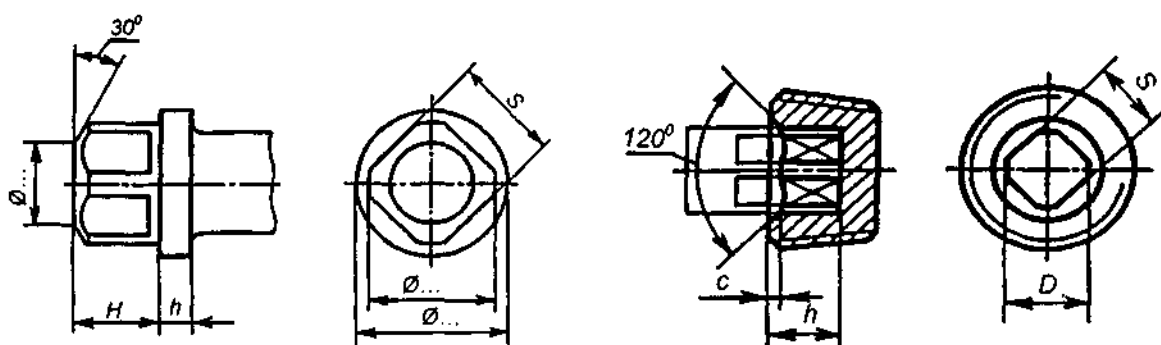
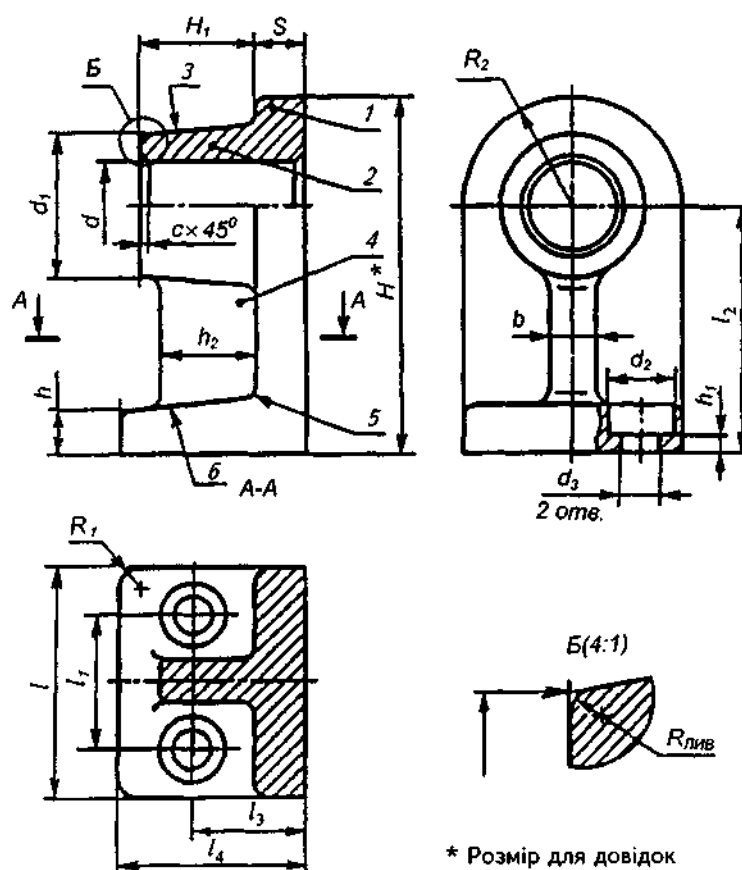


Рис. 16.31

Рис. 16.32



\* Розмір для довідок

Рис. 16.33

Елементи з шістьма гранями (шестигранники) широко застосовуються в конструкціях гайок, головок болтів та інших деталей.

### 16.5. Елементи вилитих деталей

На рис. 16.33 показано вилитий корпус, конструкція якого містить елементи, що часто трапляються у вилитих деталях: 1 — стінка; 2 — бобишка; 3 — конус ливарний; 4 — ребро жорсткості; 5 — заокруглення ливарне; 6 — похил ливарний.

#### **Запитання і вправи для самоперевірки**

1. Які прості елементи деталей ви знаєте?
2. Які елементи деталей на зразок тіл обертання ви знаєте?
3. Яка різниця у нанесенні розмірів фасок, виконаних під кутом  $45^\circ$  і під кутом, відмінним від  $45^\circ$ ?
4. Що таке виносний елемент? Як він позначається на кресленні?
5. Які елементи найчастіше трапляються у вилитих деталях?

---

## 17. КРЕСЛЕННЯ ОРІГІНАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

---

До оригінальних відносять деталі, форма яких частково або повністю відрізняється від форми стандартних деталей або деталей зі стандартним зображенням. Перш ніж виконувати креслення оригінальної деталі, треба ознайомитись із призначенням деталі та її структурою.

Деталь уявно розділяють на складові. З'ясовують призначення кожного елемента і його зв'язок з іншими елементами. Виявляють, які з елементів належать до стандартних.

Складають зображення деталі (видляди, розрізи, перерізи), враховуючи, що вони складаються із зображень окремих елементів, зокрема й готових зображень стандартних елементів. Число зображень має бути найменшим і достатнім для визначення форми деталі. Для зменшення кількості зображень слід використати, наприклад, поєднання вигляду і розрізу, місцеві вигляди, умовності, спрощення і т.ін.

Якщо деталь має стандартні елементи, то їх розміри переносять зі стандартів на креслення деталі.

Усі розміри і параметри приводять у відповідність з такими ж, наведеними у відповідних стандартах (наприклад, довжини, діаметри, параметри і розміри різей тощо).

Креслення найбільш поширених конструктивних і технологічних типів оригінальних деталей подані нижче.

У сучасному машинобудуванні широко застосовуються різноманітні вилиті деталі, які можна поділити за призначенням і конструкцією на декілька груп:

1) окремі деталі машин, наприклад, зубчасті колеса, маховики, шків, блоки, гільзи, втулки, циліндри, фланці, кришки, важелі;

2) деталі на зразок стійок, опор, кронштейнів, поперечин, які слугують для з'єднання між собою окремих деталей і вузлів машин;

3) корпусні коробчасті деталі закритого і відкритого типу. До них відносять деталі на зразок станин, коробок, рам.

Деталі на зразок фланців, маховиків, шківів, циліндрів, тобто деталі, що являють собою тіла обертання, треба розташовувати

відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб їх вісь проєкціювалась паралельно з основним написом креслення.

Деталі на зразок кронштейнів, стійок, опор треба розташовувати відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб їх опорні базові поверхні займали горизонтальне, фронтальне або профільне положення.

Деталі на зразок важелів і вилок слід розташовувати так, щоб осі їх базових отворів проєкціювались на головному вигляді перпендикулярно або паралельно з основним написом. Корпусні деталі коробчастого типу прийнято розташовувати відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб їх основні базові опорні поверхні займали горизонтальне або (рідше) вертикальне положення.

На кресленнях вилитих виробів має бути вказана низка технічних вимог; на навчальному кресленні з усього переліку технічних вимог досить вказати розміри невиказаних ливарних радіусів, похилів і розмірів для довідок.

На рис. 17.1 подано навчальне креслення фланця. За основний вигляд взято фронтальний розріз, що дає досить повне уявлення про форму і розміри деталі. Крім цього, виконано вигляд зліва.

На рис. 17.2 подано навчальне креслення важеля. За головний вигляд взято також фронтальний розріз площиною, що проходить через осі бобишок важеля. Для виявлення форми і положення всіх поверхонь виконані вигляд зверху і переріз А-А через плече важеля. Габаритний розмір важеля є довідковим, оскільки являє собою суму вже заданих на кресленні розмірів — відстані між осями бобишок та їх радіусів.

На рис. 17.3 подано навчальне креслення кронштейна. Деталь розташована так, що її проєкція на фронтальну площину проєкцій (головний вигляд) дає досить повне уявлення про загальну форму деталі, а її опорна поверхня паралельна фронтальній площині проєкцій. На місці вигляду зліва розташований профільний розріз деталі, на якому добре виявлені профільний контур деталі і форма отворів під кріпильні гвинти.

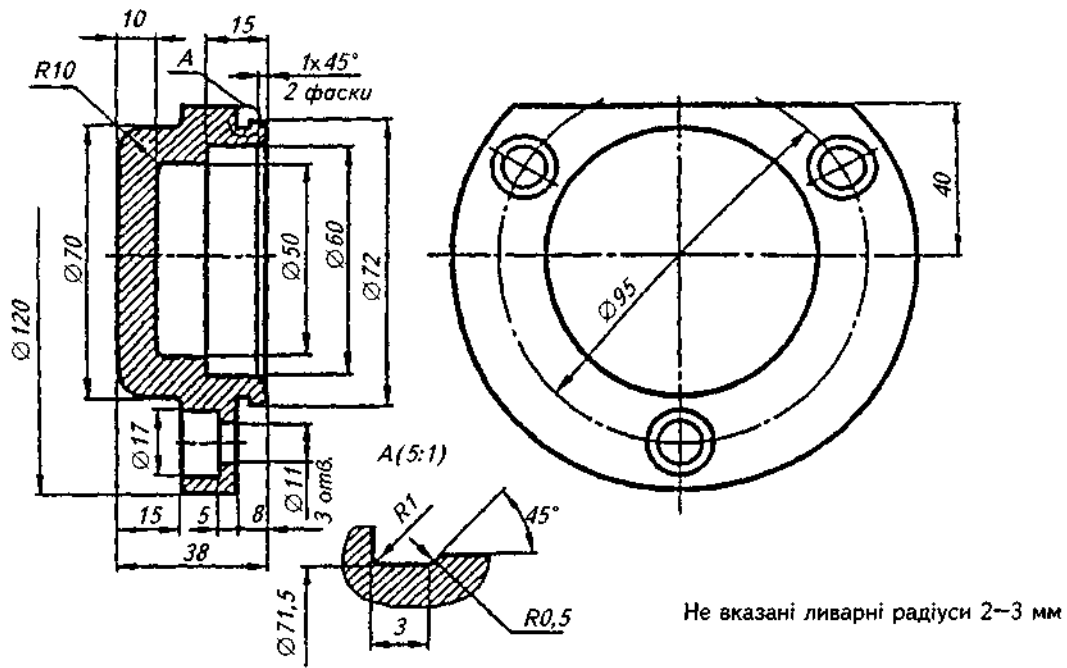
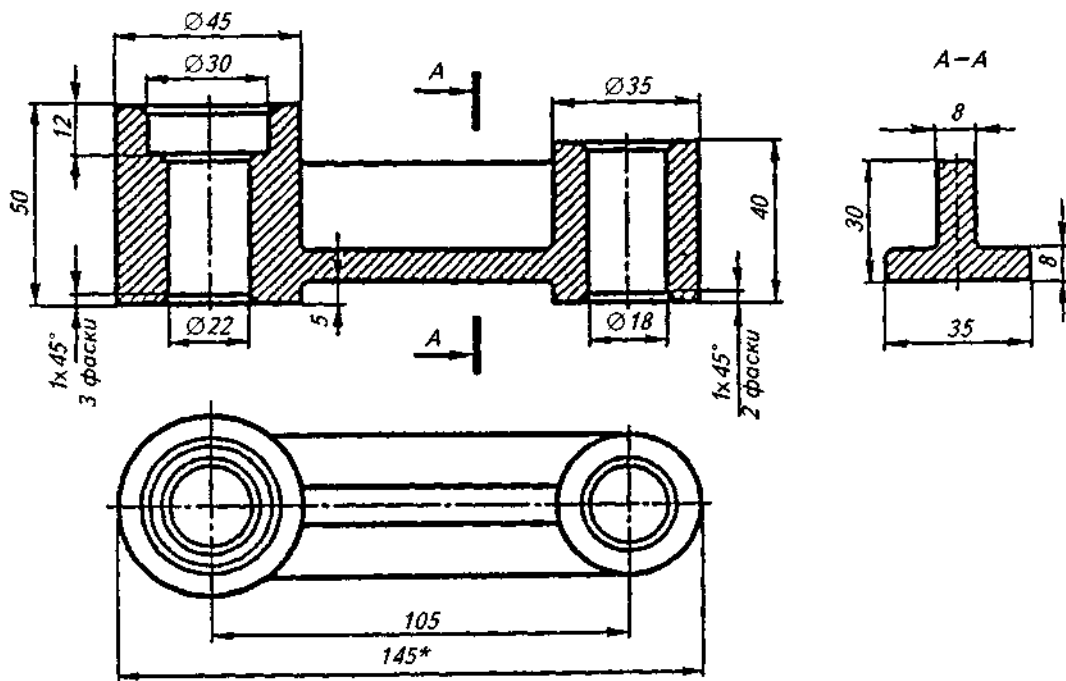


Рис. 17.1



1. Не вказані ливарні радіуси 2-3 мм
2. \* Розмір для довідок

Рис. 17.2

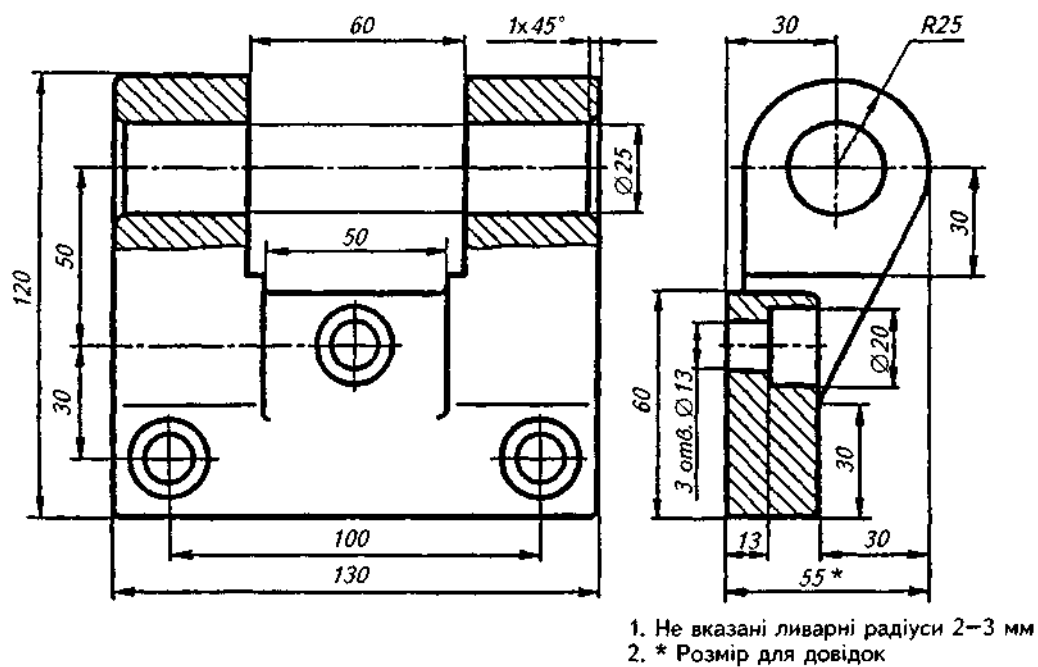


Рис. 17.3

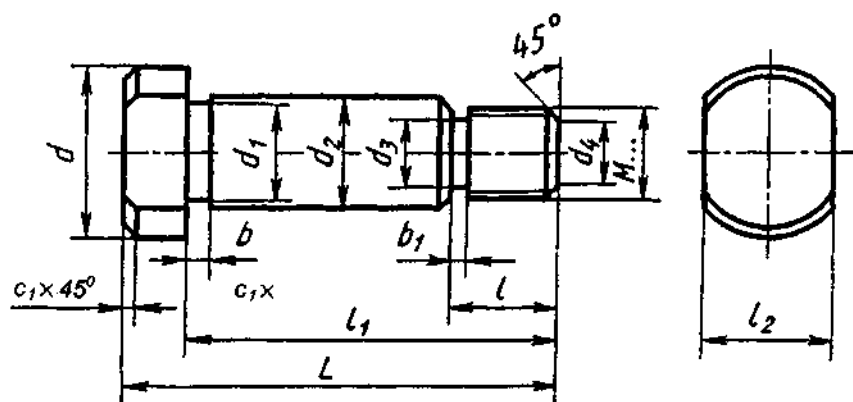


Рис. 17.4

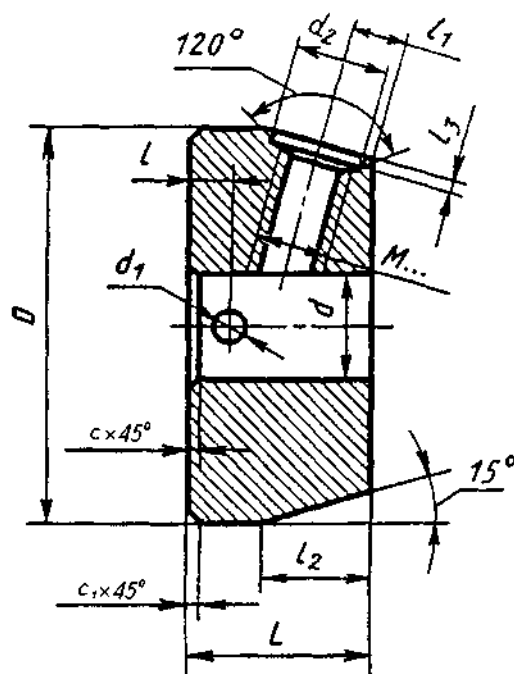


Рис. 17.5

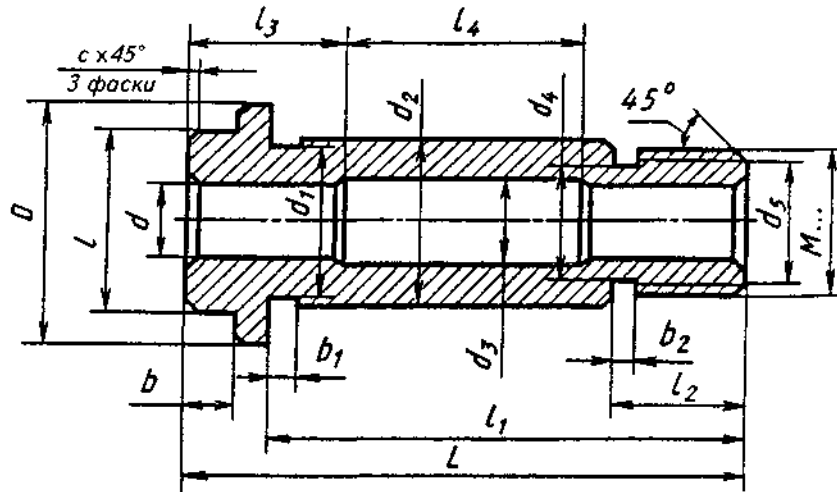


Рис. 17.6

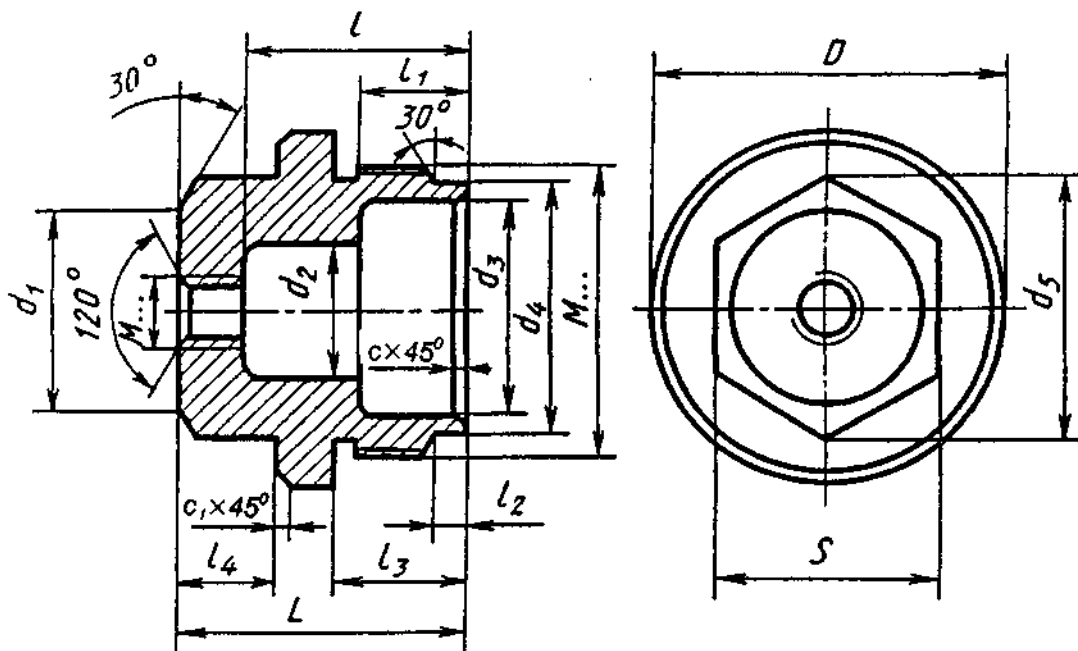


Рис. 17.7

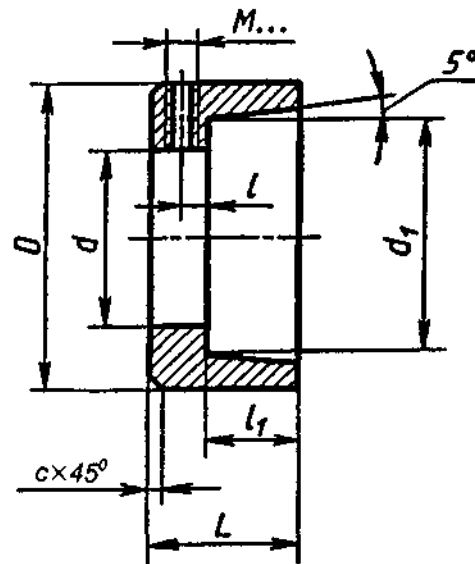


Рис. 17.8

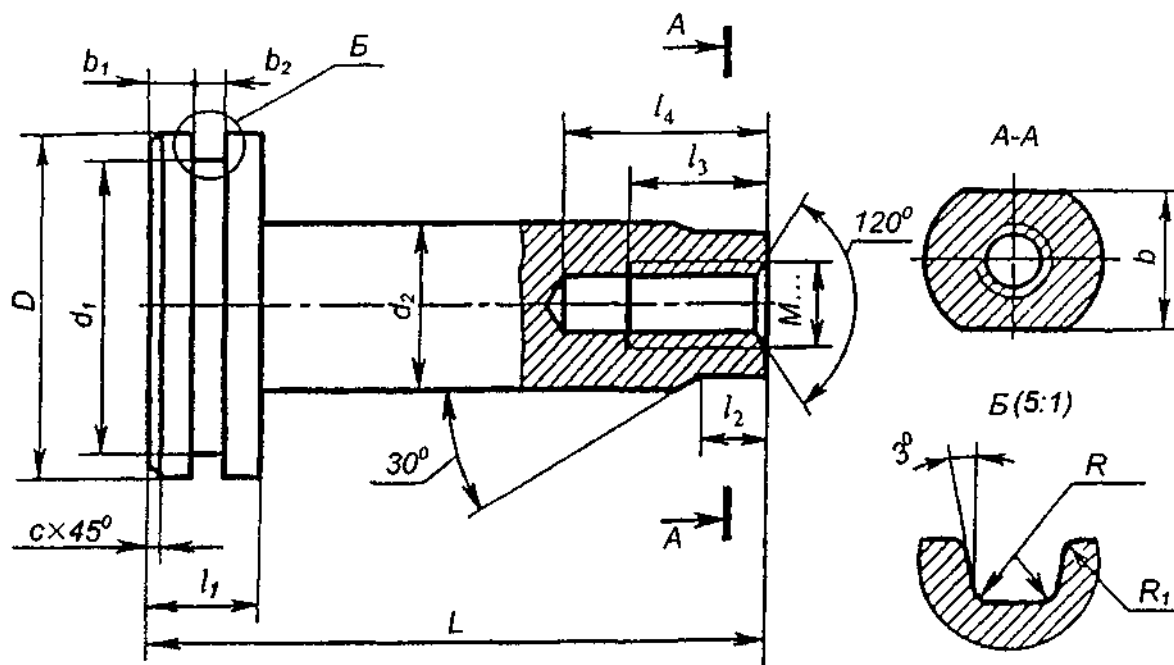


Рис. 17.9

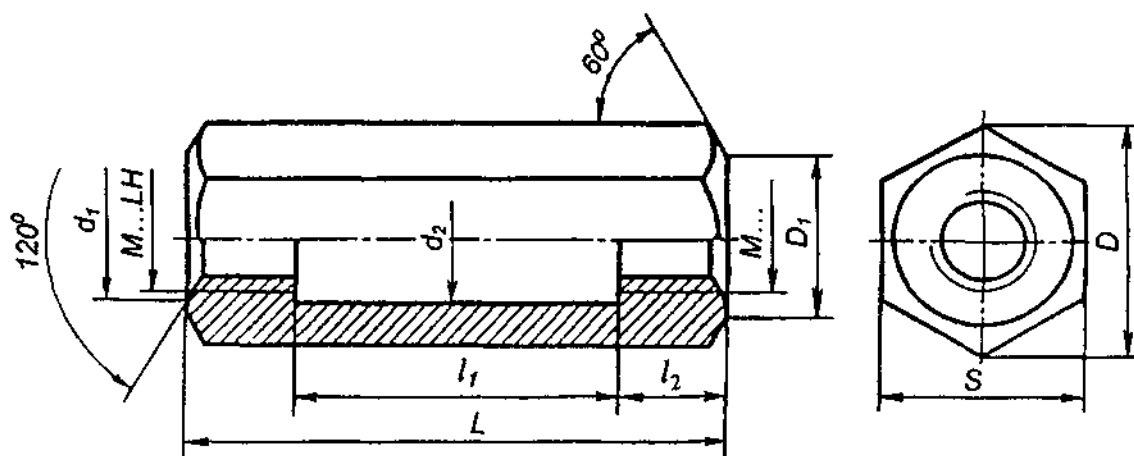


Рис. 17.10

Під час виготовлення деталей, обмежених переважно поверхнями обертання, основною технологічною операцією є обробка на токарних і аналогічних станках. У цьому випадку під час обробки деталі її вісь займає переважно горизонтальне положення. Для зручності користування кресленням під час виготовлення деталі головне зображення переважно розташовують на кресленні так, щоб вісь деталі була паралельна з основним написом креслення (рис. 17.4).

Бічні поверхні деталі, зображеної на рис. 17.5, є поверхнями обертання, про що свідчать умовні знаки, які визначають діаметр і конусність. У цих випадках головне зображення деталі дає повне уявлення про її форму, тому нема потреби в додаткових зобра-

женнях деталі, наприклад, виглядах зверху чи справа.

Деталі, обмежені поверхнями обертання різного діаметра, переважно розташовують на верстаті так, що поверхні з більшими діаметрами містяться лівіше від поверхонь з меншими діаметрами. Аналогічно розташовують на кресленні й головне зображення (див. рис. 17.4).

Головне зображення деталі, частково або повністю обмеженої поверхнею обертання, переважно розташовують так, щоб вершина конічної поверхні була праворуч (див. рис. 17.5).

Якщо деталь, крім зовнішніх поверхонь обертання, обмежена співвісними з ними внутрішніми поверхнями обертання, то за го-

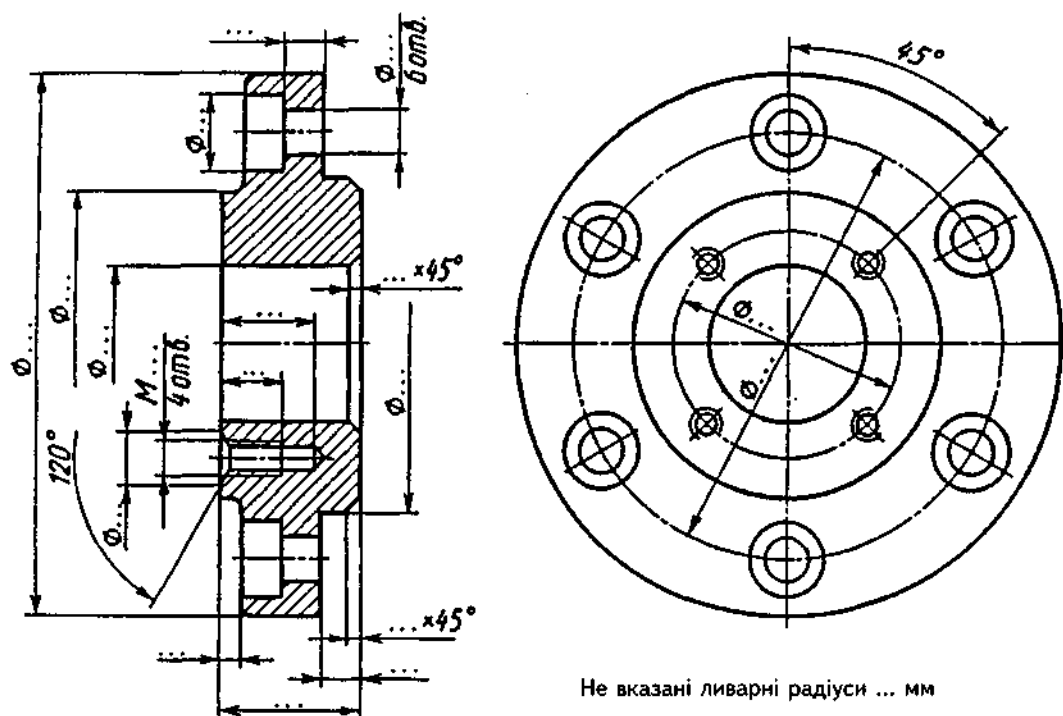


Рис. 17.11

ловний вигляд, звичайно, беруть фронтальний розріз (рис. 17.6), що дає більш повне уявлення про деталь та полегшує нанесення розмірів.

У випадках, коли деталь має ступінчастий отвір, головне зображення розташовують так, щоб ступені більшого діаметра розміщувались правіше від ступенів меншого діаметра (рис. 17.7).

Головне зображення деталі, що має отвір конічної форми, розташовують так, щоб вершина конічної поверхні була ліворуч (рис. 17.8).

За наявності в деталі глухих отворів або порожнин їх форму виявляють за допомогою місцевого розрізу (рис. 17.9).

Деталь, залежно від форми, може вимагати різного розташування на верстаті в процесі обробки. У такому випадку головне зображення за своїм розміщенням має відповідати тому положенню деталі, якому відповідає найбільший об'єм її обробки (див. рис. 17.9).

Якщо, крім поверхонь обертання, деталь обмежена іншими поверхнями, то креслення деталі має досить повно відтворювати форму і положення всіх її поверхонь. На кресленнях таких деталей можуть широко засто-

совуватись місцеві й додаткові вигляди, різноманітні розрізи та перерізи, а також виносні елементи.

Якщо креслення деталі має дати інформацію як про зовнішню її поверхню, так і про внутрішню, то цього можна досягти, поєднуючи частину вигляду і частину фронтального розрізу (рис. 17.10).

На рис. 17.11 показано приклад оформлення креслення фланця з отворами різної форми. Для виявлення форми отворів застосований фронтальний розріз, який у цьому випадку є головним зображенням. Розташування отворів зрозуміле з вигляду зліва.

### Запитання для самоперевірки

1. Які деталі вважаються оригінальними?
2. Назвіть декілька груп деталей, отриманих ливарним способом.
3. Як розташовується на кресленні вісь деталі, що являє собою тіло обертання?
4. Як розташовують на кресленні зображення деталі, що обмежена поверхнями обертання різного діаметра?
5. Як, зазвичай, розташовують відносно фронтальної площини проєкцій деталі на зразок кронштейнів, стійок, опор тощо?

## 18. КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СТАНДАРТНИМ ЗОБРАЖЕННЯМ

До стандартних переважно відносять деталі, для яких стандартами визначені форма й розміри зображення та нанесення розмірів. Типовими є кріпильні деталі. У техніці широко застосовують деталі, подібні за формою, але відмінні за розмірами. Для багатьох з них існують стандартні зображення. Ці ж стандарти визначають і нанесення розмірів на зображеннях деталей.

До деталей, зображення яких повністю регламентується стандартами, належать пружини.

До деталей, у яких стандартними є зображення основних елементів і нанесення на них розмірів, відносять зубчасті колеса, рейки, черв'яки, зірочки ланцюгових передач, шків.

### 18.1. Пружини

**Пружина** сприймає і віддає механічну енергію за рахунок використання сил пружності під час деформації.

Функції, виконувані пружинами, досить різноманітні. Їх застосовують у гальмах, фрикційних передачах, для акумулювання енергії з подальшим використанням пружини як двигуна (наприклад, годинникові), для амортизації ударів і вібрацій (ресори, буфери), для зворотних переміщень клапанів, кулачкових механізмів тощо.

Пружини поділяють на *гвинтові й негвинтові*. Гвинтові пружини за призначенням поділяють на пружини стискання, розтягання, кручення та згинання. За формою виконання гвинтові пружини поділяють на циліндричні, конічні, призматичні, параболоїдні та ін., а за формою поперечного перерізу дроту — на пружини з круглим і прямокутним перерізом витка. До негвинтових пружин належать спіральні, плоскі, тарілчасті тощо.

Пружини виготовляють з якісних вуглецевих сталей марок 65, 70, 60Г, 65Г (ГОСТ 1050–88), кременистих сталей 55С2, 60С2 (ГОСТ 4543–71), хромомарганцевих сталей 50ХГ, 50ХГА (ГОСТ 4543–71) та ін.

На кресленнях пружини зображують умовно за ГОСТ 2.401–68 (табл. 18.1):

1. Витки гвинтових пружин на вигляді або в розрізі зображують прямими лініями; на кресленнях пружин розтягання просвіту між витками не показують.

2. У пружинах із числом витків понад чотири креслять лише по 1–2 витки з кожного кінця, не враховуючи опорних. Замість інших витків креслять осьову лінію, що проходить через центри перерізів витків.

3. При товщині витків 2 мм і менше пружини зображують схематично, показуючи витки лініями завтовшки 0,5–1,5 мм.

4. Кінцеві витки гвинтових пружин зображують непідтиснутими і шліфованими з кожного кінця на 3/4 опорної поверхні, щоб утворити площини обпирання пружини. Ці кінцеві витки не несуть навантаження, і в обчисленнях їх не враховують, тобто число робочих витків беруть на 1,5–2 меншим за повне число витків. Пружини розтягання і кручення мають спеціальні зачіпки для кріплення в механізмі.

Гвинтові пружини на кресленнях розміщують горизонтально. Пружини стискання, як звичайно, виконують в одному зображенні (рис. 18.1), а пружини розтягання і кручення — у двох (рис. 18.2). Пружину креслять лише з правим напрямом навівання, а справжній напрям вказують у технічних вимогах.

На кресленні пружини (див. рис. 18.1, 18.2) викреслюють діаграму механічної характеристики, де вказують залежність між осьовим зусиллям ( $P_1, P_2, P_3$ ) і осьовою деформацією ( $H_1, H_2, H_3$ ) пружини (рис. 18.3):

$P_1$  — сила пружини при попередній деформації;

$P_2$  — сила пружини при робочій деформації (відповідає найбільшому примусовому переміщенню рухомої ланки в механізмі);

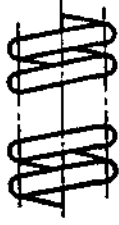
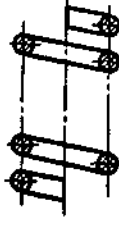
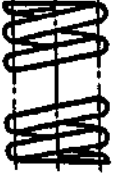
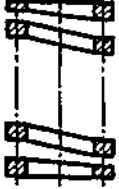
$P_3$  — сила пружини при максимальній деформації (найбільше випробувальне навантаження);

$H_1$  — висота пружини при попередній деформації (визначає габаритні розміри вузла пружини стискання);

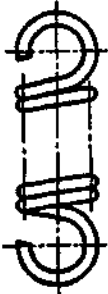
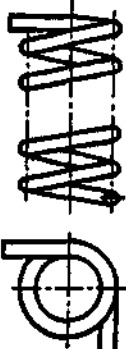
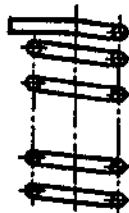
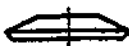
$H_2$  — висота пружини при робочій деформації (визначає габаритні розміри вузла пружини розтягання, без урахування зачіпок);

Таблиця 18.1

## Умовні зображення пружин

| Пружини                                                                                                                                       | Умовні зображення                                                                   |                                                                                       |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                               | на вигляді                                                                          | у розрізі                                                                             | з товщиною перерізу на кресленні 2 мм і менше                                         |
| 1                                                                                                                                             | 2                                                                                   | 3                                                                                     | 4                                                                                     |
| Пружина стискання з дроту круглого перерізу з непідтиснутими нешліфованими крайніми витками                                                   |    |    |    |
| Пружина стискання з підтиснутими по 3/4 витка з кожного кінця і шліфованими на 3/4 кола опорними поверхнями                                   |   |   |    |
| Пружина стискання з підтиснутими по одному витку з кожного кінця і шліфованими на 3/4 кола опорними поверхнями                                |  |  |  |
| Пружина стискання з прямокутним перерізом витка з підтиснутими по 3/4 витка з кожного кінця і шліфованими на 3/4 кола опорними поверхнями     |  |  |  |
| Пружина стискання конічна з дроту круглого перерізу з підтиснутими по 3/4 витка з кожного кінця і шліфованими на 3/4 кола опорними поверхнями |  |  |  |
| Пружина стискання конічна (телескопічна) із заготовки прямокутного перерізу зі шліфованими на 3/4 кола опорними поверхнями                    |  |  |  |

Продовження табл. 18.1

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                                                                                   | 3                                                                                     | 4                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Пружина розтягання з дроту круглого перерізу з зачіпками, відкритими з одного боку й розташованими в одній площині</p> <p>Пружина розтягання з дроту круглого перерізу з зачіпками, відкритими з протилежних боків і розташованими в одній площині</p> <p>Пружина розтягання з дроту круглого перерізу з зачіпками, розташованими під кутом <math>90^\circ</math></p> <p>Пружина кручення з дроту круглого перерізу з прямими кінцями, розташованими під кутом <math>90^\circ</math></p> <p>Пружина кручення з прямими кінцями, розташованими вздовж осі пружини</p> <p>Пружина тарілчаста з похилими краями</p> |    |    |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |    |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |

Закінчення табл. 18.1

| 1                                                                     | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| Пружина спіральна плоска з відігнутими зачіпками                      |   |   |   |
| Пружина тарілчаста з прямими краями                                   |   |   |   |
| Пакет із зустрічним розташуванням тарілчастих пружин                  |   |   |   |
| Пакет із розташуванням тарілчастих пружин в один бік                  |   |   |   |
| Пружина згинання пластинчаста                                         |   |   |   |
| Пружина згинання пластинчаста багат шарова (ресора), стягнута хомутом |   |   |   |

$H_3$  — висота пружини при максимальній деформації.

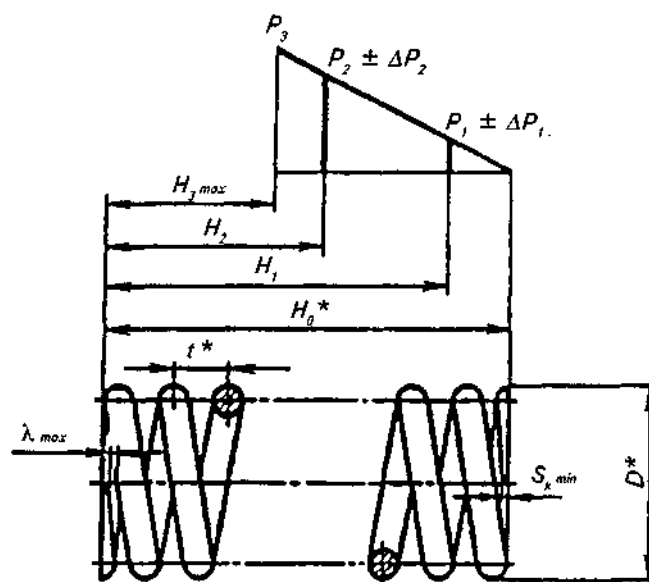
Для утворення опорних витків підтискають або весь виток (рис. 18.4, а, б), або 3/4 витка (рис. 18.4, в).

Під кресленням пружини вміщують технічні вимоги на виготовлення і контроль. Зміст і розташування пунктів цих вимог подано в ГОСТ 2.401-68. На навчальних кресленнях рекомендується показувати такі дані: а) на-

прям навивання пружини; б) число  $n$  робочих витків; в) повне число  $n_1$  витків; г) діаметр контрольного стрижня  $D_0$  або контрольної гільзи  $D_1$ ; д) розміри і параметри для довідок.

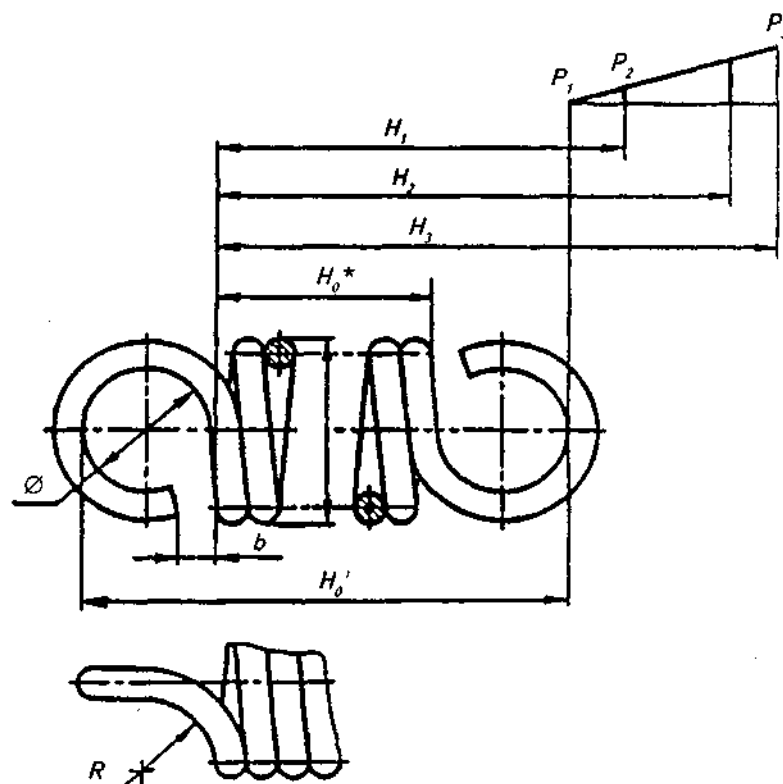
Параметри  $n_1$ ,  $H_0$  і  $\lambda$  для викреслювання креслення пружини (див. рис. 18.1) визначають за спрощеним розрахунком. Вихідними даними при цьому слугують:

$d$  — діаметр дроту;



1. Напряг навивання пружини...
2.  $n = \dots$
3.  $n_1 = \dots$
4.  $D_c = \dots$  мм
5. \* Розміри для довідок

Рис. 18.1



1. Напряг навивання пружини...
2.  $n = \dots$
3. \* Розміри для довідок

Рис. 18.2

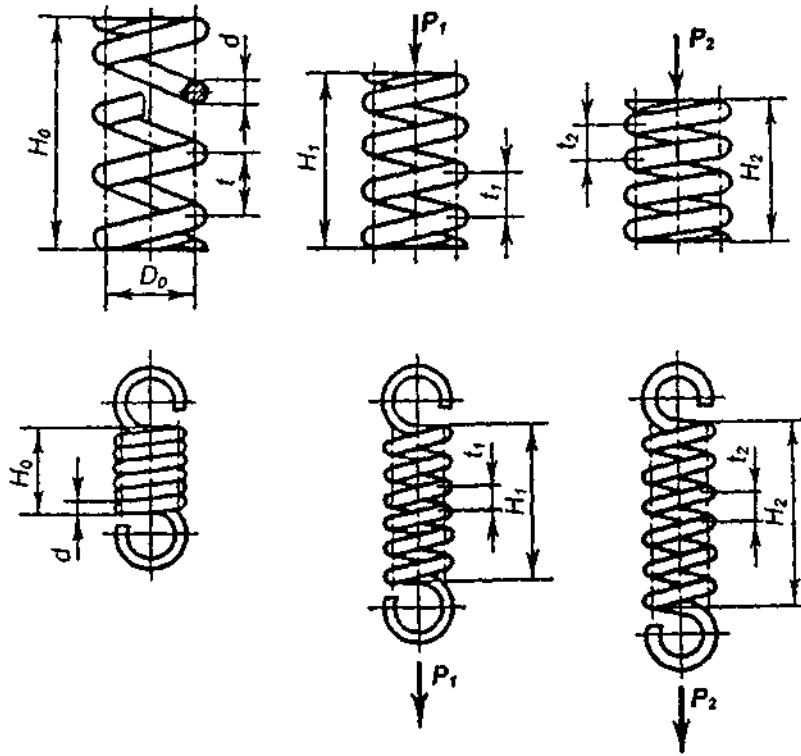


Рис. 18.3

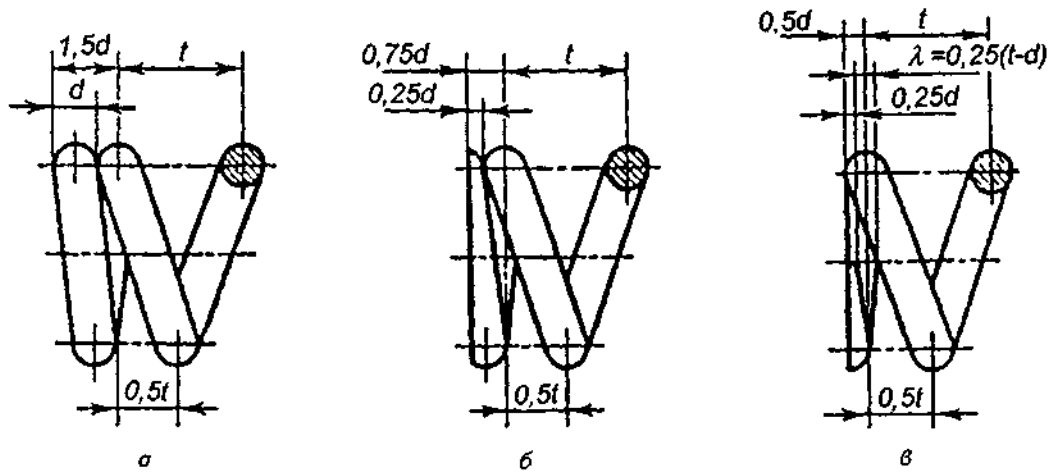


Рис. 18.4

$D$  — зовнішній діаметр;

$t$  — крок пружини у вільному стані;

$n$  — число робочих витків.

За цими даними знаходять:

$n_1$  — повне число витків:  $n_1 = n + 1,5$ , якщо крайні витки підігнуті й шліфовані на  $0,75$  дуги кола (знайдене число витків заокруглюють до  $0,5$  витка);

$H_0$  — довжину витка у вільному стані,  $H_0 = tn + 0,75d$ ;  $\lambda = 0,25(t-d)$ .

Для виконання креслення пружини розтягання (див. рис. 18.2) потрібні такі параметри:

$H_0$  — довжина пружини у вільному стані;

$H'_0$  — відстань між зачіпками пружини у вільному стані;

$D$  — зовнішній діаметр пружини або  $D_1$  — внутрішній діаметр пружини, який дорівнює внутрішньому діаметру зачіпок;

$R$  — радіус згинання зачіпок  $= 0,5 D_1$ ;  
 $b = 1/3 D_1$ .

## 18.2. Деталі з елементами зубчастих зачеплень

До цієї групи належать деталі зубчастих, черв'ячних, ланцюгових та інших передач, які мають робочі елементи зачеплення у вигляді зубів різноманітного профілю і розмірів (зубчасті колеса і рейки, черв'яки і черв'ячні колеса, зірочки ланцюгових передач і т.ін.).

Зубчасті передачі застосовують для передавання обертального руху з одного вала на інший або для перетворення обертального руху на поступальний.

Зубчасті передачі класифікуються:

1. За взаємним розташуванням осей коліс: циліндричні (осі паралельні між собою) (рис. 18.5); конічні — осі яких перетинаються (рис. 18.6); черв'ячні — осі валів яких є мимобіжними (рис. 18.7).

2. За розташуванням зубів відносно твірної коліс: прямозубі (рис. 18.8, а, г), косозубі (рис. 18.8, б) і шевронні (рис. 18.8, в).

3. За взаємним розташуванням коліс: із зовнішнім (рис. 18.8, а–в) та внутрішнім зачепленням (рис. 18.8, г).

4. За конструктивним оформленням: закриті й відкриті.

5. За коловою швидкістю: тихохідні, середньохідні та швидкохідні.

Для перетворення обертального руху на поступальний і поступального на обертальний застосовуються рейкові передачі (рис. 18.9).

Креслення деталей цієї групи характерні умовними зображеннями елементів зачеплення (зубів і витків), які виконуються згідно з ГОСТ 2.402–68. Для виконання навчального креслення такої деталі треба мати хоча б елементарне уявлення про основні геометричні параметри елементів зачеплення.

На рис. 18.10 показана частина вінця циліндричного зубчастого колеса з прямими зубами і вказані деякі елементи зубчастого вінця.



Рис. 18.5

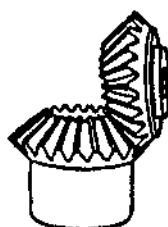


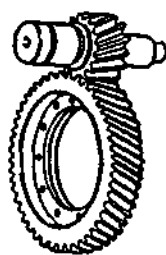
Рис. 18.6



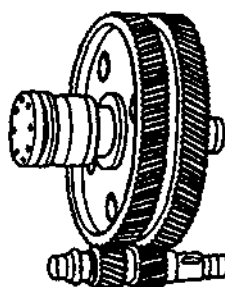
Рис. 18.7



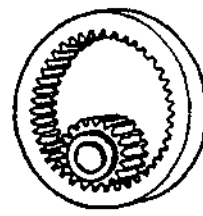
а



б



г



д

Рис. 18.8

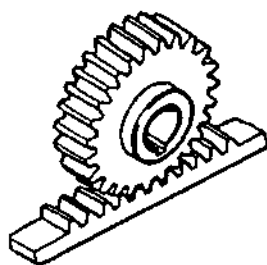


Рис. 18.9

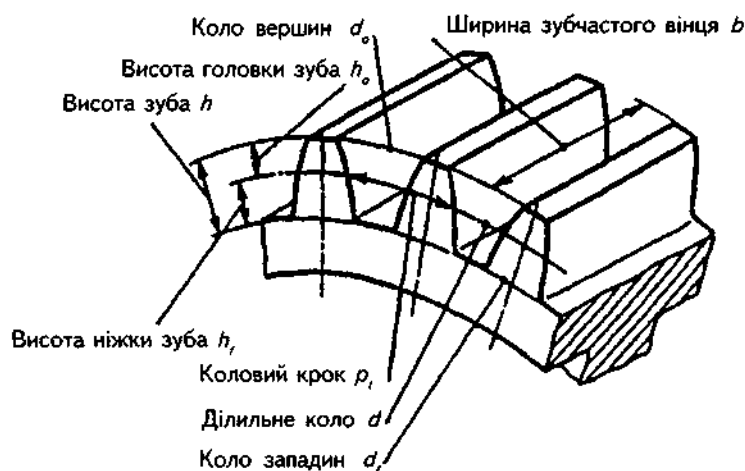


Рис. 18.10

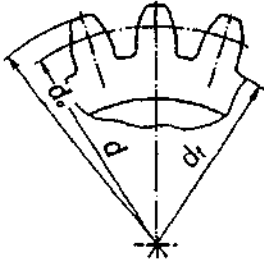


Рис. 18.11

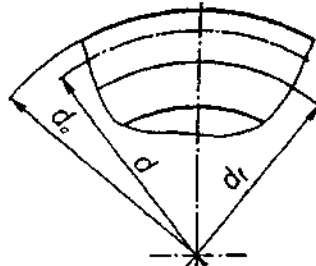


Рис. 18.12

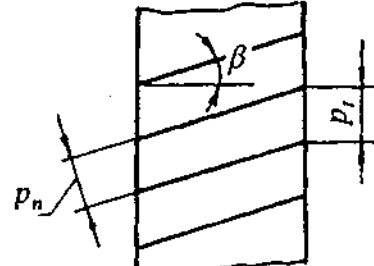


Рис. 18.13

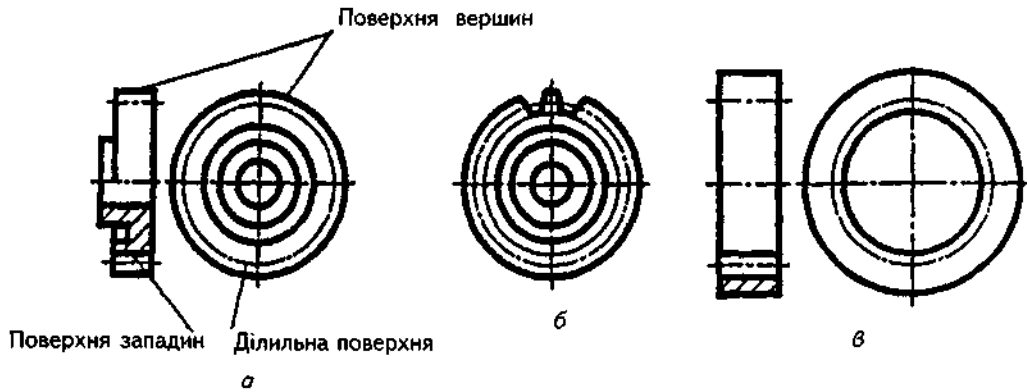


Рис. 18.14

На рис. 18.11 і 18.12 показані відповідно проекція та умовне зображення цієї частини зубчастого вінця згідно з ГОСТ 2.402-68.

Усі елементи зубчастих зачеплень стандартизовані.

Основним елементом зубчастого колеса є зуби.

Зуби — це виступи на колесі, які передають рух через взаємодію з відповідними виступами іншого колеса.

Ділильним кроком  $p$  називають відстань між однойменними профілями суміжних зубів, виміряну по дузі ділильного кола. Помноживши крок  $p$  на число  $z$  зубів колеса, отримаємо довжину ділильного кола:  $\pi d = pz$ , звідки  $d = pz/\pi$ .

Лінійну величину, яка у  $\pi$  разів менша за величину ділильного кроку, називають ділильним модулем  $m$ , тобто  $m = p/\pi$ . Далі цю величину позначатимемо  $m$  і називатимемо модулем, маючи на увазі, що йдеться про ділильний модуль. Отже, діаметр ділильного кола залежно від модуля визначається за формулою  $d = mz$ .

Наведемо вибіркові модулі за ГОСТ 9563-60: 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20.

Здебільшого висота головки зуба дорівнює величині модуля  $m$ , а висота ніжки зуба становить  $1,25m$ . Тоді повна висота зуба дорівнює  $h = m + 1,25m = 2,25m$ .

Діаметр кола вершин  $d_o$  і діаметр кола западин  $d_f$  можна знайти за формулами:

$$d_o = d + 2m = mz + 2m = m(z + 2);$$

$$d_f = d - 2,5m = mz - 2,5m = m(z - 2,5).$$

Відповідно до цих даних визначають потрібні розміри й викреслюють кола та твірні вершин зубів, западин, а також ділильні поверхні.

Для циліндричних зубчастих коліс із косими зубами, крім колового ділильного кроку  $p_t$ , існує поняття нормального ділильного кроку  $p_n$  (рис. 18.13) й відповідно до цього — поняття нормального ділильного модуля  $m_n$  — величини, яка у  $\pi$  разів менша від кроку  $p_n$ .

Діаметр ділильного кола для зубчастих коліс з косими зубами обчислюють за формулою

$$d = \frac{m_n z}{\cos \beta}.$$

Умовне зображення циліндричних зубчастих коліс виконують за ГОСТ 2.402-68:

1. Коло і твірні поверхні вершин зубів показують суцільною основною лінією на всіх зображеннях (рис. 18.14, а-в).

2. Коло і твірні поверхні западин зубів у розрізах і перерізах показують суцільною основною лінією (рис. 18.14, а, в). На виглядах їх дозволяється показувати суцільною тонкою лінією (див. рис. 18.12, 18.14, б).

3. Ділильне коло і твірні поверхні ділильного циліндра зображають тонкою штрихпунктирною лінією на всіх виглядах і розрізах колеса (див. рис. 18.12, 18.14).

4. Зуби зубчастих коліс креслять в осьових розрізах (рис. 18.14); на інших зобра-

женнях показують лише поверхню їх вершин. Коли треба показати профіль зуба, рекомендується накреслити його у вигляді виносного елемента або показати на обмеженій ділянці деталі (рис. 18.14, б).

5. Напрямок зубів (у разі потреби) показують трьома тонкими паралельними лініями відповідного нахилу поблизу осі колеса.

На рис. 18.15 подано навчальне креслення циліндричного зубчастого колеса з прямими зубами. Головним зображенням колеса є фронтальний розріз деталі, а на вигляді зліва для спрощення зображення показаний лише контур отвору зі шпонковим пазом і розмірами для обробки цього паза. Таке розміщення зображень зубчастого колеса є звичайним і загальноприйнятим при виконанні креслень зубчастих коліс. В таблиці параметрів вказані лише модуль і число зубів зубчастого вінця.

У загальному випадку у верхньому правому куті креслення поміщують таблицю параметрів, яка поділена на три частини, відокремлені одна від одної основними суцільними лініями (рис. 18.16). Верхня частина містить основні дані щодо виготовлення колеса; друга — щодо контролю виробу, а третя — довідкові матеріали. Розглянемо правила заповнення позицій таблиці параметрів (рис. 18.16).

**Позиція (1).** Для коліс із прямими зубами показують величину модуля  $m$  ( $m_f$ ), а для косозубих — нормальний модуль  $m_n$  або торцевий  $m_t$ .

**Позиція (2).** Записують число зубів  $z$ .

**Позиція (3).** Для косозубих і шевронних коліс показують значення кута  $\beta$  нахилу лінії зубів.

**Позиція (4).** Написом "Правий" чи "Лівий" показують напрям лінії косоного зуба, а для шевронних коліс роблять напис "Шевронне".

**Позиція (5).** Показують параметри вихідного контуру. Якщо контур стандартний, то лише посилаються на номер стандарту: ГОСТ 13755-68 або ГОСТ 9587-68 для дрібно-модульних зубів.

**Позиція (6).** Наводять коефіцієнт зміщення вихідного контуру з відповідним знаком. Якщо зміщення немає, проставляють "0".

**Позиція (7).** Записують ступінь точності і вид спряження зубчастого колеса за ГОСТ 1643-72.

У другій частині таблиці параметрів — у позиції (8) — наводять дані для контролю взаємного розміщення зубів.

У третій частині таблиці параметрів указують:

**Позиція (9).** Діаметр ділительного кола  $d$ .

**Позиція (10).** Позначення креслення спряженого зубчастого колеса.

На навчальних кресленнях у таблиці параметрів переважно вказують модуль, число зубів, кут нахилу зубів та їх напрям (вказується для косозубих коліс), нормальний вихідний контур (ГОСТ 13755-81), коефіцієнт зміщення, діаметр ділительного кола.

Два зубчасті колеса, які перебувають у зачепленні, утворюють циліндричну зубчасту передачу. Менше колесо, яке звичайно є ведучим, називають шестірнею, більше — зубчастим колесом. Обидва колеса мають мати однаковий модуль і однакові геометричні розміри зубів. Кожна передача характеризується певним передавальним числом  $u$ :

$$u = z_2/z_1 = d_2/d_1.$$

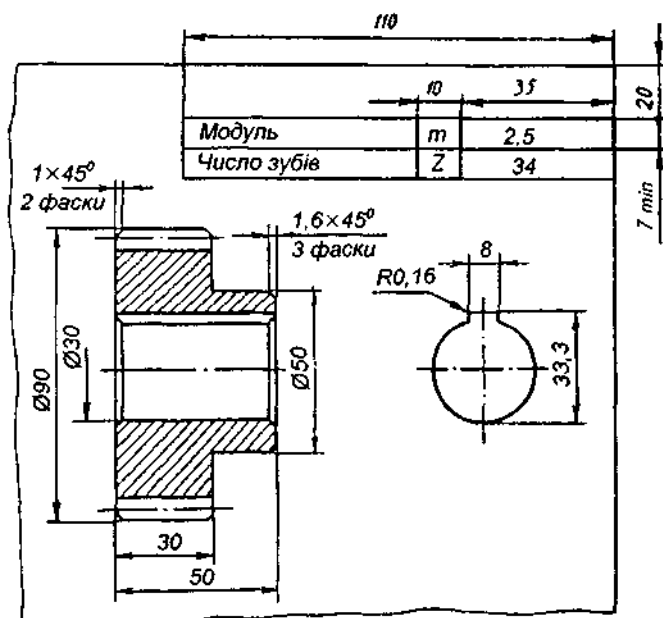


Рис. 18.15

|       |                                                                    |         |      |
|-------|--------------------------------------------------------------------|---------|------|
| 20    |                                                                    |         |      |
| 7 min | Модуль                                                             | $m$     | (1)  |
|       | Число зубів                                                        | $z$     | (2)  |
|       | Кут нахилу зубів                                                   | $\beta$ | (3)  |
|       | Напрямок зубів                                                     | —       | (4)  |
|       | Нормальний вихідний контур                                         | —       | (5)  |
|       | Коефіцієнт зміщення                                                | $x$     | (6)  |
|       | Ступінь точності                                                   | —       | (7)  |
|       | Дані для контролю взаємного розміщення різноіменних профілів зубів | $m$     | (8)  |
|       | Діаметр ділительного кола                                          | $d$     | (9)  |
|       | Інші довідкові дані                                                | —       | (10) |
| 110   |                                                                    |         |      |

Рис. 18.16

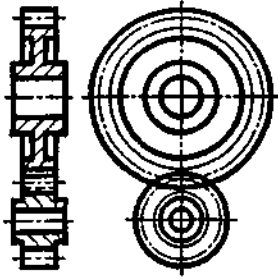


Рис. 18.17

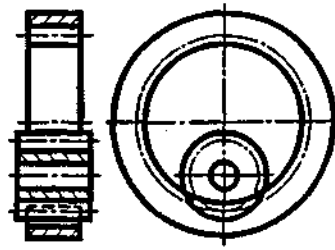


Рис. 18.18

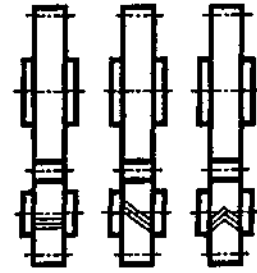


Рис. 18.19

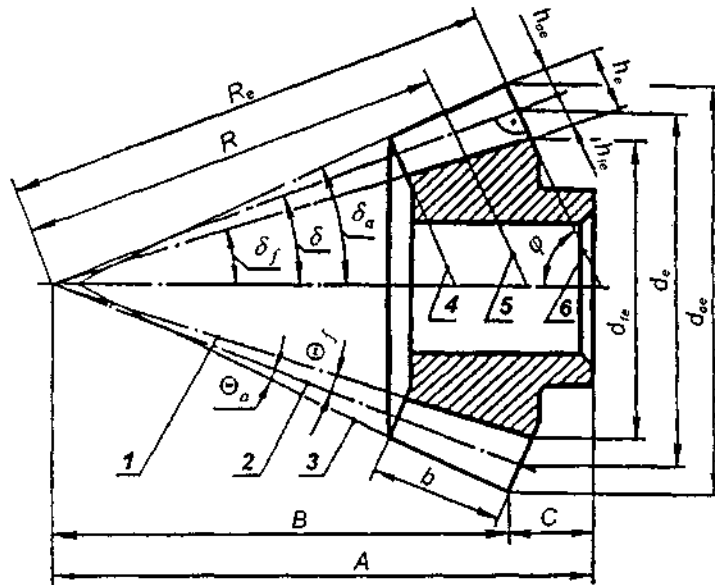


Рис. 18.20

На рис. 18.17 подано зовнішнє, а на рис. 18.18 — внутрішнє зачеплення циліндричними зубчастими колесами. При потребі тип зачеплення і напрям зубів показують так, як на рис. 18.19.

Виконуючи креслення зубчастої передачі (див. рис. 18.17, 18.18), слід мати на увазі таке:

1. Циліндричну передачу креслять у двох зображеннях: поздовжньому фронтальному розрізі на місці вигляду спереду й у вигляді зліва.

2. Ділильні кола ведучого і веденого коліс у зачепленні дотикаються одне до одного на лінії, що з'єднує центри коліс.

3. У зоні зачеплення кола поверхонь вершин для обох коліс показують суцільними основними лініями.

4. Кола поверхонь вершин і западин коліс не дотикаються, й у зоні зачеплення утворюється радіальний зазор, що дорівнює  $0,25m$ .

5. На головному зображенні в розрізі зуб ведучого колеса показують розміщеним перед зубом веденого колеса, а тому твірну кола вершин меншого колеса наводять суцільною лінією, а твірну кола вершин більшого — штриховою.

Конічне колесо характеризують ділильний конус 2 (рис. 18.20), конус вершин 3 і конус западин 1, які є відповідно ділильною поверхнею, поверхнею вершин зубів і поверхнею їх западин. Кути між віссю і твірними відповідних конусів позначають так:  $\delta$  — кут ділильного конуса,  $\delta_a$  — кут конуса вершин і  $\delta_f$  — кут конуса западин. При проектуванні визначають також кути головки зуба  $\theta_a$  (кут між твірними ділильного конуса і конуса вершин) і кут ніжки зуба  $\theta_f$  (кут між твірними ділильного конуса і конуса западин). Як бачимо з рисунка,  $\delta_a = \delta + \theta_a$ ;  $\delta_f = \delta - \theta_f$ .

Зубчастий вінець конічного колеса обмежений з торців двома додатковими конусами, один з яких називається зовнішнім (6), а другий — внутрішнім (4). Крім цього, виділяють середній додатковий конус 5 (див. рис. 18.20). Твірні додаткових конусів перпендикулярні до твірних ділильного конуса, тобто кут додаткового конуса  $\varphi = 90^\circ - \delta$ .

Крок, модуль і висота зубів конічних коліс змінні й збільшуються в напрямку від вершини ділильного конуса до його основи.

На рис. 18.21 подано приклад виконання навчального креслення конічного зубчастого колеса з прямими зубами. Згідно з ГОСТ

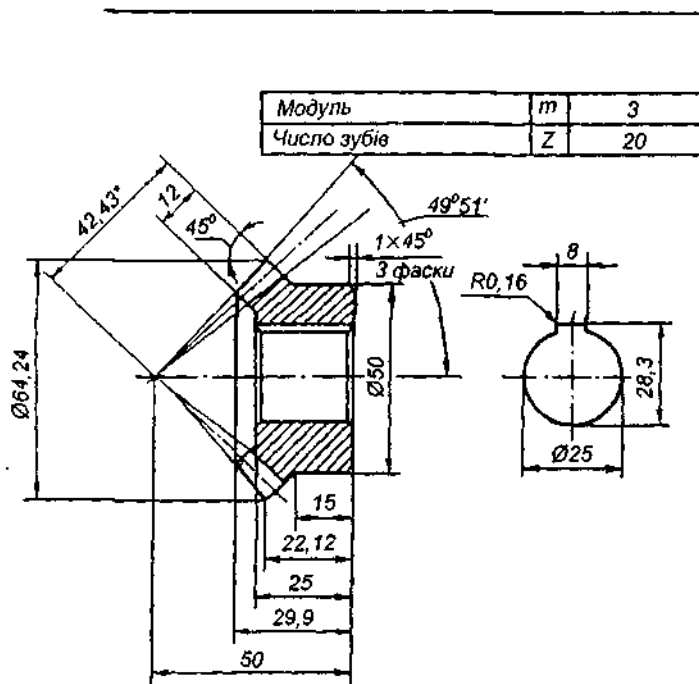


Рис. 18.21

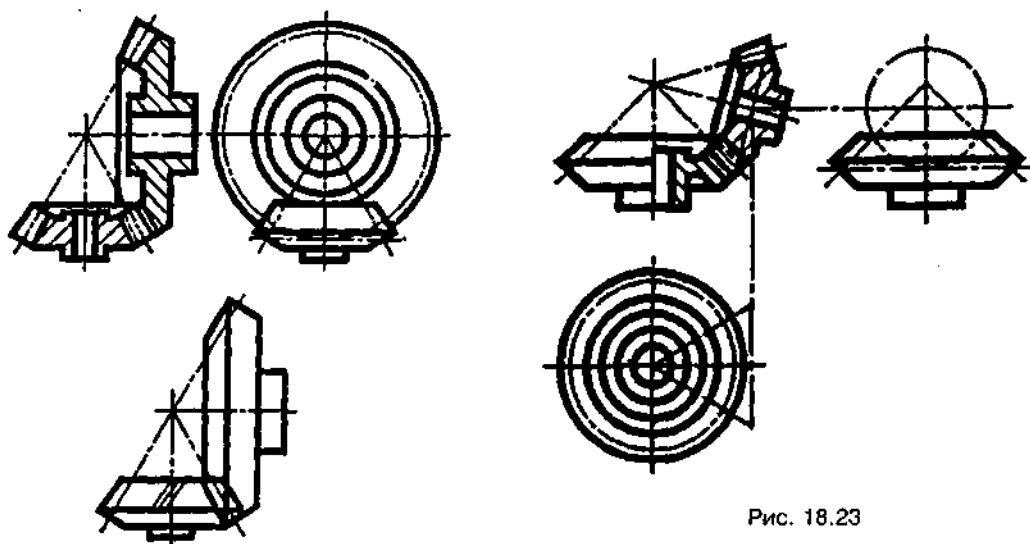


Рис. 18.23

Рис. 18.22

2.405–68 на зображенні конічного колеса вказують низку розмірів, обчислення яких може бути ускладнене. Для навчального креслення можна обмежитись нанесенням приблизних числових значень цих розмірів (отриманих унаслідок акуратних геометричних побудов). У таблиці параметрів навчального креслення конічного зубчастого колеса можна вказати лише значення модуля і числа зубів.

Умовне зображення на кресленні конічних коліс роблять за тими ж самими правилами, що й циліндричних коліс (ГОСТ 2.402–68) (див. рис. 18.20, 18.21).

На рис. 18.22 подано умовне зображення зовнішнього зачеплення конічними зубчастими колесами з перетином осей під пря-

мим кутом, а на рис. 18.23 — з перетином осей під кутом, відмінним від прямого.

Черв'ячну передачу застосовують для передавання руху з постійним передавальним числом між валами, осі яких перехрещуються (див. рис. 18.7). Вона складається з черв'яка і черв'ячного колеса. Ведучим елементом є, звичайно, черв'як, тобто передачу використовують для зниження кутової швидкості.

Черв'як — це шестірня черв'ячної передачі.

Поверхня витків черв'яка є гвинтовою (гелікоїдною) з віссю, що збігається з віссю черв'яка. За числом заходів гвинтової лінії черв'яки поділяють на одно-, дво- та багато-

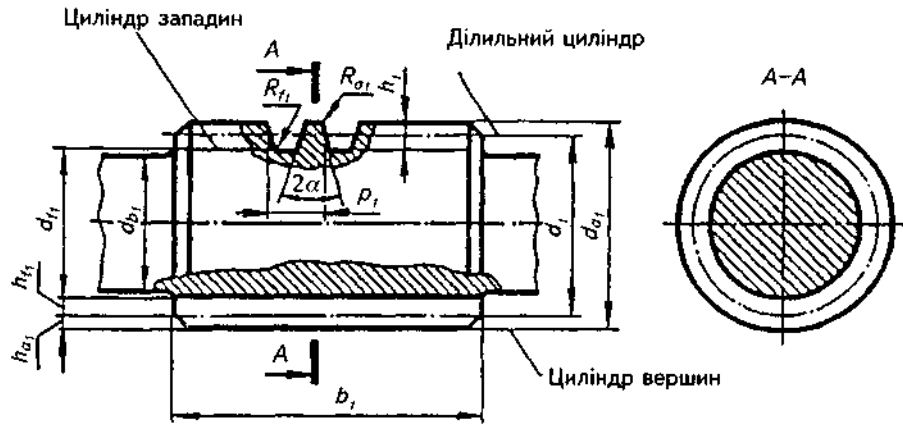


Рис. 18.24

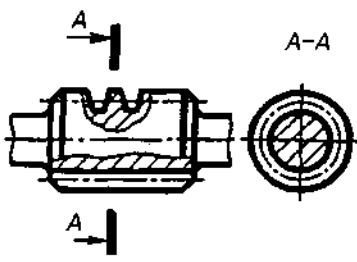


Рис. 18.25

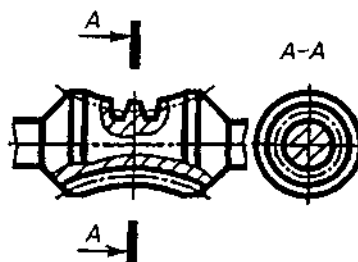


Рис. 18.26

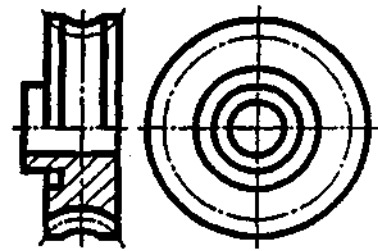


Рис. 18.27

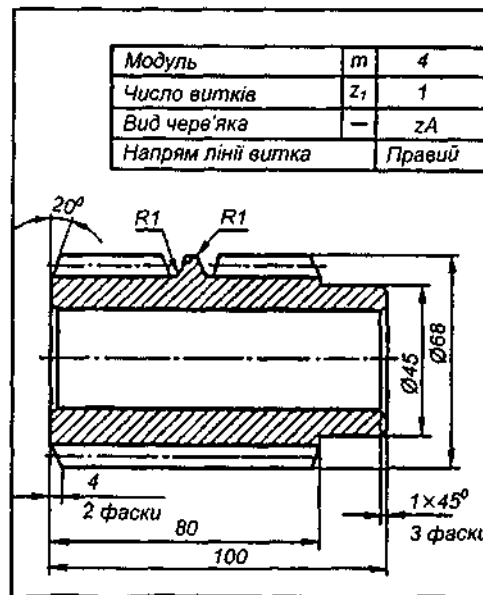


Рис. 18.28

західні. За напрямом гвинтової лінії черв'яки бувають право- і лівозахідні. За характером поверхні, на якій вони нарізані, черв'яки поділяють на циліндричні та глобоїдні. За профілем гвинтової поверхні черв'яки поділяють на архімедові (ZA), евольвентні (ZI), конволютні (ZN), нелінійчасті (ZK). Найпоширеніші архімедові черв'яки в осьовому поперічному перерізі мають прямолінійний профіль витків (рис. 18.24), а в поперечному

перерізі профіль витків у них окреслено за архімедовою спіраллю.

Співвісна циліндрична поверхня, що є базовою для визначення елементів черв'яка і для відліку їх розмірів, називається ділільним циліндром (рис. 18.24).

Діаметр ділільного циліндра позначають  $d_1$  (елементам черв'яка надають індекс "1", а елементам колеса — індекс "2"). Діаметр ділільного циліндра або ділільного кола

$d_1 = qm$ , де  $q$  — коефіцієнт діаметра черв'яка. Величину  $q$  знаходять залежно від модуля.

Крок черв'яка  $p_1$  — це відстань між однаковими (правими або лівими) профільними поверхнями суміжних витків, виміряна по твірній діляльного циліндра. Модуль  $m$  — лінійна величина, яка в  $\pi$  разів менша за величину кроку черв'яка, тобто  $m = p_1/\pi$ . Для багатозахідних черв'яків, крім поняття крок, існує поняття хід. Хід черв'яка  $p_{z_1}$  — відстань по поверхні діляльного циліндра між двома положеннями точки гвинтової лінії, що відповідає одному повному оберту черв'яка навколо осі;  $p_{z_1} = p_1 z_1$ , де  $z_1$  — число витків черв'яка.

Стандартний кут профілю витка в осьовому перерізі для архімедових черв'яків дорівнює  $20^\circ$  ( $\alpha = 20^\circ$ ).

На рис. 18.25 подано умовне зображення циліндричного черв'яка, на рис. 18.26 — глобоїдного черв'яка, на рис. 18.27 — черв'ячного колеса.

На рис. 18.28 подано навчальне креслення циліндричного черв'яка. На зображенні деталі вказані діаметр вершин витка, довжина нарізаної частини черв'яка, розміри фасок, що визначають контур нарізаної частини черв'яка, радіус перехідної кривої витка і радіус кривини лінії притуплення витка. В таблиці параметрів наведені модуль, число витків, вид черв'яка (архімедовий) і напрям лінії витка.

Умовне зображення черв'ячної передачі з циліндричним черв'яком подано на рис. 18.29, а з глобоїдним черв'яком — на рис. 18.30.

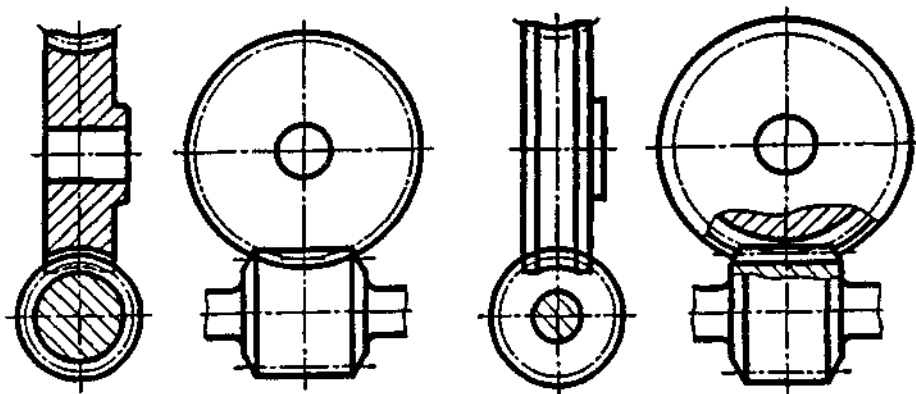


Рис. 18.29

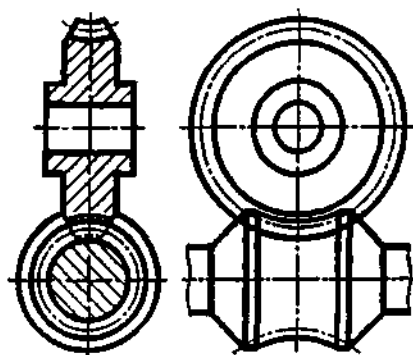


Рис. 18.30

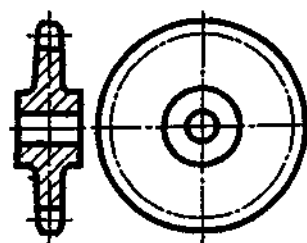


Рис. 18.31

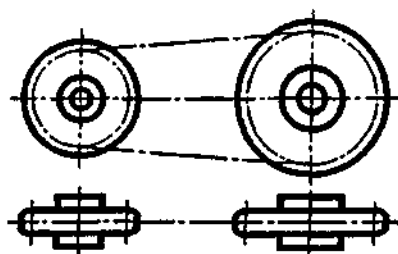


Рис. 18.32

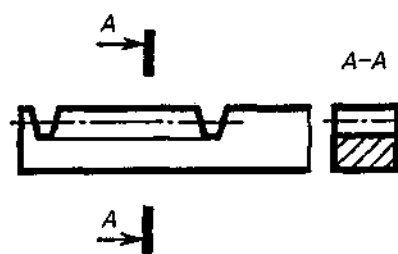


Рис. 18.33

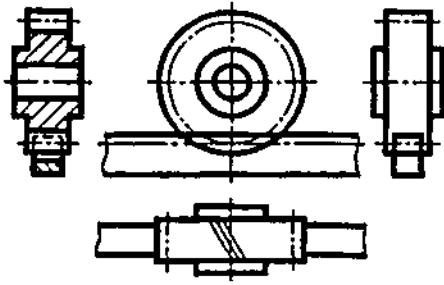


Рис. 18.34

На рис. 18.31 подано умовне зображення зірочки ланцюгової передачі, а на рис. 18.32 — умовне зображення ланцюгової передачі.

Умовне зображення зубчастої рейки подано на рис. 18.33, а рейкової передачі — на рис. 18.34.

### Запитання для самоперевірки

1. Які особливості зображення пружин на кресленні?
2. За якими ознаками класифікуються зубчасті передачі?
3. Які основні параметри циліндричних та конічних зубчастих передач?
4. Як умовно зображують циліндричні та конічні зубчасті передачі?
5. Які особливості виконання креслень зубчастих передач?
6. Що таке черв'як і черв'ячне колесо?
7. Як умовно зображується черв'ячна передача?

## 19. РОБОЧІ КРЕСЛЕННЯ ТА ЕСКІЗИ

### 19.1. Вимоги до робочих креслень деталей

*Робоче креслення деталі* — документ, що містить зображення та інші дані, потрібні для її виготовлення і контролю.

Робоче креслення має містити:

а) мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, виносних елементів), які повністю розкривали б форму деталі;

б) необхідні розміри з граничними відхиленнями;

в) позначення шорсткості всіх поверхонь;

г) відомості про матеріал, термічну обробку, покриття, які наносять на деталь перед складанням тощо.

Основні вимоги до робочих креслень деталей:

1. На кожну деталь виконують окреме креслення на аркушах форматів за ГОСТ 2.301–68. Основний напис креслення має відповідати ГОСТ 2.104–68. Назву виробу в основному написі записують у називному відмінку і в однині. Якщо назва деталі складається з кількох слів, то на першому місці має стояти іменник, наприклад: “Гайка накидна”.

2. В основному написі показують умовне позначення матеріалу, яке складається з назви матеріалу, його марки та номера стандарту, наприклад: “Сталь 20 ГОСТ 1050–88”, “Ст3 ГОСТ 380–71”, “Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 6713–79”.

3. Якщо за конструктивними або експлуатаційними вимогами деталь треба виготовити з сортового матеріалу певного профілю і розмірів (листової сталі, прокату, стрічки тощо), такий матеріал записують в основному написі за стандартами на відповідний сортament.

4. Масу деталі проставляють в основному написі в кілограмах, не зазначаючи одиниці вимірювання.

5. Масштаб зображення на робочих кресленнях вибирають за ГОСТ 2.302–68.

6. Робочі креслення, як звичайно, розробляють на всі деталі виробу. Допускається

не виконувати окремих креслень на такі деталі:

а) виготовлені відрізанням під прямим кутом фасонного або сортового матеріалу; б) виготовлені різанням по колу або по прямокутному периметру листового матеріалу; в) нерознімних з'єднань (зварних, паяних та ін.), якщо конструкція деталей проста і не потребує більше трьох–чотирьох розмірів, які проставляються на складальному кресленні. Дані, потрібні для виготовлення і контролю деталей, на які не виконують робочі креслення, показують на складальних кресленнях виробу та в специфікації.

7. На робочих кресленнях застосовують умовні позначення, встановлені відповідними стандартами. Ці позначення пишуть без будь-яких пояснень на кресленні та без посилання на номер стандарту.

8. На робочому кресленні проставляють розміри і позначення шорсткості поверхонь, які деталь має мати перед складанням виробу. Розміри і шорсткість поверхні, які досягаються додатковою обробкою в процесі складання виробу або після нього, показують на складальному кресленні.

### 19.2. Виконання ескіза деталі з натури

*Ескізом* називається креслення для одноразового використання, виконане від руки, тобто без креслярських інструментів і без застосування точного масштабу.

Ескіз рекомендується виконувати на міліметровому папері або на аркуші в клітинку, бо це полегшує дотримання проекційного зв'язку, паралельності ліній, симетричності тощо.

Ескізи виконують за всіма вимогами, які ставляться до робочих креслень. Послідовність виконання ескізу деталі з натури можна поділити на дві стадії: підготовчу та основну. Підготовча стадія ескізу:

1. Розглядаючи деталь, уявно розчленовують її на прості геометричні форми та з'я-

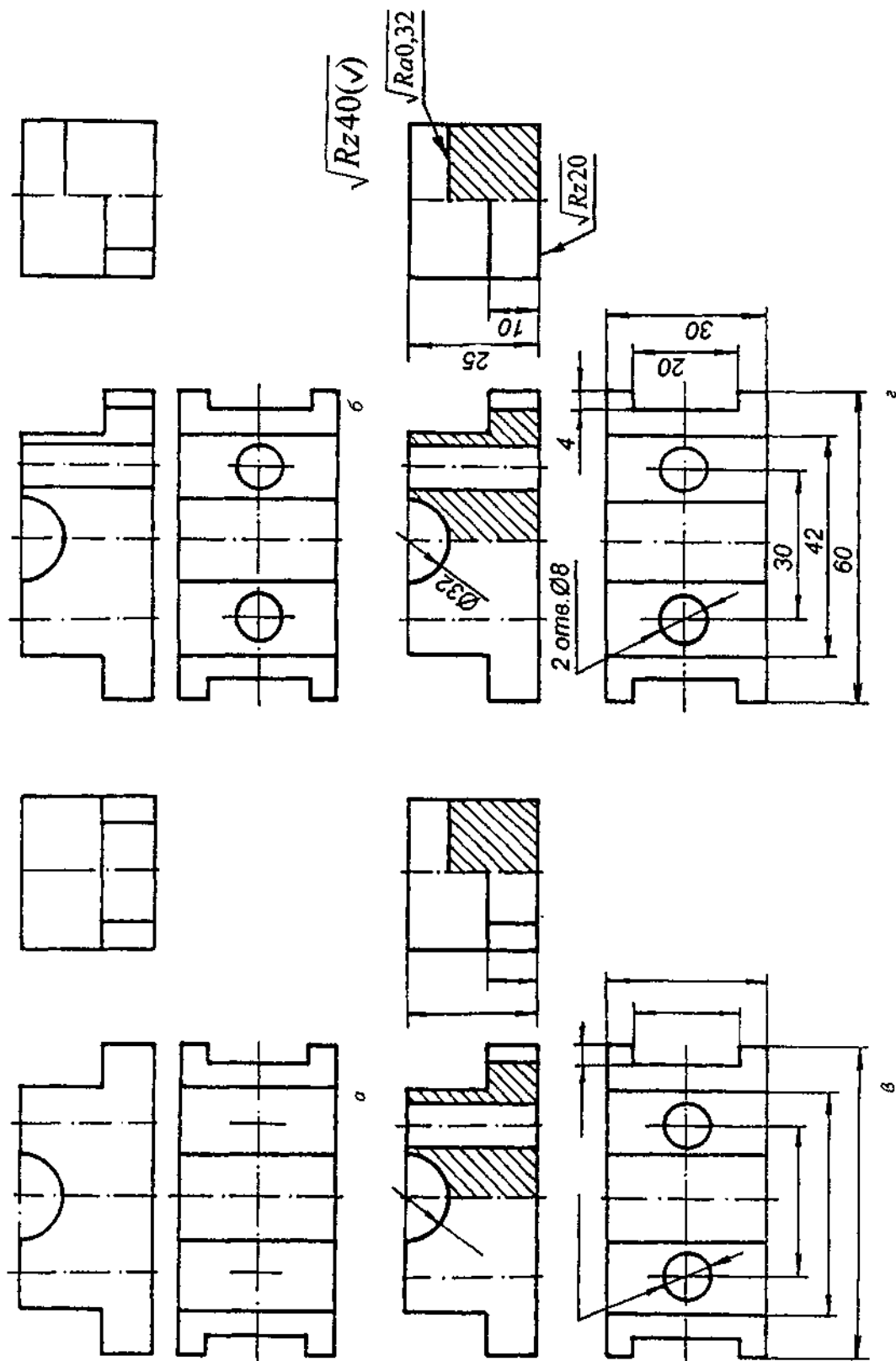
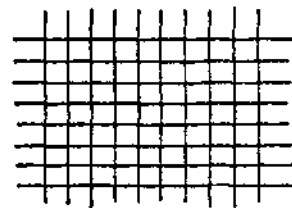
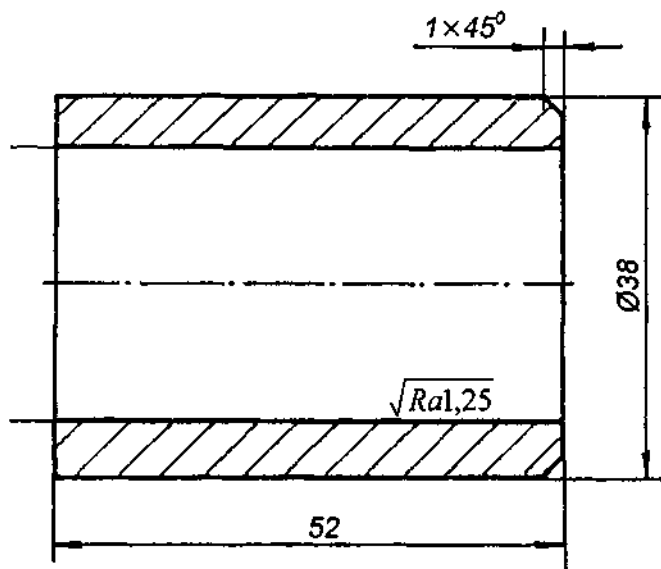
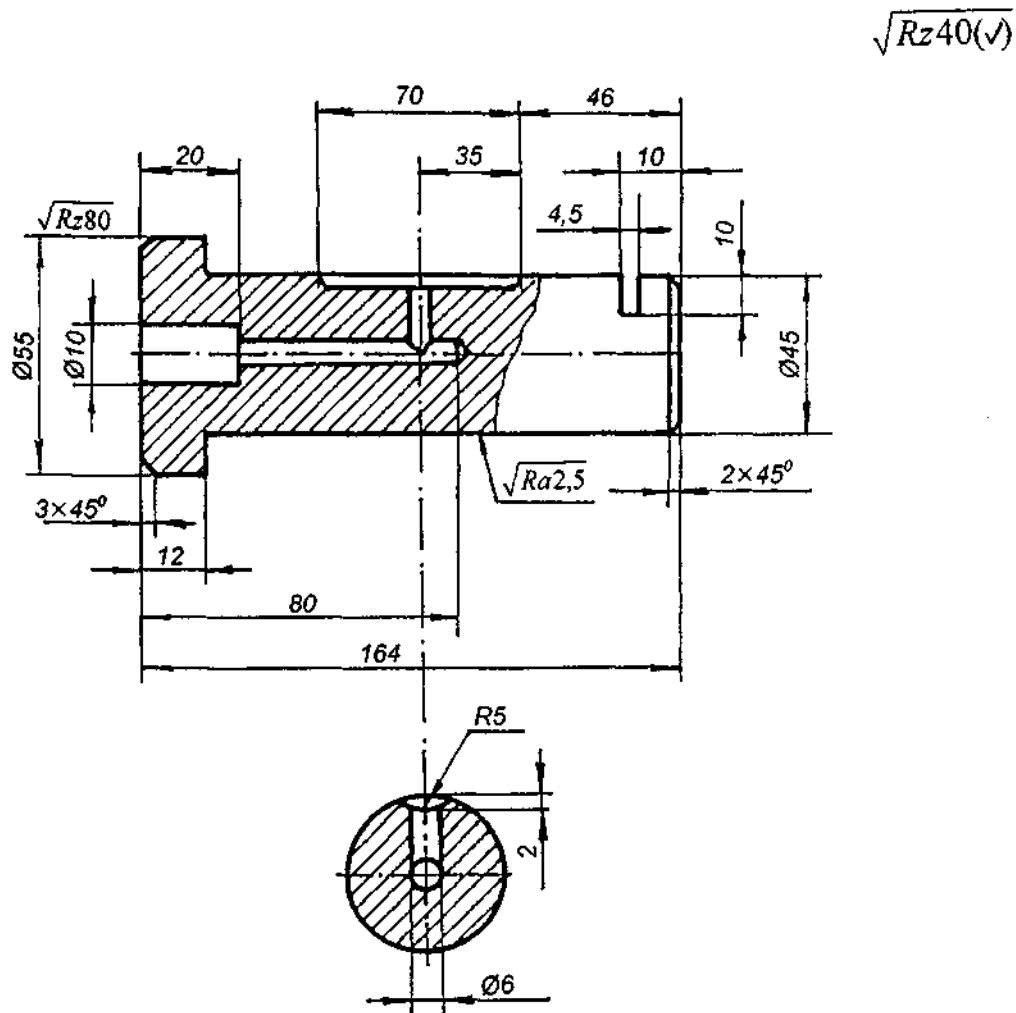


Рис. 19.1

$\sqrt{Ra3,2(\checkmark)}$ 


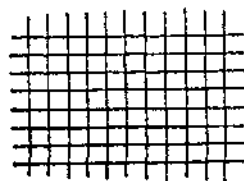
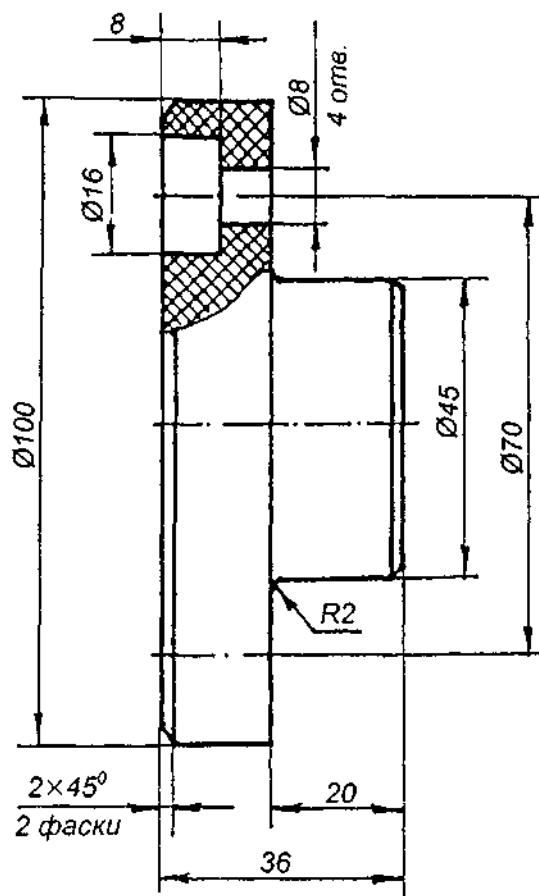
|           |      |           |       |      |                                  |                                 |           |         |  |
|-----------|------|-----------|-------|------|----------------------------------|---------------------------------|-----------|---------|--|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 15.00.07</b>              |                                 |           |         |  |
|           |      |           |       |      | <b>Втулка</b>                    | Літера                          | Маса      | Масштаб |  |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                                  |                                 |           |         |  |
| Креслив   |      | Козак     |       |      |                                  |                                 |           |         |  |
| Перевірів |      | АНТОНОВИЧ |       |      |                                  |                                 |           |         |  |
| Т. контр. |      |           |       |      |                                  |                                 |           |         |  |
|           |      |           |       |      |                                  | Аркуш                           | Аркушів 1 |         |  |
|           |      |           |       |      | <b>Сталь 45<br/>ГОСТ 1050-88</b> | <b>ІФНТУНГ<br/>гр. КМВ 02-1</b> |           |         |  |
| Н. контр. |      |           |       |      |                                  |                                 |           |         |  |
| Затвердив |      |           |       |      |                                  |                                 |           |         |  |

Рис. 19.2



|           |      |           |       |      |                                        |                                       |  |           |         |
|-----------|------|-----------|-------|------|----------------------------------------|---------------------------------------|--|-----------|---------|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 16.00.08</b>                    |                                       |  |           |         |
|           |      |           |       |      | <b>Вісь</b>                            | Літера                                |  | Маса      | Масштаб |
|           |      |           |       |      |                                        |                                       |  |           |         |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                                        |                                       |  |           |         |
| Креслив   |      | Дорошенко |       |      |                                        |                                       |  |           |         |
| Перевірив |      | Василишин |       |      |                                        |                                       |  |           |         |
| Т. контр. |      |           |       |      |                                        | Аркуш                                 |  | Аркушів 1 |         |
|           |      |           |       |      | <b>Сталь 45</b><br><b>ГОСТ 1050-88</b> | <b>іФНТУНГ</b><br><b>гр. КМВ 02-2</b> |  |           |         |
| Н. контр. |      |           |       |      |                                        |                                       |  |           |         |
| Затвердив |      |           |       |      |                                        |                                       |  |           |         |

Рис. 19.3



|           |      |           |       |      |                                      |                     |  |  |           |  |         |  |
|-----------|------|-----------|-------|------|--------------------------------------|---------------------|--|--|-----------|--|---------|--|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 17.00.04</b>                  |                     |  |  |           |  |         |  |
|           |      |           |       |      | <b>Кришка</b>                        | Літера              |  |  | Маса      |  | Масштаб |  |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                                      |                     |  |  |           |  |         |  |
| Креслив   |      | Сагайдак  |       |      |                                      |                     |  |  |           |  |         |  |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                                      |                     |  |  |           |  |         |  |
| Т. контр. |      |           |       |      |                                      |                     |  |  |           |  |         |  |
|           |      |           |       |      | <b>Вініпласт ВН<br/>ГОСТ 9639-71</b> | Аркуш               |  |  | Аркушів 1 |  |         |  |
| Н. контр. |      |           |       |      |                                      | <b>ІФНТУНГ</b>      |  |  |           |  |         |  |
| Затвердив |      |           |       |      |                                      | <b>гр. КМВ 02-1</b> |  |  |           |  |         |  |

Рис. 19.4

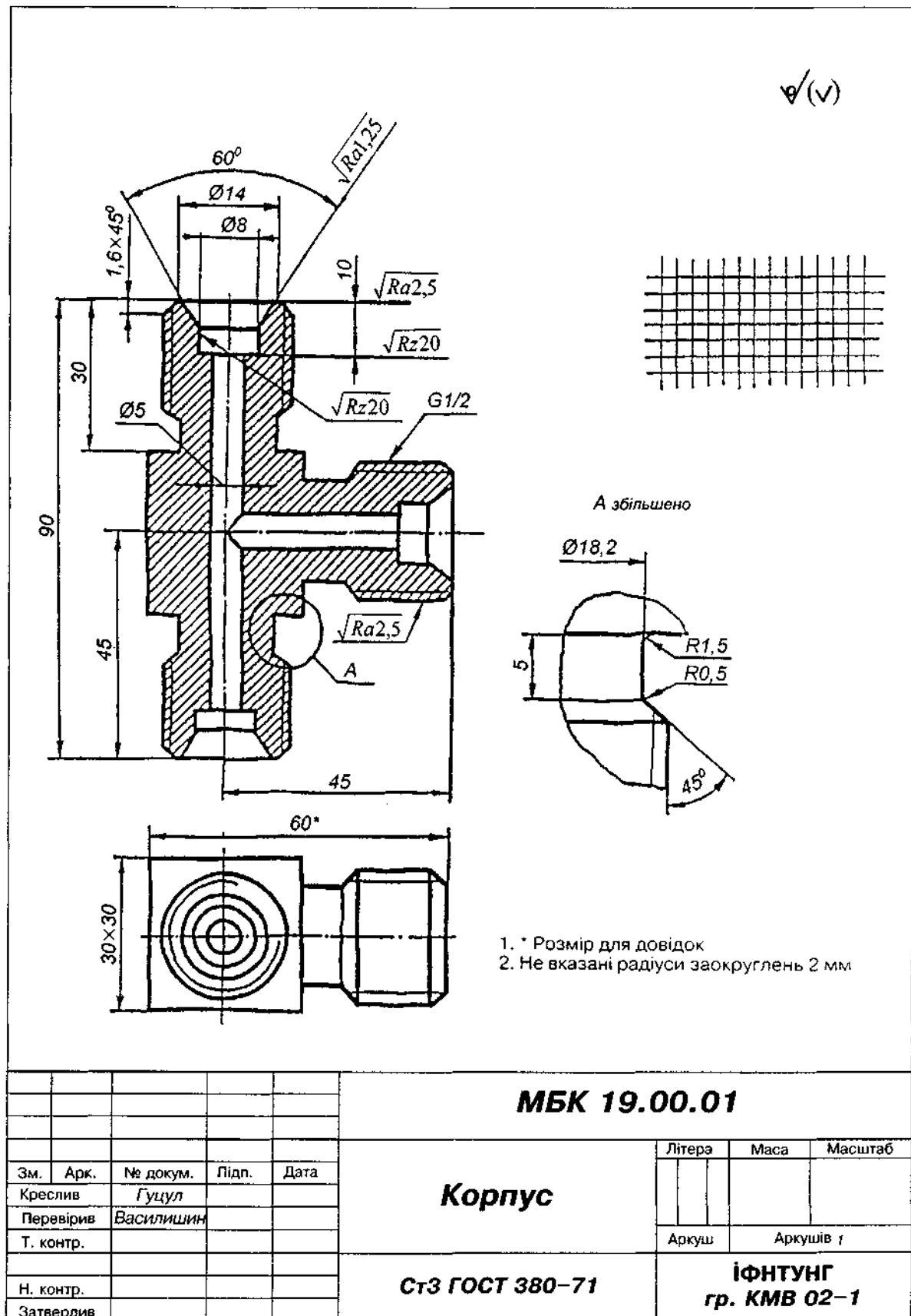


Рис. 19.5

совують, як ці форми поєднані в одне ціле. Ознайомлюються з конструкцією деталі, виявляють симетрію чи асиметрію деталі та її частин, наявні отвори, виступи, проточки, канавки, різь тощо.

2. З'ясовують призначення деталі, робоче положення в механізмі, матеріал, з якого її виготовлено, назву деталі тощо.

3. Вибирають положення деталі для побудови її головного зображення, а також потрібні зображення: вигляди, розрізи, перерізи, виносні елементи, які повністю розкривають зовнішню і внутрішню будову.

4. Визначають величину зображення, підготовлюють папір, олівці, гумку. Розмір ескизу має допомогти виявити форму найдрібніших елементів деталі й полегшити нанесення розмірів.

Основна стадія виконання ескизу:

1. На вибраному форматі паперу наносять рамку і в правому нижньому куті виділяють місце для основного напису.

2. Визначають на око габаритні розміри деталі й наносять габаритні прямокутники — місця розташування зображень деталі. При цьому важливо врахувати і площу, яка потрібна для нанесення розмірів, позначень, технічних умов.

3. Проводять осі симетрії деталі й центрові осі отворів. За визначеними на око пропорціями на зображеннях наносять контури елементів деталі й будують зовнішній її обрис (рис. 19.1, а).

4. Намічають контури розрізів і перерізів. Проводять лінії внутрішнього контуру при зображенні розрізів (рис. 19.1, б). Виконують потрібні виносні елементи, додаткові та місцеві вигляди.

5. Усувають зайві лінії, обводять видимий контур суцільною основною лінією, заштриховують розрізи та перерізи (рис. 19.1, в).

6. Наносять виносні та розмірні лінії (рис. 19.1, в). Розміри зовнішніх елементів розміщують переважно з боку вигляду, а внутрішніх — з боку розрізу.

7. Вимірюють деталь і проставляють розмірні числа за правилами ГОСТ 2.307–68 (рис. 19.1, г).

8. Визначають шорсткість поверхні, виходячи з умов її виготовлення або призначення, і показують на кресленні відповідними знаками (рис. 19.1, г).

9. Виконують потрібні написи, технічні умови, заповнюють основний напис і остаточно оформлюють ескиз.

Приклади виконання та оформлення ескизів деяких деталей показані на рис. 19.2–19.5.

### 19.3. Виконання робочого креслення деталі за ескизом

Рекомендується така послідовність виконання робочого креслення:

1. Проаналізувавши ескиз деталі, вибрати формат робочого креслення. При цьому слід пам'ятати, що масштаб зображення залежить від розмірів і складності форми деталі. Оскільки на ескизі деталь зображена в окомірному масштабі, але зі збереженням пропорційності розмірів її елементів, то можна опосередковано отримати дані, які дають змогу вибрати оптимальний масштаб зображення. За ГОСТ 2.302–68 вибрати масштаб зображення. Перевагу віддавати масштабу 1:1.

2. Накреслити на креслярському аркуші рамку формату і основний напис.

3. Скласти остаточну схему компонування креслення, тобто намітити місця основних і додаткових зображень, основного напису, технічних вимог, площу, потрібну для нанесення розмірів.

4. Провести осі симетрії, центрові лінії, викреслити тонкими лініями видимий контур зображення, намітити невидимий контур, виконати розрізи, перерізи, виносні елементи. Провести виносні та розмірні лінії.

5. Уважно перевірити виконану побудову й усунути зайві допоміжні лінії. Обвести видимий контур зображення суцільною основною лінією. Заштрихувати розрізи та перерізи.

Проставити розмірні числа, нанести знаки шорсткості поверхні.

6. Заповнити основний напис і технічні вимоги.

Приклад виконання та оформлення креслень деяких деталей показано на рис. 19.6–19.9.

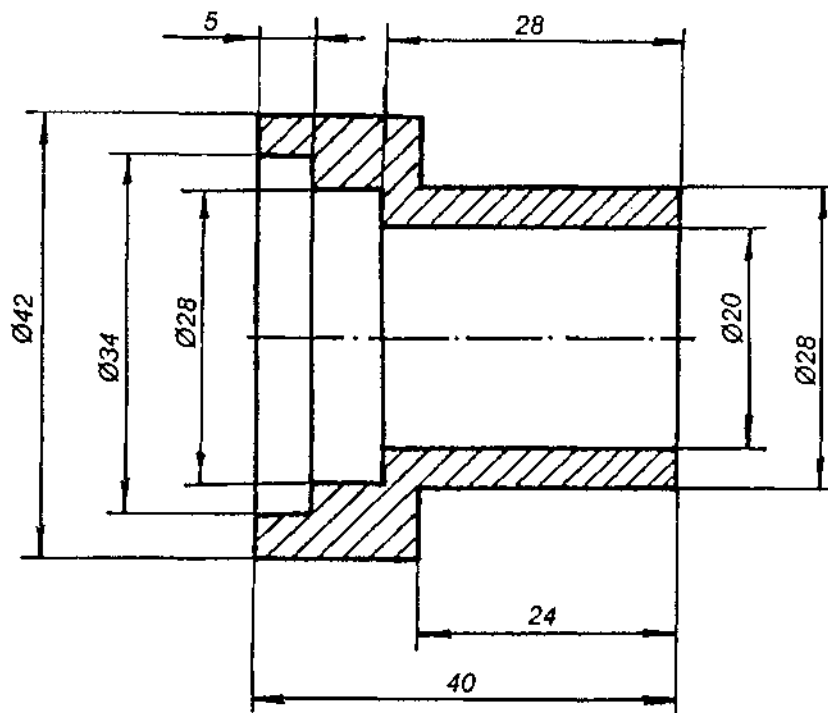
### 19.4. Шорсткість поверхонь

Механічна обробка залишає на поверхні виробу нерівності у вигляді гребінців і западин різної величини та форми (рис. 19.10).

Під шорсткістю поверхні (ГОСТ 2789–73) розуміють сукупність нерівностей з відносно малими кроками, вимірювану на певній довжині  $l$ , яку називають базовою.

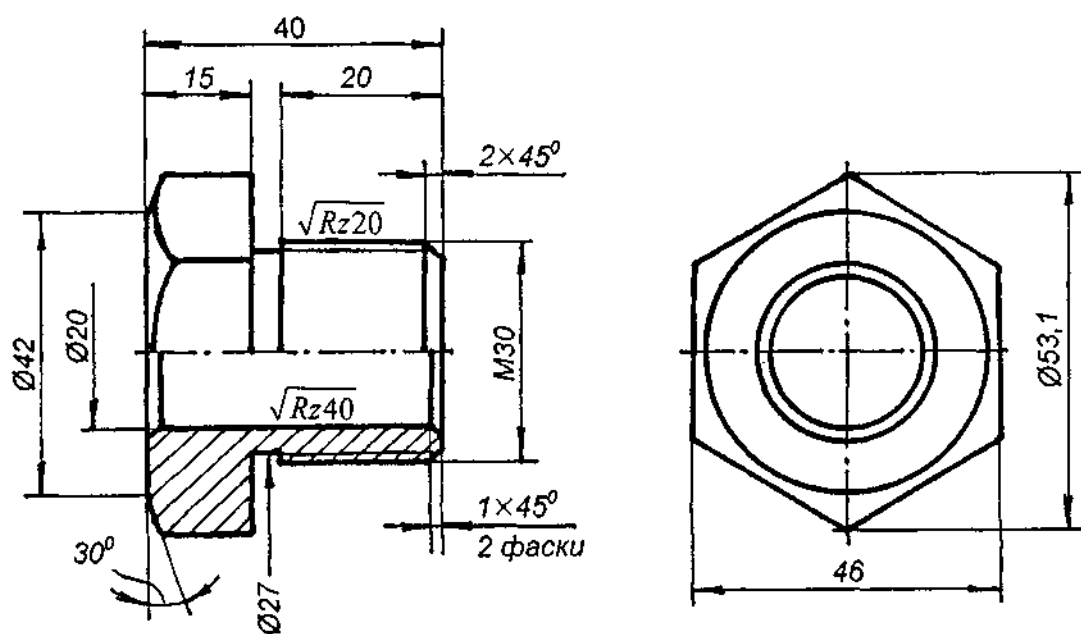
У виробничій практиці та навчальному кресленні користуються головним чином параметрами  $R_a$  і  $R_z$ . Параметр  $R_a$  визначають як середнє арифметичне абсолютних відхилень профілю в межах базової довжини  $l$  (рис. 19.10):

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

$\sqrt{Rz20}$ 

|           |          |          |       |      |                       |              |           |      |         |
|-----------|----------|----------|-------|------|-----------------------|--------------|-----------|------|---------|
|           |          |          |       |      | МБК 18.00.07          |              |           |      |         |
|           |          |          |       |      | Втулка                | Літера       |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк.     | № докум. | Підп. | Дата |                       |              |           |      | 1:1     |
| Креслив   | Ткачук   |          |       |      |                       |              |           |      |         |
| Перевірів | Шпільчак |          |       |      |                       |              |           |      |         |
| Т. контр. |          |          |       |      |                       | Аркуш        | Аркушів 1 |      |         |
|           |          |          |       |      | Сталь 45 ГОСТ 1050-88 | ІФНТУНГ      |           |      |         |
| Н. контр. |          |          |       |      |                       | гр. КМВ 02-2 |           |      |         |
| Затвердив |          |          |       |      |                       |              |           |      |         |

Рис. 19.6

$\sqrt{Rz80(\checkmark)}$ 

|           |      |           |       |      |                              |                     |           |            |
|-----------|------|-----------|-------|------|------------------------------|---------------------|-----------|------------|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 20.00.03</b>          |                     |           |            |
|           |      |           |       |      | <b>Штуцер</b>                | Літера              | Маса      | Масштаб    |
|           |      |           |       |      |                              |                     |           | <b>1:1</b> |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                              |                     |           |            |
| Креслив   |      | Гуцул     |       |      |                              |                     |           |            |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                              |                     |           |            |
| Т. контр. |      |           |       |      |                              | Аркуш               | Аркушів / |            |
|           |      |           |       |      | <b>Сталь 20 ГОСТ 1050-88</b> | <b>ІФНТУНГ</b>      |           |            |
| Н. контр. |      |           |       |      |                              | <b>гр. ТНМ 02-1</b> |           |            |
| Затвердив |      |           |       |      |                              |                     |           |            |

Рис. 19.7

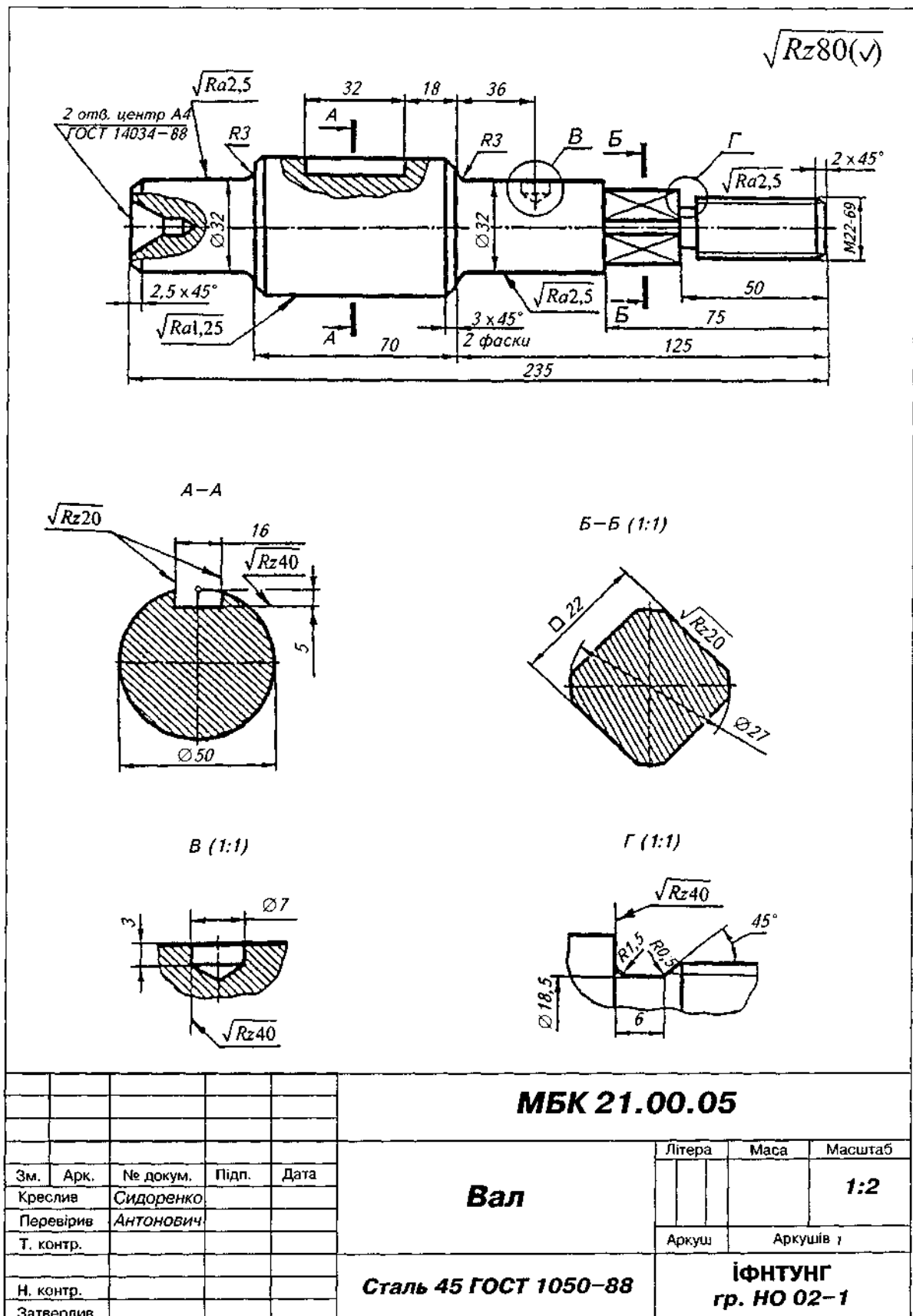
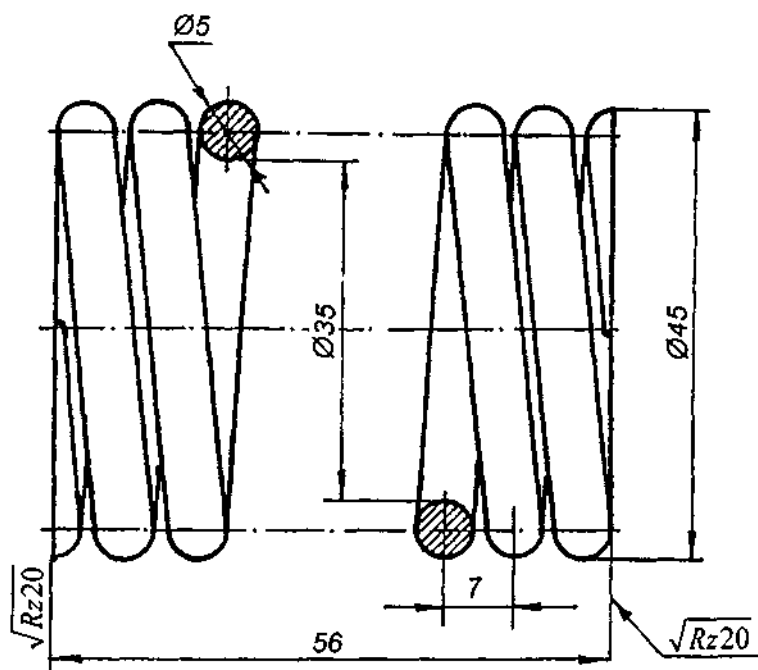


Рис. 19.8

✓(✓)



\* Розмір для довідок

|           |      |          |       |      |                        |             |           |         |  |
|-----------|------|----------|-------|------|------------------------|-------------|-----------|---------|--|
|           |      |          |       |      | МБК 15.00.10           |             |           |         |  |
|           |      |          |       |      | Пружина                | Літера      | Маса      | Масштаб |  |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                        |             |           | 2:1     |  |
| Креслив   |      | Левченко |       |      |                        |             |           |         |  |
| Перевірів |      | Шпільчак |       |      |                        |             |           |         |  |
| Т. контр. |      |          |       |      |                        | Аркуш       | Аркушів 1 |         |  |
| Н. контр. |      |          |       |      | Сталь 65Г ГОСТ 1050-88 | ІФНТУНГ     |           |         |  |
| Затвердив |      |          |       |      |                        | гр. НО 02-1 |           |         |  |

Рис. 19.9

Параметр  $R_z$  — сума середніх арифметичних абсолютних відхилень точок п'яти найбільших максимумів і п'яти найменших мінімумів у межах базової довжини  $l$ :

$$R_z = \frac{1}{5} \left( \sum_{i=1}^5 |H_{i_{max}}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i_{min}}| \right).$$

Величини  $R_a$  і  $R_z$  вибирають з рядів, наведених у стандарті.

У табл. 19.1 показаний зв'язок між класами шорсткості і параметрами  $R_a$  і  $R_z$  шорсткості поверхні. За параметром  $R_z$  вимірюють класи шорсткості 1–5-й та 13–14-й, а за параметром  $R_a$  — 6–12-й.

Як приклад на рис. 19.11 показано шорсткості поверхні сталі при різних методах обробки.

Структура позначення шорсткості поверхонь, визначена ГОСТ 2.309–73, показана на рис. 19.12. Знак  $\sqrt{\quad}$  (рис. 19.13, а) використовують тоді, коли конструктор не визначає вид обробки. Знаком  $\nabla$  (рис. 19.13, б) позначають шорсткість поверхні, що утворюється видаленням шару матеріалу (наприклад, точінням, фрезеруванням, свердлінням). Знак  $\varphi$  (рис. 19.13, в) використовують для позначення поверхні, що утворюється без видалення шару матеріалу (наприклад, виливанням, куванням, штампуванням, прокатуванням), а також у випадках, коли поверхня за даним кресленням не обробляється (наприклад, для деталей із сортового матеріалу, листів, труб).

Таблиця 19.1

Класи шорсткості поверхні та відповідні їм параметри

| Клас шорсткості поверхні | Розряд | Параметри шорсткості, мкм |                  | Базова довжина $l$ , мм |
|--------------------------|--------|---------------------------|------------------|-------------------------|
|                          |        | $R_a$                     | $R_z$            |                         |
| 1                        | —      | —                         | 320–160 вкл.     | 8,0                     |
| 2                        | —      | —                         | 160–80 вкл.      |                         |
| 3                        | —      | —                         | 80–40 вкл.       |                         |
| 4                        | —      | —                         | 40–20 вкл.       |                         |
| 5                        | —      | —                         | 20–10 вкл.       |                         |
| 6                        | а      | 2,50–2,00 вкл.            | —                | 2,5                     |
|                          | б      | 2,00–1,60 вкл.            | —                |                         |
|                          | в      | 1,60–1,25 вкл.            | —                |                         |
| 7                        | а      | 1,25–1,00 вкл.            | —                |                         |
|                          | б      | 1,00–0,80 вкл.            | —                |                         |
|                          | в      | 0,80–0,63 вкл.            | —                |                         |
| 8                        | а      | 0,63–0,50 вкл.            | —                |                         |
|                          | б      | 0,50–0,40 вкл.            | —                |                         |
|                          | в      | 0,40–0,32 вкл.            | —                |                         |
| 9                        | а      | 0,32–0,25 вкл.            | —                | 0,8                     |
|                          | б      | 0,25–0,20 вкл.            | —                |                         |
|                          | в      | 0,20–0,16 вкл.            | —                |                         |
| 10                       | а      | 0,160–0,125 вкл.          | —                |                         |
|                          | б      | 0,125–0,100 вкл.          | —                |                         |
|                          | в      | 0,100–0,080 вкл.          | —                |                         |
| 11                       | а      | 0,080–0,063 вкл.          | —                |                         |
|                          | б      | 0,063–0,050 вкл.          | —                |                         |
|                          | в      | 0,050–0,040 вкл.          | —                |                         |
| 12                       | а      | 0,040–0,032 вкл.          | —                | 0,25                    |
|                          | б      | 0,032–0,025 вкл.          | —                |                         |
|                          | в      | 0,025–0,020 вкл.          | —                |                         |
| 13                       | а      | —                         | 0,100–0,080 вкл. |                         |
|                          | б      | —                         | 0,080–0,063 вкл. |                         |
|                          | в      | —                         | 0,063–0,050 вкл. |                         |
| 14                       | а      | —                         | 0,050–0,040 вкл. |                         |
|                          | б      | —                         | 0,040–0,032 вкл. |                         |
|                          | в      | —                         | 0,032–0,025 вкл. |                         |

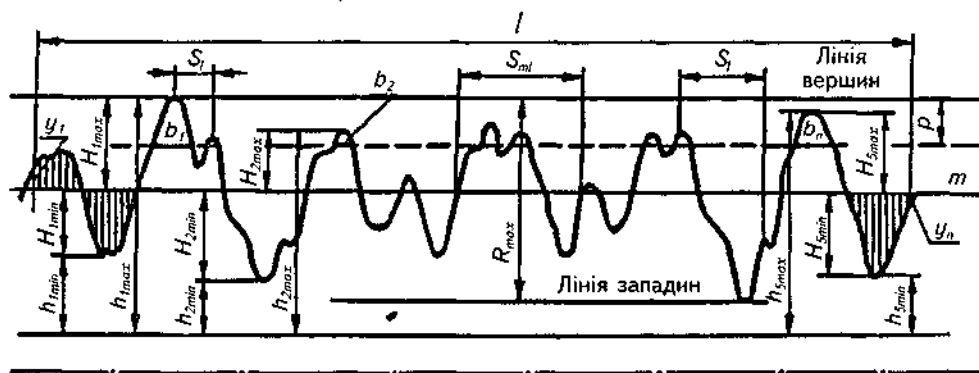


Рис. 19.10

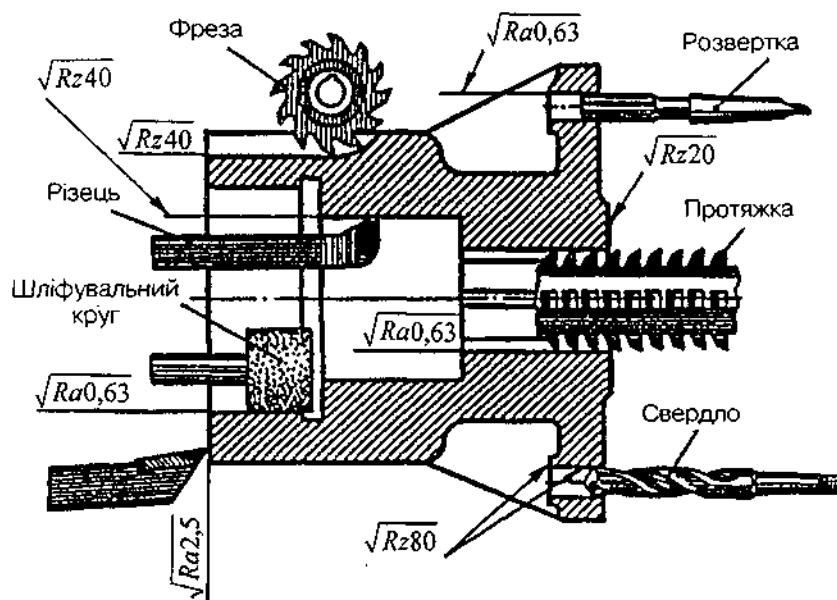


Рис. 19.11

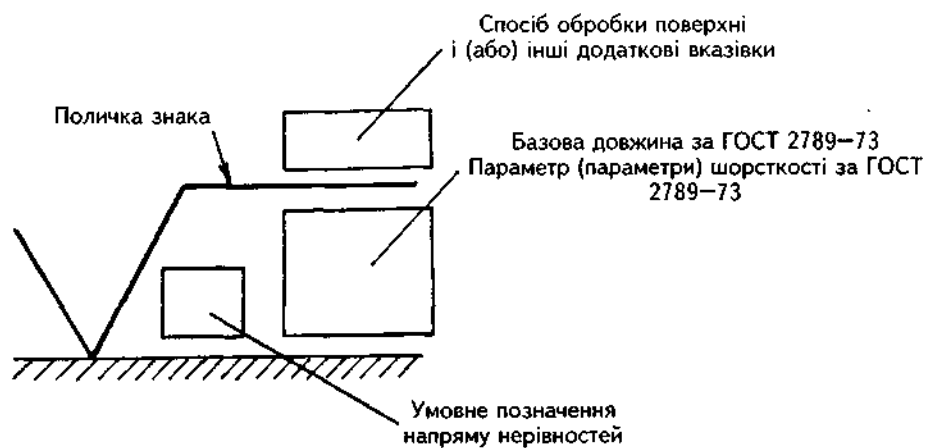


Рис. 19.12

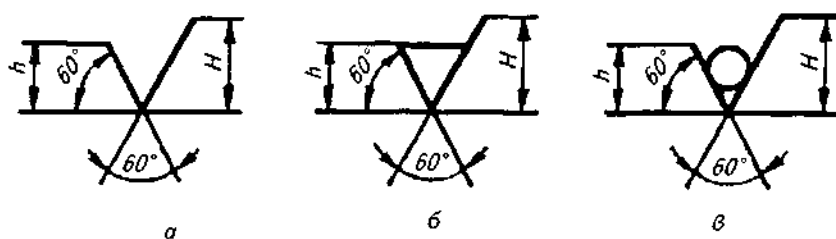


Рис. 19.13

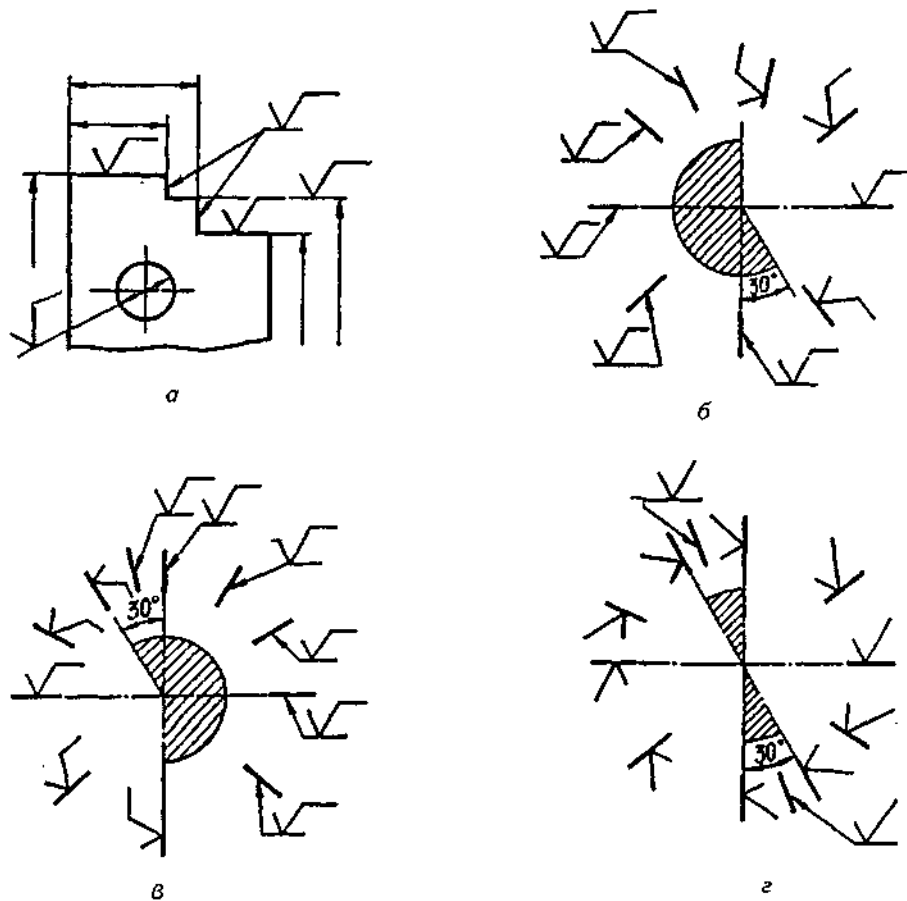


Рис. 19.14

Висота  $h$  знаків (рис. 19, 13) має приблизно дорівнювати висоті цифр розмірних чисел, а висота  $H = (1,5 + 5)h$ . Товщина ліній цих знаків дорівнює половині товщини суцільної основної лінії.

Значення параметра шорсткості вказують у позначенні шорсткості після відповідного символу, наприклад  $R_a 0,4$ ;  $R_z 20$ .

При нанесенні позначень шорсткості треба дотримуватись таких правил:

1. Позначення шорсткості поверхонь розміщують на лініях контуру, виносних лініях або полчках ліній-виносок; коли місця мало, дозволяється писати їх на розмірних лініях, їх продовженні або в розриві виносної лінії (рис. 19.14, а).

2. Знак шорсткості, що має полчку, розміщують відносно основного напису так, як показано на рис. 19.14, б, в; знак, що не має полочки, — як на рис. 19.14, г. Якщо лінія контуру поверхні розташована у заштрихованих зонах, позначення шорсткості проставляють на полці лінії-виноски.

3. Коли всі поверхні виробу мають однакову шорсткість, її позначення проставляють у правому верхньому куті креслення, а на зображеннях ніяких знаків не наносять (див. рис. 19.6). Розміри і товщина ліній знака, нанесеного у правий верхній кут, мають бути у

1,5 разу більші за позначення, нанесені на зображенні.

4. Якщо однакову шорсткість має лише частина поверхонь виробу, то позначення цієї шорсткості наносять у правому верхньому куті креслення (див. рис. 19.2, 19.3, 19.7, 19.8) і поруч проставляють знак  $\sqrt{\phantom{x}}$ . Це означає, що всі поверхні, на яких не нанесено позначень шорсткості, мають величину шорсткості, проставлену перед знаком  $\sqrt{\phantom{x}}$ . Розміри цього знака такі самі, як і знаків на зображенні.

5. Якщо частина поверхонь виробу за даним кресленням не обробляється, в правому верхньому куті креслення перед позначенням  $\sqrt{\phantom{x}}$  наносять знак  $\nabla$  (див. рис. 19.5, 19.9).

## 19.5. Матеріали та їх умовні позначення

Деталі машин і механізмів, різні пристрої та споруди виготовляють із різноманітних металів чи неметалевих матеріалів.

До металів належать: сталі, чавуни, кольорові метали та їх сплави.

До неметалевих матеріалів належать природні матеріали (деревина, глина, пісок тощо) та штучні матеріали (скло, бетон, повсть, гума, пластмаси та ін.).

На кресленнях деталей застосовують два види позначень матеріалів: літерно-цифрове, що характеризує його марку, яке записують у графу "Матеріал" основного напису, і графічне, спільне для груп однорідних матеріалів (метали, неметалеві матеріали, бетон тощо) (див. рис. 2.9), яке застосовують лише на зображеннях деталі переважно в розрізах і перерізах.

Розглянемо позначення в конструкторських документах найпоширеніших марок матеріалів.

Сталь — це сплав заліза з вуглецем (близько 2%). За хімічним складом сталь поділяють на вуглецеву та леговану, а за призначенням — конструкційну, інструментальну та спеціальну.

Сталь вуглецеву звичайної якості (ГОСТ 380–71) залежно від призначення поділяють на три групи:

група А — поставляють за механічними властивостями; це сталі марок: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6;

група Б — поставляють за хімічним складом; це сталі марок: БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6;

група В — поставляють за механічними властивостями і хімічним складом; це сталі марок: ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.

Приклад умовного позначення: Ст3 ГОСТ 380–71.

У табл. 19.2 наведено марки та призначення вуглецевої сталі звичайної якості.

Сталь вуглецеву якісну конструкційну (ГОСТ 1050–88) виготовляють таких марок: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 65Г та ін. У позначенні марки число показує середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка, а літера "Г" — наявність марганцю (1%).

У табл. 19.3 подано марки та призначення вуглецевої якісної конструкційної сталі.

Приклад умовного позначення:

Сталь 20 ГОСТ 1050–88.

У позначенні вуглецевої інструментальної сталі літера У означає вуглецеву сталь, цифра в марці показує середній вміст вуглецю в десятих частках відсотка. Цю сталь випускають марок У7, У8, У8Г, У9, У8ГА та ін. Літера "Г" показує збільшений вміст марганцю, а літера "А" — високоякісність сталі. Приклад умовного позначення:

Сталь У8 ГОСТ 1435–74.

У табл. 19.4 подано марки інструментальної сталі та їх переважне застосування.

У позначеннях легованих сталей введено літерне позначення легуючих елементів і матеріалів, що утворюють сплав. У позначеннях марок перші дві цифри показують середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка, літери, що стоять за цифрами, означають:

Н — нікель, Г — марганець, С — кремній, Ю — алюміній, М — молібден, Х — хром, В — вольфрам, Д — мідь, Т — титан, Ф — ванадій. Літера А в кінці позначення означає високоякісну сталь, Ш — особливо якісну. Якщо вміст легуючого елемента перевищує 1,5%, то після літери елемента ставлять цифру, яка показує його вміст у відсотках.

Легована сталь (ГОСТ 4543–71) має багато марок, наприклад:

хромисті — 15Х, 15ХА, 20Х, 38ХА та ін.;

марганцевисті — 15Г, 20Г, 45Г, 35Г2 та ін.;

хромомарганцеві — 18ХГ, 20ХГ, 30ХГТ, 25ХГМ та ін.;

хромомолібденові і хромомолібденованодієві — 15ХМ, 30ХМ, 30ХМА, 30ХЗМФ та ін.

У табл. 19.5 подано застосування легованої конструкційної сталі.

Виливки з конструкційної легованої сталі (ГОСТ 977–75) поділяють на три групи:

I — звичайного призначення; II — відповідального призначення; III — особливо відповідального призначення. Виливки виготовляють зі сталей марок: 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 45Л, 20ГЛ, 30ГЛ, 35ХГЛ, 45ФЛ та ін.

Приклад умовного позначення виливки зі сталі 20Л групи I:

Виливка 20Л — I ГОСТ 977–75.

Чавун — сплав заліза з вуглецем, кількість якого перевищує 2%, та з іншими елементами. Розрізняють чавун звичайний сірий, ковкий, антифрикційний та ін.

У табл. 19.6 наведено марки виливок із сірого чавуну та їх призначення.

У марці виливки із сірого чавуну дві літери означають вид чавуну (сірий чавун), двозначне число характеризує межу міцності на розтяг.

Приклад умовного позначення звичайного сірого чавуну:

СЧ 20 ГОСТ 1412–85.

Ковкі чавуни отримують термічною обробкою білих чавунів. Вироби з цього чавуну поширені в машинобудуванні. У позначенні марки виливки з ковкого чавуну є літери КЧ (ковкий чавун) і числа: перше вказує межу міцності на розтяг (кг/мм<sup>2</sup>), друге — відносне подовження (%).

У табл. 19.7 наведені найпоширеніші марки ковкого чавуну та його застосування.

Приклад умовного позначення ковкого чавуну:

КЧ 35–10 ГОСТ 1215–79.

Виливки із антифрикційного чавуну (ГОСТ 1585–85) випускають марок АЧС–1, АЧС–2, АЧС–3, АЧВ–1, АЧК–1 тощо. Цей чавун застосовують у вузлах рухомих деталей, де є тертя.

Серед сплавів кольорових металів у машинобудуванні найбільш поширені бронзи,

Таблиця 19.2

**Марки та призначення вуглецевої сталі звичайної якості**

| Марка | Призначення                                                                                                                                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ст0   | Будівельні конструкції: огороження, перила, кожухи, невідповідальні болти, шпильки, шайби                                                                                  |
| Ст1   | Маловідповідальні металеві конструкції, водяні, парові та газові труби, що застосовуються при відповідно невеликих тисках, тощо                                            |
| Ст2   | Парові труби, ланцюги зварні та пластинчасті, валики, осі, шайби тощо                                                                                                      |
| Ст3   | Баки та резервуари, що працюють під тиском, котли, відкидні болти, гайки, шайби, шплінти, заклепки, валики, важелі, муфти, скоби, стяжки тощо                              |
| Ст4   | Відкидні болти, гайки-баранці, вали й осі передач, тяги, стріли кранові тощо                                                                                               |
| Ст5   | Вали й осі приводів та вантажопідіймальних механізмів; вагонні осі; муфти, пальці кривошипів, зубчасті колеса великих діаметрів; осі ходових коліс, блоків, барабанів тощо |
| Ст6   | Ковані катки кранів, вали та зубчасті колеса, які сприймають великі статичні навантаження; гальмівні стрічки; установлювальні гвинти тощо                                  |

Таблиця 19.3

**Марки та призначення вуглецевої якісної конструкційної сталі**

| Марка    | Призначення                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сталь 10 | Деталі, виготовлені холодним штампуванням, трубки, прокладки, кріпильні вироби, ковпачки. Деталі, які підлягають цементації і не вимагають високої міцності серцевини (втулки, валики, копіри, упори, зубчасті колеса, фрикційні диски)           |
| Сталь 15 | Малонавантажені деталі (валики, пальці, упори, копіри, осі, шестірні). Тонкі деталі, які працюють на стирання, важелі, гаки, траверси, вкладиші, болти, стяжки і т.ін.                                                                            |
| Сталь 20 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Сталь 30 | Деталі, які зазнають невеликих напружень (осі, шпінделі, зірочки, тяги, траверси, важелі, диски, вали)                                                                                                                                            |
| Сталь 35 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Сталь 40 | Деталі, від яких вимагається підвищена міцність і які підлягають термічній обробці (колінчасті вали, шатуни, розподільні вали, маховики, зубчасті колеса, шпильки, храповики, плунжери, шпінделі, фрикційні диски, муфти, зубчасті рейки і т.ін.) |
| Сталь 45 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Сталь 50 | Зубчасті колеса, прокатні валки, штоки, вали, ексцентрики, малонавантажені пружини та ресори тощо                                                                                                                                                 |
| Сталь 55 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Сталь 60 | Високоміцні деталі з пружинними властивостями (прокатні валки, ексцентрики, шпінделі, пружинні кільця, пружини, пружини амортизаторів)                                                                                                            |

Таблиця 19.4

**Марки та призначення інструментальної сталі**

| Марка              | Призначення                                   |
|--------------------|-----------------------------------------------|
| У7                 | Молотки, столярний інструмент                 |
| У7А                | Зубила, викрутки, центри токарних верстатів   |
| У8                 | Пуансони, різці по міді, кернери              |
| У8А, У8Г           | Пуансони, різці по міді, кернери, губки лещат |
| У9, У9А            | Кернери, зубила                               |
| У10, У11, У12, У13 | Різці, свердла, мітчики, фрези і т.ін.        |

Таблиця 19.5

**Марки та призначення легованої сталі**

| Марка         | Призначення                                                                                                              |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15X           | Деталі, що підлягають цементуванню, поршневі пальці                                                                      |
| 20X           | Деталі, що підлягають цементуванню, кулачкові муфти, колінчасті вали, конічні зубчасті колеса                            |
| 30X, 35X, 38X | Вали коробок швидкостей, зубчасті колеса диференціалів, шатуни                                                           |
| 40X, 45X      | Деталі з великою зносостійкістю — зубчасті колеса коробок швидкостей, ресори                                             |
| 12ХН2         | Шатуни, колінчасті вали                                                                                                  |
| 12ХН3А        | Важконавантажені деталі, які працюють при знакозмінних динамічних навантаженнях, черв'ячні колеса, зубчасті колеса, вали |
| 20ХН3А        | Термічно оброблені деталі, що працюють у важких експлуатаційних умовах                                                   |

Таблиця 19.6

**Марки та призначення сірого чавуну**

| Марка | Призначення                                                                                                                                                |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| СЧ 10 | Тонкостінні виливки тверді або середньої твердості: блоки, барабани, корпуси підшипників, підставки, стійки тощо                                           |
| СЧ 15 | Виливки середньої твердості: зубчасті колеса, черв'ячні колеса, ролики                                                                                     |
| СЧ 18 | Кожухи, корпуси, кришки, підшипники, втулки                                                                                                                |
| СЧ 20 | Масивні виливки: великі черв'ячні та зубчасті колеса, картери, станини                                                                                     |
| СЧ 25 | Особливо відповідальні виливки, арматура, деталі апаратів і машин                                                                                          |
| СЧ 30 | Виливки особливо складної конфігурації з різкими переходами в перерізах при мінімальній товщині перерізів 6–8 мм, поршневі кільця, муфти, клапани, кулачки |
| СЧ 40 | Корпуси pomp, великі колінчасті вали, катки, зірочки, колеса підймальних кранів                                                                            |
| СЧ 45 | Барабани, циліндри, кришки, зубчасті колеса, поршневі кільця машин, колінчасті вали                                                                        |

Таблиця 19.7

**Деякі марки ковкого чавуну та його застосування**

| Марка                                   | Призначення                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КЧ 37–12, КЧ 35–10,<br>КЧ 33–8, КЧ 30–6 | Частини арматури, з'єднувальні частини труб, важелі, рукоятки, пластинчасті ланцюги, шків, колодки, муфти, кулачки, гайки-баранці, контргайки |

латуні, бабіти та легкі сплави на алюмінієвій основі.

Бронза — багатокомпонентний сплав на мідній основі, який містить олово, свинець, цинк та інші метали. Бронза поділяється на олов'яну та безолов'яну.

Бронзу позначають літерами Бр., за якими йдуть великі літери позначень легуючих елементів, а через тире цифри, які показують їх вміст у відсотках.

Бронзи олов'яні ливарні (ГОСТ 613-79) виготовляють марок Бр.ОЦСН 3-7-5-1, Бр.ОЦС 3-12-5, Бр.ОЦС 4-4-17 та ін.

Приклад умовного позначення:

Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79.

Це бронза, яка містить 3% олова, 12% цинку і 5% свинцю, решта мідь. Бронзу використовують для виготовлення арматури, антифрикційних деталей тощо.

Бронзи олов'яні, оброблювані тиском (ГОСТ 5017-74), випускають марок Бр.ОФ 8,0-0,3; Бр.ОФ 6,5-0,4; Бр.ОЦ 4-3 та ін.

Бронзи безолов'яні, оброблювані тиском (ГОСТ 18175-78), виготовляють марок Бр.А5, Бр.АМц 9-2, Бр.АЖ 9-4, Бр.КН 1-3, Бр.АЖН 10-4-4 та ін. У цих марках Ж — залізо, Мц — марганець, Н — нікель, А — алюміній, Ф — фосфор.

Сплав міді з цинком (латунь) застосовують для виготовлення деталей арматури, підшипників і втулок, натискних гайок, фасонних деталей, які відливаються під тиском, тощо. Латунь може містити залізо, марганець, алюміній, олово, свинець та ін.

Латуні ливарні (ГОСТ 17711-80) виготовляють марок ЛА 67-2,5; ЛАЖМц 66-6-3-2; ЛМцС 58-2-2; ЛК 80-3Л; ЛКС 80-3-3; ЛС 59-1Л та ін.

Приклад умовного позначення:

ЛАЖМц 66-6-3-2 ГОСТ 17711-80.

Це латунь, що містить 66% міді, 6% алюмінію, 3% заліза, 2% марганцю, решта — цинк.

Латуні, оброблювані тиском (ГОСТ 15527-70), виготовляють марок Л96, Л85, Л70, Л63, ЛА 77-2, ЛАЖ 60-1-1 та ін. Приклад умовного позначення:

ЛАЖ 60-1-1 ГОСТ 15527-70.

Для деталей складної конфігурації, які мають відповідальне призначення (картери двигунів, поршні, вироби, які працюють при підвищених температурах), застосовують алюмінієві сплави.

Залежно від хімічного складу сплави алюмінієві ливарні (ГОСТ 2685-75) поділяють на п'ять груп на основі:

алюміній — кремній — АЛ2, АЛ4, АЛ4В та ін.;

алюміній — магній — АЛ8, АЛ13, АЛ22 та ін.;

алюміній — мідь — АЛ7, АЛ7В та ін.;

алюміній — кремній — мідь, алюміній — інші компоненти.

Алюмінієві сплави, призначені для кування, штампування і прокату, виготовляють згідно з ГОСТ 4784-74.

Якщо алюмінієвий сплав призначений для виливання, тоді в позначенні перед початковою літерою А ставиться літера Л; якщо для кування, прокатування чи штампування — літера К.

Приклади умовного позначення:

АЛ9 ГОСТ 2685-75; АК2 ГОСТ 4784-74.

До антифрикційних сплавів належать олов'яні та свинцеві бабіти, які містять олово або свинець з міддю, сурмою та іншими компонентами. Їх застосовують для заливання підшипників турбін, pomp, вентиляторів тощо. Бабіти марок Б88, Б83, Б83С, Б16, БС6 виготовляють згідно з ГОСТ 1320-74.

Приклад умовного позначення:

Б16 ГОСТ 1320-74.

Число 16 вказує вміст олова у відсотках.

У табл. 19.8 подано деякі неметалеві матеріали, які застосовуються в машинобудуванні.

Приклади умовних позначень:

Гетинакс V-I 12,0 ГОСТ 2718-74 — гетинакс марки V-I завтовшки 12 мм;

Текстоліт ПТ-1 ГОСТ 5-72 — текстоліт марки А, 1 — товщина листа;

Пароніт ПОН 0,8х300х400 ГОСТ 481-80 — лист пароніту ПОН завтовшки 0,8 мм, завширшки 300 мм і завдовжки 400 мм.

Розглянемо позначення, які містять не лише якісну характеристику матеріалу, але й характеристику профілю. До них належать позначення матеріалів деталей, які виготовляються зі стандартизованих профілів.

В умовних позначеннях матеріалів таких деталей, крім якісної характеристики, вказують такі відомості про сортовий матеріал: 1) найменування сортового матеріалу; 2) розмірна і якісна характеристика профілю; 3) номер стандарту, в якому подано всі вимоги до цього профілю.

Залежно від того які відомості містяться у стандарті, що характеризує якість матеріалу, й у стандарті, що характеризує сортовий матеріал, умовні позначення сортових матеріалів поділяються на три основні типи.

1. Якщо у стандарті, який характеризує якість матеріалу, містяться і технічні вимоги до сортаменту, що з нього виготовляється, то в умовних позначеннях вказується номер стандарту сортового матеріалу і номер стандарту, в якому викладена якісна характеристика матеріалу.

Приклади умовного позначення матеріалу деталі:

Таблиця 19.8

## Деякі неметалеві матеріали та їх застосування

| Матеріал       | Марка           | ГОСТ     | Призначення                                                                |
|----------------|-----------------|----------|----------------------------------------------------------------------------|
| Вініпласт      | ВН, ВП, ВД, ВНЭ | 9639-71  | Хімічна апаратура, деталі автомобільної, фото- і електропромисловості тощо |
| Гетинакс       | ОН, ОНТ, ТНТ    | 2718-74  | Втулки підшипників, маховички, трубки, кришки                              |
| Текстоліт      | ПТК, ПТ, ПТ-1   | 5-78     | Втулки, кільця, шестірні, ролики                                           |
| конструкційний |                 |          |                                                                            |
| Пароніт        | ПОН, ЛНБ, П, ПЭ | 481-80   | Застосовується для виготовлення прокладок                                  |
| Фторопласт-4Д  | Ш, Л, Э, Т      | 14906-77 | Манжети, прокладки, сидла клапанів, вкладиші підшипників                   |
| Гума листова   | КЩ, Т, М        | 7338-65  | Клапани, прокладки, ущільнення                                             |
| технічна       |                 |          |                                                                            |

1) із гарячекатаної сталі шестигранного профілю за ГОСТ 2879-69 звичайної точності прокатування, з розміром вписаного круга (розмір "під ключ") 30 мм, марки сталі 25 за ГОСТ 1050-88:

$$\text{Шестигранник} \frac{30 \text{ ГОСТ 2879-69}}{25 \text{ ГОСТ 1050-88}};$$

2) із прутка квадратного профілю з розміром сторони квадрата 60 мм за ГОСТ 2591-71, марки сталі 20 за ГОСТ 1050-88:

$$\text{Квадрат} \frac{60 \text{ ГОСТ 2591-71}}{20 \text{ ГОСТ 1050-88}}.$$

За таким самим зразком позначаються сортові матеріали, які виготовляються з легированої конструкційної сталі та з інструментальної вуглецевої сталі.

2. Якщо технічні вимоги до сортового матеріалу викладені в окремому стандарті, то в умовному позначенні вказуються номер стандарту сортового матеріалу і номер стандарту технічних вимог. Марка матеріалу вказується в позначенні без посилання на номер стандарту, оскільки останній обумовлений у стандарті, що визначає технічні вимоги.

Приклади умовного позначення деяких матеріалів:

1) гарячекатана кругла сталь звичайної точності прокатування діаметром 25 мм за ГОСТ 2590-71, марки сталі Ст3 за ГОСТ 380-71, яка поставляється за технічними вимогами ГОСТ 535-79;

$$\text{Круг} \frac{B25 \text{ ГОСТ 2590-71}}{\text{Ст3 ГОСТ 535-79}};$$

2) штабова сталь завтовшки 5 мм і завширшки 60 мм за ГОСТ 103-76, марки сталі Ст3 за ГОСТ 380-71, яка поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79;

$$\text{Штаба} \frac{5 \times 60 \text{ ГОСТ 103-76}}{\text{Ст3 ГОСТ 535-79}};$$

3) кутикова сталь розміром 50x50x3 мм (ГОСТ 8509-72), марки сталі Ст3 за ГОСТ 380-71, звичайної точності прокатування (Б), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79:

$$\text{Кутик} \frac{Б-50 \times 50 \times 3 \text{ ГОСТ 8509-72}}{\text{Ст3 ГОСТ 535-79}}.$$

4) двотаврова балка N20 (ГОСТ 8039-72), марки сталі Ст5 (ГОСТ 380-71), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79:

$$\text{Двотавр} \frac{20 \text{ ГОСТ 8039-72}}{\text{Ст5 ГОСТ 535-79}};$$

5) швелер N16 (ГОСТ 8240-72), марки сталі Ст4 (ГОСТ 380-71), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79:

$$\text{Швелер} \frac{16 \text{ ГОСТ 8240-72}}{\text{Ст4 ГОСТ 535-79}}.$$

3. Якщо у стандарті на сортовий матеріал викладено і технічні вимоги, то в умовному позначенні вказується лише номер стандарту на сортовий матеріал. Марка матеріалу вказується в позначенні без посилання на номер стандарту, останній обумовлений стандартом на сортовий матеріал.

Приклади умовного позначення деяких матеріалів:

1) стрічка завтовшки 2 мм, завширшки 40 мм (ГОСТ 6009-74), зі сталі марки БСт2 (ГОСТ 380-71):

Стрічка 2x40 БСт2 ГОСТ 6009-74;

2) пруток з бронзи (ГОСТ 1628-78) марки КМц 3-1, витягнутий круглий діаметром 32 мм:

Пруток БрКМц 3-1-т-кр 32 ГОСТ 1628-78.

## 19.6. Вимірвальні інструменти та способи вимірювання

Для наближеного визначення розмірів застосовують металеву лінійку, кронциркуль і нутромір.

Металевою лінійкою вимірюють лінійні розміри деталі з точністю до 1 мм.

Кронциркулем вимірюють розміри зовнішніх, а нутроміром — внутрішніх поверхонь деталей.

Під час вимірювань кронциркулем і нутромір треба тримати у площині, перпендикулярній до вимірювальної довжини.

Після вимірювання кінці ніжок нутроміра або кронциркуля, не змінюючи їх положення, прикладають до металевої лінійки й визначають числове значення розміру в міліметрах.

На рис. 19.15 показані способи вимірювання діаметра циліндричної частини деталі кронциркулем, діаметра отвору в основі деталі нутроміром і довжини основи металевою лінійкою.

Ці ж інструменти можна використовувати для визначення відстані між осями отворів, як показано на рис. 19.16. Якщо отвори однакового діаметра, то лінійкою вимірюють відстань  $mn$ , яка дорівнює міжосьовій відстані (рис. 19.16, а).

Якщо треба визначити відстань між осями двох отворів різного діаметра, то лінійкою вимірюють відстань  $ek$ , а нутроміром — діаметри отворів. Міжцентрова відстань у цьому випадку дорівнює сумі розміру  $ek$  і радіусів отворів (рис. 19.16, б).

Лінійкою і кронциркулем можна вимірювати товщину дна і стінки деталі (рис. 19.17). Товщина дна  $k$  дорівнює різниці довжин  $l$  і  $l_1$ , які виміряні лінійкою. Товщину стінки визначають як різницю розмірів  $n$  і  $m$ .

Довжину деталі, яка має ступінчасту форму (рис. 19.18), вимірюють лінійкою і косинцями.

Описані способи вимірювань кронциркулем, нутроміром і лінійкою не дають високої

точності і застосовуються головним чином у навчальному процесі. У виробничій практиці лінійні розміри з точністю від 0,1 до 0,02 мм вимірюють штангенциркулем (рис. 19.19, а).

Штангенциркуль складається зі сталеві лінійки (штанги) з нанесеними на ній міліметровими поділками. Штанга закінчується вимірвальними губками 2 і 9, розташованими до неї під прямим кутом. На штангу надягнута рамка 7 з іншими вимірвальними губками 3 і 8. Рамка пересувається по штанзі і може закріплюватися на ній у будь-якому місці гвинтом 4. На нижній скошеній частині рамки є шкала 6 з поділками — ноніус. Коли губки дотикаються одна до одної, нульові поділки штанги 1 і шкали ноніуса 6 збігаються.

Деталь, розмір якої треба виміряти, легко затискають між губками, рамку з ноніусом закріплюють на шкалі гвинтом 4 і по шкалі штанги та ноніуса проводять відлік.

На шкалі ноніуса відстань між поділками дорівнює 0,9 мм. Отже, десять поділок шкали ноніуса дорівнюють дев'ятьом поділкам штанги.

У пазу штанги універсального штангенциркуля вільно ковзає вузька лінійка 5 глибиноміра. Один кінець цієї лінійки жорстко з'єднаний з рамкою. При зімкнутих положеннях губок торець глибиноміра збігається з торцем штанги. Під час вимірювання глибини отвору штанга торцем впирається в торець деталі. При переміщенні рамки торець глибиноміра переміщується до контакту з дном отвору в деталі. Глибиномір дає змогу також виміряти висоту уступу деталі.

При вимірюванні діаметра циліндричної деталі, наприклад, вала або осі, ця деталь охоплюється губками 9 і 8 штангенциркуля. Якщо, наприклад, нульова поділка ноніуса точно збігається з вісімнадцятою поділкою штанги, діаметр дорівнює 18,0 мм (рис. 19.19, б). Якщо справжній діаметр деталі дорівнює 18,1 мм, то нульова поділка шкали ноніуса буде зсунута праворуч на 0,1 мм і перша поділка шкали ноніуса збігатиметься

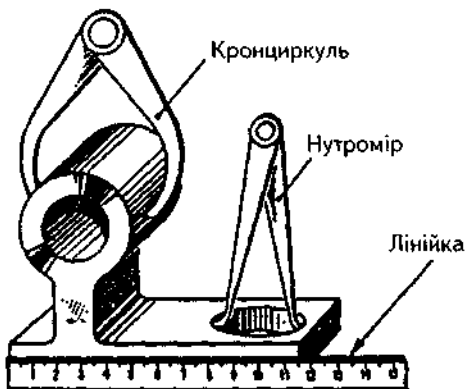


Рис. 19.15

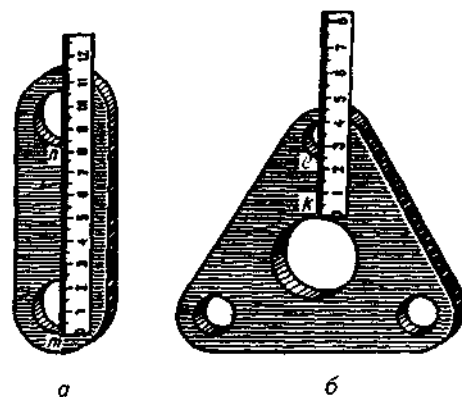


Рис. 19.16

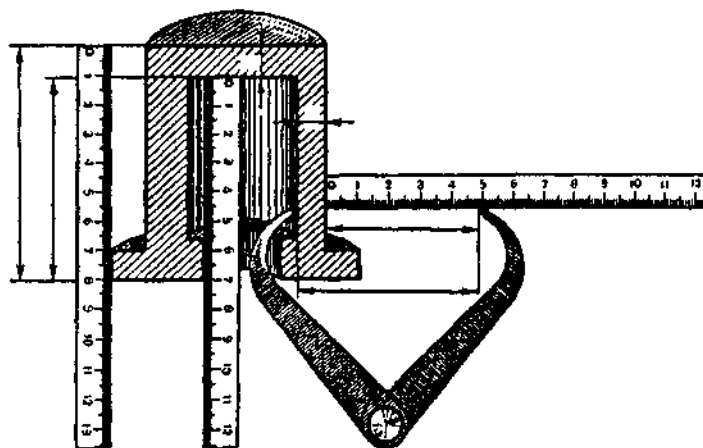


Рис. 19.17

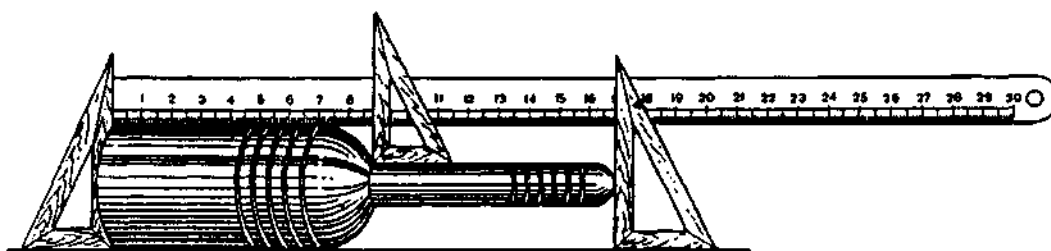


Рис. 19.18

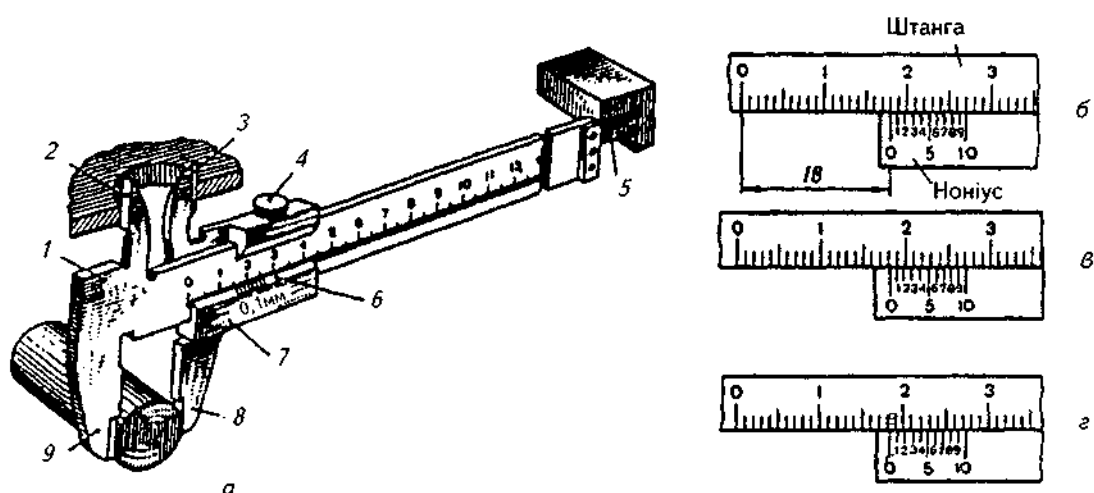


Рис. 19.19

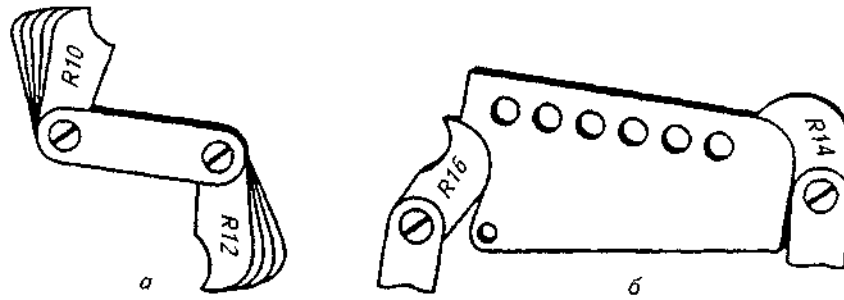


Рис. 19.20

ся з дев'ятнадцятою поділкою штанги (рис. 19.19, в). Якщо діаметр деталі 18,4 мм, четверта поділка ноніуса збігатиметься з двадцять другою поділкою штанги (рис. 19.19, г).

Отже, щоб виміряти розмір штангенциркулем, треба визначити за лінійкою штанги ціле число міліметрів, а за шкалою ноніуса — число десятих часток міліметра. Число десятих часток міліметра дорівнює номеру поділки ноніуса, яка збігається з якоюсь поділкою штанги.

Радіуси закруглень і галтелей вимірюють набором радіусних шаблонів (рис. 19.20, а).

Під час вимірювання шаблони прикладають до деталі і проглядають місце контакту на просвіт. За відсутності зазору радіус закруглення дорівнює вказаному на шаблоні (рис. 19.20, б).

### Запитання для самоперевірки

1. Яке креслення називається робочим? Які вимоги ставляться до нього?
2. Які креслення називаються ескізами і в якій послідовності рекомендується виконувати ескіз деталі з натури?
3. Якими знаками позначають шорсткість поверхні? Як креслять ці знаки?
4. Як проставити на кресленні шорсткість, якщо всі елементи деталі мають однакову шорсткість поверхонь?
5. Що означають записи: Сталь 35 ГОСТ 1050-88; СЧ 20 ГОСТ 1412-85; Бр. ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79?
6. Якими інструментами користуються для вимірювання деталей?

## 20. СКЛАДАЛЬНІ КРЕСЛЕННЯ

**Складальне креслення** — документ, який містить зображення складальної одиниці та інші дані, потрібні для її складання (виготовлення) і контролю.

У навчальних умовах для складальної одиниці виконують такі конструкторські документи: креслення із зображеннями складальної одиниці (рис. 20.3, 20.6, 20.8, 20.14), робочі креслення (рис. 20.11, 20.12) або ескізи (табл. 20.1) із зображеннями її деталей і специфікацію (рис. 20.4, 20.7, 20.9, 20.16).

Конструкцію складальної одиниці утворюють деталі, з яких вона складається, а також з'єднання цих деталей (рис. 20.1, 20.2, 20.5, 20.10, 20.13).

Виконання креслень складальної одиниці ґрунтується на розумінні й призначенні складальної одиниці, її структури та її конструкції, форм зв'язку між деталями, конструкцій деталей тощо.

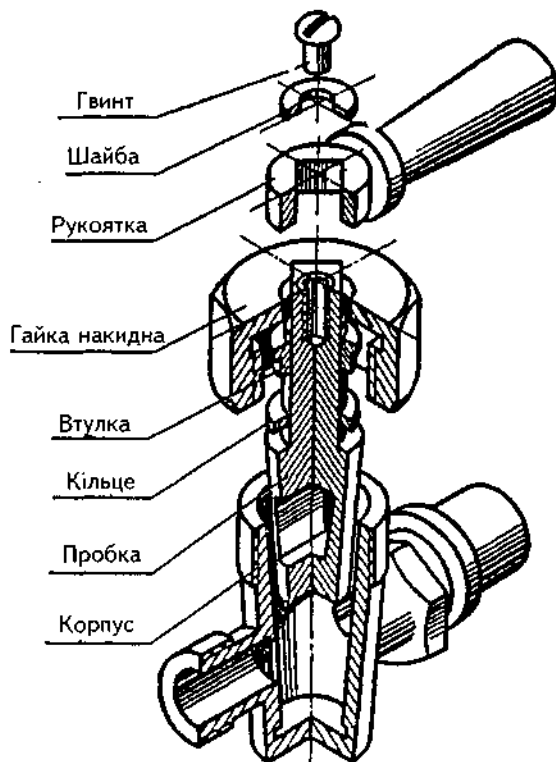


Рис. 20.1. Кран пробковий.

Складальне креслення містить:

а) зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розміщення та взаємний зв'язок окремих його частин;

б) розміри та інші параметри і вимоги, які виконують і контролюють під час складання виробу, вказівки про спосіб з'єднання частин виробу;

в) номери позицій складових частин виробу;

г) основні характеристики виробу;

д) габаритні, встановлювальні, приєднувальні, а також довідкові розміри.

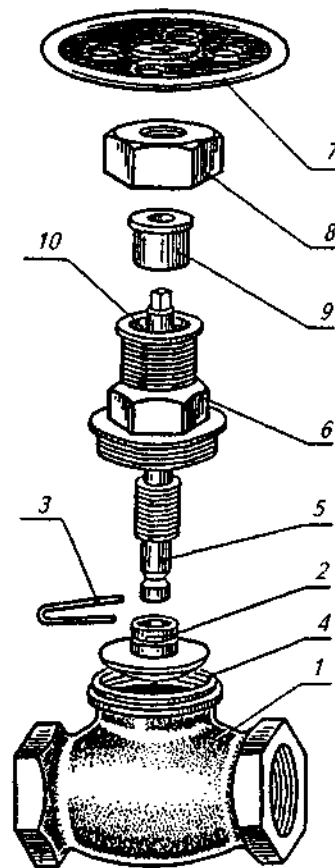
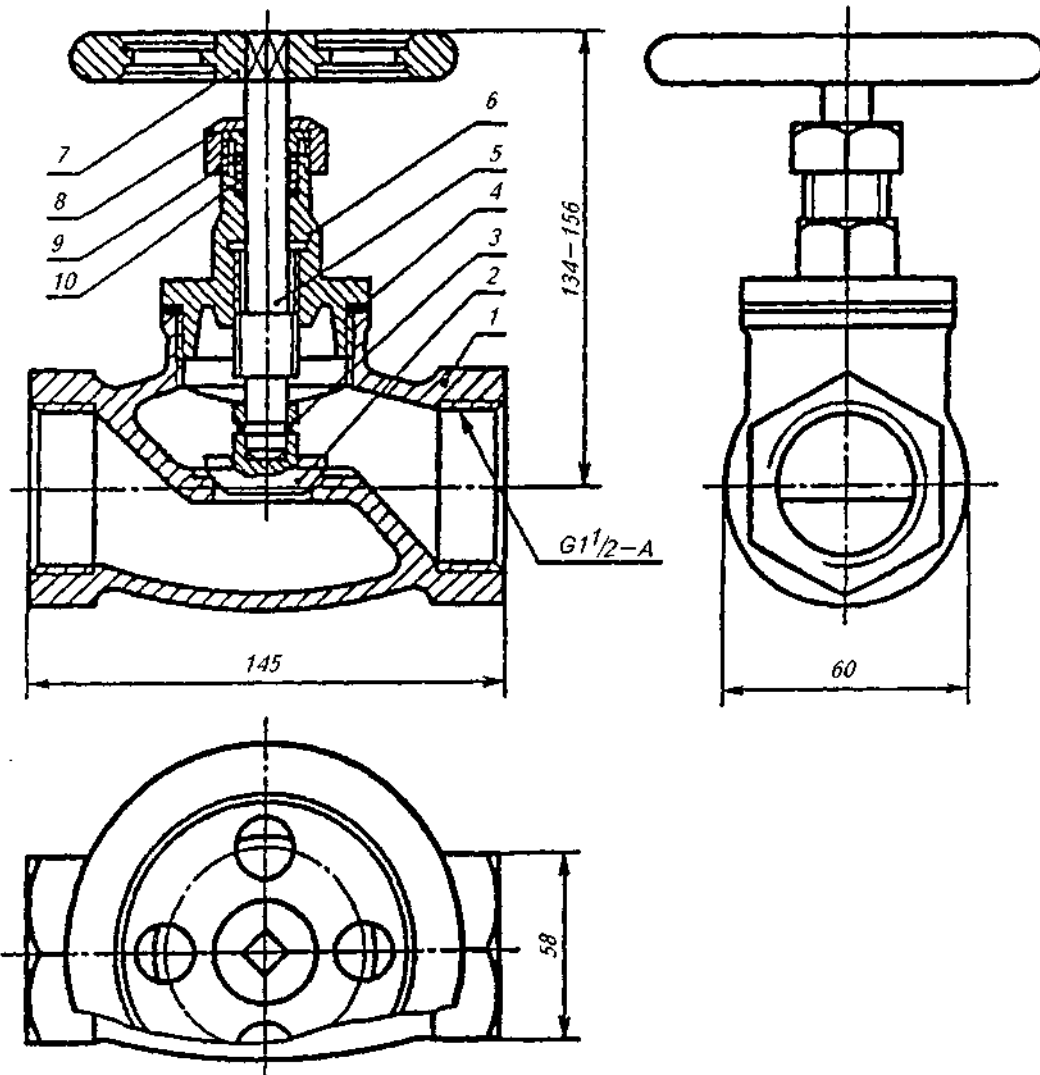


Рис. 20.2. Вентиль.

1 — корпус; 2 — клапан; 3 — дріт; 4 — кільце;  
5 — шток; 6 — штуцер; 7 — маховик; 8 — гайка натискна; 9 — втулка; 10 — набивка (прядиво).



|           |      |           |       |      |                 |              |           |      |         |
|-----------|------|-----------|-------|------|-----------------|--------------|-----------|------|---------|
|           |      |           |       |      | МБК 01.00.00.СК |              |           |      |         |
|           |      |           |       |      | Вентиль         | Літера       |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк. | № док-м.  | Підп. | Дата |                 |              |           |      | 1:2     |
| Креслив   |      | Ткачук    |       |      |                 |              |           |      |         |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                 |              |           |      |         |
| Т. контр. |      |           |       |      |                 | Аркуш        | Аркушів 1 |      |         |
|           |      |           |       |      |                 | ІФНТУНГ      |           |      |         |
| Н. контр. |      |           |       |      |                 | гр. КМВ 02-2 |           |      |         |
| Затвердив |      |           |       |      |                 |              |           |      |         |

Рис. 20.3

[illegible]

Рис. 20.4

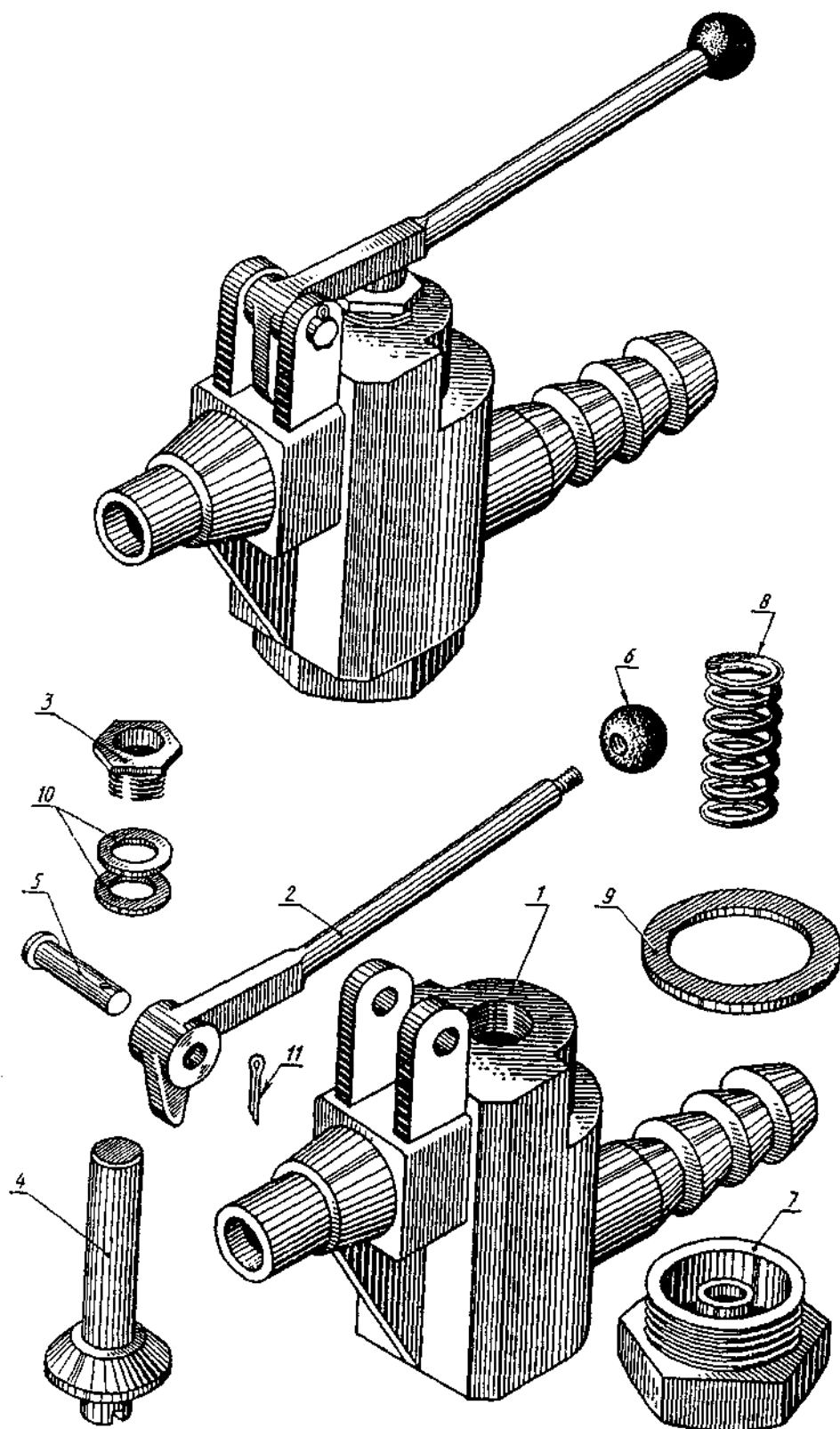
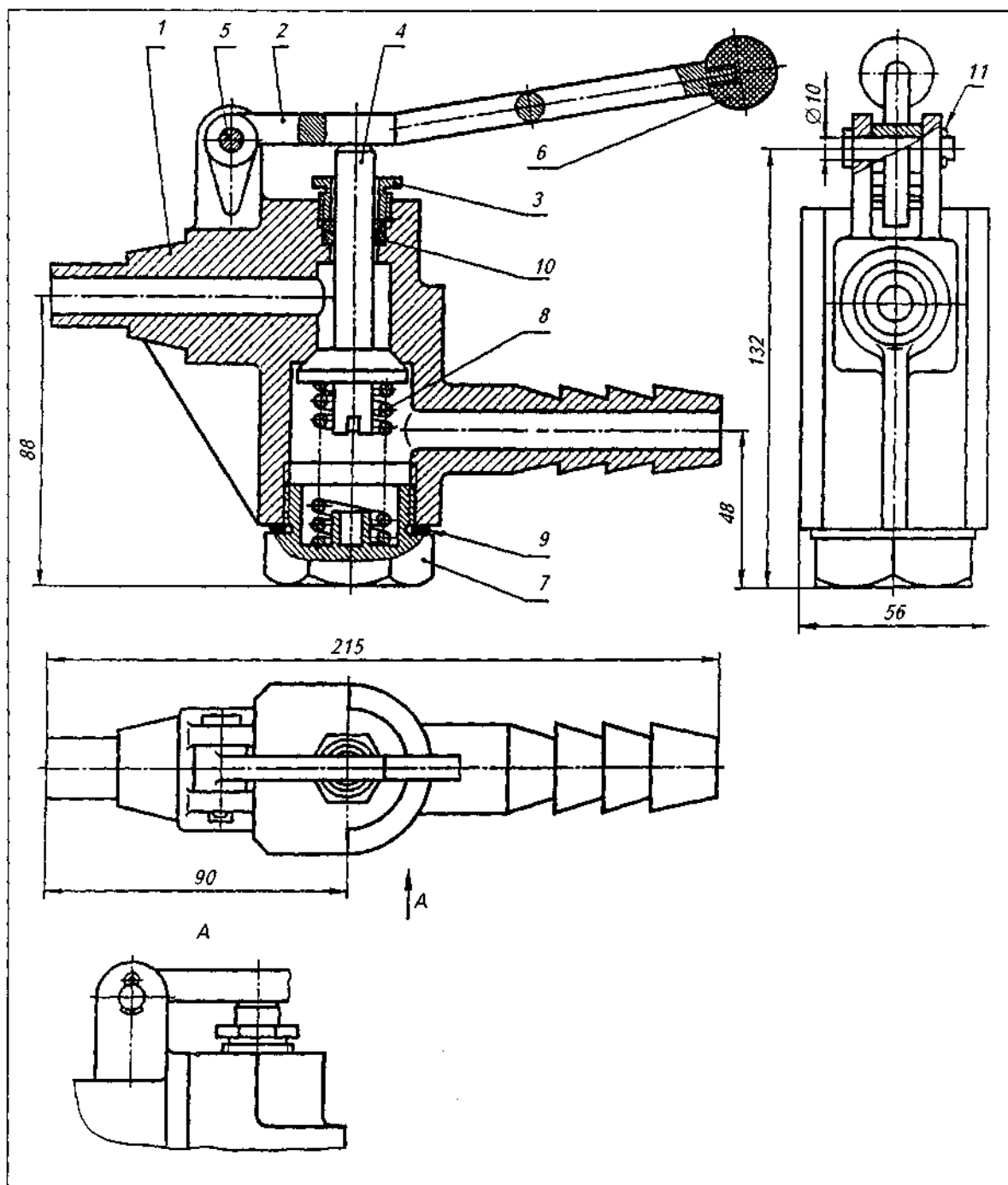


Рис. 20.5. Клапан.

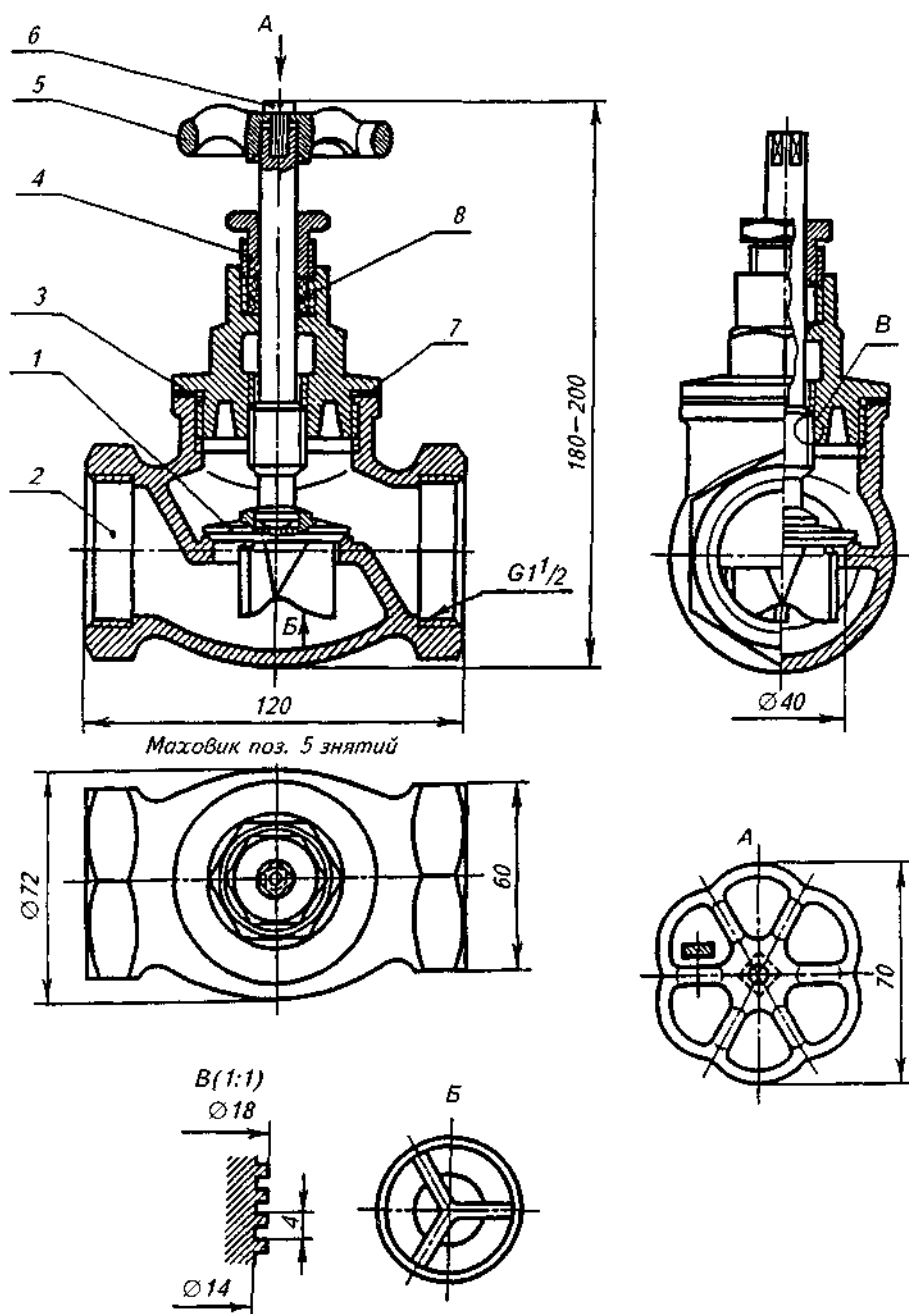
1 — корпус; 2 — рукоятка; 3 — гайка; 4 — клапан; 5 — палець; 6 — наконечник; 7 — гайка регулювальна;  
8 — пружина; 9 — прокладка; 10 — кільце; 11 — шплінт.



|           |      |           |       |      |                        |                     |           |            |
|-----------|------|-----------|-------|------|------------------------|---------------------|-----------|------------|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 02.00.00 СК</b> |                     |           |            |
|           |      |           |       |      | <b>Клапан</b>          | Літера              | Маса      | Масштаб    |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                        |                     |           | <b>1:2</b> |
| Креслив   |      | Волинська |       |      |                        |                     |           |            |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                        |                     |           |            |
| Т. контр. |      |           |       |      |                        | Аркуш               | Аркушів 1 |            |
| Н. контр. |      |           |       |      |                        | <b>ІФНТУНГ</b>      |           |            |
| Затвердив |      |           |       |      |                        | <b>гр. КМВ 02-1</b> |           |            |

Рис. 20.6

[illegible]

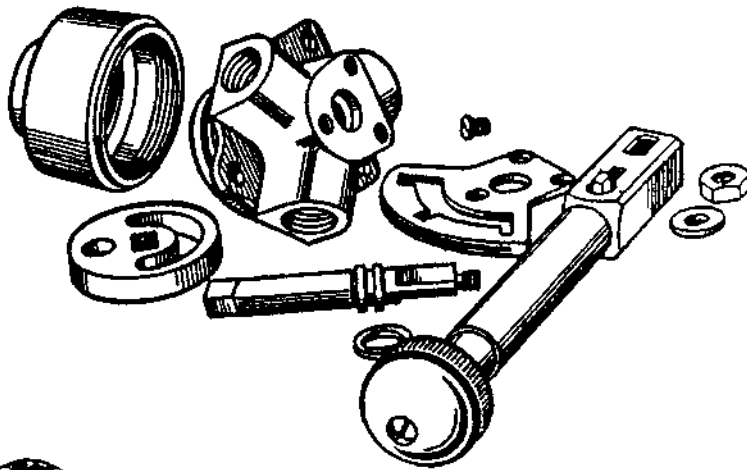


|           |      |          |       |      |                         |        |  |         |         |
|-----------|------|----------|-------|------|-------------------------|--------|--|---------|---------|
|           |      |          |       |      | МБК 03.00.00 СК         |        |  |         |         |
|           |      |          |       |      |                         |        |  |         |         |
|           |      |          |       |      |                         |        |  |         |         |
|           |      |          |       |      |                         |        |  |         |         |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | Вентиль                 | Літера |  | Маса    | Масштаб |
| Креслив   |      | Сидорук  |       |      |                         |        |  |         | 1:2     |
| Перевіряв |      | Шпільчак |       |      |                         |        |  |         |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                         | Аркуш  |  | Аркушів |         |
|           |      |          |       |      |                         |        |  |         |         |
| Н. контр. |      |          |       |      | ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ 02-1 |        |  |         |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                         |        |  |         |         |

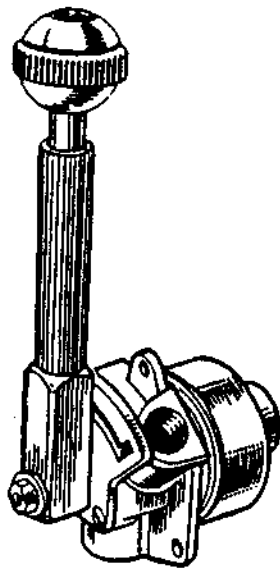
Рис. 20.8

|           |      |          |        |      |                     |                     |       |         |
|-----------|------|----------|--------|------|---------------------|---------------------|-------|---------|
|           |      |          |        |      | <b>МБК 03.00.00</b> |                     |       |         |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | <b>Вентиль</b>      | Літера              | Аркуш | Аркушів |
| Розробив  |      | Іванчук  |        |      |                     |                     |       | 7       |
| Перевірів |      | Шпільчак |        |      |                     |                     |       |         |
| Н. контр. |      |          |        |      |                     | <b>ІФНТУНГ</b>      |       |         |
| Затв.     |      |          |        |      |                     | <b>гр. ТНМ 02-1</b> |       |         |

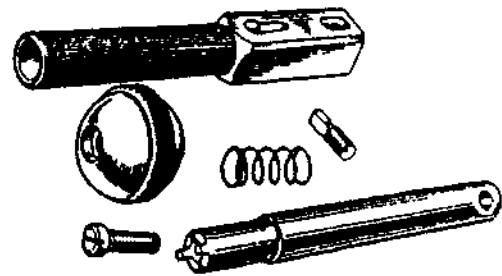
Рис. 20.9



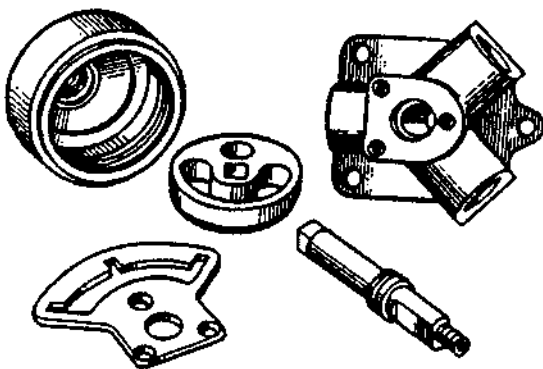
Складові виробу



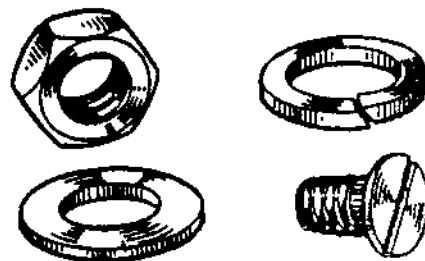
Кран розподільний



Деталі рукоятки, що є у складі виробу

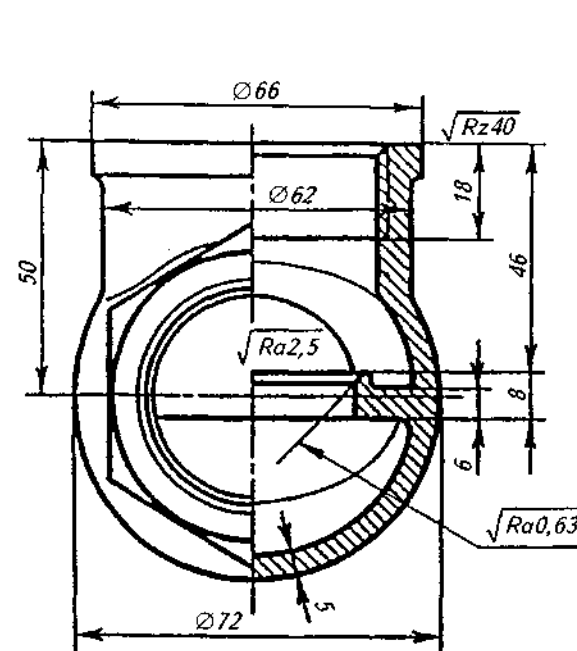
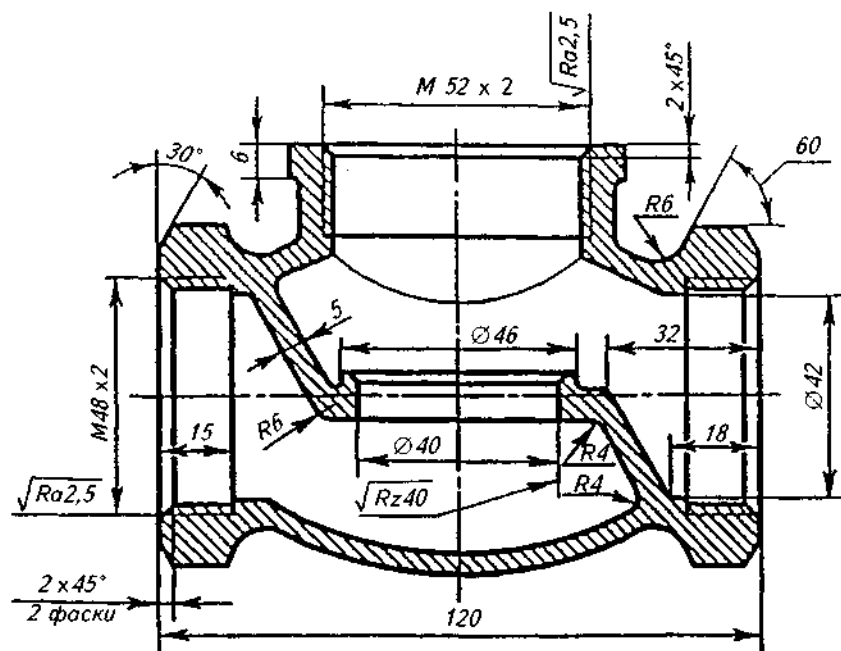


Деталі — складові виробу



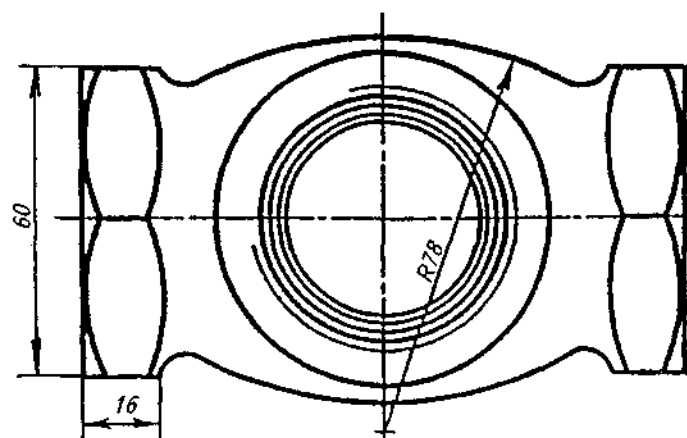
Стандартні вироби

Рис. 20.10. Кран розподільний



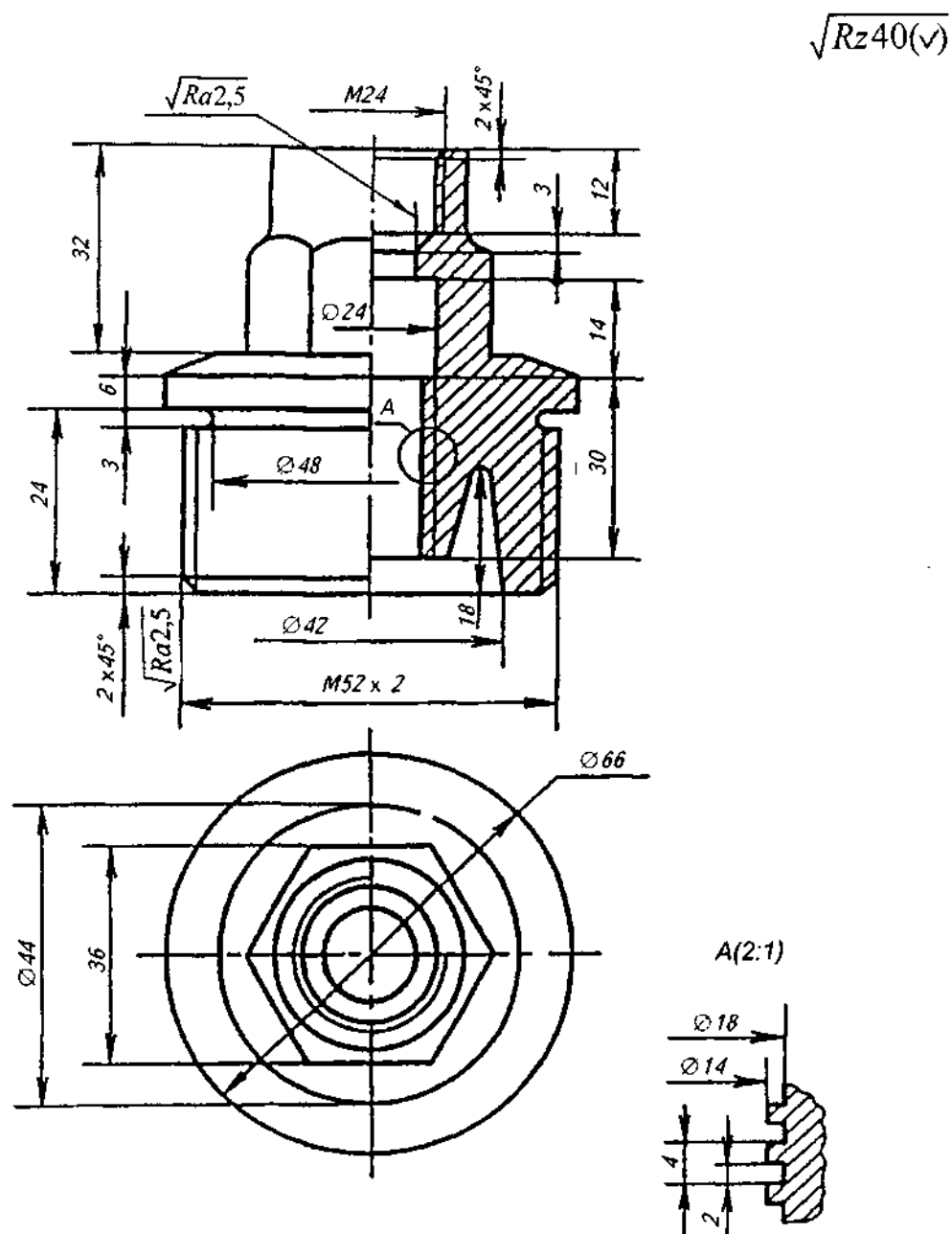
✓ (✓)

Не вказані радіуси заокруглень R2



|           |      |           |       |      |                               |                         |           |      |         |
|-----------|------|-----------|-------|------|-------------------------------|-------------------------|-----------|------|---------|
|           |      |           |       |      | МБК 03.00.01                  |                         |           |      |         |
|           |      |           |       |      | Корпус                        | Літера                  |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                               |                         |           |      | 1:2     |
| Креслив   |      | Петрук    |       |      |                               |                         |           |      |         |
| Перевіряв |      | Василишин |       |      |                               |                         |           |      |         |
| Т. контр  |      |           |       |      |                               | Аркуш                   | Аркушів 1 |      |         |
|           |      |           |       |      | Бр. ОЦС 3-12-5<br>ГОСТ 614-70 | ІФНТУНГ<br>гр. КМВ 02-2 |           |      |         |
| Н. контр. |      |           |       |      |                               |                         |           |      |         |
| Затвердив |      |           |       |      |                               |                         |           |      |         |

Рис. 20.11



|           |           |          |       |      |                               |              |           |         |  |
|-----------|-----------|----------|-------|------|-------------------------------|--------------|-----------|---------|--|
|           |           |          |       |      | МБК 03.00.02                  |              |           |         |  |
|           |           |          |       |      | Кришка                        | Літера       | Маса      | Масштаб |  |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата |                               |              |           | 1:1     |  |
| Креслив   | Іванчук   |          |       |      |                               |              |           |         |  |
| Перевірів | Василишин |          |       |      |                               |              |           |         |  |
| Т. контр. |           |          |       |      |                               | Аркуш        | Аркушів 1 |         |  |
|           |           |          |       |      | Бр. ОЦС 3-12-5<br>ГОСТ 614-70 | ІФНТУНГ      |           |         |  |
| Н. контр. |           |          |       |      |                               | гр. ТНМ 02-1 |           |         |  |
| Затвердив |           |          |       |      |                               |              |           |         |  |

Рис. 20.12

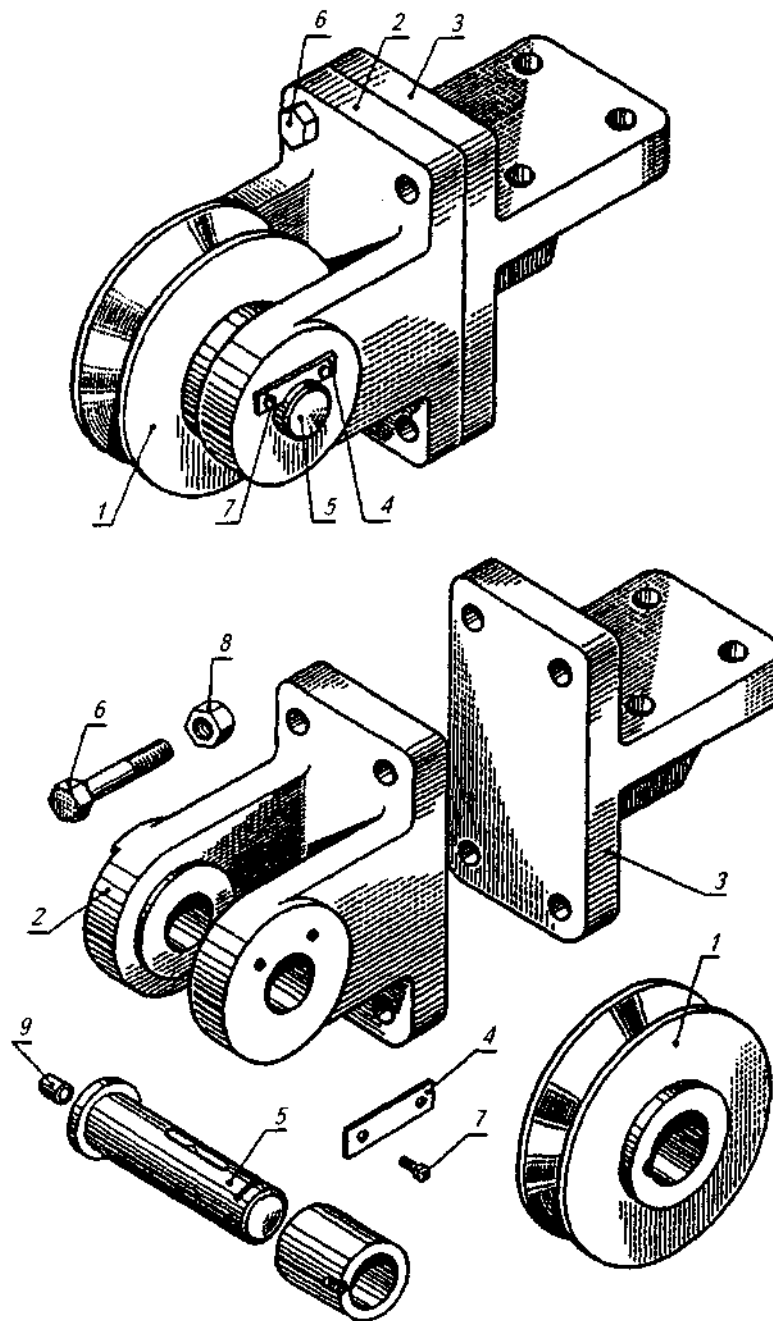


Рис. 20.13. Блок напрямний.

1 — ролик (складальна одиниця виробу); 2 — вилка; 3 — кронштейн; 4 — планка; 5 — вісь; 6 — болт;  
7 — болт; 8 — гайка; 9 — прес-маслянка.

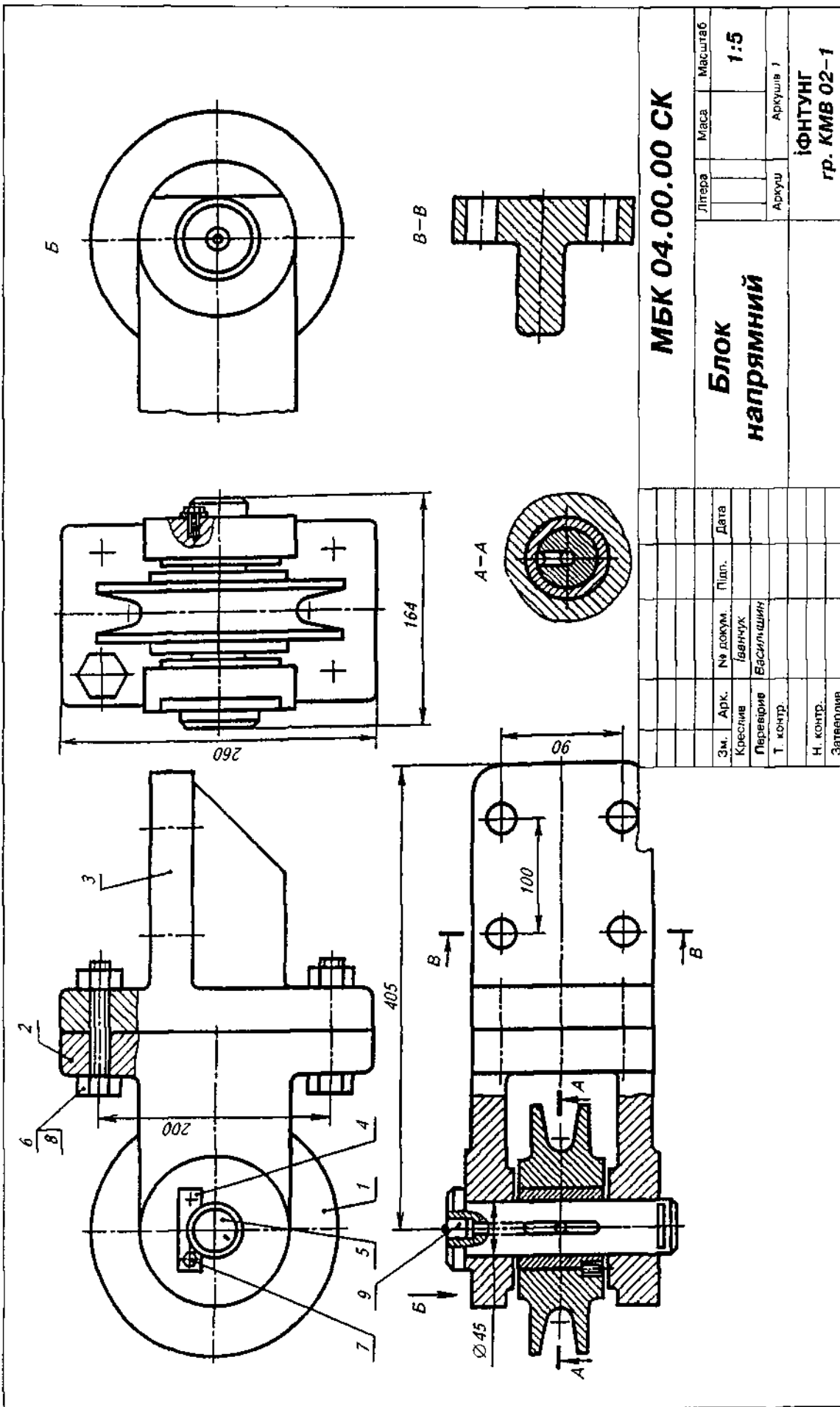
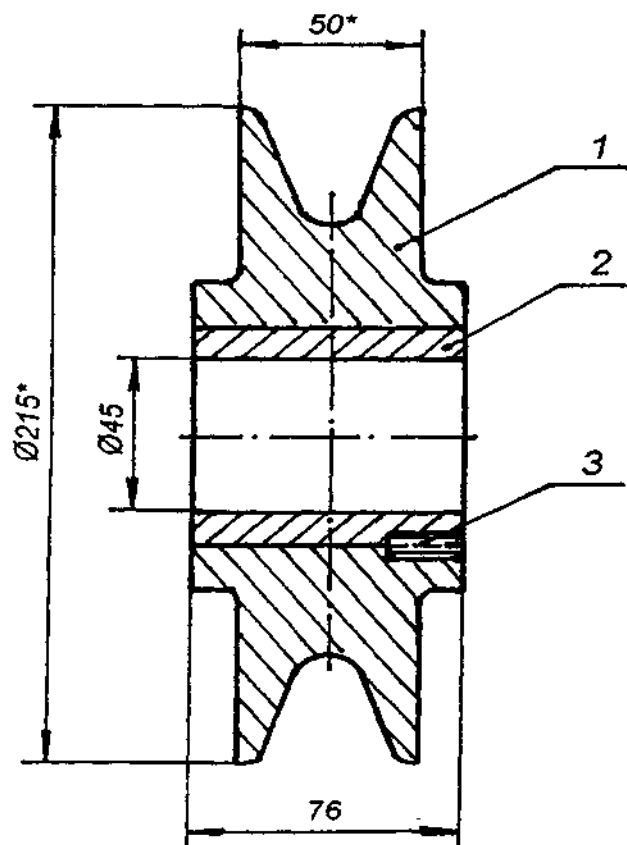


Рис. 20.14



\* Розміри для довідок

| Формат | Зона | Поз. | Позначення          | Назва                | Кільк. | Примітка |
|--------|------|------|---------------------|----------------------|--------|----------|
|        |      |      |                     |                      |        |          |
|        |      |      |                     | <i><u>Деталі</u></i> |        |          |
|        |      |      |                     |                      |        |          |
|        |      | 1    | <i>МБК 04.01.01</i> | <i>Ролик</i>         | 1      |          |
|        |      | 2    | <i>МБК 04.01.02</i> | <i>Втулка</i>        | 1      |          |
|        |      | 3    | <i>МБК 04.01.03</i> | <i>Гвинт</i>         | 1      |          |
|        |      |      |                     |                      |        |          |

|           |      |           |       |      |                     |                     |           |         |
|-----------|------|-----------|-------|------|---------------------|---------------------|-----------|---------|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 04.01.00</b> |                     |           |         |
|           |      |           |       |      |                     |                     |           |         |
|           |      |           |       |      | <b>Ролик</b>        | Літера              | Маса      | Масштаб |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                     |                     |           | 1:2     |
| Креслив   |      | Іваненко  |       |      |                     |                     |           |         |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                     |                     |           |         |
| Т. контр. |      |           |       |      |                     |                     |           |         |
|           |      |           |       |      |                     | Аркуш               | Аркушів 1 |         |
|           |      |           |       |      |                     | <b>ІФНТУНГ</b>      |           |         |
| Н. контр. |      |           |       |      |                     | <b>гр. ТНМ 02-1</b> |           |         |
| Затвердив |      |           |       |      |                     |                     |           |         |

[illegible]

## 20.1. Послідовність виконання складального креслення

Після досконалого вивчення виробу переходять безпосередньо до складання ескізів, виконуючи їх за правилами, викладеними в розділі 19. У табл. 20.1 подано наочні зображення та ескізи деталей виробу "Вентиль", складальне креслення якого представлено на рис. 20.3.

Наведемо лише деякі вимоги, які слід враховувати, виконуючи ескізи для складальних креслень.

1. Вибір головного вигляду деталі на ескізі не слід пов'язувати з розміщенням її у виробі, наприклад, деталі 2, 5, 9 у табл. 20.1.
2. Кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів) і їх розробка мають бути настільки повні, щоб за ними можна було виконати складальне креслення.
3. На ескізах спряжених деталей слід витримати однакові розміри, бо інакше скласти виріб буде неможливо.
4. Для спряжених поверхонь переважно беруть однакові знаки шорсткості.

Перевіривши зроблені ескізи щодо правильності виконання зображень, нанесення розмірів, шорсткості, умовних позначень тощо, виконують складальне креслення:

а) вибирають потрібну й достатню кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів), які розкривають конструкцію виробу на складальному кресленні;

б) залежно від складності виробу та його габаритних розмірів визначають масштаб креслення й обирають формат паперу відповідно до ГОСТ 2.301-68. Наносять рамку і виділяють місце для основного напису;

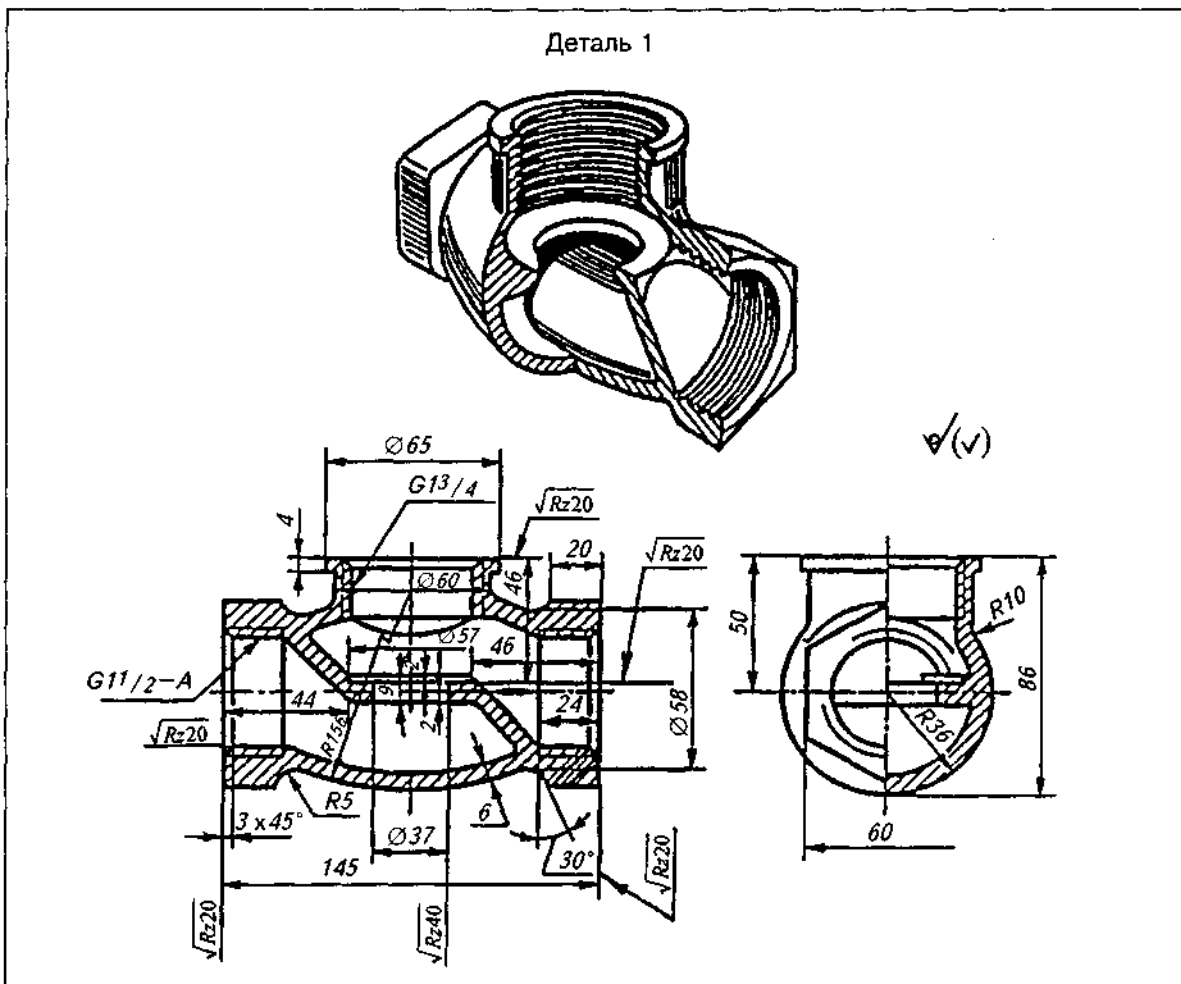
в) проводять осі симетрії й намічають габаритні прямокутники для розміщення окремих зображень;

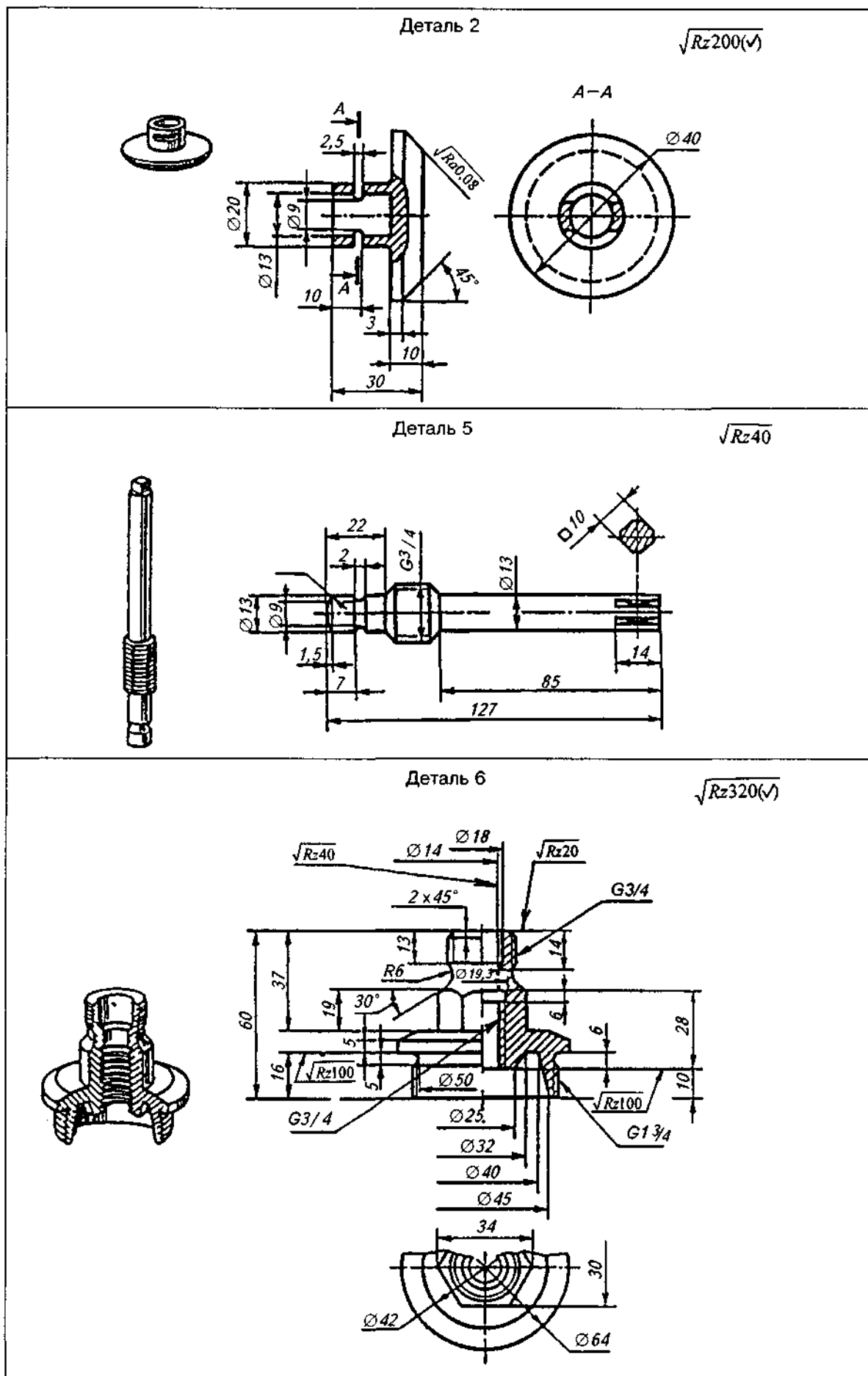
г) наносять контур основної деталі виробу, причому побудову бажано вести одночасно на всіх намічених зображеннях; разом з виглядом деталі виконують і потрібні її розрізи;

д) інші деталі креслять приблизно в тій самій послідовності, в якій їх приєднують; на складальному кресленні виконують розрізи, перерізи, виносні елементи і т.ін.;

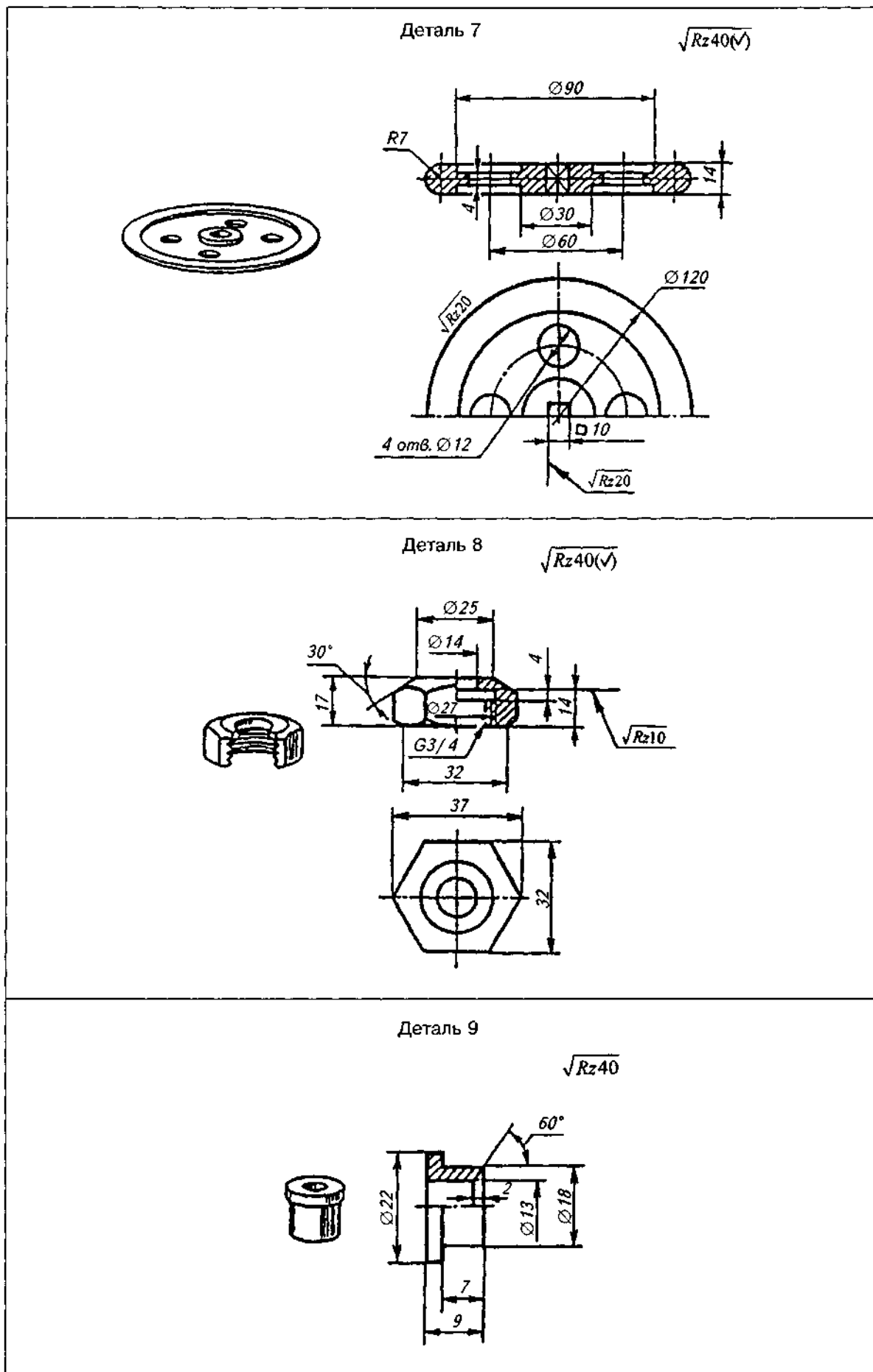
Таблиця 20.1

Ескізи деталей виробу "Вентиль"





Закінчення табл. 20.1



е) перевіряють зроблене креслення, обводять лінії видимого і невидимого контурів, заштриховують розрізи та перерізи;

є) проводять виносні та розмірні лінії, проставляють розмірні числа;

ж) заповнюють основний напис;

з) на окремому аркуші (аркушах) виконують специфікацію виробу;

і) наносять позиції деталей виробу на креслення.

Кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів) залежить від складності конструкції і має бути мінімальна, але достатня для повного уявлення про будову виробу. Навчальне складальне креслення найчастіше виконують у двох або трьох основних зображеннях, застосовуючи місцеві й додаткові вигляди, прості, складні та місцеві розрізи, перерізи тощо.

## 20.2. Деякі особливості викреслювання складальних креслень

1. Місця стику суміжних деталей викреслюють однією лінією (товщина ліній не подвоюється). Зазор між деталями до 2 мм у масштабі креслення рекомендується не показувати.

2. На складальних кресленнях з метою спрощення допускається не показувати:

а) фаски, галтелі, проточки, накатки, насічки та інші дрібні елементи;

б) кришки, маховики і т.ін., якщо треба показати закриті ними складові частини виробу. У цьому випадку відповідне зображення має супроводжуватись написом, наприклад: *Кришка поз.5 не показана, Маховик поз.3 знятий*;

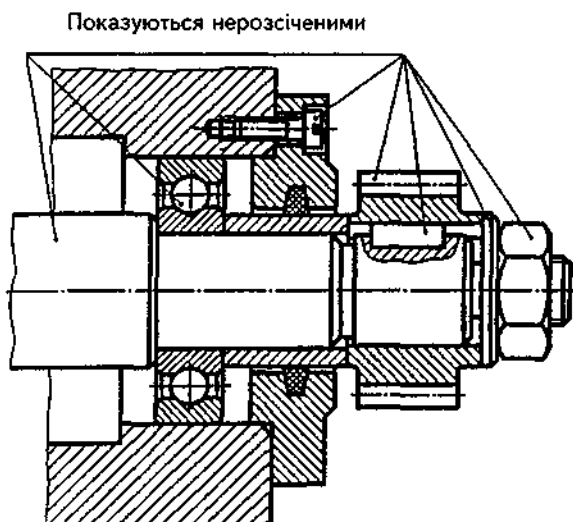


Рис. 20.17

в) видимі складові частини виробів або їх елементи, розташовані за пружиною.

3. Рухомі деталі, які займають в експлуатаційних умовах у виробі різні положення і спрягаються з нерухомими деталями, зображуються в крайніх положеннях штрихпунктирною лінією з двома точками.

4. Такі деталі, як болти, гвинти, шпонки, штифти, заклепки, шпінделі, рукоятки, вали суцільні, у поздовжньому розрізі на складальних кресленнях зображуються нерозсіченими і відповідно незаштрихованими (рис. 20.17, див. також рис. 20.3 — дет. 5; рис. 20.6 — дет. 2,4; рис. 20.14 — дет. 5–8).

5. На всіх розрізах і перерізах складальних креслень виробів, для одних і тих же деталей, при нанесенні графічних позначень матеріалів для металів і твердих сплавів, штриховка має бути спрямована в один і той же бік (див. рис. 20.8, 20.14).

6. На стику поверхонь двох деталей, що дотикаються, нахил лінії штриховки слід вибирати для однієї деталі — праворуч, для другої — ліворуч.

Перерізи, ширина яких на рисунку становить менше 2 мм, допускається зачорнювати (див. рис. 20.3 — дет. 4; рис. 20.6 — дет. 9; рис. 20.8 — дет. 7).

## 20.3. Розміри на складальних кресленнях

На складальному кресленні виробу наносять:

1. Габаритні розміри, які характеризують висоту, довжину і ширину виробу або його найбільший діаметр. Якщо якийсь із цих розмірів змінний унаслідок переміщення рухомих деталей механізму, то на кресленні показують розміри граничних положень рухомих частин (див. рис. 20.3, 20.8).

2. Монтажні розміри, які потрібні для правильного поєднання між собою деталей, розміщених у виробі у безпосередньому зв'язку.

3. Установлювальні розміри, що визначають величину елементів, за якими виріб установлюють на місце його монтажу або приєднують до іншого виробу.

4. Експлуатаційні розміри, які показують деякі розрахункові та конструктивні характеристики виробу.

Розміри окремих деталей або їх елементів на складальному кресленні не проставляють.

Рис. 20.19



## 20.6. Приклад виконання складального креслення

Програмою машинобудівного креслення передбачено виконання ескізів та робочих креслень деталей виробу (складальної одиниці) з натури, але з огляду на умови викладу цього питання в посібнику і неможливість подати складальний вузол, будемо вважати, що представлена на рис. 20.21 аксонометрія КЛАПАНА ПЕРЕЛИВНОГО замінює складальну одиницю.

Виконуючи розбирання і складання деталей складальної одиниці, можна попередньо визначити кількість деталей, присвоїти їм нумерацію, уточнити назву, матеріал та інші характеристики деталей (оригінальних чи стандартних), що дає змогу скласти структурну схему виробу, а потім розділи специфікації виробу. Важливим етапом є ознайомлення з принципом роботи виробу.

Клапан переливний (див. рис. 20.21) призначений для пропускання надлишку рідини з системи при певних (заданих) параметрах тиску в трубопроводах. Таким чином, клапан переливний виконує функції запобіжного пристрою (запобіжний клапан). Гайка накидна 4 призначена для регулювання зусилля, що передається через пружину 6 на клапан 3. Щільність прилягання клапана з виступом усередині корпусу забезпечується прокладкою 2.

Герметичність тарілки 5 з корпусом 1 забезпечується кільцем 9.

Розглянемо коротку характеристику деталей виробу.

Корпус 1 — найбільш складна за формою і технологією виготовлення деталь. Під час

його виготовлення застосовують різноманітні технологічні процеси — виливання та обробку на металорізальних верстатах. Слід зважати на цю особливість, оскільки після відливання не всі поверхні зазнають механічної обробки і, як наслідок, деякі розміри заготовки залишаються незмінними і в готовій деталі. Ця деталь для даного виробу є базовою. Для виявлення зовнішньої і внутрішньої форм треба застосовувати фронтальний розріз на місці головного вигляду і поєднання половини вигляду зліва з половиною поперечного розрізу, розташованих на місці вигляду зліва (рис. 20.22).

Прокладка 2 виготовляється у пресформі методом холодного штампування, тому на головному вигляді вона має бути розташована з урахуванням технології її виготовлення. Для цієї деталі використано фронтальний розріз (рис. 20.23).

Клапан 3 являє собою деталь ступінчастої форми. Для зберігання під час обробки співвідносі зовнішніх і внутрішніх поверхонь головний вигляд бажано розташовувати так, як показано на кресленні (рис. 20.24). Для виявлення внутрішньої форми треба виконати фронтальний розріз, розташувавши його на місці головного вигляду.

Гайка накидна 4 має шестигранну форму. Для відтворення її зовнішньої форми потрібно деталь зобразити двома видами. Деталь має наскрізний отвір, для відображення якого треба виконати фронтальний розріз (або поєднання половини головного вигляду і половини фронтального розрізу), розташувавши його на місці головного вигляду (рис. 20.25).

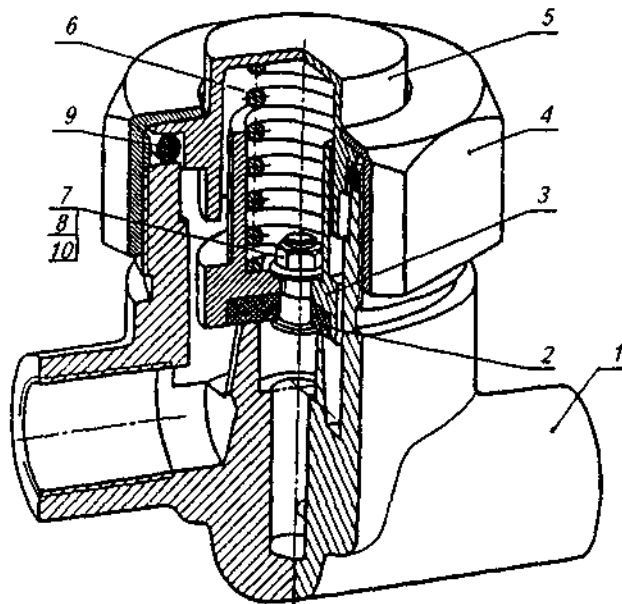
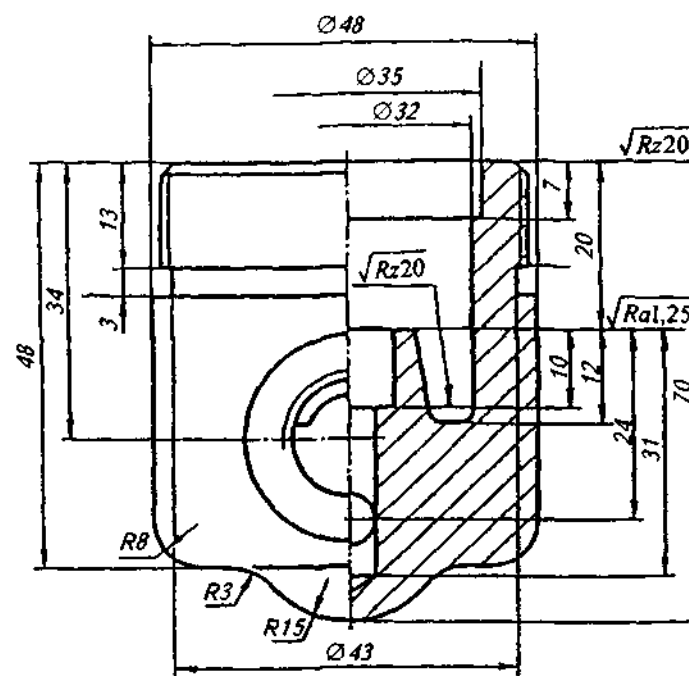
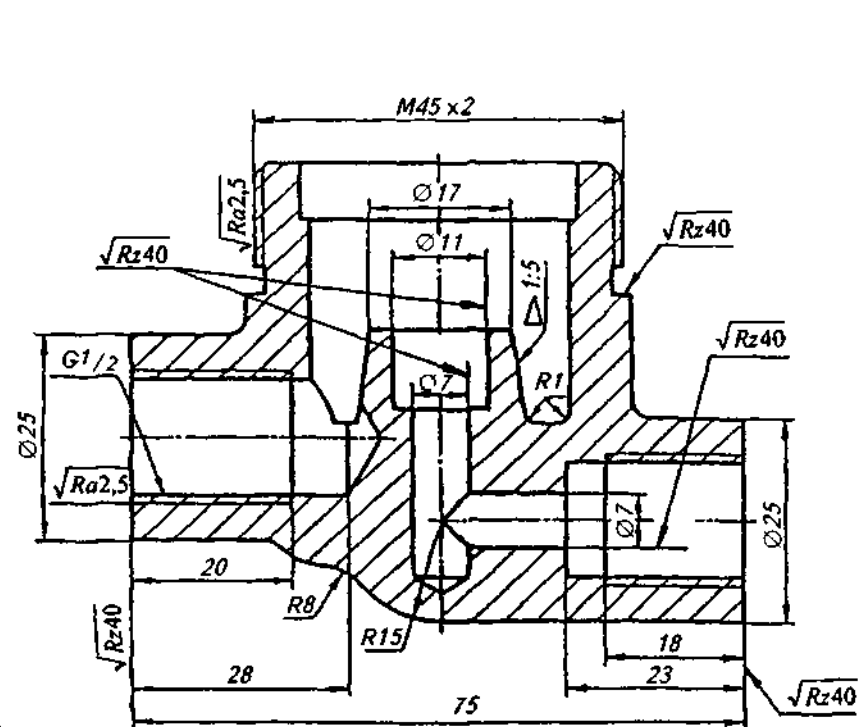


Рис. 20.21

A/✓



|           |      |           |       |      |                                  |                                 |      |            |
|-----------|------|-----------|-------|------|----------------------------------|---------------------------------|------|------------|
|           |      |           |       |      | <b>МБК 05.00.01</b>              |                                 |      |            |
|           |      |           |       |      | <b>Корпус</b>                    | Літера                          | Маса | Масштаб    |
|           |      |           |       |      |                                  |                                 |      | <b>1:1</b> |
| Зм.       | Арх. | № докум.  | Підп. | Дата |                                  |                                 |      |            |
| Креслив   |      | Сидорук   |       |      |                                  |                                 |      |            |
| Перевіряв |      | Василишин |       |      |                                  |                                 |      |            |
| Т. контр. |      |           |       |      | Аркуш                            | Аркушів 1                       |      |            |
|           |      |           |       |      | <b>Сталь 40<br/>ГОСТ 1050-88</b> | <b>ІФНТУНГ<br/>гр. КМВ 02-1</b> |      |            |
| Н. контр. |      |           |       |      |                                  |                                 |      |            |
| Затвердив |      |           |       |      |                                  |                                 |      |            |

Рис. 20.22

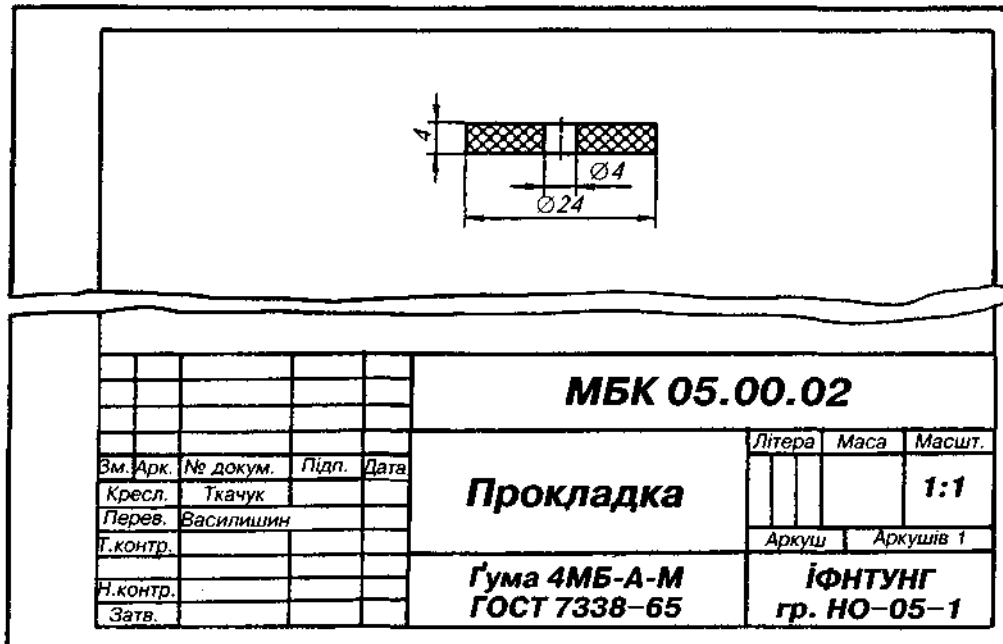


Рис. 20.23

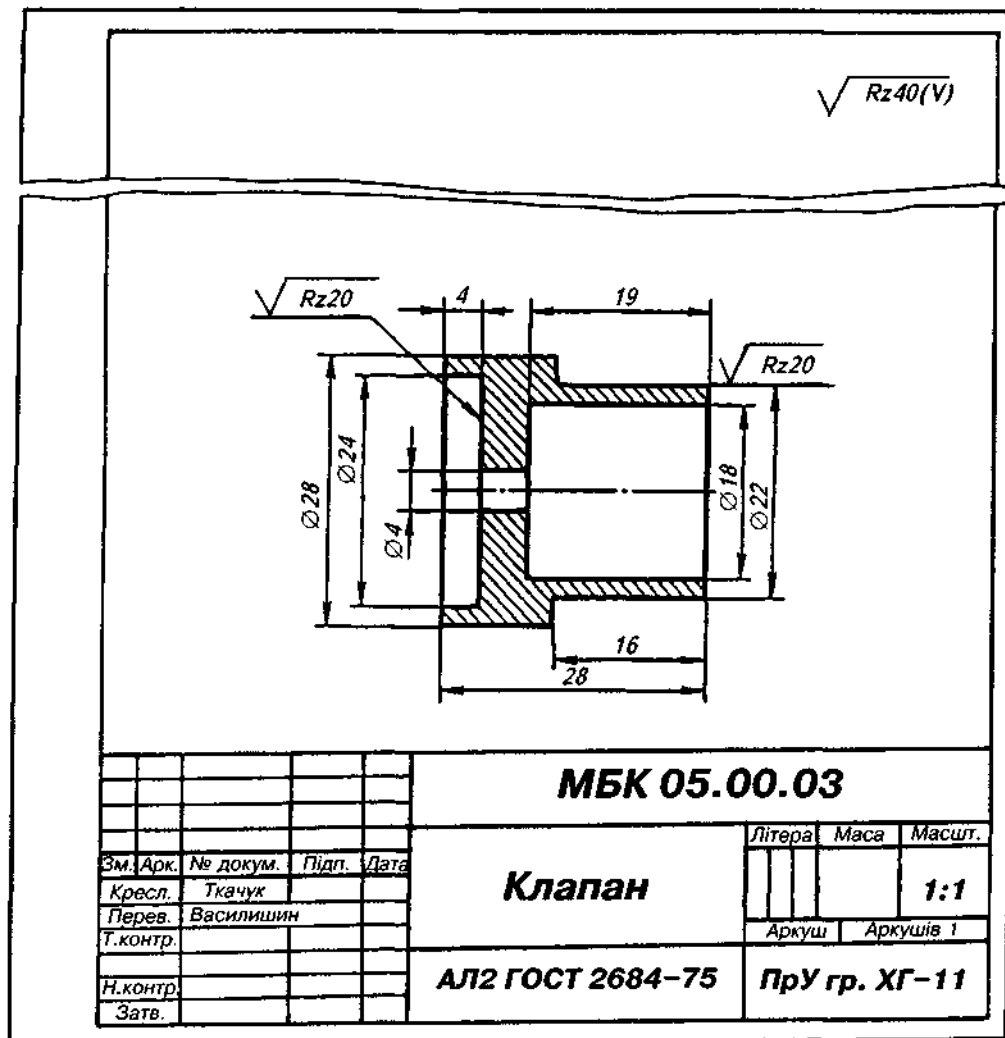


Рис. 20.24

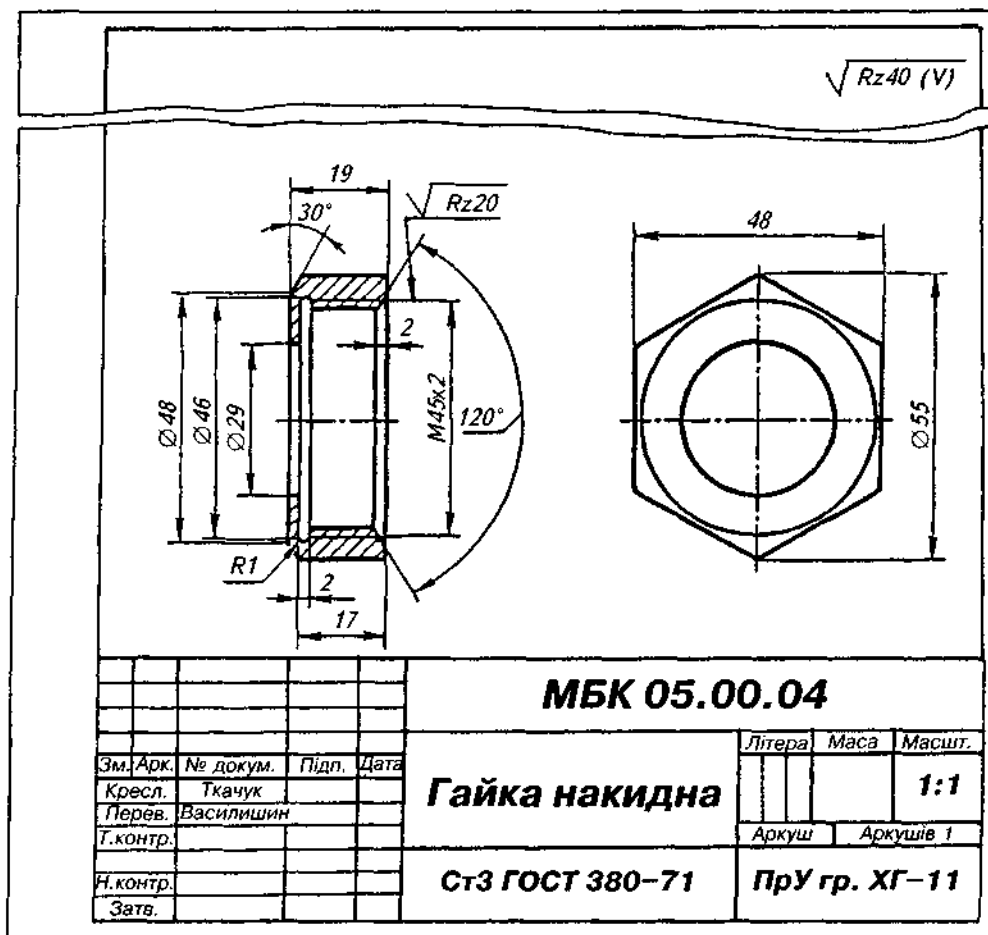


Рис. 20.25

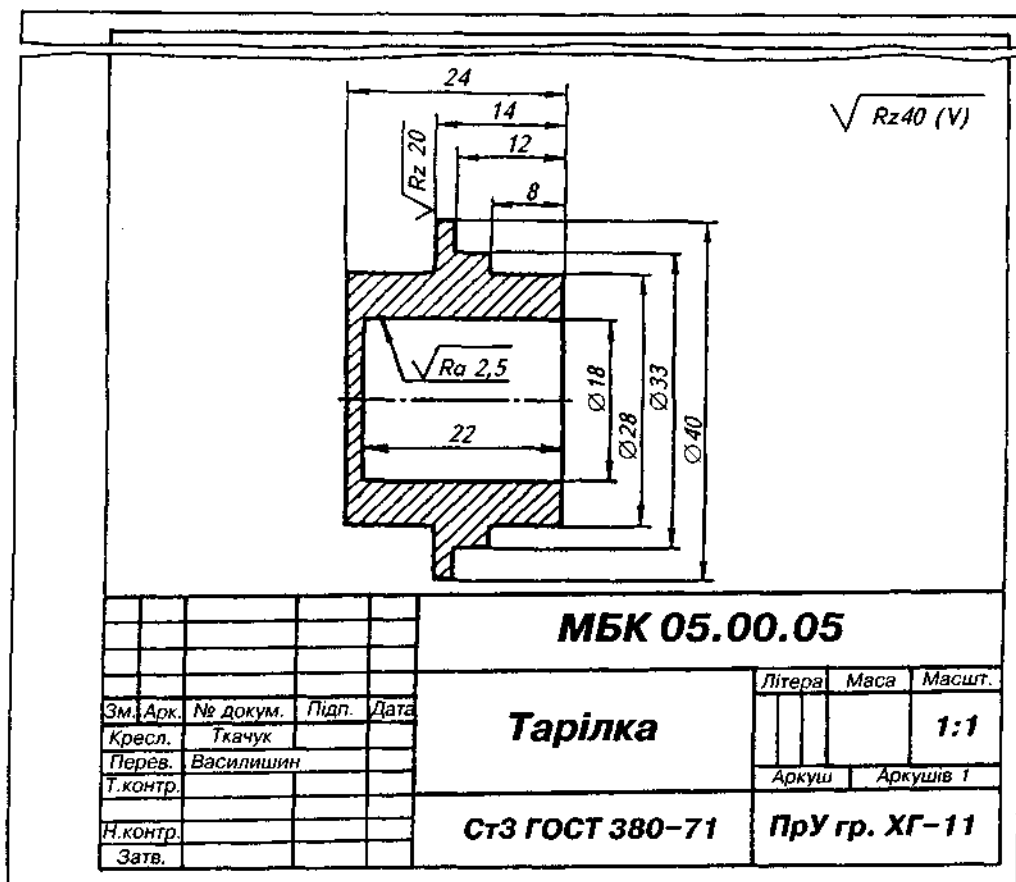


Рис. 20.26

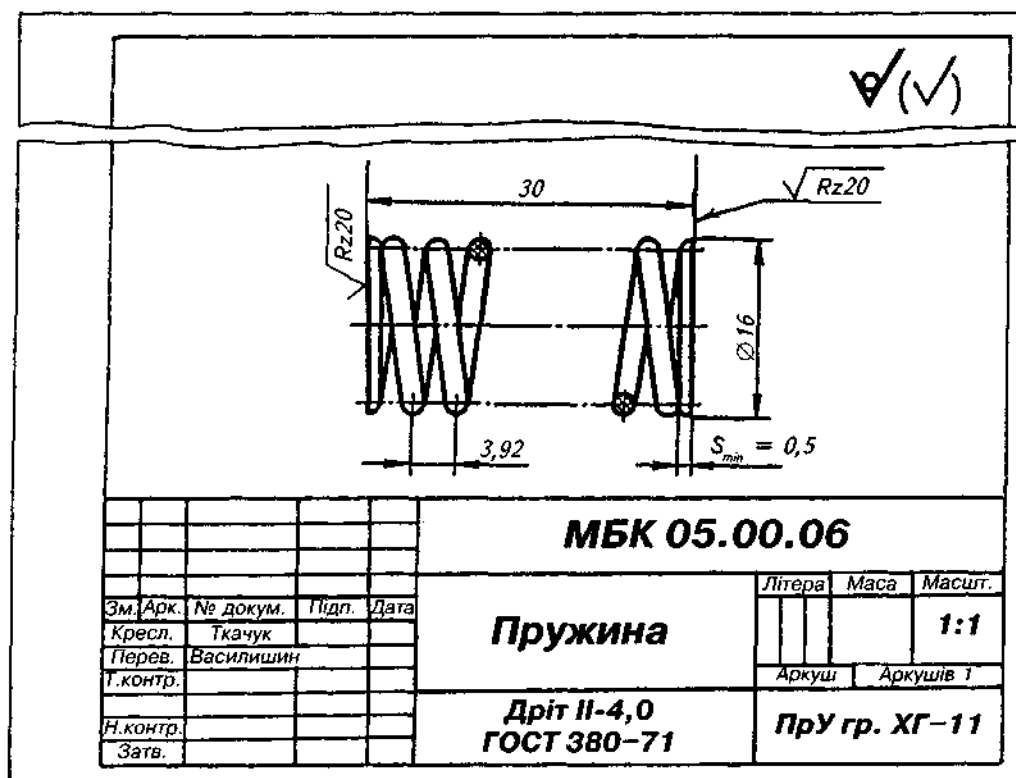


Рис. 20.27

Тарілка 5 — тіло обертання, що має декілька ступенів. Вісь симетрії цієї деталі на кресленні (рис. 20.26) має бути розташована горизонтально. Для виявлення форми отвору  $\varnothing 18$  глибиною 22 слід застосувати фронтальний розріз, розташувавши його на місці головного вигляду.

Незалежно від положення пружини 6 у виробі, її слід зображати на робочому кресленні лише горизонтально й у неробочому стані (рис. 20.27).

Стандартні вироби 7, 8, 9, і 10 добирають за параметрами, узгодженими з відповідними стандартами; ці вироби записують у графі "Назва" специфікації.

Складальне креслення "Клапана переливного" з позначенням МБК 05.00.00 СК, має бути накреслене у трьох виглядах (рис. 20.28) для відображення зовнішньої форми і доповнене такими зображеннями:

1. На місці головного вигляду виконано поєднання частини вигляду (для уточнення форми накидної гайки) і частини розрізу для відображення внутрішньої форми корпусу 1, кріплення клапана 5 і прокладки 2 за допомогою гвинта 7, гайки 8 і шайби 10. Ущільнювальне кільце 9 показане в розрізі.

2. На місці вигляду зліва накреслено поєднання половини вигляду зліва з половиною поперечного розрізу. Половина вигляду зліва уточнює зовнішню форму корпусу 1 і гайки накидної 4.

3. Вигляд зверху уточнює форму гайки на-

кидної 4. Але в цьому випадку можна обмежитись лише додатковим виглядом гайки накидної 4.

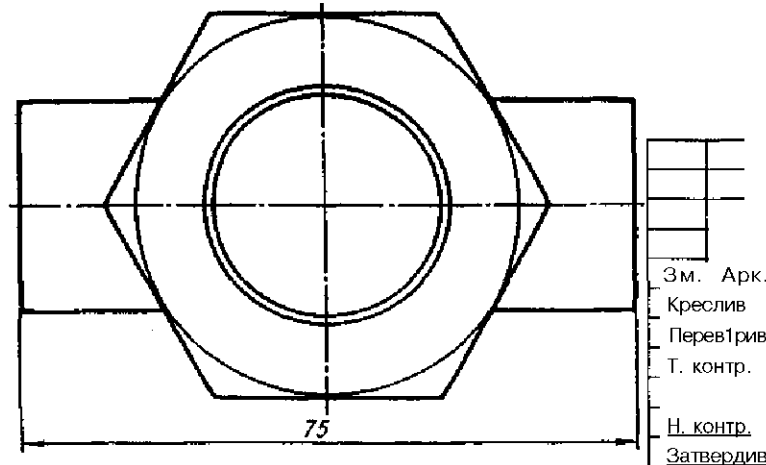
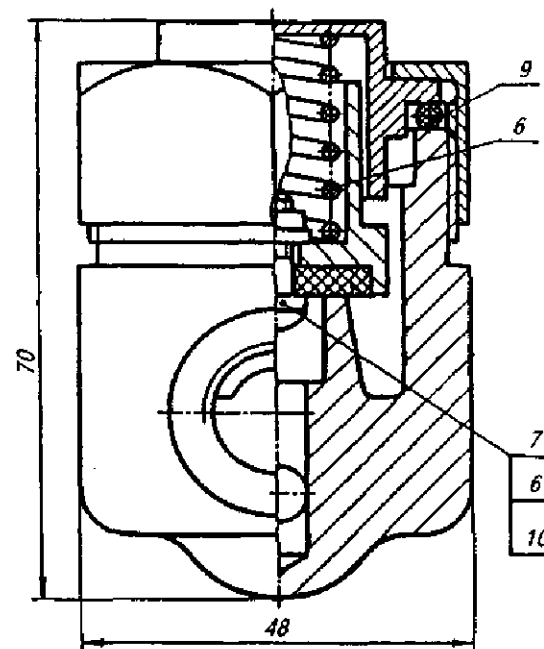
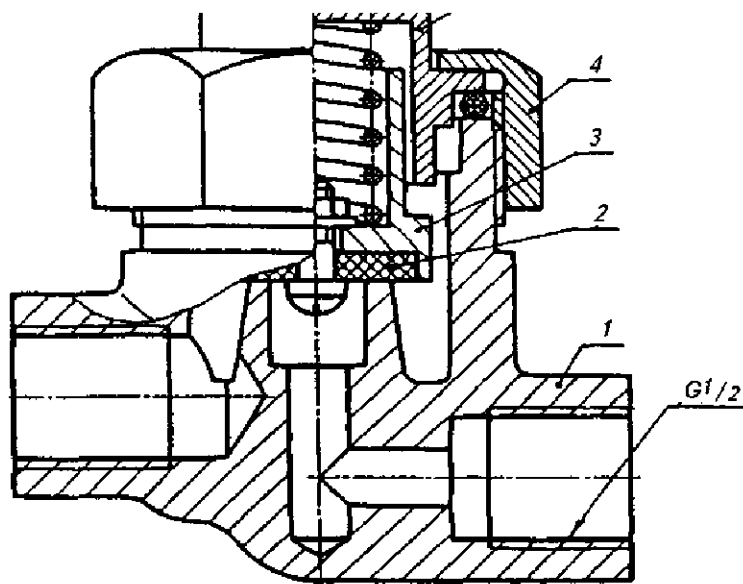
На складальному кресленні (рис. 20.28) кран переливний зображений п'ятьма зображеннями:

а) на місці головного вигляду — частина вигляду і частина розрізу (два зображення);  
б) на місці вигляду зліва — половина вигляду і половина розрізу (два зображення);  
в) вигляд зверху (одне зображення).

Специфікація "Клапана переливного" складається з розділів: "Складальне креслення", "Деталі", "Стандартні вироби" (рис. 20.29).

### Запитання для самоперевірки

1. Які креслення називаються складальними?
2. Які вимоги ставляться до складальних креслень?
3. В якій послідовності виконують складальне креслення?
4. Які розміри проставляють на складальних кресленнях?
5. Які основні вимоги ставляться до нанесення на кресленнях номерів позицій окремих деталей?
6. З яких розділів складається специфікація?
7. Які є особливості викреслювання складальних креслень?



|           |      |           |      |      |
|-----------|------|-----------|------|------|
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Шдл. | Дата |
| Креслив   |      | Федорук   |      |      |
| Перевірів |      | Василишин |      |      |
| Т. контр. |      |           |      |      |
| Н. контр. |      |           |      |      |
| Затвердив |      |           |      |      |

**Клапан  
переливний**

**МБК 05.00.00 СК**

/Итера Маса Масштаб

1:1

Ар куш Аркунпв 1

**1ФНТУНГ  
гр. КМВ02-1**

Рис. 20.28

|           |      |           |        |      |                              |                                 |       |         |
|-----------|------|-----------|--------|------|------------------------------|---------------------------------|-------|---------|
|           |      |           |        |      | <b>МБК 05.00.00</b>          |                                 |       |         |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підпис | Дата | <b>Клапан<br/>переливний</b> | Літера                          | Аркуш | Аркушів |
| Розробив  |      | Кравчук   |        |      |                              |                                 |       | 1       |
| Перевірів |      | Василишин |        |      |                              |                                 |       |         |
| Н. контр. |      |           |        |      |                              |                                 |       |         |
| Затв.     |      |           |        |      |                              | <b>ІФНТУНГ<br/>гр. ТНМ 02-1</b> |       |         |

Рис. 20.29

---

## 21. ЧИТАННЯ ТА ДЕТАЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ

---

### 21.1. Читання складальних креслень

*Прочитати складальне креслення — означає зрозуміти призначення, будову, принципи роботи зображеного виробу. При цьому з'ясовують взаємодію, способи з'єднання та форму кожної деталі.*

Послідовність читання складального креслення передбачає п'ять основних етапів:

*Ознайомлення з виробом.* За основним кресленням з'ясовують назву виробу, масштаб зображення, за описом і технічними умовами — його призначення та принципову будову.

*Читання зображень.* Визначають, які є на кресленні вигляди, розрізи, перерізи та яке призначення кожного зображення.

*Вивчення складових виробу.* За специфікацією з'ясовують назви, а за кресленням — форму, взаємне розташування та призначення складових частин виробу. Зображення деталей спочатку знаходять на тому вигляді, на якому вказаний номер позиції, а потім на решті виглядів. Як відомо, з'ясуванню форми деталі сприяють однаковий нахил і густина штрихування зображення однієї й тієї ж деталі.

*Вивчення конструкції виробу.* З'ясовують характер з'єднання деталей між собою. Якщо є рухомі з'єднання, то визначають, які деталі переміщуються та по яких поверхнях здійснюються спряження їх з іншими деталями. Для рознімних з'єднань знаходять усі кріпильні деталі.

*Визначення послідовності складання та розбирання виробу* — завершальний етап читання креслення.

Чільне місце при читанні складального креслення належить вивченню форми кожної деталі як основного засобу з'ясування усіх інших питань, пов'язаних з читанням креслення.

Щоб уявити форму деталі, зображеної на складальному кресленні, треба визначити всі її вигляди, розрізи та перерізи на кресленні. При цьому обов'язково слід зіставити контури деталі на всіх її зображеннях.

Для аналізу креслення складальної одиниці треба вміти знаходити межі зображень деталей, визначати, якими поверхнями дотикаються деталі, як вони з'єднуються. Якщо є часткові зображення деталі, то слід уявити форму її частин, закритих іншими деталями, і, виконуючи креслення, відновити відповідні лінії.

Креслення суміжних поверхонь деталей складальної одиниці можуть містити різну за повнотою інформацію. Залежно від цього можна виокремити три групи зображень.

*Перша група.* Зображення деталі містить достатньо відомостей, за якими можна зрозуміти форму деталі. Це найперше характер зображення контуру деталі, який дає змогу здогадатись про форму зовнішньої та внутрішньої поверхонь, вісь симетрії, однакове штрихування, різні умовності, спрощення, тобто ті, що зосереджені лише на одному зображенні деталі. Для нескладних деталей цих відомостей цілком досить.

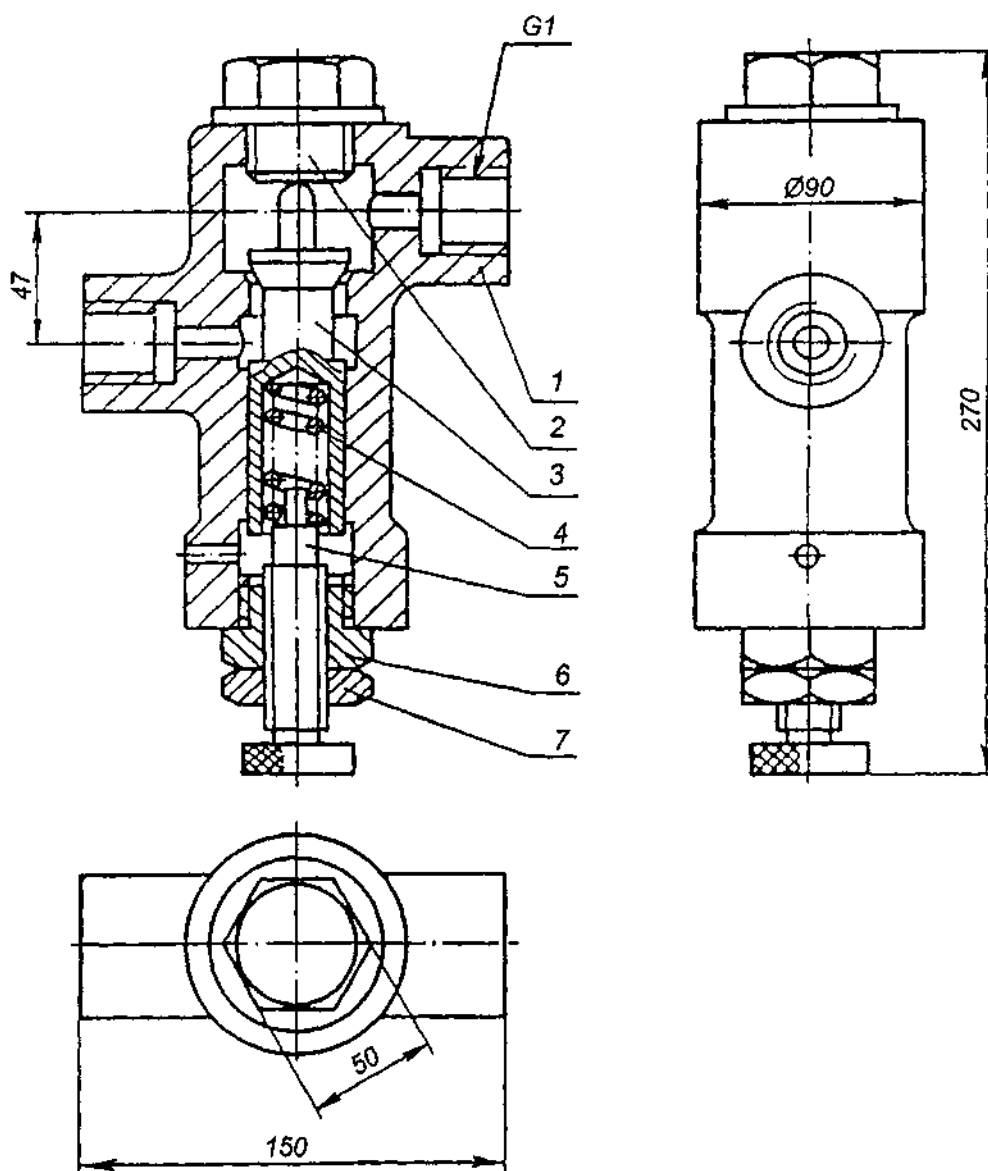
*Друга група.* Зображення деталі не містить достатньої кількості відомостей для визначення форми деталі, тобто форма деталі не може бути однозначно визначена. У цьому випадку виникає потреба в додатковому джерелі інформації; це може бути або друге основне, або додаткове зображення цієї ж деталі. Потрібна інформація може бути й на суміжних зображеннях інших деталей.

*Третя група.* Зображення деталі на складальному кресленні містять усі відомості, які дають змогу зрозуміти її форму. Але існує надлишкова інформація про форму деталі, яка пов'язана з потребою пояснити форму якоїсь іншої деталі на складальному кресленні. Така особливість властива усім складальним кресленням.

Розглянемо характер контуру зображених деталей на прикладі зображень виробу (складальної одиниці) "Клапан максимального тиску" (рис. 21.1 та 21.2).

Складальна одиниця зображена за допомогою повного фронтального розрізу і двома виглядами. Вона містить сім деталей.

Деталь 1 — корпус має внутрішні порожнини. Внутрішні поверхні корпусу є охоплюючими щодо деталей 2, 3 і 6.



|           |      |          |       |      |                                           |  |  |
|-----------|------|----------|-------|------|-------------------------------------------|--|--|
|           |      |          |       |      | <b>МБК 06.00.00 СК</b>                    |  |  |
|           |      |          |       |      | <b>Клапан<br/>максимального<br/>тиску</b> |  |  |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                                           |  |  |
| Креслив   |      |          |       |      | Літера                                    |  |  |
| Перевіряв |      |          |       |      |                                           |  |  |
| Т. контр. |      |          |       |      | Маса                                      |  |  |
|           |      |          |       |      | Масштаб                                   |  |  |
|           |      |          |       |      | 1:2,5                                     |  |  |
|           |      |          |       |      | Аркуш                                     |  |  |
|           |      |          |       |      | Аркушів 1                                 |  |  |
| Н. контр. |      |          |       |      | <b>ІФНТУНГ</b>                            |  |  |
| Затвердив |      |          |       |      |                                           |  |  |
|           |      |          |       |      | <b>гр. КМВ 02-1</b>                       |  |  |

Рис. 21.1



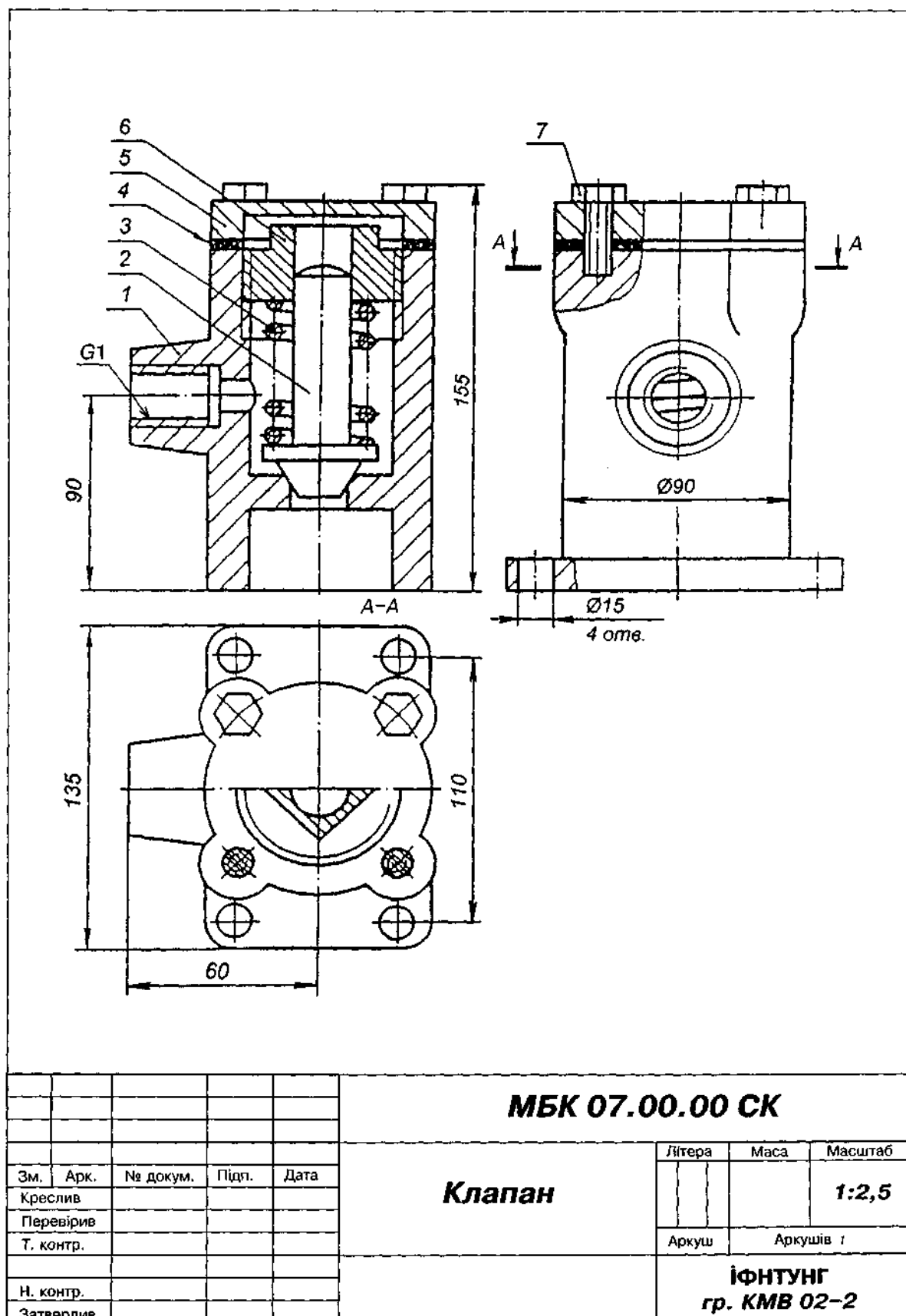


Рис. 21.3



Деталь 3 — золотник. За формою деталь комбінована. Внутрішня поверхня охоплює щодо деталей 4 і 5. Зовнішні поверхні охоплювані.

Деталь 6 — гайка має внутрішню порожнину. Внутрішня поверхня охоплює щодо деталі 5. Частина її поверхні щодо деталі 7 суміжна.

Деталі 2 і 5 — пробка і гвинт регульовальний — монолітні деталі. Зовнішні поверхні охоплювані.

Розглянемо приклад читання складального креслення "Клапана" (рис. 21.3 і 21.4).

За назвою (це видно з основного напису) та загальним уявленням про будову виробу можна з'ясувати, що клапан призначений для спускання з магістралі рідини чи газу, якщо тиск перевищує норму.

На складальному кресленні міститься три зображення: фронтальний розріз, вигляд зверху, суміщений із половиною горизонтального розрізу, та вигляд зліва з двома місцевими розрізами. Зі специфікації (рис. 21.4) бачимо, що виріб складається з шести оригінальних деталей та чотирьох стандартних болтів.

Корпус 1 показано на фронтальному розрізі, виглядах зліва та зверху. Фланець з чотирма отворами  $\varnothing 15$  мм у нижній частині корпусу призначений для приєднання його до іншого виробу. Отвір з різь у лівій частині корпусу служить для приєднання спускної магістралі. Різь в отворі — трубна циліндрична розміром 1 дюйм (G1). Місцевий розріз на вигляді зліва свідчить про те, що в корпусі є нарізні отвори під болти M8 для закріплення кришки 5. Герметичність з'єднання кришки з корпусом забезпечується прокладкою 4.

Форма золотника 2 повністю визначається його головним виглядом на кресленні.

Кришка 5 показана на всіх зображеннях креслення. Вигляд зверху визначає її зовнішні контури, на фронтальному розрізі показані її внутрішні обриси. На верхньому місцевому розрізі вигляду зліва показаний отвір під кріпильні болти 7.

Пружина 3 і гайка 6 показані на розрізі. Додатково форма верхньої частини гайки пояснюється за допомогою горизонтального розрізу А-А.

Гайка 6 загвинчується у корпус 1 за допомогою різі. Під час загвинчування гайки зусилля через пружину 3 передається на золотник 2, який притискується робочою конічною поверхнею до відповідної конічної поверхні на корпусі. Клапан відкривається, якщо перевищується тиск у магістралі, до якої він приєднаний. При цьому золотник, стискаючи пружину, переміщується вгору і відкри-

ває прохід рідини чи газу до отвору з трубою різь. Регулювання тиску, при якому має спрацювати клапан, здійснюється за допомогою гайки 6. Загвинчування та відгвинчування гайки здійснюється її призматичною частиною.

## 21.2. Деталювання складальних креслень

Деталюванням називається виконання робочих креслень деталей виробу (складальної одиниці) за складальним кресленням. Характер і послідовність деталювання складального креслення показано на рис. 21.5.

Процес деталювання складального креслення виконують за такими етапами:

1. Вивчають складальну одиницю, прочитавши її креслення.

2. Визначають деталі, креслення яких треба виконати. Деталювання починають із простих за формою деталей.

3. Знаходять і аналізують зображення призначеної для деталювання деталі, яка міститься на кресленні, визначають її головне зображення, кількість і склад потрібних зображень. Слід нагадати, що кількість зображень має бути мінімальна, але достатня для повного уявлення про форму і розміри деталі. Кількість і склад зображень деталі на робочому кресленні можуть і не відповідати зображенням на кресленні складальної одиниці.

4. Обирають масштаб зображень. При деталюванні не обов'язково дотримуватися одного і того ж масштабу для всіх деталей. Дрібні деталі, а також складної форми, зображають у більшому масштабі.

5. Обирають потрібний формат аркуша паперу для виконання креслення, наносять рамку й основний напис.

6. Виконують зображення деталі. На кресленні деталі зображують і ті її елементи, які на складальному кресленні не показують, або показують спрощено, наприклад, фаски, галтелі. Розміри цих конструктивних елементів визначають не за складальним кресленням, а за відповідними стандартами на ці елементи.

7. Наносять на кресленні розміри, позначення шорсткості поверхонь та інші дані.

8. Перевіряють креслення й остаточно його оформляють.

Під час деталювання складальних креслень виникають деякі ускладнення при визначенні справжніх розмірів елементів деталей, потрібних для креслення та для нанесення на готові креслення деталей, а також при переведенні розмірів зображень із одного масштабу в інший.



Рис. 21.5

Розглянемо деякі випадки.

1. Креслення, що деталюють, і креслення деталі мають масштаб  $M1:1$ . У цьому випадку справжні розміри всіх елементів деталі вимірюють за складальним кресленням і безпосередньо використовують на кресленні деталі.

2. Креслення, що деталюється, має масштаб, який відрізняється від  $M1:1$ , а креслення деталі виконується в масштабі, який відрізняється від масштабу креслення, що деталюють, і від  $M1:1$ . У цьому разі справжні розміри елементів деталі знаходять як результат ділення розмірів цих елементів, виміряних на складальному кресленні, на його масштаб. Далі справжні розміри множать на масштаб робочого креслення деталі й отримують розміри для виконання зображень на ньому.

3. Найскладніший випадок — це коли креслення, що деталюють, є друкарською (або якоюсь іншою) копією, на якій масштаб зображень не відповідає зазначеному в основному написі. Тоді треба спочатку з'ясувати масштаб копії, далі визначити обчисленням справжні розміри елементів деталей, перемножити ці розміри на масштаб робочого креслення деталі й будувати зображення. Щоб уникнути великої кількості обчислень, у навчальному процесі слід використовувати графічний спосіб, застосовуючи пропорційний (кутовий) масштаб.

На аркуші міліметрового паперу проводять дві взаємно перпендикулярні прямі  $i$  і  $t$  (рис. 21.6, а), які перетинаються в точці  $O$ . На горизонтальній прямій від точки  $O$  праворуч циркулем-вимірювачем відкладають довжину відрізка  $OA=10$  мм, виміряну на кресленні, а на вертикальній прямій  $OB=20$  мм — справжній розмір цього ж відрізка, що визначений розмірним числом. Проводячи через точки  $A$  і  $B$  взаємно перпендикулярні прямі, на їх перетині отримуємо точку  $M$ . Пряма  $OM$  є лінією масштабу  $M1:1$  і дає змогу визначити справжні розміри решти елементів цього креслення: вимірявши циркулем-вимірювачем розмір потрібного елемента на кресленні, що деталюють (рис. 21.6, б), відкладають його від точки  $O$  на прямій  $i$  (рис. 21.6, б); через точку  $C$  проводять вертикальну пряму до перетину з лінією масштабу. Відрізок цієї прямої від  $C$  до лінії масштабу визначає справжній розмір потрібного елемента (у цьому випадку 50 мм).

Проставляючи розміри на робочих кресленнях, слід враховувати, що багато елементів деталей мають стандартні розміри.

У табл. 21.1 подано ряди нормальних розмірів.

Розміри під гайковий ключ вибирають із ряду нормальних розмірів: 3,2; 4; 5,5; 7; 8; 10; 12; 14; 17; 19; 24; 27; 30; 32; 36; 41; 46; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100.

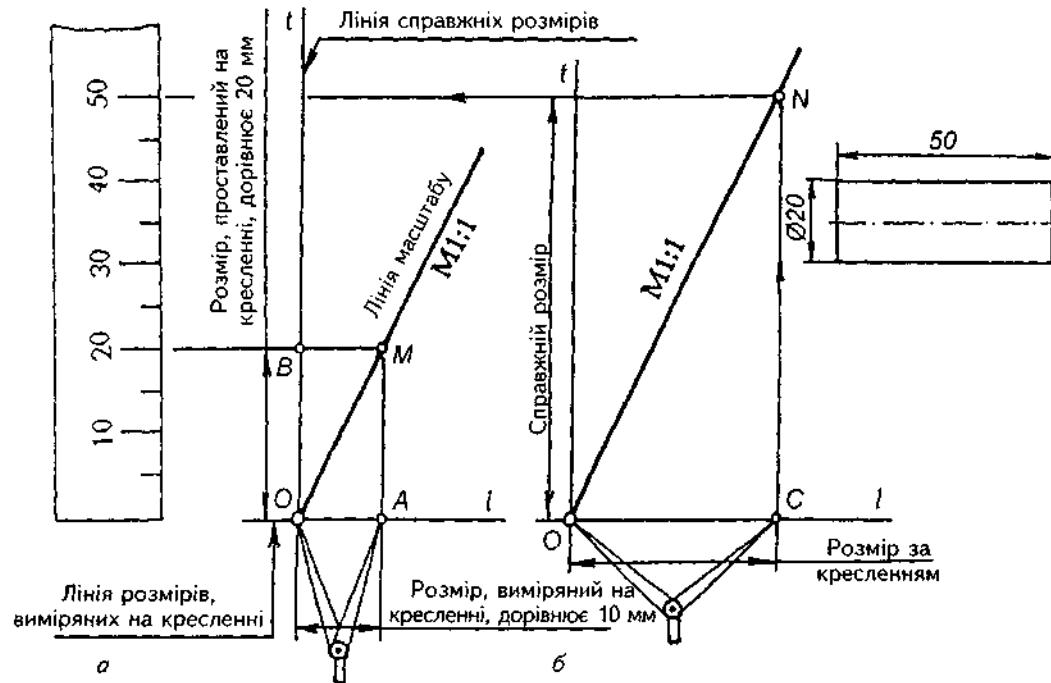


Рис. 21.6

Таблиця 21.1

## Ряди нормальних розмірів

| Ряди нормальних лінійних розмірів |         |         |     |         |      |     |     |
|-----------------------------------|---------|---------|-----|---------|------|-----|-----|
| 1-й ряд                           | 2-й ряд | 3-й ряд |     | 4-й ряд |      |     |     |
| 1,0                               | 1,2     | 1,1     | 1,4 | 1,05    | 1,15 | 1,3 | 1,5 |
| 1,6                               | 2,0     | 1,8     | 2,2 | 1,7     | 1,9  | 2,1 | 2,4 |
| 2,5                               | 3,2     | 2,8     | 3,6 | 2,6     | 3,0  | 3,4 | 3,8 |
| 4,0                               | 5,0     | 4,5     | 5,6 | 4,2     | 4,8  | 5,3 | 6,0 |
| 6,3                               | 8,0     | 7,1     | 9,0 | 6,7     | 7,5  | 8,5 | 9,5 |
| 10                                | 12      | 11      | 14  | 10,5    | 11,5 | 13  | 15  |
| 16                                | 20      | 18      | 22  | 17      | 19   | 21  | 24  |
| 25                                | 32      | 28      | 36  | 26      | 30   | 34  | 38  |
| 40                                | 50      | 45      | 56  | 42      | 48   | 53  | 60  |
| 63                                | 80      | 71      | 90  | 67      | 75   | 85  | 95  |
| 100                               | 125     | 110     | 140 | 105     | 120  | 130 | 150 |
| 160                               | 200     | 180     | 220 | 170     | 190  | 210 | 240 |
| 250                               | 320     | 280     | 360 | 260     | 300  | 340 | 380 |
| 400                               | 500     | 450     | 560 | 420     | 480  | 530 | 600 |
| 630                               | 800     | 710     | 900 | 670     | 750  | 850 | 950 |
| 1000                              |         |         |     |         |      |     |     |

Перевагу слід віддавати числам першого ряду, потім — другого, третього і, нарешті, четвертого

| Ряд нормальних діаметрів загального призначення |      |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,5                                             | 3,0  | 11 | 21 | 35 | 52 | 78  | 105 | 155 | 210 | 310 | 410 |
| 0,8                                             | 3,6  | 12 | 22 | 36 | 55 | 80  | 110 | 160 | 220 | 320 | 420 |
| 1,0                                             | 4,0  | 13 | 23 | 38 | 58 | 82  | 115 | 165 | 230 | 330 | 430 |
| 1,2                                             | 4,5  | 14 | 24 | 40 | 60 | 85  | 120 | 170 | 240 | 340 | 440 |
| 1,5                                             | 5,0  | 15 | 25 | 42 | 62 | 88  | 125 | 175 | 250 | 350 | 450 |
| 1,8                                             | 6,0  | 16 | 26 | 44 | 65 | 90  | 130 | 180 | 260 | 360 | 460 |
| 2,0                                             | 7,0  | 17 | 28 | 45 | 68 | 92  | 135 | 185 | 270 | 370 | 470 |
| 2,2                                             | 8,0  | 18 | 30 | 46 | 70 | 95  | 140 | 190 | 280 | 380 | 480 |
| 2,5                                             | 9,0  | 19 | 32 | 48 | 72 | 98  | 145 | 195 | 290 | 390 | 490 |
| 2,8                                             | 10,0 | 20 | 34 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 |

Таблиця 21.2

## Рекомендована шорсткість деяких поверхонь

| Поверхні деталей                                                                                   | Рекомендована шорсткість                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Опорні поверхні корпусів, кронштейнів, кришок, стійок тощо                                         | $\sqrt{R_z 80} \cdot \sqrt{R_z 10}$     |
| Отвори під кріпильні деталі                                                                        | $\sqrt{R_z 80} \cdot \sqrt{R_z 20}$     |
| Поверхні деталей з ходовою та упорною різзю                                                        | $\sqrt{R_a 2,5} \cdot \sqrt{R_a 0,63}$  |
| Посадочні поверхні отворів та валів для нерухомих з'єднань: штифтів, втулок, шпонок тощо           | $\sqrt{R_a 2,5} \cdot \sqrt{R_a 0,63}$  |
| Посадочні поверхні отворів та валів для рухомих з'єднань: циліндрів, клапанів, поршнів, золотників | $\sqrt{R_a 2,5} \cdot \sqrt{R_a 0,16}$  |
| Привалкові поверхні корпусів, плит, планок, кришок                                                 | $\sqrt{R_a 5} \cdot \sqrt{R_a 1,25}$    |
| Рукоятки, маховики, штурвали                                                                       | $\sqrt{R_a 0,32} \cdot \sqrt{R_a 0,16}$ |
| Пази, канавки, проточки                                                                            | $\sqrt{R_z 20} \cdot \sqrt{R_z 10}$     |

Розміри фасок вибирають залежно від кута фаски: для кутів 45°; 60° — 0,5; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 15,0; для кутів 30° — 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 15,0.

Значення конусностей вибирають із ряду нормальних конусностей: 1:3; 1:5; 1:7; 1:8; 1:10; 1:12; 1:15; 1:20; 1:30; 1:50; 1:100; 1:200.

У табл. 21.2 подано рекомендовану шорсткість деяких поверхонь, які найчастіше трапляються в деталях.

**Запитання для самоперевірки**

1. Де можна отримати відомості про основні розміри стандартних виробів, зображених на складальному кресленні?

2. Які відомості про складальну одиницю можна визначити за допомогою основного напису креслення?

3. Що дає змогу визначити, скільки однакових деталей зображено на складальному кресленні?

4. У чому полягає процес деталювання складальних креслень?

5. Які деталі виробу не підлягають деталюванню?

6. Чи завжди кількість зображень деталі на складальному кресленні має відповідати кількості зображень на кресленні цієї деталі?

7. Як визначити розміри деталі за складальним кресленням, якщо його надруковано в довільному масштабі?

8. Як на робочому кресленні деталі показують елементи, які не зображені на складальному кресленні (фаски, проточки, похили тощо)?

---

**ДОДАТОК**  
**БАГАТОВАРІАНТНІ ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ**

---

### Методичні вказівки до виконання графічних завдань

Для успішного засвоєння курсу креслення треба вивчити теоретичний матеріал, набутти навиків у читанні креслень і виконати передбачені програмою графічні роботи.

Рівень засвоєння курсу можна оцінювати головним чином за якістю виконаних графічних робіт.

Комплект індивідуальних завдань охоплює основні питання теоретичного матеріалу, що подається в посібнику.

Багатоваріантність завдань дає змогу забезпечити індивідуальним завданням кожного студента групи.

Графічні завдання складено так, що викладач має змогу давати загальні для всієї навчальної групи методичні рекомендації і зауваження, які стосуються виконання конкретного графічного завдання.

Для швидкого і точного виконання креслень треба мати набір креслярських інструментів та приладдя і засвоїти техніку роботи з ними.

До приладдя відносять креслярські дошки, столи, креслярські та штрихувальні прилади, креслярський папір, олівці, гумки тощо.

До основних креслярських інструментів належать циркулі, кронциркулі, лінійки, косинці, рейсшини, лекала.

**Папір.** Креслярський папір призначений для виконання креслень або малюнків олівцем, тушшю або аквареллю. Креслярський папір з одного боку гладкий, з іншого — шорсткий. На гладкому боці креслять, на шорсткому — малюють. Якість креслярського паперу визначає зовнішній вигляд креслення або малюнка, а також швидкість їх виконання.

**Олівці.** Від вибору і вмілого користування креслярськими олівцями залежать якість і точність креслення.

Креслярські олівці мають шестигранну (такі олівці зручно тримати в руці, вони не скочуються з похилого креслярського стола) та циліндричну форму.

Олівці поділяють на м'які, середні та тверді. М'які олівці маркують М, 2М, ..., 6М, тверді — Т, 2Т, ..., 7Т. Зростання цифри, що стоїть біля літери "М", відповідає збільшенню м'якості графіту олівця, а перед літерою "Т" — збільшенню його твердості. Олівці середньої твердості позначають марками ТМ або МТ.

Для креслярських робіт придатні цангові олівці з графітом відповідної твердості.

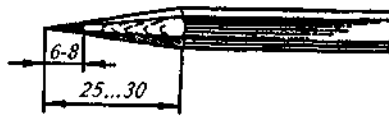
Олівці багатьох країн маркуються літерами В та Н з відповідними числовими показниками м'якості чи твердості (В, 2В, ..., 8В — м'які, Н, 2Н, ..., 10Н — тверді); олівці середньої твердості маркуються НВ або F.

Студент має мати олівці хоча б трьох марок: М(В), ТМ(НВ, F) і Т(Н). Під час виконання креслень тонкими лініями рекомендується застосовувати олівець марки Т(Н), обводити лінії креслення треба олівцем марки ТМ (НВ, F) або М(В). Якщо обводити м'якшим олівцем, креслення забруднюється.

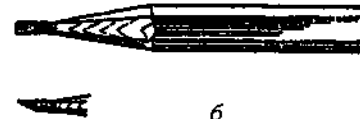
Правильно заструганий олівець має форму конуса заввишки 25–30 мм. Кінчик графіту виступає з оправи на 6–8 мм (рис. Д1, а). Для обведення олівець застругують у вигляді плоскої лопатки (рис. Д1, б). Таке застругування дає змогу проводити лінії однакової товщини. Олівець застругують з кінця, на якому немає марки. Графітовий стрижень загострюють на дрібному наждачному папері, який для зручності наклеюють на дощечку або картон (рис. Д1, в).

Проводячи лінію, олівець рухають зліва направо з невеликим постійним нахилом у бік руху (рис. Д2).

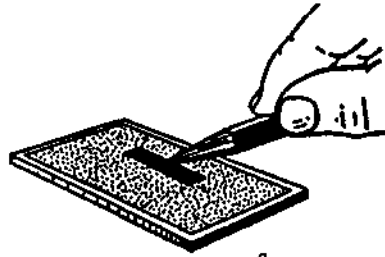
**Гумка.** Допоміжні або помилково проведені лінії на кресленні, а також забруднення витирають гумками — м'якими для олівця і твердими для туші. Для витирання непотрібних ліній без пошкодження близько розташованих потрібних зручно користуватись різно-



а



б



в

Рис. Д1



Рис. Д2



Рис. Д3

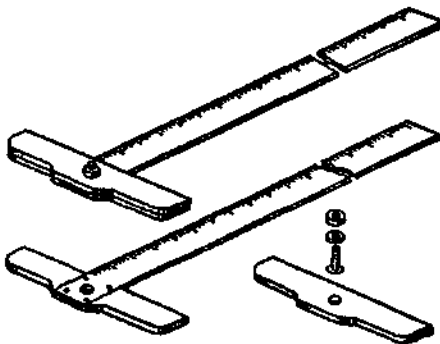
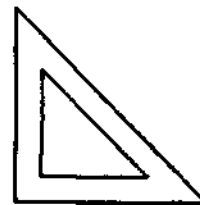
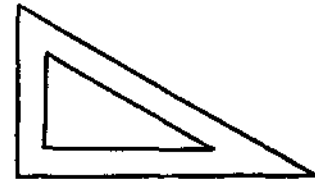


Рис. Д4



а



б

Рис. Д5

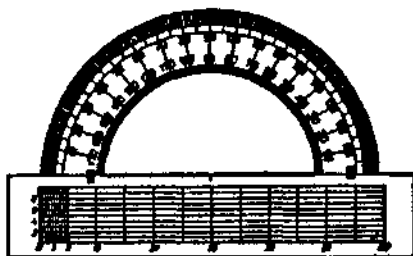


Рис. Д6



Рис. Д7



Рис. Д8



Рис. Д9



Рис. Д10



Рис. Д11

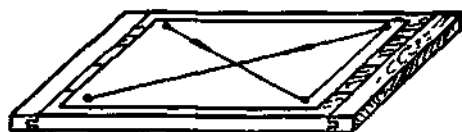


Рис. Д12

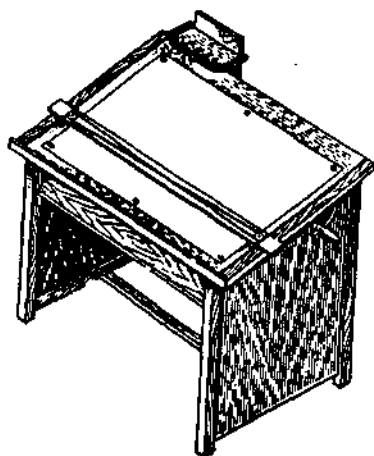


Рис. Д13

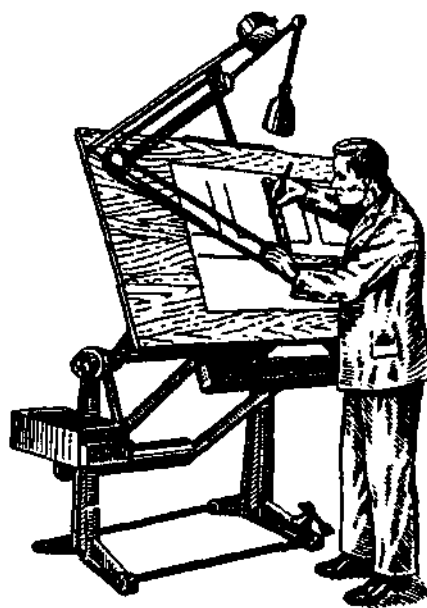


Рис. Д14

манітними трафаретами, виконаними з прозорого тонкого матеріалу з прорізами різної форми.

**Масштабна лінійка** має декілька шкал з різними масштабами (рис. Д3). Нею можна без додаткових обчислень вимірювати або викреслювати відрізки прямих у масштабах, які є на ній.

**Рейсшина** — дерев'яна лінійка, на одному кінці якої закріплені дві поперечні планки (рис. Д4). Нижня планка рейсшини нерухома, верхню можна повертати, встановлюючи під потрібним кутом.

Широко застосовуються інерційні лінійки або рейсшини, що рухаються на роликах в

потрібному напрямі, зберігаючи паралельність ліній.

**Косинці** бувають двох видів: з кутами  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $45^\circ$  (рис. Д5, а) та  $30^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $60^\circ$  (рис. Д5, б). За допомогою косинців проводять перпендикулярні та паралельні лінії.

**Транспортир**. Для побудови та вимірювання кутів користуються транспортиром (рис. Д6), який являє собою півкруг, поділений на градуси.

**Лекала** — фігурні лінійки з криволінійним контуром (рис. Д7). Їх застосовують для проведення кривих ліній, які неможливо побудувати за допомогою циркуля. Для роботи треба мати набір лекал.

Готовальня — набір креслярських інструментів, укладених у спеціальний футляр. Звичайно у готовальні містяться циркуль, циркуль-вимірник, кронциркуль, вимірник, подовжувач, рейсфедер.

Циркуль призначений для проведення дуг кіл (рис. Д8). В одну ніжку циркуля вставляють голку і закріплюють її гвинтом, а в другу — вставку для графіту (рис. Д8, а) або рейсфедер (рис. Д8, в) для роботи тушшю. Для вимірювання лінійних розмірів і відкладання їх на кресленні застосовують вставку з голкою (рис. Д8, б). Для викреслювання кіл великих радіусів у ніжку вставляють подовжувач, у якому закріплюють вставку для графіту або рейсфедер.

Кронциркуль (рис. Д9) застосовується для викреслювання кіл малого діаметра (0,5–10 мм). Ніжка з графітом або рейсфедер вільно обертається навколо осі кронциркуля.

Циркуль вимірний малий (рис. Д10) застосовують для відкладання лінійних розмірів.

Рейсфедер застосовується для проведення ліній тушшю (рис. Д11).

Креслярський стіл. Для встановлення креслярської дошки (рис. Д12) використовують креслярський стіл (рис. Д13). За наявності креслярського стола краще застосовувати рейсшину на роликах зі шнурами. Креслярські дошки виготовляють із м'яких сортів дерева. Дошку розташовують так, щоб світло на неї падало зліва.

Розпочинаючи роботу на креслярській дошці, треба правильно закріпити на ній кнопками аркуш креслярського паперу. Спочатку закріплюють верхній лівий кут аркуша, потім натягують аркуш долонею в напрямках, показаних на рис. Д12.

Щоб прискорити процес креслення, застосовують універсальний креслярський прилад (рис. Д14), що не вимагає застосування рейсшини і косинців.

Усі креслення треба виконувати на стандартних форматах.

Кутові написи (кутові штампи) на кресленнях виконують за формою, поданою на рис. 2.7, а; можна виконувати кутові написи за формою, поданою на рис. 2.7, г.

**Завдання 1**

1. Накреслити графічні зображення матеріалів у розрізах і перерізах з написом їх назви.
2. Завдання виконується на форматі А4.
3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д15.
4. Завдання загальне для всіх студентів.

**Завдання 2**

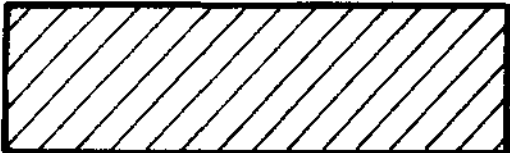
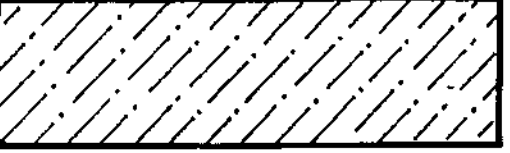
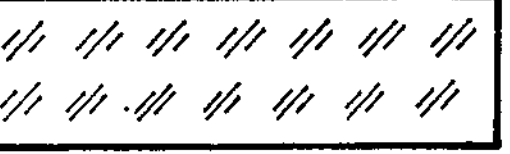
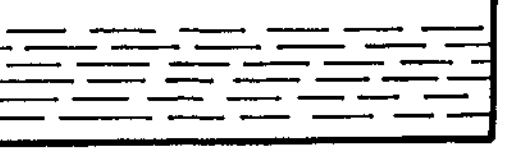
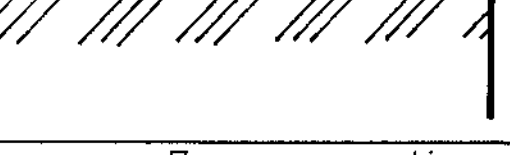
1. Виконати рисунки, що ілюструють правила нанесення розмірів.
2. Рисунки виконати в масштабі 1:1 й розмістити на форматі А4 за зразком, поданим на рис. Д16.
3. Завдання загальне для всіх студентів.

**Завдання 3**

1. Побудувати 4–5 витків завитка за параметром  $R$ .
2. Індивідуальні варіанти завдань взяти з табл. Д1 (розміри в міліметрах).
3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д17.

**Завдання 4**

1. Побудувати овал за великою  $AB$  і малою  $CD$  осями.
2. Індивідуальні варіанти завдань взяти з табл. Д2 (розміри в міліметрах).
3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д18.

|                                                                                     |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|    | Метали та тверді сплави         |
|    | Неметалеві матеріали            |
|    | Деревина                        |
|    | Камінь                          |
|   | Бетон                           |
|  | Скло та інші прозорі матеріали  |
|  | Кераміка та силікатні матеріали |
|  | Рідини                          |
|  | Ґрунт природний                 |

|                                 |           |  |  |                         |         |
|---------------------------------|-----------|--|--|-------------------------|---------|
| Позначення графічних матеріалів |           |  |  | Завдання 1              |         |
| Креслив                         | Іванчук   |  |  | іФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 | Варіант |
| Перевірив                       | Василишин |  |  |                         | М 1:1   |

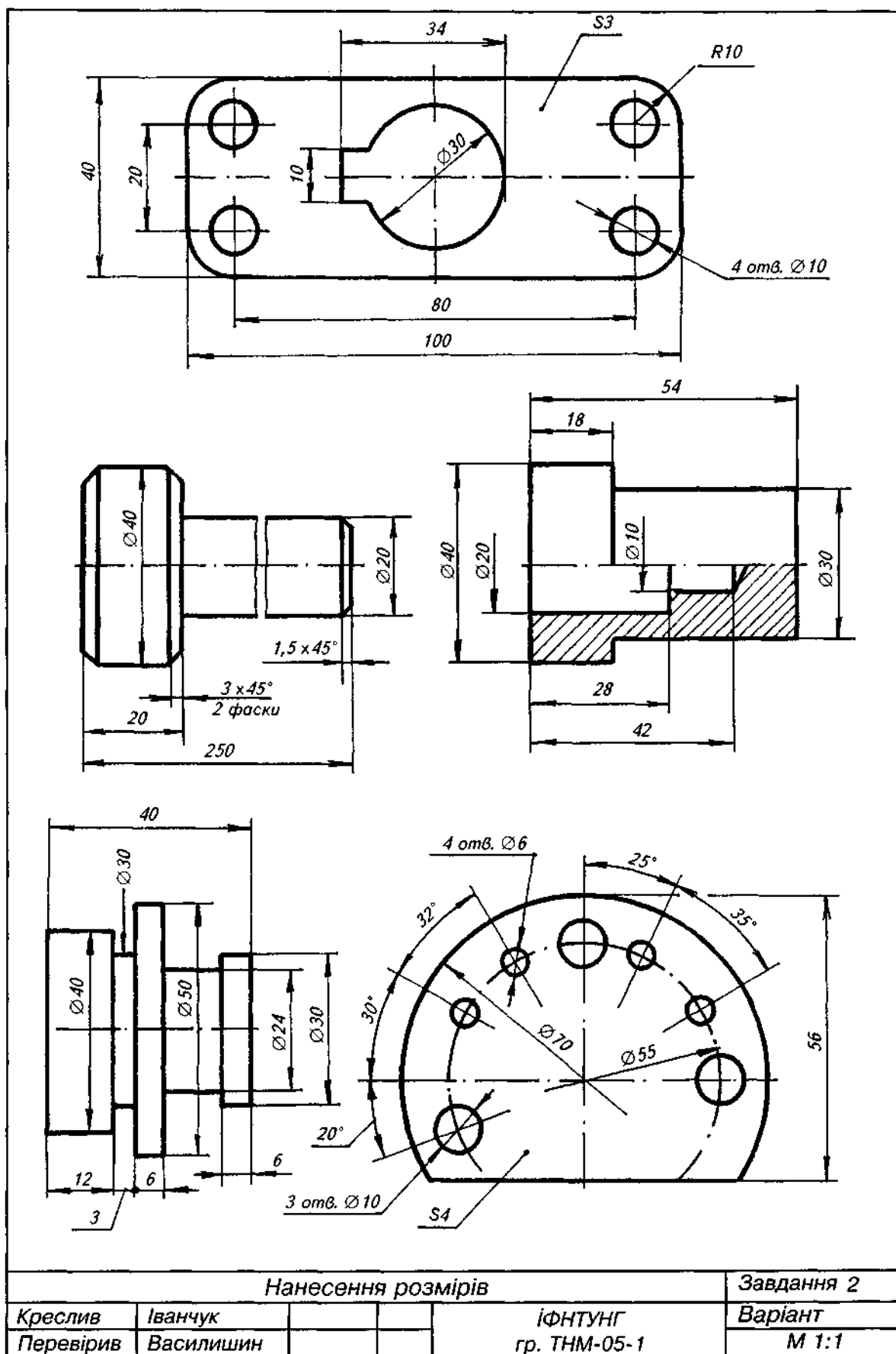
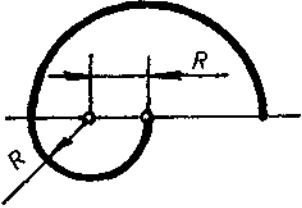
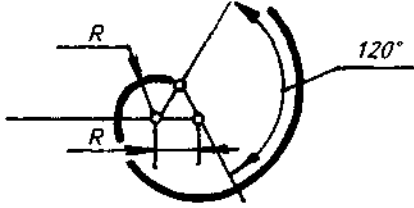
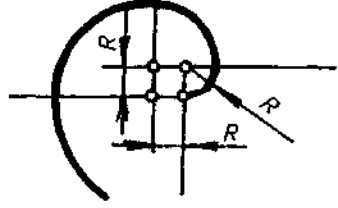


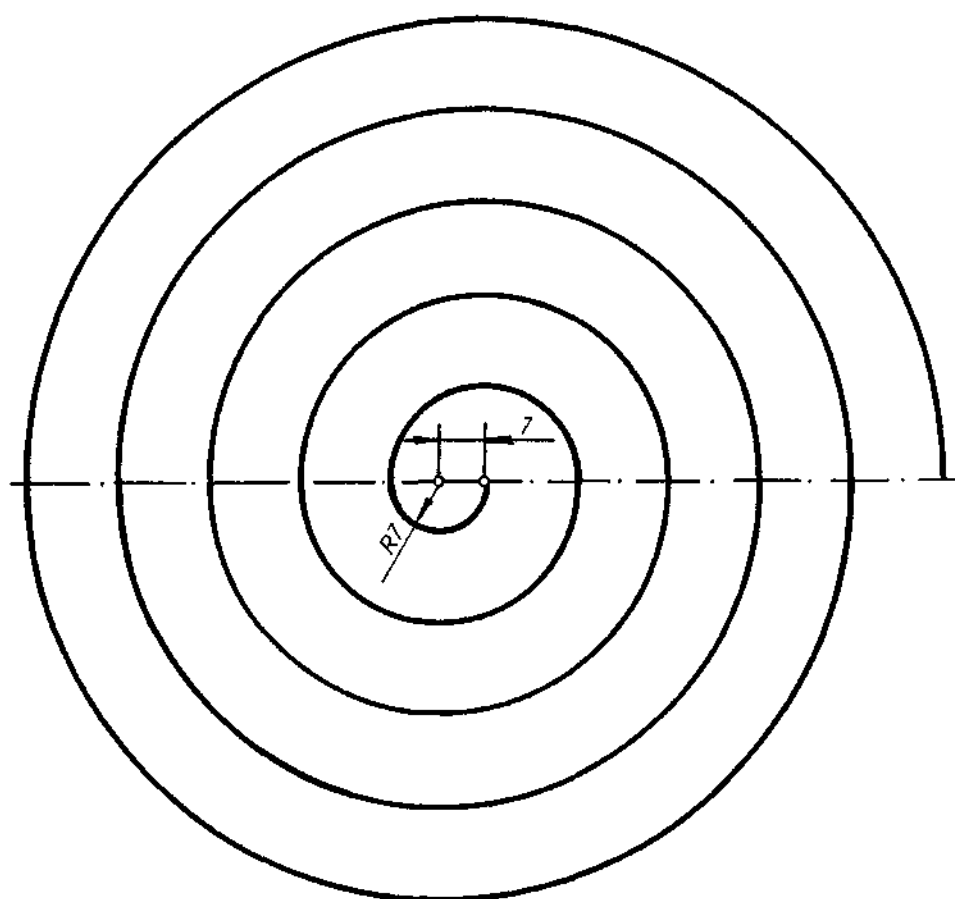
Рис. Д16

Таблиця Д1

| Параметр,<br>мм | Варіант                                                                           |   |   |   |   |   |   |                                                                                     |   |    |    |    |    |                                                                                     |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
|                 | 1                                                                                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8                                                                                   | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14                                                                                  | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| <i>R</i>        | Двоцентровий завиток                                                              |   |   |   |   |   |   | Трицентровий завиток                                                                |   |    |    |    |    | Чотирицентровий завиток                                                             |    |    |    |    |    |    |
|                 | 3                                                                                 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 4                                                                                   | 5 | 6  | 7  | 8  | 9  | 3                                                                                   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
|                 |  |   |   |   |   |   |   |  |   |    |    |    |    |  |    |    |    |    |    |    |

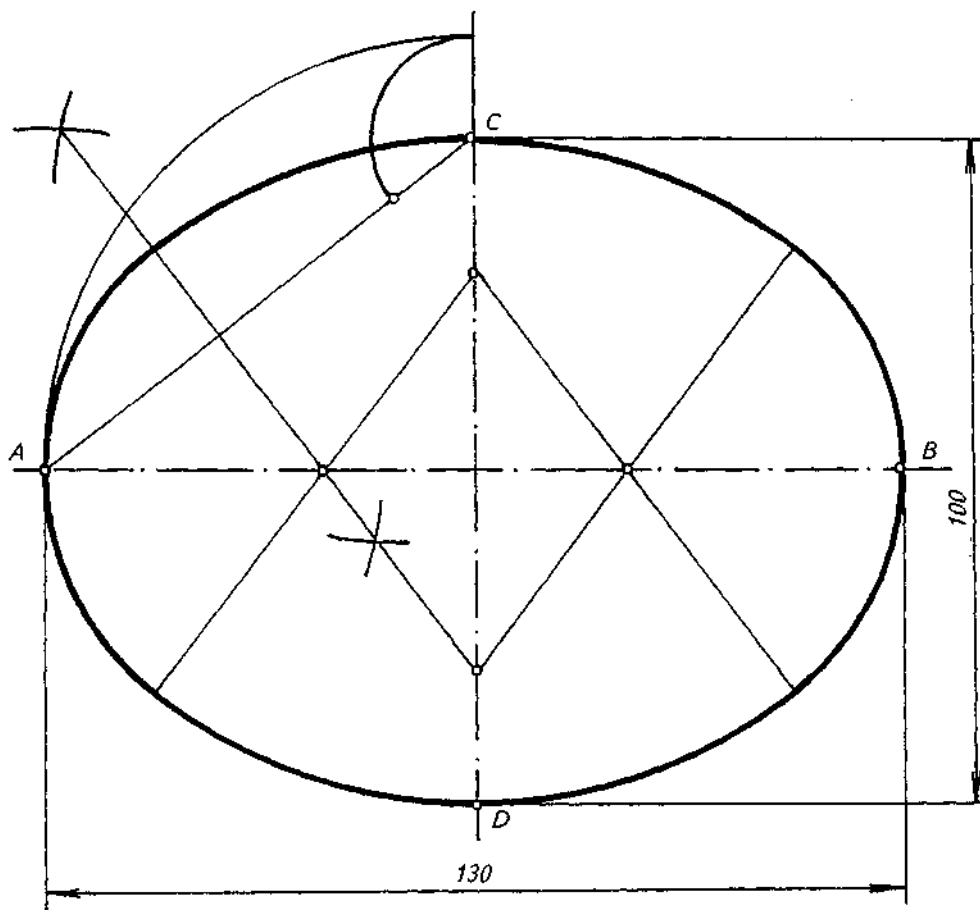
Таблиця Д2

| Вісь      | Варіант |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |
|-----------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
|           | 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17 | 18  | 19  | 20  |
| <i>AB</i> | 120     | 110 | 100 | 130 | 140 | 115 | 105 | 125 | 135 | 105 | 136 | 132 | 126 | 122 | 116 | 112 | 98 | 138 | 128 | 118 |
| <i>CD</i> | 80      | 70  | 60  | 90  | 95  | 75  | 65  | 85  | 80  | 60  | 82  | 78  | 72  | 70  | 68  | 66  | 58 | 86  | 84  | 76  |



|                  |           |  |              |            |
|------------------|-----------|--|--------------|------------|
| Побудова завитка |           |  |              | Завдання 3 |
| Креслив          | Іванчук   |  | ІФНТУНГ      | Варіант 21 |
| Перевірив        | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1      |

Рис. Д17



|                |           |  |              |            |
|----------------|-----------|--|--------------|------------|
| Побудова овалу |           |  |              | Завдання 4 |
| Креслив        | Іванчук   |  | ІФНТУНГ      | Варіант 22 |
| Перевірів      | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1      |

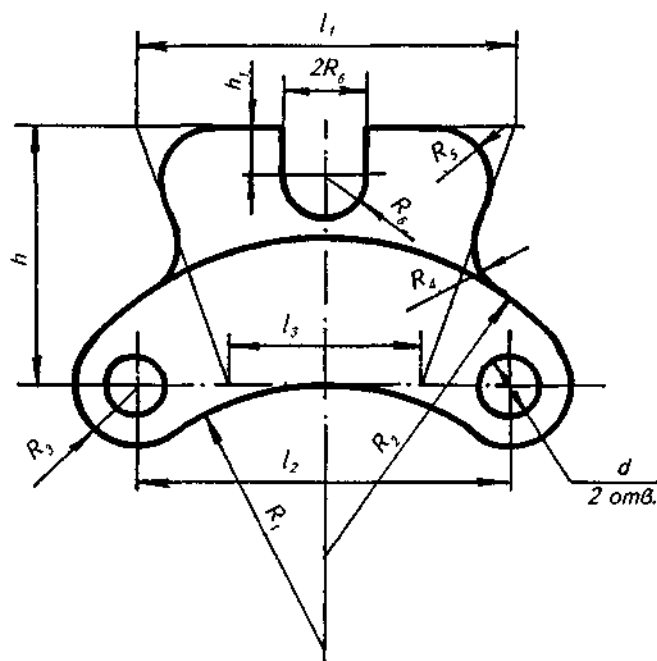
Рис. Д18

## Завдання 5

1. Викреслити контур плоскої деталі, виконавши потрібні спряження. Нанести розміри.
2. Позначити центри і точки спряження.
3. Завдання виконується на форматі А4.
4. Індивідуальні варіанти завдань взяти з табл. Д3.
5. Приклад виконання завдання подано на рис. Д19.

Таблиця Д3

| Варіант | Розміри, мм |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
|         | $h$         | $h_1$ | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ | $R_5$ | $R_6$ | $d$ |
| 1       | 100         | 20    | 110   | 92    | 40    | 82    | 102   | 32    | 18    | 25    | 15    | 30  |
| 2       | 130         | 20    | 106   | 92    | 40    | 80    | 100   | 36    | 18    | 25    | 15    | 32  |
| 3       | 70          | 10    | 80    | 76    | 30    | 70    | 86    | 25    | 12    | 15    | 10    | 16  |
| 4       | 75          | 10    | 80    | 76    | 30    | 76    | 86    | 25    | 12    | 15    | 10    | 16  |
| 5       | 115         | 20    | 104   | 92    | 40    | 88    | 102   | 30    | 16    | 25    | 15    | 18  |
| 6       | 120         | 20    | 102   | 92    | 40    | 88    | 98    | 30    | 16    | 25    | 15    | 18  |
| 7       | 104         | 18    | 100   | 92    | 40    | 86    | 96    | 30    | 16    | 25    | 15    | 16  |
| 8       | 96          | 16    | 84    | 80    | 32    | 76    | 90    | 28    | 12    | 16    | 12    | 16  |
| 9       | 88          | 12    | 80    | 80    | 30    | 76    | 90    | 25    | 12    | 15    | 10    | 14  |
| 10      | 80          | 12    | 86    | 80    | 32    | 74    | 86    | 20    | 12    | 16    | 12    | 14  |
| 11      | 110         | 18    | 100   | 92    | 38    | 76    | 98    | 30    | 16    | 25    | 15    | 20  |
| 12      | 106         | 18    | 100   | 96    | 36    | 90    | 102   | 30    | 16    | 22    | 15    | 20  |
| 13      | 85          | 12    | 92    | 88    | 28    | 72    | 86    | 20    | 14    | 18    | 14    | 20  |
| 14      | 112         | 18    | 110   | 92    | 36    | 86    | 102   | 30    | 16    | 26    | 14    | 20  |
| 15      | 92          | 16    | 96    | 92    | 32    | 78    | 90    | 26    | 14    | 20    | 14    | 22  |
| 16      | 90          | 16    | 90    | 92    | 30    | 78    | 90    | 28    | 14    | 20    | 12    | 16  |
| 17      | 125         | 18    | 110   | 92    | 36    | 88    | 104   | 36    | 16    | 26    | 15    | 18  |
| 18      | 95          | 16    | 90    | 90    | 28    | 70    | 90    | 30    | 14    | 20    | 12    | 22  |
| 19      | 116         | 20    | 110   | 92    | 40    | 76    | 104   | 36    | 18    | 24    | 15    | 26  |
| 20      | 105         | 18    | 110   | 92    | 42    | 78    | 102   | 36    | 18    | 24    | 15    | 24  |



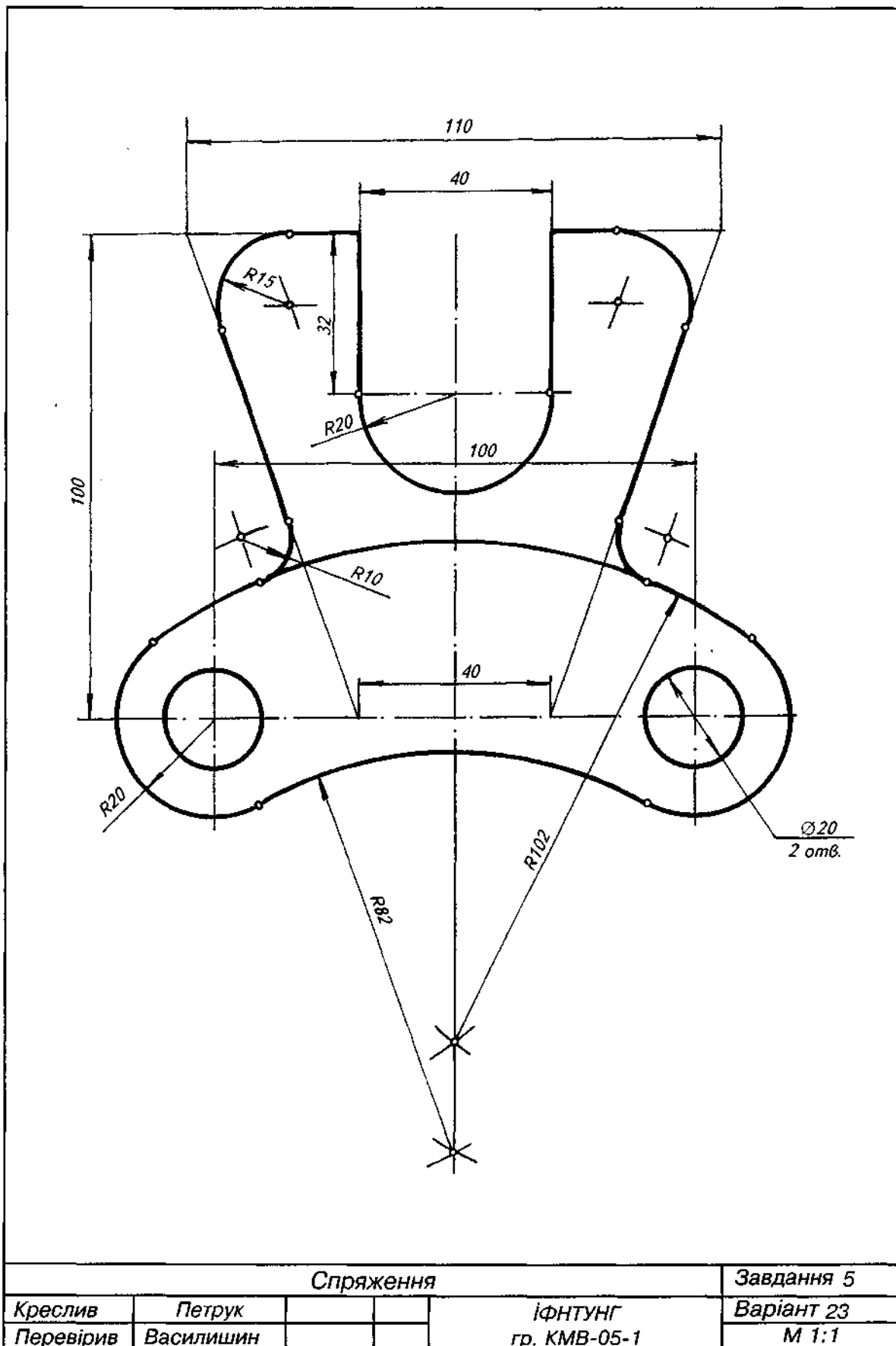
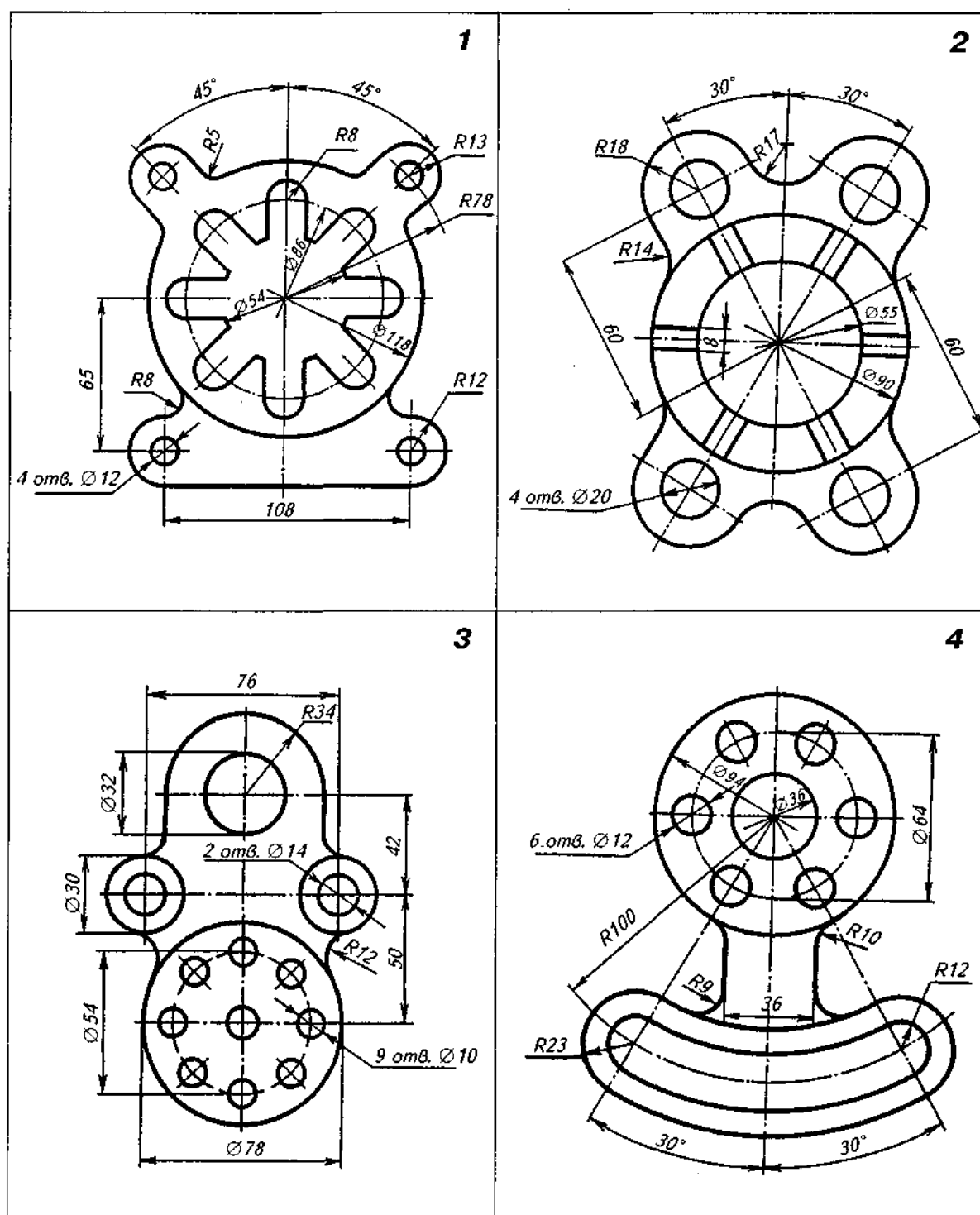


Рис. Д19

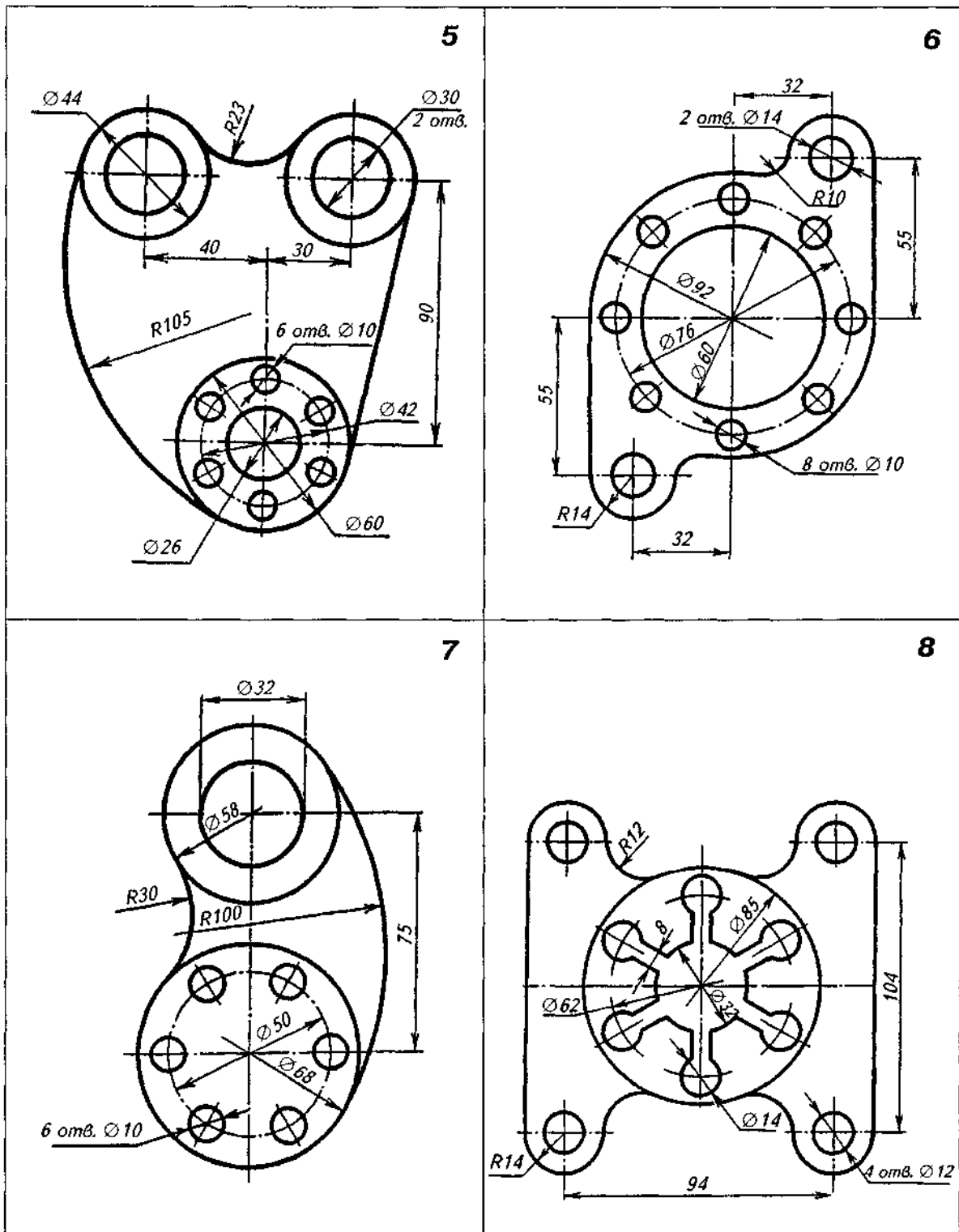
## Завдання 6

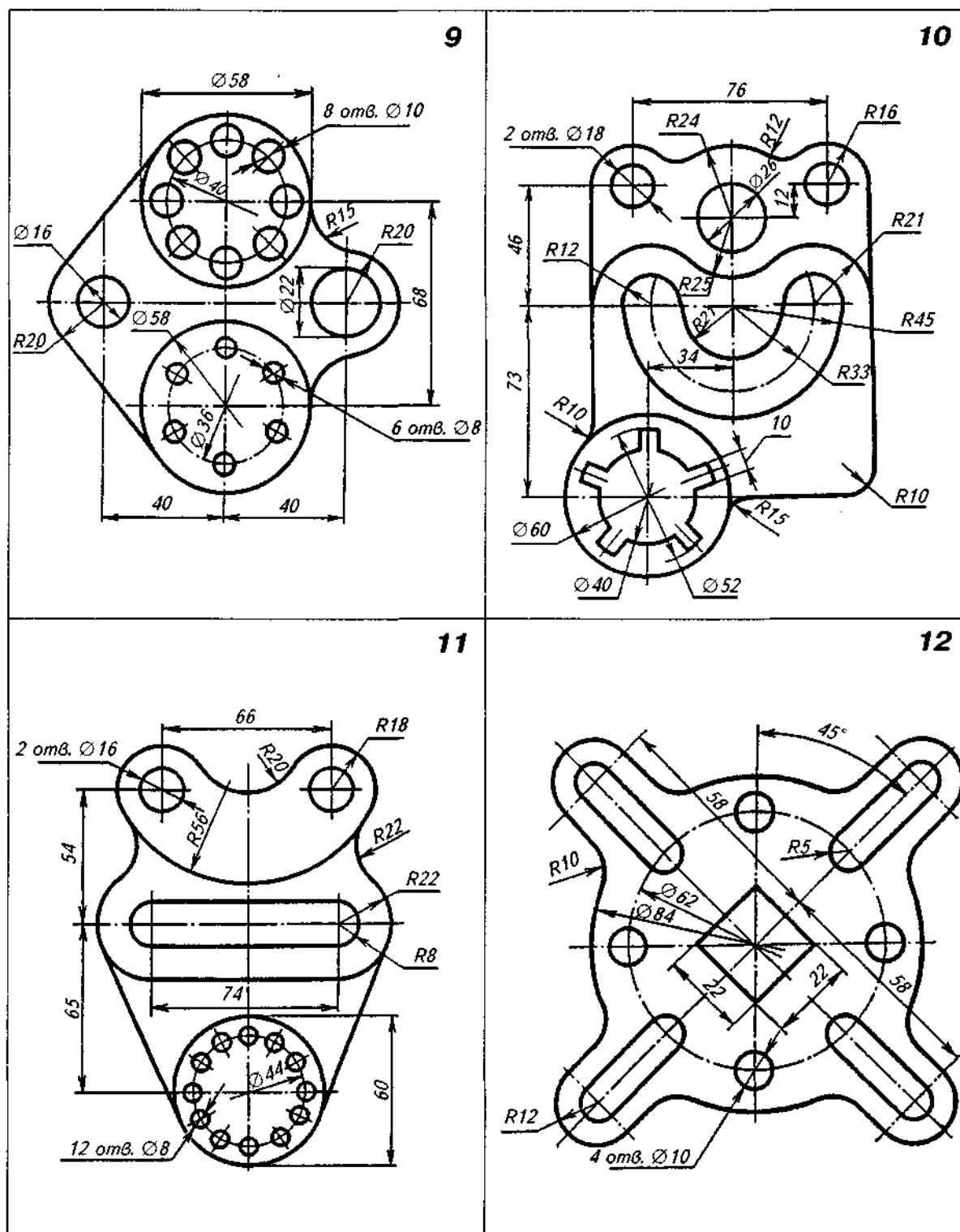
1. Викреслити контур плоскої деталі, виконавши потрібні спряження. Нанести розміри.
2. Завдання виконується на форматі А4.
3. Індивідуальні варіанти завдань взяти з табл. Д4.

Таблиця Д 4

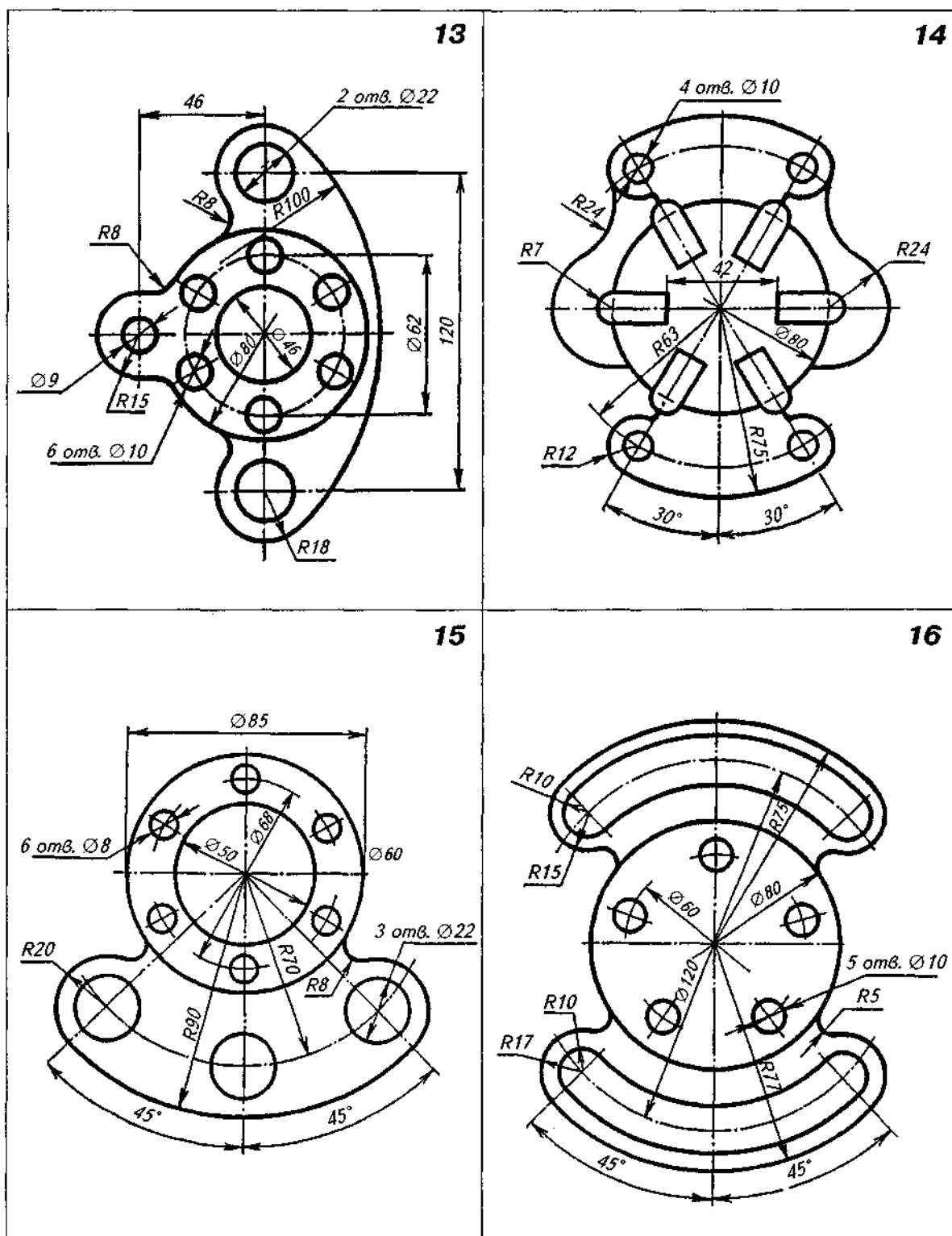


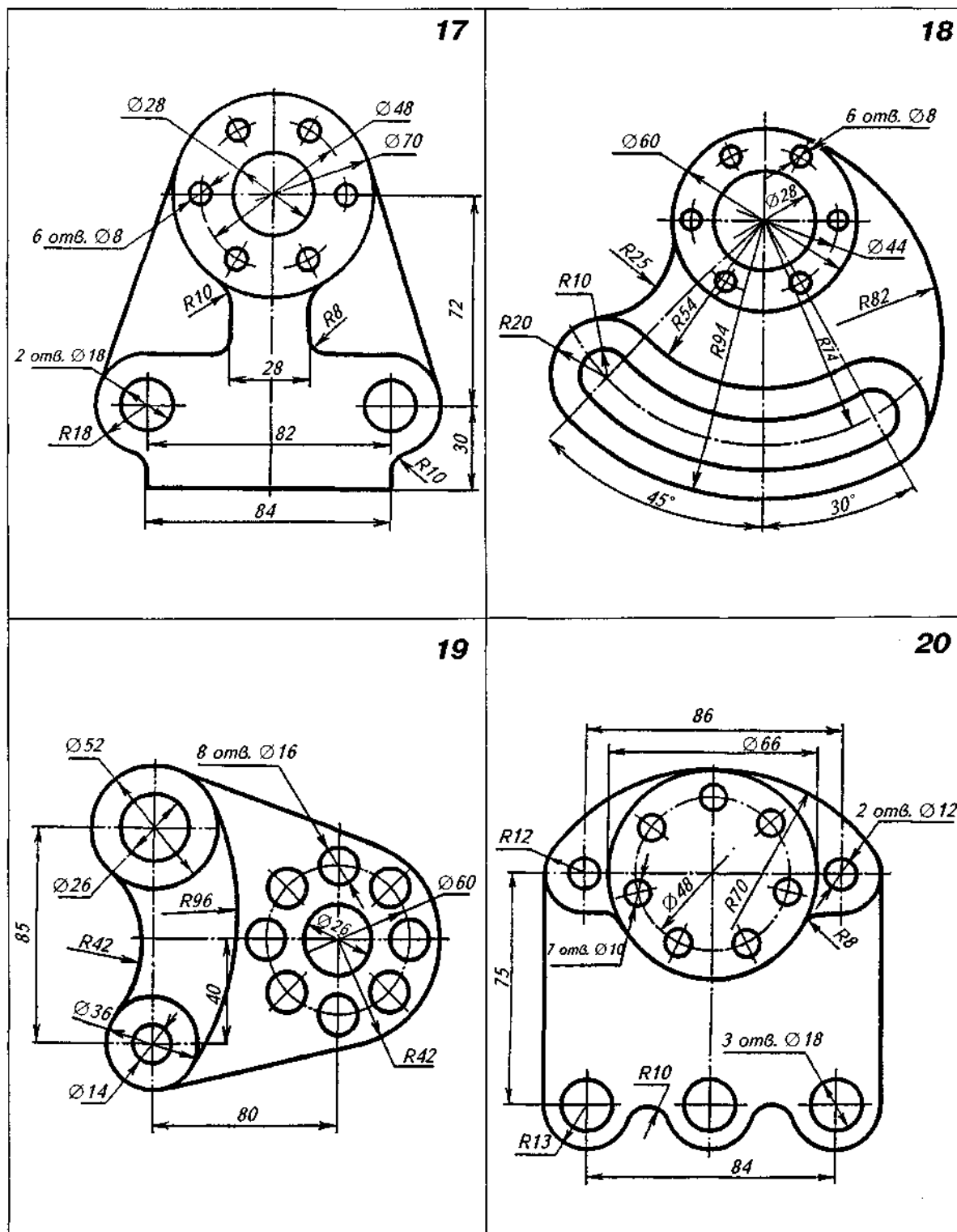
Продовження табл. Д4





Продовження табл. Д4



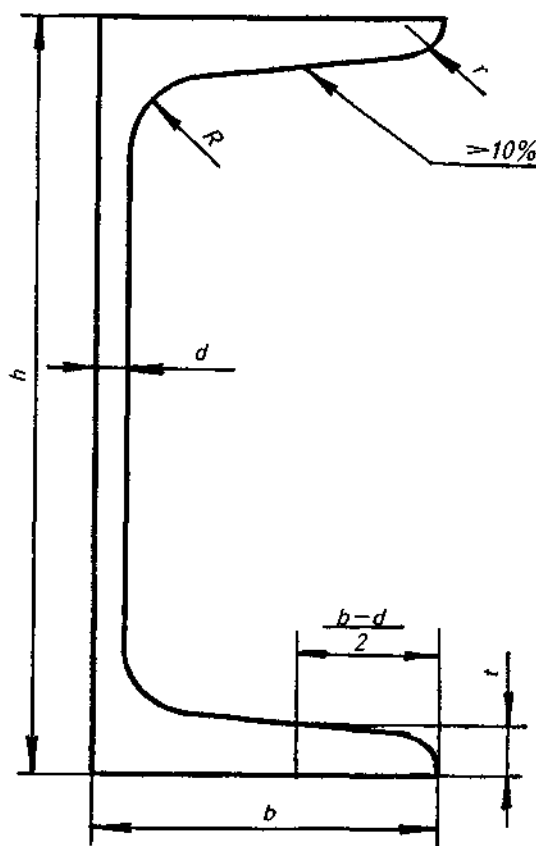


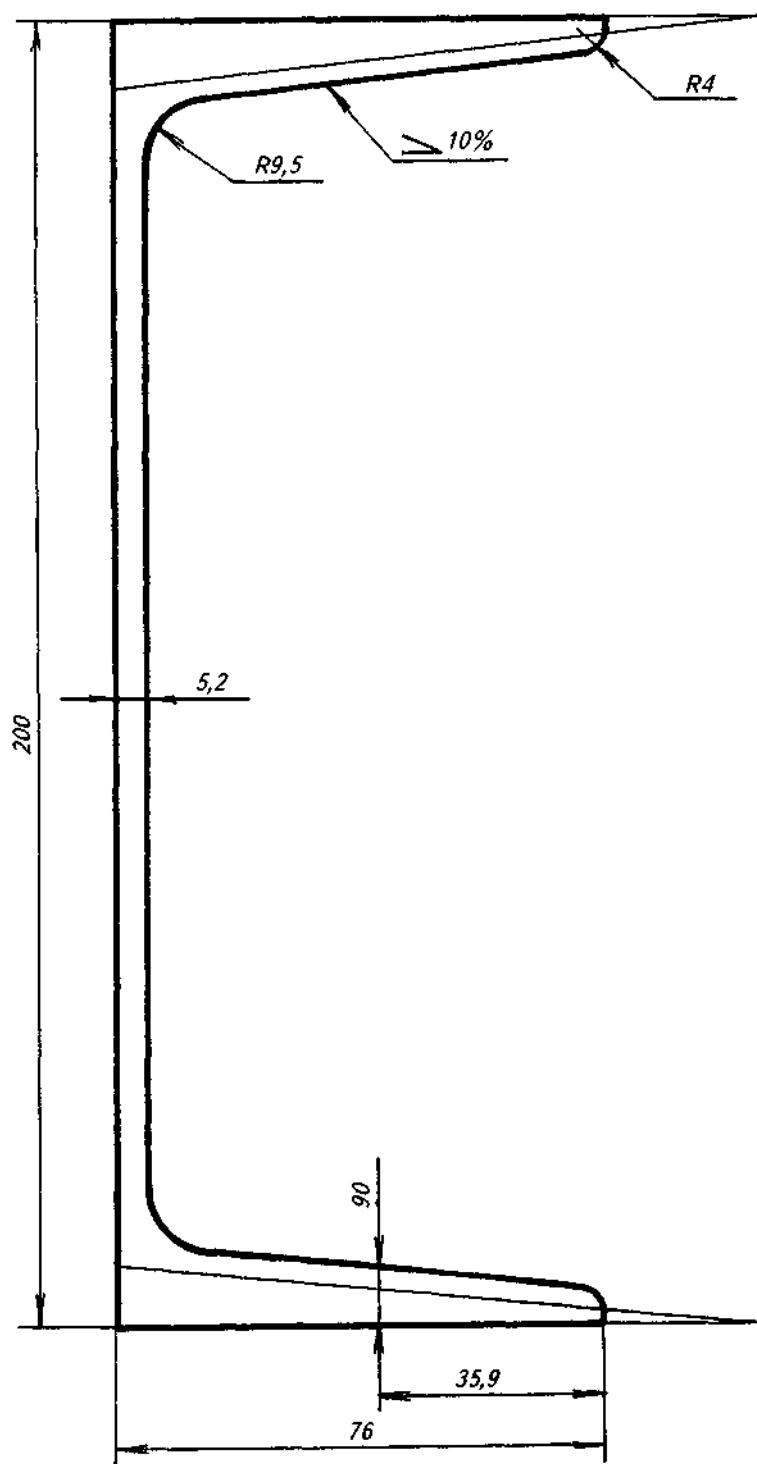
## Завдання 7

1. Викреслити профіль швелера.
2. Завдання виконується на форматі А4.
3. Індивідуальні варіанти завдань взяти з табл. Д5.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д20.

Таблиця Д5

| Варіанти | Номер швелера | Розміри, мм |     |     |     |     |     |
|----------|---------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|          |               | $h$         | $a$ | $d$ | $t$ | $R$ | $r$ |
| 1,11     | 20            | 200         | 76  | 5,2 | 9,0 | 9,5 | 4   |
| 2,12     | 20a           | 200         | 80  | 5,2 | 9,7 | 9,5 | 4   |
| 3,13     | 18            | 180         | 70  | 5,1 | 8,7 | 9,0 | 3,5 |
| 4,14     | 18a           | 180         | 74  | 5,1 | 9,3 | 9,0 | 3,5 |
| 5,15     | 16            | 160         | 64  | 5,0 | 8,4 | 8,5 | 3,5 |
| 6,16     | 16a           | 160         | 68  | 5,0 | 9,0 | 8,5 | 3,5 |
| 7,17     | 14            | 140         | 58  | 4,9 | 8,1 | 8,0 | 3,0 |
| 8,18     | 14a           | 140         | 62  | 4,9 | 8,7 | 8,0 | 3,0 |
| 9,19     | 12            | 120         | 52  | 4,8 | 7,8 | 7,5 | 3,0 |
| 10,20    | 10            | 100         | 46  | 4,5 | 7,6 | 7,0 | 3,0 |





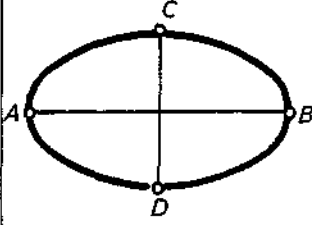
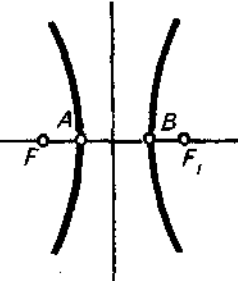
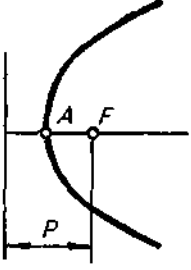
|             |           |  |  |              |            |
|-------------|-----------|--|--|--------------|------------|
| Швелер № 20 |           |  |  |              | Завдання 7 |
| Креслив     | Петрук    |  |  | ІФНТУНГ      | Варіант 11 |
| Перевірів   | Василишин |  |  | гр. КМВ-05-1 | М 1:1      |

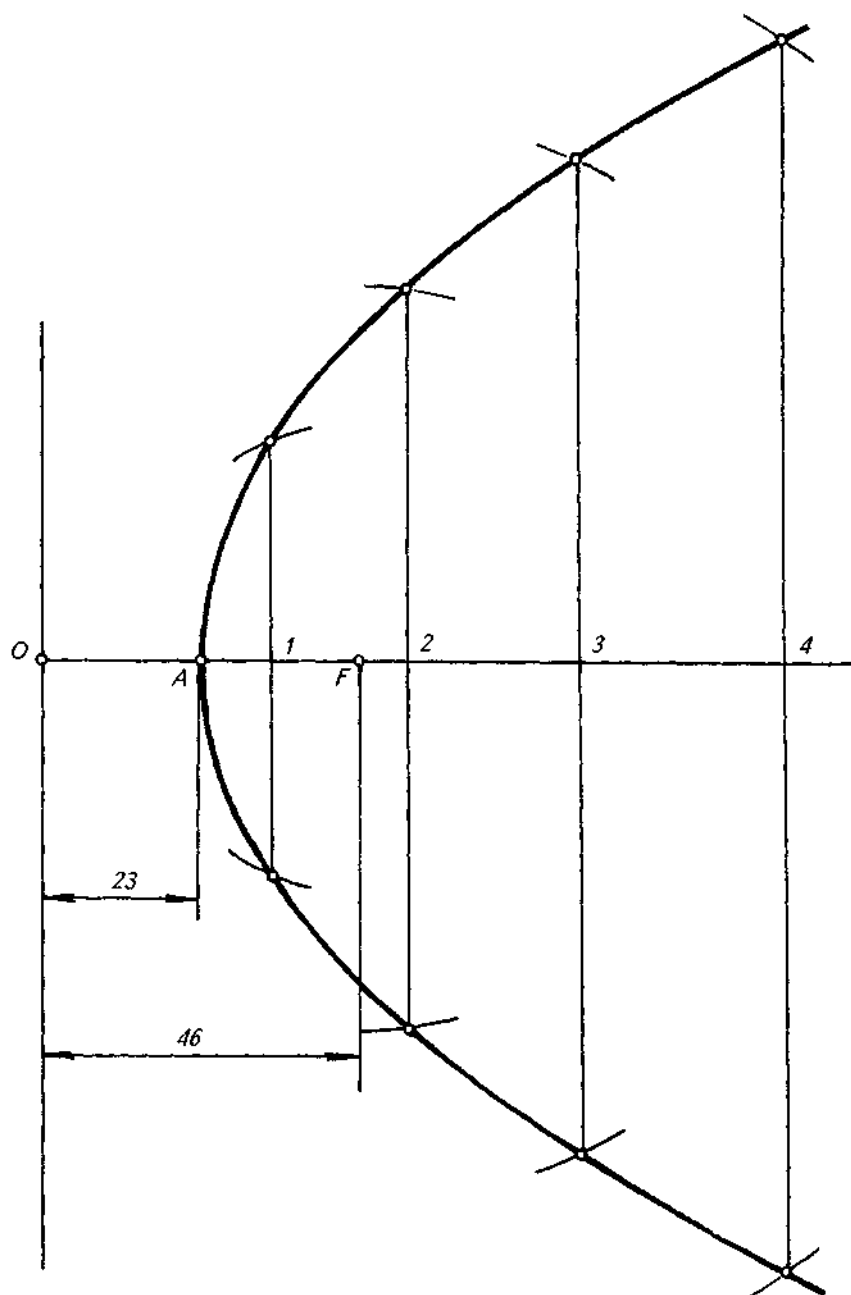
Рис. Д20

## Завдання 8

1. Викреслити лекальну криву за індивідуальним варіантом, взятим з табл. Д7.
2. Завдання виконується на форматі А4.
3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д21.

Таблиця Д7

| Варіант | Еліпс                                                                               | Гіпербола                                                                            | Парабола                                                                              |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|         | Розміри, мм                                                                         |                                                                                      |                                                                                       |
| 1       | $AB=130, CD=100$                                                                    | $FF_1=100, AB=70$                                                                    | $P=45$                                                                                |
| 2       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 3       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 4       | $AB=124, CD=96$                                                                     | $FF_1=94, AB=66$                                                                     | $P=40$                                                                                |
| 5       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 6       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 7       | $AB=120, CD=90$                                                                     | $FF_1=90, AB=62$                                                                     | $P=42$                                                                                |
| 8       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 9       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 10      | $AB=118, CD=82$                                                                     | $FF_1=86, AB=66$                                                                     | $P=38$                                                                                |
| 11      |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 12      |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 13      | $AB=114, CD=80$                                                                     | $FF_1=82, AB=70$                                                                     | $P=48$                                                                                |
| 14      |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 15      |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 16      | $AB=110, CD=70$                                                                     | $FF_1=96, AB=74$                                                                     | $P=50$                                                                                |
| 17      |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 18      |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
| 19      | $AB=106, CD=76$                                                                     | $FF_1=88, AB=72$                                                                     |                                                                                       |
| 20      |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|         |  |  |  |



|           |           |  |  |                         |            |
|-----------|-----------|--|--|-------------------------|------------|
| Парабола  |           |  |  |                         | Завдання 8 |
| Креслив   | Павлюк    |  |  | ІФНТУНГ<br>гр. КМВ-05-1 | Варіант 24 |
| Перевірів | Басилишин |  |  |                         | М 1:1      |

Рис. Д21

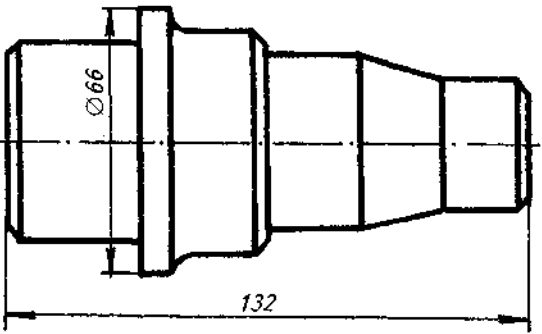
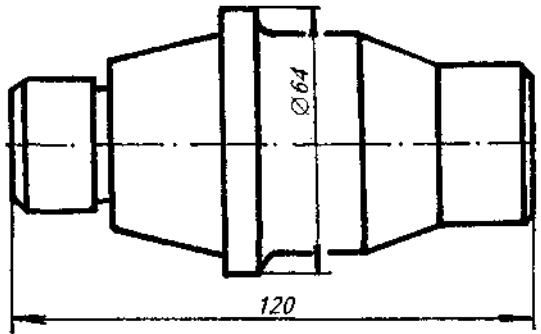
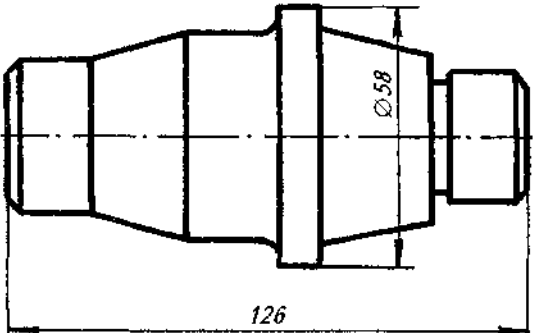
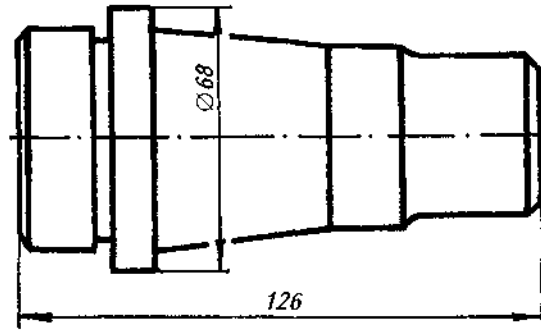
## Завдання 9

1. Виконати креслення вала, вибравши схему з табл. Д8 згідно з індивідуальним варіантом.

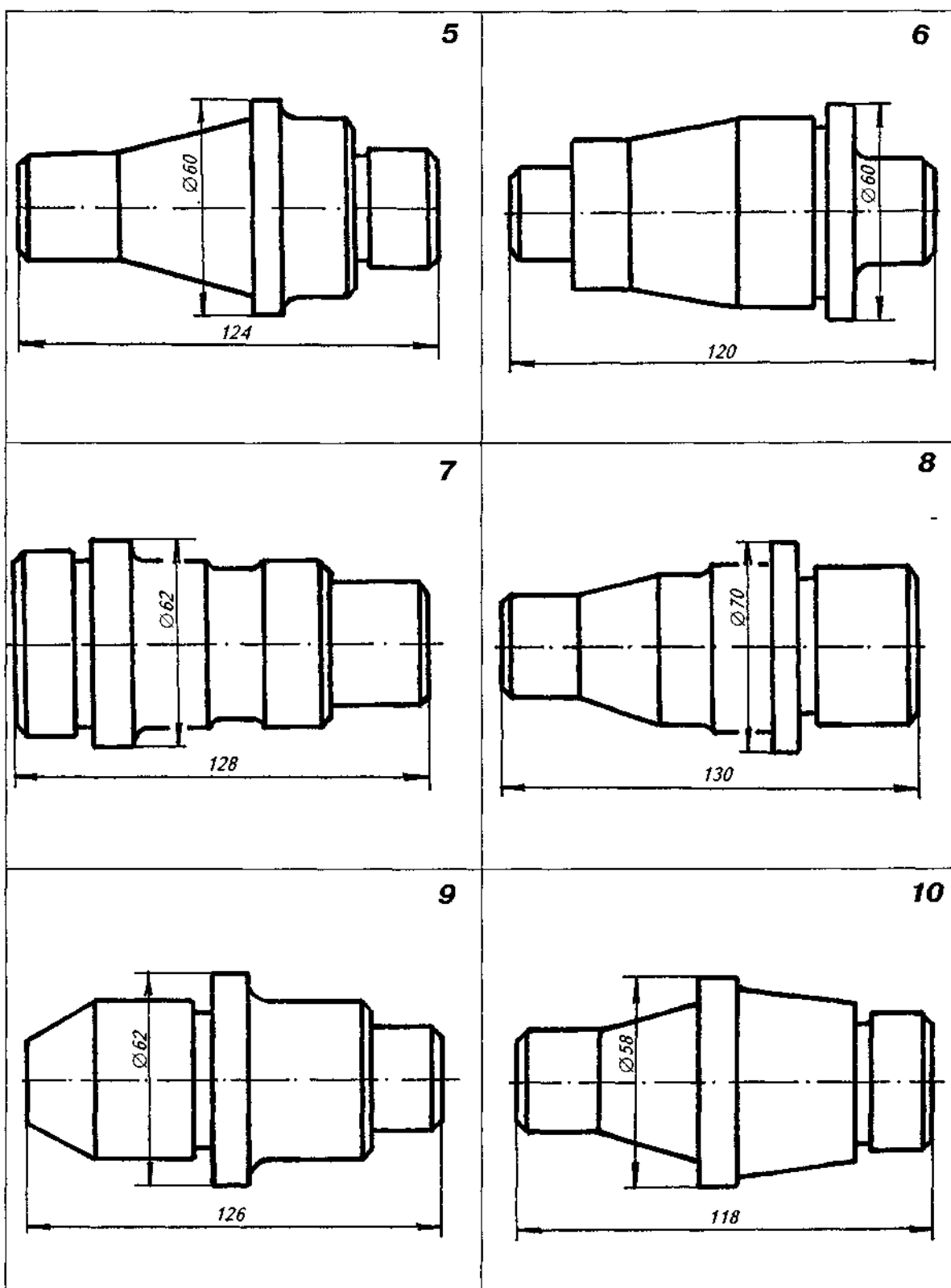
2. Деталь накреслити пропорційним збільшенням графічної умови, витримуючи габаритні розміри, вказані на схемах, а потім, вважаючи, що деталь виконана в масштабі 1:1, обміряти її за виконаним кресленням і нанести всі потрібні розміри.

3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д22.

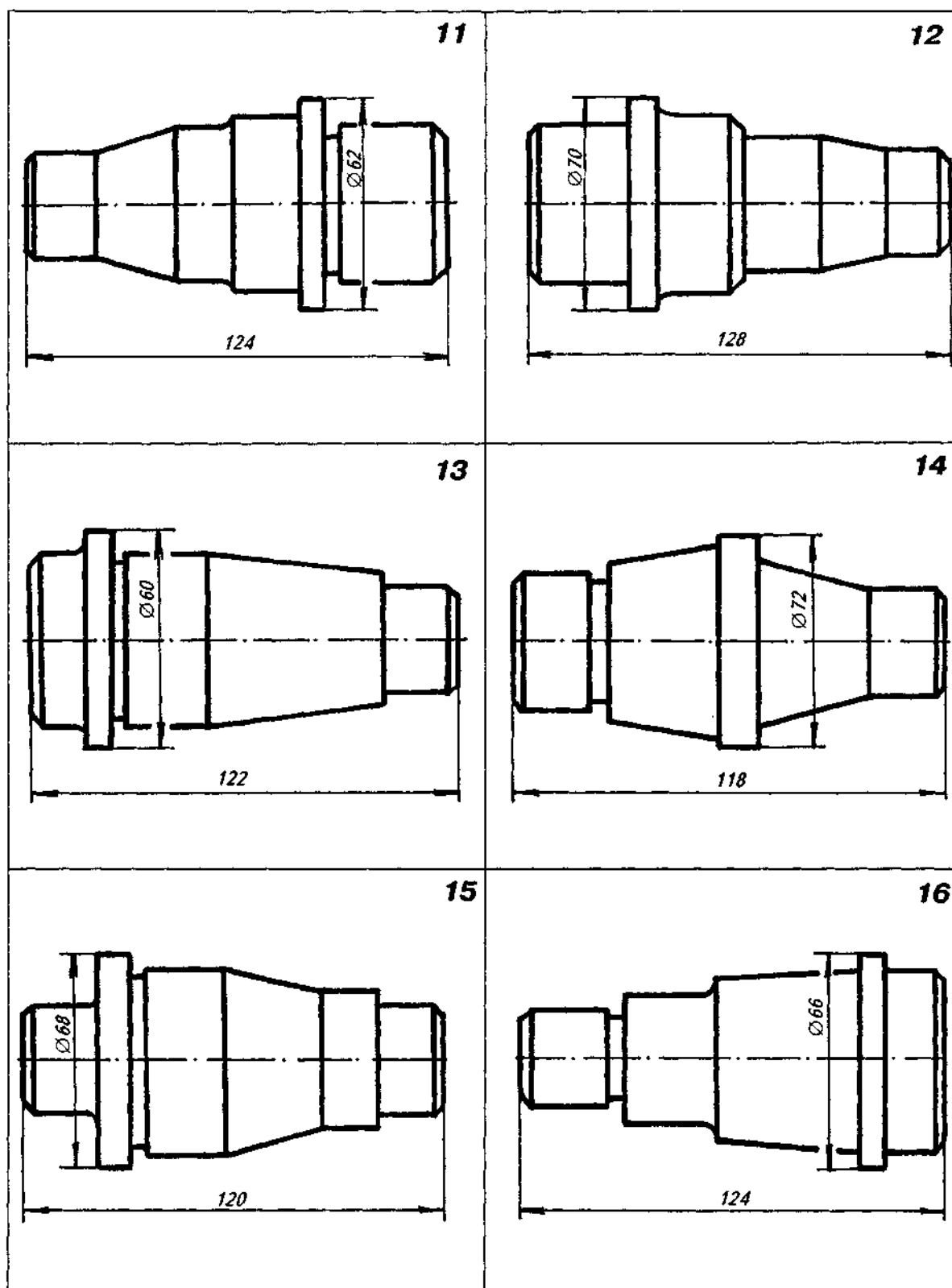
Таблиця Д8

|                                                                                                     |                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1</b></p>    | <p><b>2</b></p>    |
| <p><b>3</b></p>  | <p><b>4</b></p>  |

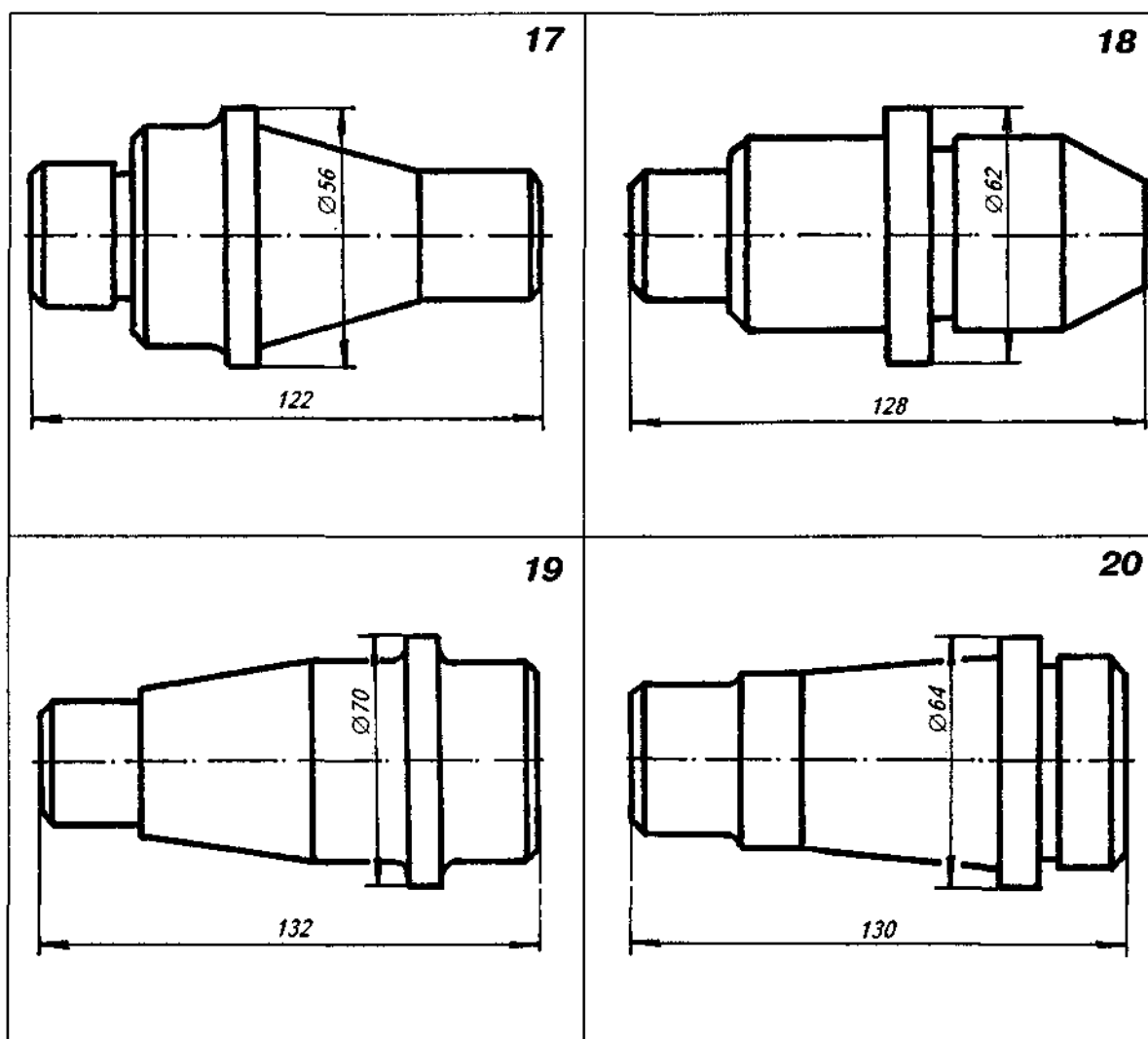
Продовження табл. Д8

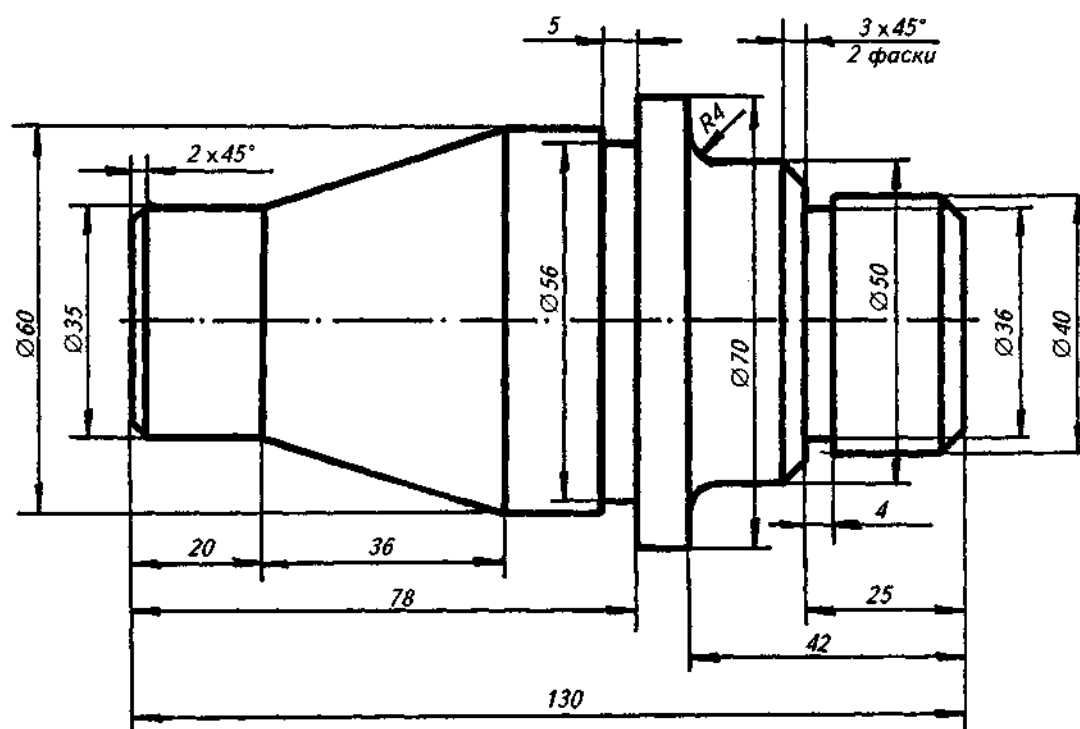


Продовження табл. Д8



Закінчення табл. Д8





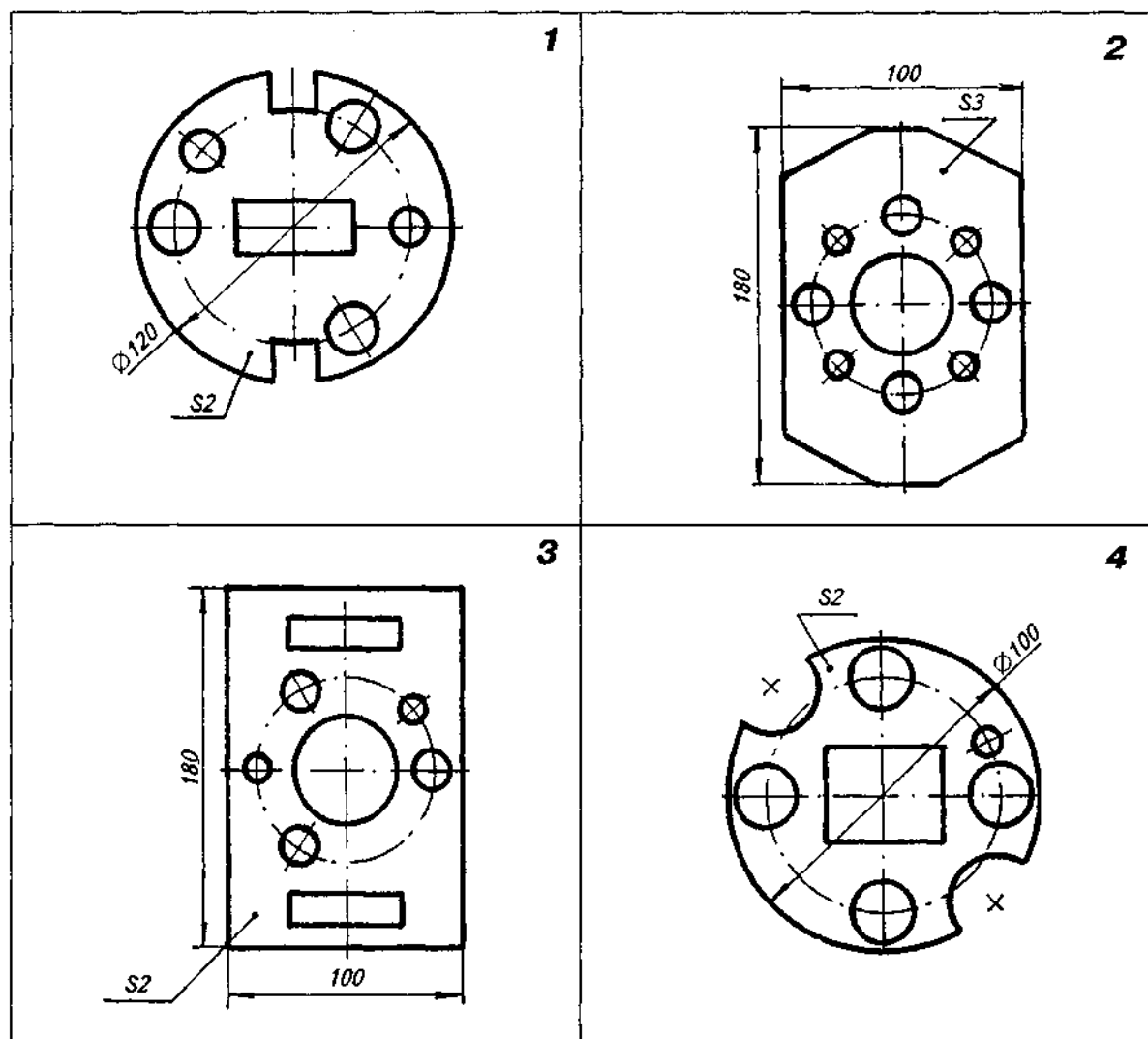
| Нанесення розмірів на валу |           |  |              | Завдання 9 |
|----------------------------|-----------|--|--------------|------------|
| Креслив                    | Павлюк    |  | ІФНТУНГ      | Варіант 24 |
| Перевірив                  | Василишин |  | гр. КМВ-05-1 | М 1:1      |

Рис. Д22

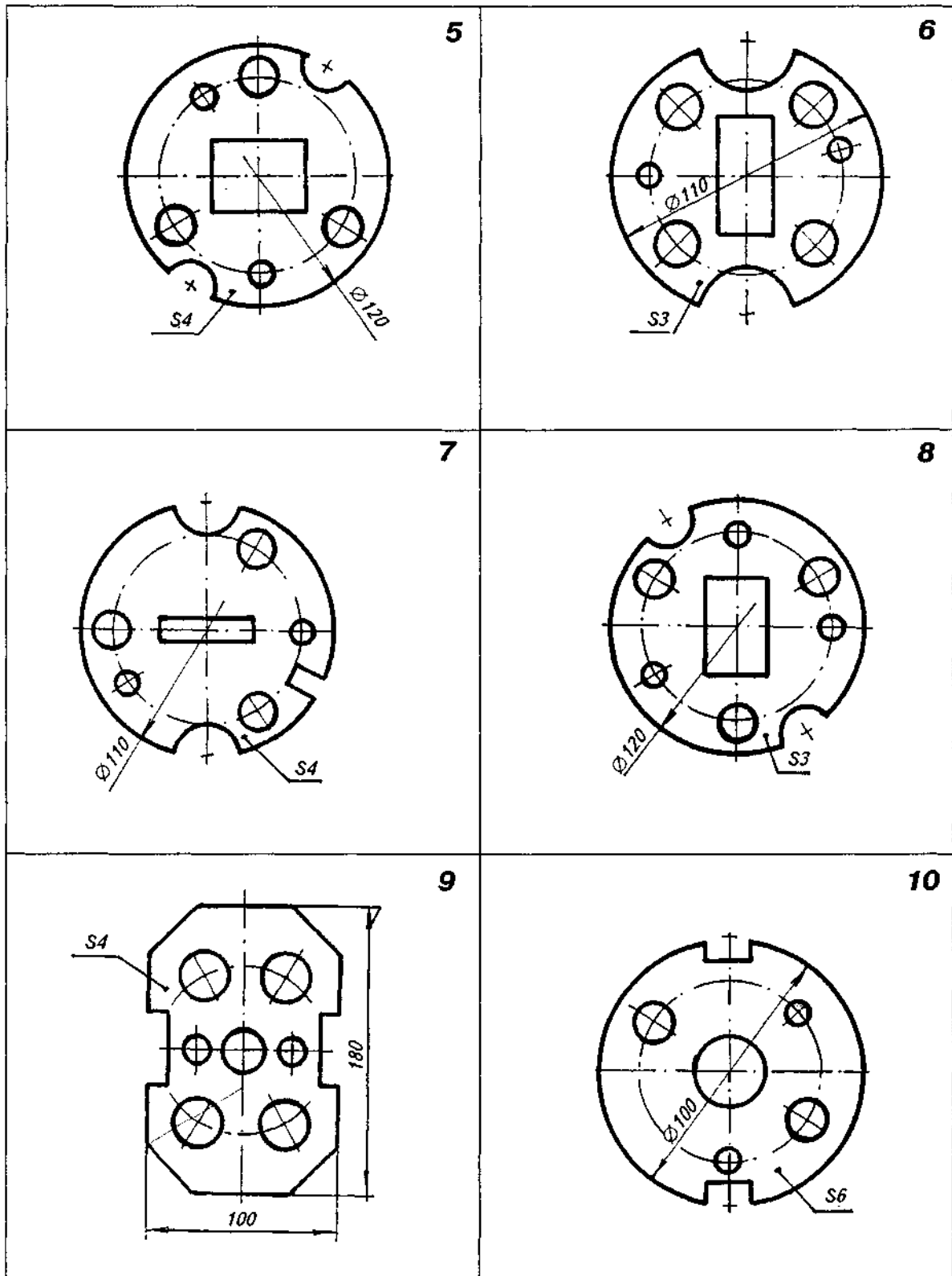
## Завдання 10

1. Накреслити деталь, виготовлену з листового матеріалу.
2. Схему вибрати з табл. Д9 згідно з індивідуальним варіантом.
3. Деталь накреслити пропорційним збільшенням графічної умови, витримуючи габаритні розміри, вказані на схемах. Потім, вважаючи, що деталь виконана в масштабі 1:1, обміряти її за виконаним кресленням і нанести всі потрібні розміри.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д23.

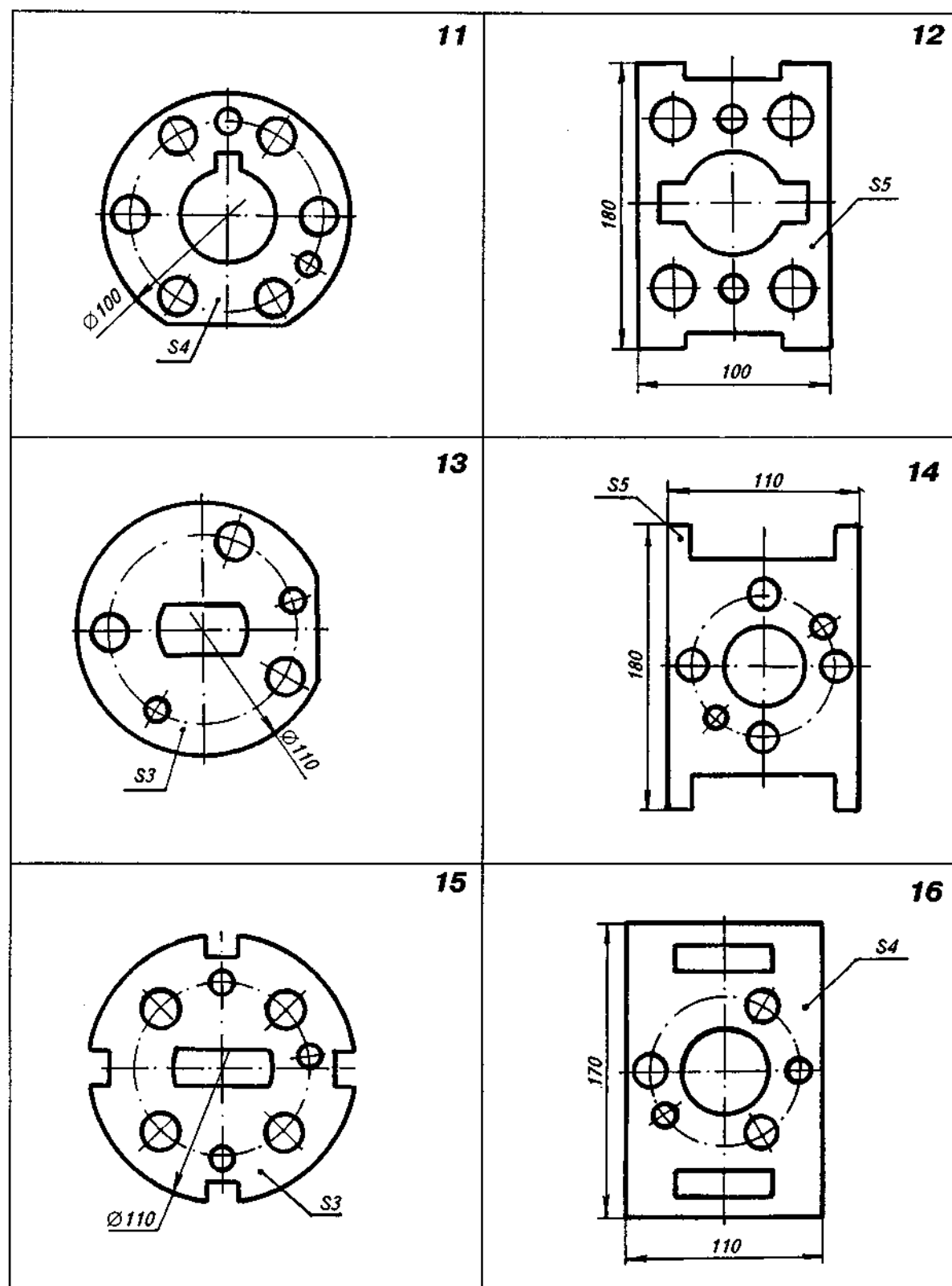
Таблиця Д9



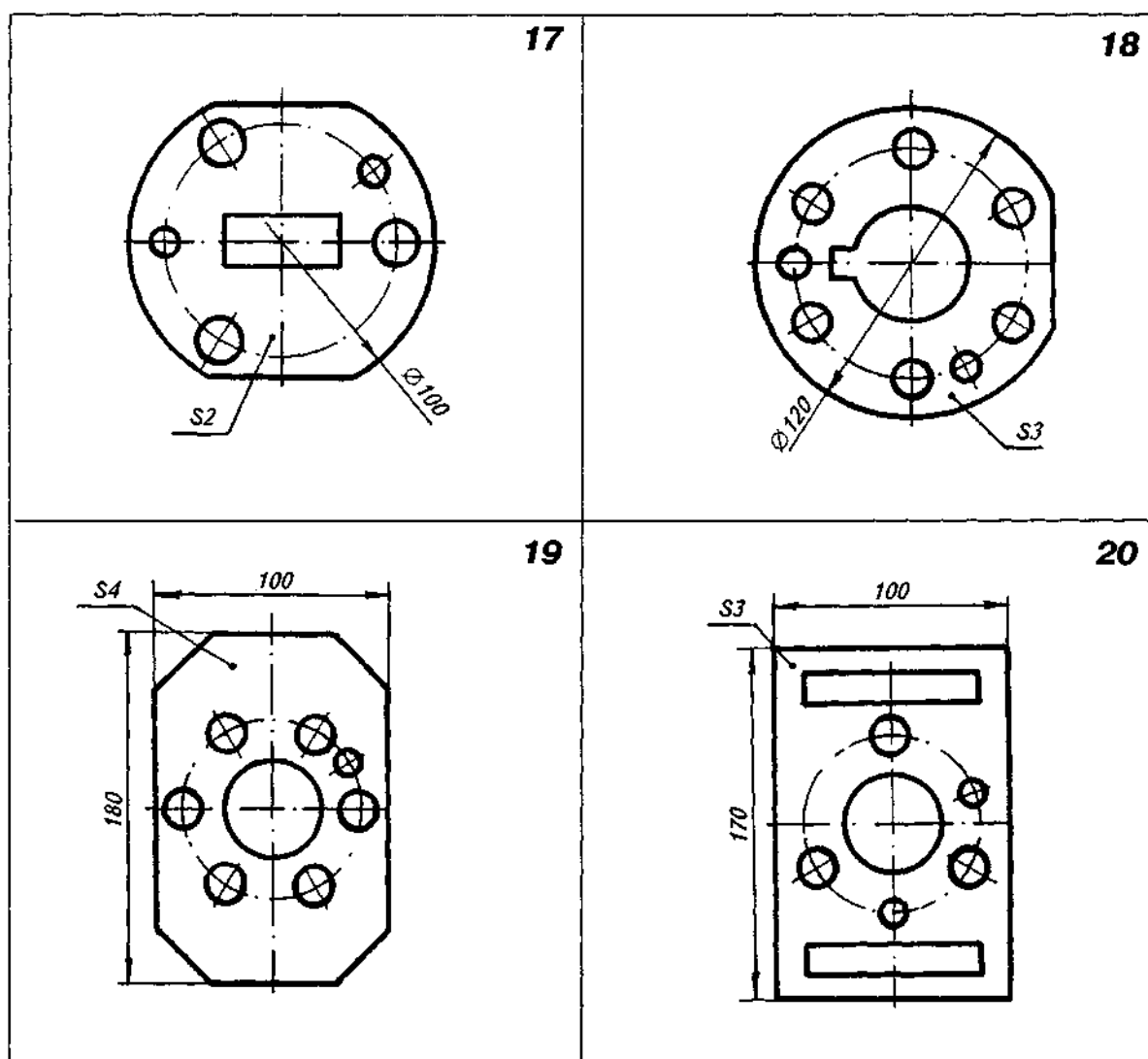
Продовження табл. Д9



Продовження табл. Д9



Закінчення табл. Д9

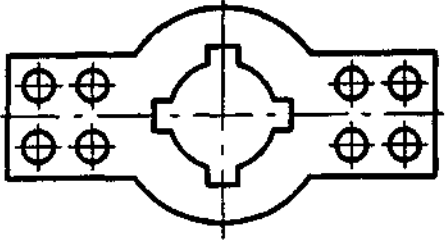
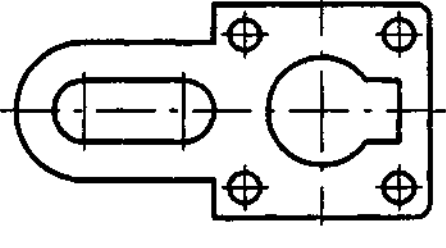
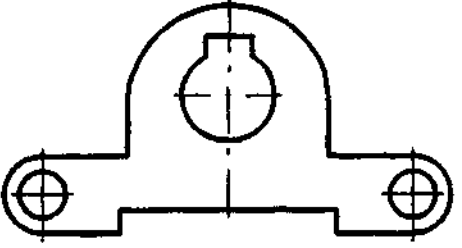
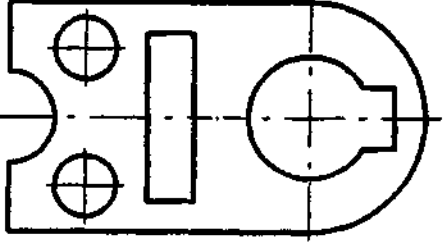
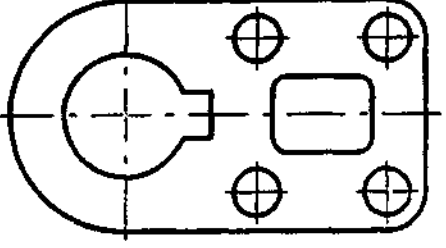
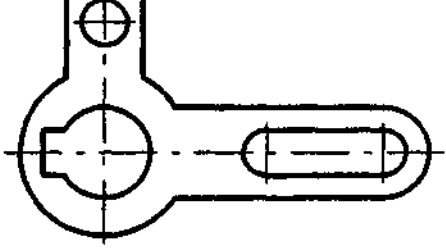




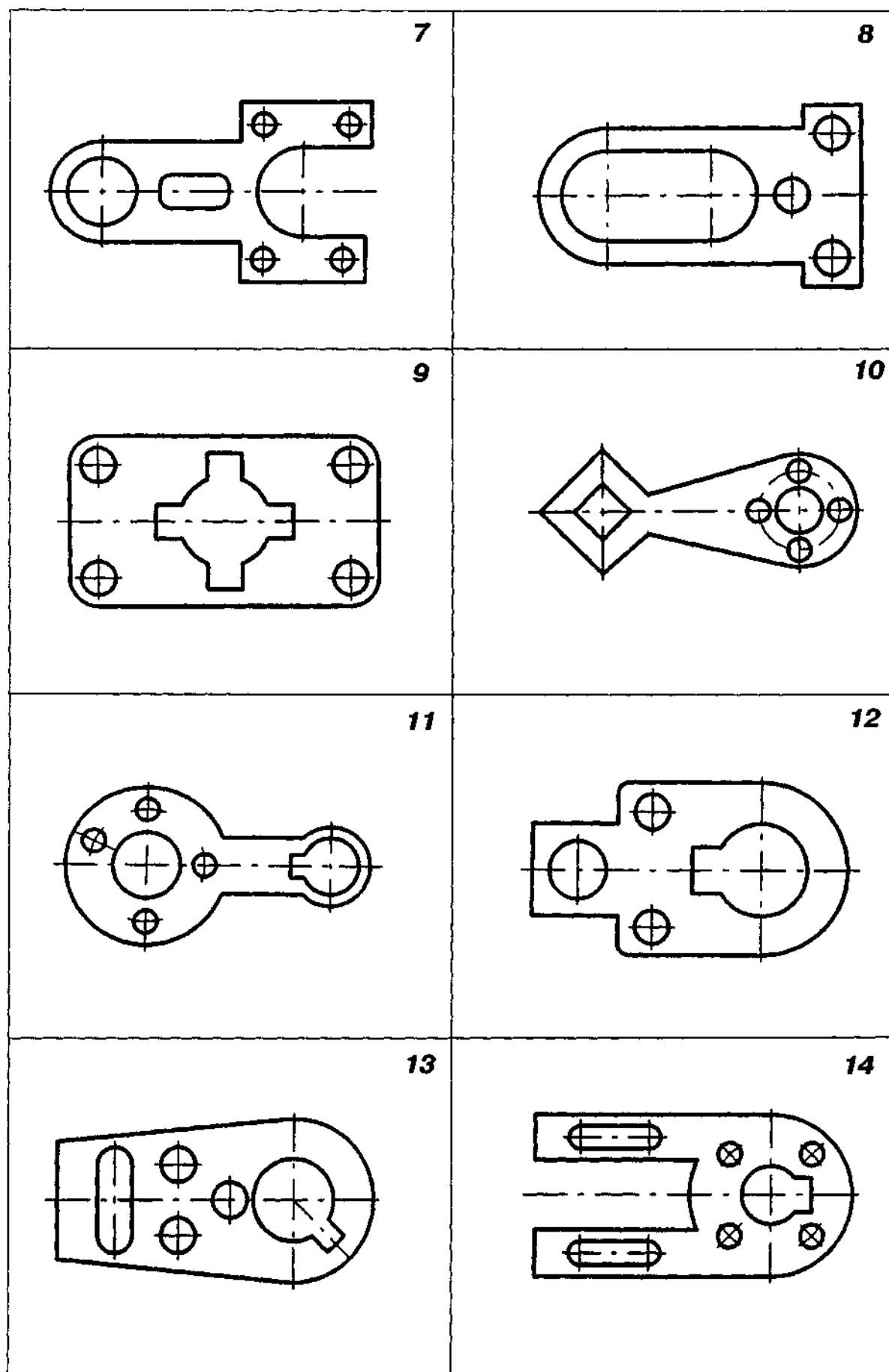
## Завдання 11

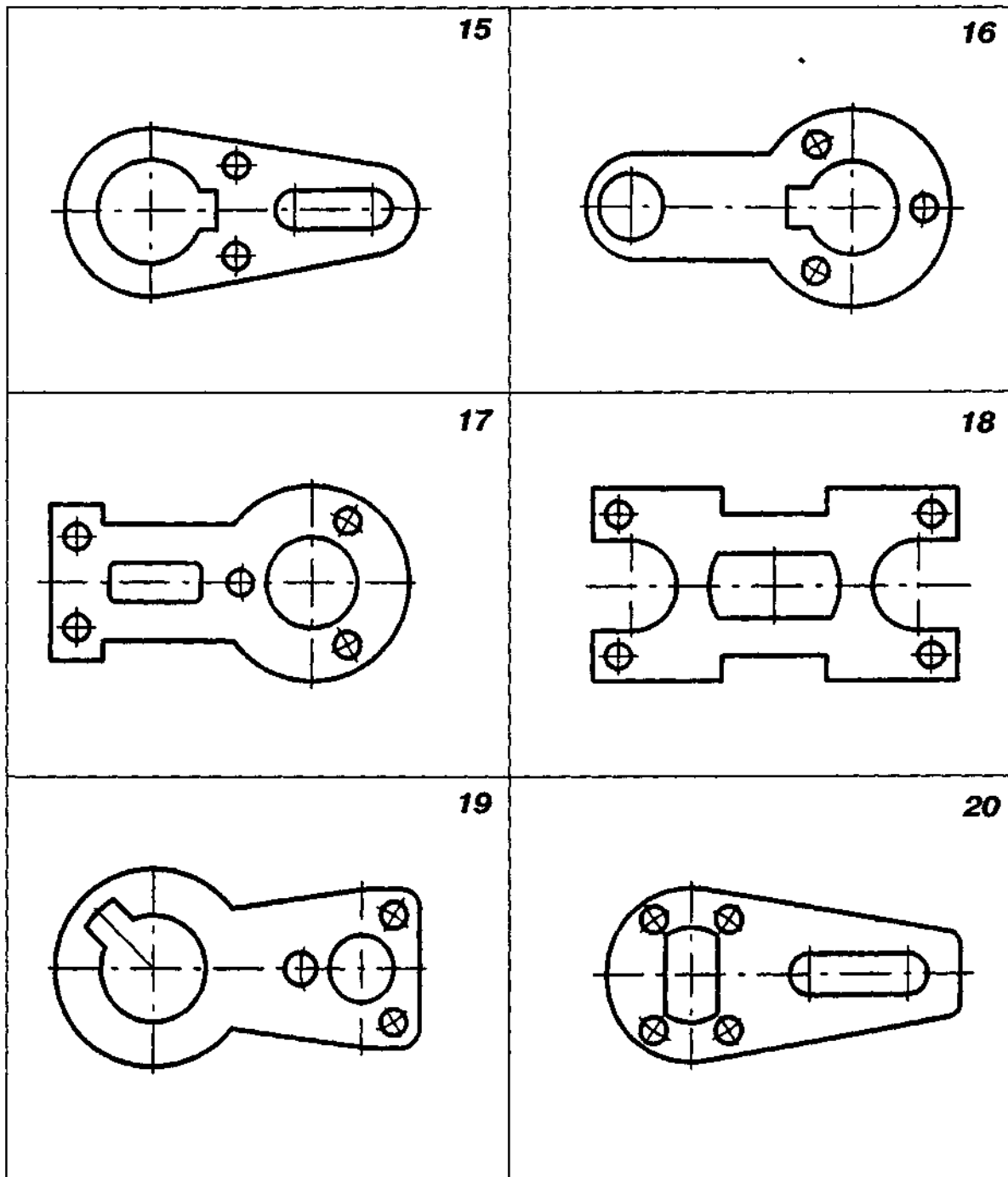
1. Накреслити деталь, виготовлену з листового матеріалу.
2. Схему вибрати з табл. Д10 згідно з індивідуальним варіантом.
3. Деталь накреслити пропорційним збільшенням графічної умови, вибираючи габаритні розміри самостійно. Потім, вважаючи, що деталь виконана в масштабі 1:1, обміряти її за виконаним кресленням і нанести всі потрібні розміри.

Таблиця Д10

|                                                                                                 |                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b><br>   | <b>2</b><br>   |
| <b>3</b><br> | <b>4</b><br> |
| <b>5</b><br> | <b>6</b><br> |

Продовження табл. Д10





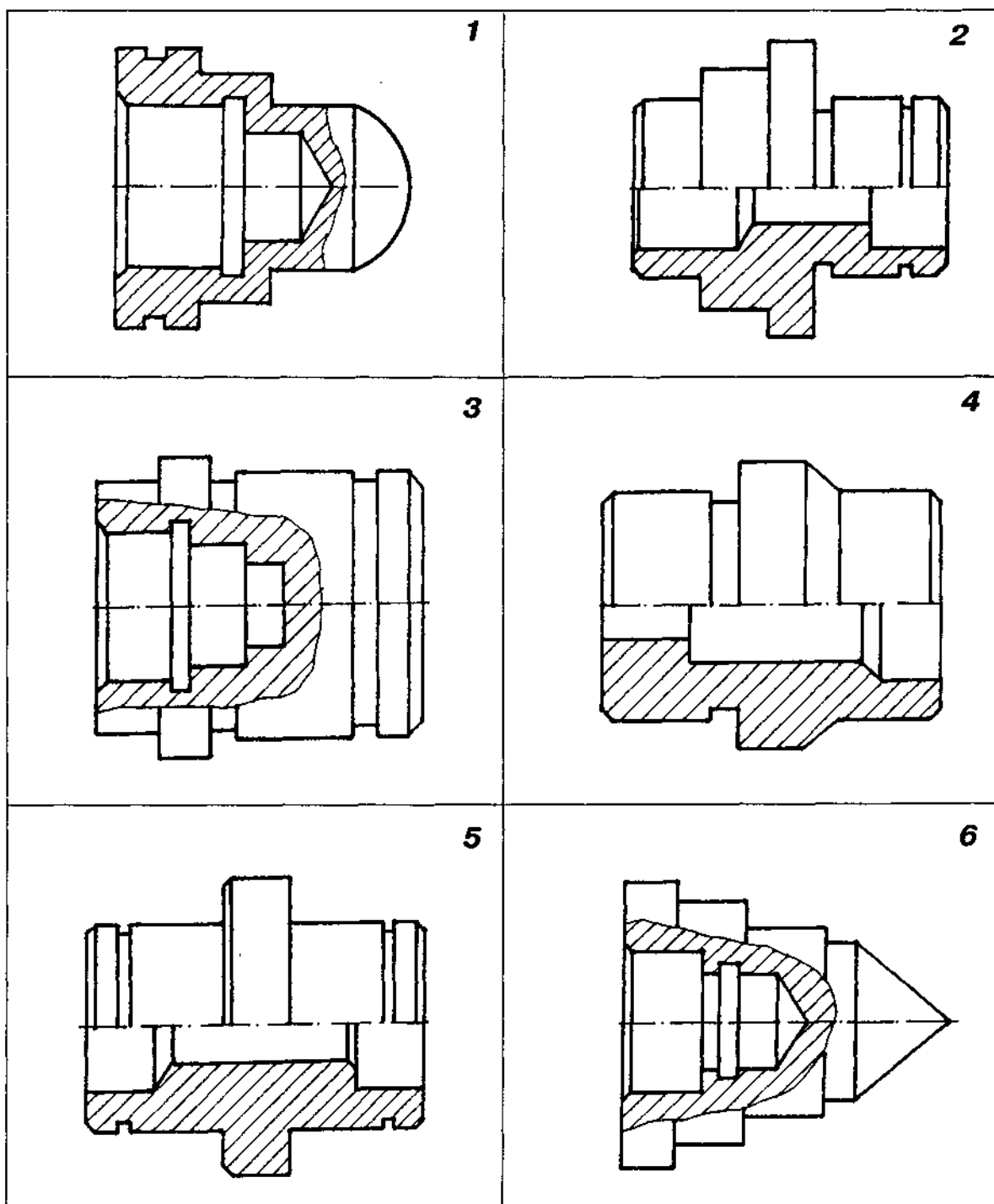
## Завдання 12

1. Виконати креслення ролика, вибравши схему з табл. Д11 згідно з індивідуальним варіантом.

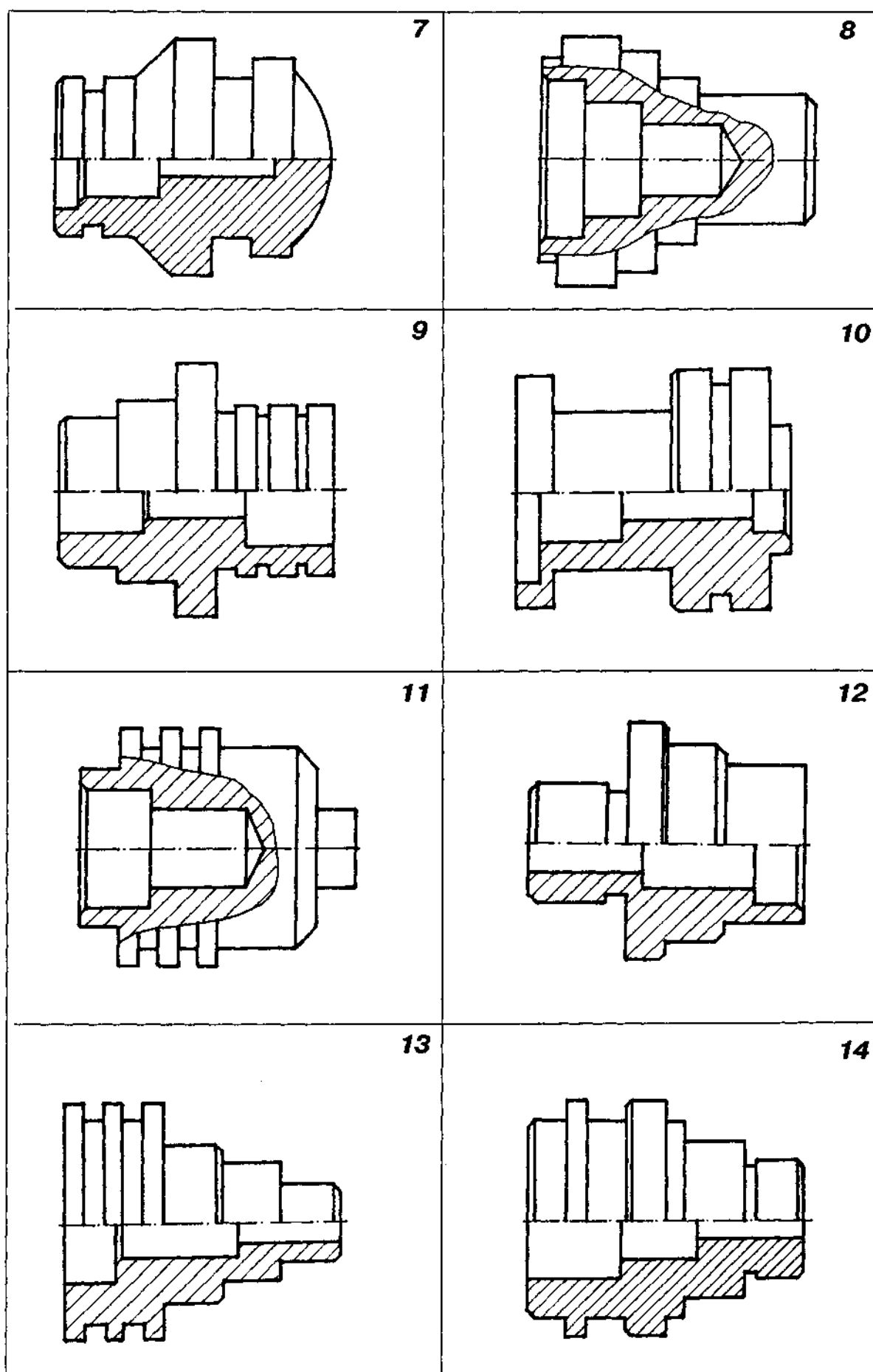
2. Габаритні розміри деталі такі: довжина — 100 мм, найбільший діаметр — 100 мм. Деталь накреслити пропорційним збільшенням графічної умови, а потім, вважаючи, що вона виконана в масштабі 1:1, обміряти за виконаним кресленням і нанести всі потрібні розміри.

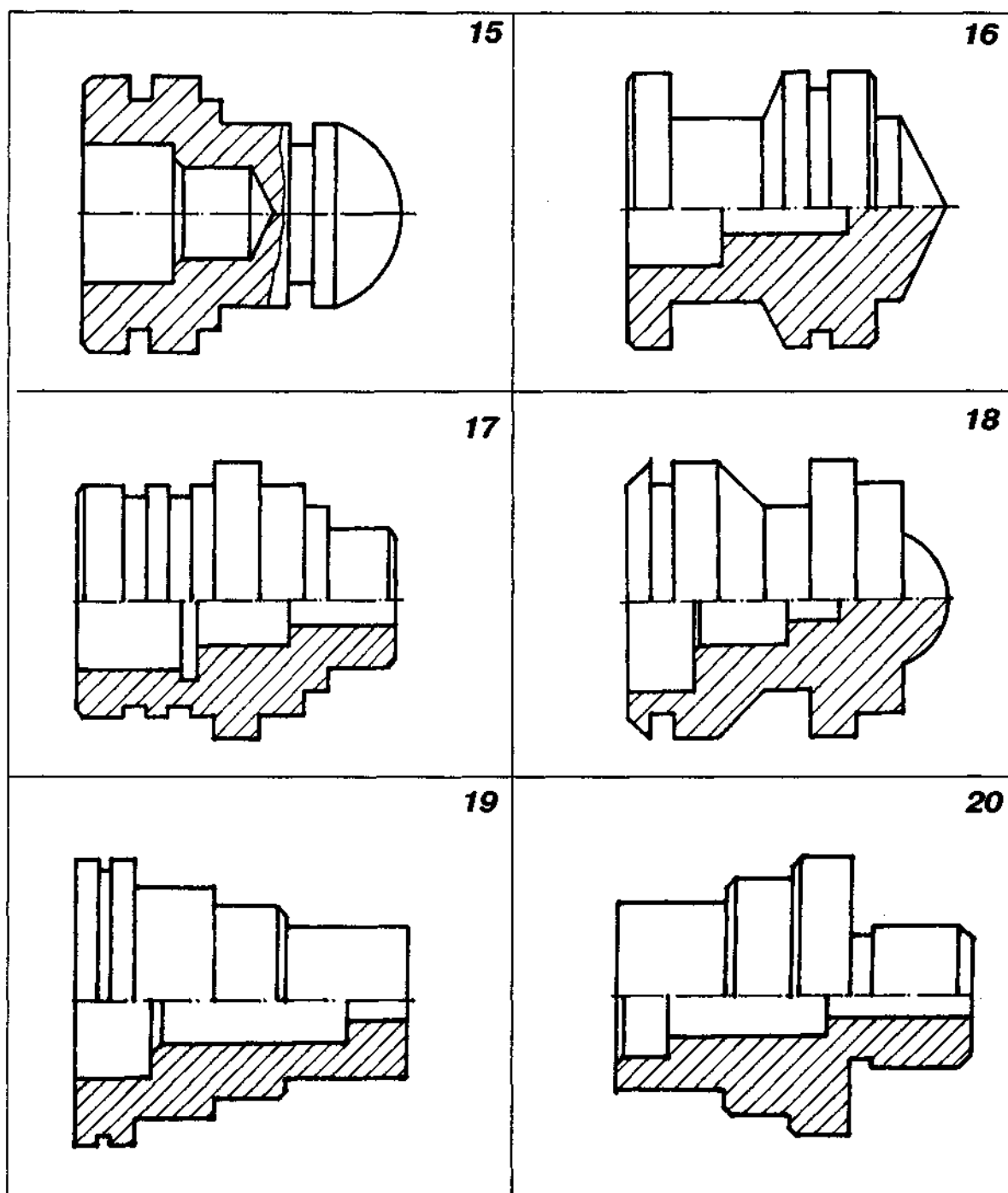
3. Приклад виконання завдання показано на рис. Д24.

Таблиця Д11



Продовження табл. Д11



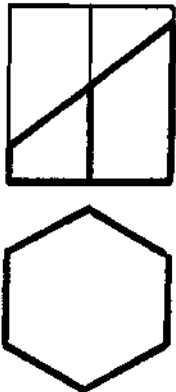
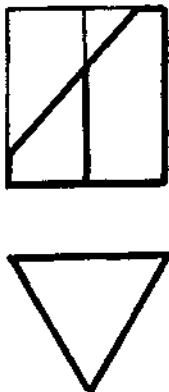
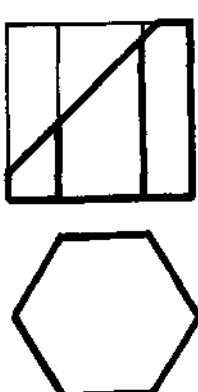
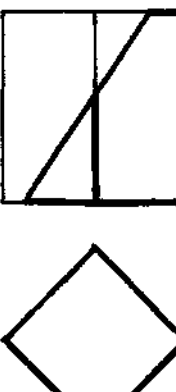
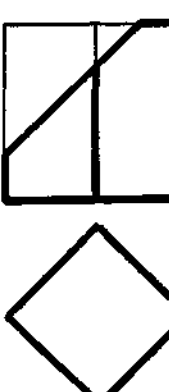
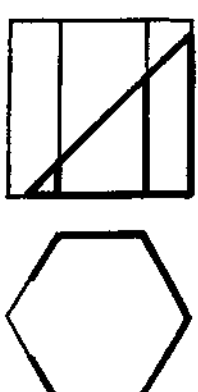




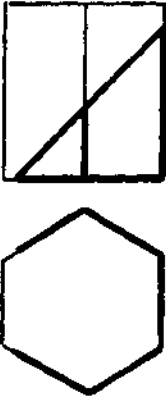
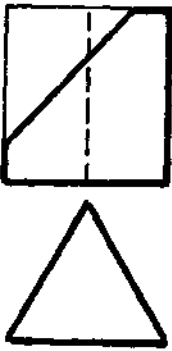
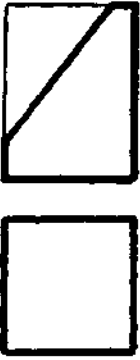
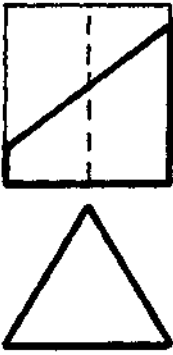
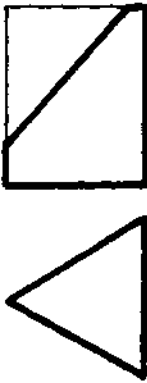
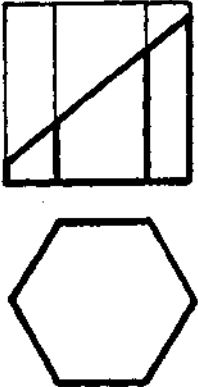
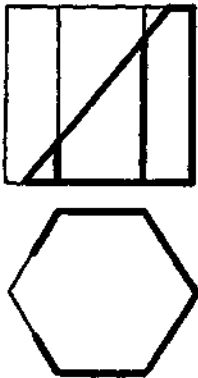
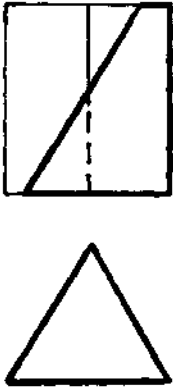
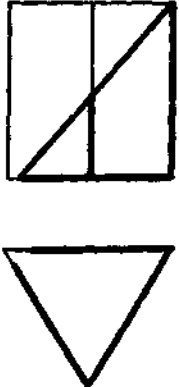
## Завдання 13

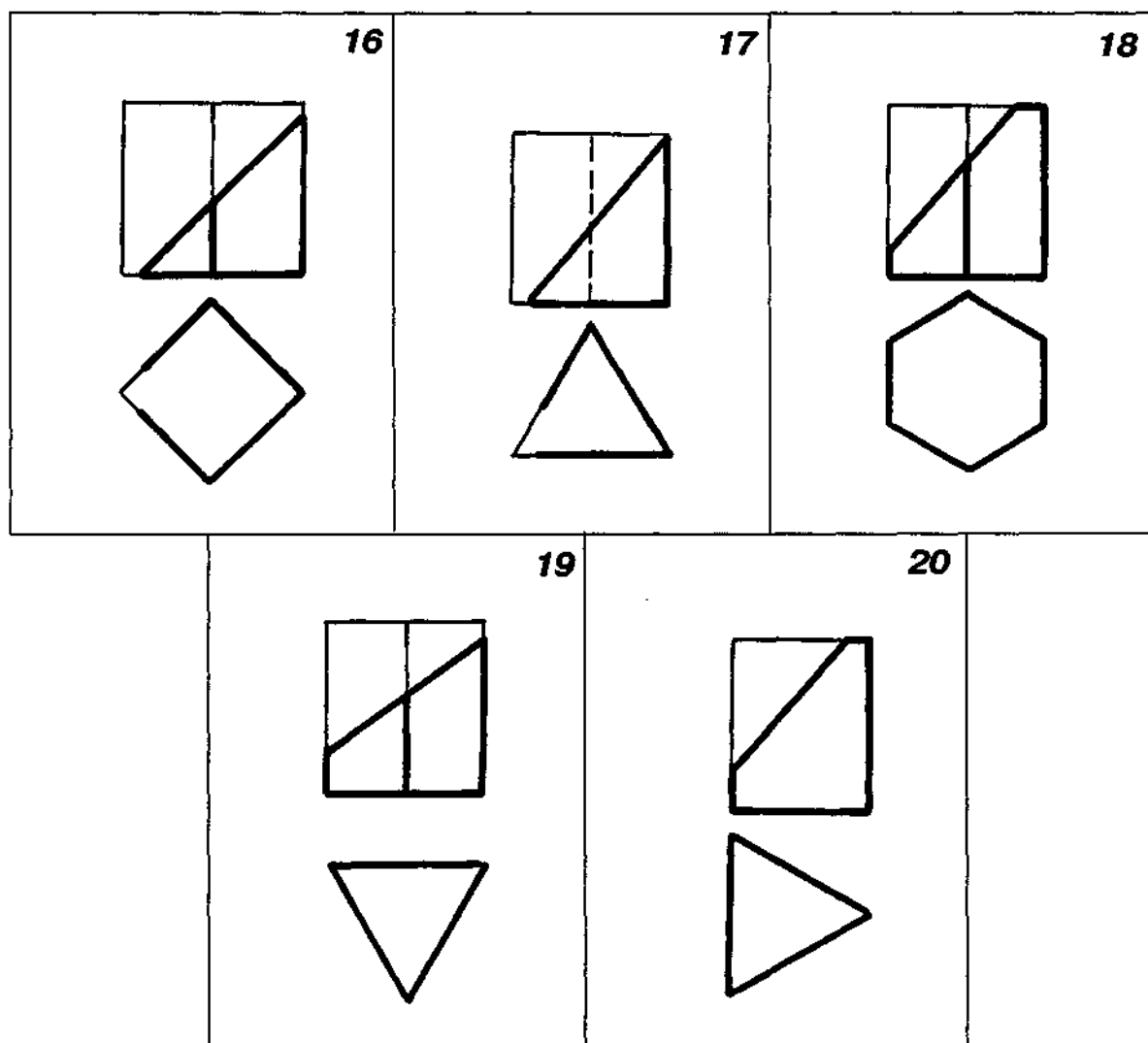
1. Побудувати три проекції правильної призми, перерізаної фронтально-проекційною площиною.
2. Варіанти завдання взяті з табл. Д12.
3. Розміри призми:
  - а) діаметр кола, описаного навколо правильного багатокутника основи, дорівнює 70 мм, висота призми дорівнює 80 мм;
  - б) положення січної площини побудувати пропорційним збільшенням графічної умови;
  - в) горизонтальна проекція призми на деяких графічних умовах не побудована.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д25.

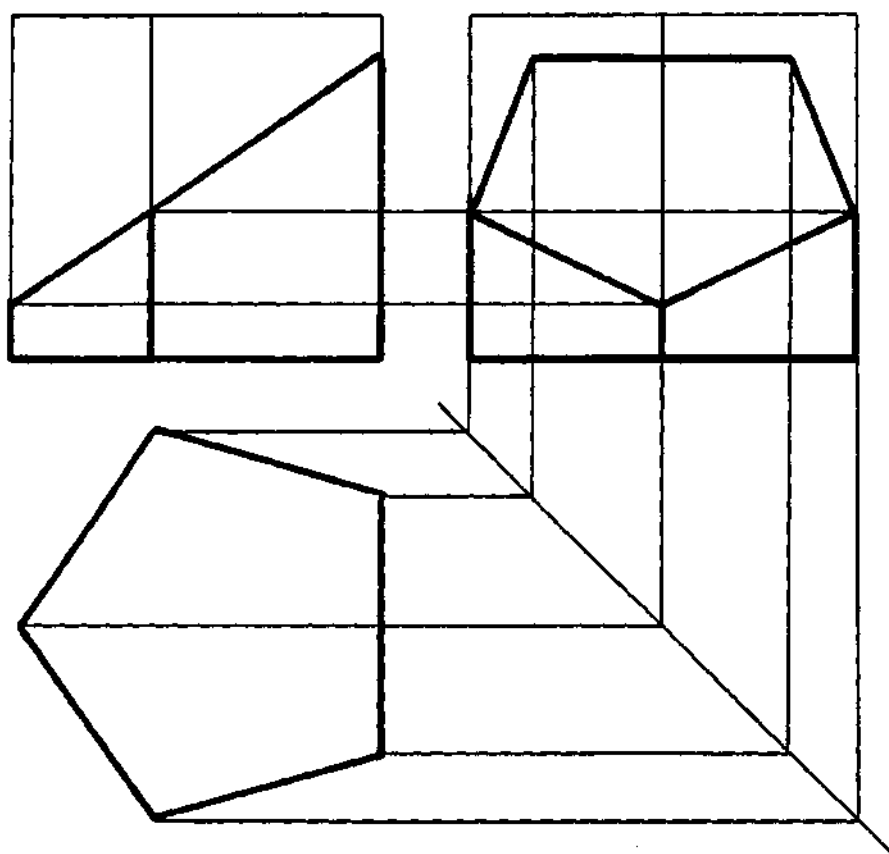
Таблиця Д12

|                                                                                                                                |                                                                                                                                |                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: right;"><b>1</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>2</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>3</b></p>   |
| <p style="text-align: right;"><b>4</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>5</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>6</b></p>  |

Продовження табл. Д12

|                                                                                                  |                                                                                                  |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7</b><br>    | <b>8</b><br>    | <b>9</b><br>    |
| <b>10</b><br>  | <b>11</b><br>  | <b>12</b><br>  |
| <b>13</b><br> | <b>14</b><br> | <b>15</b><br> |





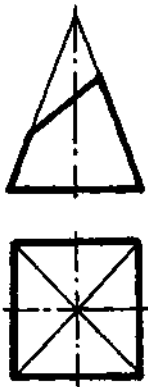
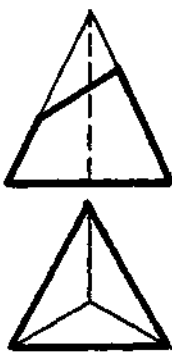
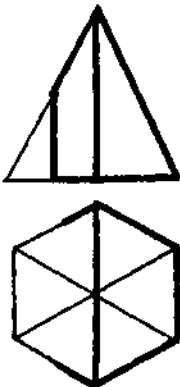
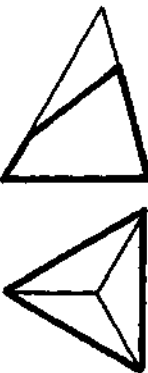
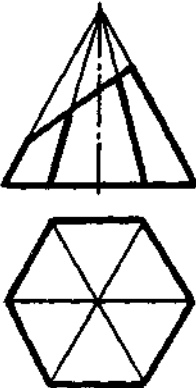
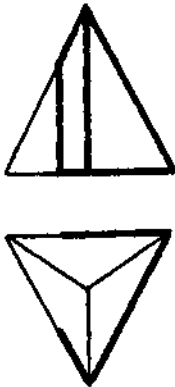
|                                 |           |  |  |              |             |
|---------------------------------|-----------|--|--|--------------|-------------|
| Перетин багатогранника площиною |           |  |  |              | Завдання 13 |
| Креслив                         | Іванчук   |  |  | ІФНТУНГ      | Варіант 25  |
| Перевірів                       | Василишин |  |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д25

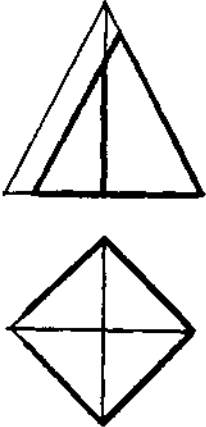
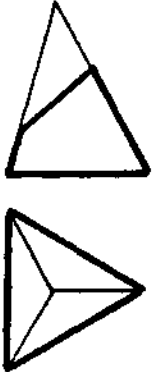
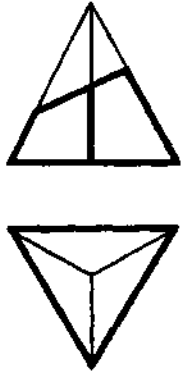
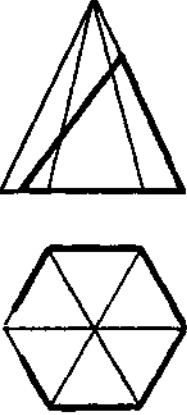
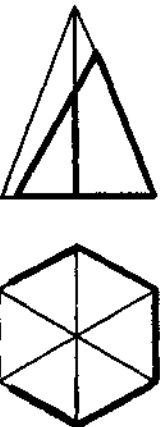
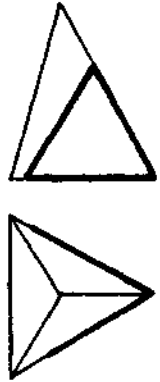
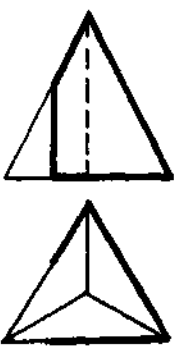
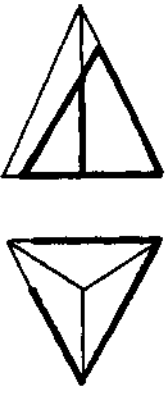
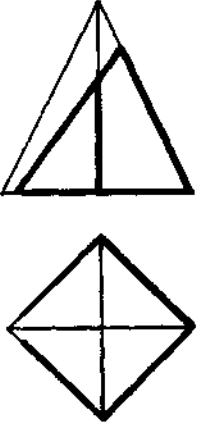
## Завдання 14

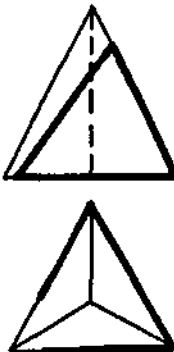
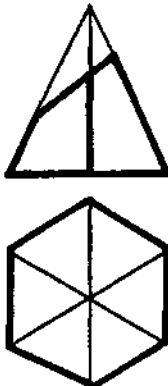
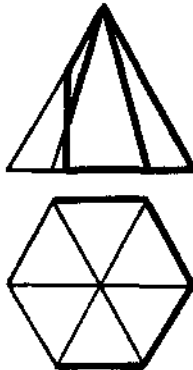
1. Побудувати три проекції правильної піраміди, перерізаної фронтально-проекційною або профільною площиною.
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д13.
3. Розміри піраміди:
  - а) діаметр кола, описаного навколо правильного багатокутника основи, дорівнює 70 мм; висота піраміди дорівнює 80 мм;
  - б) положення січної площини побудувати пропорційним збільшенням графічної умови;
  - в) горизонтальна проекція піраміди на графічних умовах не добудована.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д26.

Таблиця Д13

|                                                                                                                                |                                                                                                                                |                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: right;"><b>1</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>2</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>3</b></p>   |
| <p style="text-align: right;"><b>4</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>5</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>6</b></p>  |

Продовження табл. Д13

|                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>7</p>     | <p>8</p>     | <p>9</p>     |
| <p>10</p>   | <p>11</p>   | <p>12</p>   |
| <p>13</p>  | <p>14</p>  | <p>15</p>  |

|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="545 331 585 362">16</div> <div data-bbox="323 430 470 799"></div>   | <div data-bbox="948 331 987 362">17</div> <div data-bbox="726 425 868 784"></div>       | <div data-bbox="1323 331 1361 362">18</div> <div data-bbox="1104 434 1278 784"></div> |
| <div data-bbox="722 869 761 900">19</div> <div data-bbox="497 936 665 1321"></div> | <div data-bbox="1117 869 1157 900">20</div> <div data-bbox="887 963 1080 1332"></div> |                                                                                                                                                                          |

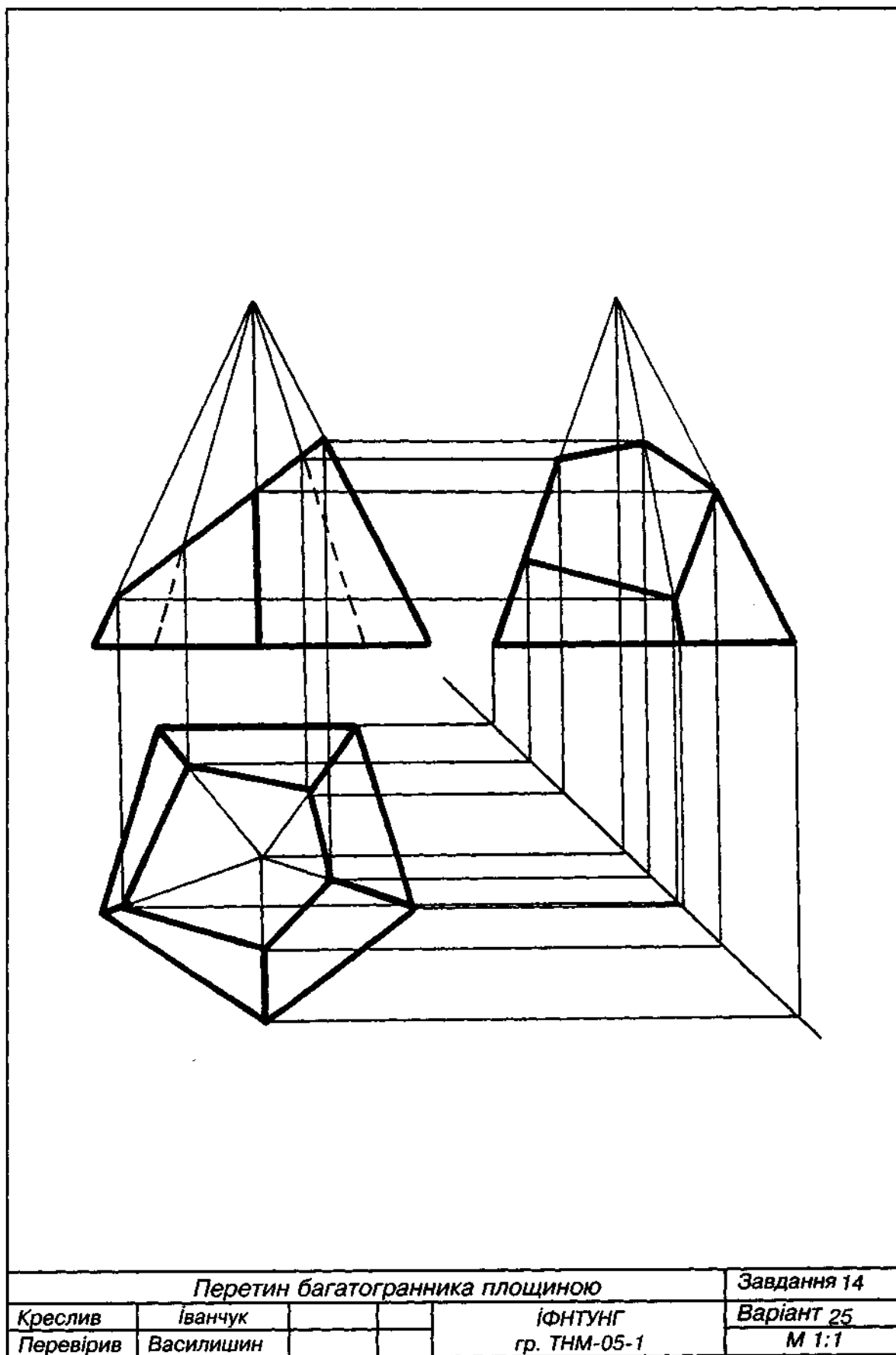
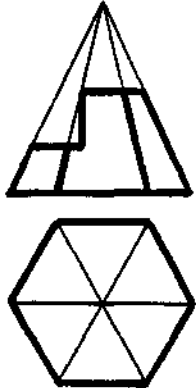
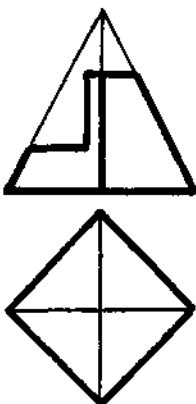
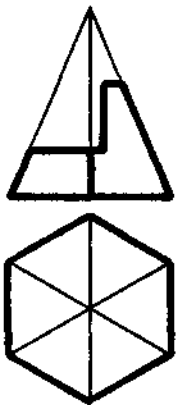
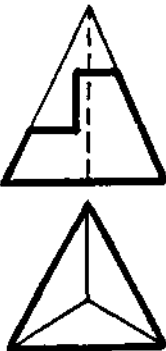
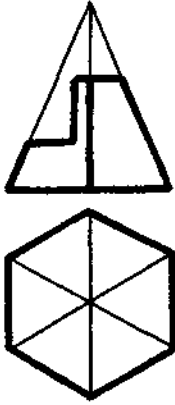


Рис. Д26

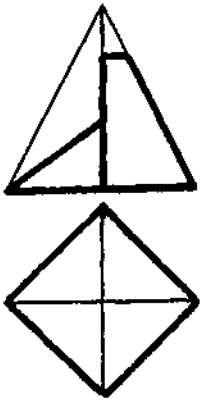
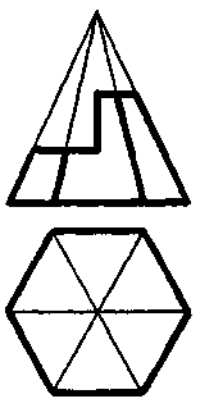
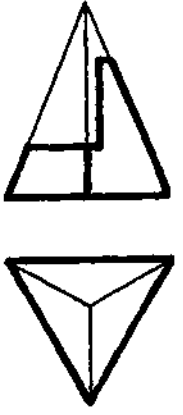
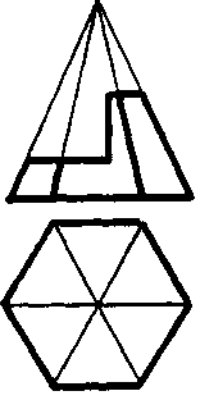
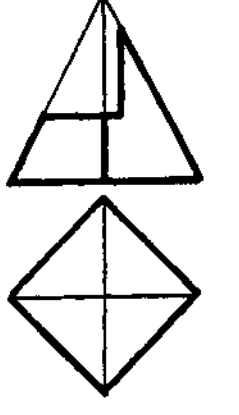
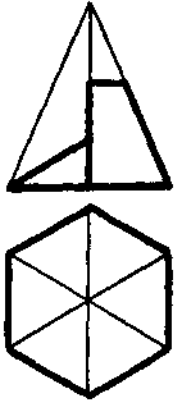
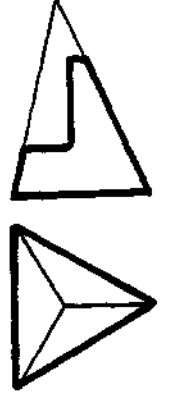
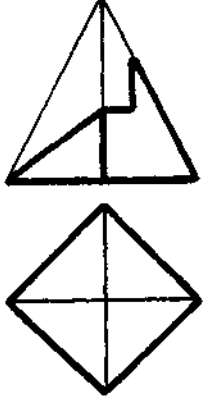
## Завдання 15

1. За двома проекціями правильної піраміди з вирізом побудувати третю проекцію.
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д14.
3. Розміри піраміди:
  - а) діаметр кола, описаного навколо правильного багатокутника основи, дорівнює 70 мм;
  - висота піраміди 80 мм;
  - б) форму вирізу побудувати пропорційним збільшенням графічної умови;
  - в) горизонтальна проекція піраміди на графічних умовах не побудована.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д27.

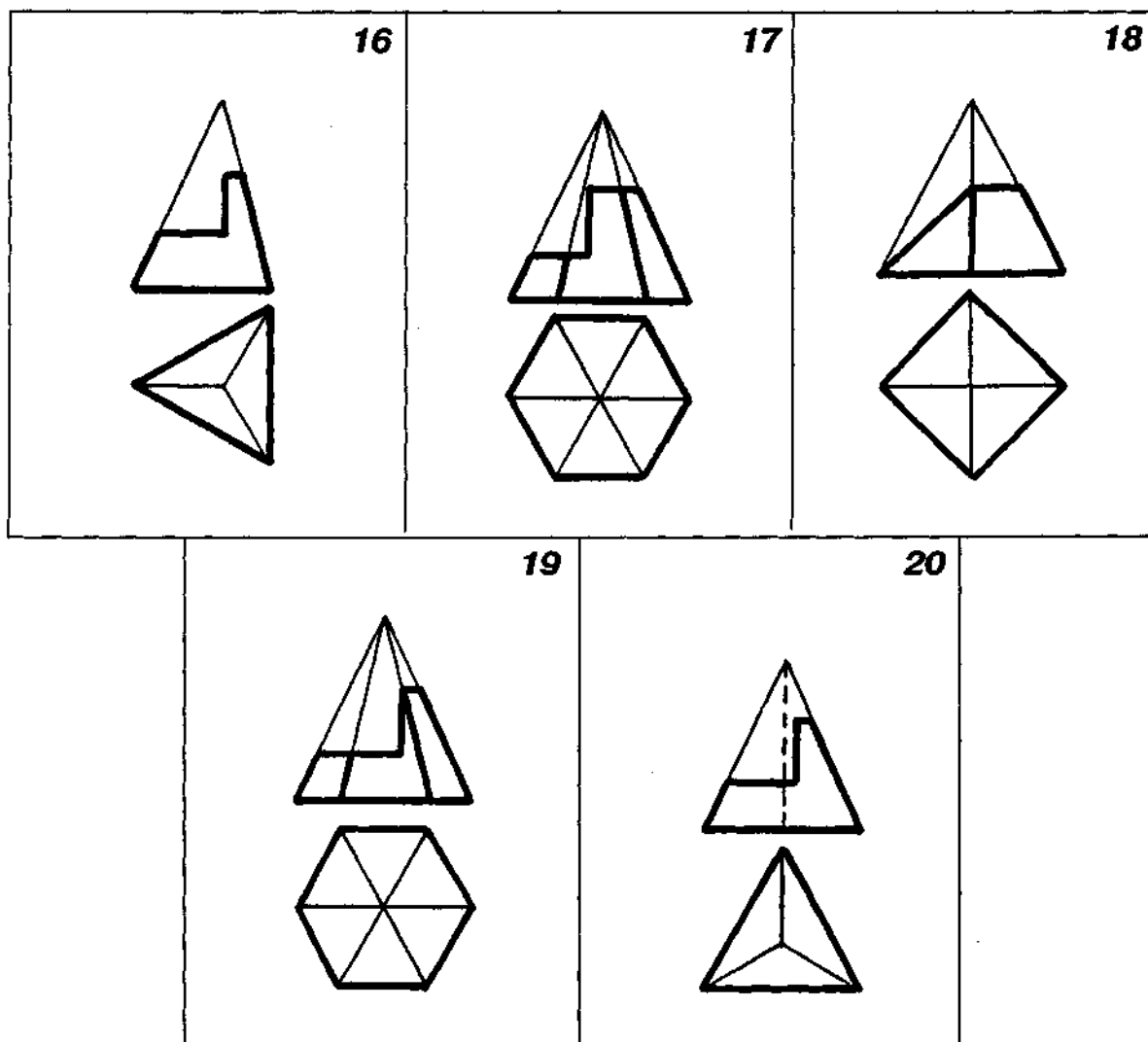
Таблиця Д14

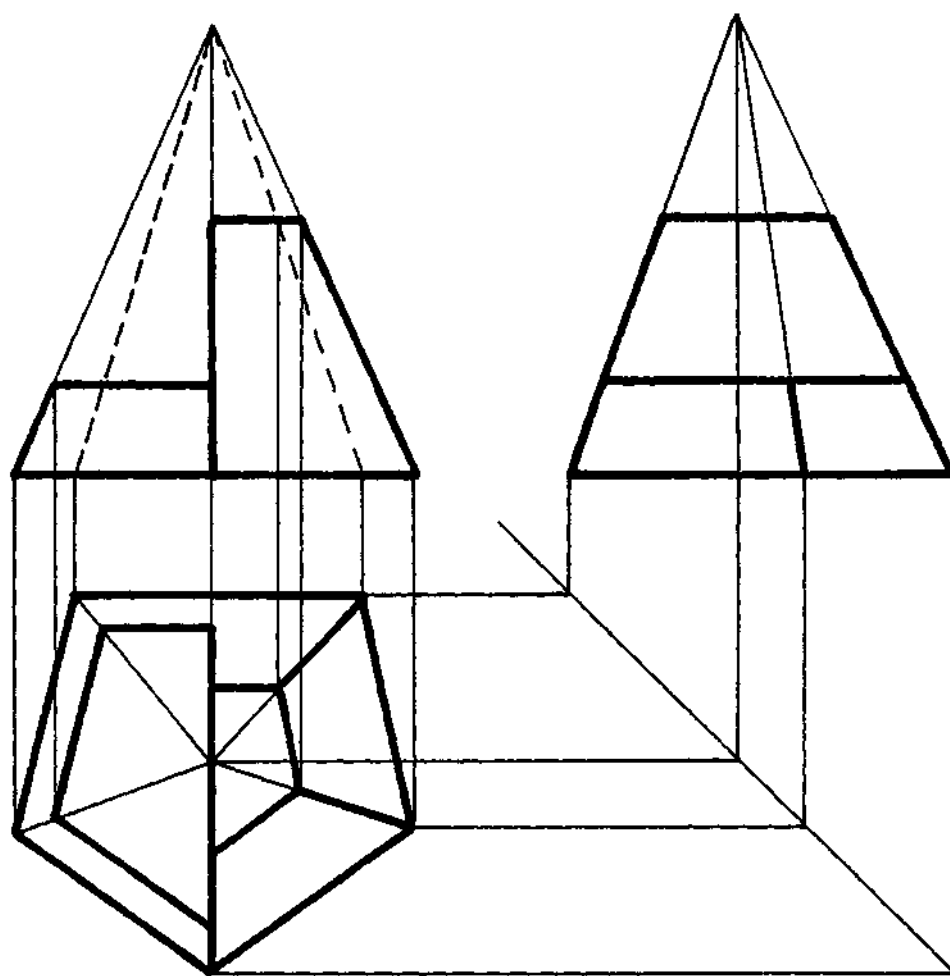
|                                                                                                                                |                                                                                                                                |                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: right;"><b>1</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>2</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>3</b></p>   |
| <p style="text-align: right;"><b>4</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>5</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>6</b></p>  |

Продовження табл. Д14

|                                                                                                  |                                                                                                  |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7</b><br>    | <b>8</b><br>    | <b>9</b><br>    |
| <b>10</b><br>  | <b>11</b><br>  | <b>12</b><br>  |
| <b>13</b><br> | <b>14</b><br> | <b>15</b><br> |

Закінчення табл. Д14





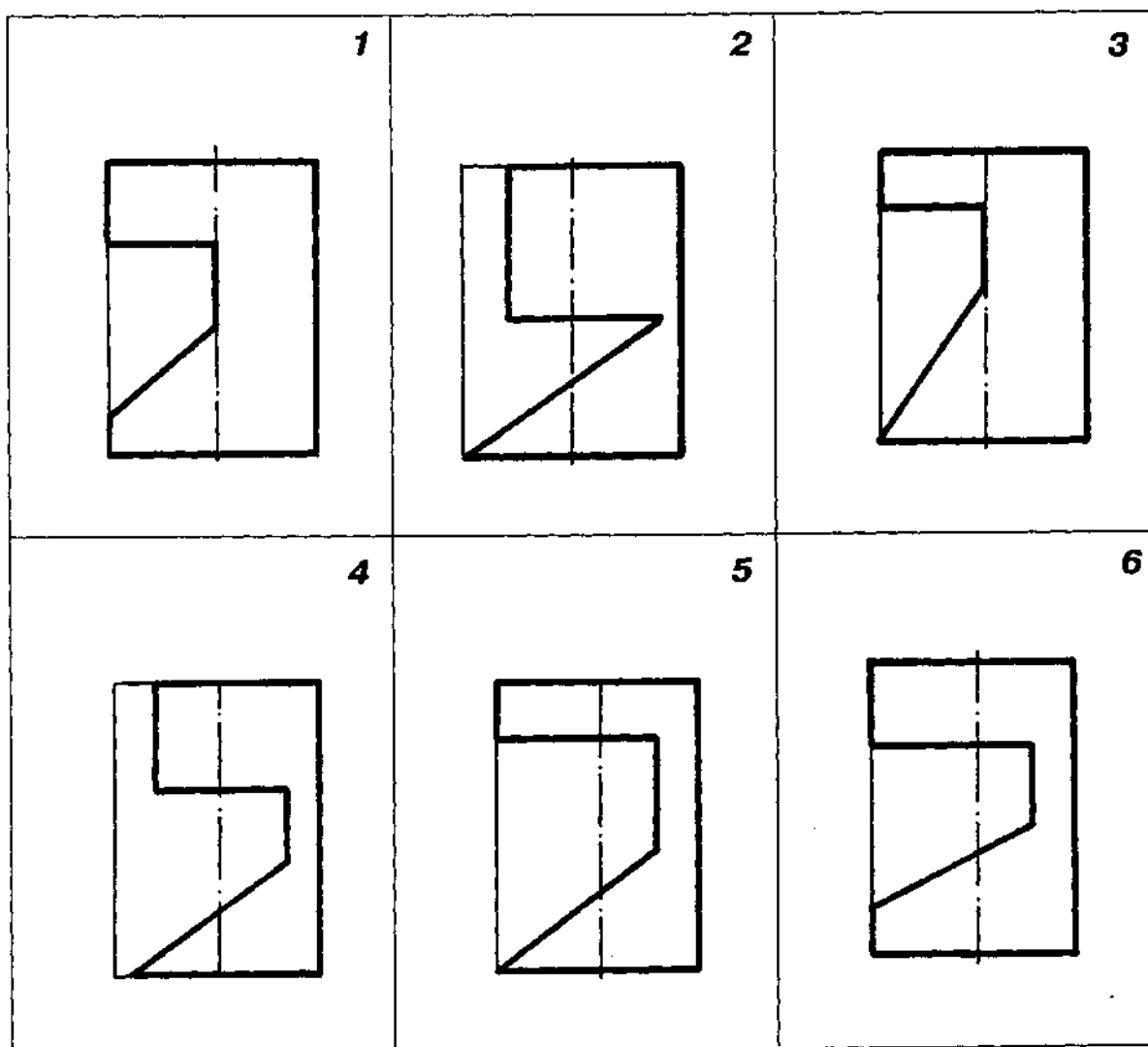
|                                  |           |  |                         |             |
|----------------------------------|-----------|--|-------------------------|-------------|
| Перетин багатогранника площинами |           |  |                         | Завдання 15 |
| Креслив                          | Іванчук   |  | ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 | Варіант 27  |
| Перевірів                        | Василишин |  |                         | М 1:1       |

Рис. Д27

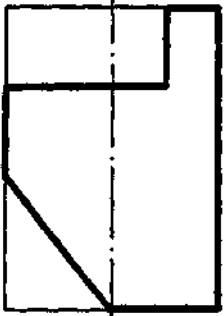
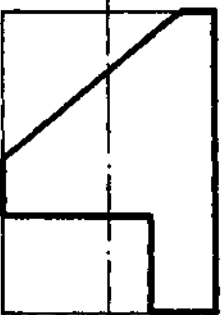
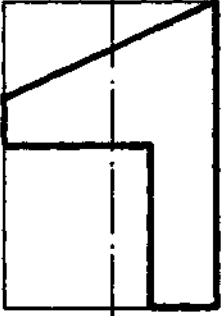
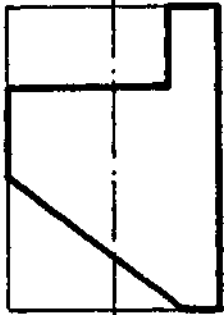
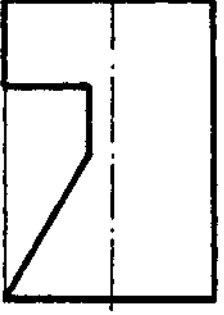
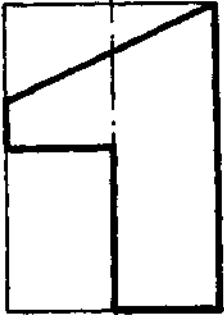
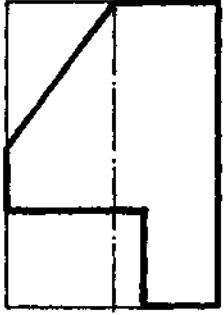
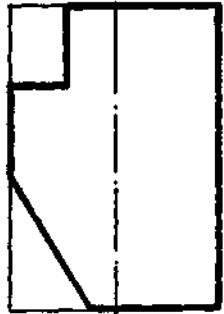
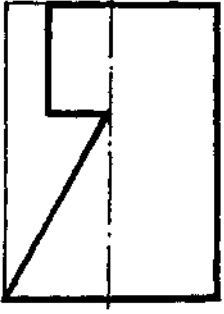
**Завдання 16**

1. За фронтальною проекцією прямого кругового циліндра з вирізом побудувати горизонтальну та профільну проекції.
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д15.
3. Розміри циліндра:
  - а) діаметр кола основи дорівнює 70 мм; висота циліндра дорівнює 80 мм;
  - б) форму вирізу побудувати пропорційним збільшенням графічної умови.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д28.

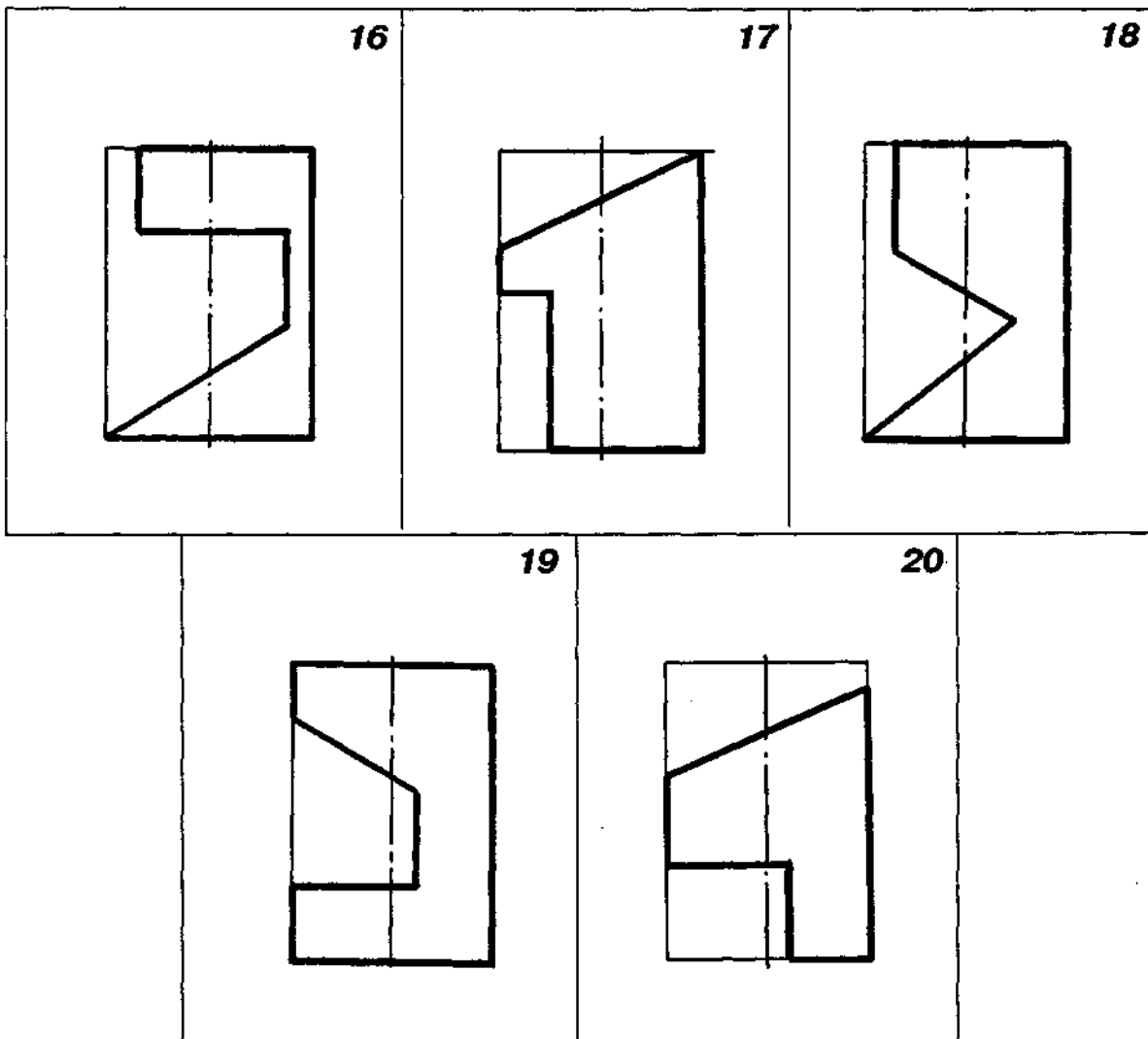
Таблиця Д15

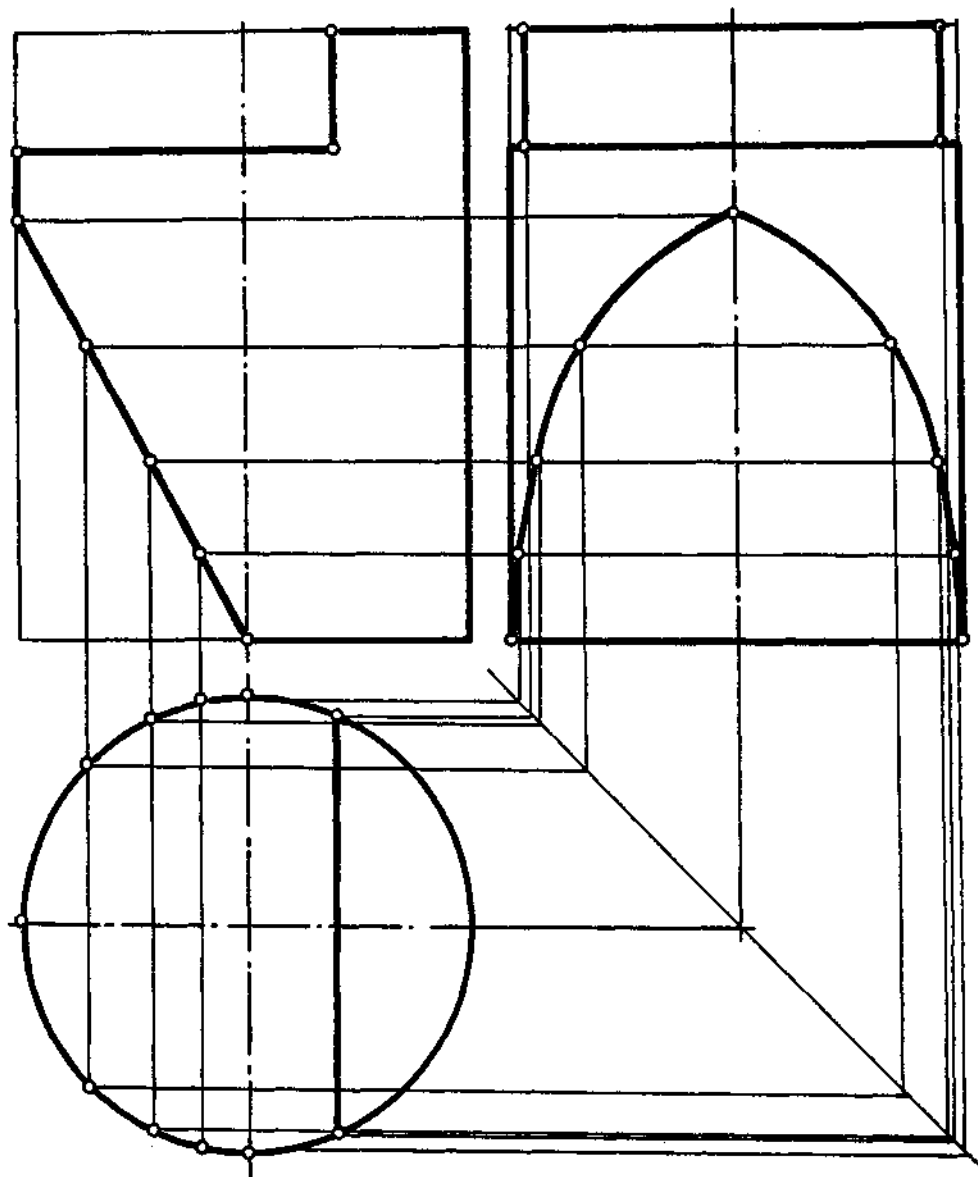


Продовження табл. Д15

|                                                                                                  |                                                                                                  |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7</b><br>    | <b>8</b><br>    | <b>9</b><br>    |
| <b>10</b><br>  | <b>11</b><br>  | <b>12</b><br>  |
| <b>13</b><br> | <b>14</b><br> | <b>15</b><br> |

Закінчення табл. Д15





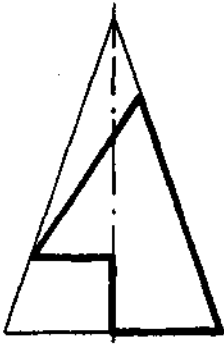
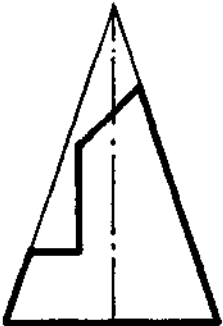
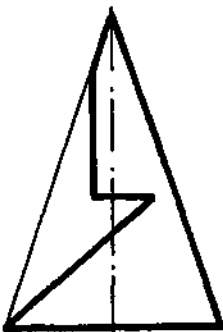
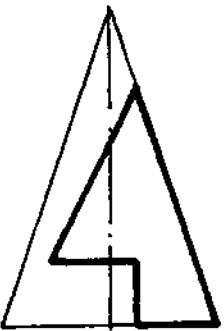
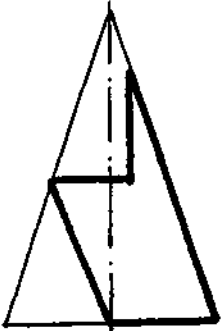
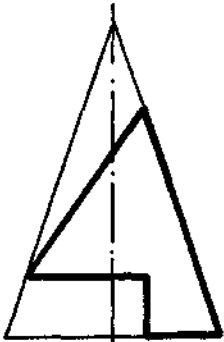
|                            |           |  |              |             |
|----------------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Перетин циліндра площинами |           |  |              | Завдання 16 |
| Креслив                    | Іванчук   |  | ІФНТУНГ      | Варіант 21  |
| Перевірів                  | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д28

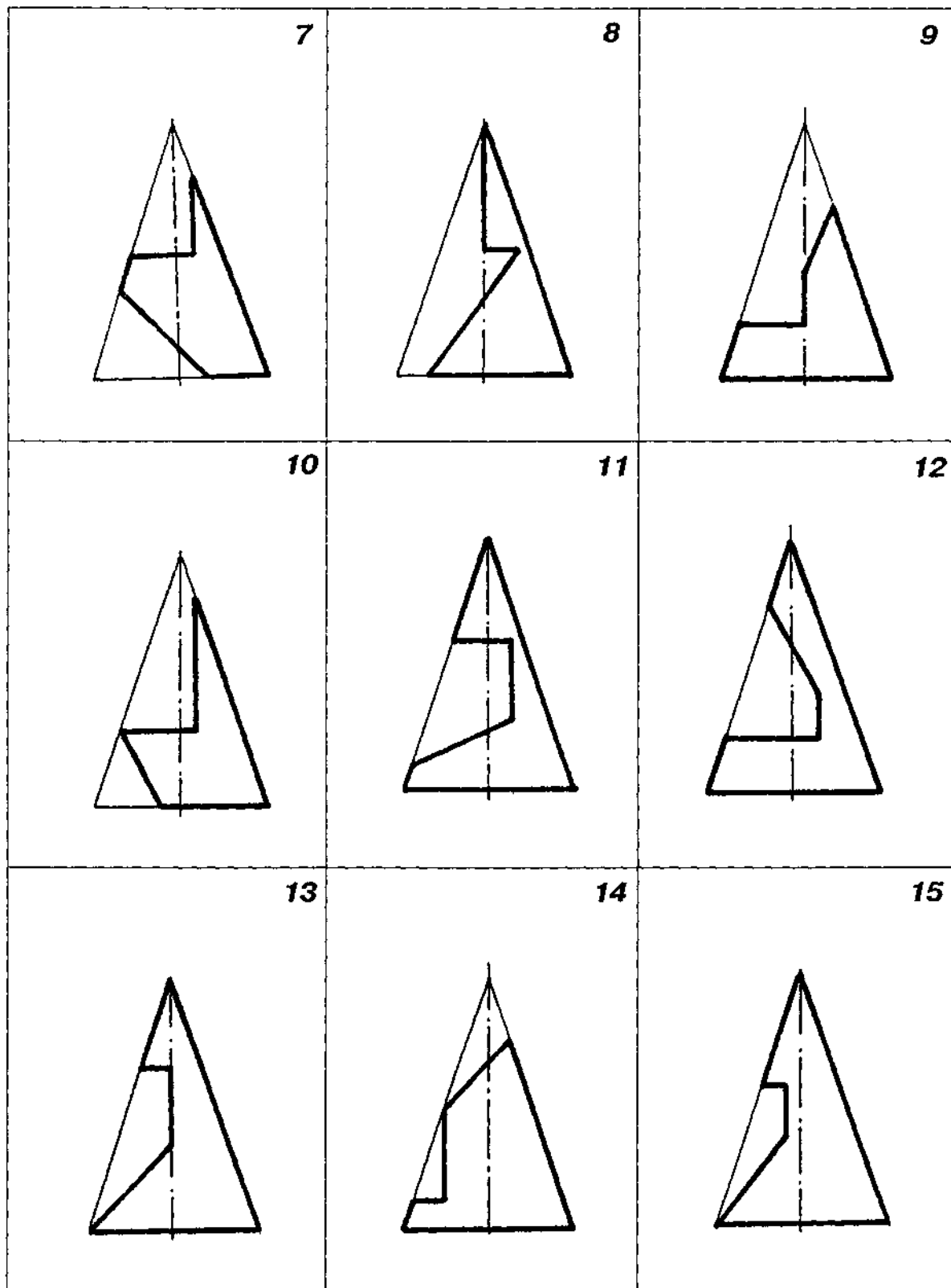
## Завдання 17

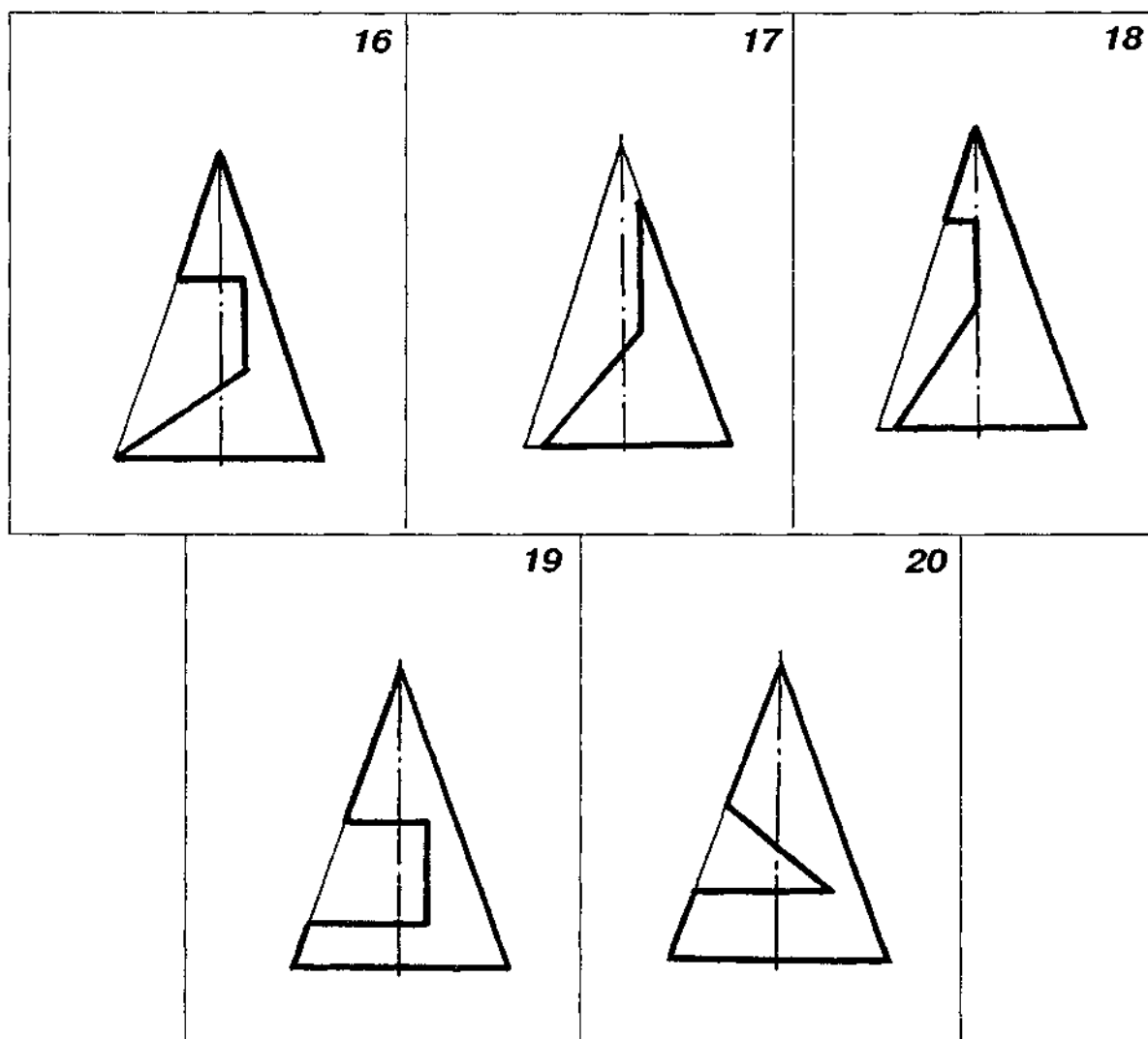
1. За фронтальною проекцією прямого кругового конуса з вирізом побудувати горизонтальну та профільну проекції.
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д16.
3. Розміри конуса:
  - а) діаметр кола основи дорівнює 70 мм; висота конуса 80 мм;
  - б) форму вирізу побудувати пропорційним збільшенням графічної умови.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д29.

Таблиця Д16

|                                                                                                                                |                                                                                                                                |                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: right;"><b>1</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>2</b></p>   | <p style="text-align: right;"><b>3</b></p>   |
| <p style="text-align: right;"><b>4</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>5</b></p>  | <p style="text-align: right;"><b>6</b></p>  |

Продовження табл. Д16





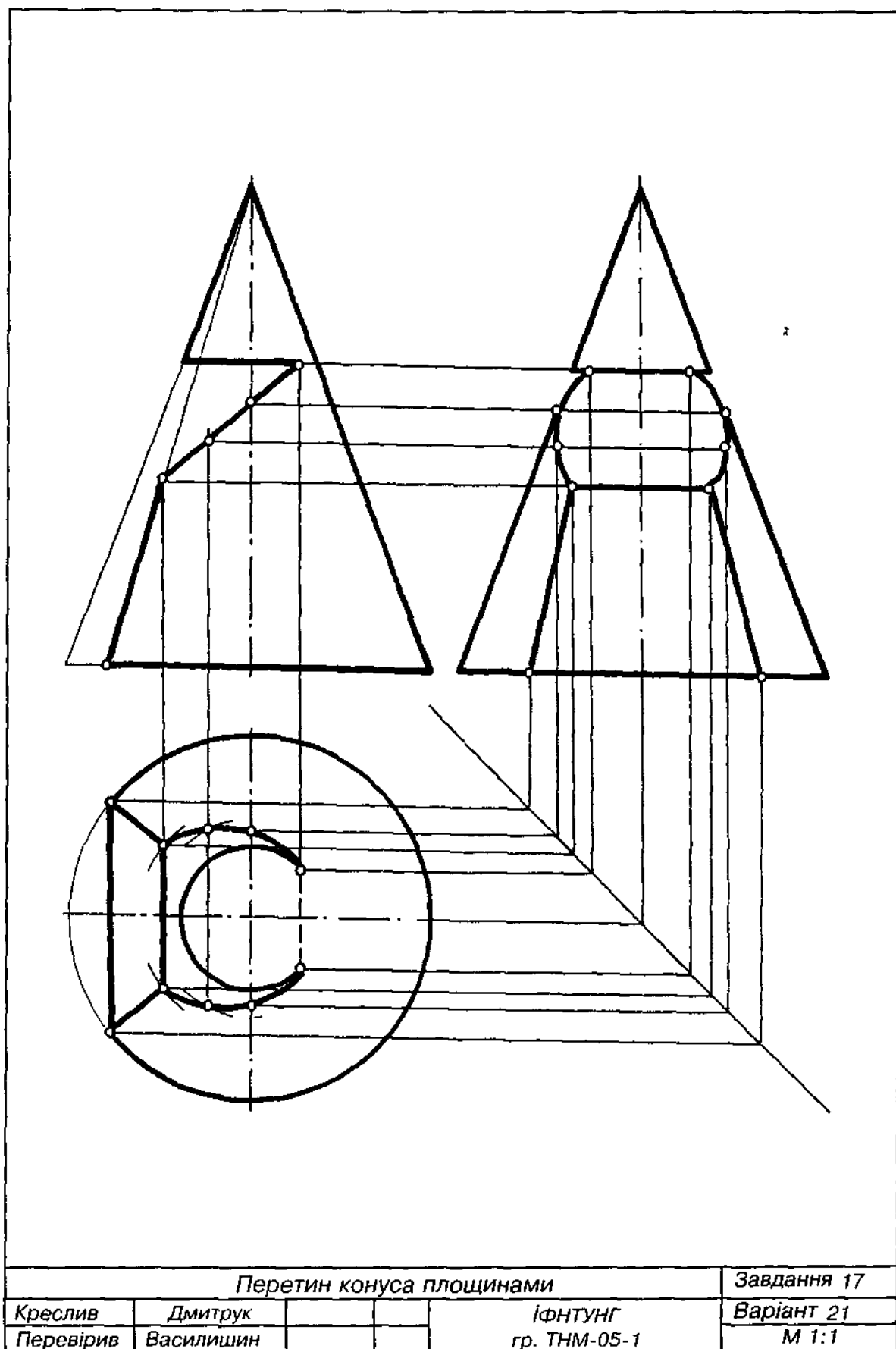
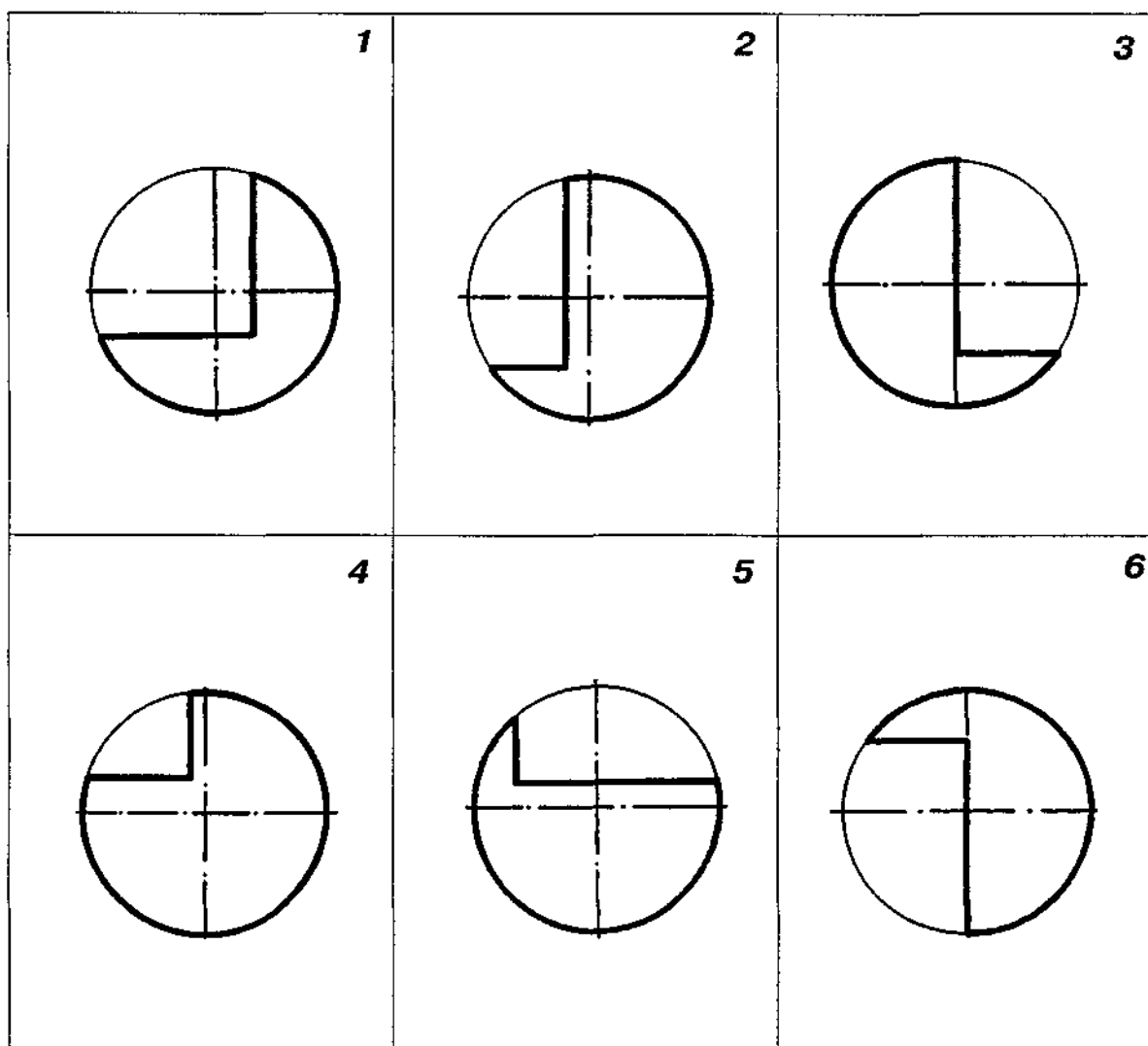


Рис. Д29

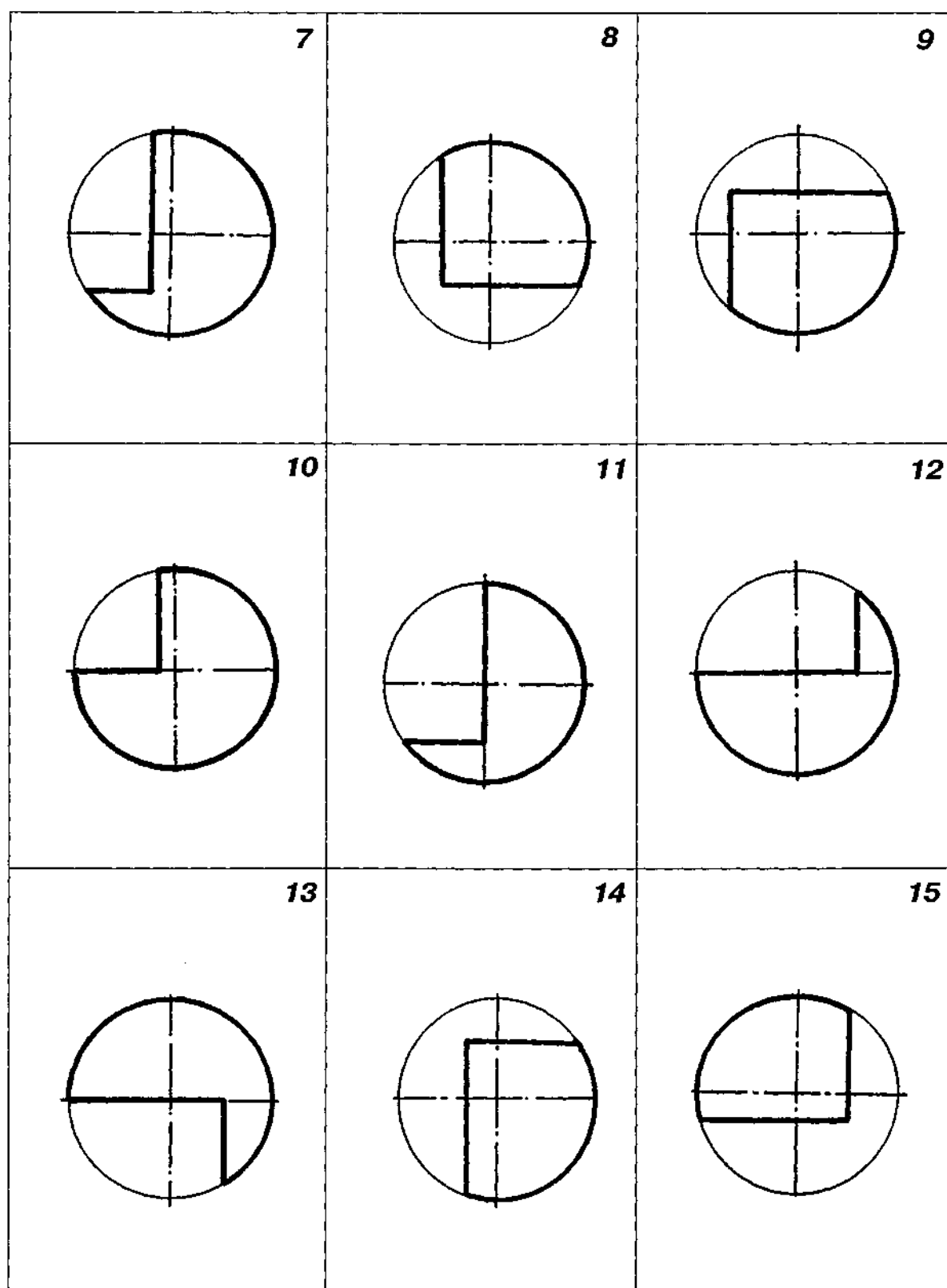
## Завдання 18

1. За фронтальною проекцією кулі з вирізом побудувати горизонтальну та профільну проєкції.
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д17.
3. Діаметр кулі 70 мм; форму вирізу побудувати пропорційним збільшенням графічної умови.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д30.

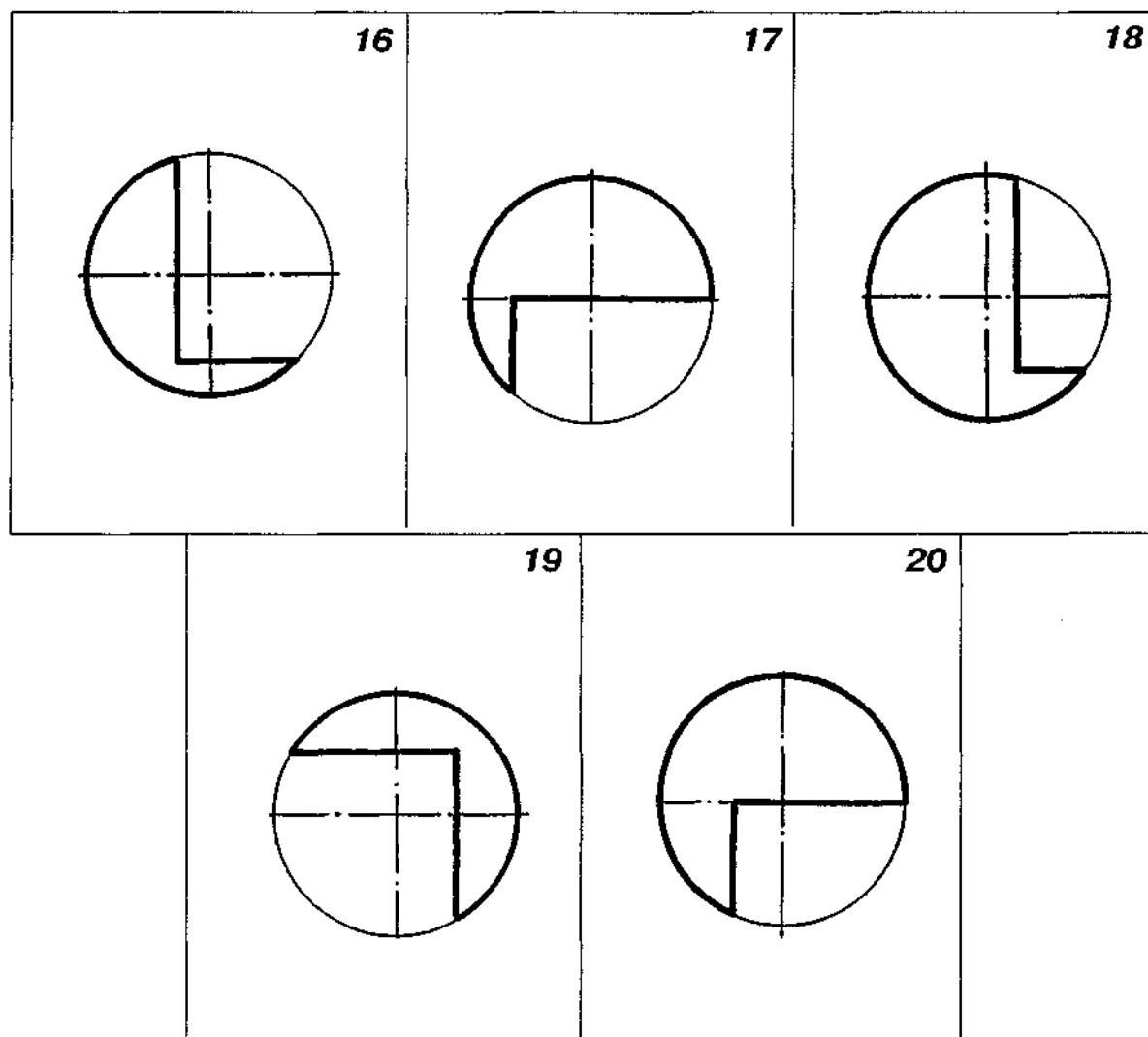
Таблиця Д17

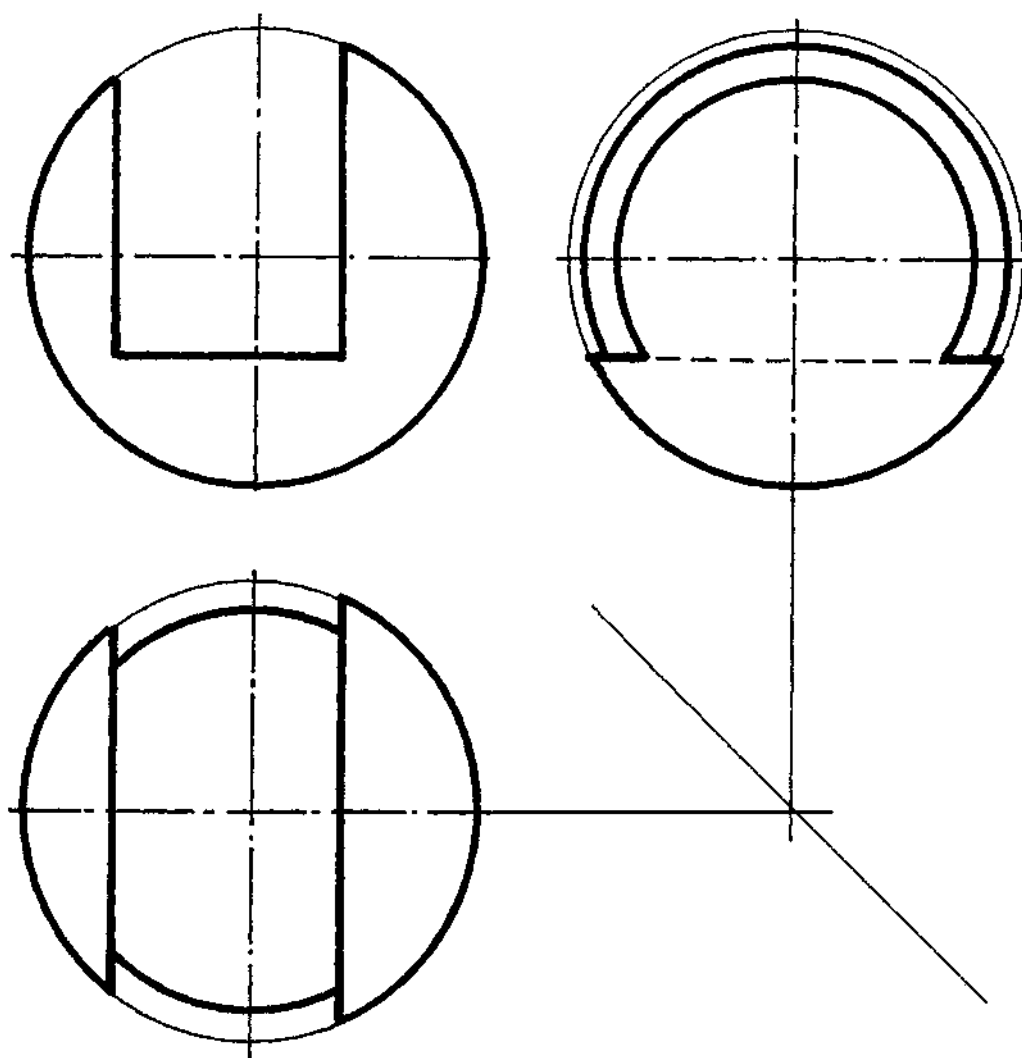


Продовження табл. Д17



Закінчення табл. Д17





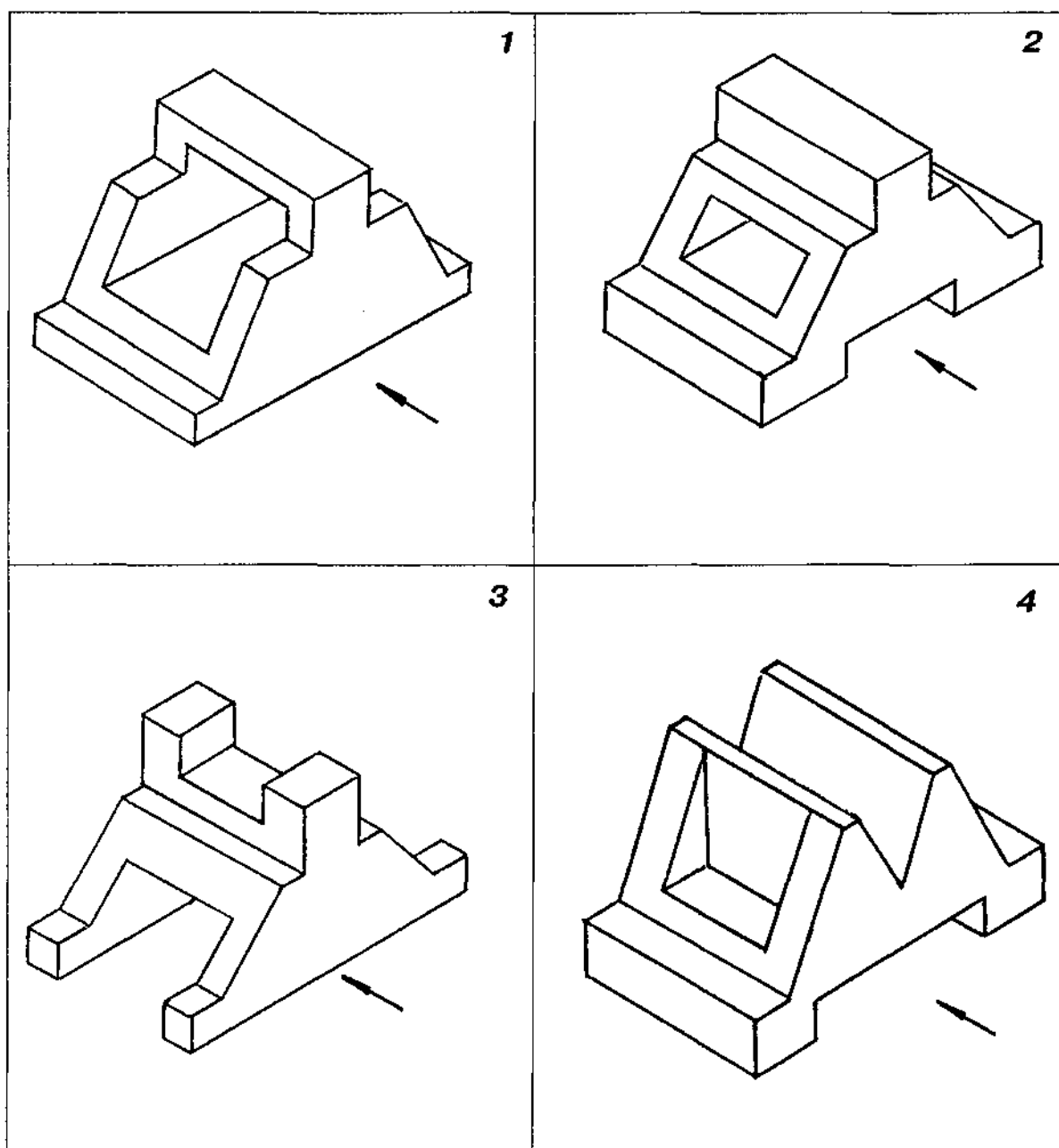
|                         |           |  |  |             |
|-------------------------|-----------|--|--|-------------|
| Перетин кулі площинами  |           |  |  | Завдання 18 |
| Креслив                 | Дмитрук   |  |  | Варіант 21  |
| Перевірів               | Василишин |  |  | М 1:1       |
| ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 |           |  |  |             |

Рис. Д30

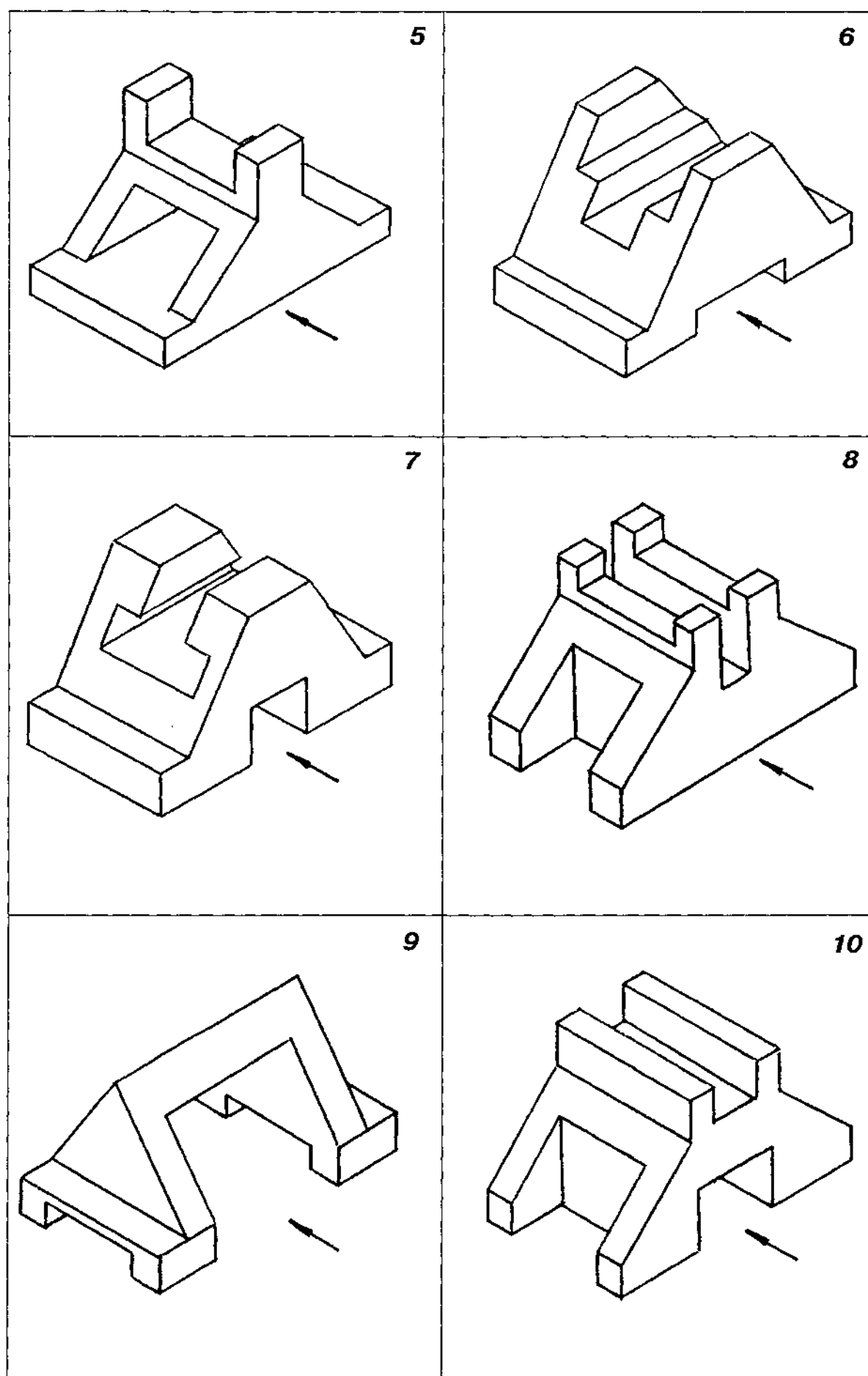
**Завдання 19**

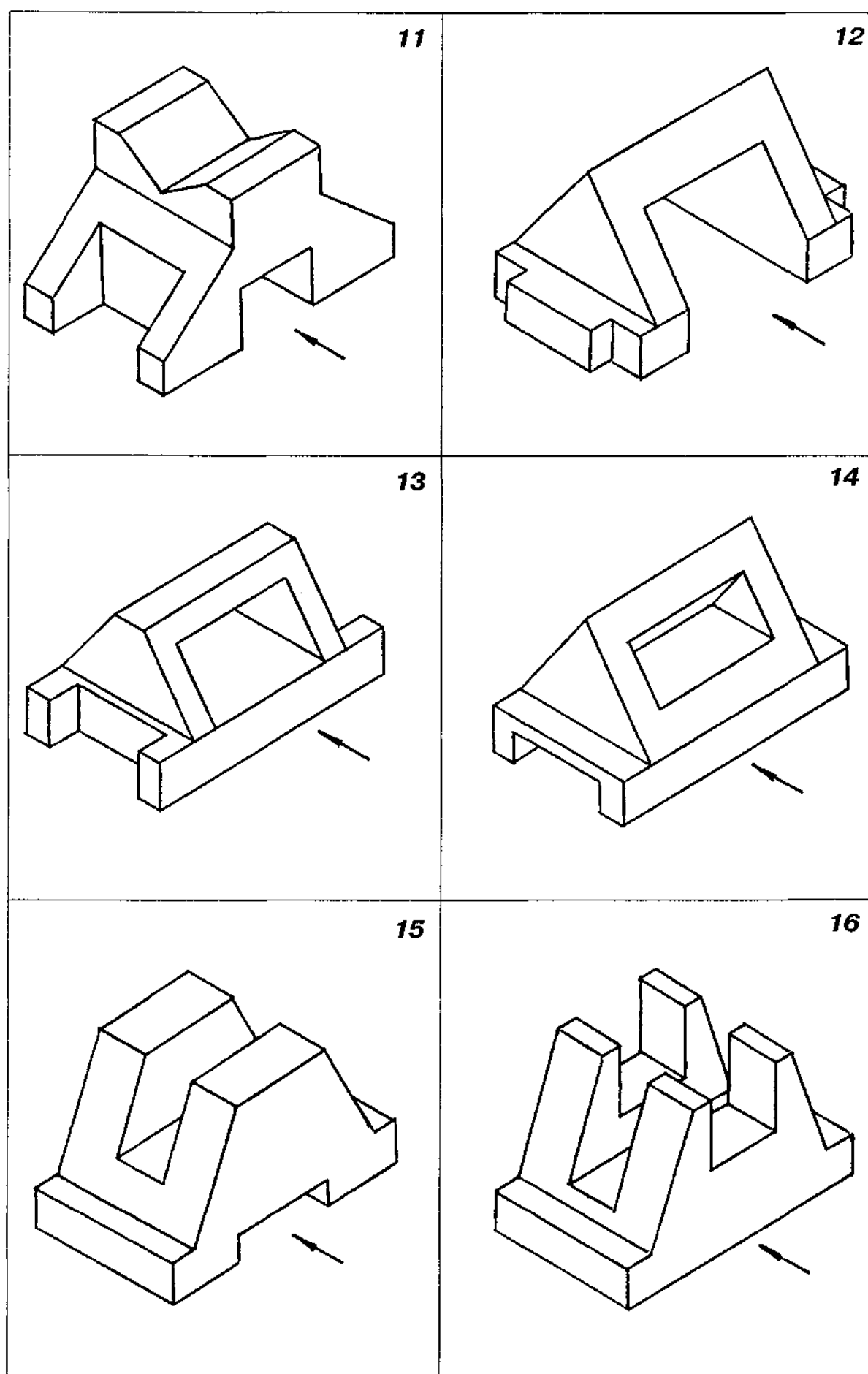
1. За аксонометричною проекцією моделі (прямокутною ізометрією) побудувати три ортогональні проекції моделі.
2. Варіанти завдання взяті з табл. Д18.
3. Фронтальну проекцію вибрати в напрямі, вказаному стрілкою. Ортогональні проекції моделі накреслити, збільшивши в 1,5 разу відповідні розміри, взяті з аксонометричної проекції. Вважаючи, що ортогональне креслення виконане в масштабі 1:1, нанести потрібні розміри.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д31.

Таблиця Д 18

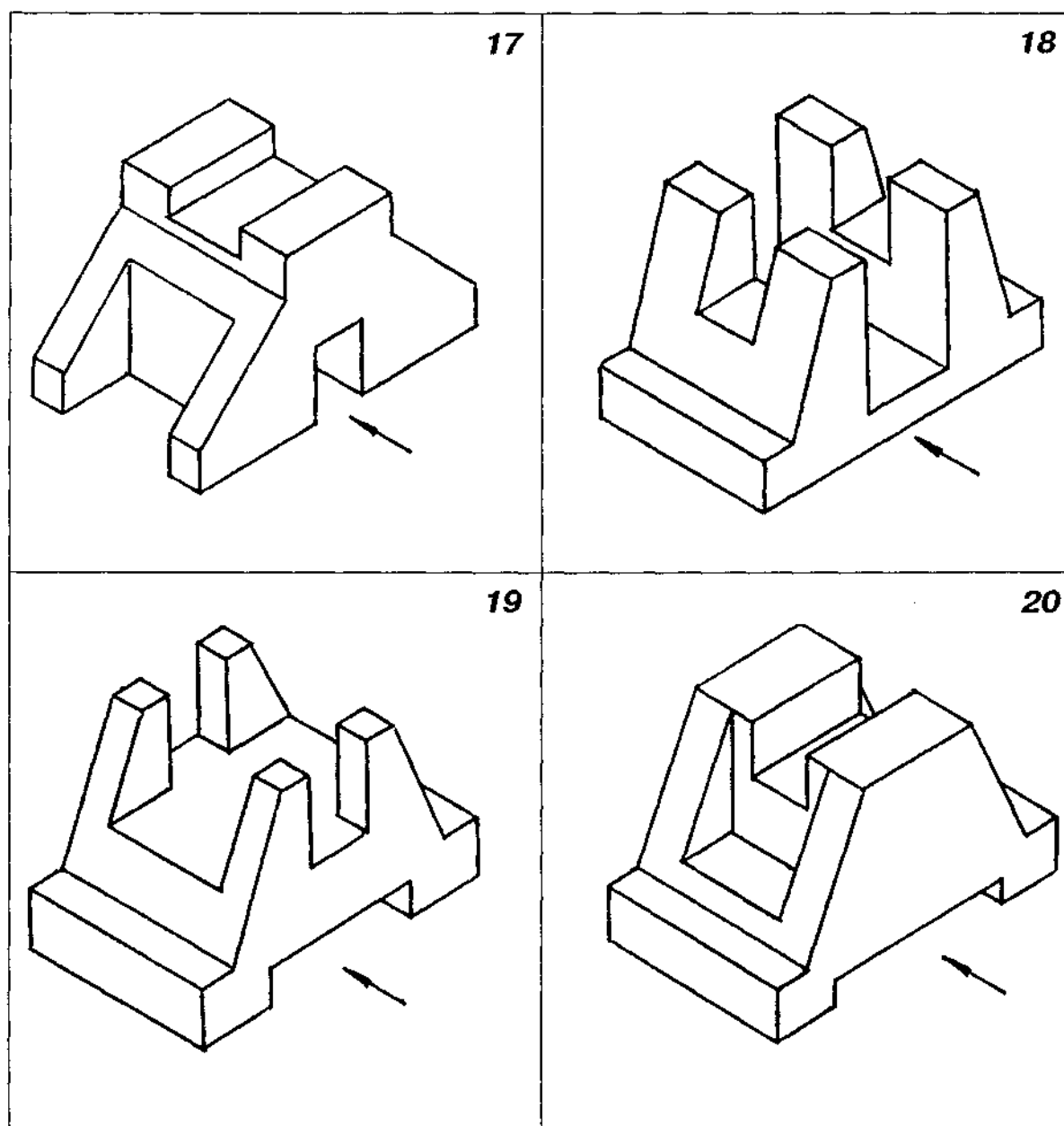


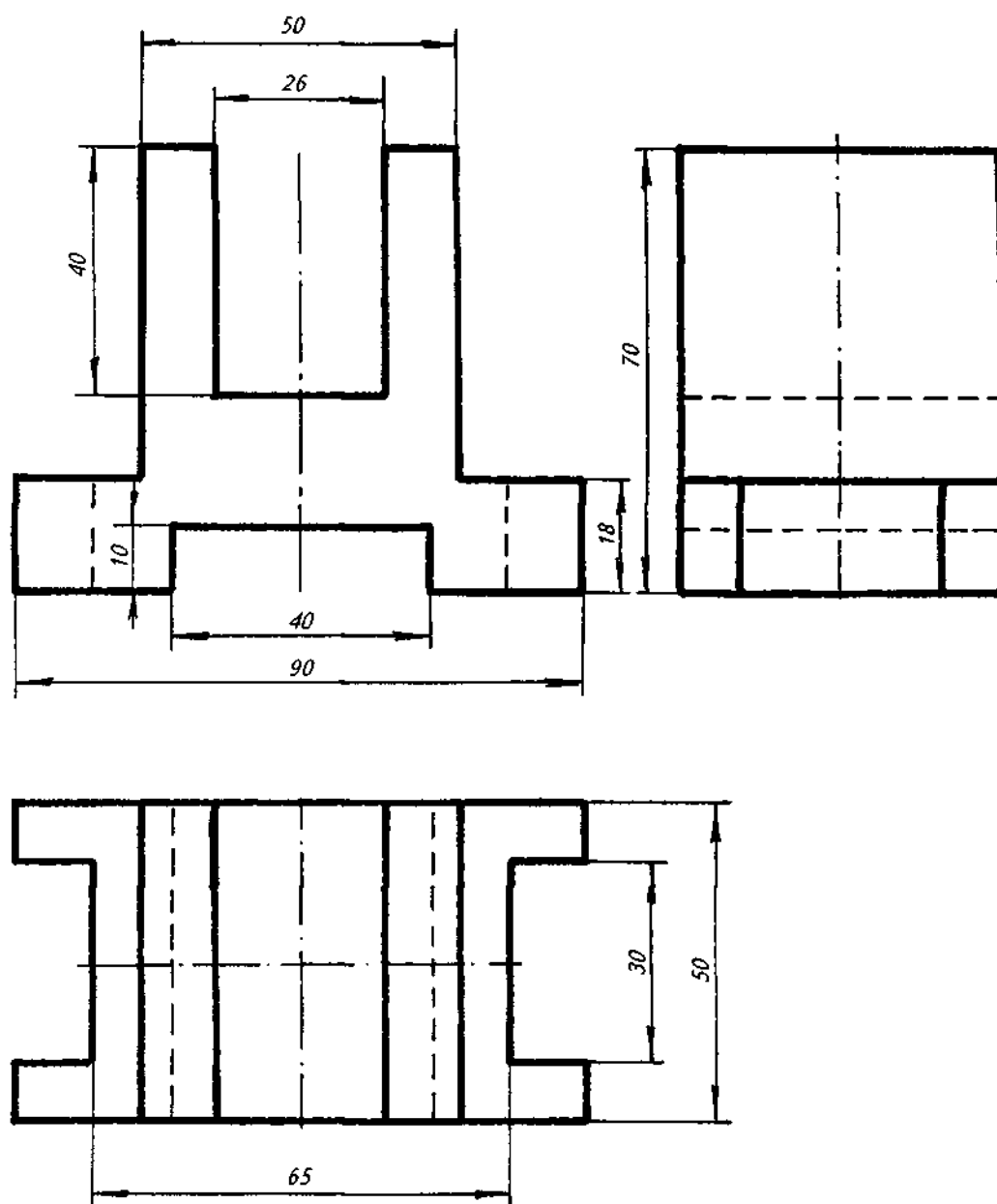
Продовження табл. Д18





Закінчення табл. Д18





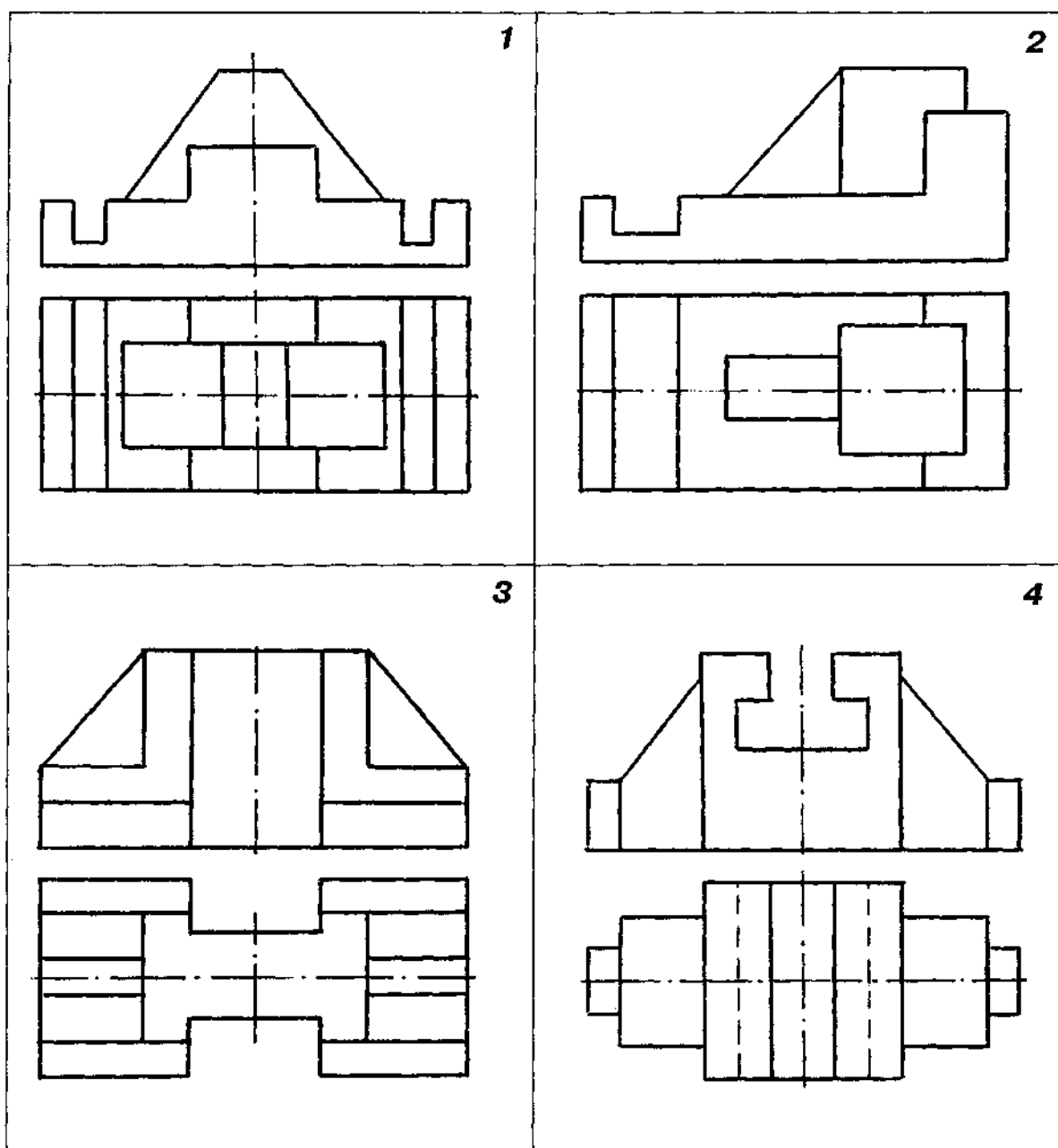
|                                              |           |  |              |             |
|----------------------------------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Побудова трьох ортогональних проєкцій моделі |           |  |              | Завдання 19 |
| Креслив                                      | Дмитрук   |  | ІФНТУНГ      | Варіант 21  |
| Перевірів                                    | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д31

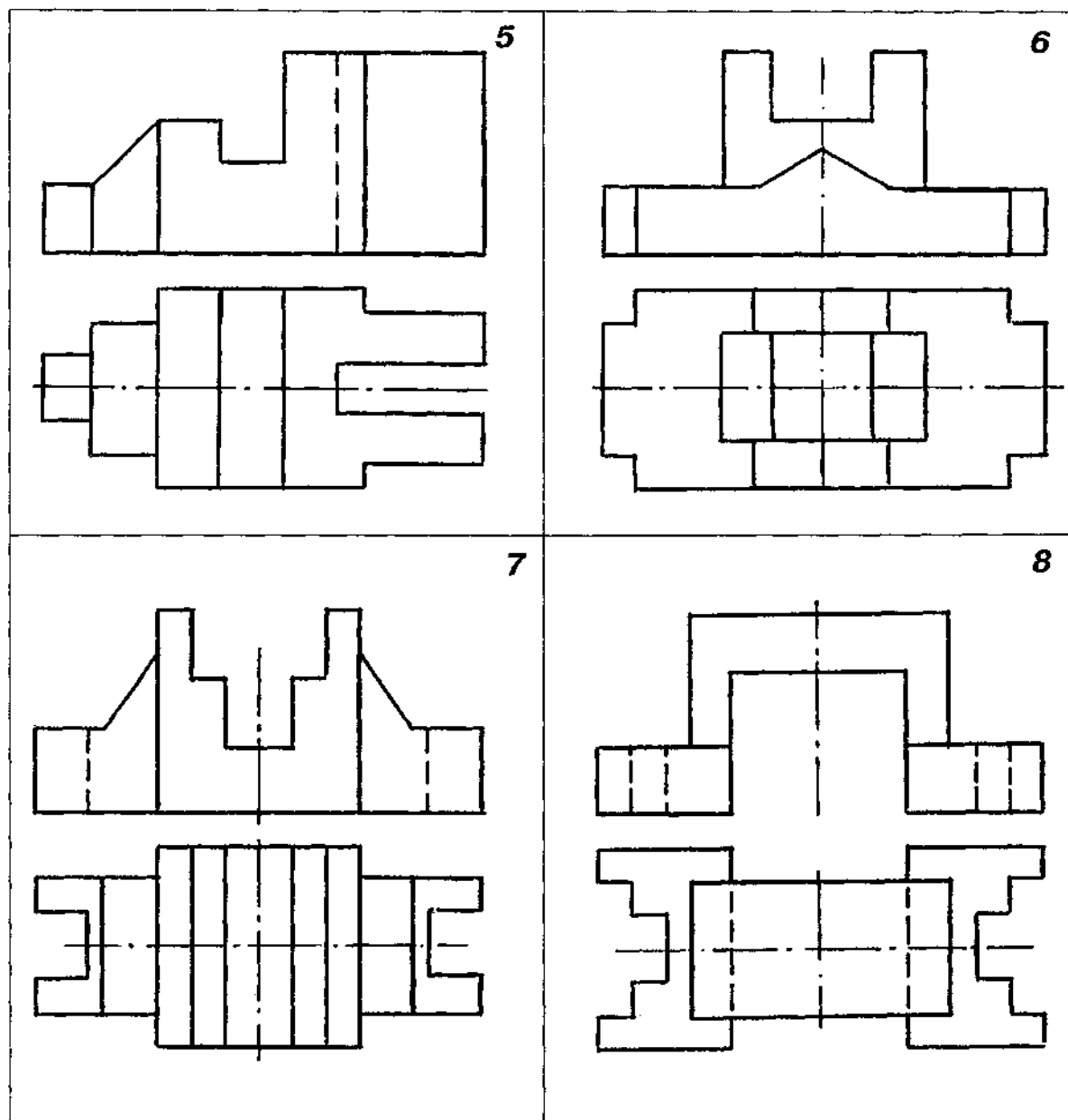
**Завдання 20**

1. За двома виглядами моделі (головним виглядом і виглядом зверху) побудувати третій вигляд (вигляд зліва).
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д19.
3. Габаритні розміри моделі взяти такі, як на прикладі виконання завдання (рис. Д32).
4. Складові елементи моделі накреслити пропорційним збільшенням графічної умови.
5. Вважаючи, що креслення виконане в масштабі 1:1, нанести всі потрібні розміри.
6. Побудувати прямокутну ізометрію моделі.

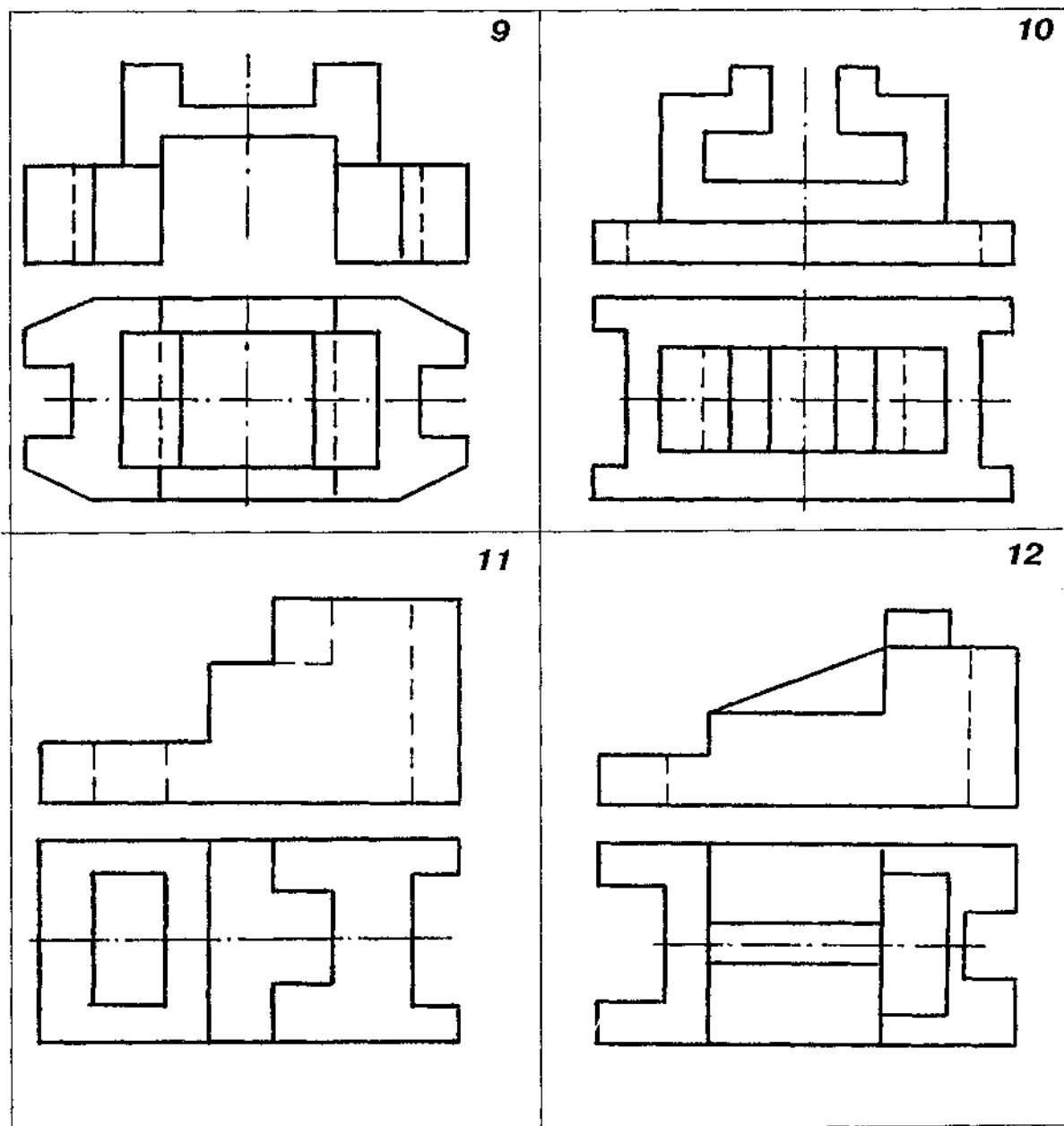
Таблиця Д 19

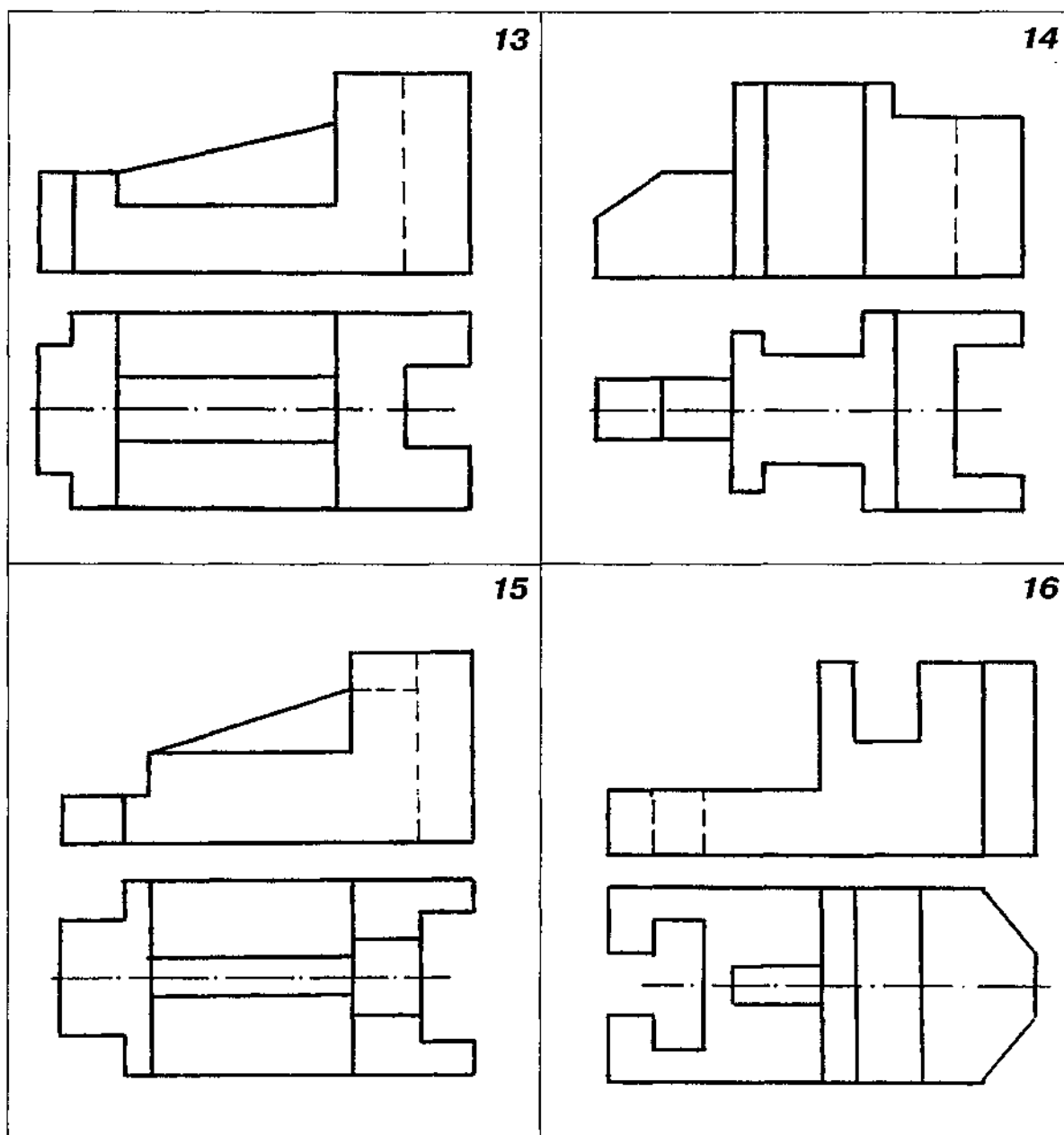


Продовження табл. Д19

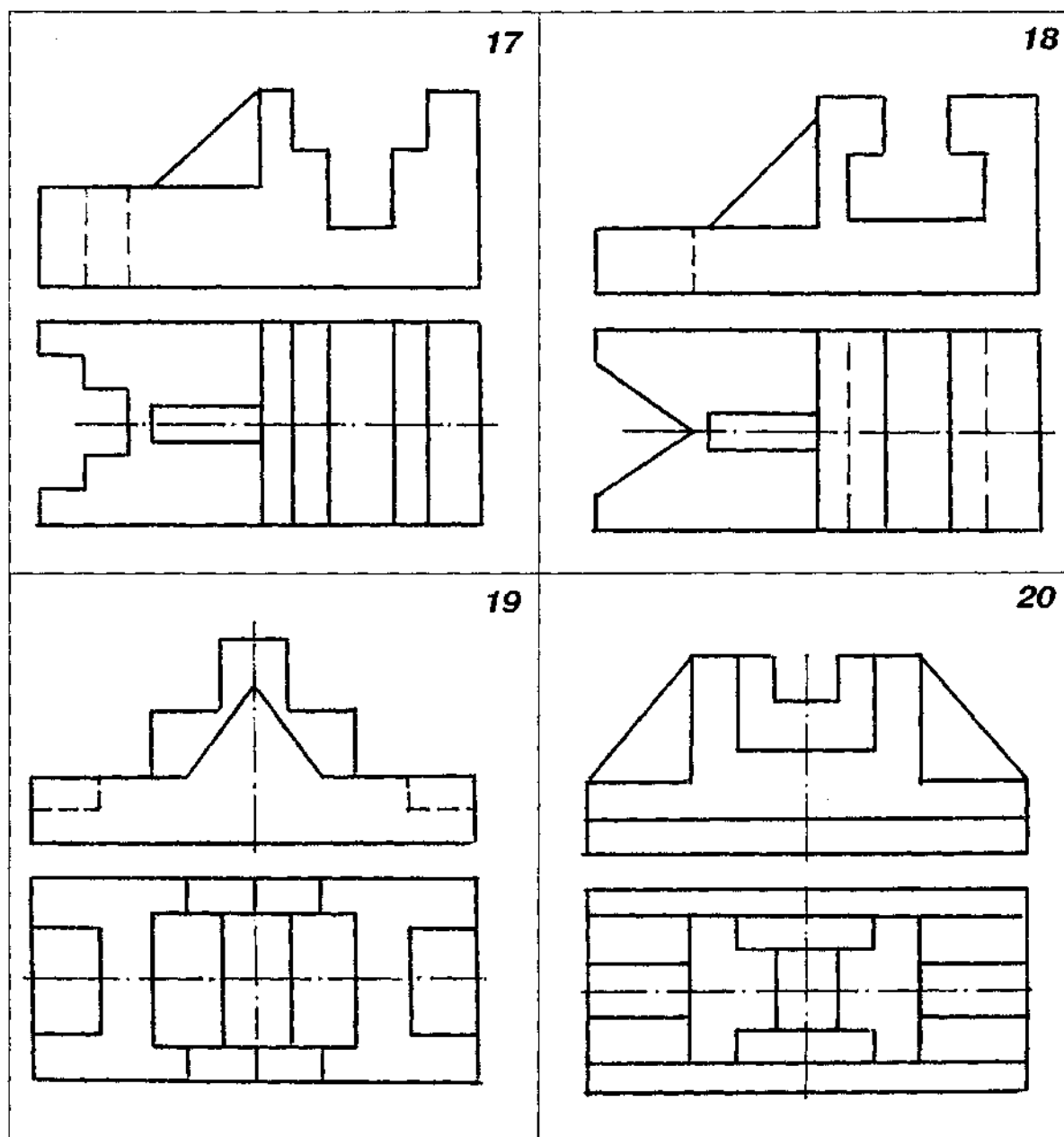


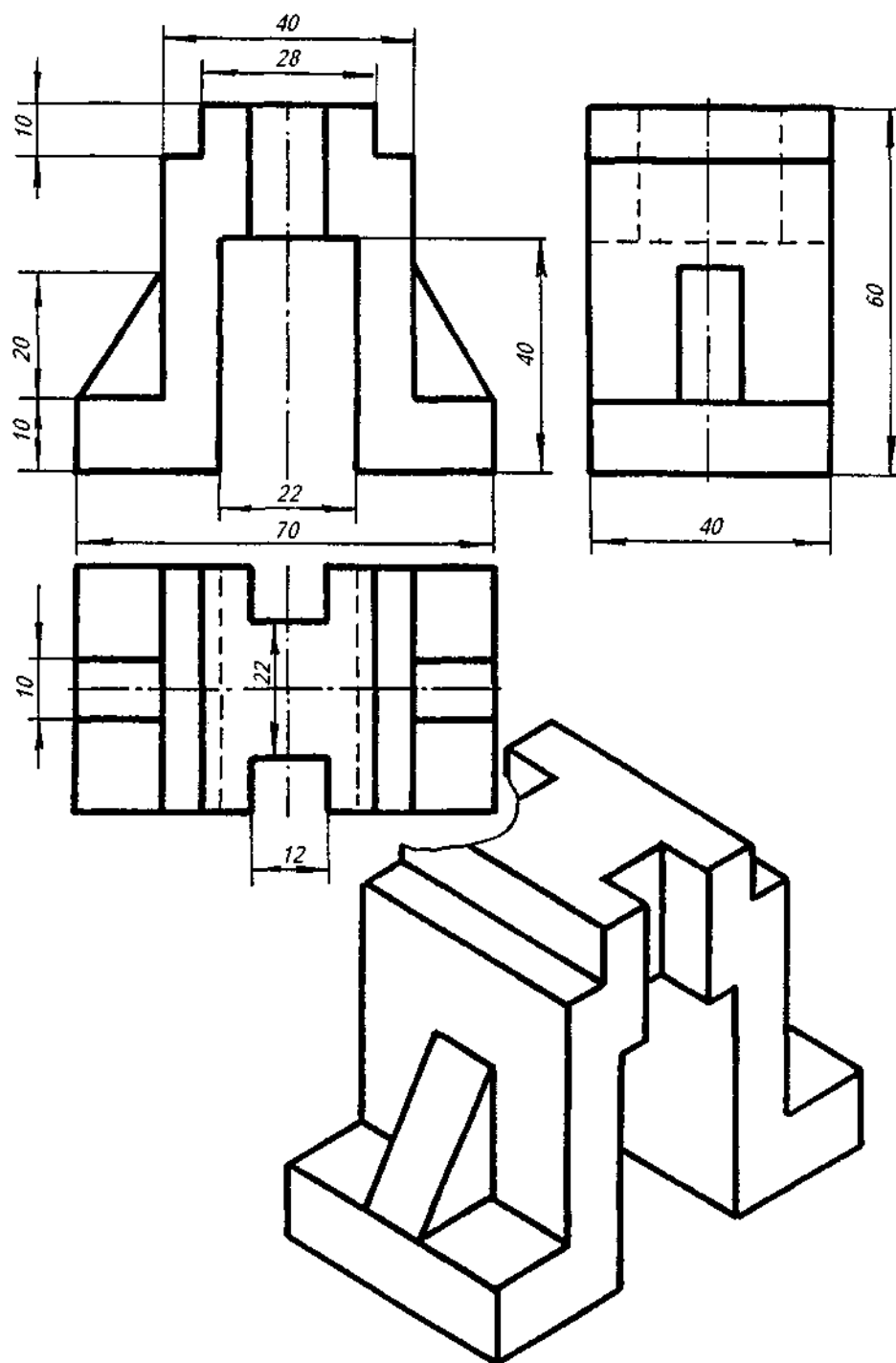
Продовження табл. Д19





Закінчення табл. Д19





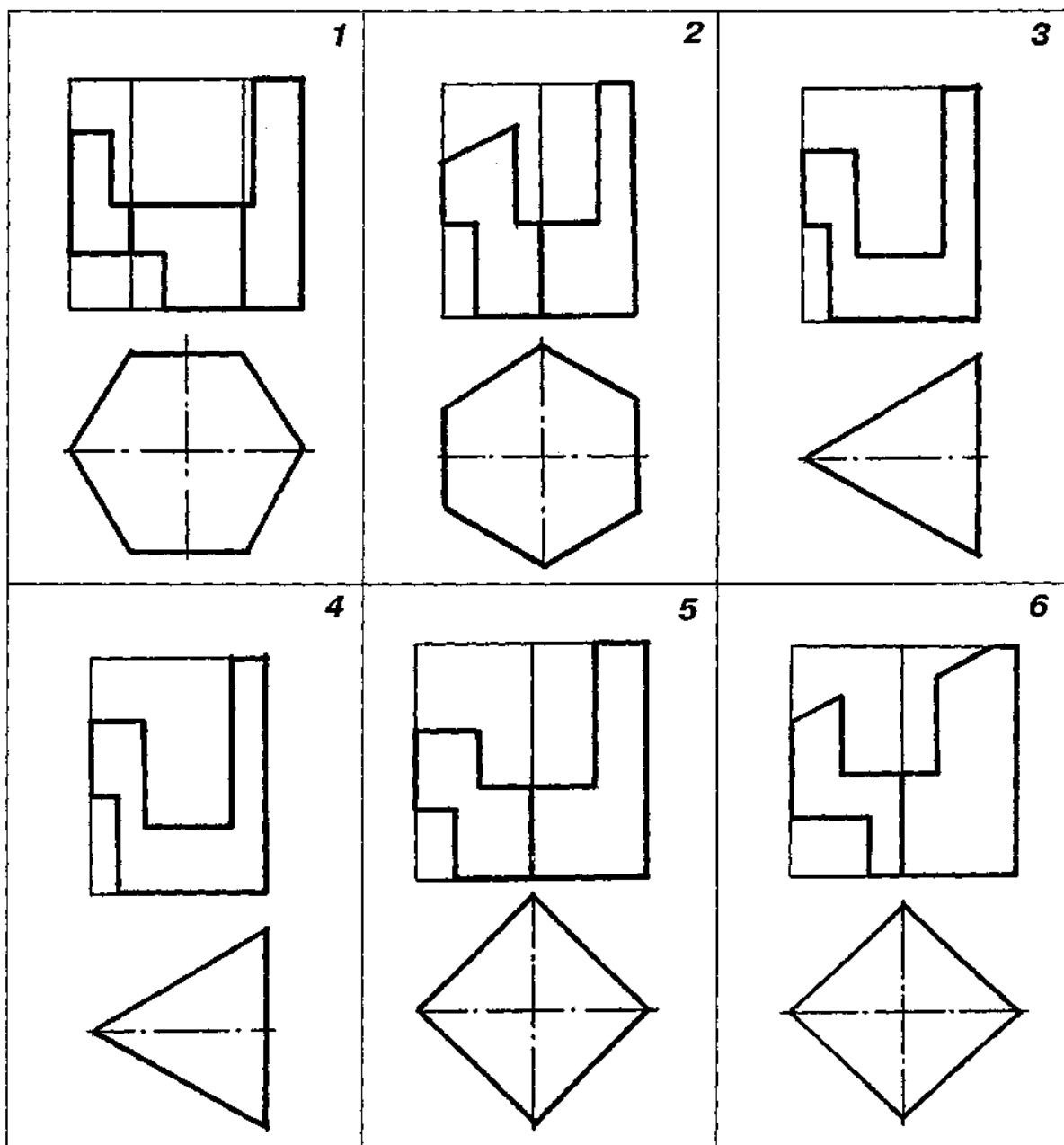
|                                |           |  |              |             |
|--------------------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Побудова трьох виглядів моделі |           |  |              | Завдання 20 |
| Креслив                        | Іванюк    |  | ІФНТУНГ      | Варіант 21  |
| Перевірів                      | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д32

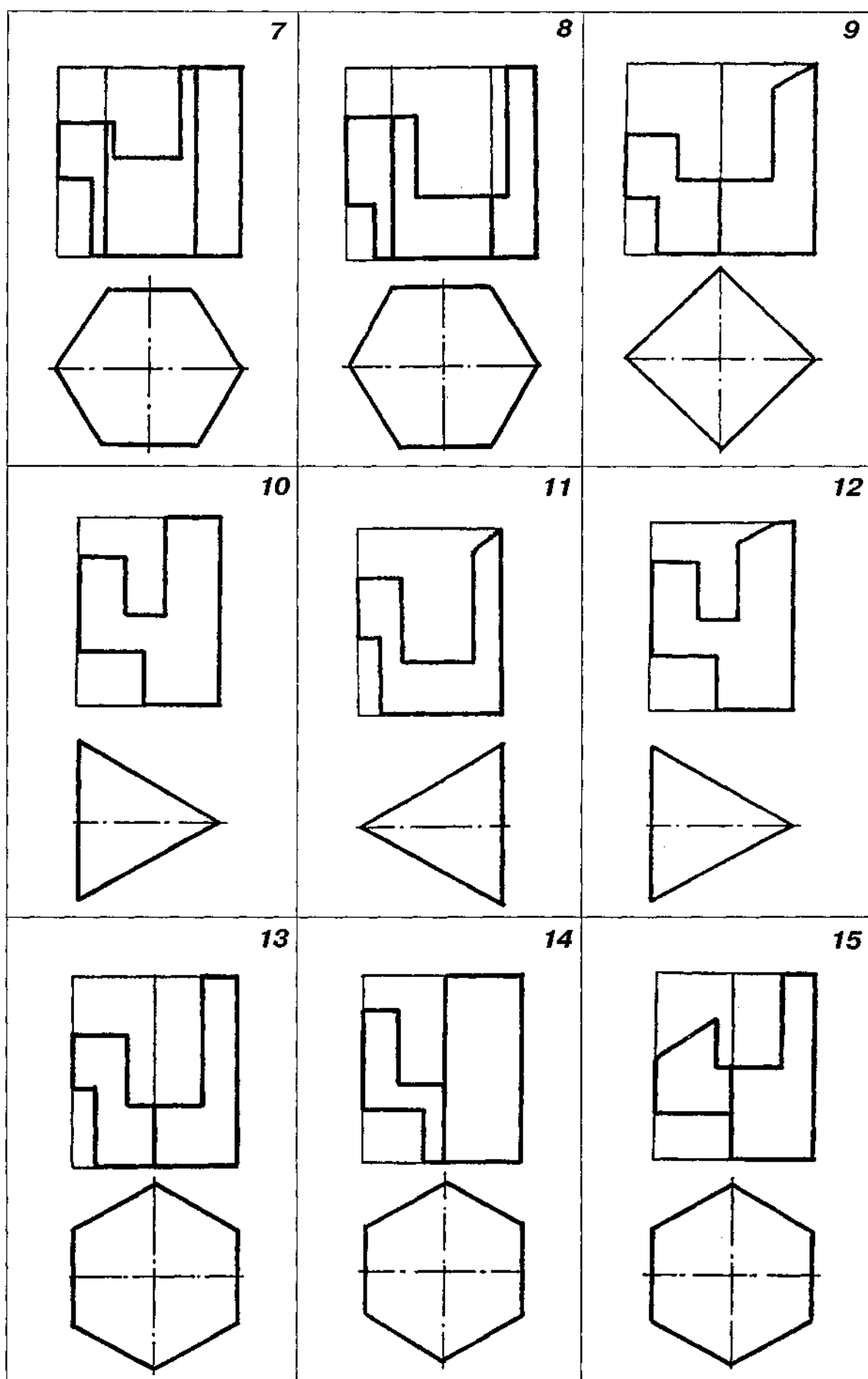
**Завдання 21**

1. За двома видами призми з вирізом (головним видом і видом зверху) побудувати третій вид (вид зліва).
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д20.
3. Розміри призми:
  - а) діаметр кола, описаного навколо правильного багатокутника основи, дорівнює 70 мм, висота призми — 100 мм;
  - б) форму вирізу побудувати пропорційним збільшенням графічної умови;
  - в) вигляд зверху призми на графічних умовах не добудований.
4. Побудувати прямокутну ізометрію моделі.
5. Приклад виконання завдання подано на рис. Д33.

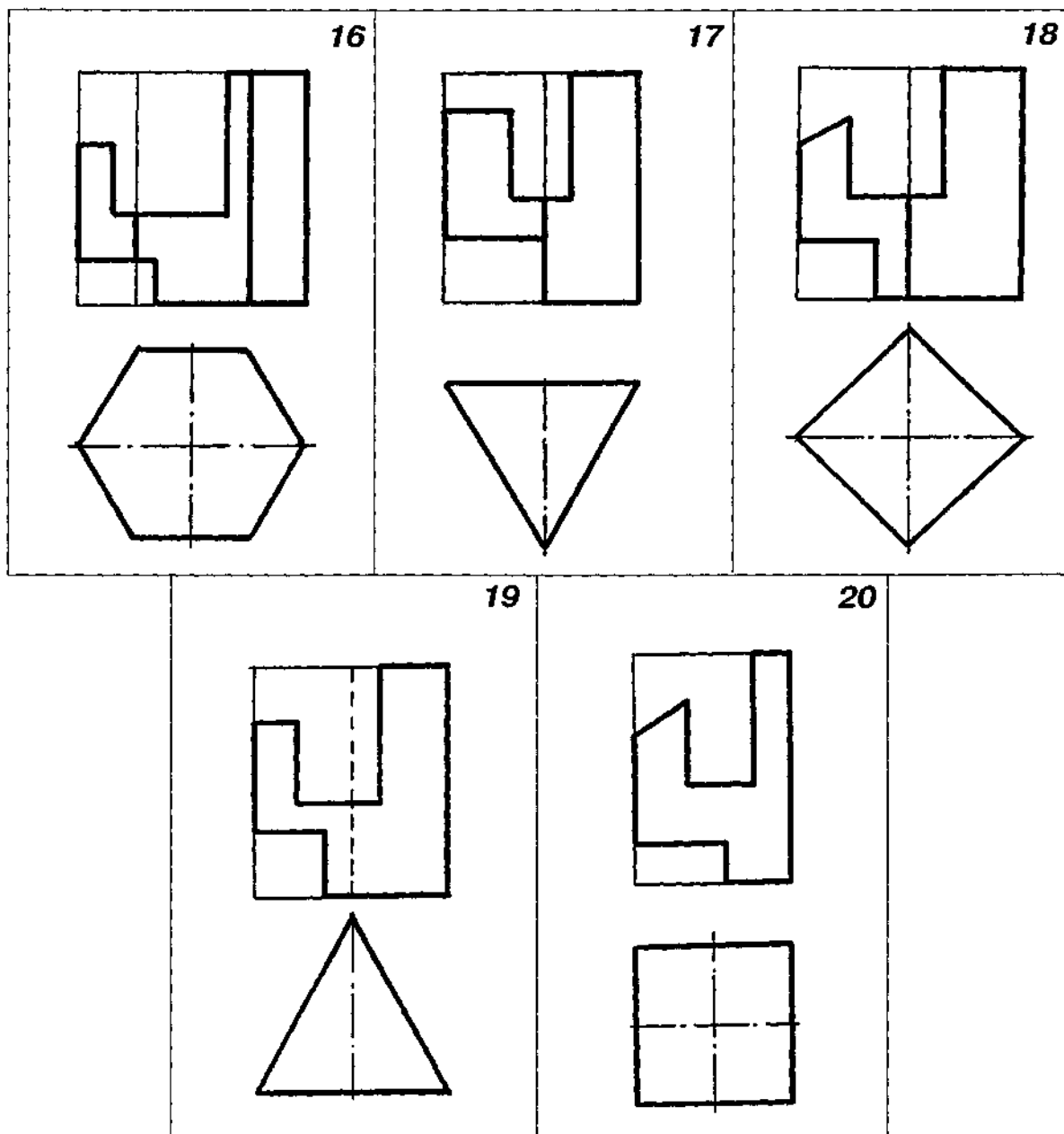
Таблиця Д20

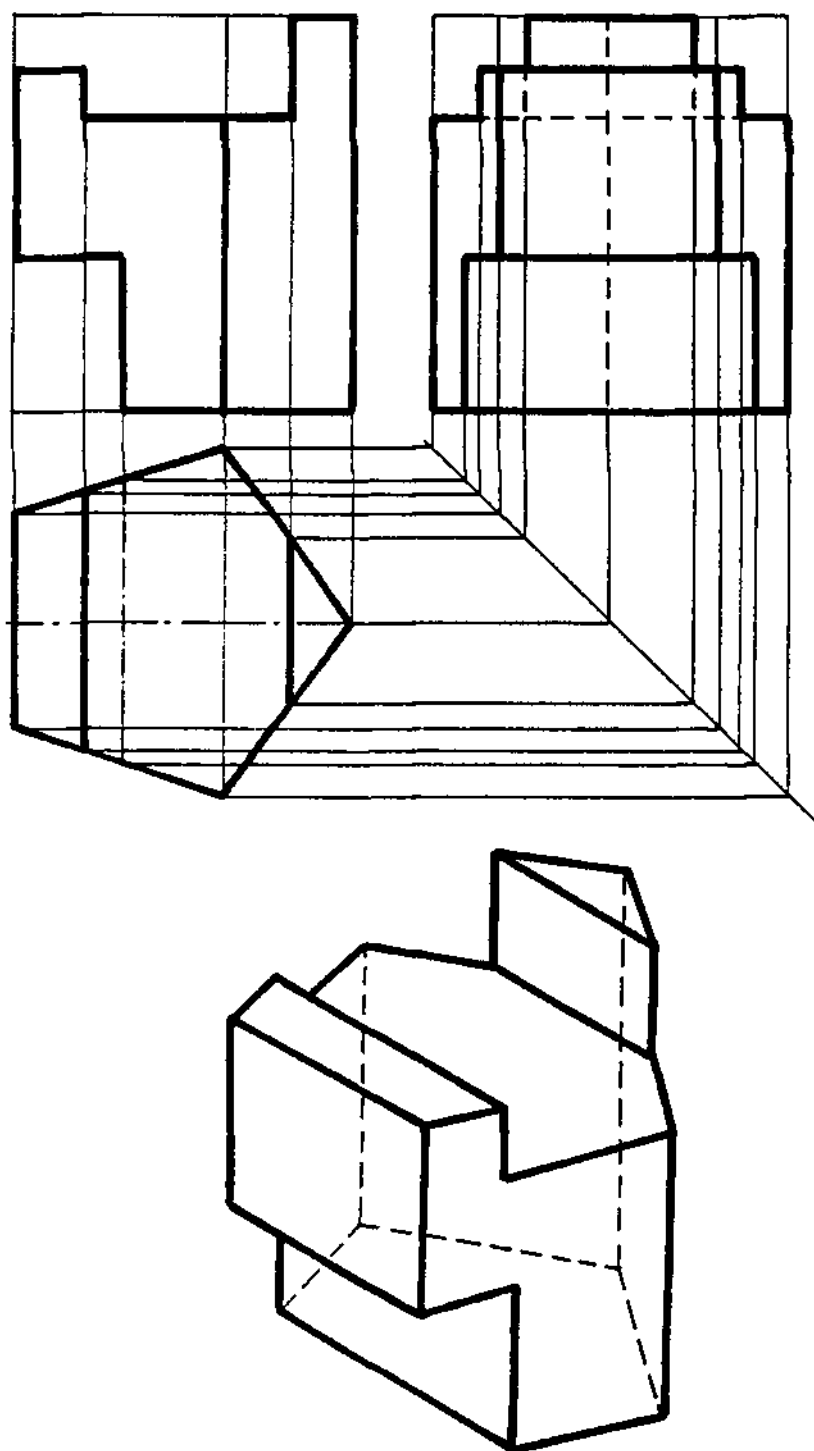


Продовження табл. Д20



Закінчення табл. Д20





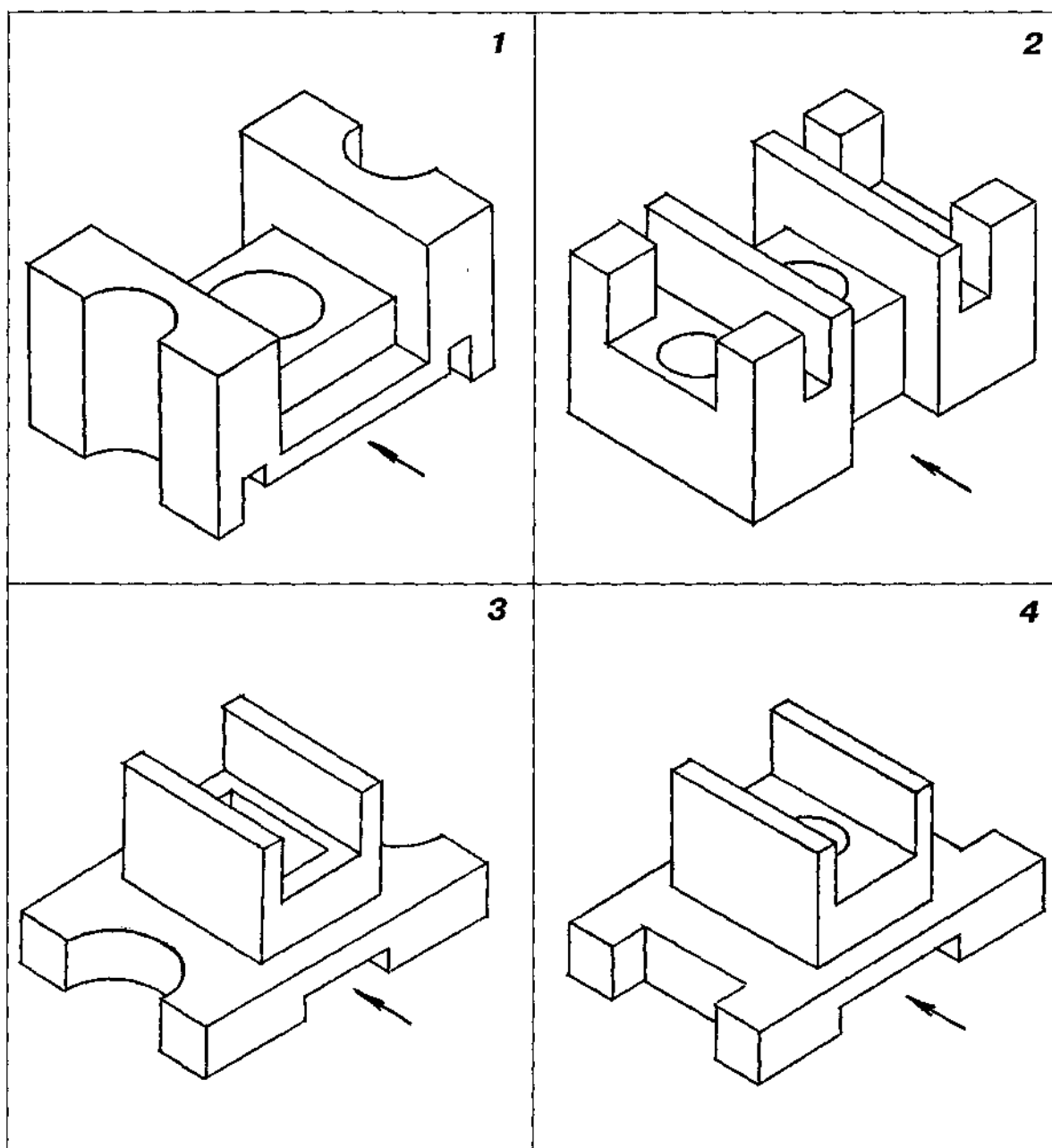
|                                               |           |  |  |                         |             |
|-----------------------------------------------|-----------|--|--|-------------------------|-------------|
| Побудова трьох виглядів моделі і аксонометрії |           |  |  |                         | Завдання 21 |
| Креслив                                       | Іванюк    |  |  | ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 | Варіант 21  |
| Перевірів                                     | Василишин |  |  |                         | М 1:1       |

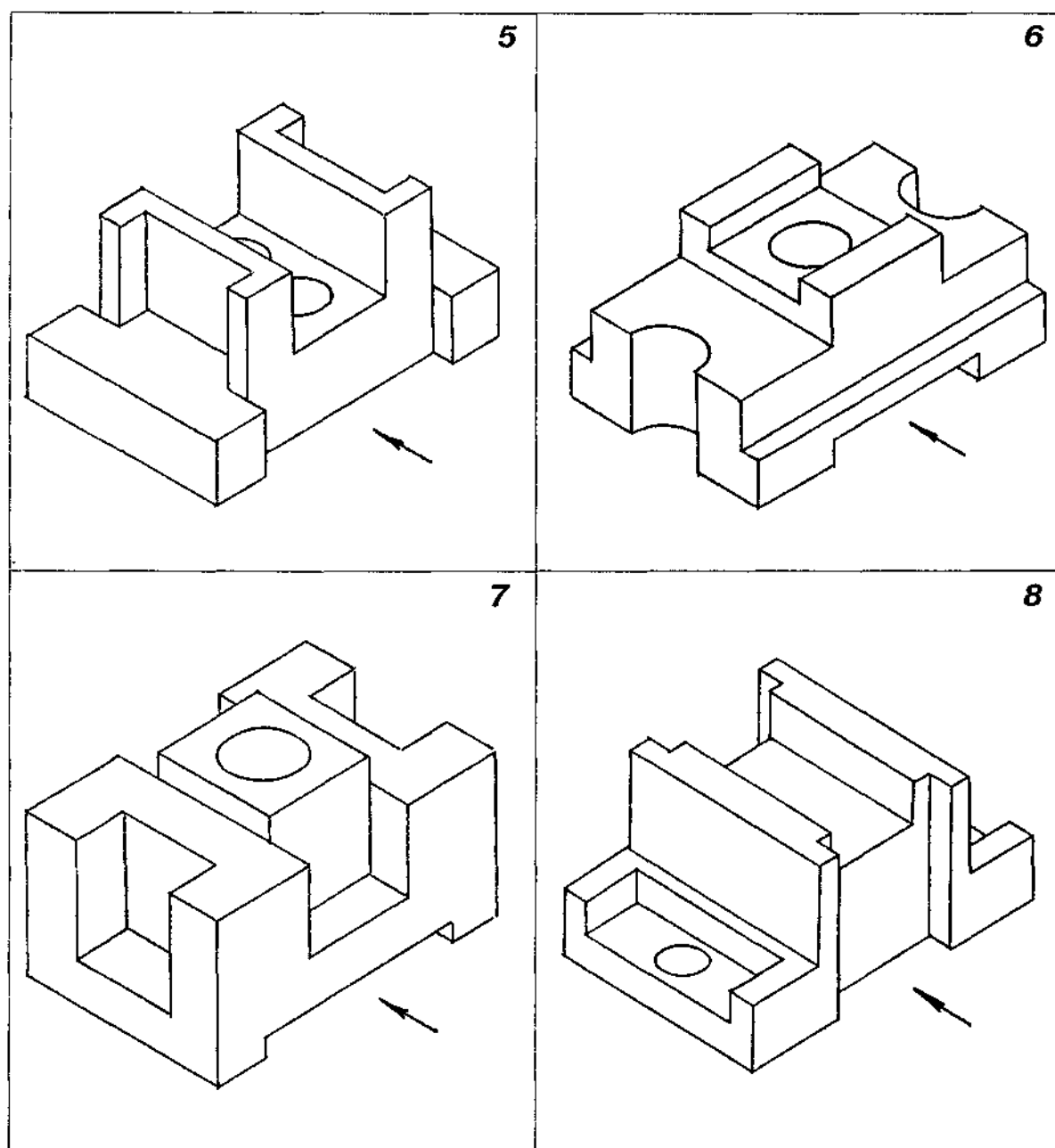
Рис. Д33

## Завдання 22

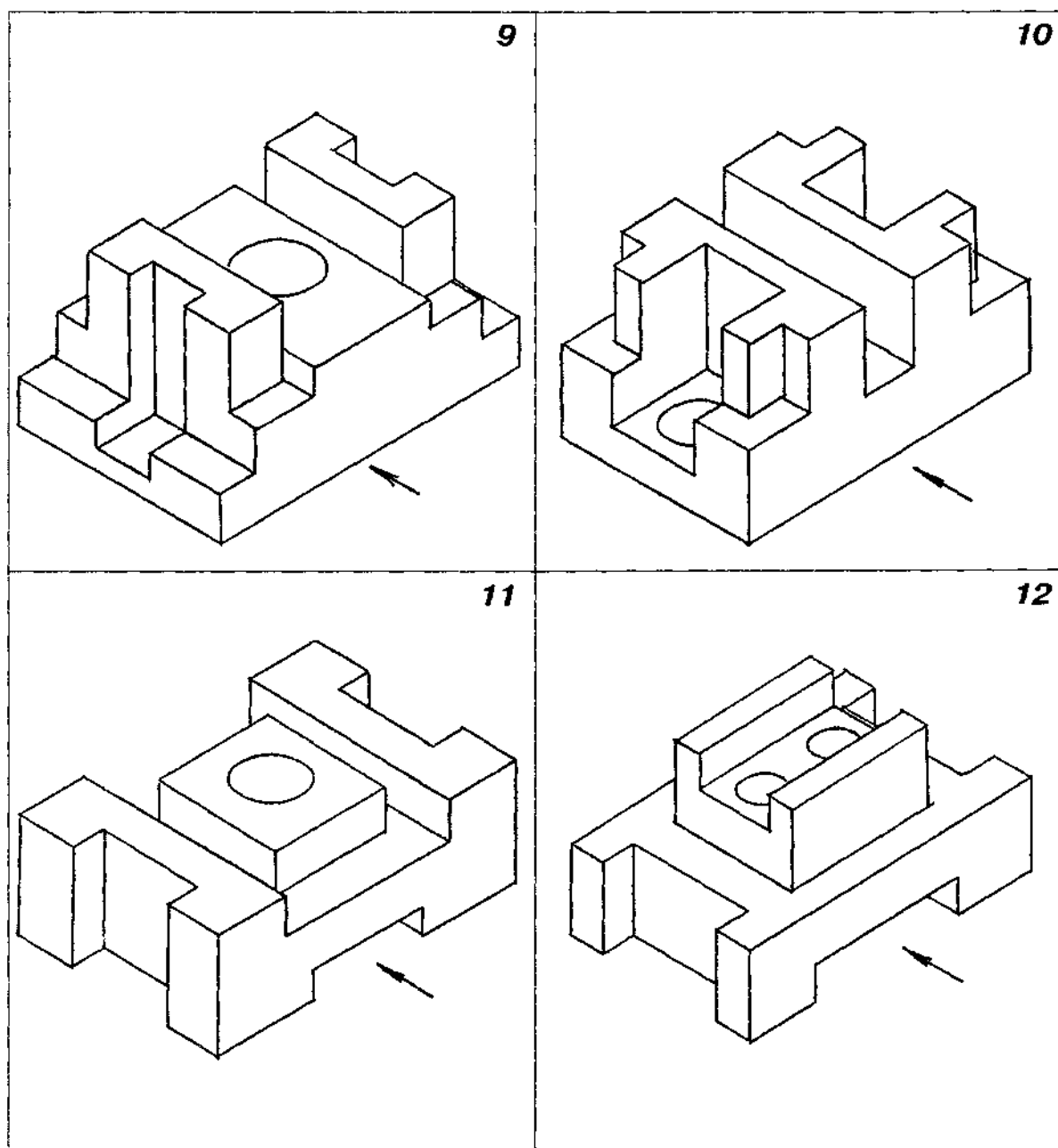
1. За аксонометричною проекцією моделі (прямокутною ізометрією) побудувати три вигляди моделі.
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д21.
3. Головний вигляд (вигляд спереду) вибрати в напрямку, вказаному стрілкою.
4. Габаритні розміри моделі взяти такі, як на прикладі виконання завдання (рис. Д34).
5. Елементи моделі накреслити пропорційним збільшенням графічної умови.
6. Виконати фронтальний розріз, поєднавши його з половиною головного вигляду.
7. Вважаючи, що креслення виконане в масштабі 1:1, нанести всі потрібні розміри.

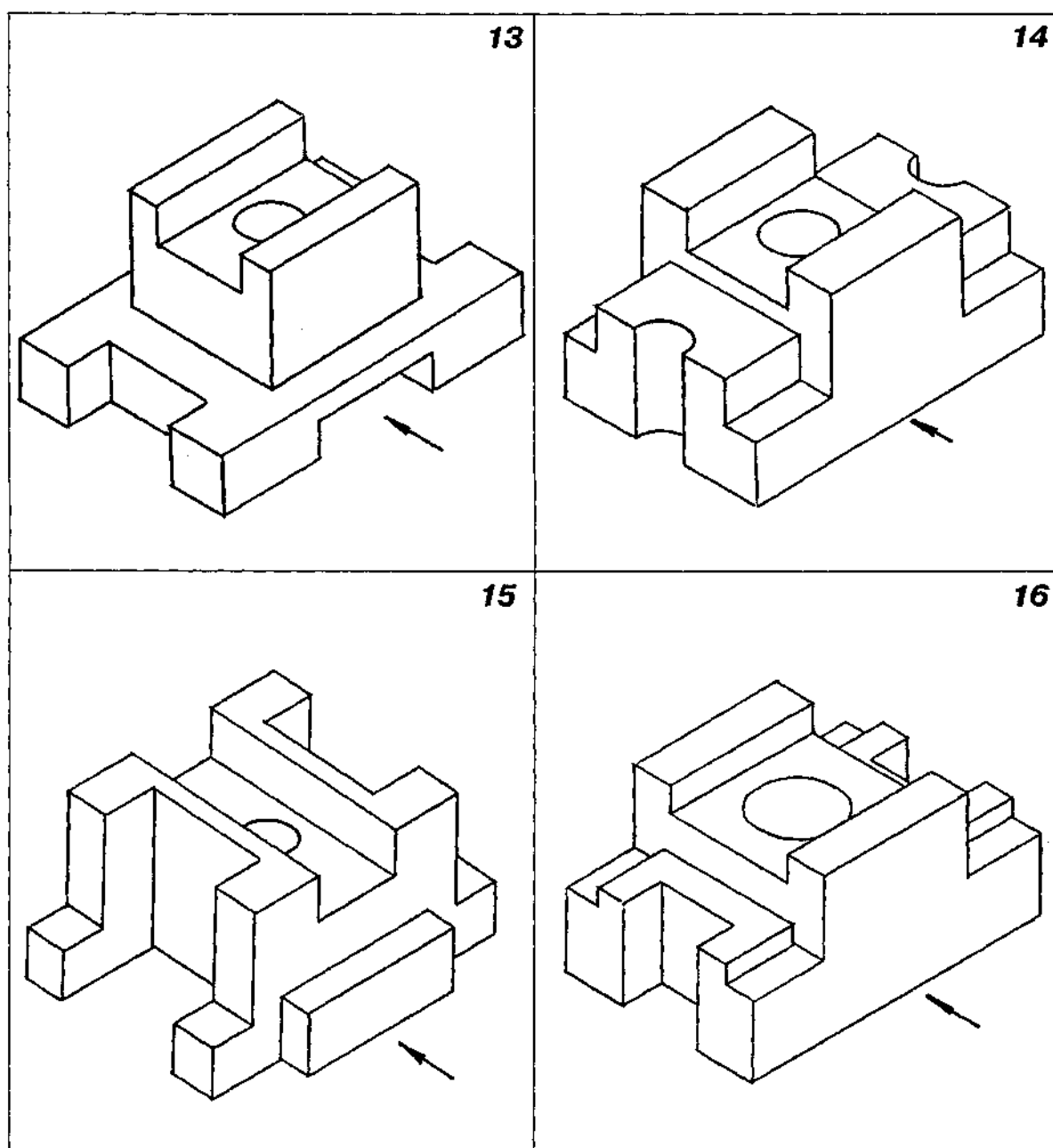
Таблиця Д21



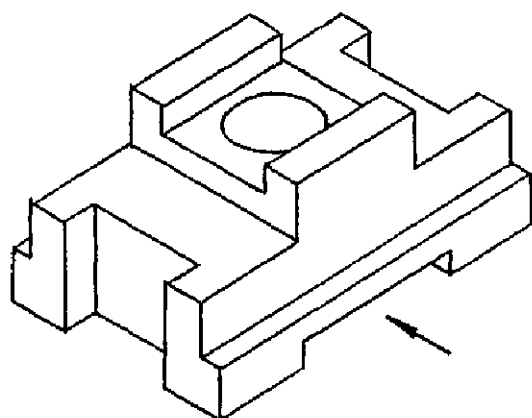


Продовження табл. Д21

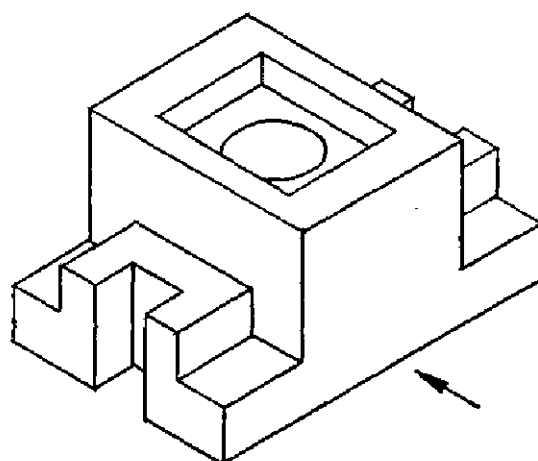




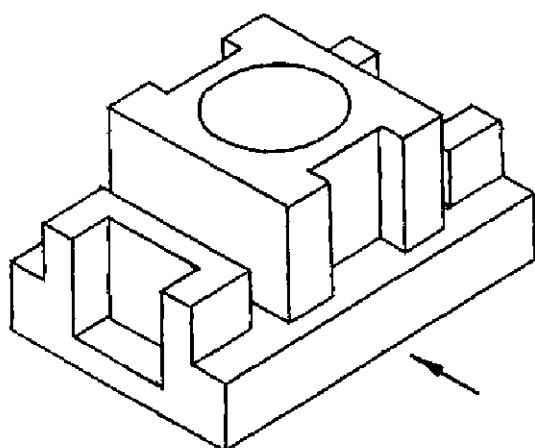
17



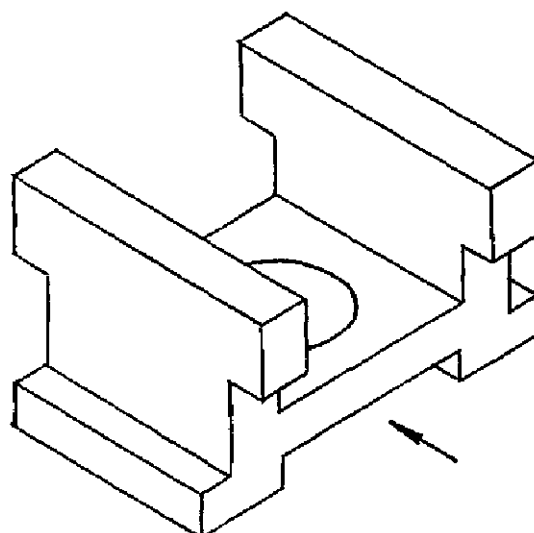
18

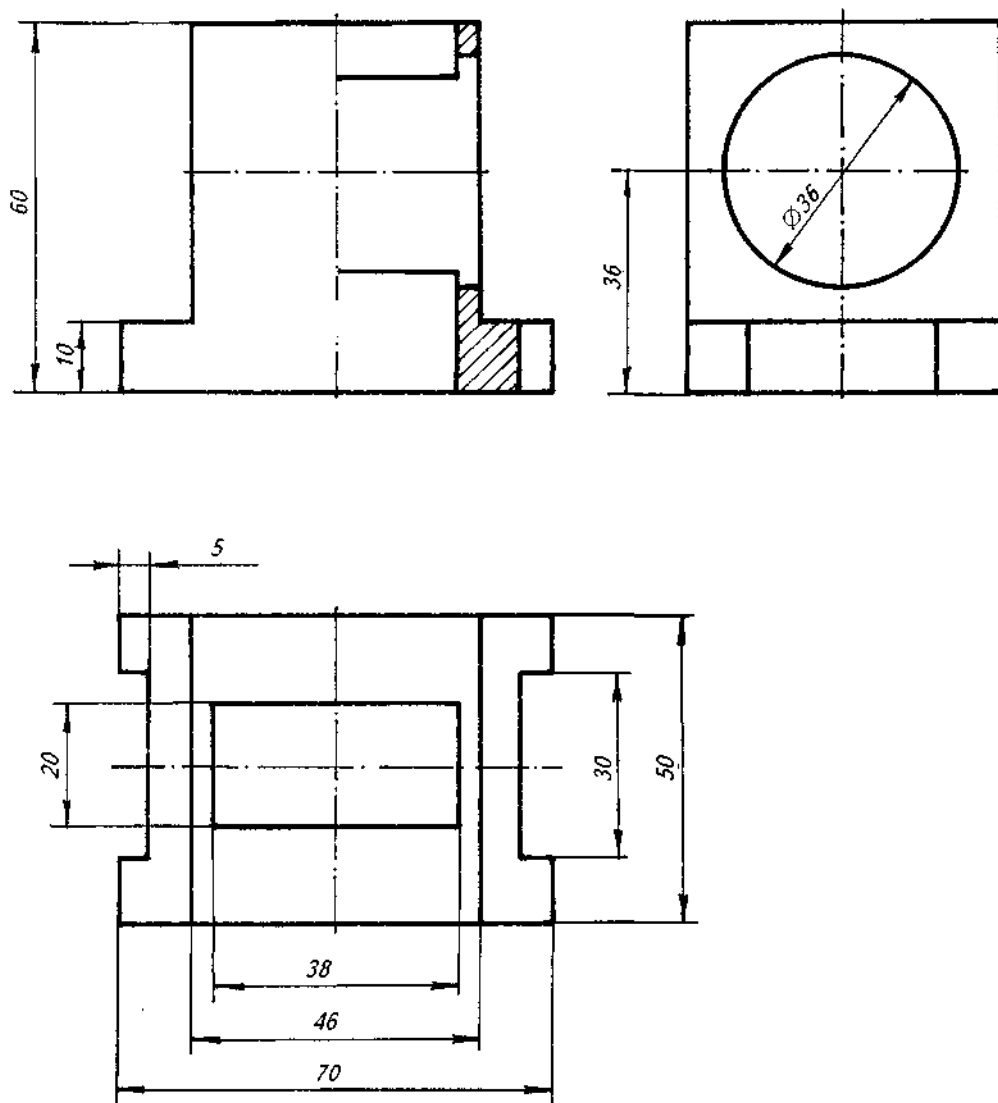


19



20





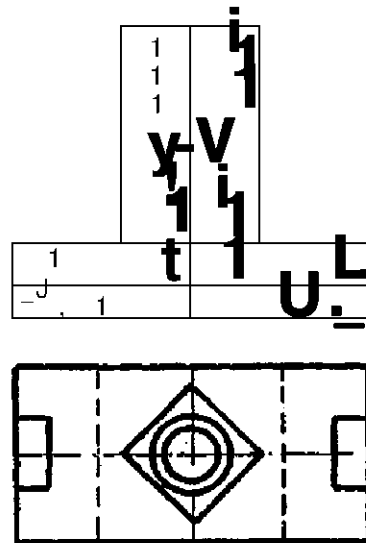
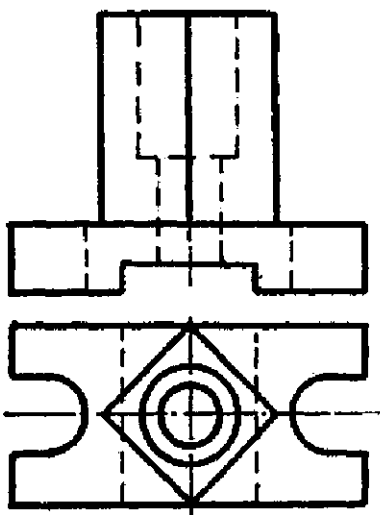
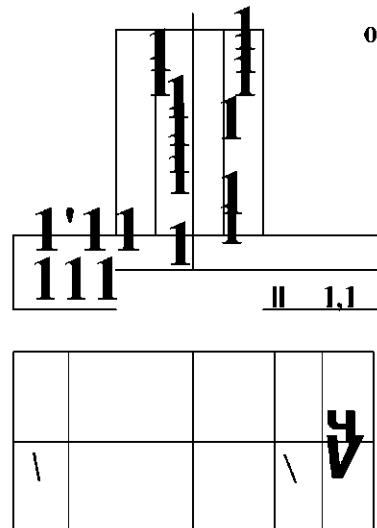
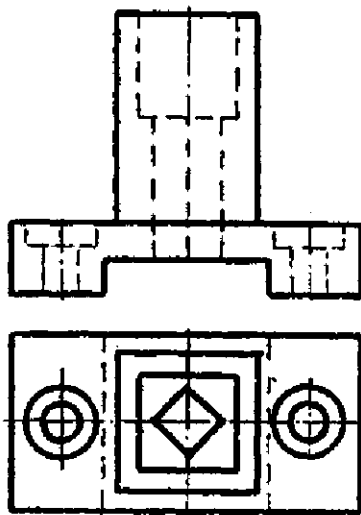
|                               |           |  |              |             |
|-------------------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Побудова фронтального розрізу |           |  |              | Завдання 22 |
| Креслив                       | Іванюк    |  | ІФНТУНГ      | Варіант 21  |
| Перевірів                     | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д34

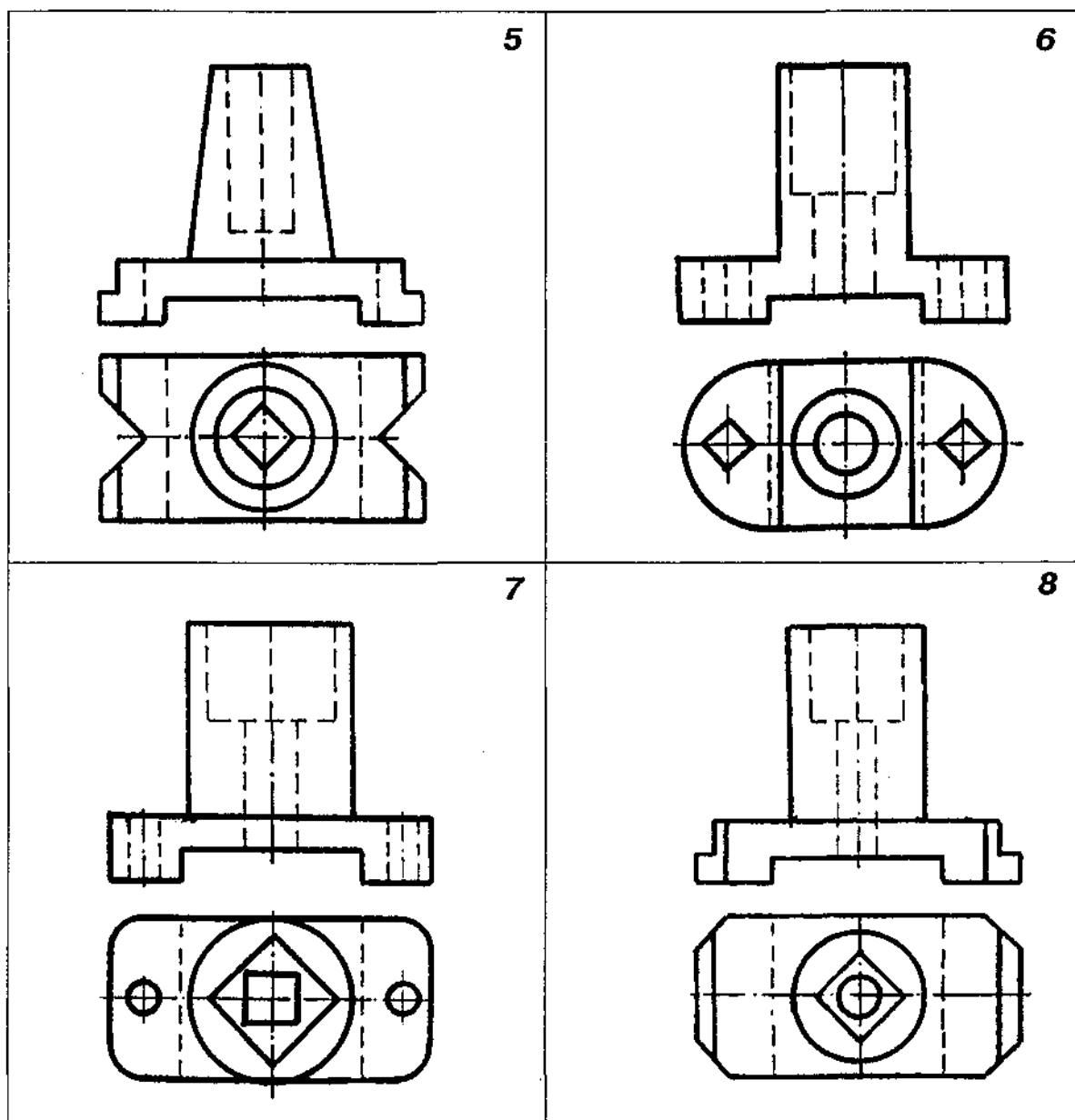
**Завдання 23**

1. За двома видами моделі (видом спереду і видом зверху) побудувати третій вид (вид зліва).
2. На місці головного виду виконати фронтальний розріз, поєднавши його з головним видом.
3. Варіанти завдання взяти з табл. Д22.
4. Габаритні розміри моделі взяти таю, як на прикладі виконання завдання (рис. Д35).
5. Складові елементи моделі накреслити пропорційним збільшенням графічно (умови).
6. Вважаючи, що креслення виконане в масштабі 1:1, нанести всі потрібні розміри.
7. Зобразити модель у прямокутній ізометрії з вирівнянням чверті. Приклад виконання подано на рис. Д36.

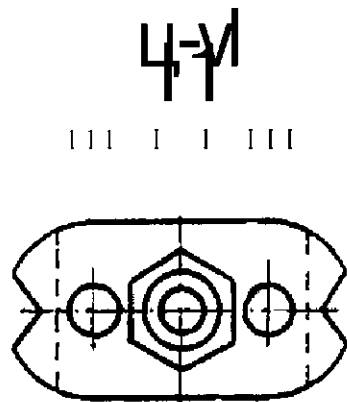
Таблиця Д22



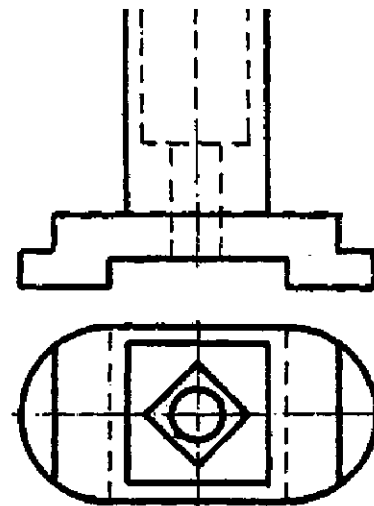
Продовження табл. Д22



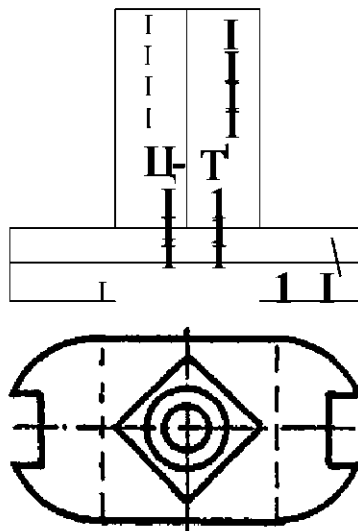
9



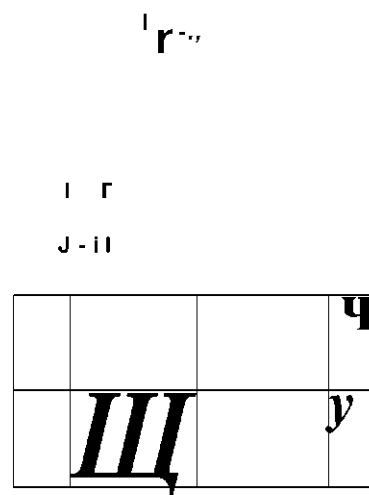
10

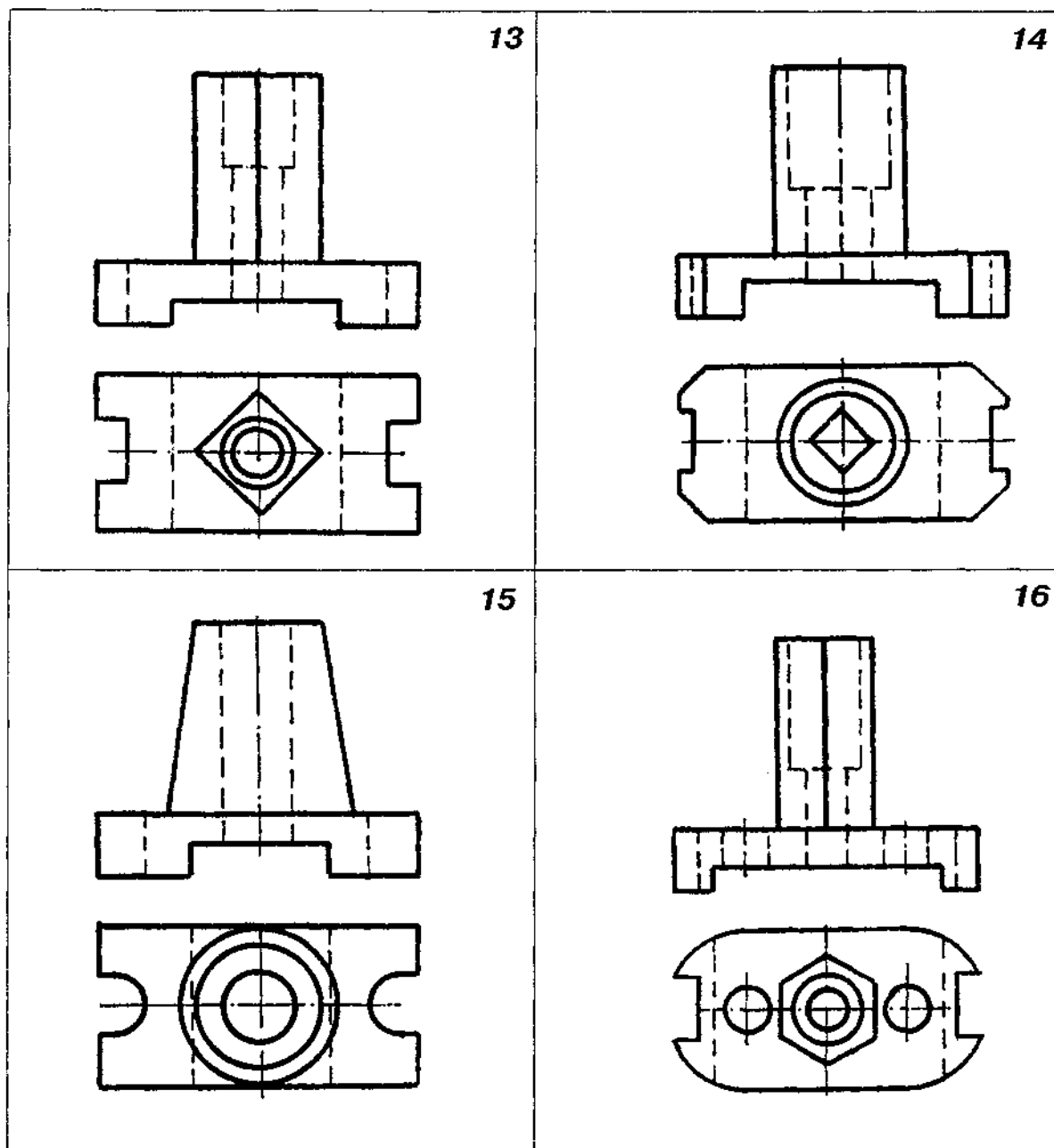


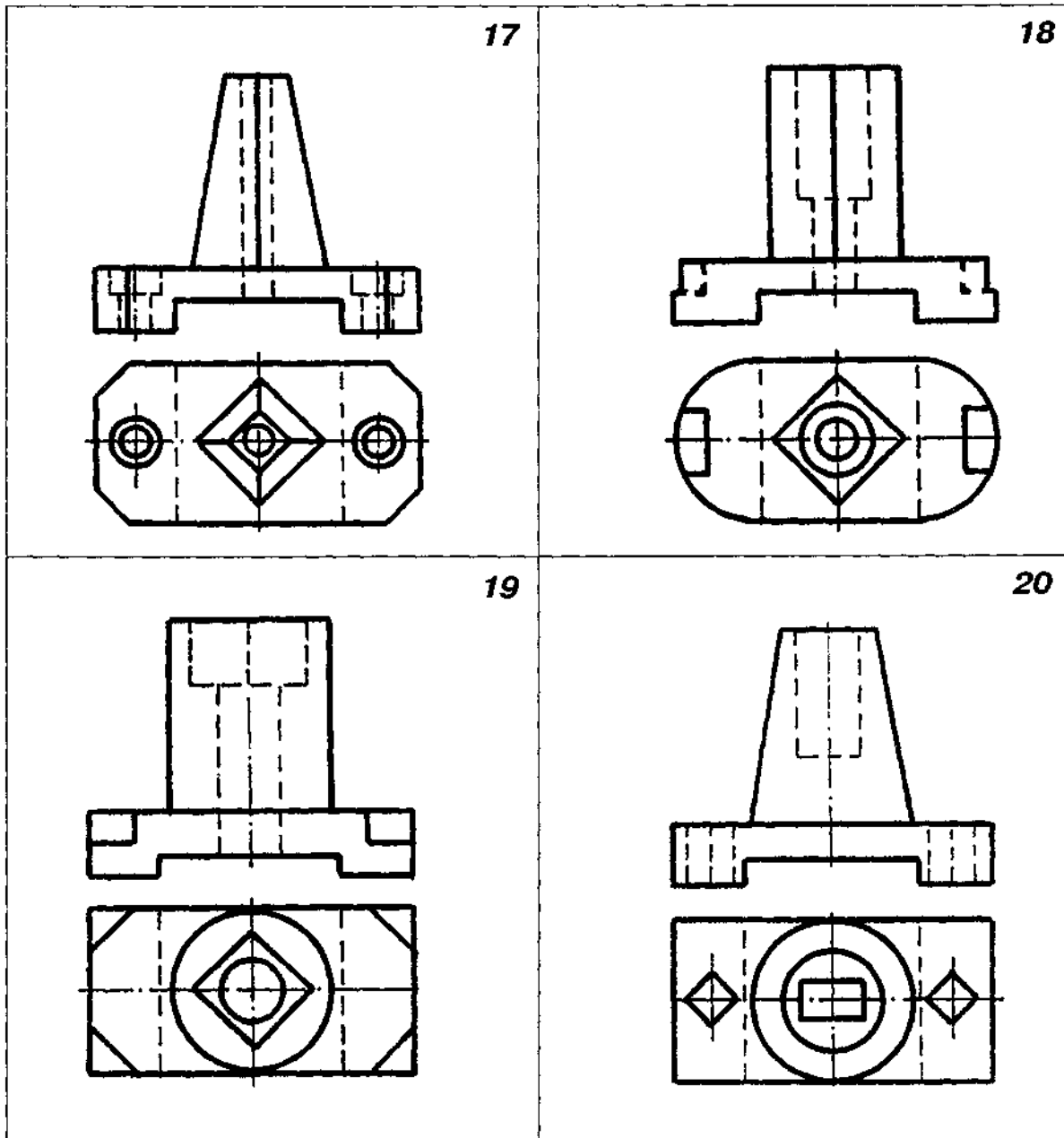
11

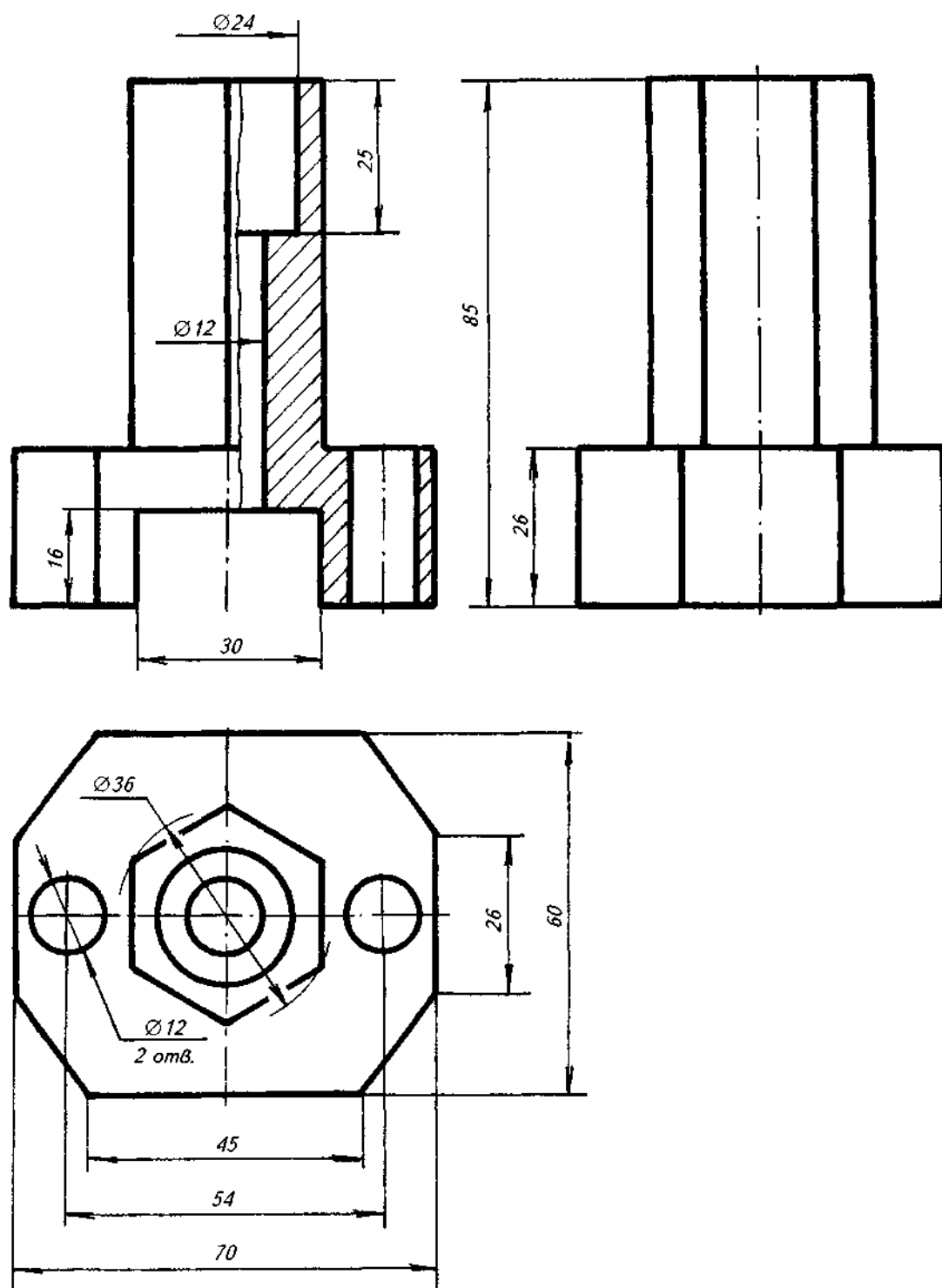


12



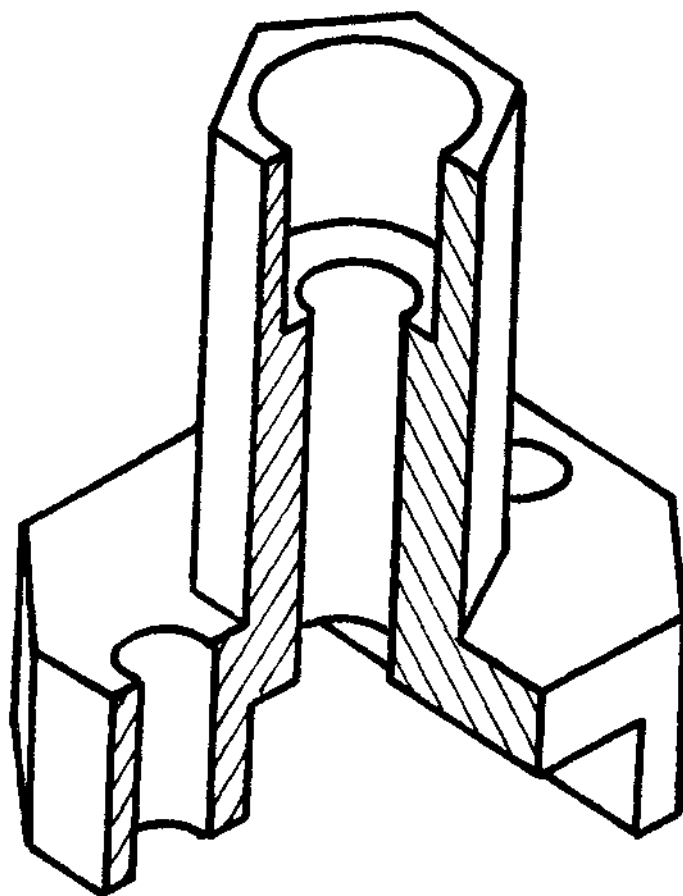






|                               |           |  |  |             |  |
|-------------------------------|-----------|--|--|-------------|--|
| Побудова фронтального розрізу |           |  |  | Завдання 23 |  |
| Креслив                       | Іванюк    |  |  | Варіант 21  |  |
| Перевірів                     | Василишин |  |  | М 1:1       |  |
| ІФНТУНГ                       |           |  |  |             |  |
| гр. ТНМ-05-1                  |           |  |  |             |  |

Рис. Д35



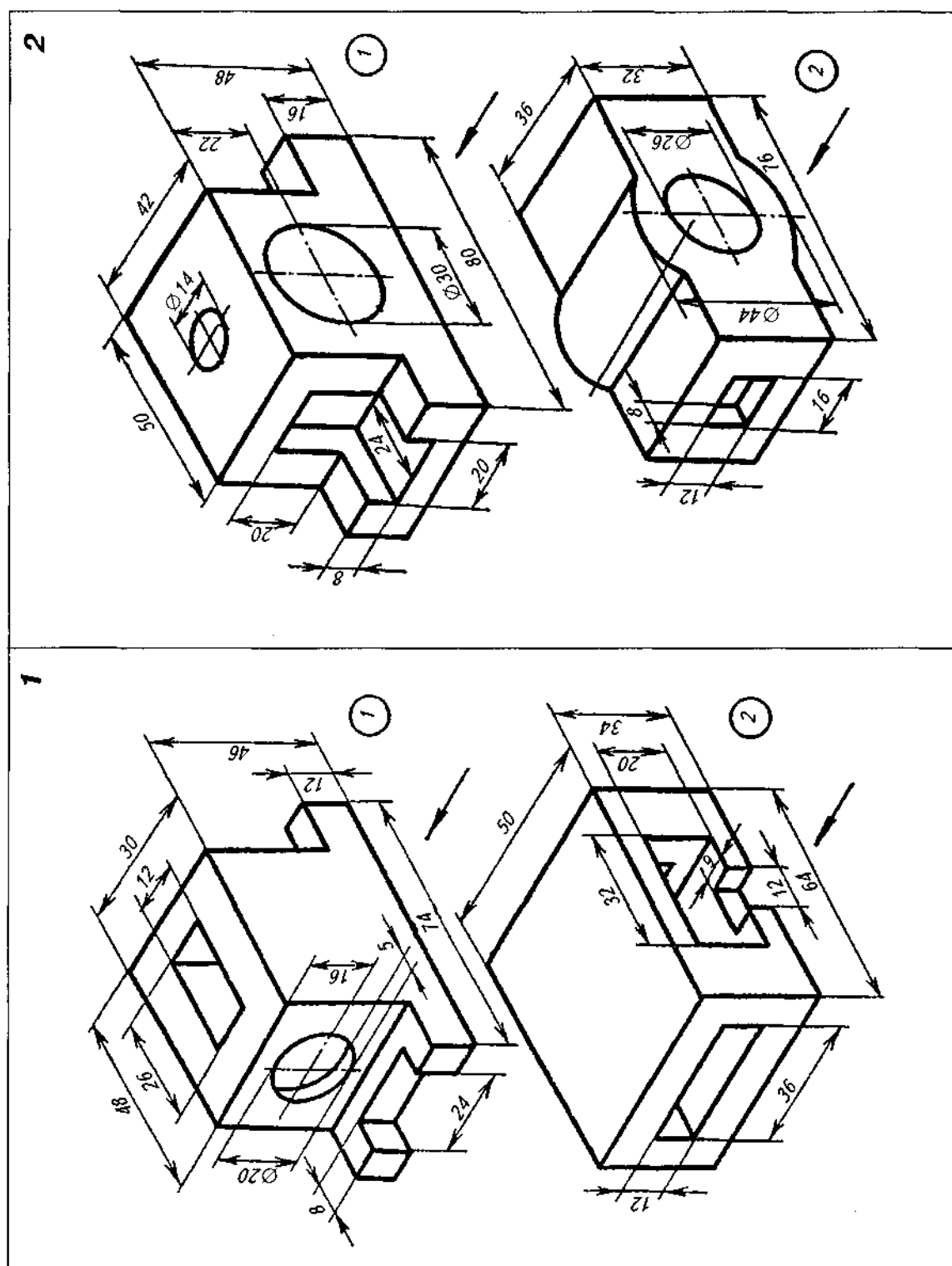
|                              |           |  |              |             |
|------------------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Побудова аксонометрії моделі |           |  |              | Завдання 23 |
| Креслив                      | Іванюк    |  | ІФНТУНГ      | Варіант 21  |
| Перевірив                    | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д36

## Завдання 24

1. Варіанти завдання взяти з табл. Д23.
2. За аксонометричною проекцією моделі (прямокутною ізометрією) побудувати три вигляди моделі:
  - задача 1 — з використанням фронтального розрізу;
  - задача 2 — з використанням горизонтального розрізу.
3. Головний вигляд (вигляд спереду) вибрати в напрямку, вказаному стрілкою.
4. Всі отвори і пази, де це незрозуміло з графічної умови — наскрізні.
5. Нанести розміри.

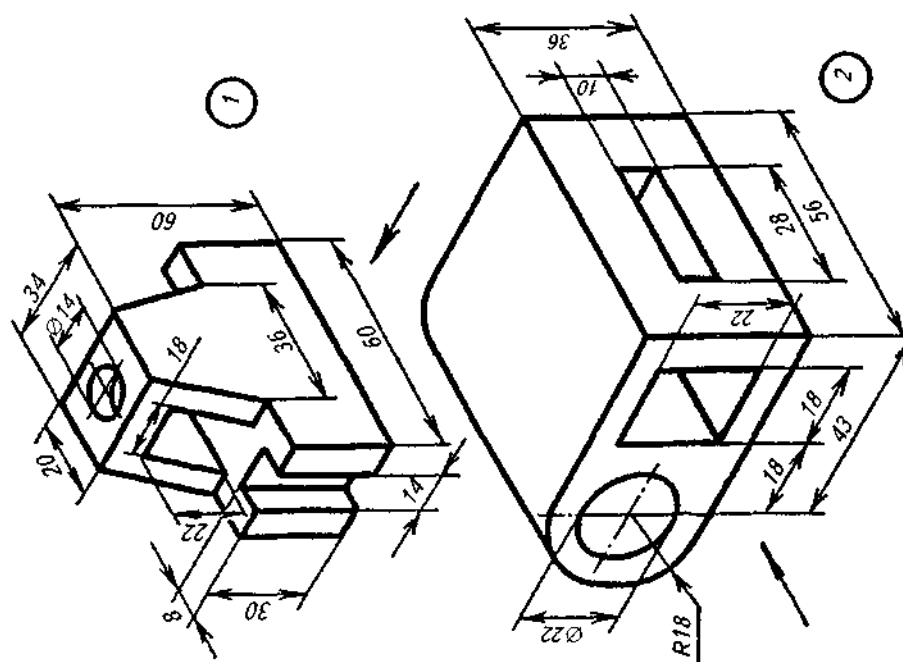
Таблиця Д23



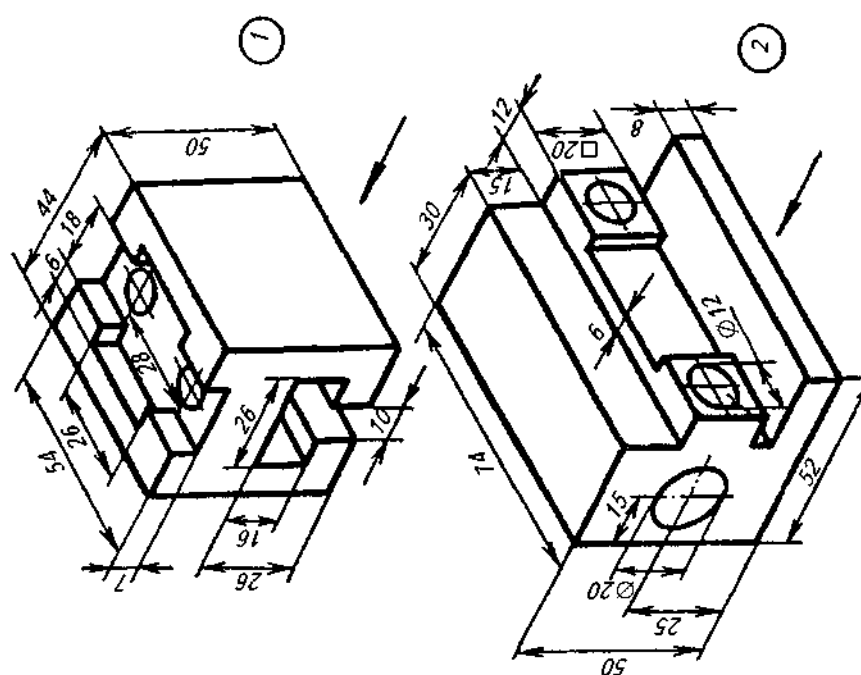


Продовження табл. Д23

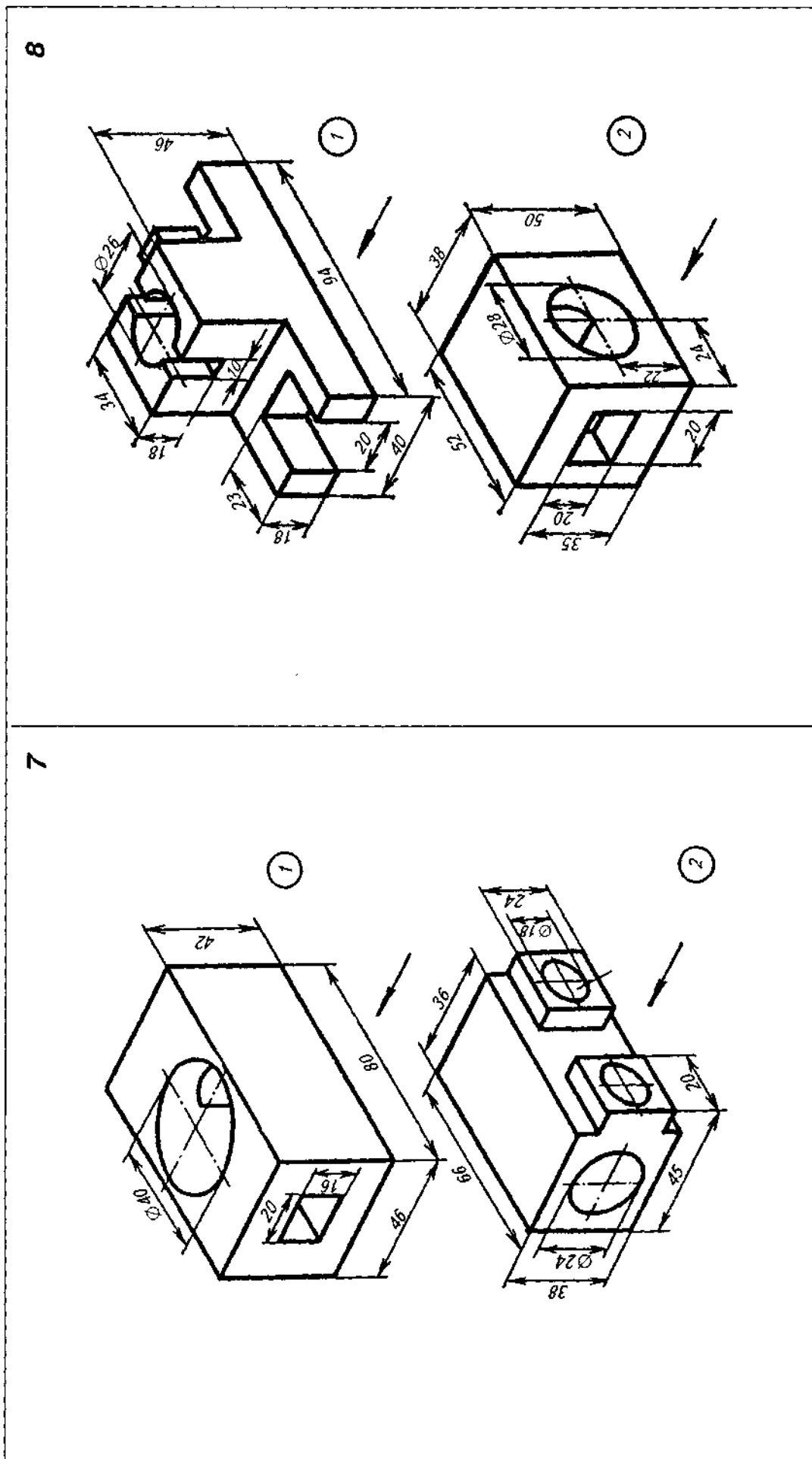
6



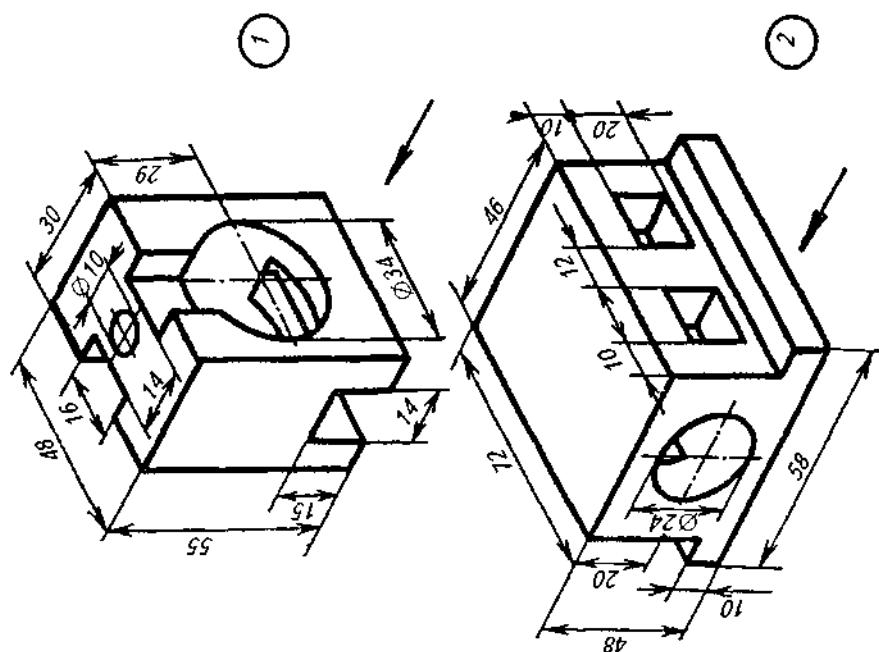
5



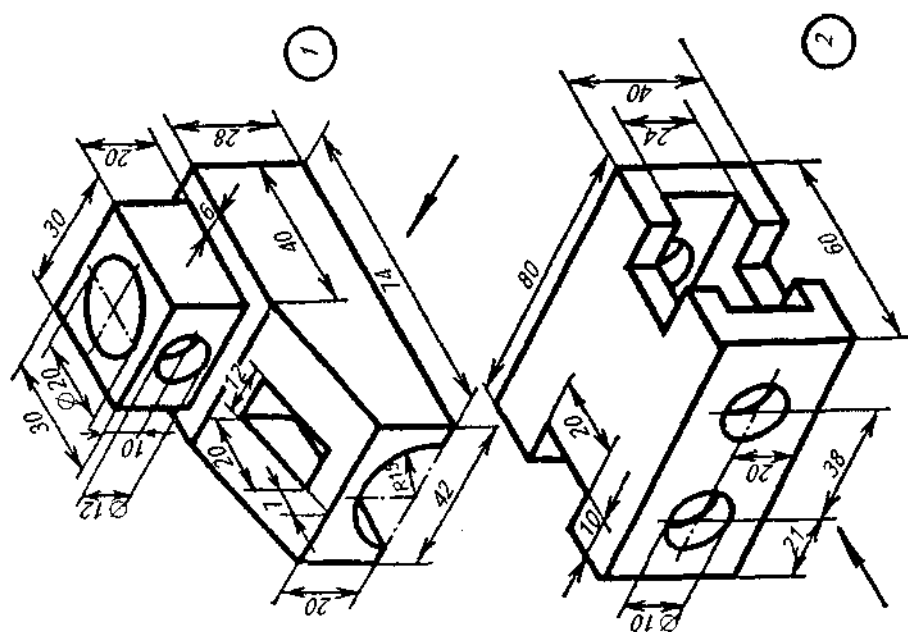
Продовження табл. Д23



10

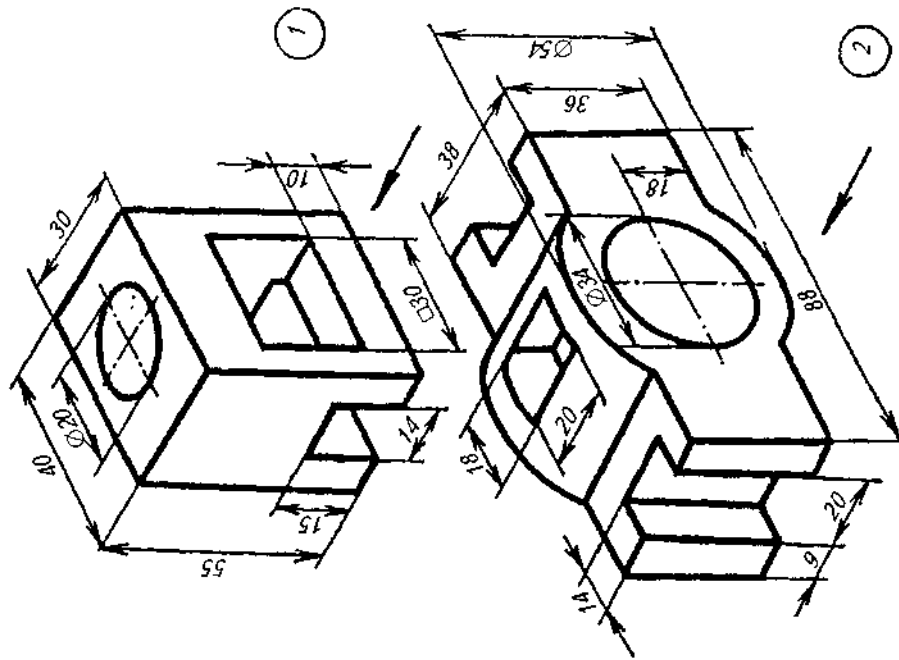


9

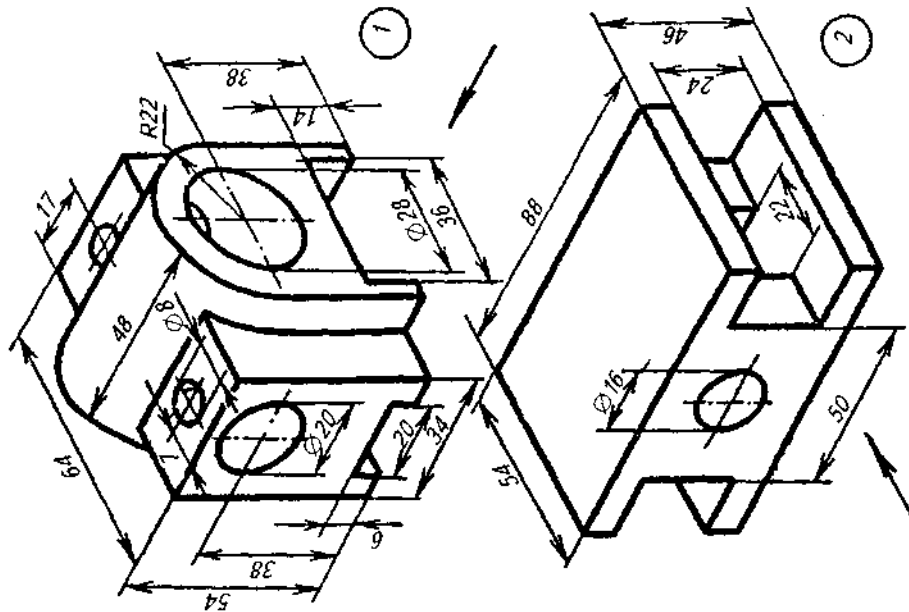


Продовження табл. Д23

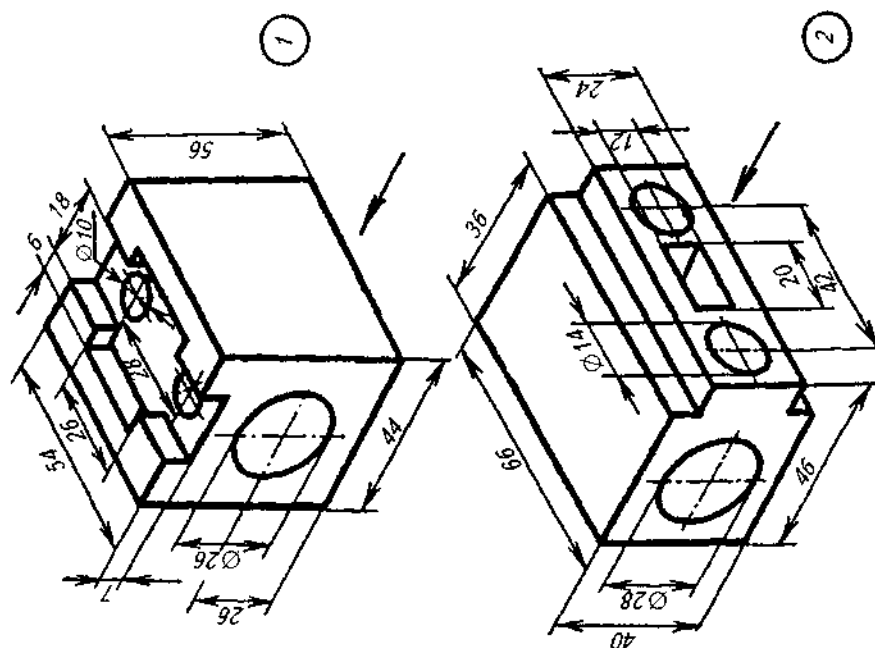
11



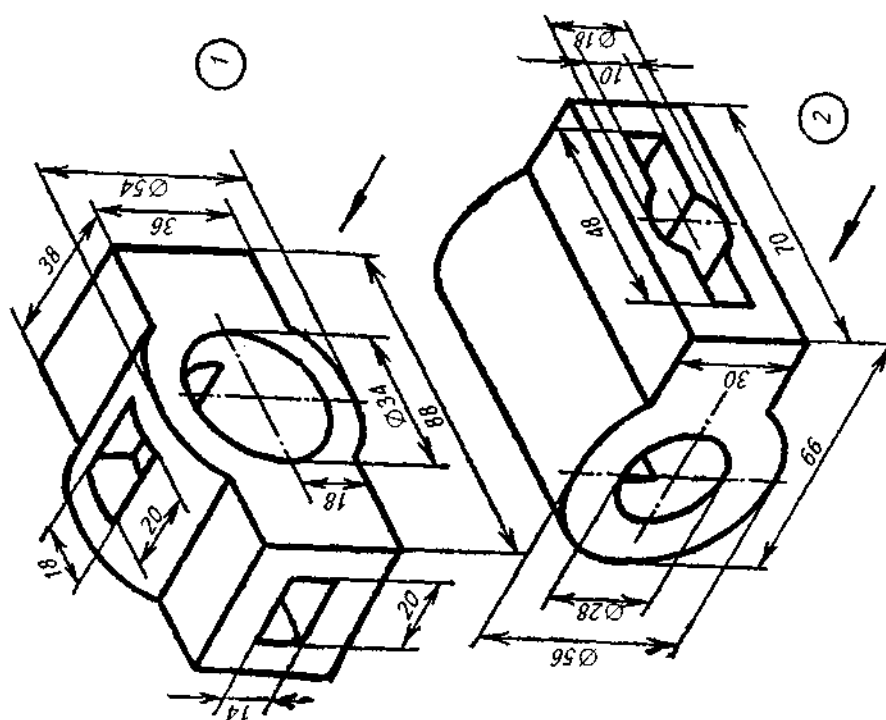
12



14



13

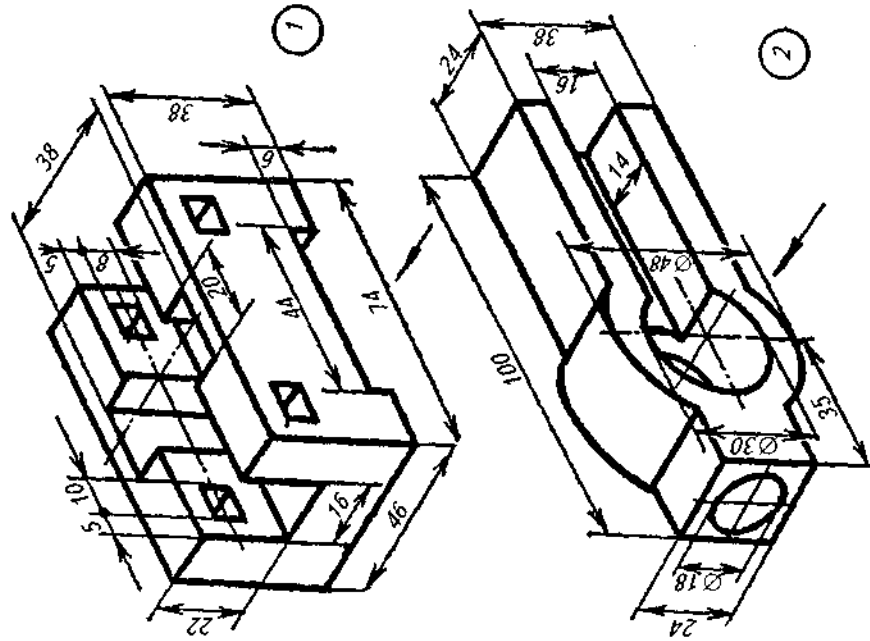




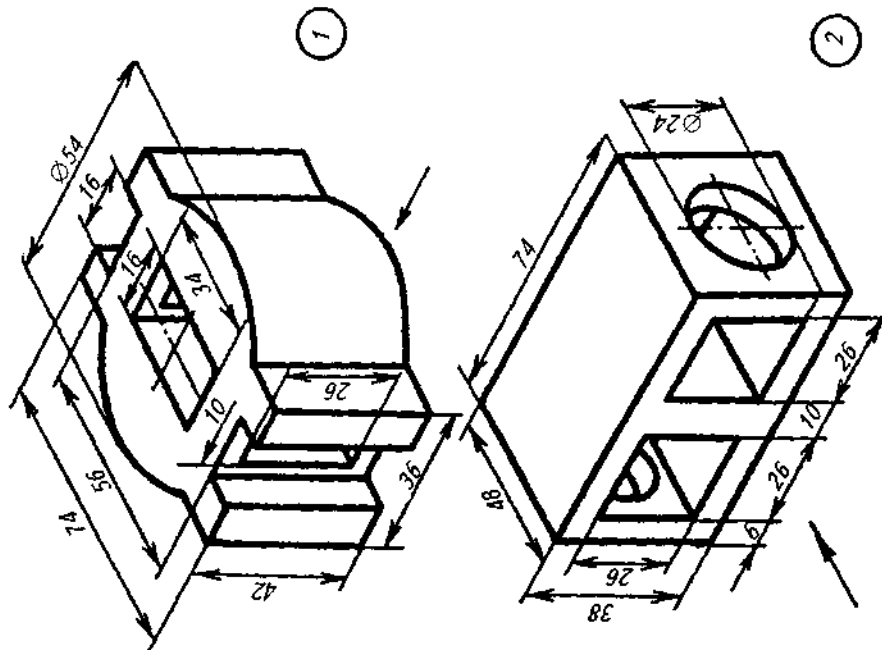


Закінчення табл. Д23

20



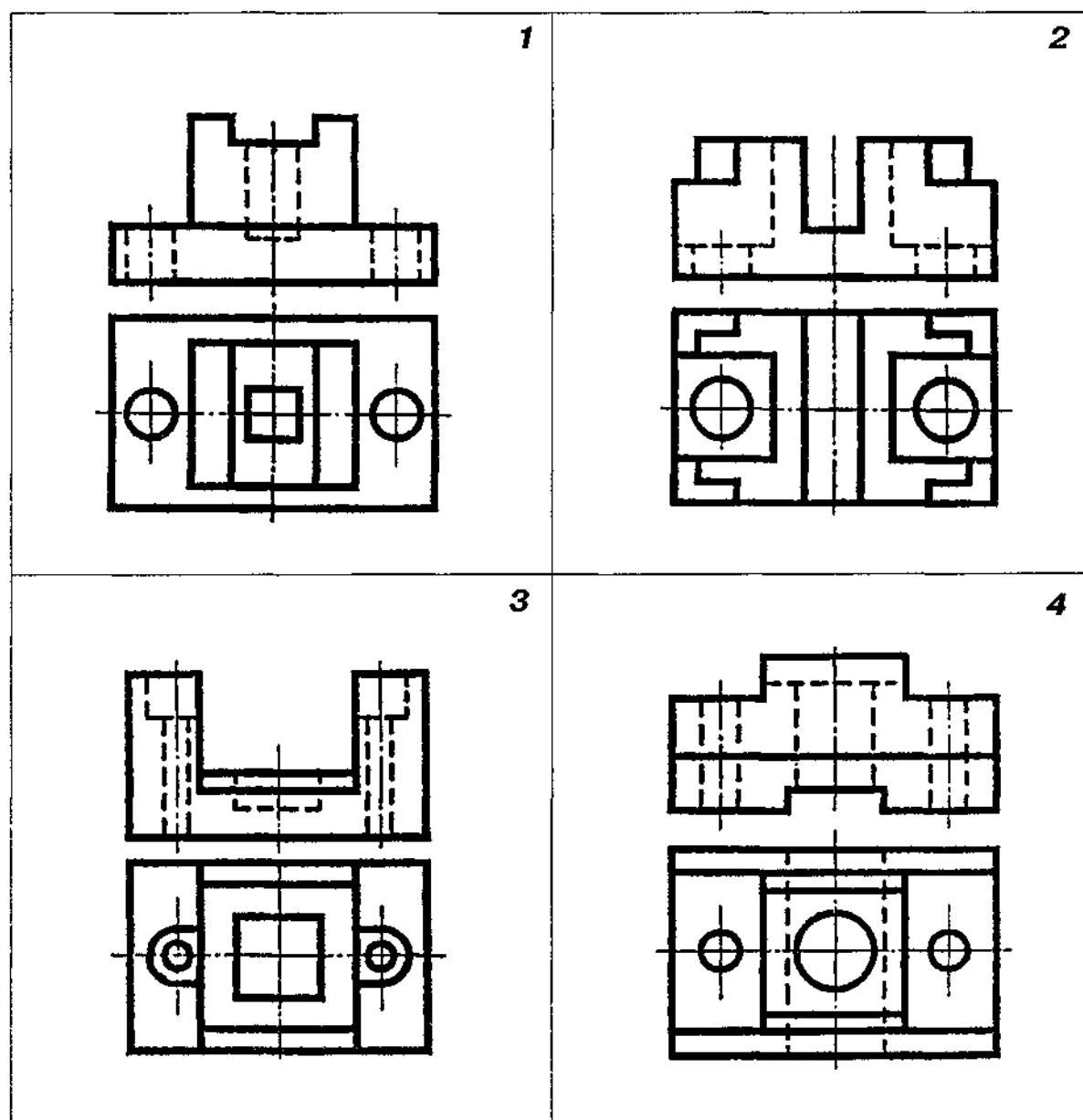
19



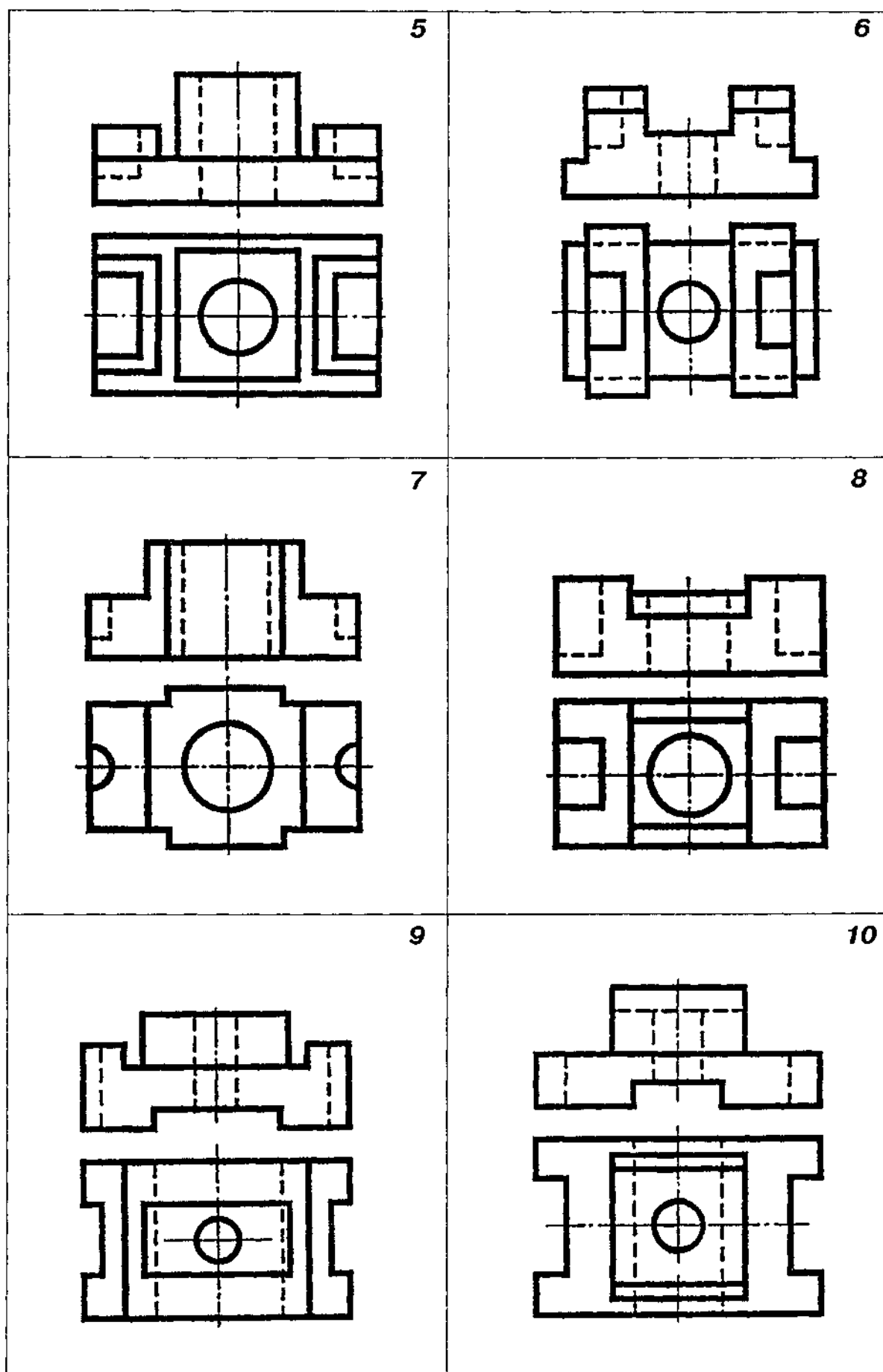
## Завдання 25

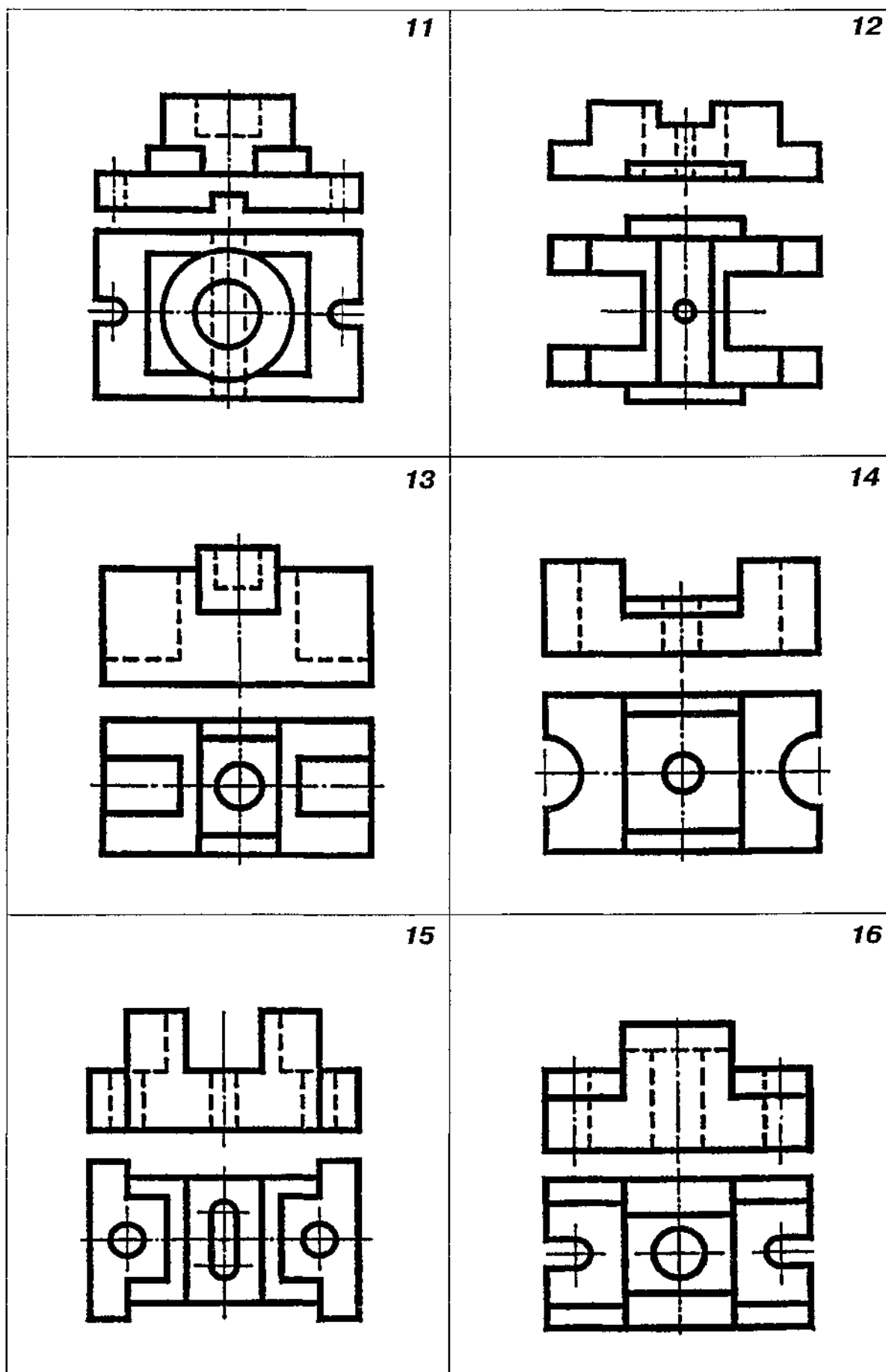
1. За двома заданими виглядами моделі (виглядом спереду і виглядом зверху) побудувати третій вигляд (вигляд зліва). Виконати корисні розрізи.
2. Варіанти завдання взяти з табл. Д24.
3. Габаритні розміри моделі взяти такі, як на прикладі виконання завдання (рис. Д37). Складові елементи моделі накреслити пропорційним збільшенням графічної умови. Нанести розміри.
4. Побудувати прямокутну ізометрію моделі з вирізанням чверті.

Таблиця Д24

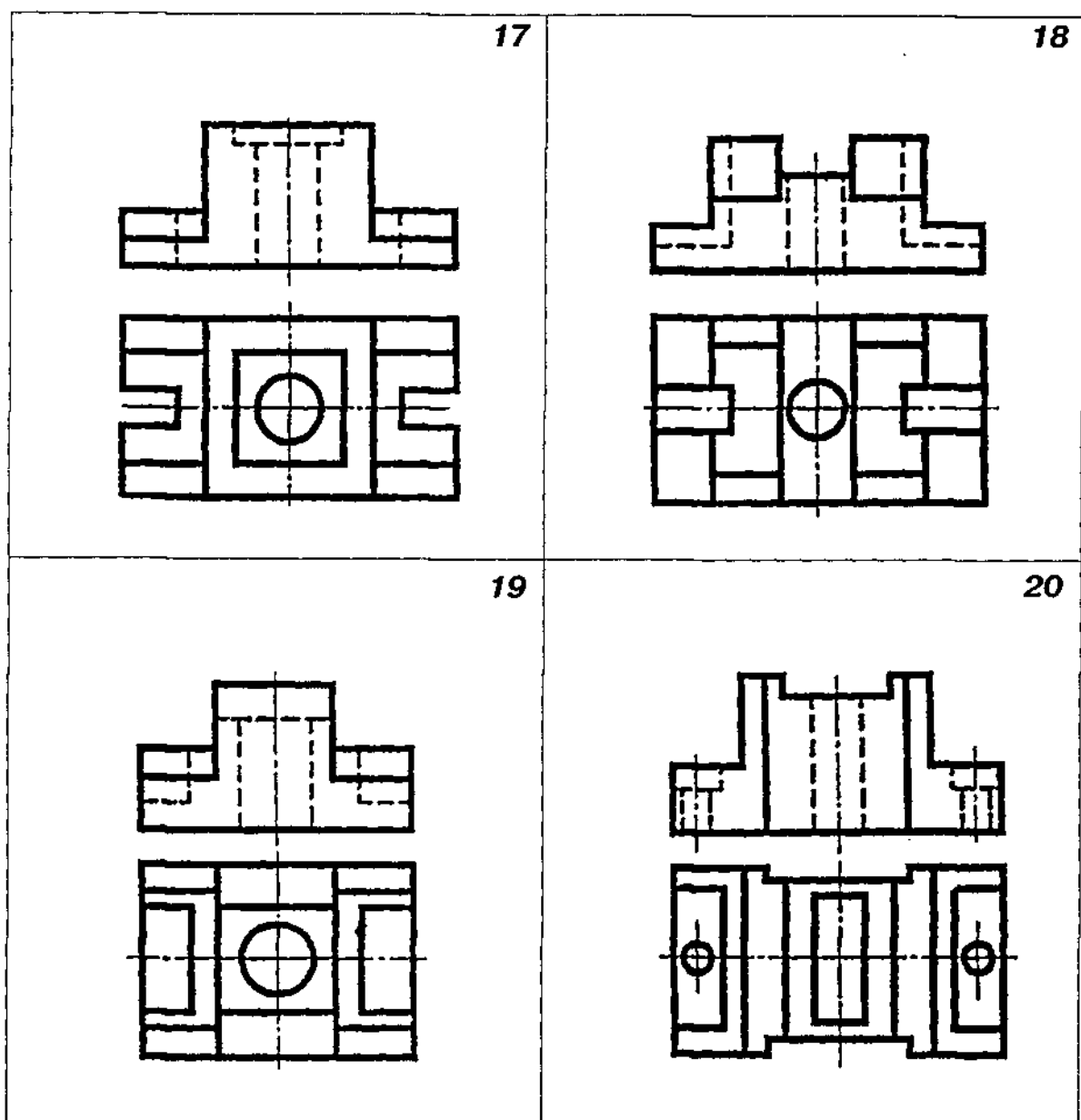


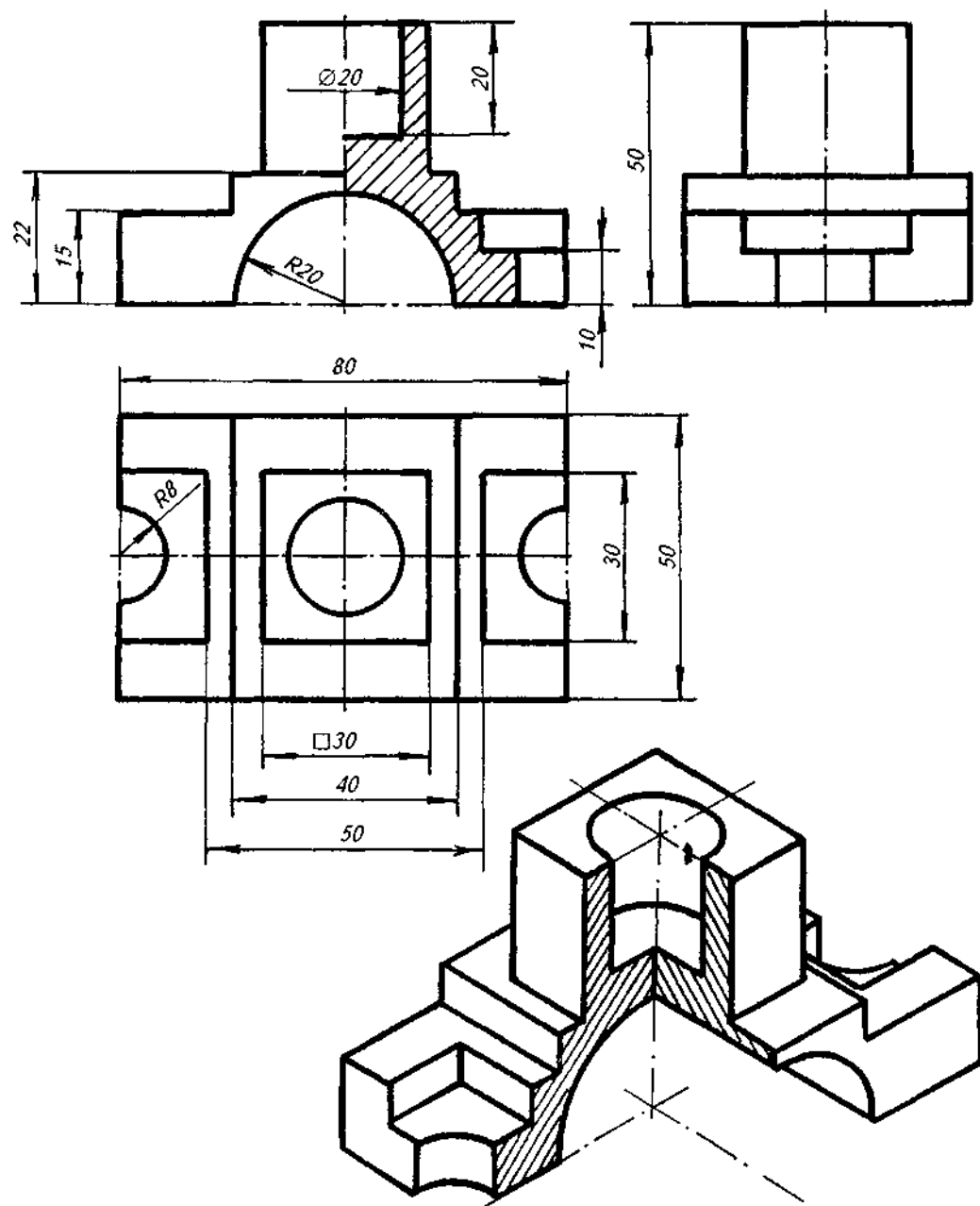
Продовження табл. Д24





Закінчення табл. Д24





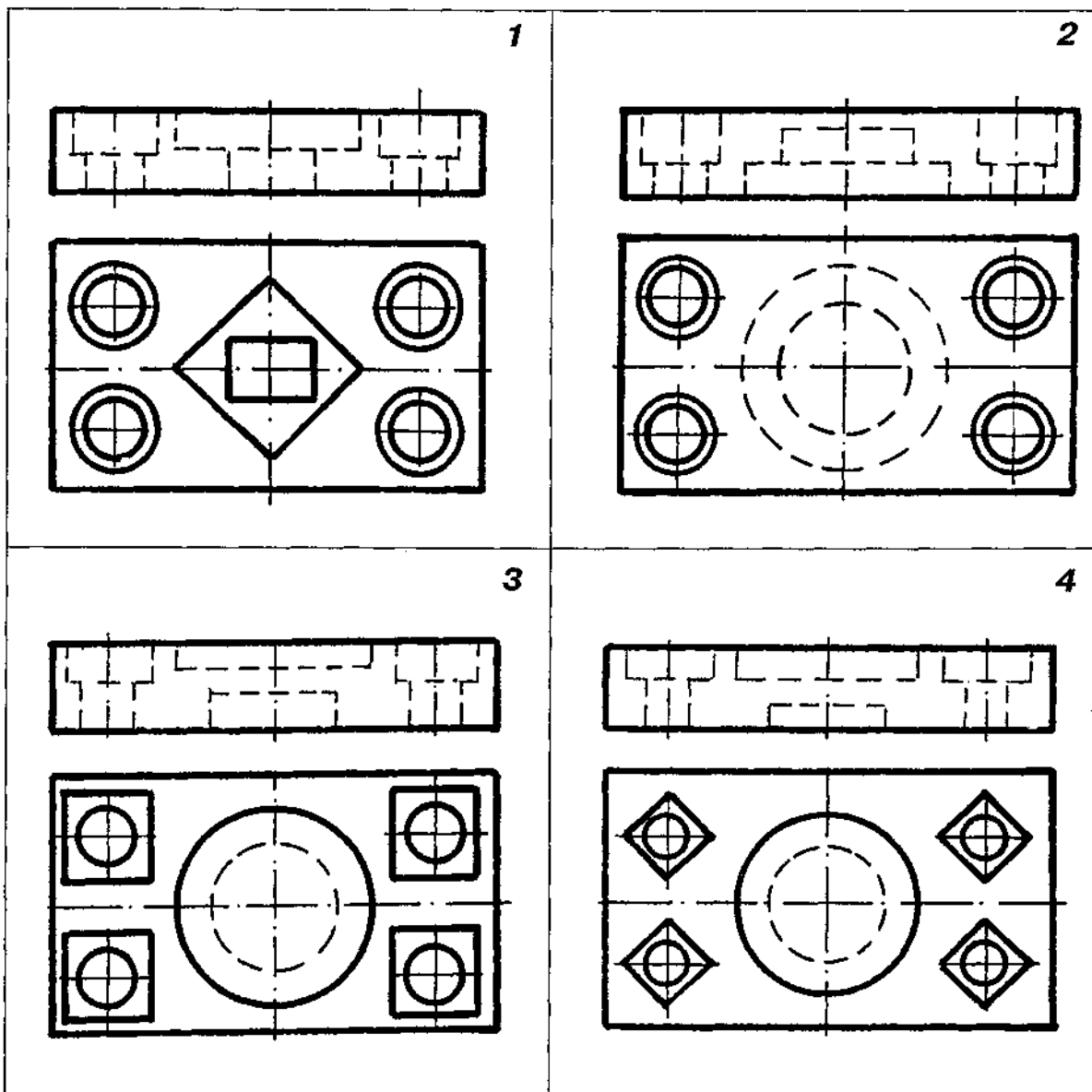
|                                   |           |  |              |             |
|-----------------------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Побудова розрізів та аксонометрії |           |  |              | Завдання 25 |
| Креслив                           | Іванюк    |  | іФНТУНГ      | Варіант 21  |
| Перевірів                         | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

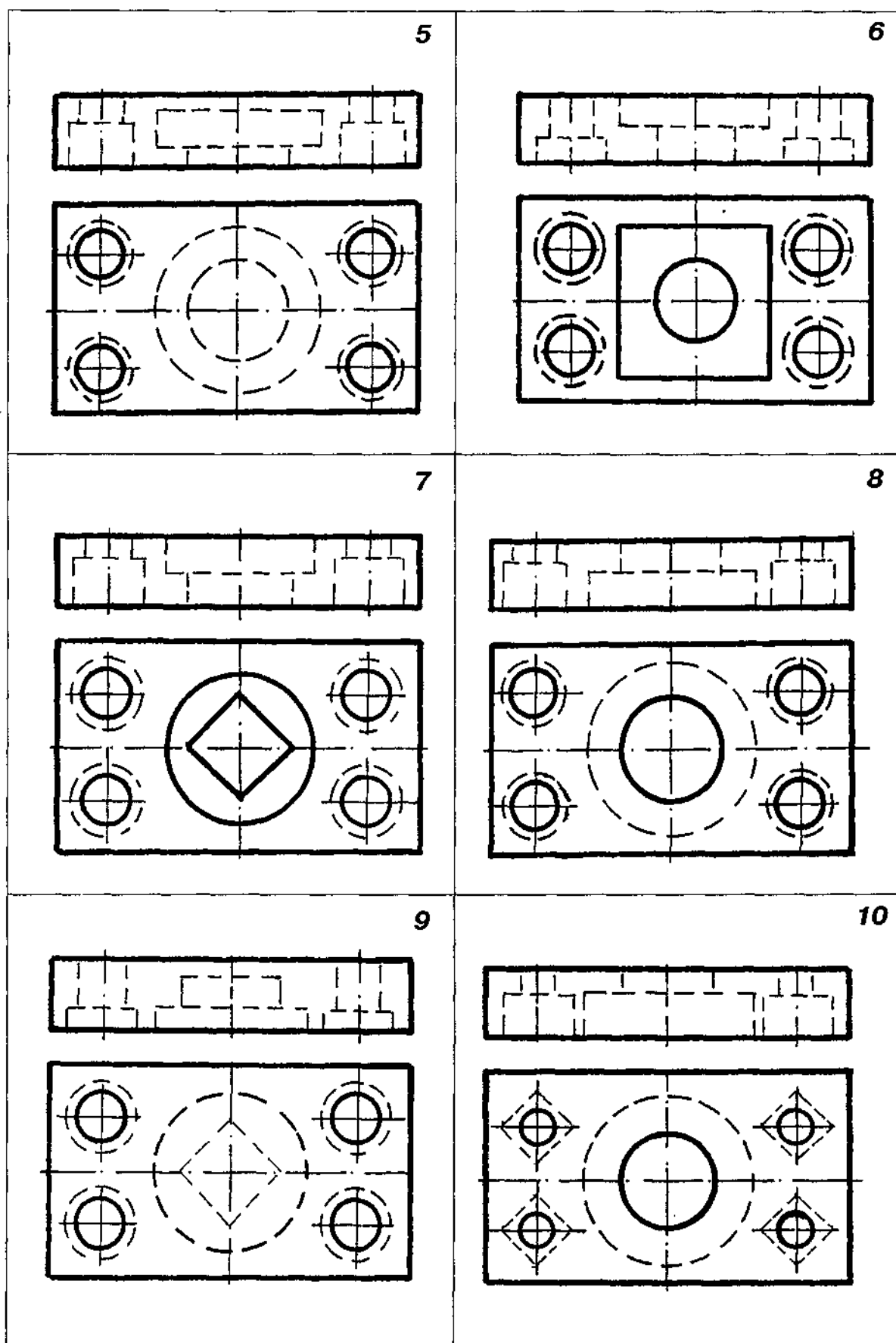
Рис. Д37

## Завдання 26

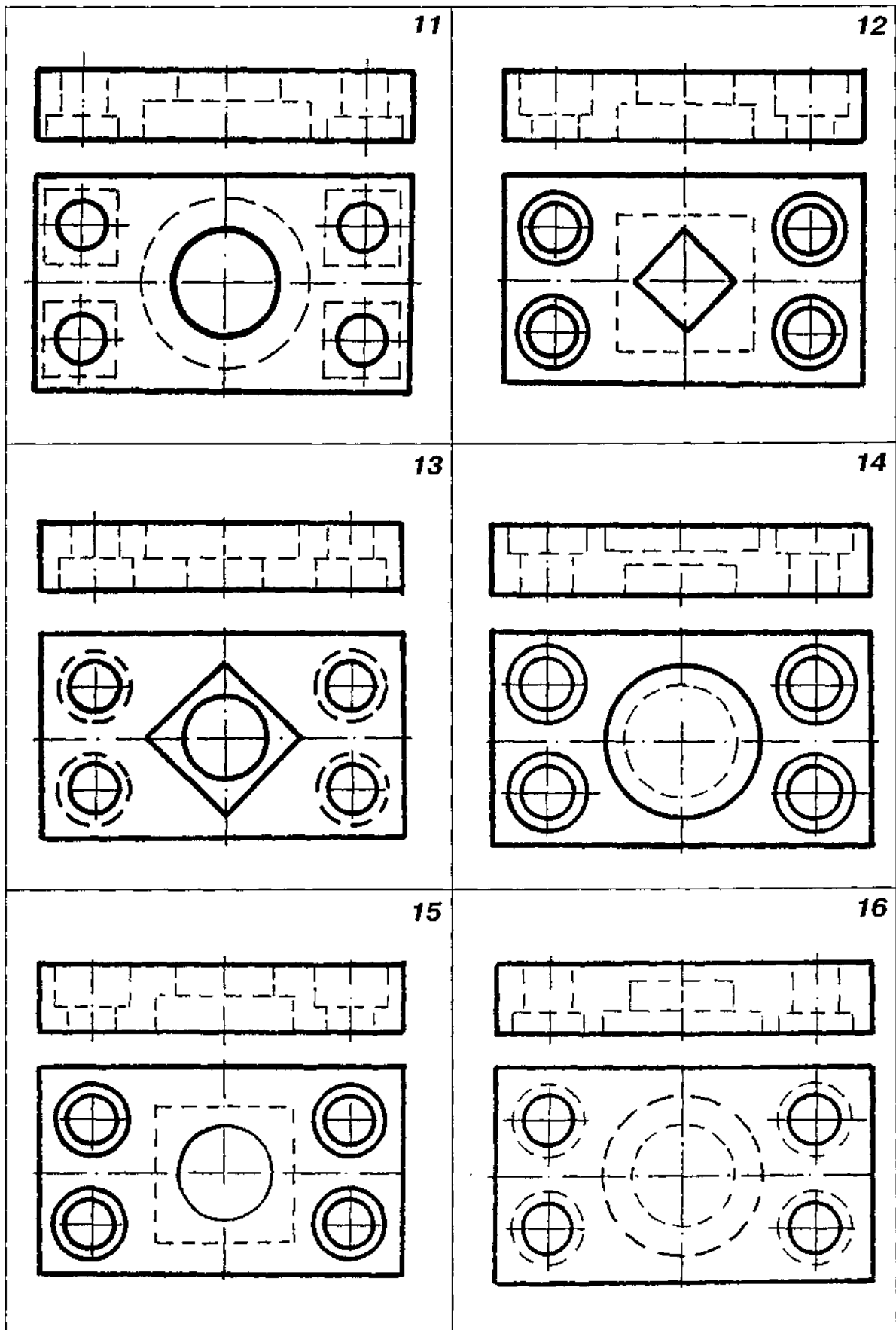
1. Варіанти завдання взяти з табл. Д25.
2. Перекреслити два вигляди деталі, взявши габаритні розміри такі, як на прикладі виконання завдання (рис. Д38), а складові елементи деталі накреслити пропорційним збільшенням графічної умови.
3. Виконати складний ступінчастий розріз, вибравши положення січних площин самостійно.
4. Нанести розміри.
5. Побудувати прямокутну ізометрію деталі з вирізанням чверті. Приклад виконання подано на рис. Д39.

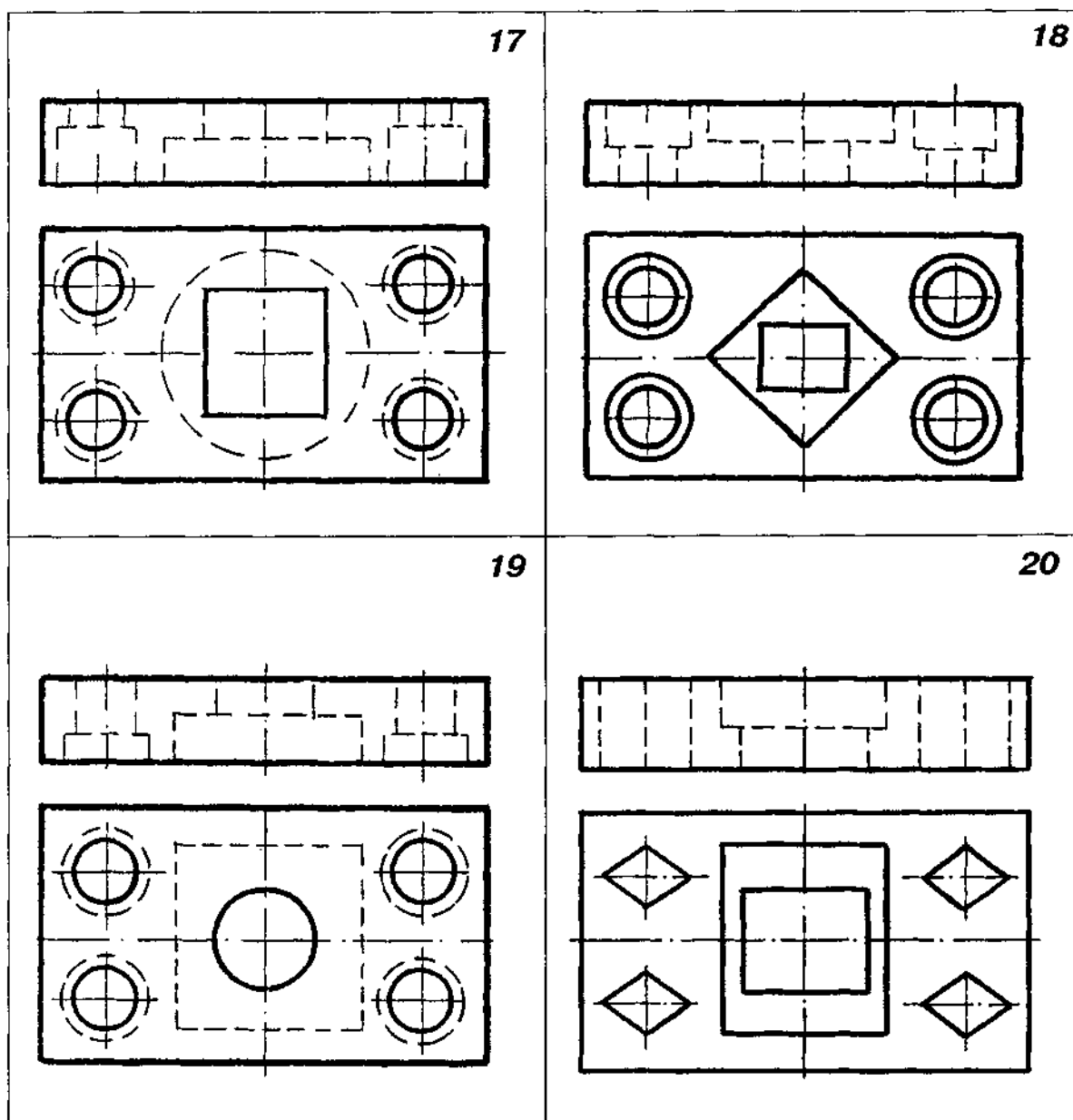
Таблиця Д25

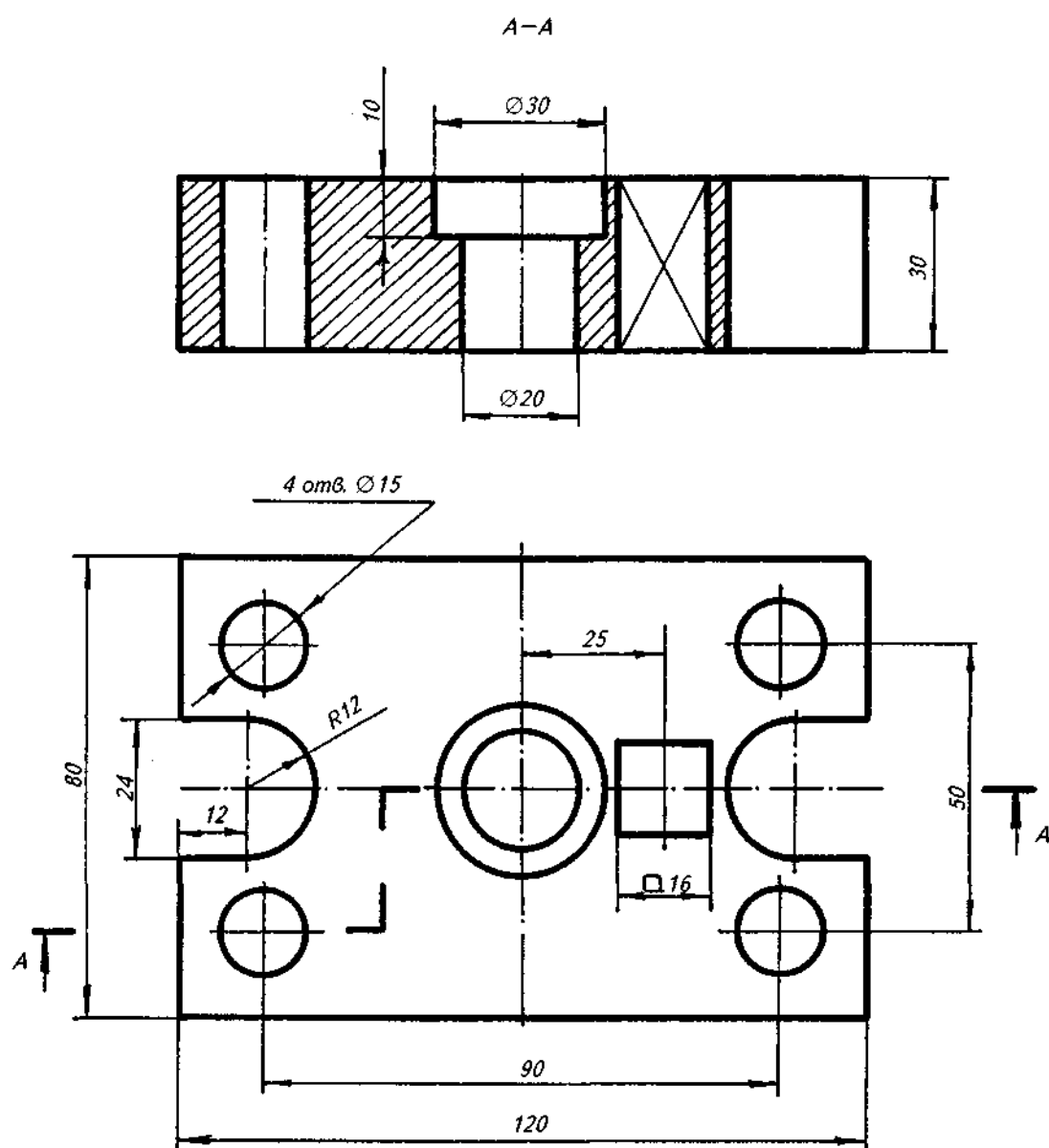




Продовження табл. Д25

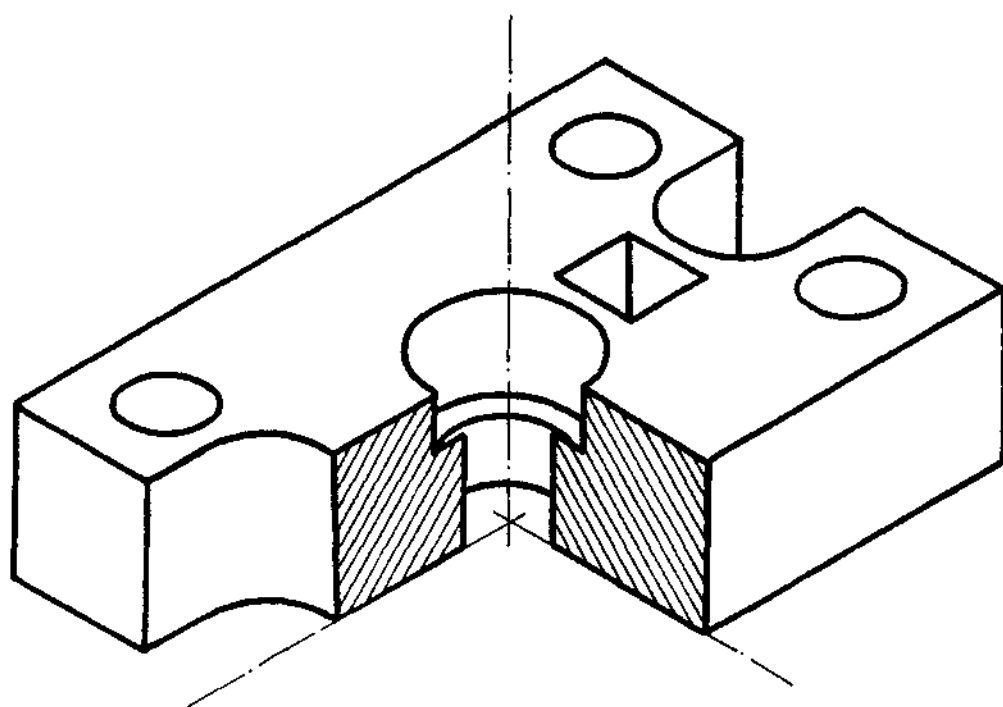






|                                          |           |  |  |                         |             |
|------------------------------------------|-----------|--|--|-------------------------|-------------|
| Побудова складного ступінчастого розрізу |           |  |  |                         | Завдання 26 |
| Креслив                                  | Андрийчук |  |  | ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 | Варіант 25  |
| Перевірів                                | Василишин |  |  |                         | М 1:1       |

Рис. Д38



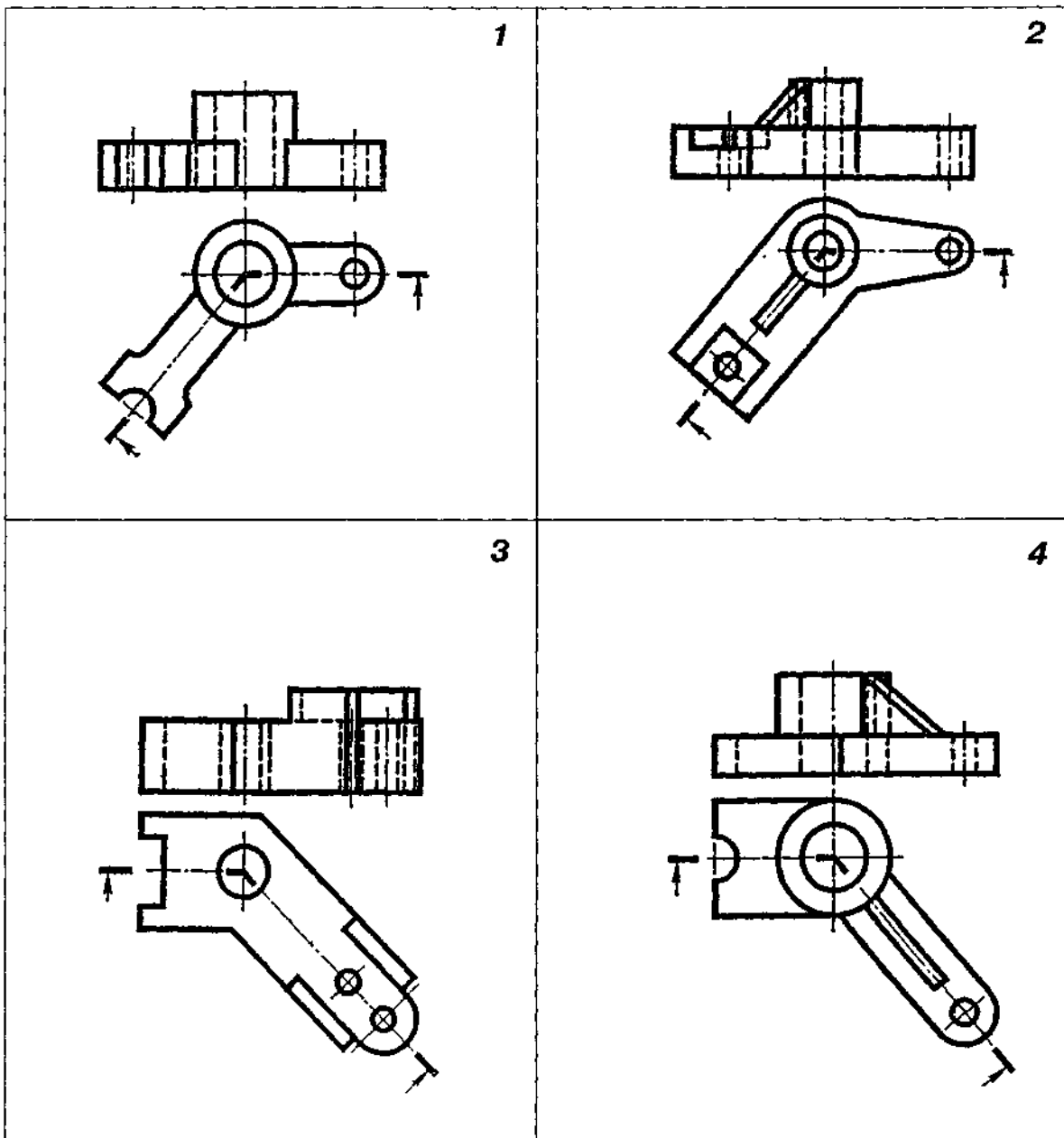
|                       |           |  |  |                         |             |
|-----------------------|-----------|--|--|-------------------------|-------------|
| Побудова аксонометрії |           |  |  |                         | Завдання 26 |
| Креслив               | Андрійчук |  |  | ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 | Варіант 25  |
| Перевірів             | Василишин |  |  |                         | М 1:1       |

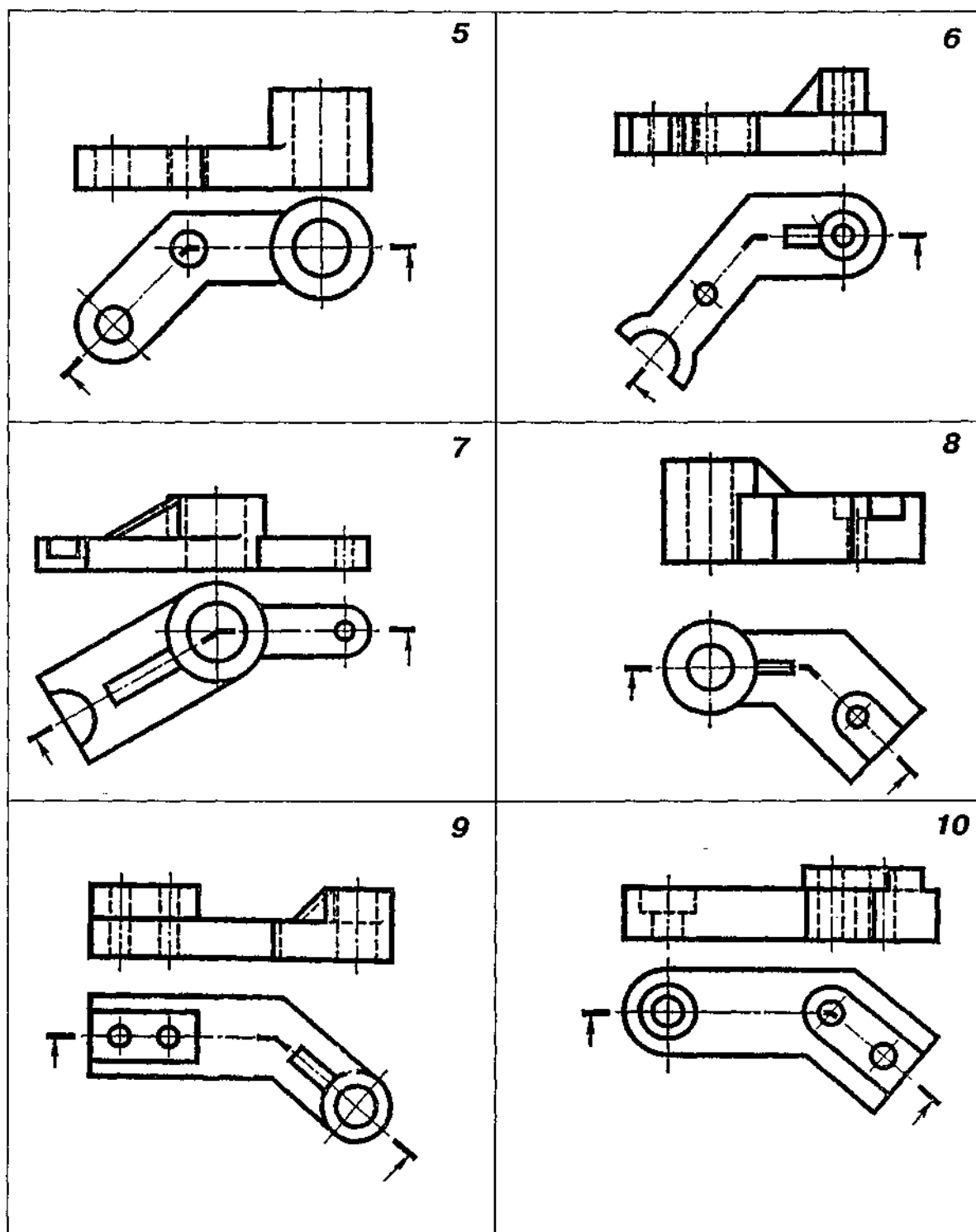
Рис. Д39

## Завдання 27

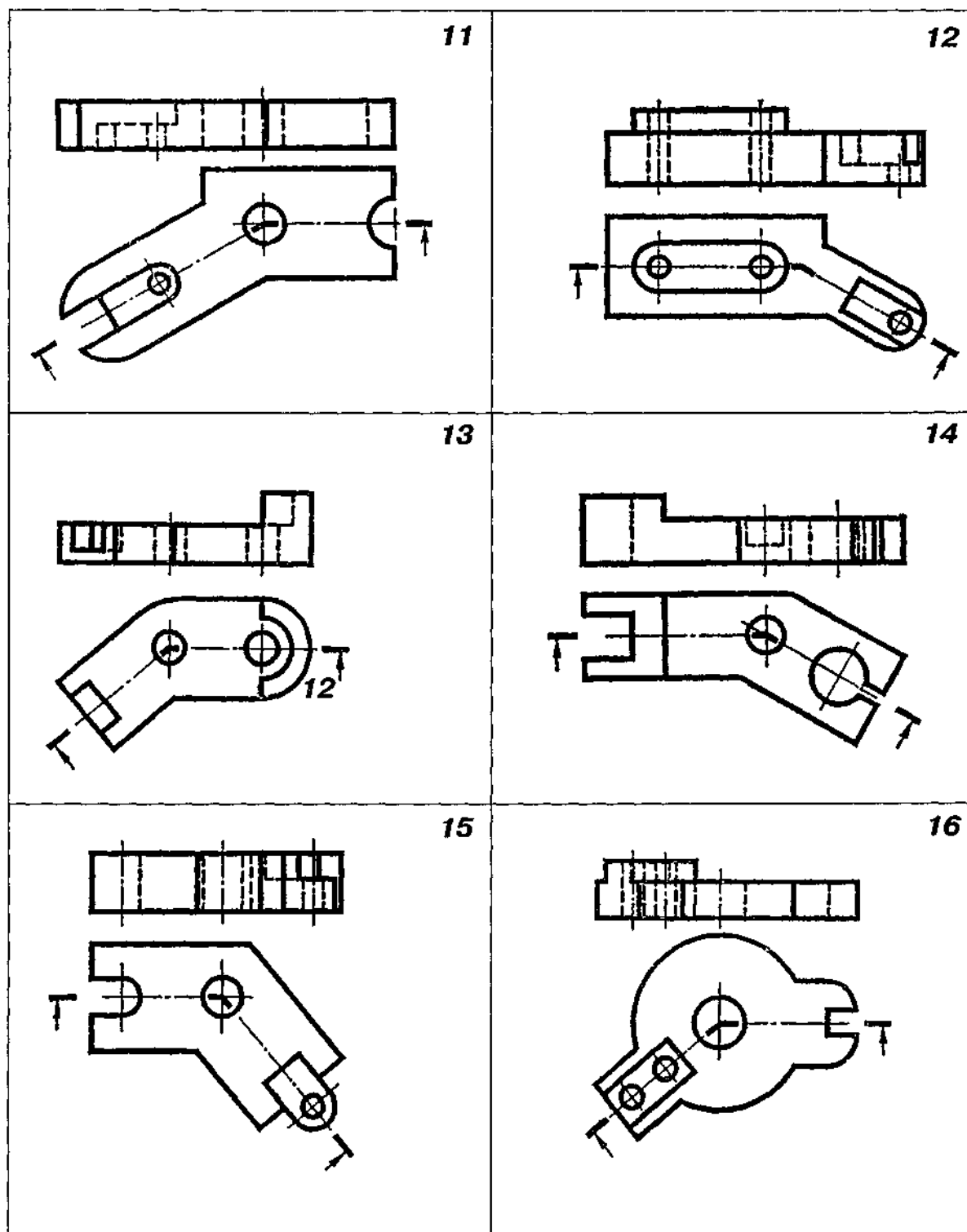
1. Варіанти завдання взяти з табл. Д26.
2. Перекреслити два вигляди деталі, збільшивши графічну умову вдвічі.
3. Виконати складний ламаний розріз згідно з положенням указаних на схемах січних площин.
4. Нанести розміри.
5. Приклад виконання завдання подано на рис. Д40.

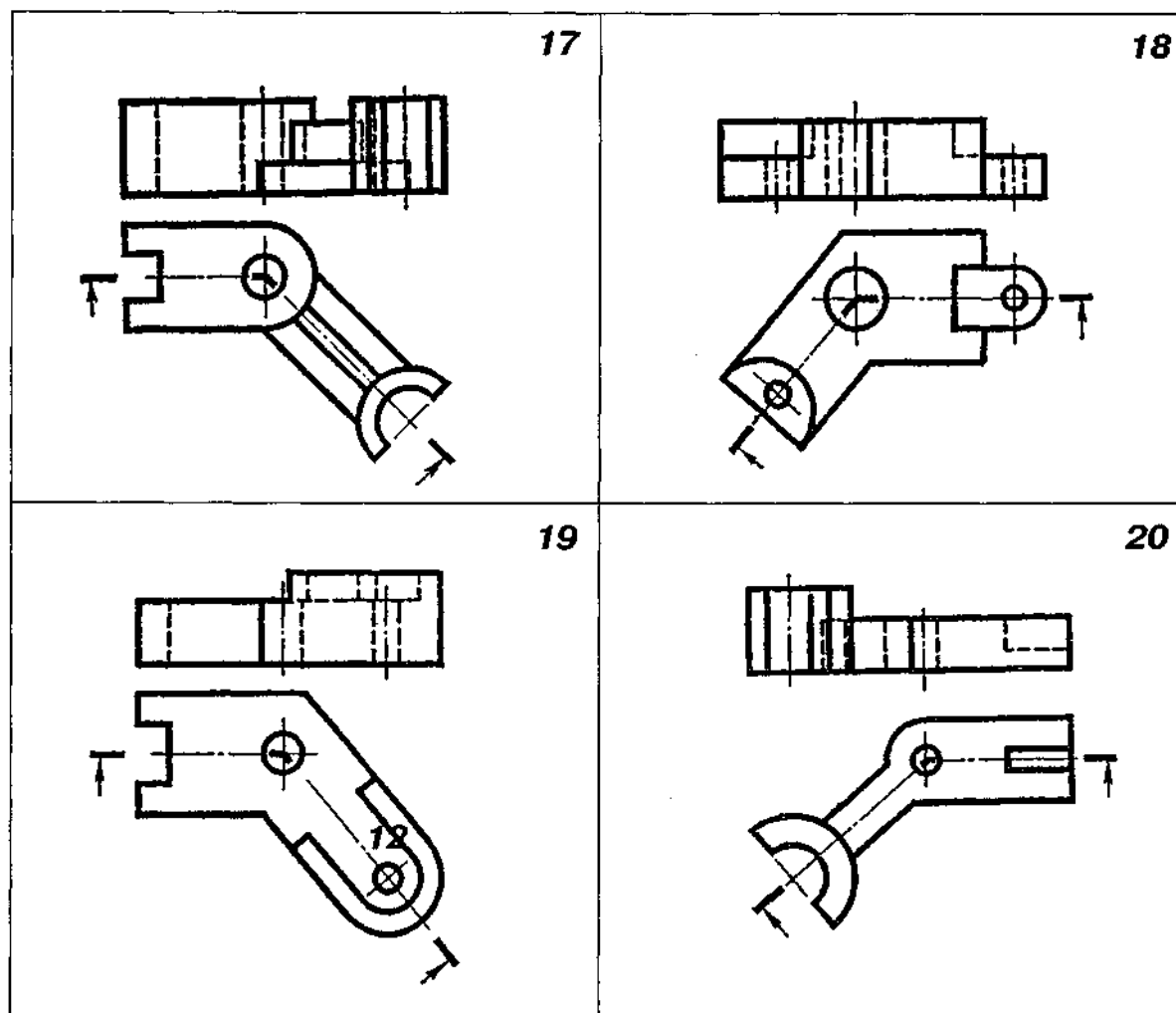
Таблиця Д26

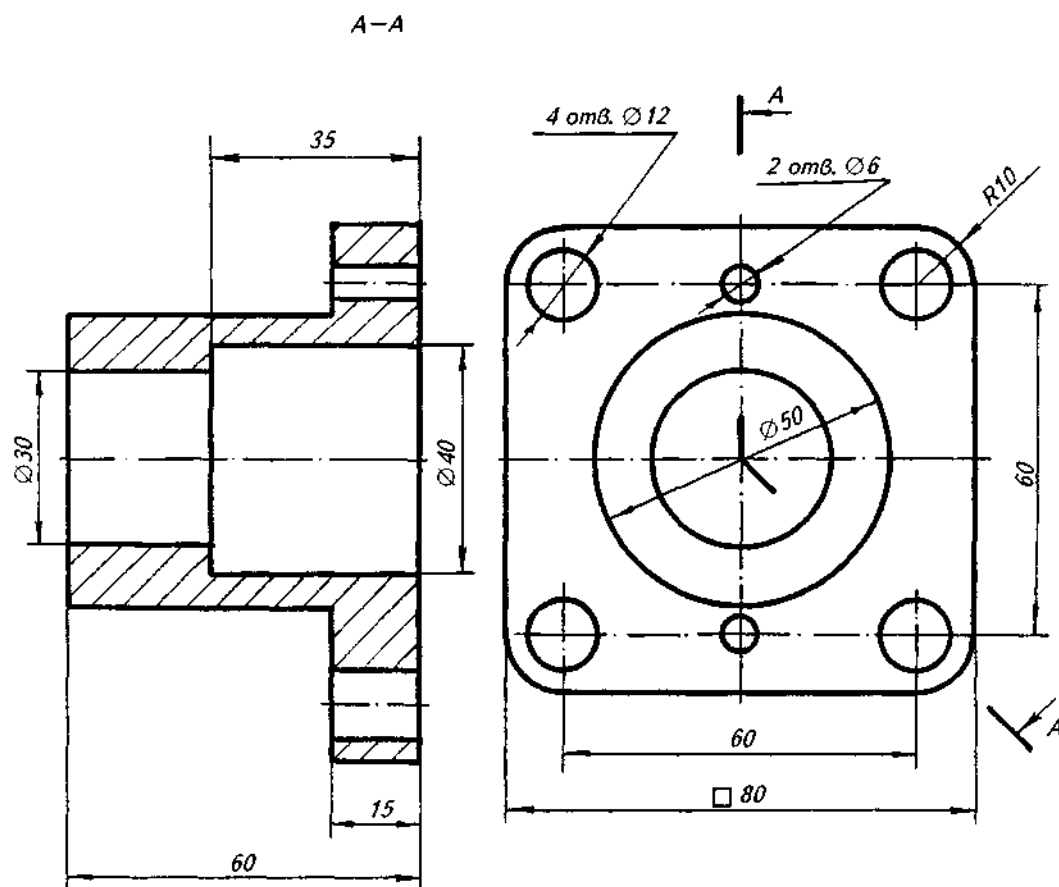




Продовження табл. Д26







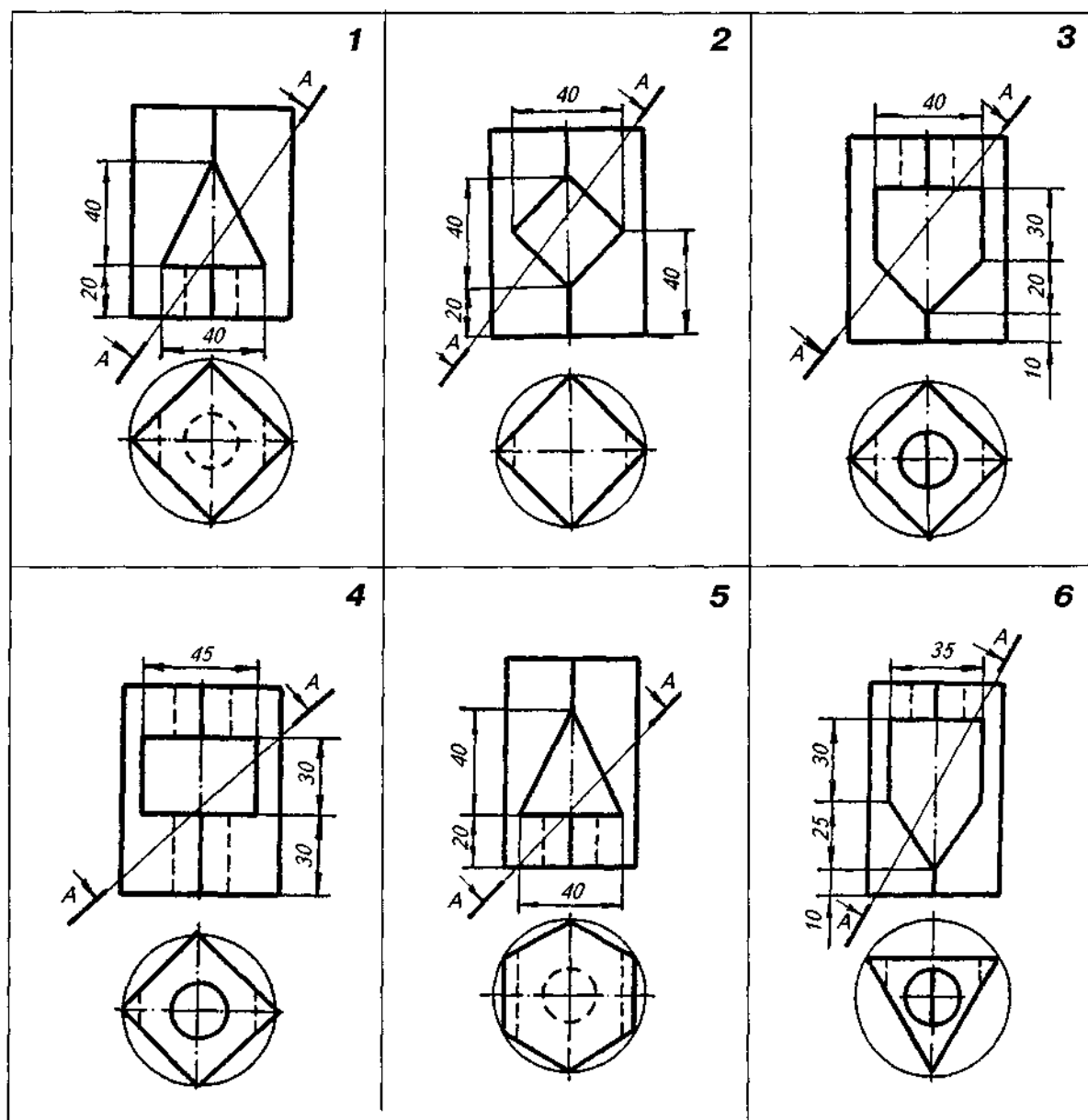
|                                     |           |  |  |                         |             |
|-------------------------------------|-----------|--|--|-------------------------|-------------|
| Побудова складного ламаного розрізу |           |  |  |                         | Завдання 27 |
| Креслив                             | Сидоренко |  |  | ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 | Варіант 23  |
| Перевірів                           | Василишин |  |  |                         | М 1:1       |

Рис. Д40

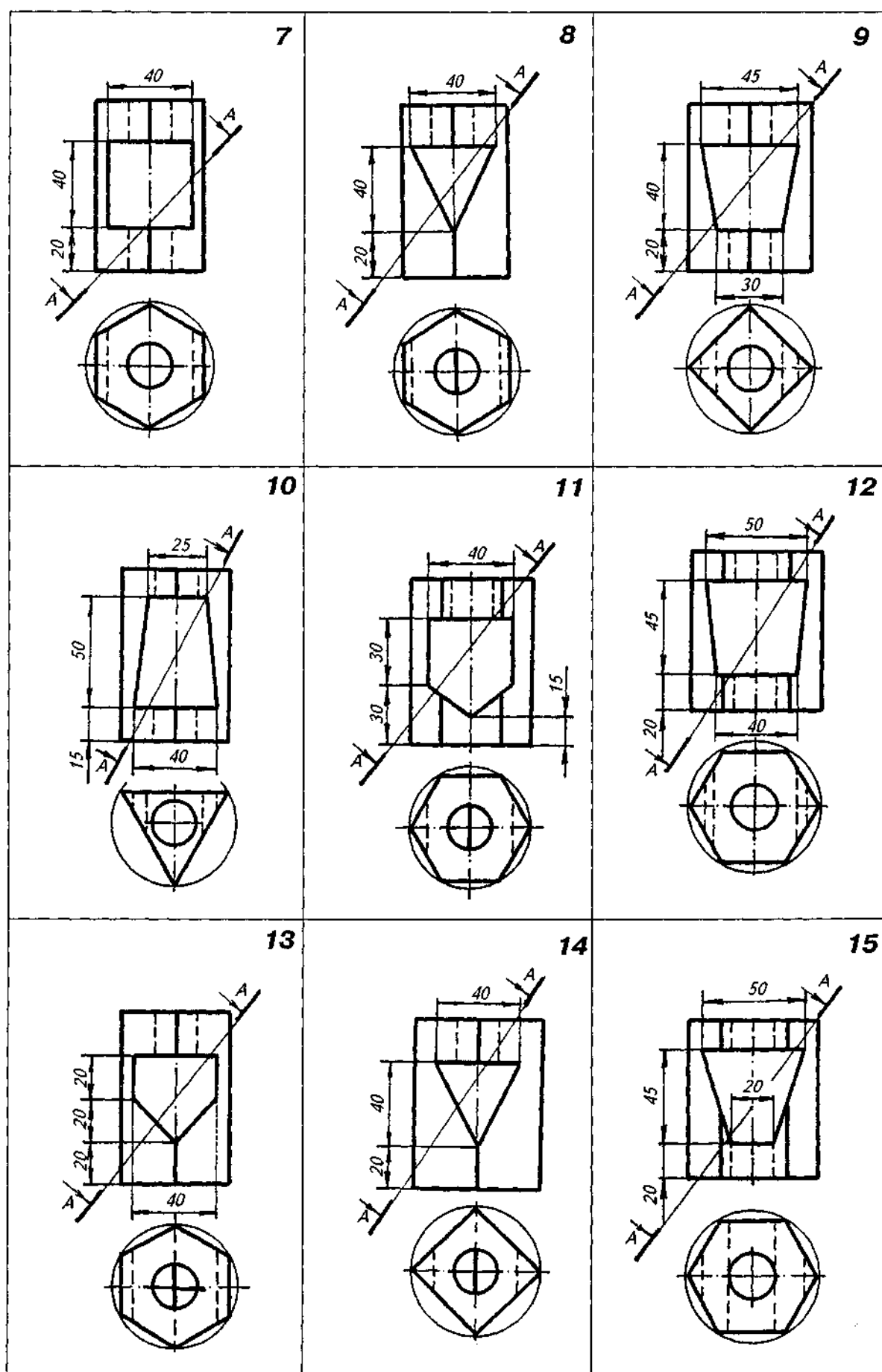
## Завдання 28

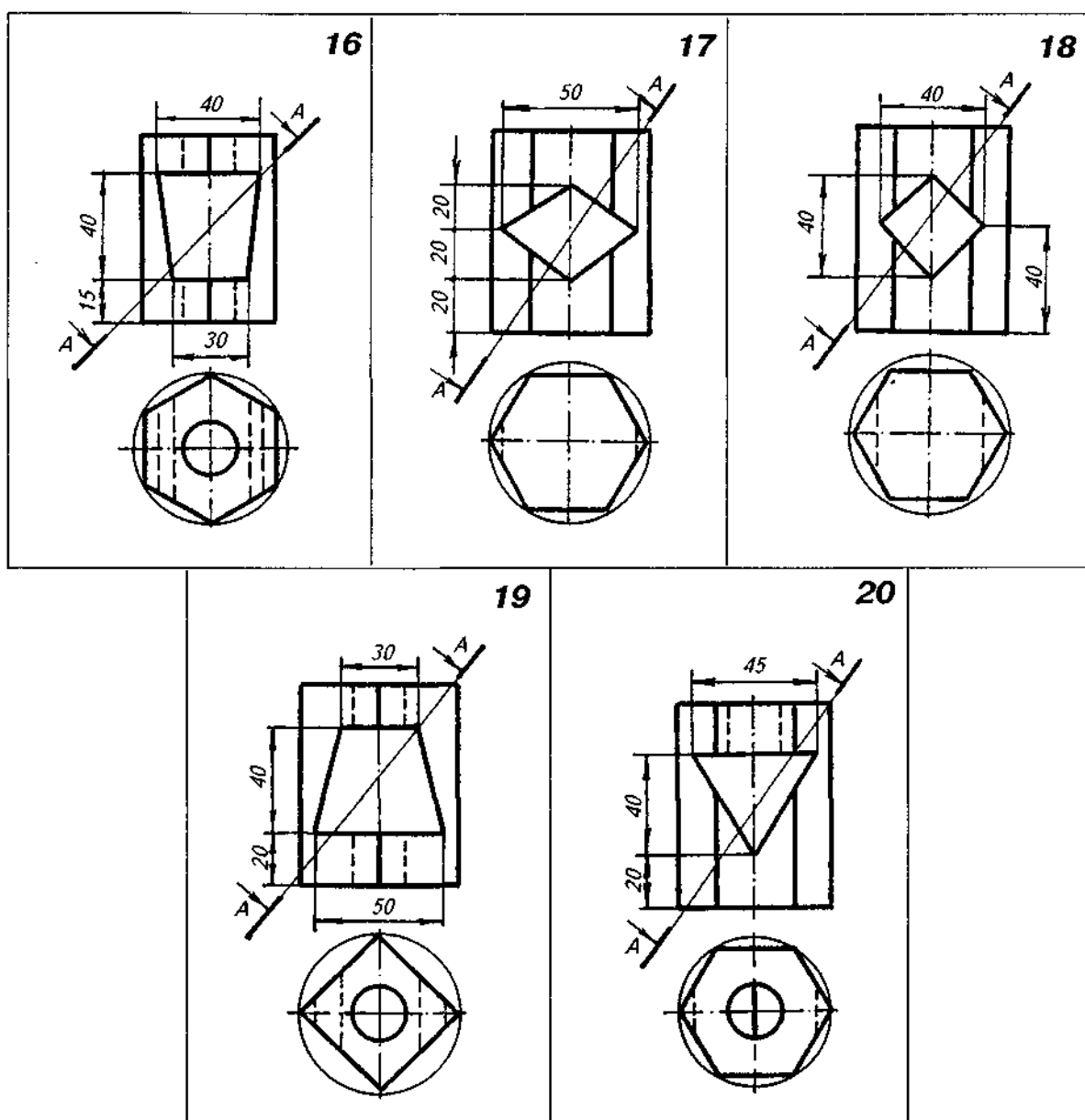
1. За двома виглядами моделі (виглядом спереду і виглядом зверху) побудувати третій вигляд (вигляд зліва).
2. На місці вигляду зліва виконати профільний розріз.
3. Побудувати похилий переріз А-А.
4. Варіанти завдання взяти з табл. Д27.
5. Висота моделі дорівнює 80 мм, діаметр кола, описаного навколо правильного багатокутника основи, дорівнює 70 мм. Діаметр циліндричного отвору 20 мм.
6. Приклад виконання завдання подано на рис. Д41.
7. Зобразити модель у прямокутній ізометрії чи диметрії з вирізанням чверті. Приклад виконання подано на рис. Д42.

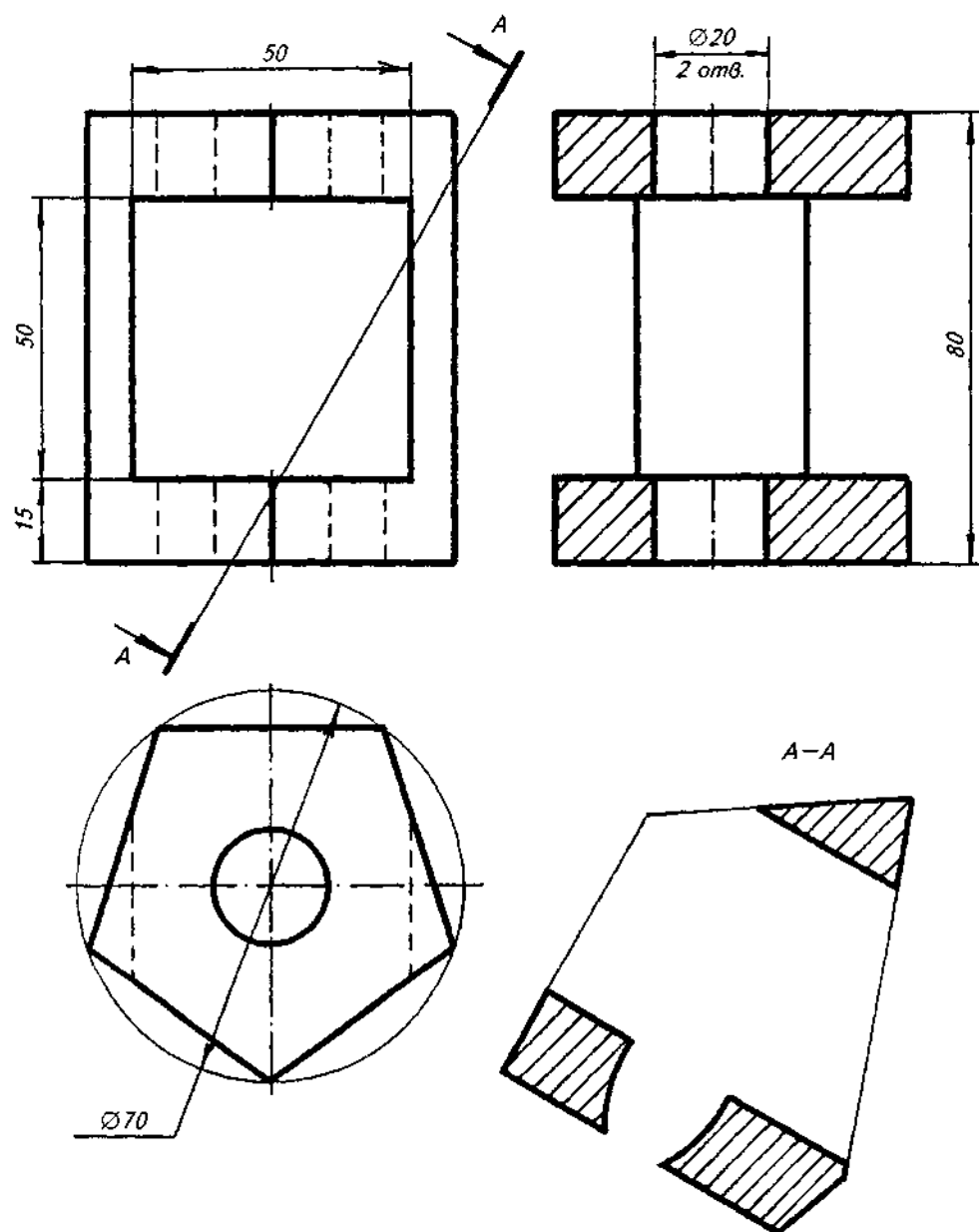
Таблиця Д27



Продовження табл. Д27

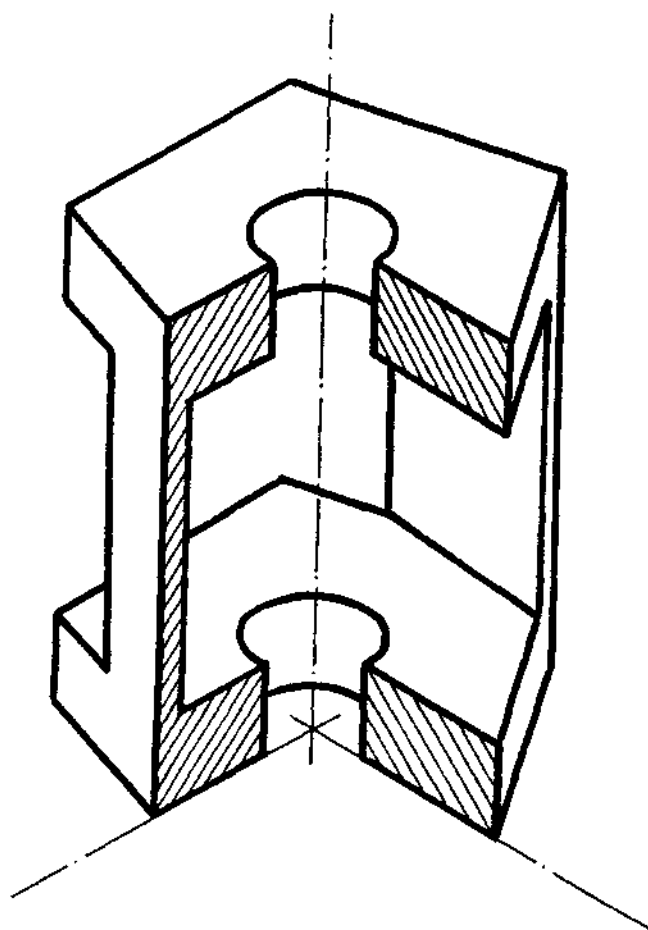






|                              |           |  |  |                         |             |
|------------------------------|-----------|--|--|-------------------------|-------------|
| Побудова профільного розрізу |           |  |  |                         | Завдання 28 |
| Креслив                      | Сидоренко |  |  | ІФНТУНГ<br>гр. ТНМ-05-1 | Варіант 23  |
| Перевірів                    | Василишин |  |  |                         | М 1:1       |

Рис. Д41



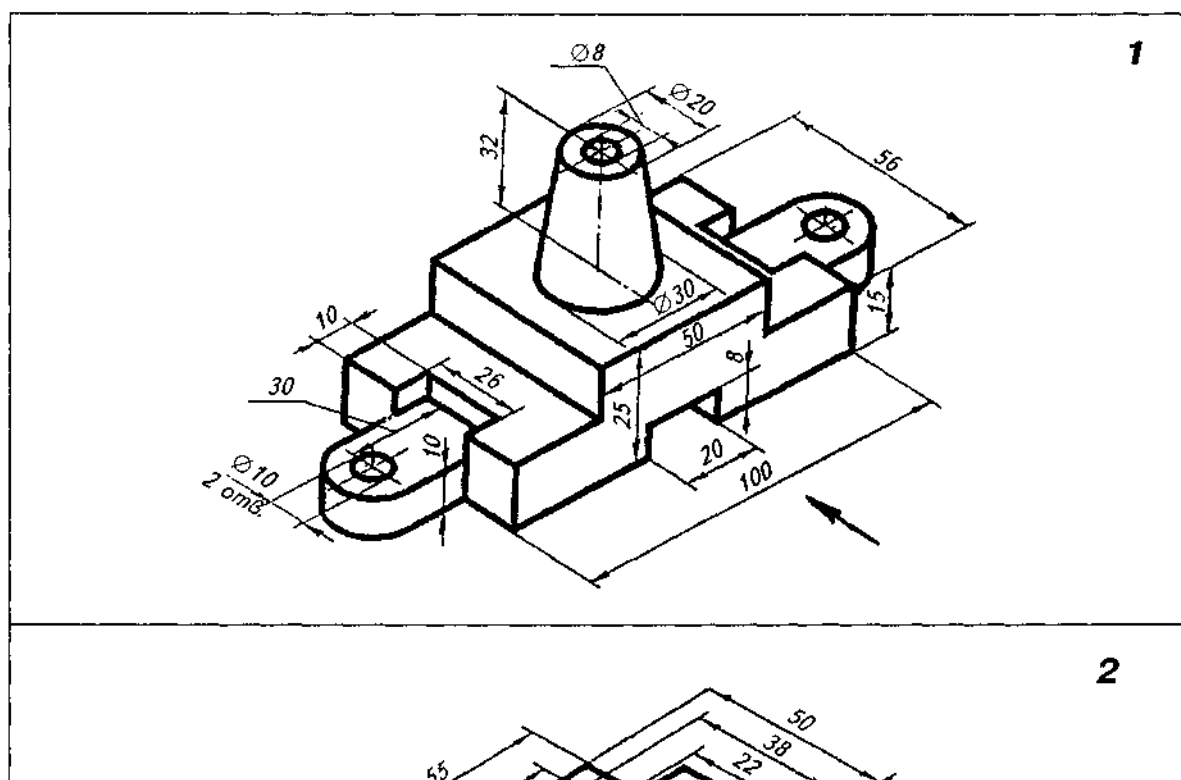
|                       |           |  |              |             |
|-----------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Побудова аксонометрії |           |  |              | Завдання 28 |
| Креслив               | Сидоренко |  | ІФНТУНГ      | Варіант 23  |
| Перевірів             | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д42

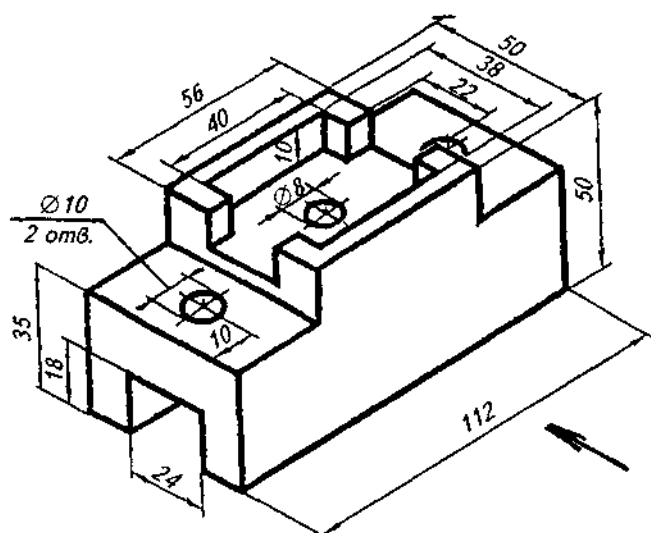
## Завдання 29

1. За аксонометричним зображенням моделі накреслити три вигляди моделі.
2. Виконати корисні розрізи.
3. Головний вигляд (вигляд спереду) вибрати в напрямку, вказаному стрілкою.
4. Усі отвори та пази, де це незрозуміло з графічної умови, — наскрізні.
5. Нанести розміри.
6. Варіанти завдання взяти з табл. Д28.

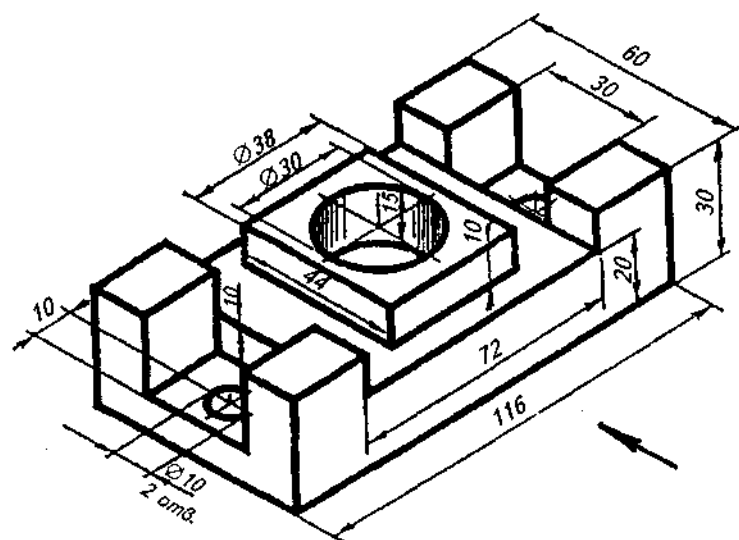
Таблиця Д28



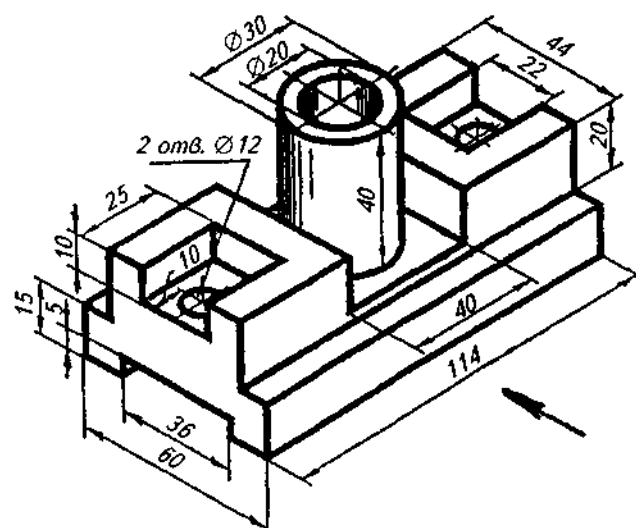
3



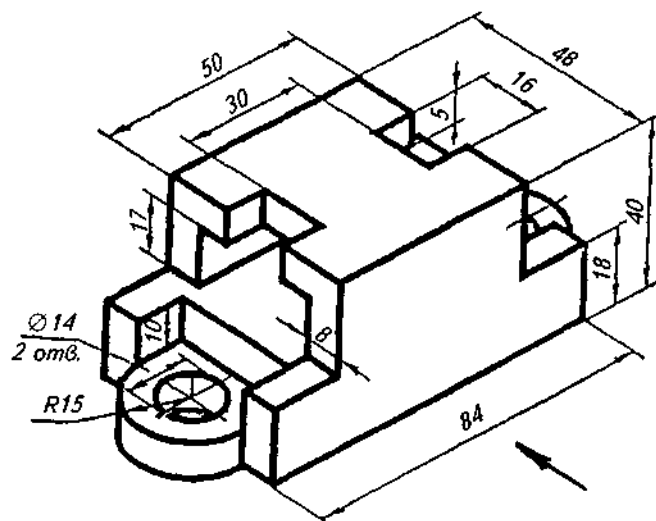
4



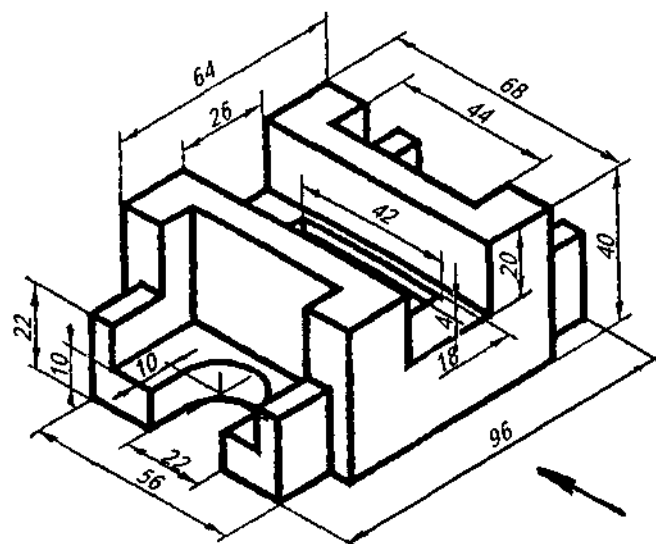
5



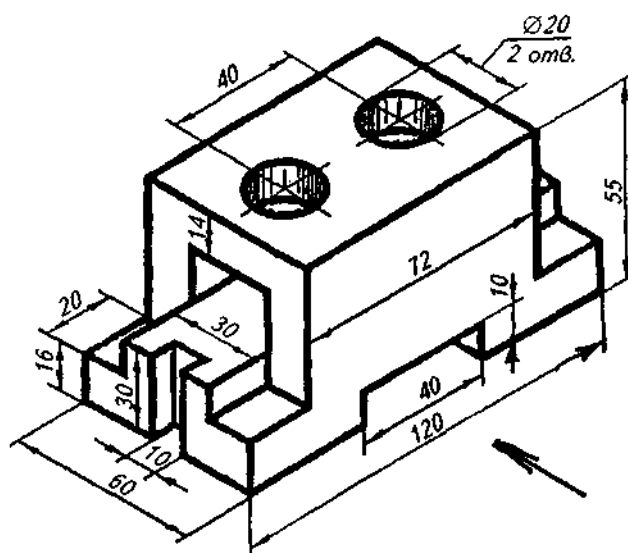
6



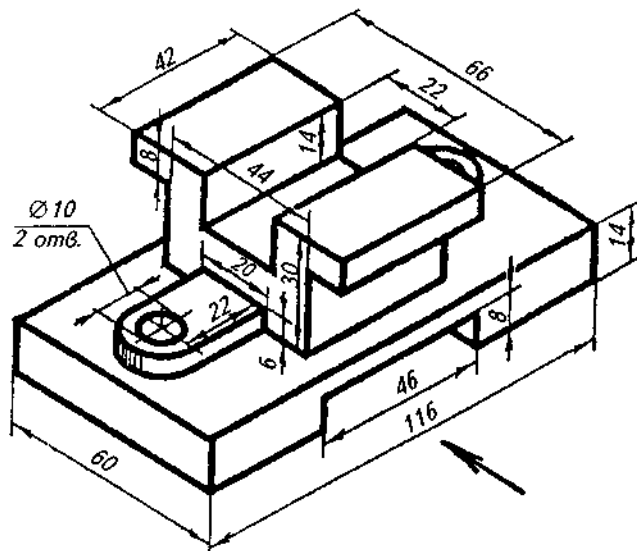
7



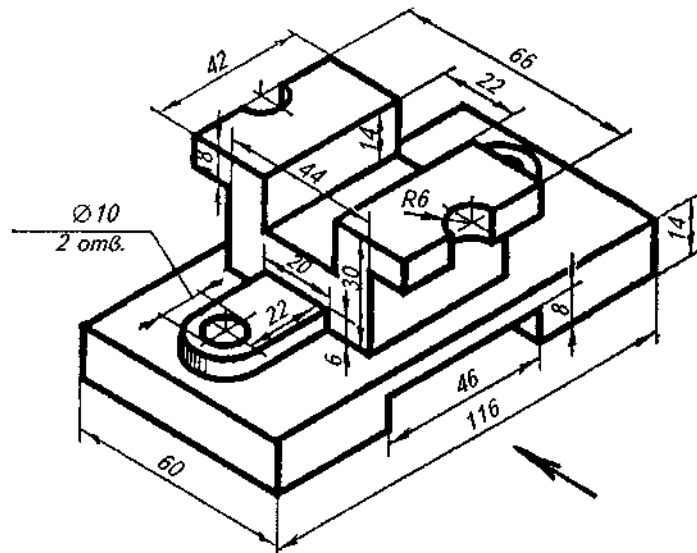
8



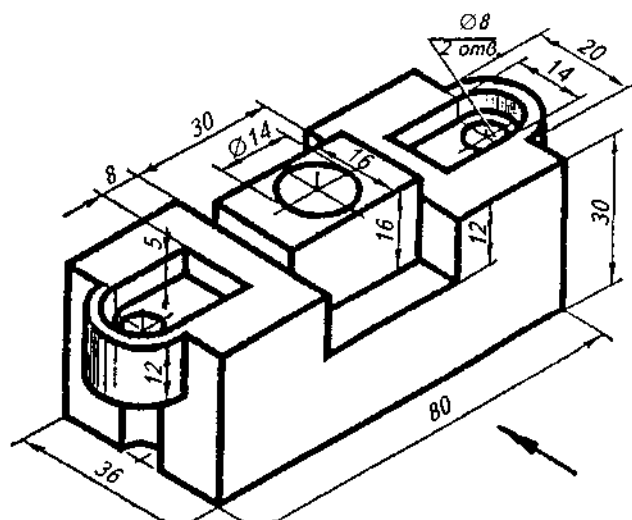
9



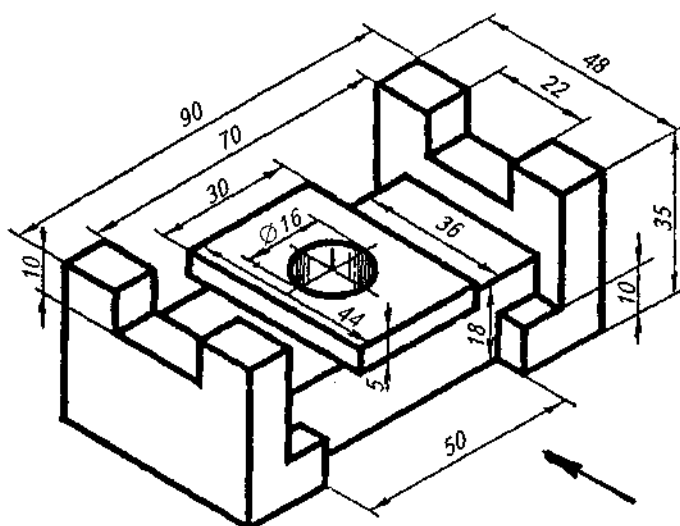
10



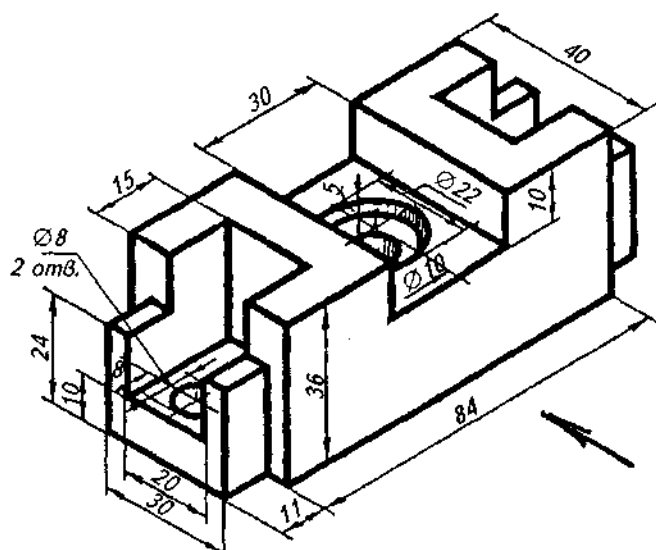
11



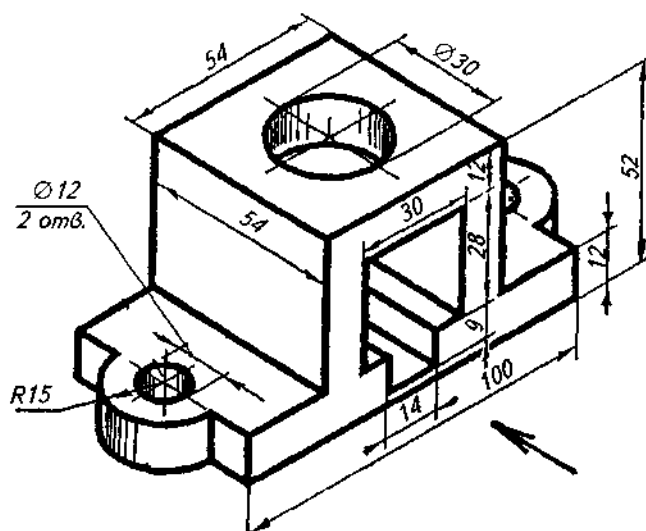
12

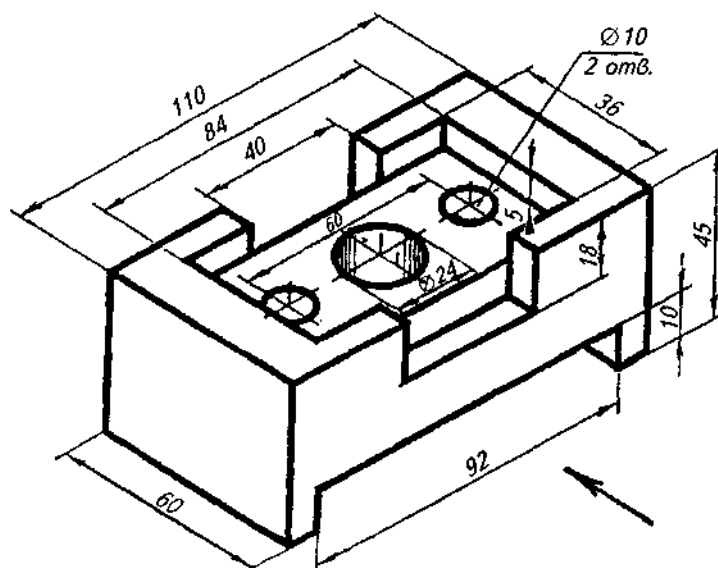
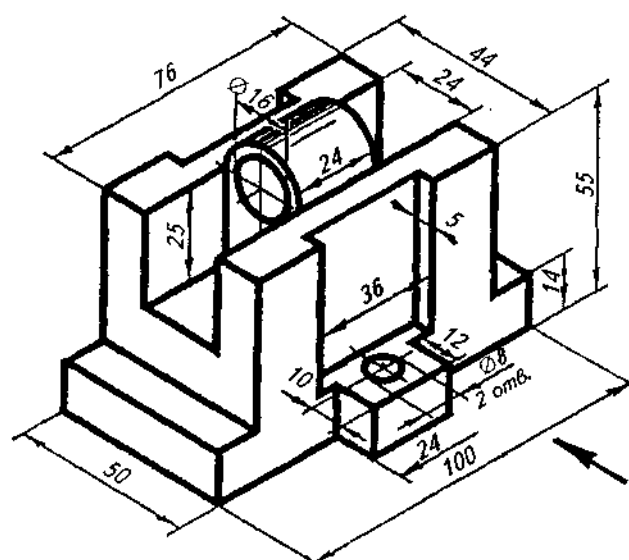
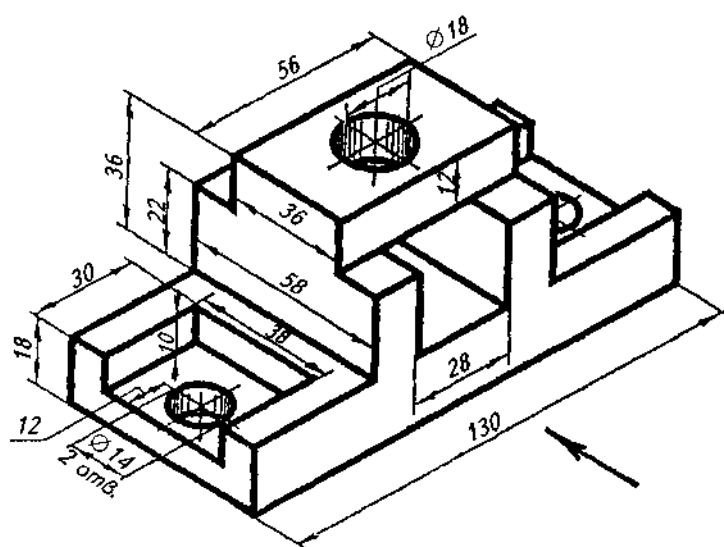


13

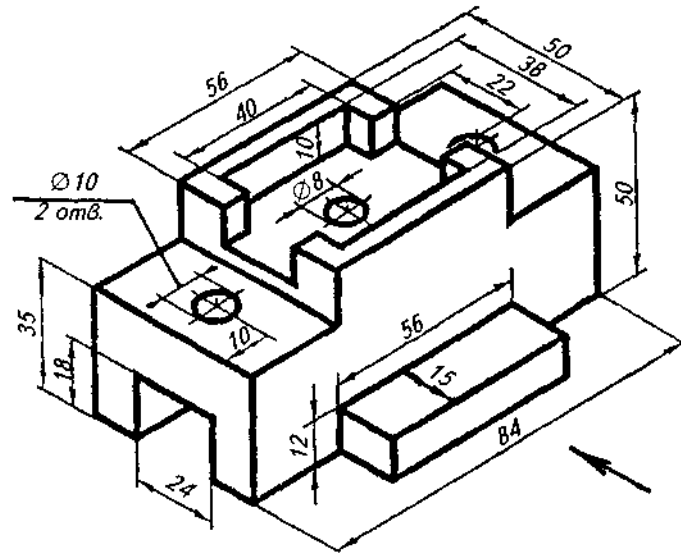


14

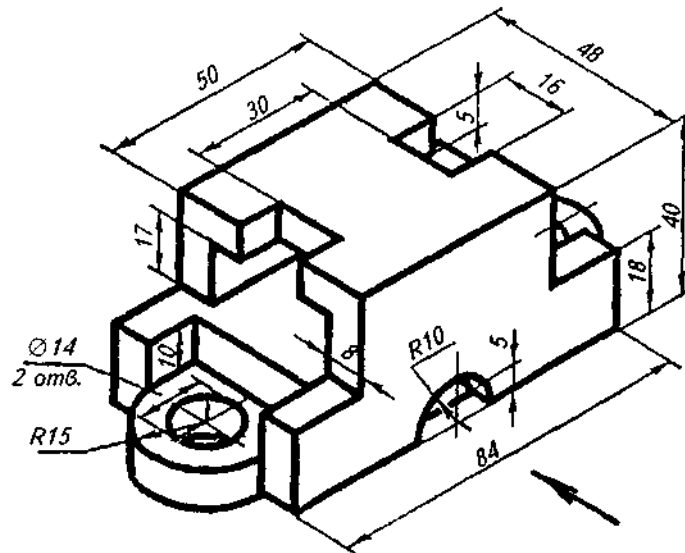




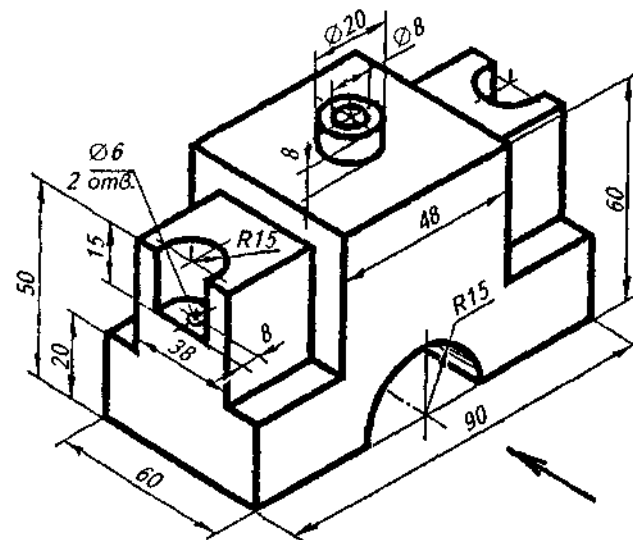
18



19



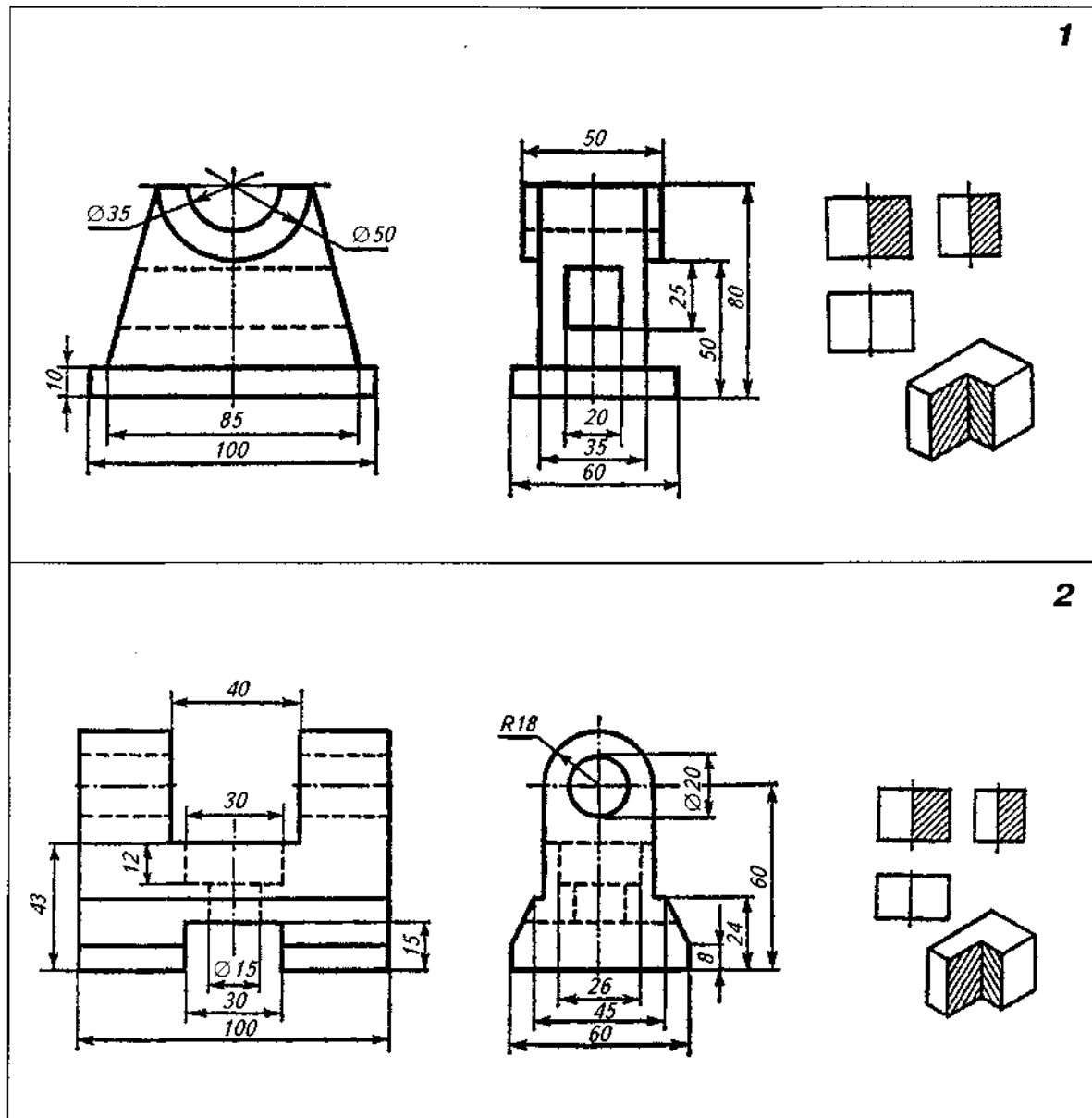
20

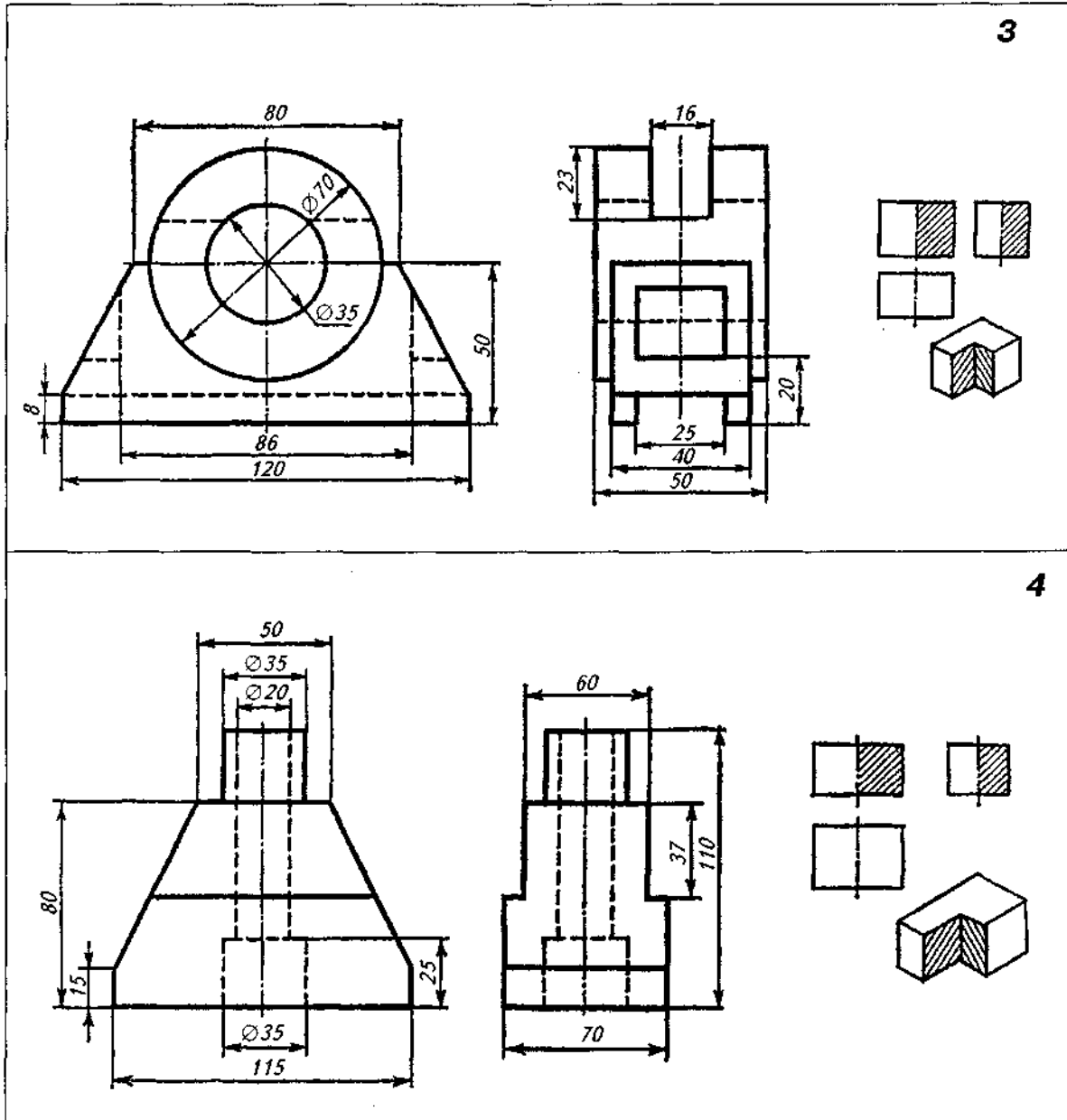


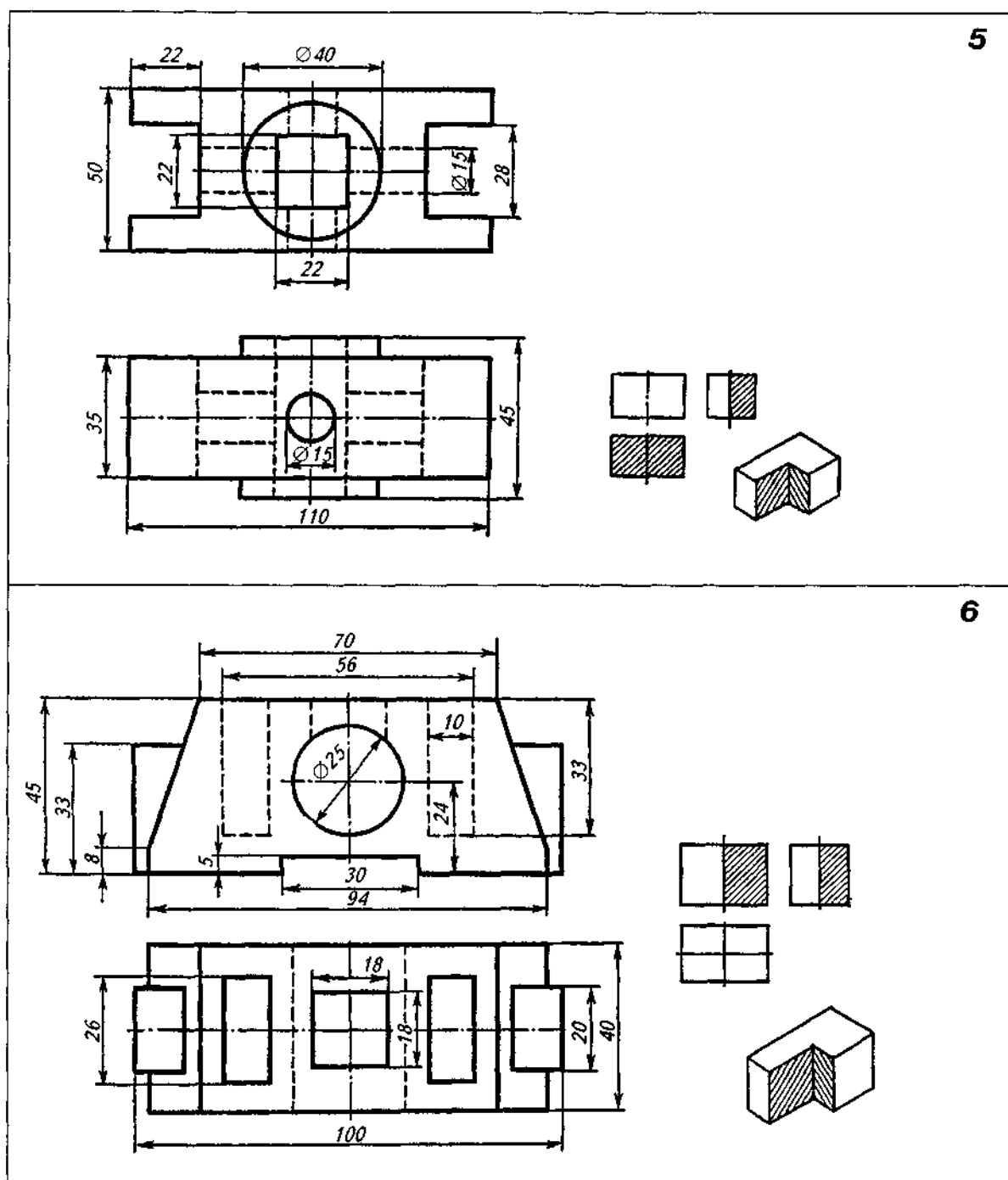
## Завдання 30

1. За двома виглядами моделі побудувати третій вигляд із застосуванням розрізів, указаних на схемах (табл. Д29).
2. Нанести розміри.
3. Побудувати прямокутну ізометричну проекцію з вирізанням передньої чверті.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д43.

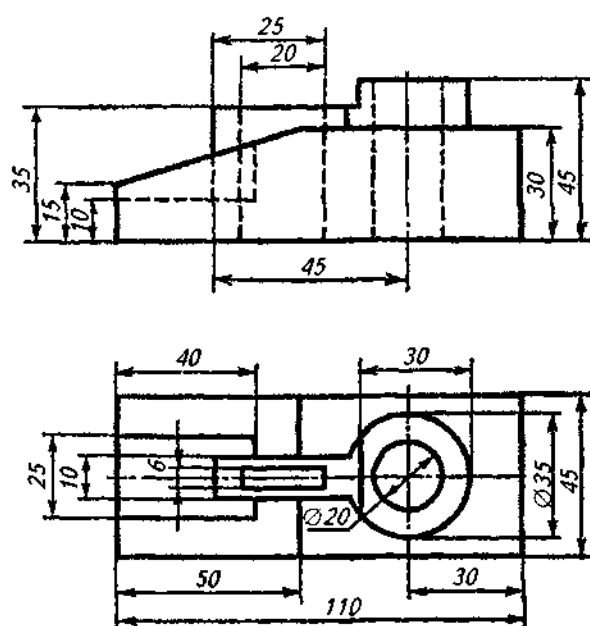
Таблиця Д29



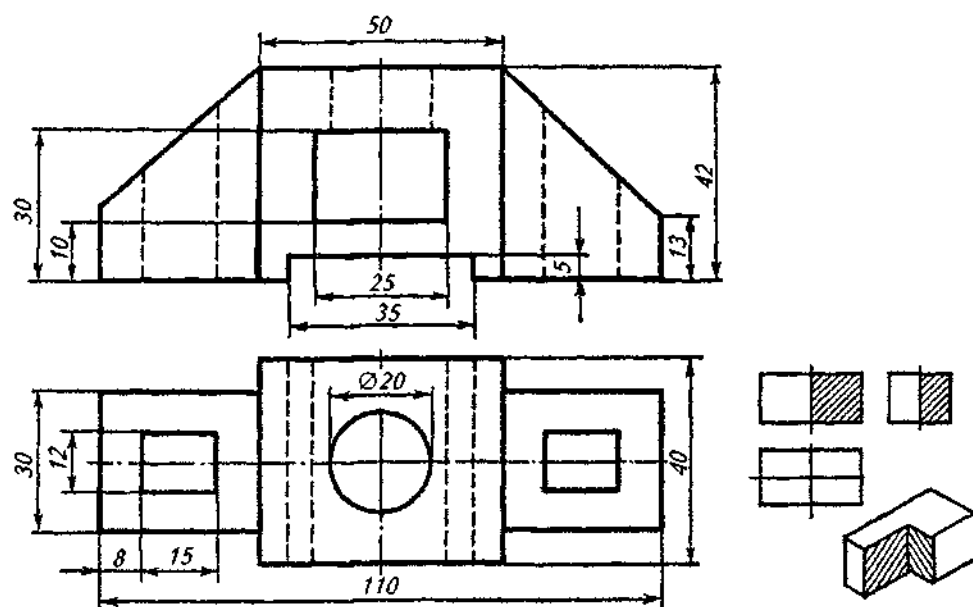


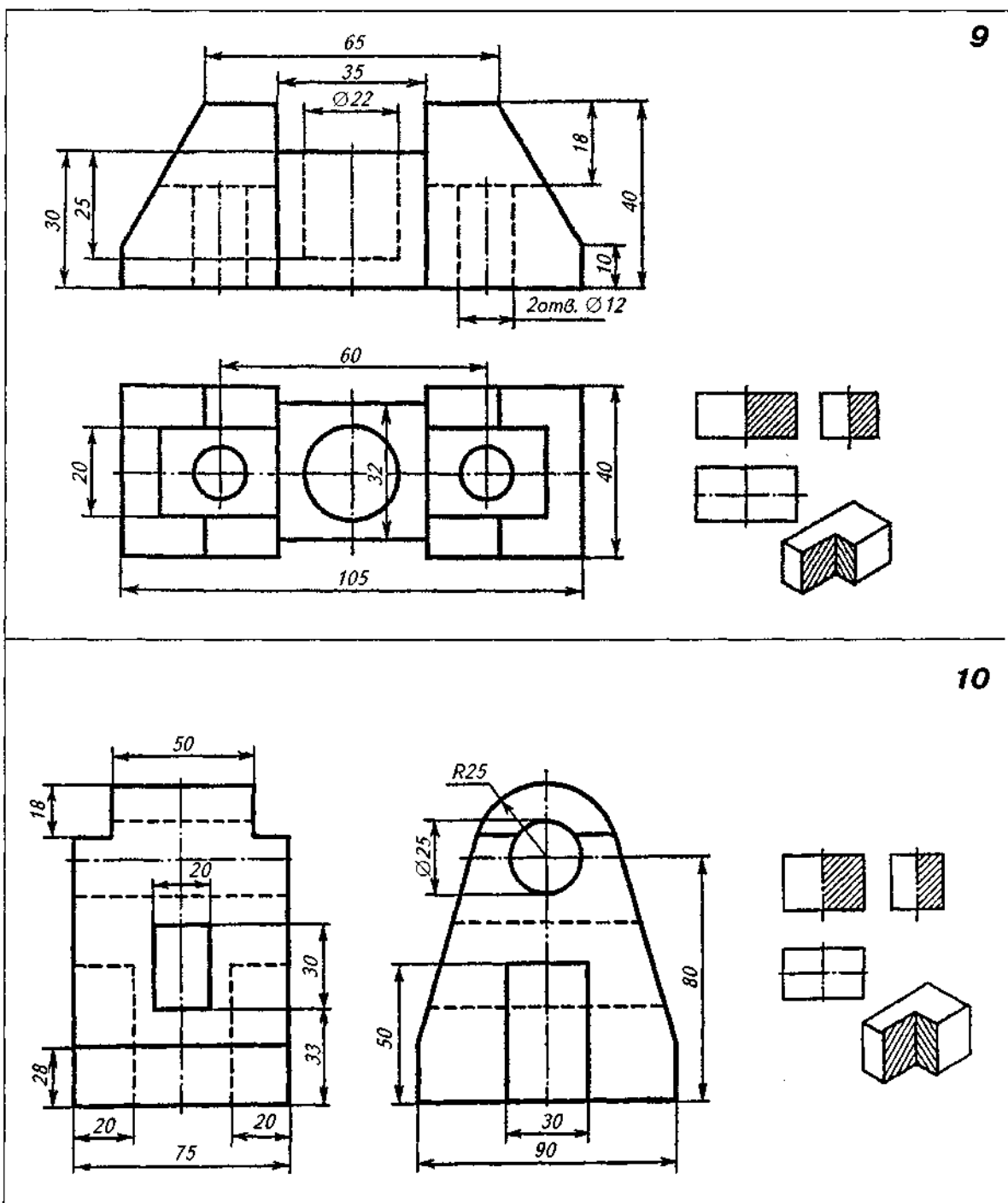


7

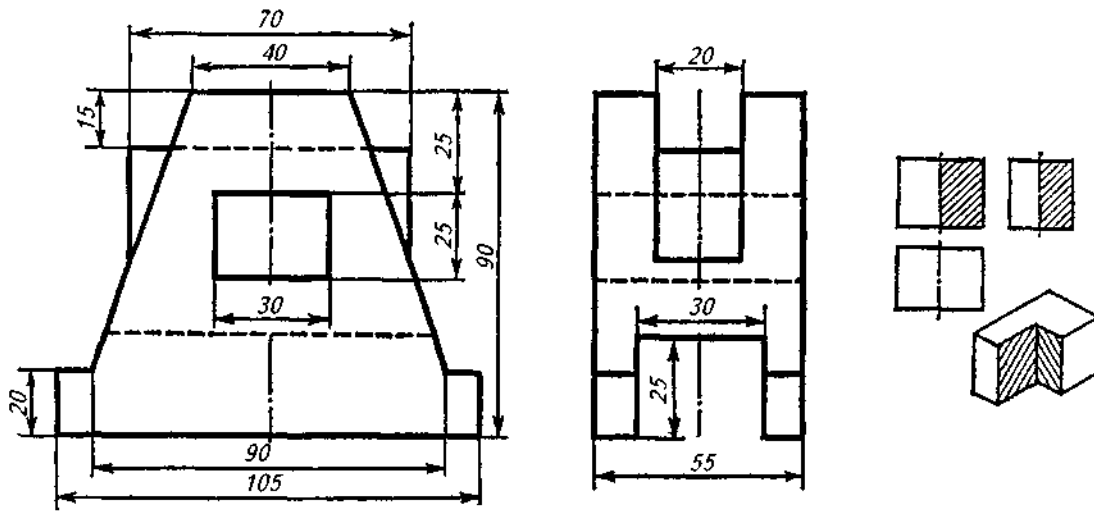


8

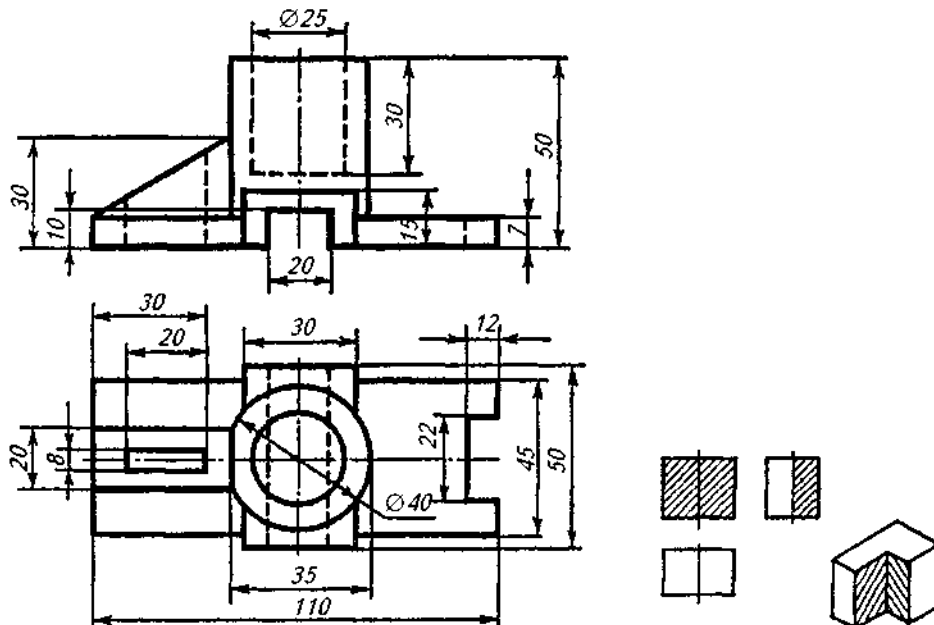




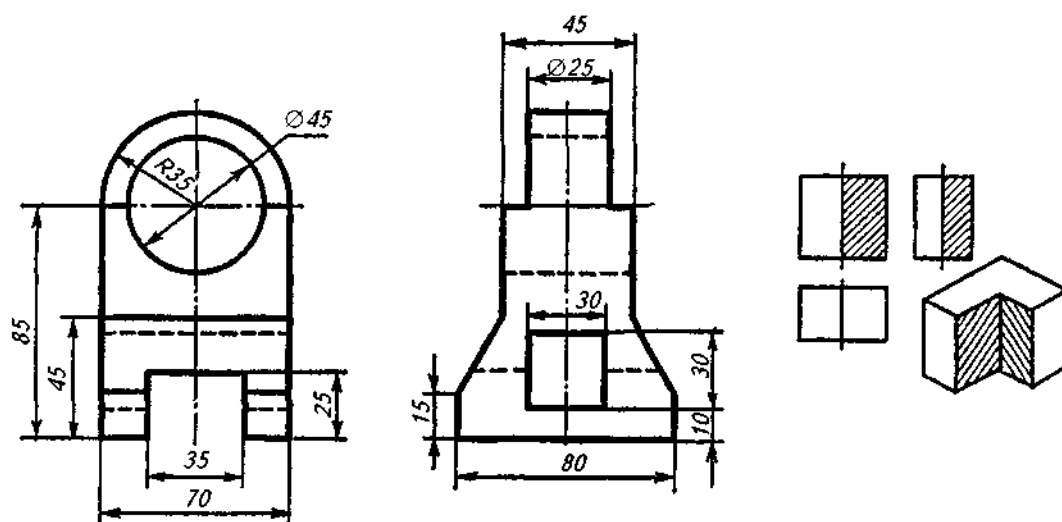
11



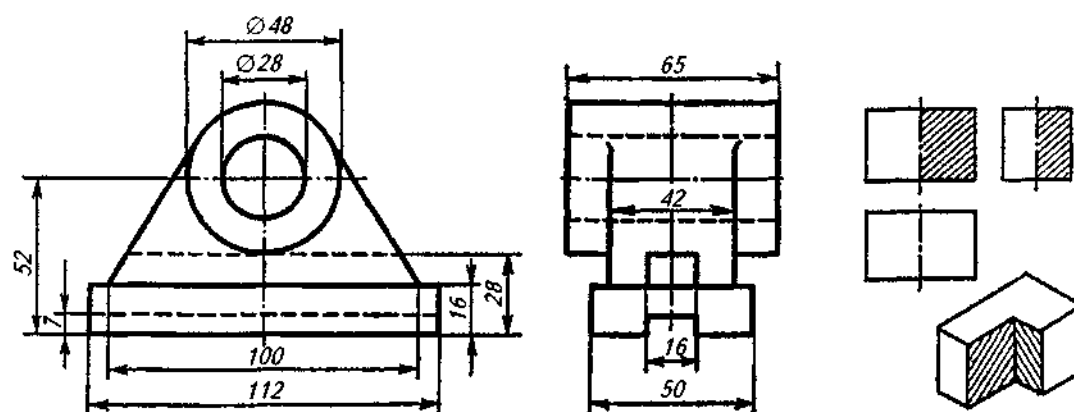
12



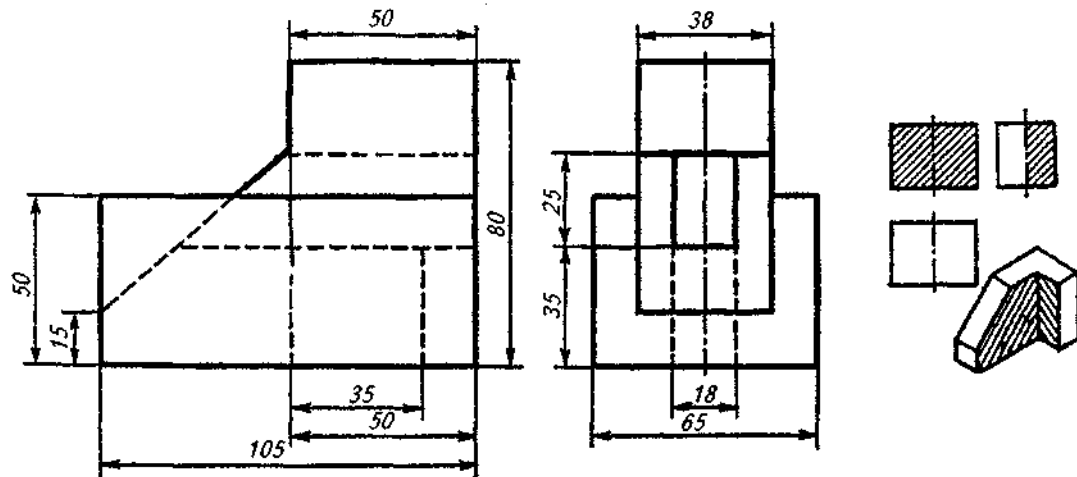
13



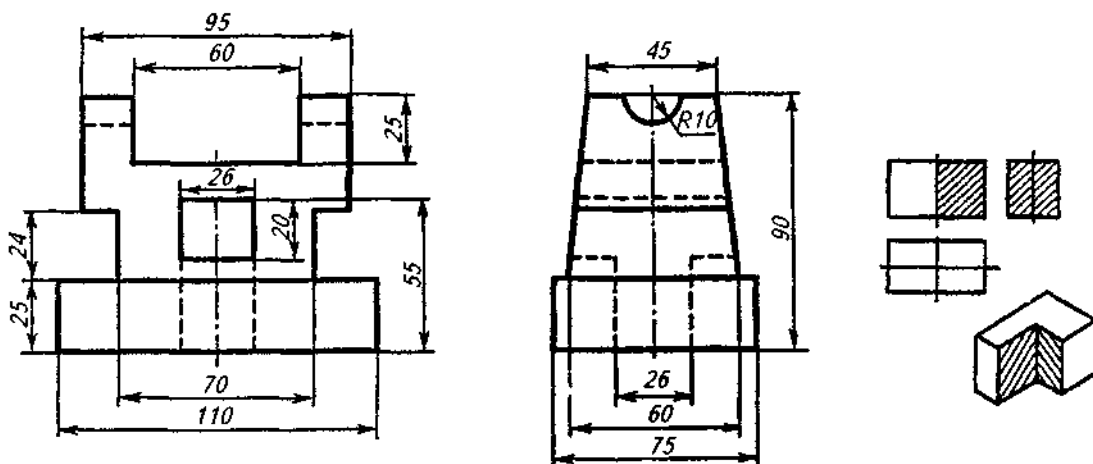
14



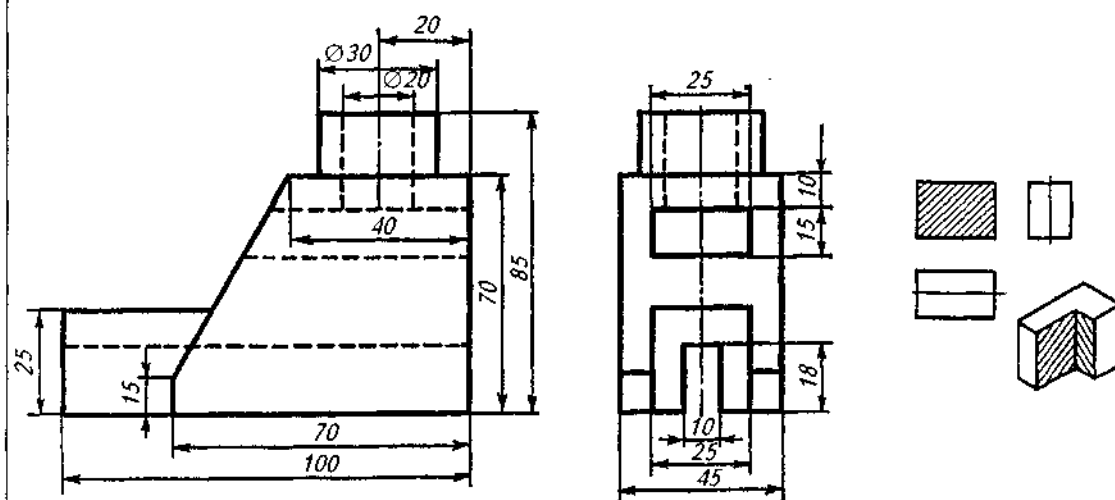
15



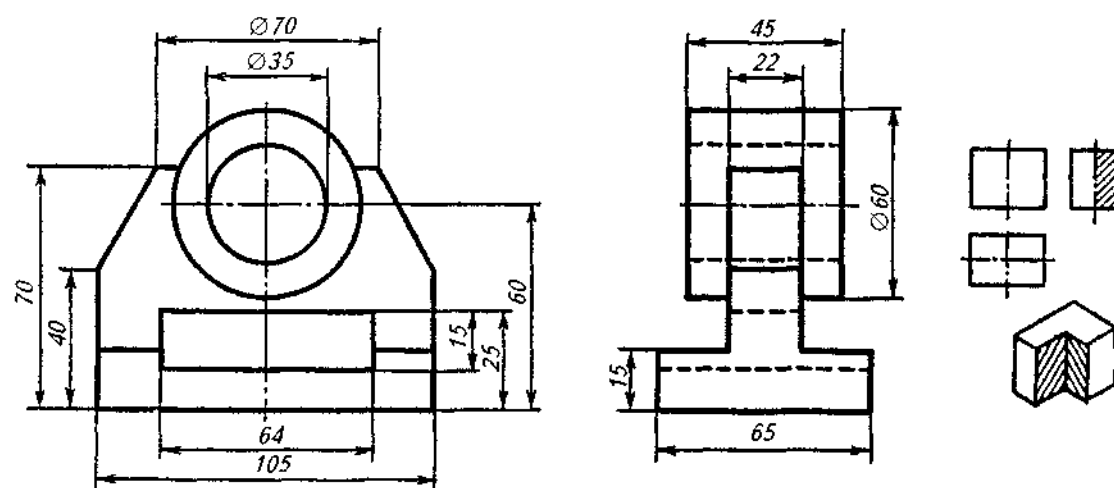
16



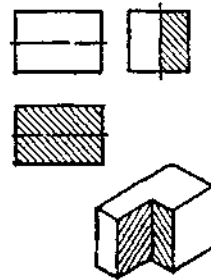
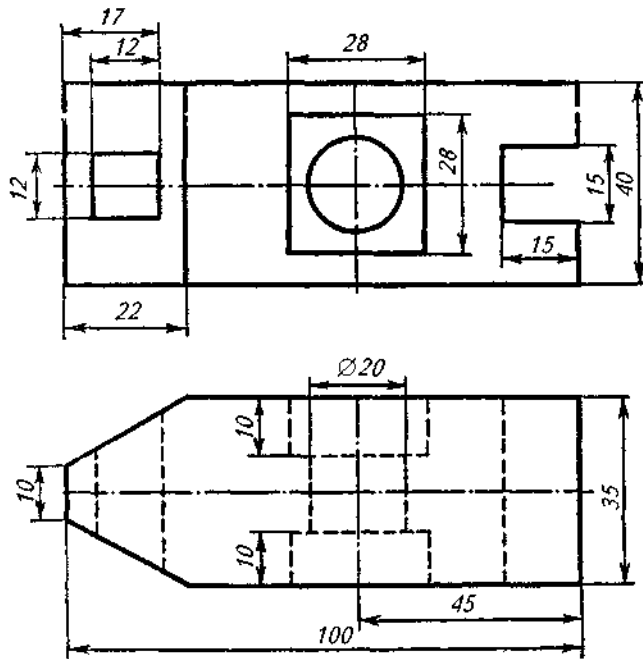
17



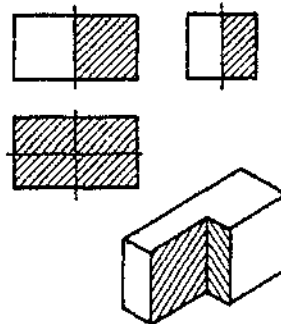
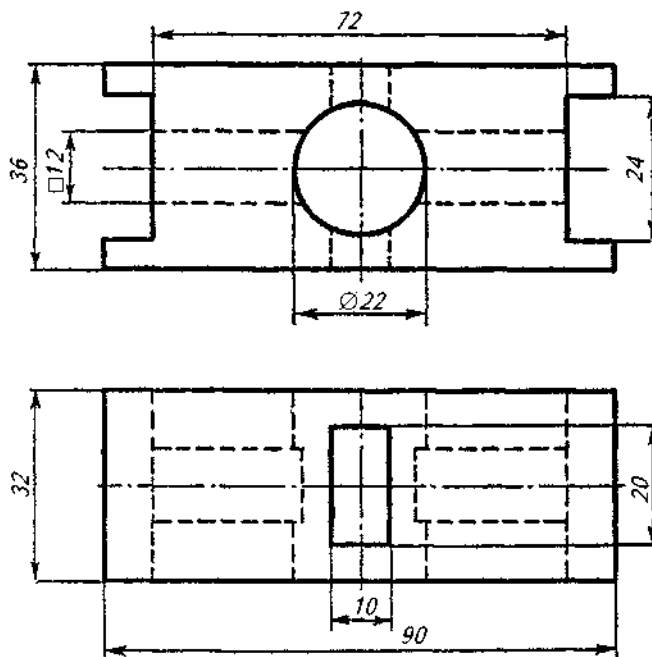
18

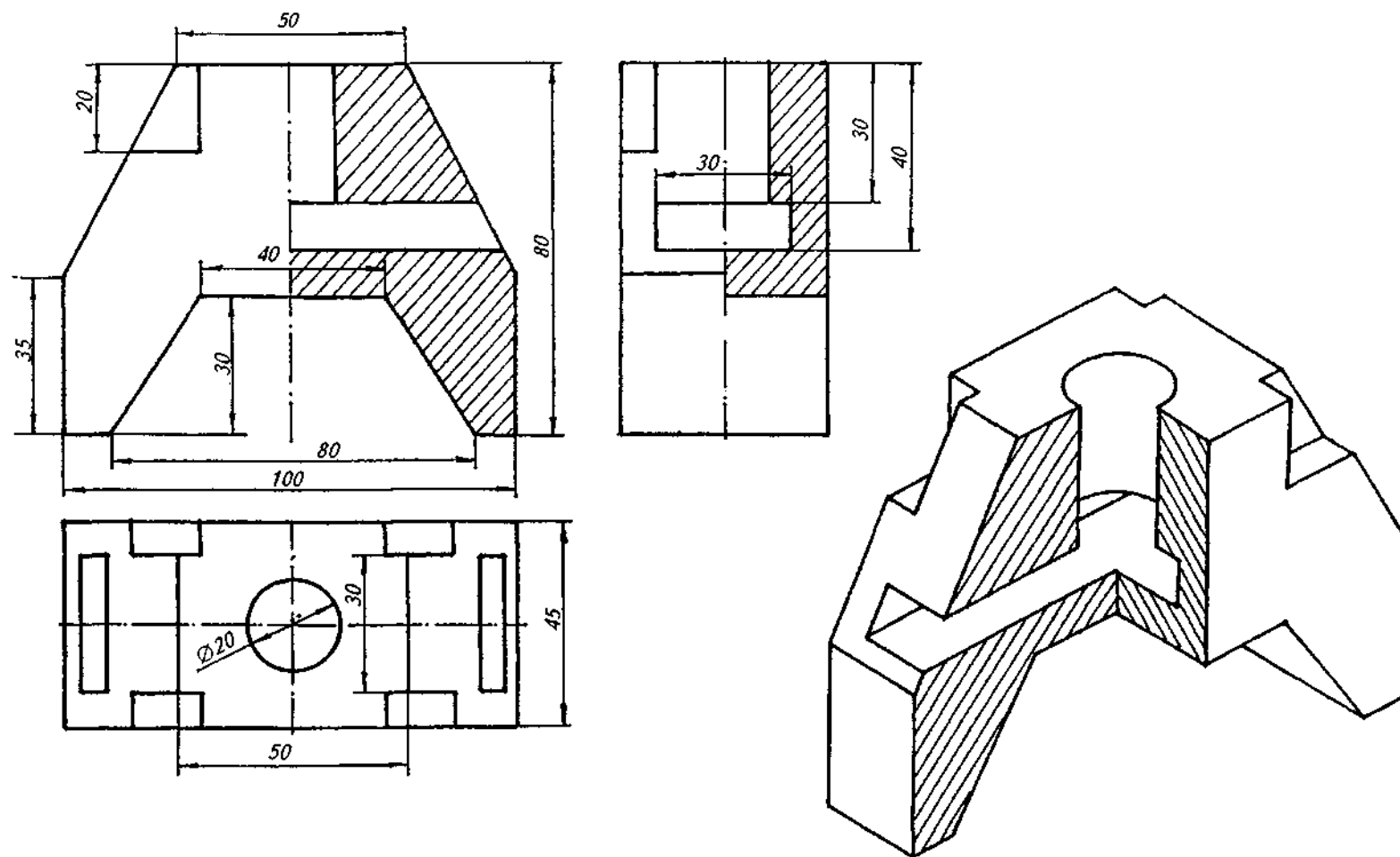


19



20





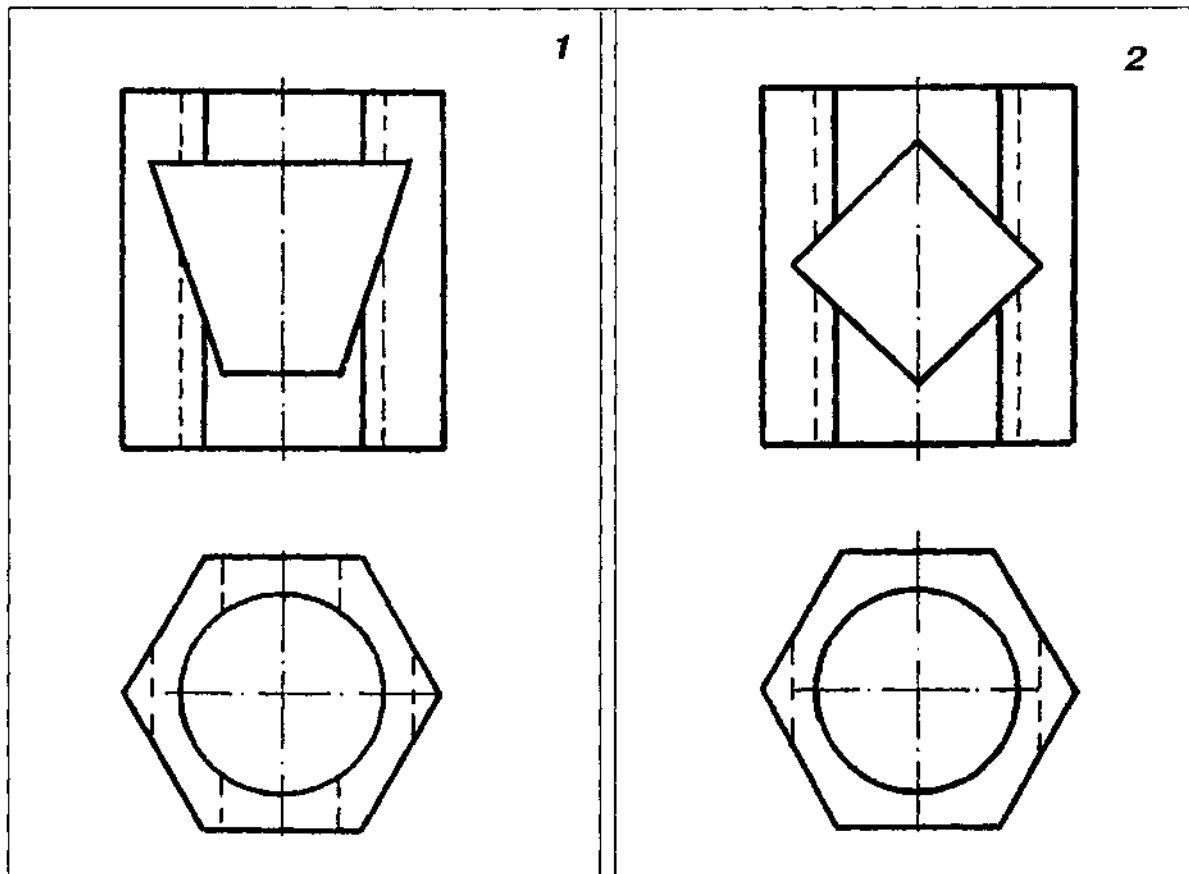
| Проекційне креслення |           |  |  |              | Завдання 30 |
|----------------------|-----------|--|--|--------------|-------------|
| Креслив              | Іванчук   |  |  | ІФНТУНГ      | Варіант 23  |
| Перевірив            | Василишин |  |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

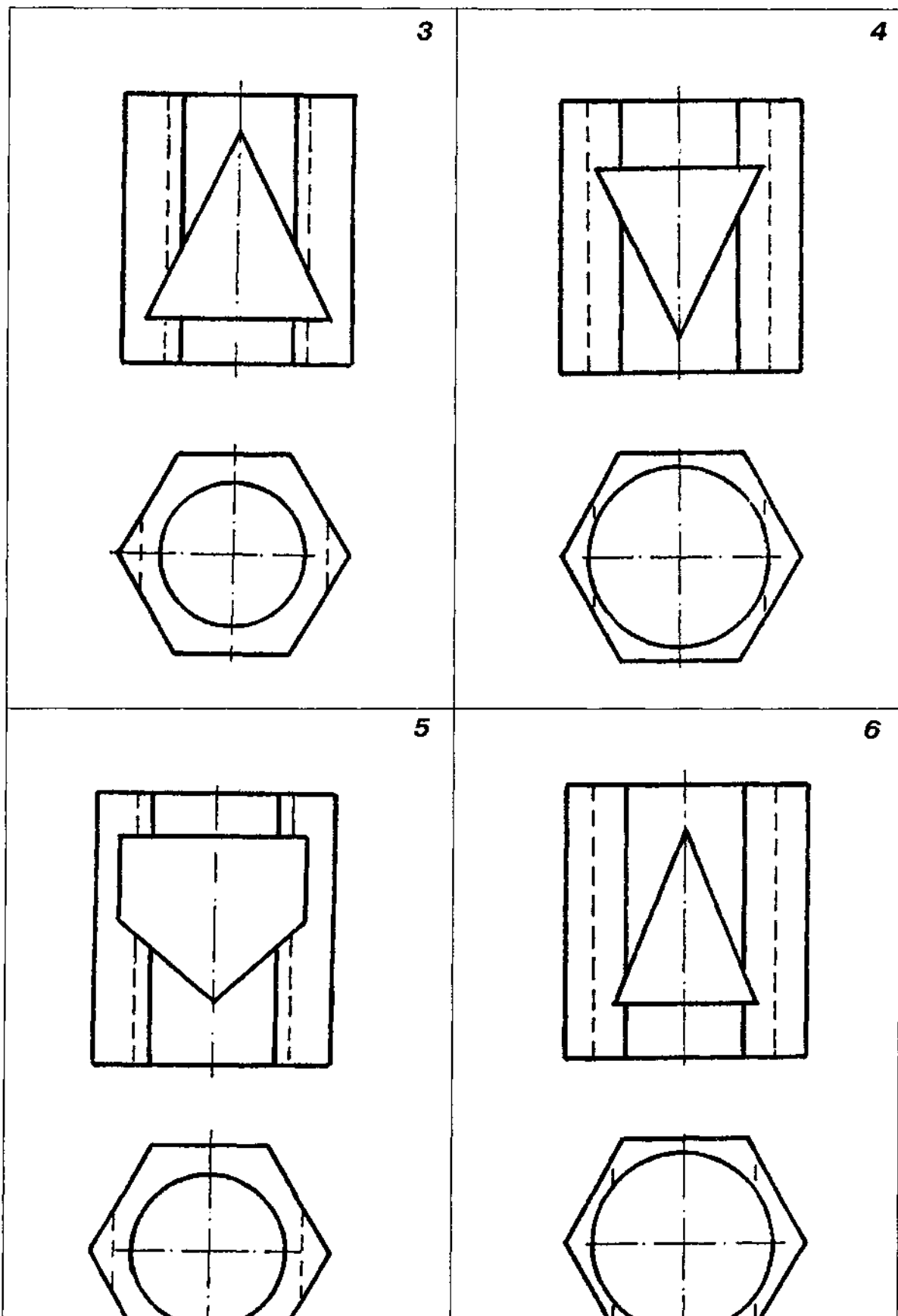
Рис. Д43

## Завдання 31

1. Варіанти завдання взяти з табл. Д30.
2. Висота прямої правильної шестигранної призми з наскрізним циліндричним отвором вздовж вертикальної осі (варіанти 1–10, 14–20) або призматичним отвором вздовж вертикальної осі (варіанти 11–13) дорівнює 100 мм. Діаметр кола, описаного навколо шестикутника основи призми, дорівнює 70 мм. На бічній поверхні призми є наскрізний циліндричний отвір (варіанти 9–15) або наскрізний призматичний отвір (варіанти 1–8, 16–20).
3. Складові елементи моделі накреслити пропорційним збільшенням графічної умови.
3. За двома виглядами моделі (виглядом спереду і виглядом зверху) побудувати третій вигляд (вигляд зліва).
4. На місці вигляду зліва виконати профільний розріз.
5. Нанести розміри.
6. Приклад виконання завдання подано на рис. Д44.

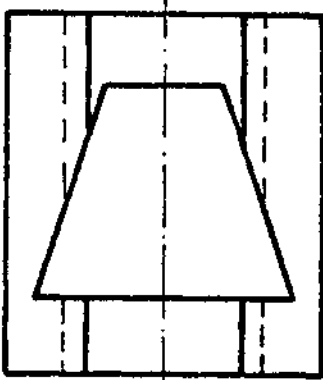
Таблиця Д30



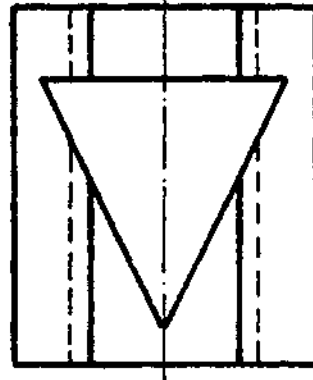


Продовження табл. Д30

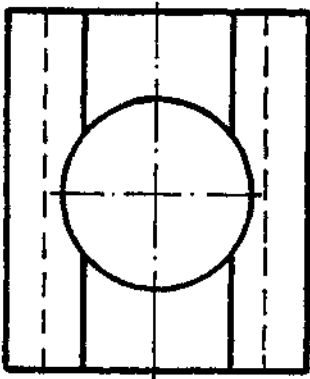
7



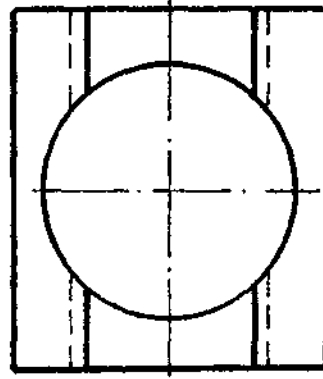
8



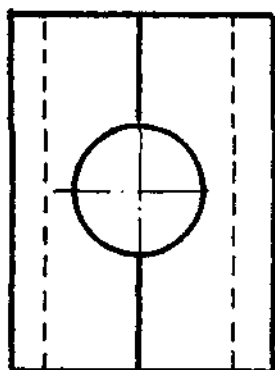
9



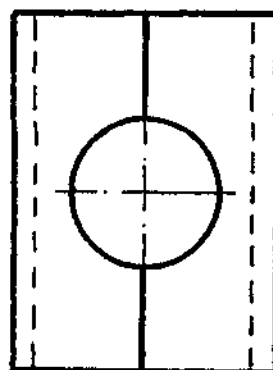
10



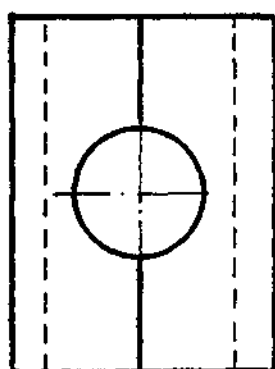
11



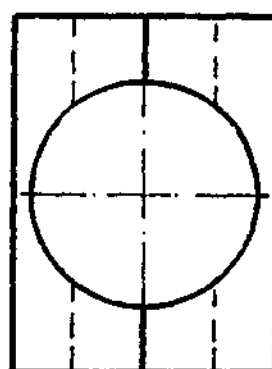
12



13

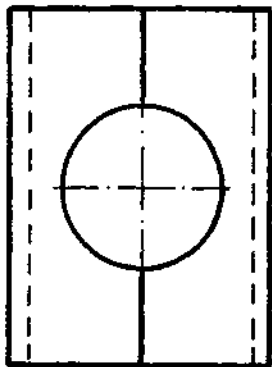


14

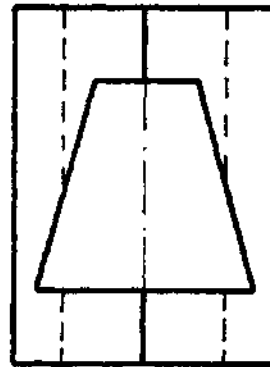


Продовження табл. Д30

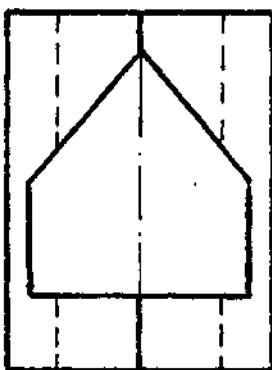
15



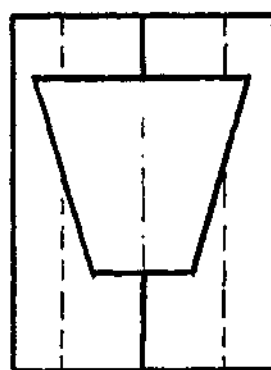
16



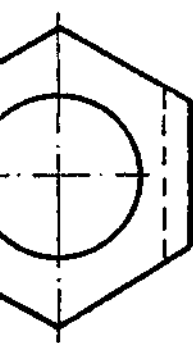
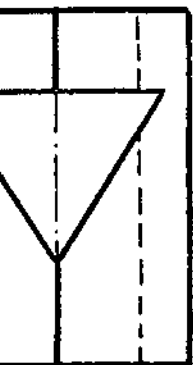
17



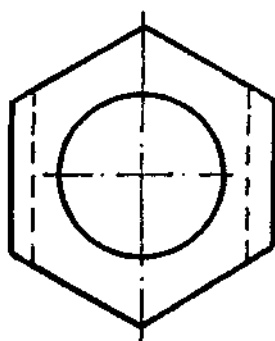
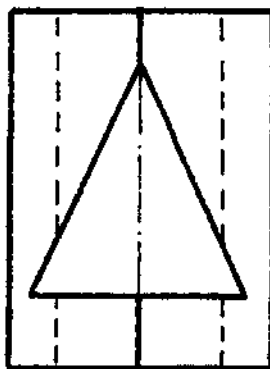
18

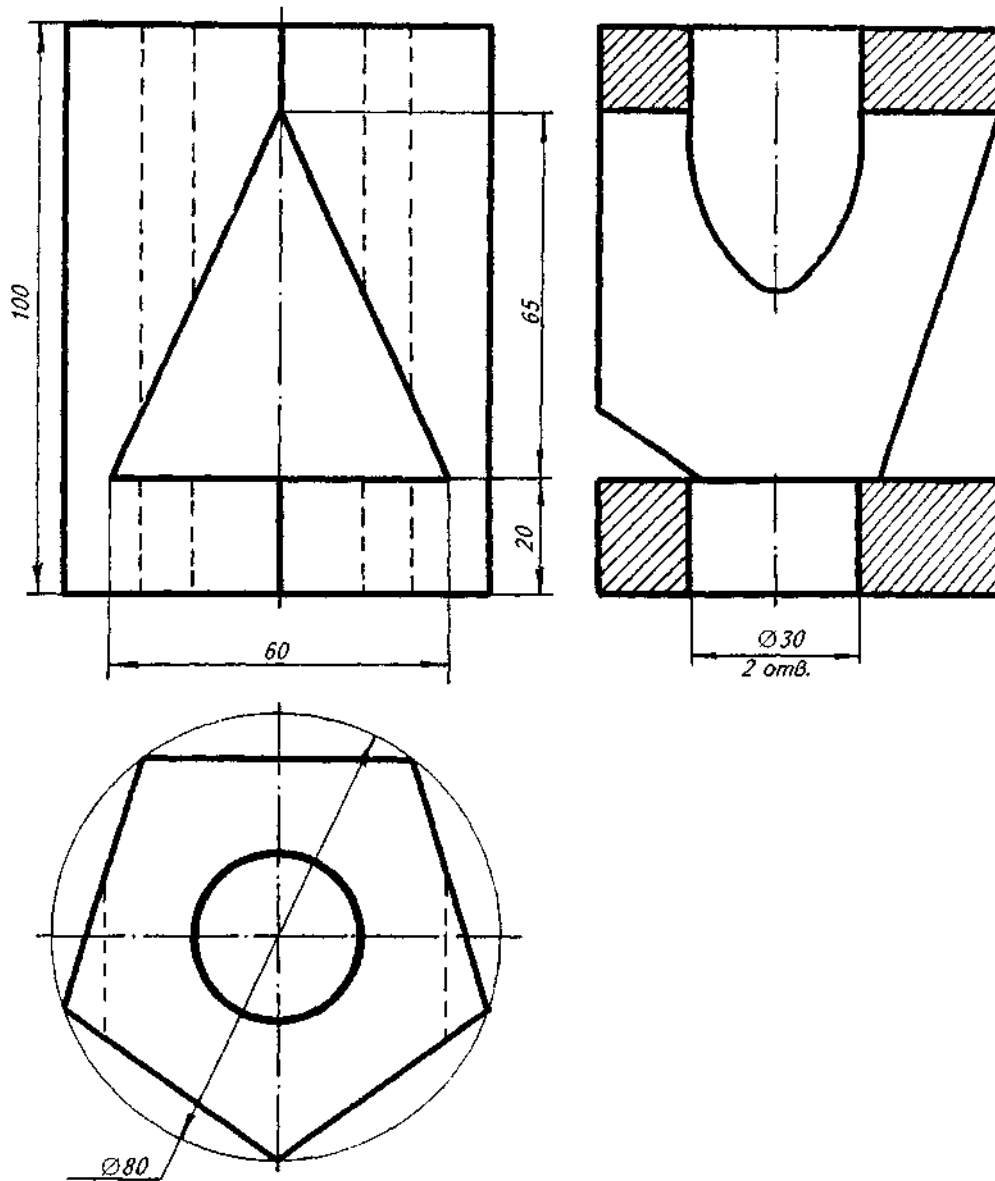


19



20





|                              |           |  |  |              |             |
|------------------------------|-----------|--|--|--------------|-------------|
| Побудова профільного розрізу |           |  |  |              | Завдання 31 |
| Креслив                      | Сидоренко |  |  | ІФНТУНГ      | Варіант 23  |
| Перевірів                    | Василишин |  |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д44

## Завдання 32

1. Варіанти завдання взяти з табл. Д31.

2. Висота прямого кругового зрізаного конуса з наскрізним циліндричним отвором вздовж вертикальної осі (варіанти 1–8) або призматичним отвором вздовж вертикальної осі (варіанти 9–20) дорівнює 100 мм. Діаметр нижньої основи конуса дорівнює 70 мм, верхньої — 40 мм.

На бічній поверхні конуса є наскрізний призматичний отвір (варіанти 1–8) або наскрізний циліндричний отвір (варіанти 9–20). Складові елементи моделі накреслити пропорційним збільшенням графічної умови.

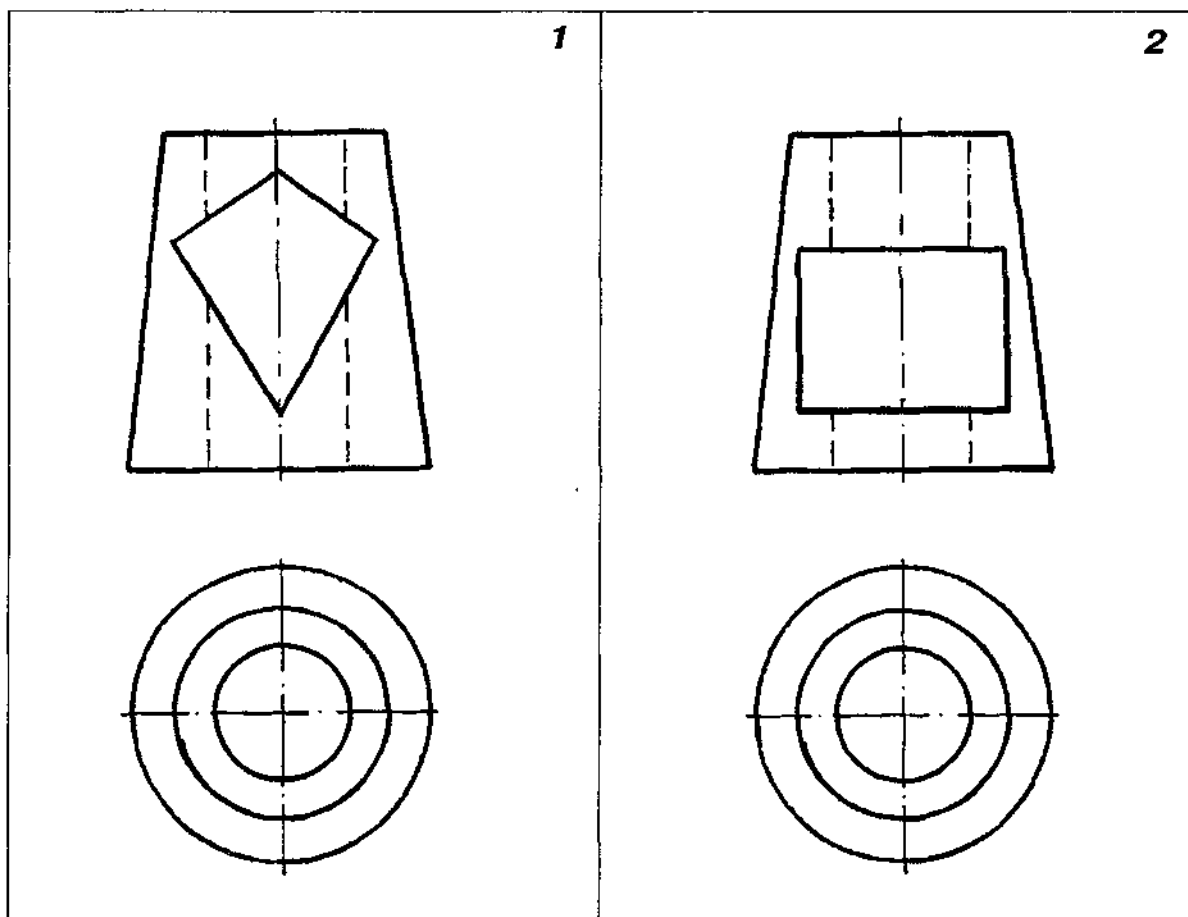
3. Горизонтальна проекція моделі не добудована.

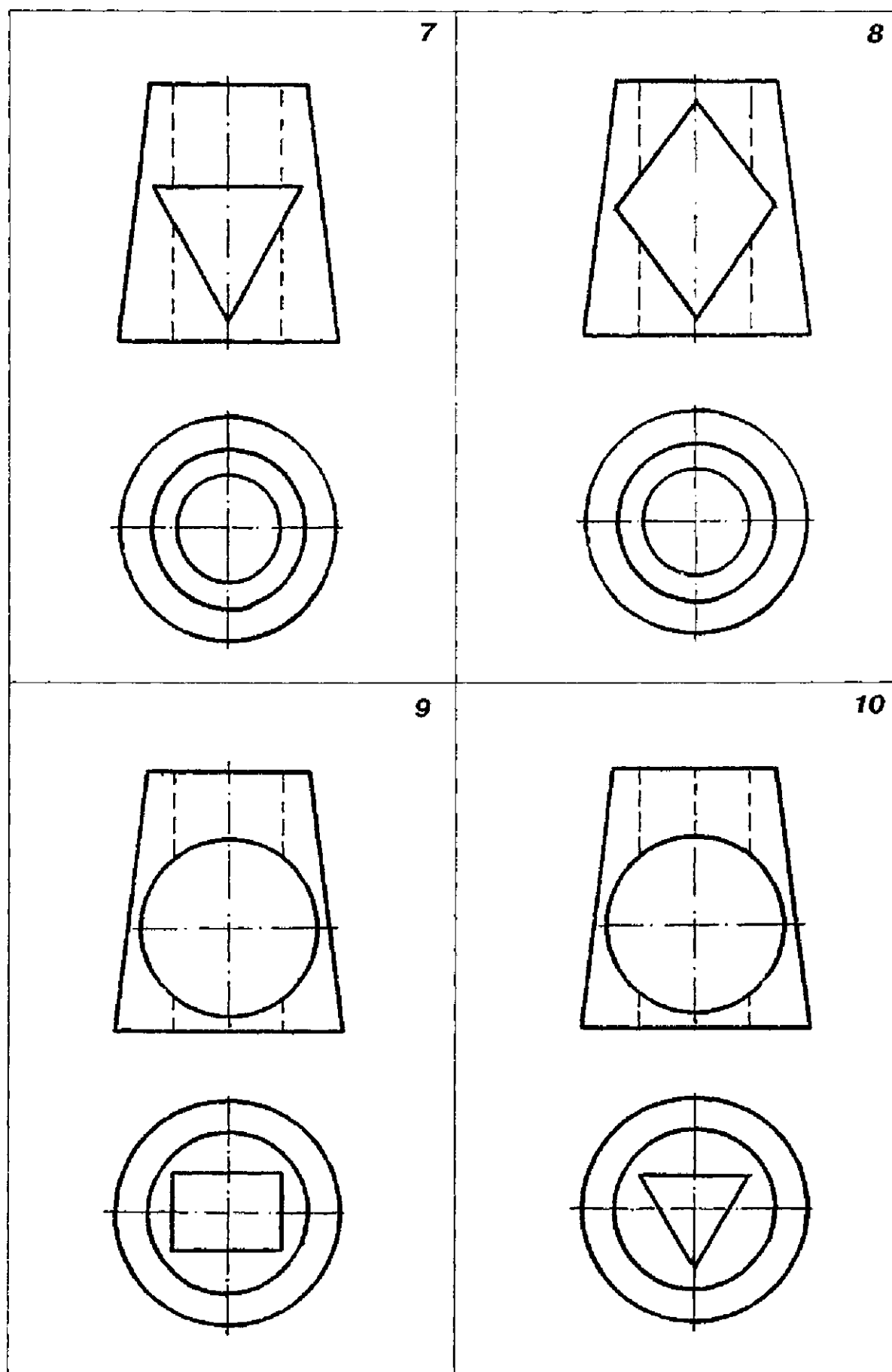
4. За двома виглядами моделі (виглядом спереду і виглядом зверху) побудувати третій вигляд (вигляд зліва).

5. На місці вигляду зліва виконати профільний розріз.

6. Нанести розміри.

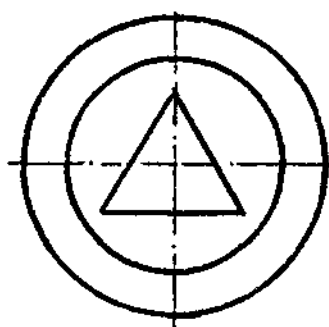
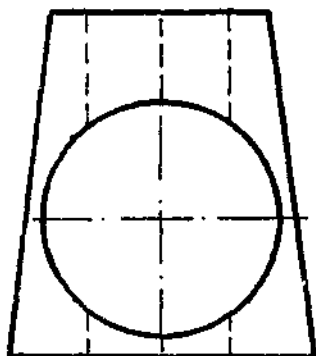
Таблиця Д31



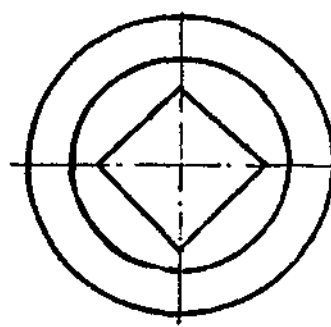
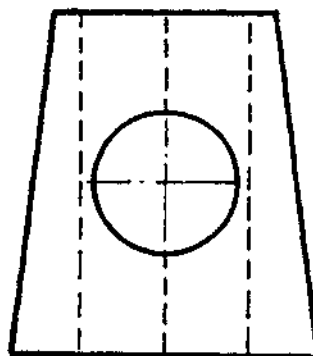


Продовження табл. ДЗ1

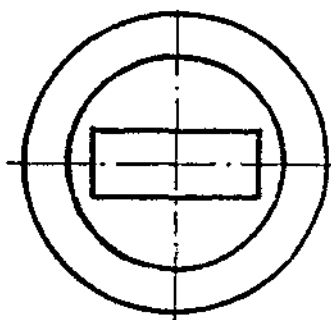
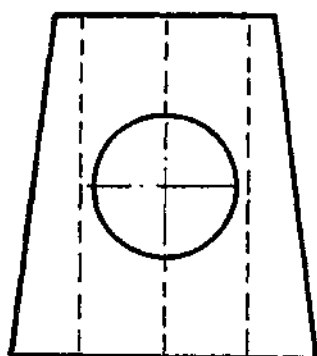
11



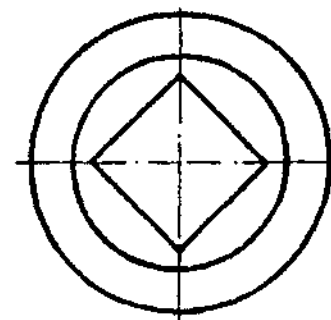
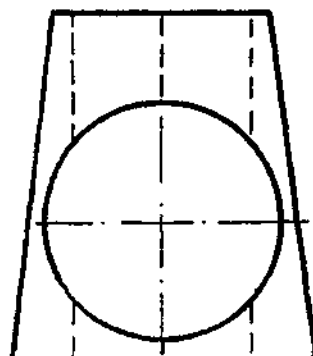
12

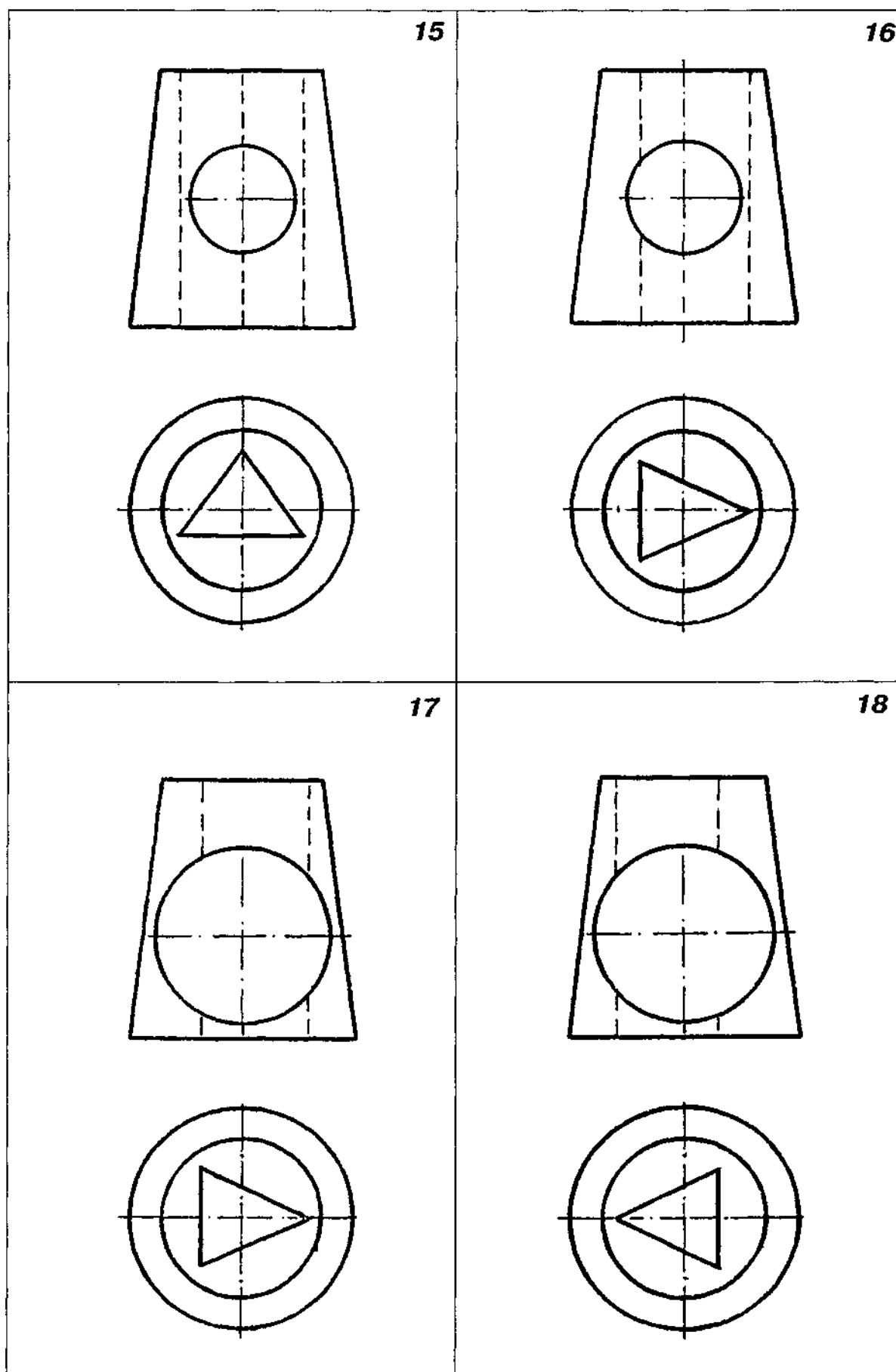


13

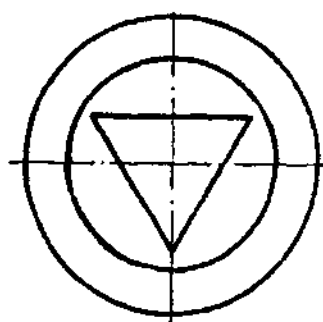
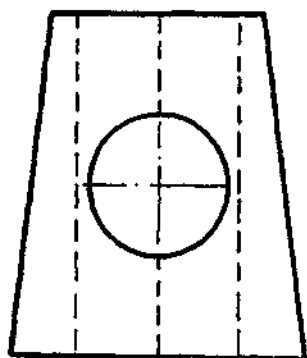


14

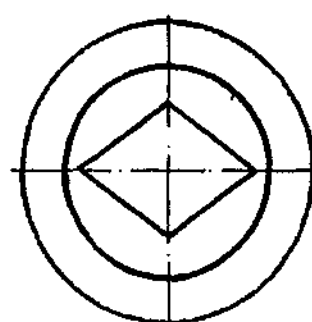
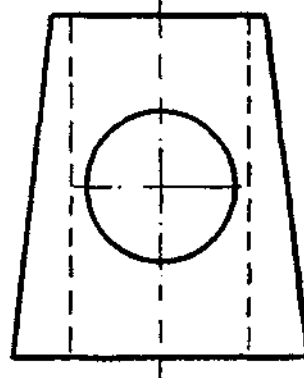




19



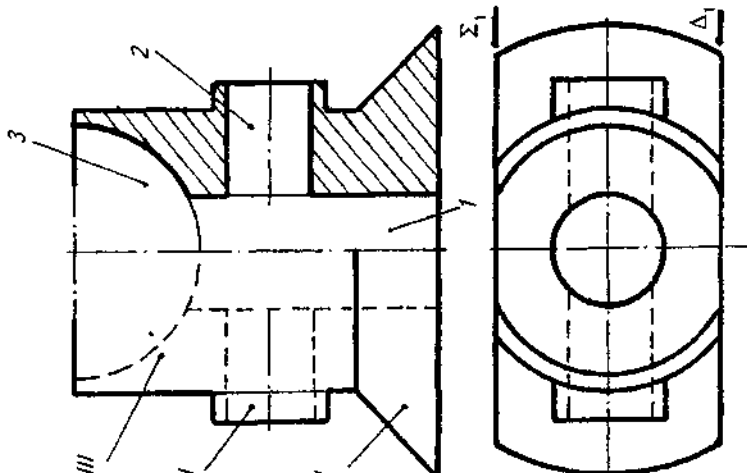
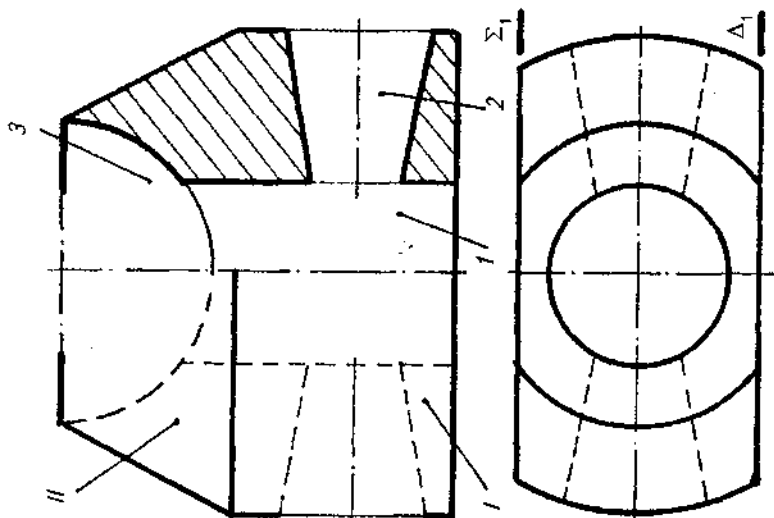
20



## Завдання 33

1. За двома виглядами геометричного тіла (виглядом спереду та виглядом зверху) побудувати третій вигляд (вигляд зліва), виконавши потрібні (корисні) розрізи.
2. Побудувати лінії перетину (переходу) та лінії зрізу, вказані у кожному варіанті завдання.
3. Варіанти завдання взяти з табл. Д32.
4. Зверніть увагу, що на заданих схемах завдання вигляд спереду та вигляд зверху не побудовані.
5. Габаритні розміри геометричного тіла взяти такі, як на прикладі виконання завдання (рис. Д45). Складові елементи тіла накреслити пропорційним збільшенням графічної умови.
6. Зовнішні поверхні обертання позначені на схемах римськими цифрами, а внутрішні (отвори) — арабськими.
7. Нанести розміри.

Таблиця Д32

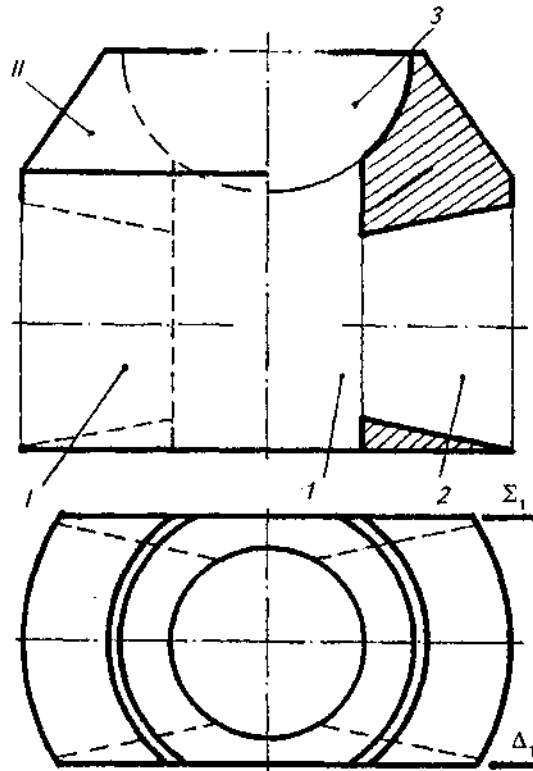
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1</b></p> <p>Побудувати лінії перетину:<br/> 1) циліндрів II з циліндром III;<br/> 2) циліндра I з циліндрами 2;<br/> 3) циліндра I зі сферою 3.<br/> Побудувати лінію зрізу циліндра III, конуса I та сфери 3 фронтальними площинами <math>\Sigma_1</math> і <math>\Delta_1</math>.</p>  | <p><b>2</b></p> <p>Побудувати лінії перетину:<br/> 1) циліндра I з конусами 2;<br/> 2) циліндра I з конусами 2;<br/> 3) циліндра I зі сферою 3.<br/> Побудувати лінію зрізу циліндра I, конуса II та сфери 3 фронтальними площинами <math>\Sigma_1</math> і <math>\Delta_1</math>.</p>  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3

Побудувати лінії перетину:

- 1) циліндра I з конусами 2;
- 2) циліндра I з конусами 2;
- 3) циліндра I зі сферою 3.

Побудувати лінію зрізу циліндра I, конуса II та сфери 3 фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

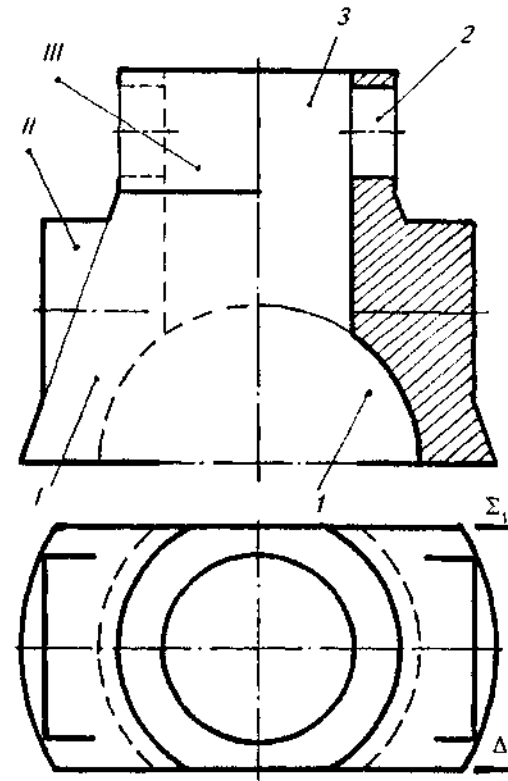


4

Побудувати лінії перетину:

- 1) конуса I з циліндрами II;
- 2) сфери I з циліндром 3;
- 3) циліндрів 2 з циліндром 3.

Побудувати лінію зрізу конуса I, циліндра III та сфери I фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

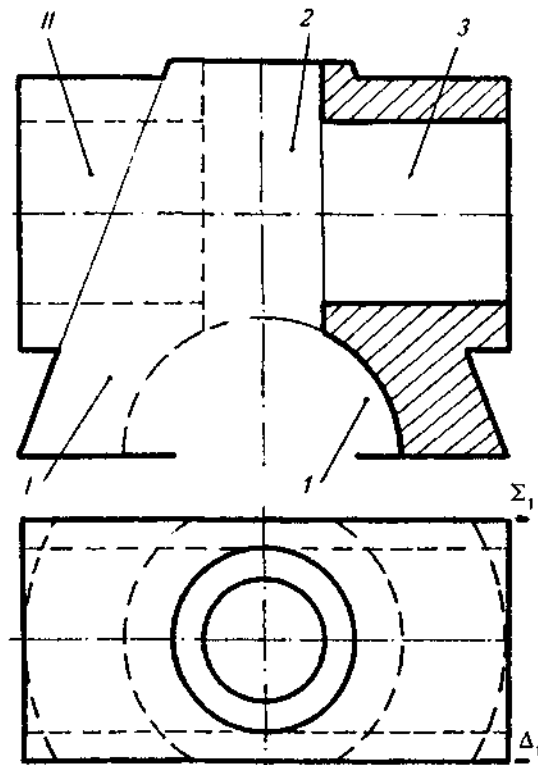


5

Побудувати лінії перетину:

- 1) конуса I з циліндрами II;
- 2) циліндра 2 з циліндрами 3;
- 3) циліндра 2 зі сферою 1.

Побудувати лінію зрізу конуса I, циліндрів II та сфери 1 фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

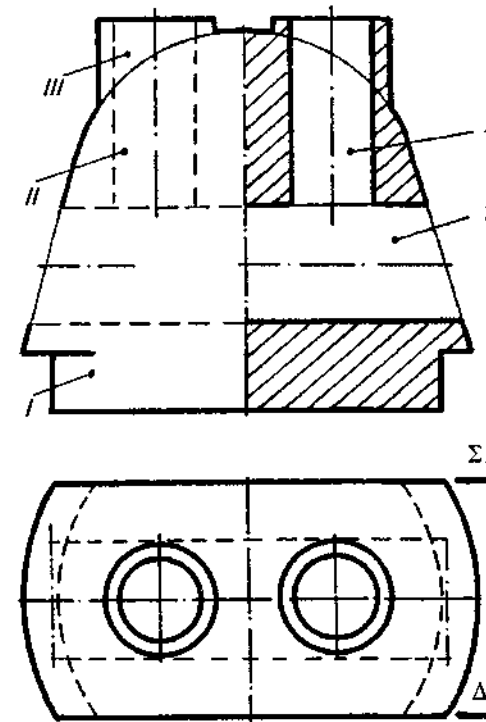


6

Побудувати лінії перетину:

- 1) тіла обертання II з циліндрами III;
- 2) тіла обертання II з циліндром 1;
- 3) циліндра 1 з циліндрами 2.

Побудувати лінію зрізу циліндра I та тіла обертання II фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

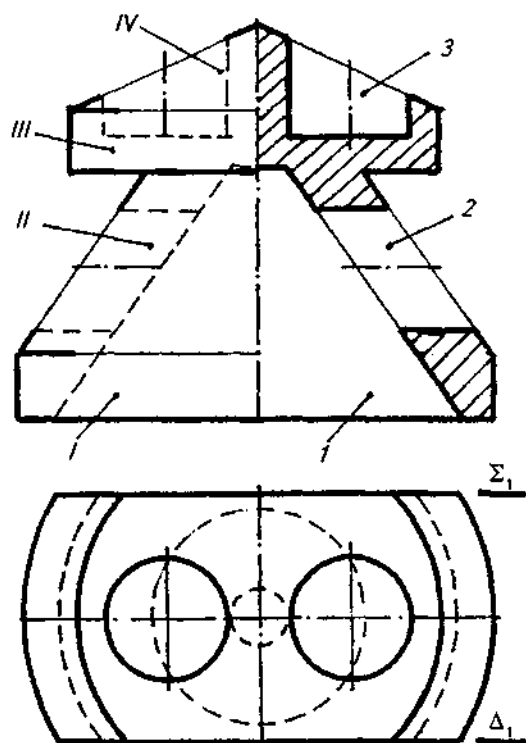


7

Побудувати лінії перетину:

- 1) конуса II з циліндрами 2;
- 2) конуса I з циліндрами 2;
- 3) конуса IV з циліндрами 3.

Побудувати лінію зрізу циліндра I, конуса II, циліндра III та конуса IV фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

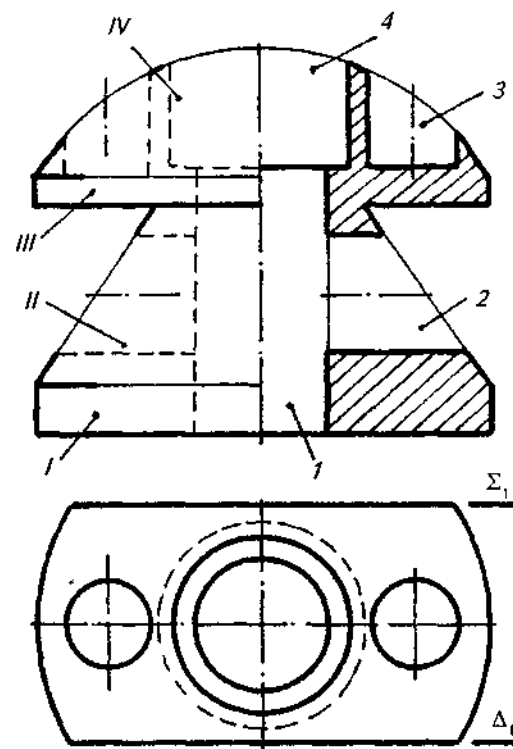


8

Побудувати лінії перетину:

- 1) конуса II з циліндрами 2;
- 2) циліндра I з циліндрами 2;
- 3) сфери IV з циліндром 4;
- 4) сфери IV з циліндрами 3.

Побудувати лінію зрізу циліндра I, конуса II, циліндра III та сфери IV фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

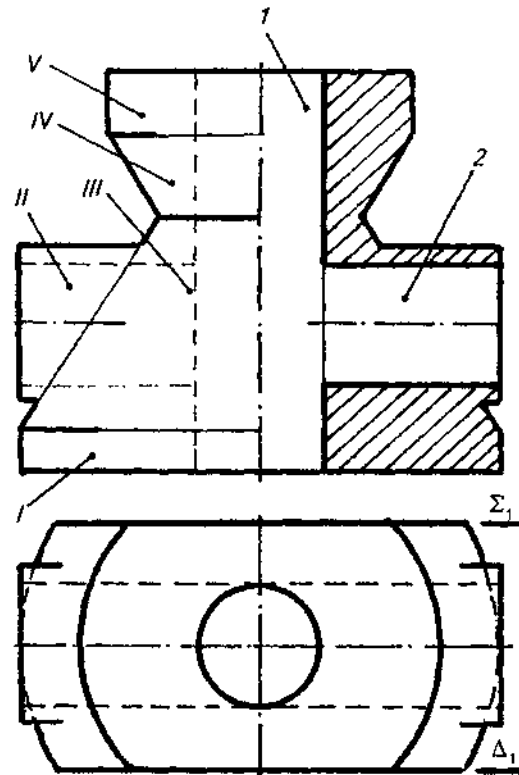


9

Побудувати лінії перетину:

1) конуса III з циліндрами II;

2) циліндра I з циліндрами 2.

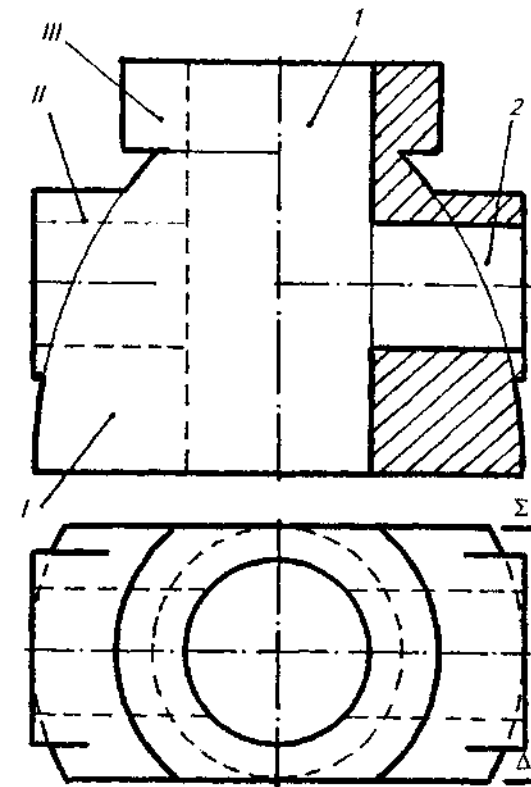
Побудувати лінію зрізу циліндра I, конуса III, конуса IV та циліндра V фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

10

Побудувати лінії перетину:

1) тіла обертання I з циліндрами II;

2) циліндра I з циліндрами 2.

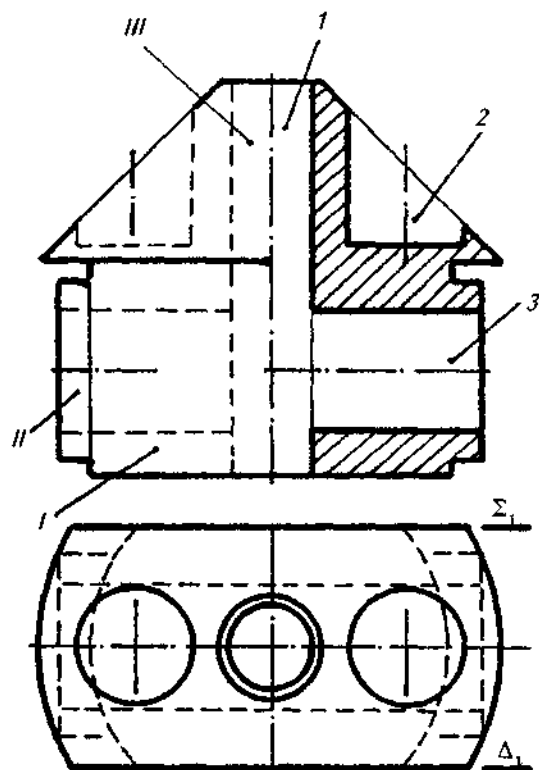
Побудувати лінію зрізу тіла обертання I та циліндра III фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

11

Побудувати лінії перетину:

- 1) циліндра I з циліндрами II;
- 2) циліндра I з циліндрами III;
- 3) конуса III з циліндрами II.

Побудувати лінію зрізу циліндра I та конуса III фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

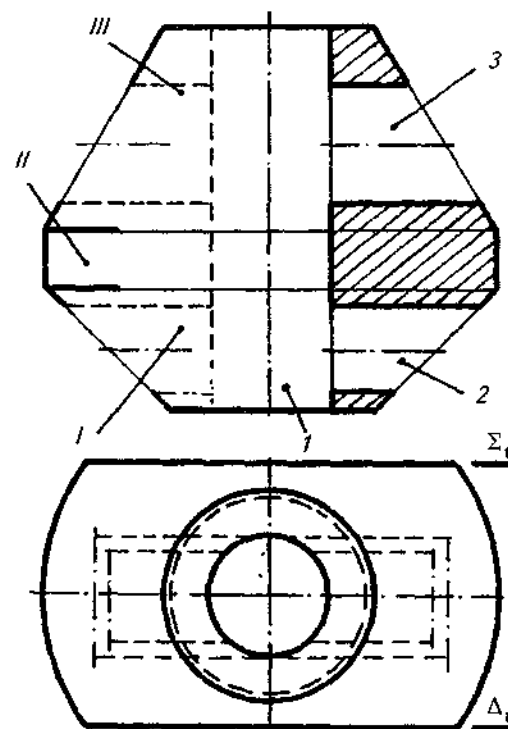


12

Побудувати лінії перетину:

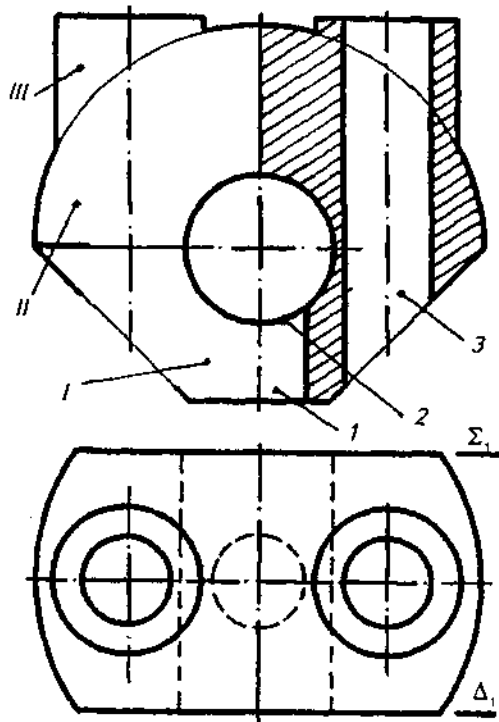
- 1) конуса I з циліндрами II;
- 2) конуса III з циліндрами III;
- 3) циліндра I з циліндрами II і III.

Побудувати лінію зрізу конуса I, циліндра II та конуса III фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .



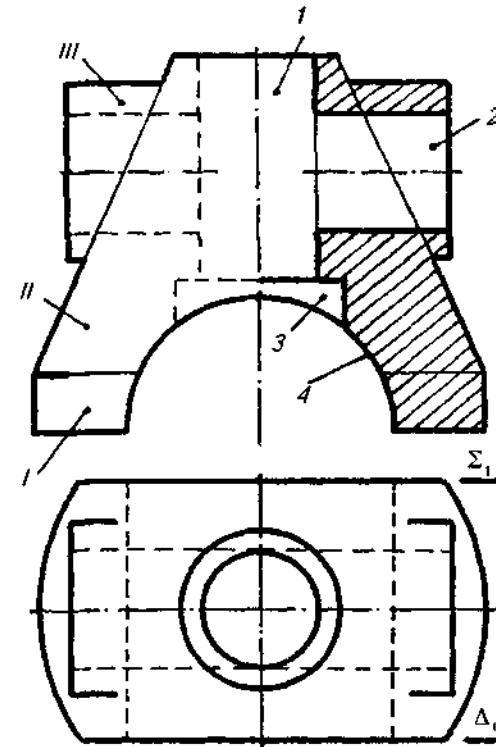
13

Побудувати лінії перетину:  
 1) конуса I з циліндрами 3;  
 2) сфери II з циліндрами III;  
 3) циліндра I з циліндром 2.  
 Побудувати лінію зрізу конуса I та сфери II  
 фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .



14

Побудувати лінії перетину:  
 1) конуса II з циліндрами III;  
 2) циліндра I з циліндрами 2;  
 3) циліндра 3 з циліндром 4.  
 Побудувати лінію зрізу циліндра I та конуса II  
 фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

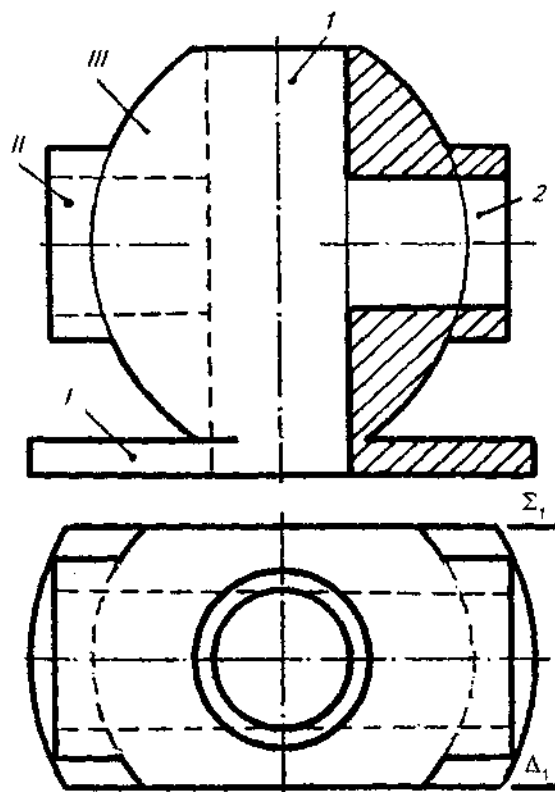


15

Побудувати лінії перетину:

1) тіла обертання III з циліндрами II;

2) циліндра 1 з циліндрами 2.

Побудувати лінію зрізу циліндра I та тіла обертання III фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

16

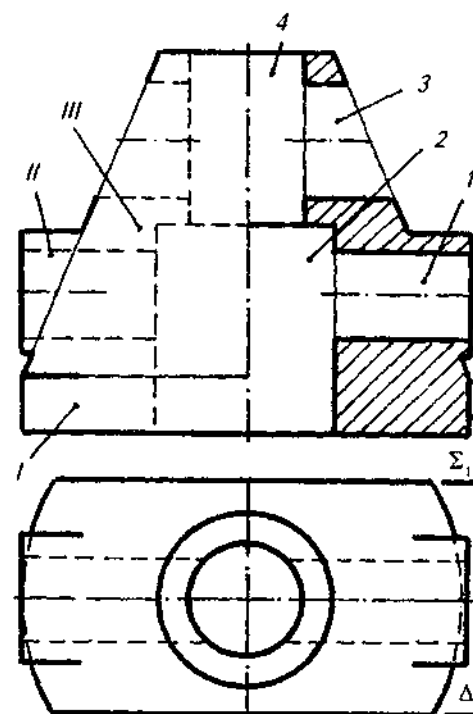
Побудувати лінії перетину:

1) конуса III з циліндрами II;

2) конуса III з циліндрами 3;

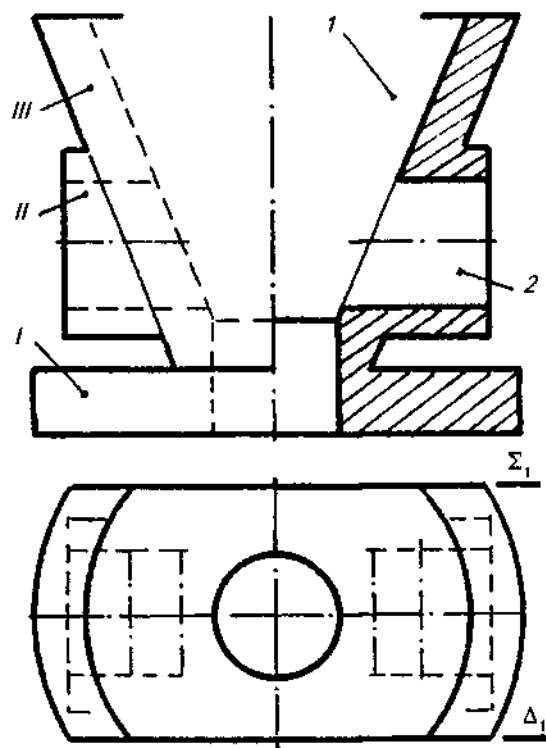
3) циліндра 4 з циліндрами 3;

4) циліндра 2 з циліндрами 1.

Побудувати лінію зрізу циліндра I та конуса III фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

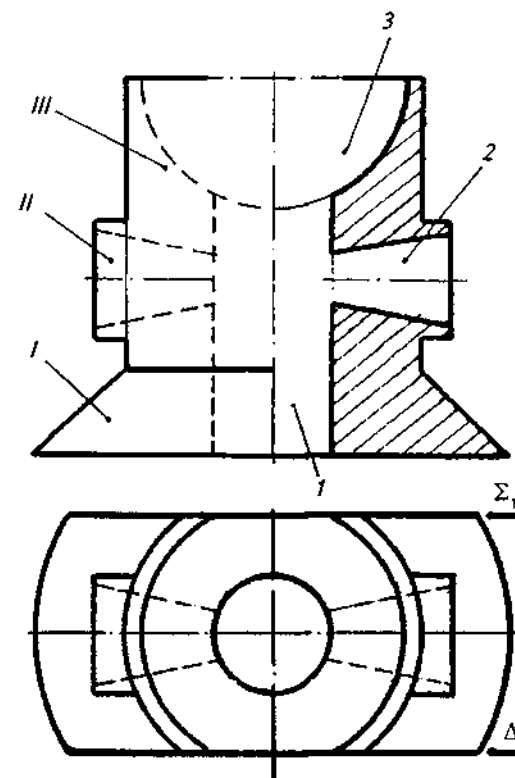
17

Побудувати лінії перетину:  
 1) конуса III з циліндрами II;  
 2) конуса I з циліндрами 2.  
 Побудувати лінію зрізу циліндра I, конуса III та  
 конуса I фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .



18

Побудувати лінії перетину:  
 1) циліндрів II з циліндром III;  
 2) циліндра I з конусами 2;  
 3) сфери 3 з циліндром I.  
 Побудувати лінію зрізу конуса I, циліндра III та  
 сфери 3 фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

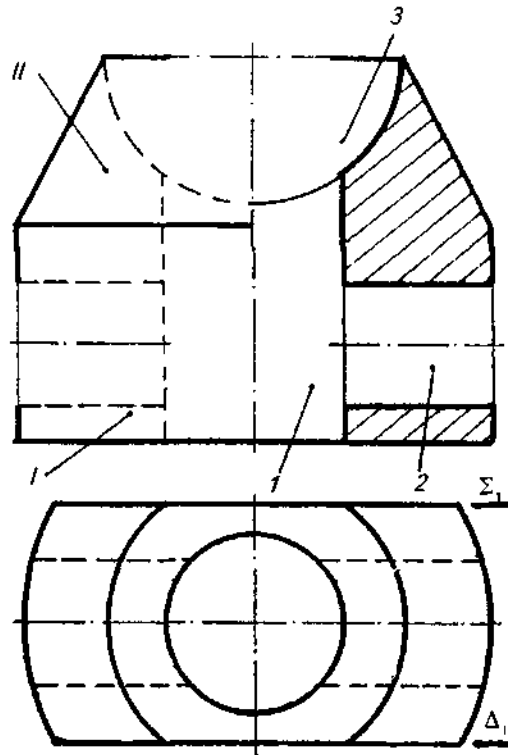


19

Побудувати лінії перетину:

- 1) циліндра I з циліндрами 2;
- 2) циліндра 1 з циліндрами 2;
- 3) циліндра 1 зі сферою 3.

Побудувати лінію зрізу циліндра I, конуса II та сфери 3 фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .

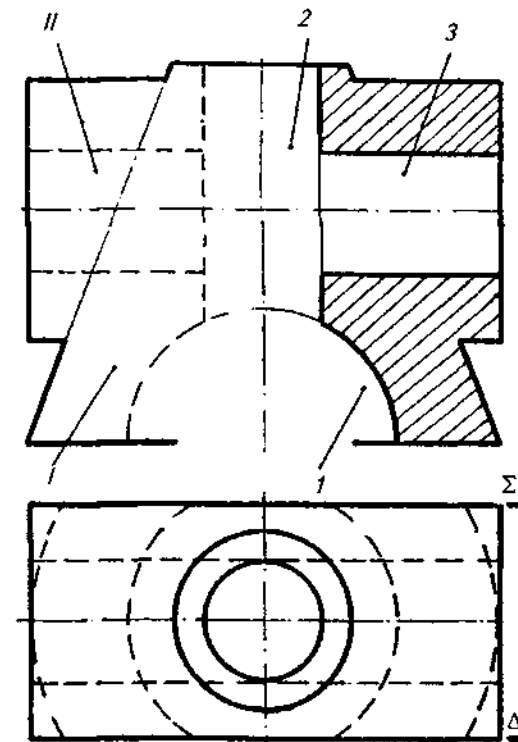


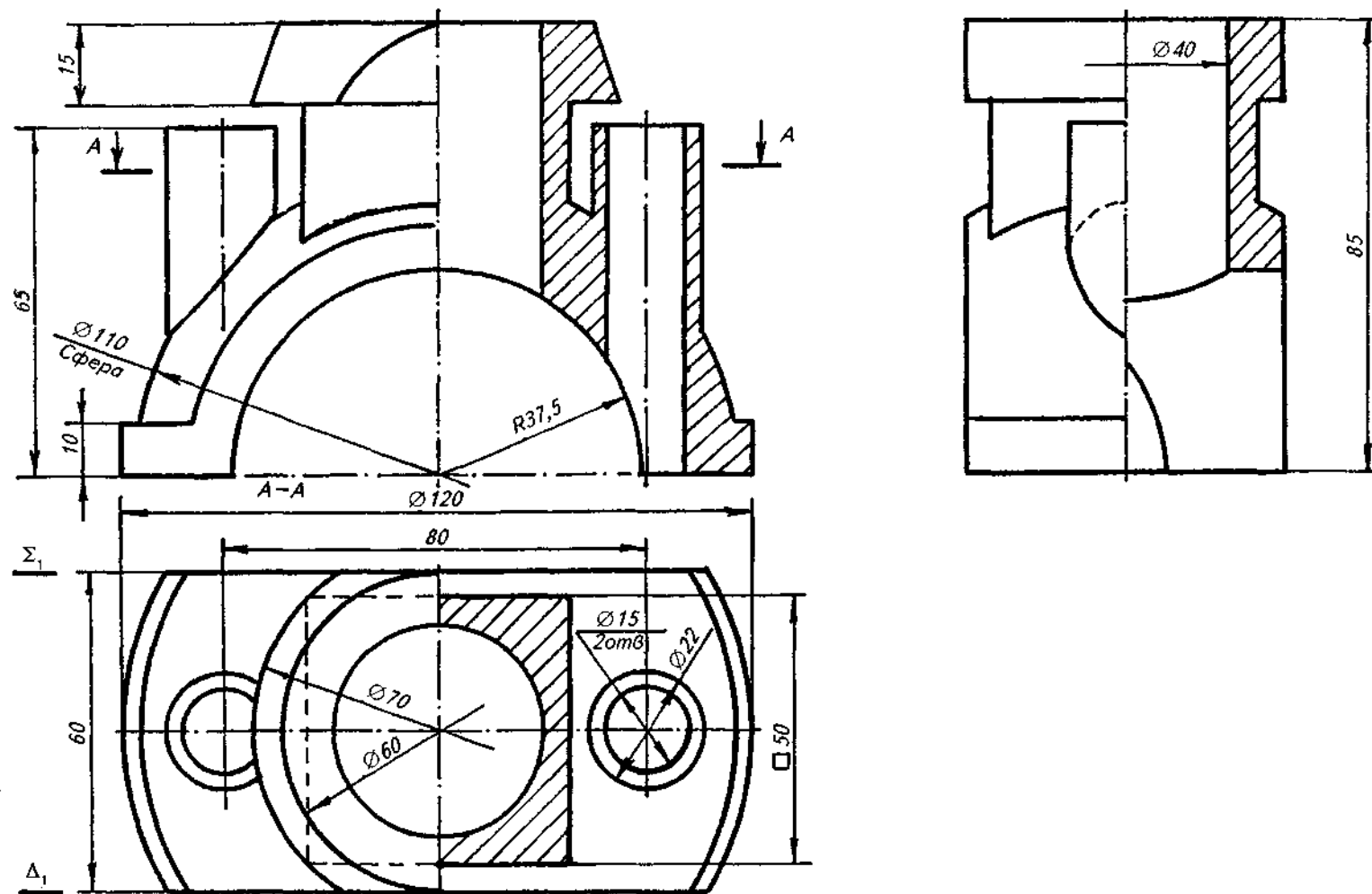
20

Побудувати лінії перетину:

- 1) конуса I з циліндрами II;
- 2) циліндра 2 з циліндрами 3;
- 3) циліндра 2 зі сферою 1.

Побудувати лінію зрізу конуса I, циліндрів II та сфери 1 фронтальними площинами  $\Sigma_1$  і  $\Delta_1$ .





| Проекційне креслення |           |  |              | Завдання 33 |
|----------------------|-----------|--|--------------|-------------|
| Креслив              | Іванчук   |  | ІФНТУНГ      | Варіант 23  |
| Перевірив            | Василишин |  | гр. ТНМ-05-1 | М 1:1       |

Рис. Д45

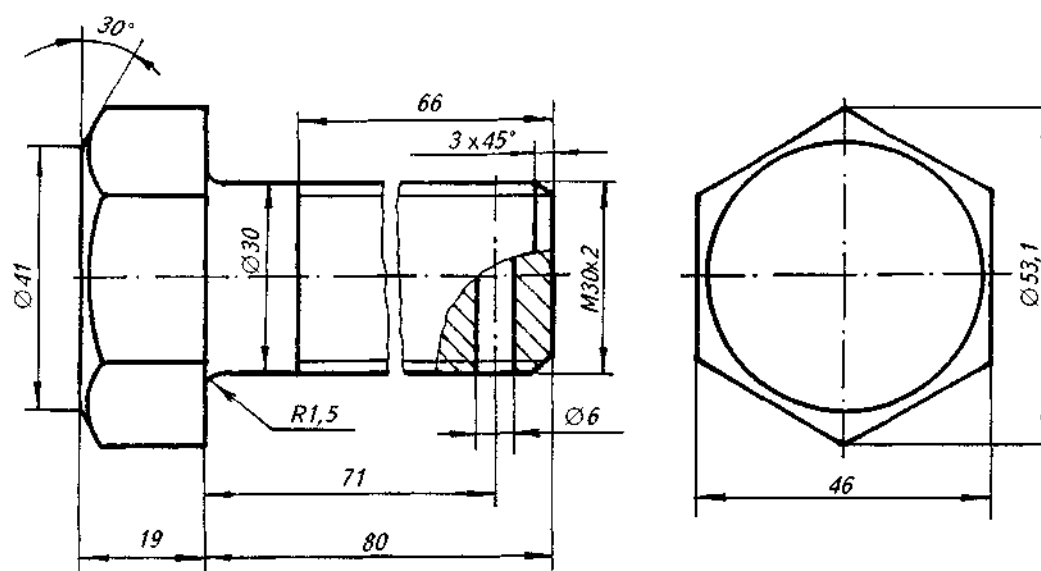
## Завдання 34

1. Виконати креслення болта згідно з ГОСТ 7798-70.
2. Дані до завдання взяти з табл. Д33 та табл. 13.1.
3. Нанести на кресленні болта потрібні розміри. При цьому замість умовних літерних позначень, взятих з табл. 13.1, проставити цифрові значення розмірів згідно з варіантом.
4. Над зображенням болта написати його умовне позначення.
5. Приклад виконання завдання показано на рис. Д46.
6. Зауваження: креслення болта має мати два вигляди — головний і вигляд зліва; осьову лінію головного вигляду потрібно розташувати горизонтально; головка болта на головному вигляді має бути повернута до спостерігача трьома гранями.

Таблиця Д33

| Варіант | Номінальний<br>діаметр різі<br>$d$ , мм | Довжина<br>болта<br>$l$ , мм | Виконання | Варіант | Номінальний<br>діаметр різі<br>$d$ , мм | Довжина<br>болта<br>$l$ , мм | Виконання |
|---------|-----------------------------------------|------------------------------|-----------|---------|-----------------------------------------|------------------------------|-----------|
| 1       | 30                                      | 50                           | 1         | 11      | 30                                      | 60                           | 2         |
| 2       | 24                                      | 55                           | 2         | 12      | 24                                      | 50                           | 1         |
| 3       | 20                                      | 60                           | 1         | 13      | 20                                      | 55                           | 2         |
| 4       | 16                                      | 65                           | 2         | 14      | 16                                      | 70                           | 1         |
| 5       | 12                                      | 70                           | 1         | 15      | 12                                      | 80                           | 2         |
| 6       | 30 x 2                                  | 55                           | 2         | 16      | 30 x 2                                  | 65                           | 1         |
| 7       | 24 x 2                                  | 50                           | 1         | 17      | 24 x 2                                  | 70                           | 2         |
| 8       | 16 x 1,5                                | 70                           | 2         | 18      | 16 x 1,5                                | 65                           | 1         |
| 9       | 12 x 1,25                               | 65                           | 1         | 19      | 12 x 1,25                               | 75                           | 2         |
| 10      | 20 x 1,25                               | 65                           | 2         | 20      | 20 x 1,25                               | 70                           | 1         |

Болт 2М30 х 2 х 80.58 ГОСТ 7798-70



|           |           |          |       |      |                                |              |           |         |  |
|-----------|-----------|----------|-------|------|--------------------------------|--------------|-----------|---------|--|
|           |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b> |              |           |         |  |
|           |           |          |       |      | <b>Кріпильні вироби</b>        | Літера       | Маса      | Масштаб |  |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата |                                |              |           | 1:1     |  |
| Креслив   | Ткачук    |          |       |      |                                |              |           |         |  |
| Перевірив | Василишин |          |       |      |                                |              |           |         |  |
| Т. контр. |           |          |       |      |                                | Аркуш        | Аркушів 1 |         |  |
|           |           |          |       |      | Завдання 34      Варіант 29    | ІФНТУНГ      |           |         |  |
| Н. контр. |           |          |       |      |                                | гр. КМВ-05-1 |           |         |  |
| Затвердив |           |          |       |      |                                |              |           |         |  |

Рис. Д46

## Завдання 35

1. Накреслити гвинт з циліндричною головкою (ГОСТ 1491–80) та потайною головкою (ГОСТ 17475–80).

2. Дані до завдання взяти з табл. Д34, 13.6 і 13.8.

3. Нанести на кресленнях деталей потрібні розміри. При цьому замість умовних літерних позначень, взятих з табл. 13.6 і 13.8, проставити цифрові значення розмірів згідно з варіантом.

4. Над зображеннями гвинтів написати їх умовне позначення.

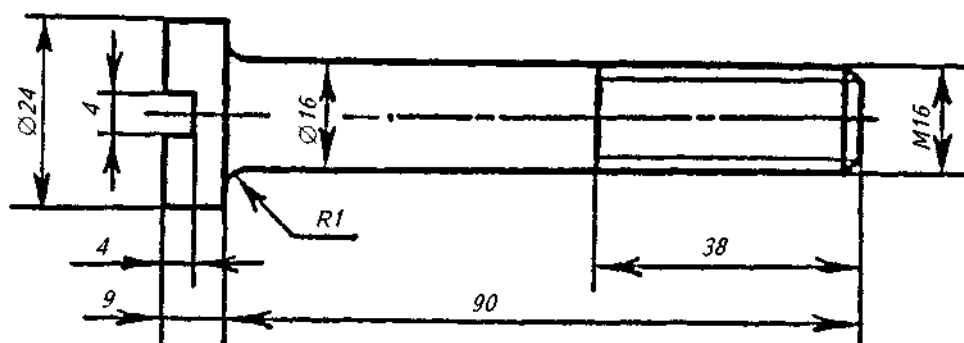
5. Приклад виконання завдання подано на рис. Д47.

6. Зауваження: креслення гвинта має складатися з одного головного вигляду; осьову лінію головного вигляду потрібно розташувати горизонтально; гвинт зобразити так, щоб його головка була повернута до спостерігача шліцьовим пазом.

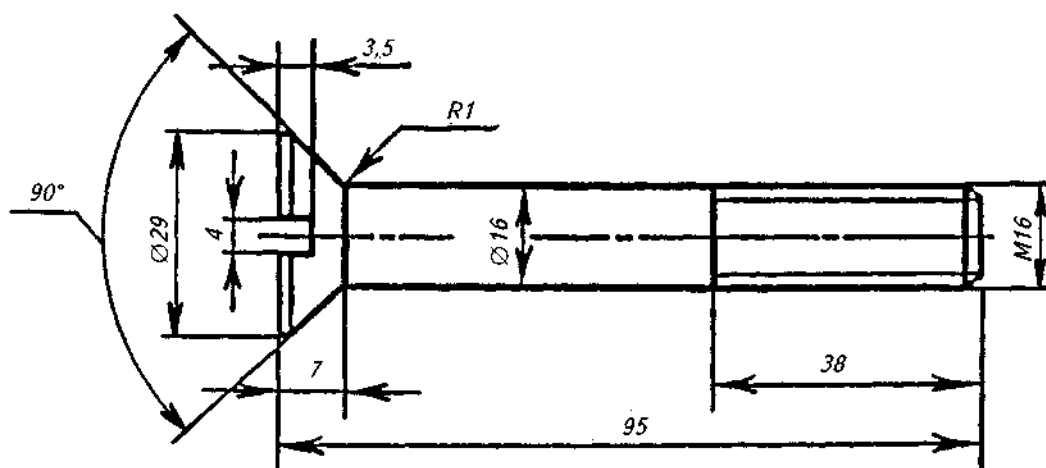
Таблиця Д34

| Варіант | ГОСТ 1491–80                      |                         | ГОСТ 1745–80                      |                         | Варіант | ГОСТ 1491–80                      |                         | ГОСТ 1745–80                      |                         |
|---------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
|         | Номинальний діаметр різі $d$ , мм | Довжина гвинта $l$ , мм | Номинальний діаметр різі $d$ , мм | Довжина гвинта $l$ , мм |         | Номинальний діаметр різі $d$ , мм | Довжина гвинта $l$ , мм | Номинальний діаметр різі $d$ , мм | Довжина гвинта $l$ , мм |
| 1       | 10x1,25                           | 60                      | 20x1,5                            | 90                      | 11      | 16x1,5                            | 100                     | 12x1,25                           | 100                     |
| 2       | 12x1,25                           | 65                      | 16x1,5                            | 100                     | 12      | 20x1,5                            | 90                      | 10x1,25                           | 110                     |
| 3       | 16x1,5                            | 65                      | 12x1,25                           | 60                      | 13      | 10x1,5                            | 90                      | 20x2,5                            | 90                      |
| 4       | 20x1,5                            | 70                      | 10x1,25                           | 65                      | 14      | 12x1,75                           | 80                      | 16x2                              | 100                     |
| 5       | 10x1,5                            | 70                      | 20x2,5                            | 75                      | 15      | 16x2                              | 70                      | 12x1,75                           | 60                      |
| 6       | 12x1,75                           | 75                      | 16x2                              | 80                      | 16      | 20x2,5                            | 80                      | 10x1,5                            | 65                      |
| 7       | 16x2                              | 70                      | 12x1,75                           | 70                      | 17      | 10x1,25                           | 100                     | 20x1,5                            | 100                     |
| 8       | 20x2,5                            | 80                      | 10x1,5                            | 75                      | 18      | 12x1,25                           | 110                     | 16x1,5                            | 90                      |
| 9       | 10x1,25                           | 80                      | 20x1,5                            | 70                      | 19      | 16x1,5                            | 80                      | 12x1,25                           | 100                     |
| 10      | 12x1,25                           | 90                      | 16x1,5                            | 90                      | 20      | 20x1,5                            | 75                      | 10x1,25                           | 90                      |

Гвинт М16 х 90.56 ГОСТ 1491-80



Гвинт М16 х 95.56 ГОСТ 17475-80



|             |           |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         |     |
|-------------|-----------|----------|-------|------|--------------------------------|--|--|---------------------------------------|-----------|---------|-----|
|             |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b> |  |  |                                       |           |         |     |
|             |           |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         |     |
|             |           |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         |     |
|             |           |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         |     |
| Зм.         | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата | <b>Кріпильні вироби</b>        |  |  | Літера                                | Маса      | Масштаб |     |
| Креслив     | Ткачук    |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         | 1:1 |
| Перевірів   | Василишин |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         |     |
| Т. контр.   |           |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         |     |
|             |           |          |       |      |                                |  |  | Аркуш                                 | Аркушів 1 |         |     |
| Н. контр.   |           |          |       |      |                                |  |  | <b>ІФНТУНГ</b><br><b>гр. КМВ-05-1</b> |           |         |     |
| Затвердив   |           |          |       |      |                                |  |  |                                       |           |         |     |
| Завдання 35 |           |          |       |      | Варіант 29                     |  |  |                                       |           |         |     |

Рис. Д47

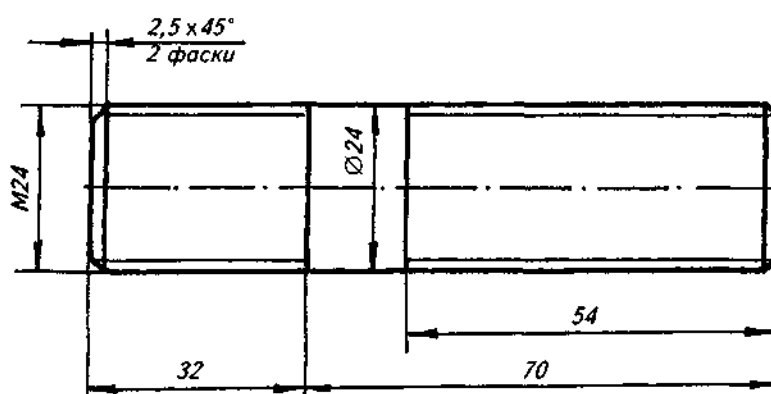
## Завдання 36

1. Виконати креслення шпильки згідно з ГОСТ 22034–76, гайки — згідно з ГОСТ 5915–70 та шайби — згідно з ГОСТ 11371–78
2. Дані до завдання взяти з табл. Д.35, 13.11, 13.14 і 13.18.
3. Розміри гайки та шайби вибрати залежно від діаметра різі шпильки.
4. Нанести на кресленнях деталей потрібні розміри. При цьому замість умовних літерних позначень, взятих з табл. 13.11, 13.14 і 13.18, проставити цифрові значення розмірів згідно з варіантом.
5. Над зображеннями деталей написати їх умовне позначення.
6. Приклад виконання завдання подано на рис. Д48.
7. Зауваження: креслення шпильки має складатися з одного головного вигляду; осьову лінію потрібно розмістити горизонтально; креслення гайки має мати два вигляди — головний і вигляд зліва; осьову лінію потрібно розмістити горизонтально; гайка на головному вигляді має бути повернута до спостерігача трьома гранями; на головному вигляді виконати розріз, поєднавши його з половиною вигляду; креслення шайби має мати лише один вигляд.

Таблиця Д35

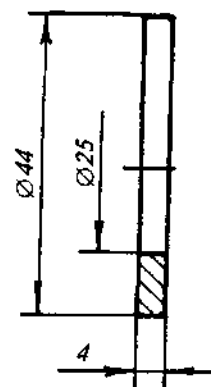
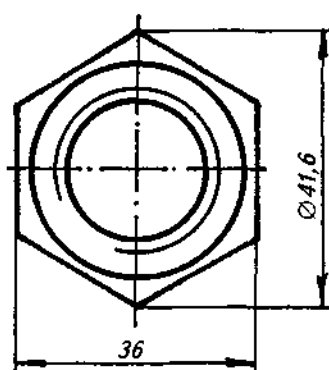
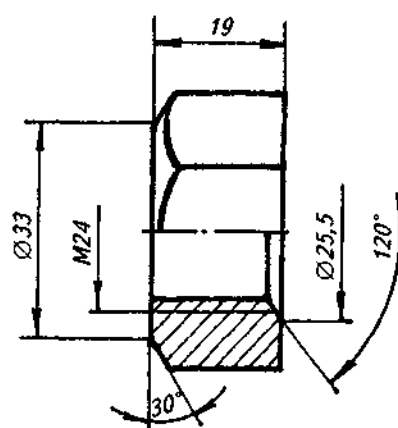
| Варіант | Номинальний діаметр різі $d$ , мм | Довжина шпильки $l$ , мм | Виконання | Варіант | Номинальний діаметр різі $d$ , мм | Довжина шпильки $l$ , мм | Виконання |
|---------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|---------|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| 1       | 30                                | 50                       | 1         | 11      | 30                                | 60                       | 2         |
| 2       | 24                                | 55                       | 2         | 12      | 24                                | 50                       | 1         |
| 3       | 20                                | 60                       | 1         | 13      | 20                                | 55                       | 2         |
| 4       | 16                                | 65                       | 2         | 14      | 16                                | 70                       | 1         |
| 5       | 12                                | 70                       | 1         | 15      | 12                                | 80                       | 2         |
| 6       | 30 x 2                            | 55                       | 2         | 16      | 30 x 2                            | 65                       | 1         |
| 7       | 24 x 2                            | 50                       | 1         | 17      | 24 x 2                            | 70                       | 2         |
| 8       | 16 x 1,5                          | 70                       | 2         | 18      | 16 x 1,5                          | 65                       | 1         |
| 9       | 12 x 1,25                         | 65                       | 1         | 19      | 12 x 1,25                         | 75                       | 2         |
| 10      | 20 x 1,25                         | 65                       | 2         | 20      | 20 x 1,25                         | 70                       | 1         |

Шпилька М24 х 70.58 ГОСТ 22034-76



Гайка 2М24.5 ГОСТ 5915-70

Шайба 24.01 ГОСТ 11371-78



|           |           |          |       |      |                                |                     |           |      |         |
|-----------|-----------|----------|-------|------|--------------------------------|---------------------|-----------|------|---------|
|           |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b> |                     |           |      |         |
|           |           |          |       |      | <b>Кріпильні вироби</b>        | Літера              |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата |                                |                     |           |      | 1:1     |
| Креслив   | Ткачук    |          |       |      |                                |                     |           |      |         |
| Перевірив | Василишин |          |       |      |                                |                     |           |      |         |
| Т. контр. |           |          |       |      |                                | Аркуш               | Аркушів 1 |      |         |
|           |           |          |       |      | Завдання 36    Варіант 29      | <b>ІФНТУНГ</b>      |           |      |         |
| Н. контр. |           |          |       |      |                                | <b>гр. КМВ-05-1</b> |           |      |         |
| Затвердив |           |          |       |      |                                |                     |           |      |         |

**Завдання 37**

1. Виконати конструктивне зображення болтового з'єднання за відносними розмірами (див. рис. 14.7).

2. Вихідні дані до завдання, а саме, діаметр  $d_0$  отвору в деталях, що підлягають з'єднанню, та товщини  $m$  і  $n$ , взяти згідно з варіантом з табл. Д36.

3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д49.

Слід звернути увагу, що на болтовому з'єднанні наносяться такі розміри: довжина болта; діаметр різі болта; діаметр отвору в деталях, що з'єднуються; товщини з'єднувальних деталей.

**Завдання 38**

1. Накреслити конструктивне зображення шпилькового з'єднання за відносними розмірами (див. рис. 14.11).

2. Вихідні дані до завдання, а саме, діаметр  $d_0$  гладкого отвору під шпильку, товщину деталі  $n$  та матеріал деталі, в якій виконано нарізний отвір, взяти згідно з варіантом з табл. Д36.

3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д50.

Слід звернути увагу, що на з'єднанні шпилькою наносяться такі розміри:

діаметр різі шпильки; довжина шпильки; діаметр отвору в деталях, що з'єднуються; товщина деталі, що з'єднується.

**Завдання 39**

1. Накреслити конструктивні зображення гвинтових з'єднань за відносними розмірами (див. рис.13.9, рис.14.12, рис.14.13).

2. Вихідні дані до завдання, а саме, діаметр  $d_0$  отвору під гвинт в деталі, що з'єднується, та її товщину  $n$  взяти згідно з варіантом з табл. Д36.

3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д51.

**Завдання 40**

1. Накреслити зображення трубного з'єднання, у якому є дві труби, муфта та контргайка.

2. Розміри муфти та контргайки взяти з табл. 13.24 та 14.2.

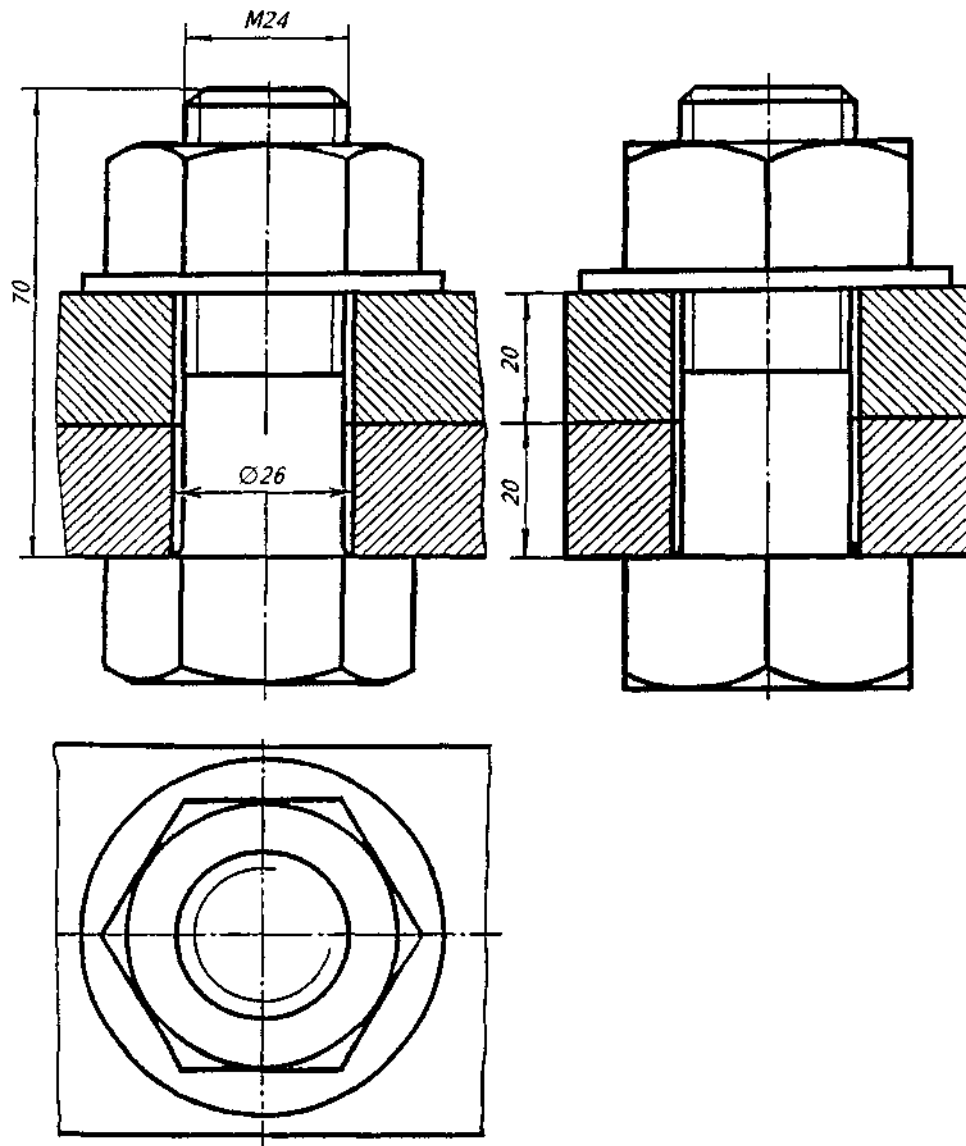
3. Вихідні дані до завдання взяти згідно з варіантом з табл. Д36.

4. Розміри трубної циліндричної різі взяти з табл. 12.2.

5. Приклад виконання завдання подано на рис. Д52.

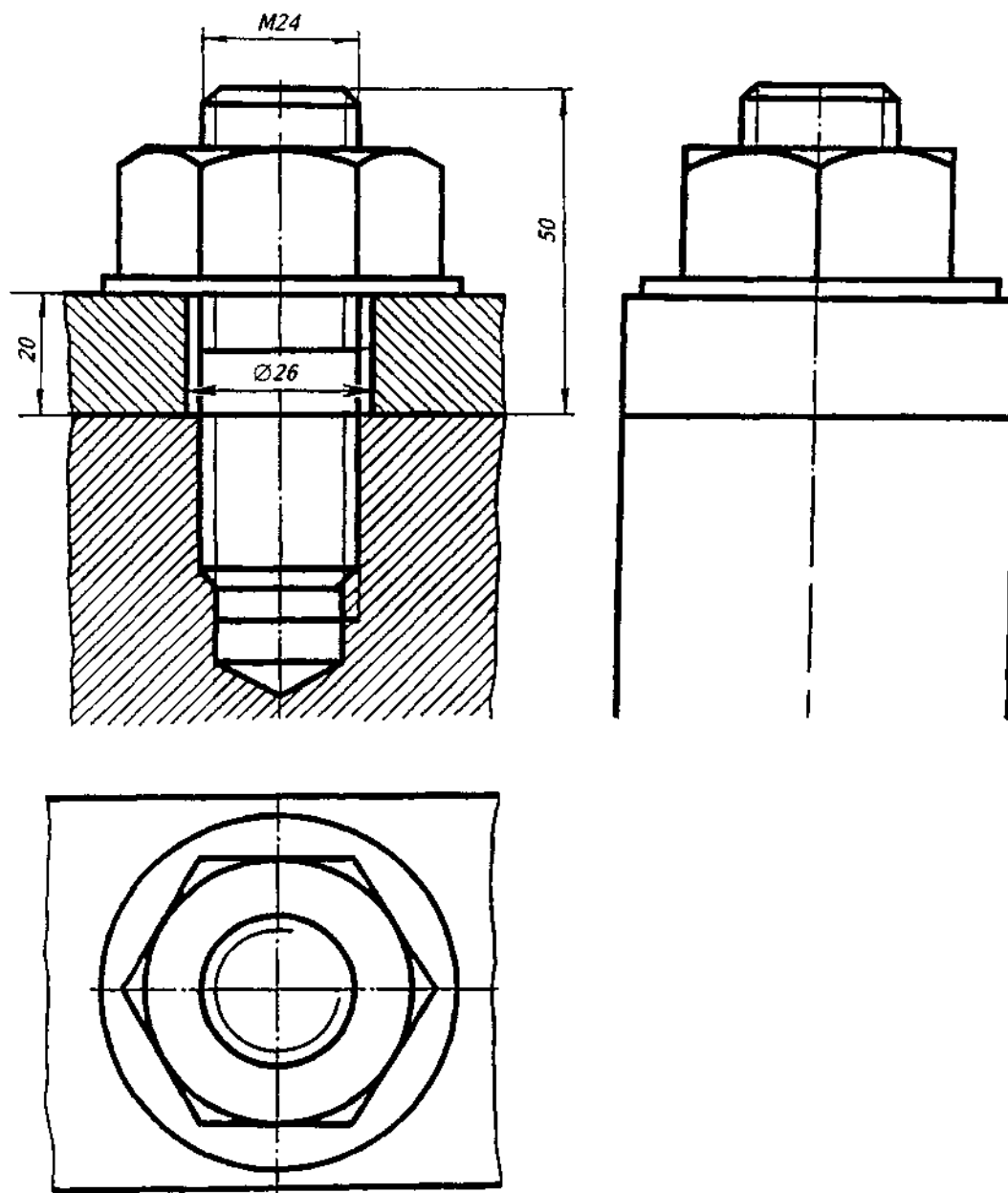
Таблиця Д36

| Варіант | Болтове з'єднання |          |          | З'єднання шпилькою |          |                                       | Гвинтове з'єднання |          | Трубне з'єднання          |         |           |
|---------|-------------------|----------|----------|--------------------|----------|---------------------------------------|--------------------|----------|---------------------------|---------|-----------|
|         | $d_o$ , мм        | $m$ , мм | $n$ , мм | $d_o$ , мм         | $n$ , мм | Матеріал деталі, в якій нарізано різь | $d_o$ , мм         | $n$ , мм | Умовний прохід $D_p$ , мм | Муфта   | Труби     |
| 1       | 17                | 28       | 40       | 32                 | 40       | сталь                                 | 11                 | 15       | 15                        | довга   | звичайні  |
| 2       | 22                | 36       | 24       | 26                 | 28       | чавун                                 | 13                 | 18       | 20                        | "       | "         |
| 3       | 26                | 30       | 35       | 22                 | 22       | бронза                                | 17                 | 20       | 25                        | "       | "         |
| 4       | 32                | 35       | 25       | 17                 | 22       | латунь                                | 22                 | 28       | 32                        | "       | "         |
| 5       | 17                | 26       | 38       | 22                 | 24       | латунь                                | 11                 | 16       | 40                        | "       | "         |
| 6       | 22                | 32       | 22       | 26                 | 30       | чавун                                 | 13                 | 20       | 15                        | коротка | підсилені |
| 7       | 26                | 35       | 30       | 32                 | 38       | сталь                                 | 17                 | 22       | 20                        | "       | "         |
| 8       | 32                | 34       | 26       | 17                 | 20       | бронза                                | 22                 | 26       | 25                        | "       | "         |
| 9       | 17                | 24       | 36       | 32                 | 42       | сталь                                 | 11                 | 18       | 32                        | "       | "         |
| 10      | 22                | 22       | 32       | 26                 | 32       | чавун                                 | 13                 | 22       | 40                        | "       | "         |
| 11      | 26                | 38       | 32       | 22                 | 26       | бронза                                | 17                 | 24       | 15                        | довга   | звичайні  |
| 12      | 32                | 36       | 26       | 17                 | 24       | бронза                                | 22                 | 24       | 20                        | "       | "         |
| 13      | 17                | 30       | 32       | 32                 | 36       | сталь                                 | 11                 | 28       | 25                        | "       | "         |
| 14      | 22                | 20       | 30       | 26                 | 34       | чавун                                 | 13                 | 16       | 32                        | "       | "         |
| 15      | 26                | 32       | 32       | 17                 | 26       | латунь                                | 17                 | 25       | 40                        | "       | "         |
| 16      | 32                | 40       | 22       | 22                 | 28       | бронза                                | 22                 | 30       | 15                        | коротка | підсилені |
| 17      | 17                | 32       | 26       | 22                 | 38       | латунь                                | 11                 | 22       | 20                        | "       | "         |
| 18      | 22                | 22       | 32       | 26                 | 36       | чавун                                 | 13                 | 24       | 25                        | "       | "         |
| 19      | 26                | 34       | 34       | 32                 | 40       | сталь                                 | 17                 | 26       | 32                        | "       | "         |
| 20      | 32                | 32       | 30       | 17                 | 28       | бронза                                | 22                 | 32       | 40                        | "       | "         |



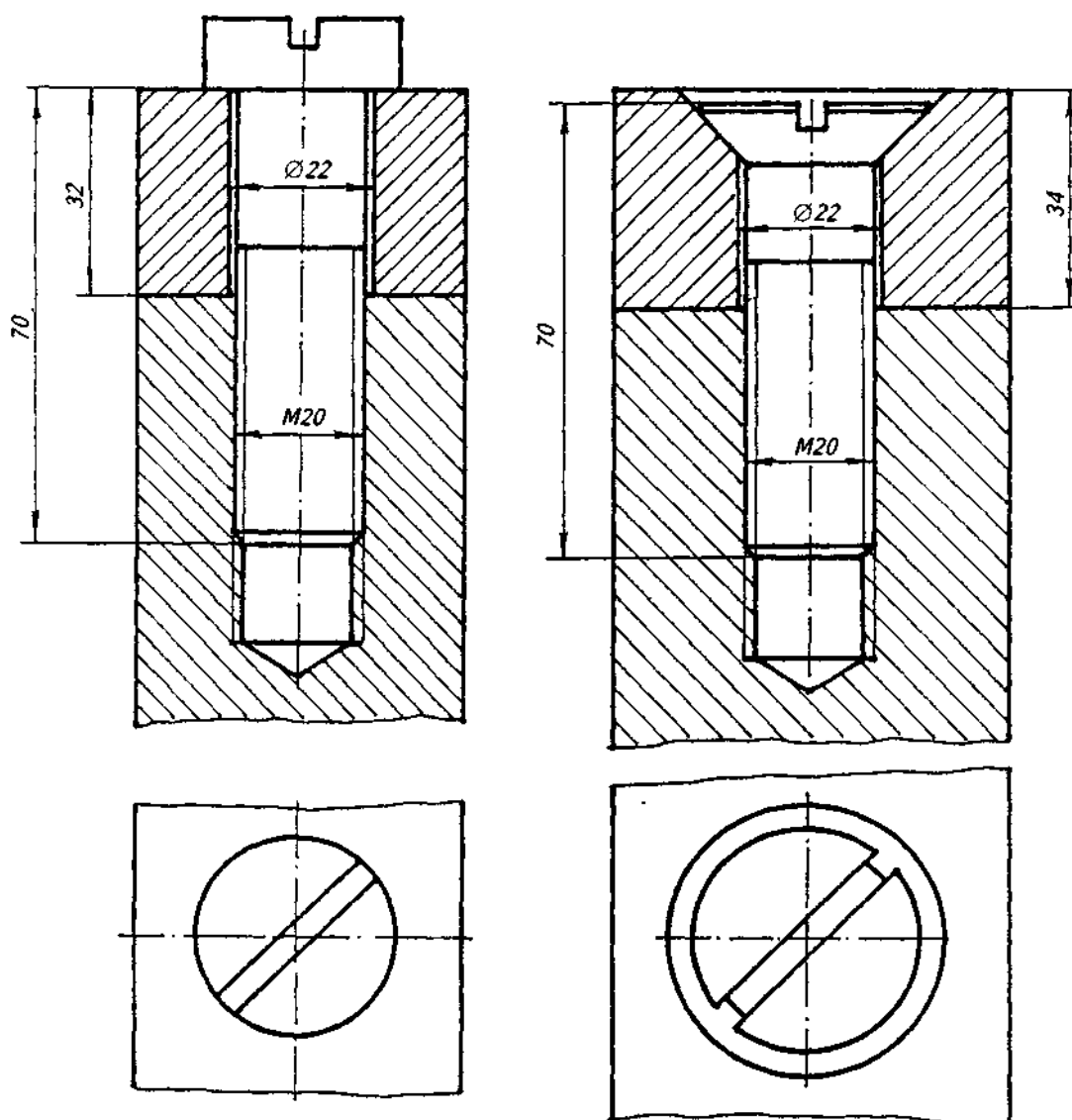
|           |           |          |       |      |                                |              |           |         |
|-----------|-----------|----------|-------|------|--------------------------------|--------------|-----------|---------|
|           |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b> |              |           |         |
|           |           |          |       |      | <b>Болтове з'єднання</b>       | Літера       | Маса      | Масштаб |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата |                                |              |           | 1:1     |
| Креслив   | Ткачук    |          |       |      |                                |              |           |         |
| Перевіряв | Василишин |          |       |      |                                |              |           |         |
| Т. контр. |           |          |       |      |                                | Аркуш        | Аркушів 1 |         |
| Н. контр. |           |          |       |      | Завдання 37    Варіант 29      | ІФНТУНГ      |           |         |
| Затвердив |           |          |       |      |                                | гр. КМВ-05-1 |           |         |

Рис. Д49



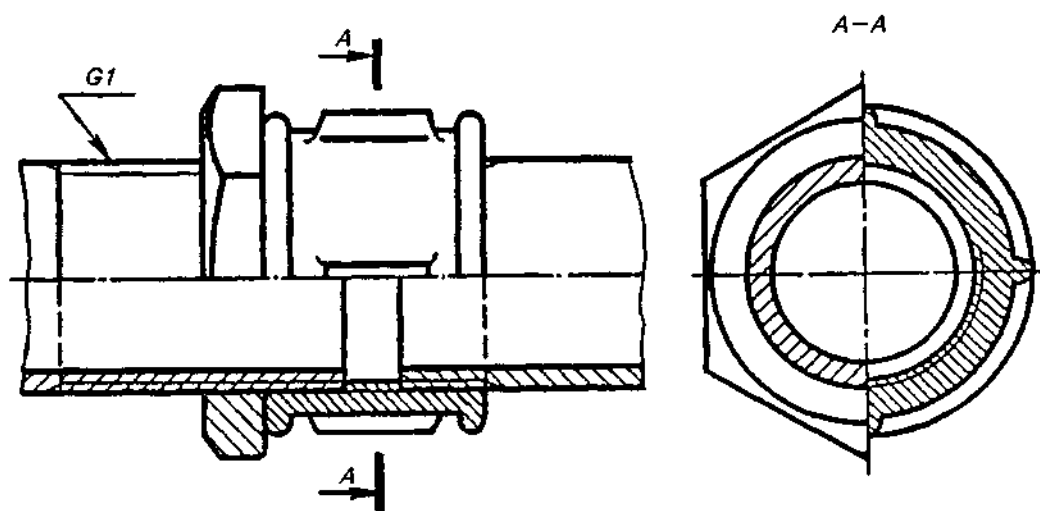
|           |      |           |       |      |                                |        |                     |         |
|-----------|------|-----------|-------|------|--------------------------------|--------|---------------------|---------|
|           |      |           |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b> |        |                     |         |
|           |      |           |       |      | <b>З'єднання<br/>шпилькою</b>  | Літера | Маса                | Масштаб |
|           |      |           |       |      |                                |        |                     | 1:1     |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                                |        |                     |         |
| Креслив   |      | Ткачук    |       |      |                                |        |                     |         |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                                |        |                     |         |
| Т. контр. |      |           |       |      |                                | Аркуш  | Аркушів 1           |         |
|           |      |           |       |      |                                |        |                     |         |
| Н. контр. |      |           |       |      |                                |        | <b>ІФНТУНГ</b>      |         |
| Затвердив |      |           |       |      |                                |        | <b>гр. КМВ-05-1</b> |         |
|           |      |           |       |      | Завдання 38    Варіант 29      |        |                     |         |

Рис. Д50



|           |           |          |       |      |                                |  |                     |         |
|-----------|-----------|----------|-------|------|--------------------------------|--|---------------------|---------|
|           |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b> |  |                     |         |
|           |           |          |       |      |                                |  |                     |         |
|           |           |          |       |      |                                |  |                     |         |
|           |           |          |       |      |                                |  |                     |         |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата | Літера                         |  | Маса                | Масштаб |
| Креслив   | Ткачук    |          |       |      |                                |  |                     | 1:1     |
| Перевірив | Василишин |          |       |      |                                |  |                     |         |
| Т. контр. |           |          |       |      | Аркуш                          |  | Аркушів 1           |         |
|           |           |          |       |      |                                |  |                     |         |
| Н. контр. |           |          |       |      |                                |  | <b>ІФНТУНГ</b>      |         |
| Затвердив |           |          |       |      |                                |  | <b>гр. КМВ-05-1</b> |         |
|           |           |          |       |      | Завдання 39    Варіант 29      |  |                     |         |

Рис. Д51



|                           |           |          |       |      |                                       |  |           |         |
|---------------------------|-----------|----------|-------|------|---------------------------------------|--|-----------|---------|
|                           |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b>        |  |           |         |
|                           |           |          |       |      | <b>Трубне з'єднання</b>               |  |           |         |
|                           |           |          |       |      |                                       |  |           |         |
|                           |           |          |       |      |                                       |  |           |         |
|                           |           |          |       |      |                                       |  |           |         |
| Зм.                       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата | Літера                                |  | Маса      | Масштаб |
| Креслив                   | Ткачук    |          |       |      |                                       |  |           | 1:1     |
| Перевірив                 | Василишин |          |       |      |                                       |  |           |         |
| Т. контр.                 |           |          |       |      | Аркуш                                 |  | Аркушів 1 |         |
|                           |           |          |       |      |                                       |  |           |         |
| Н. контр.                 |           |          |       |      | <b>ІФНТУНГ</b><br><b>гр. КМВ-05-1</b> |  |           |         |
| Затвердив                 |           |          |       |      |                                       |  |           |         |
| Завдання 40    Варіант 29 |           |          |       |      |                                       |  |           |         |

Рис. Д52

**Завдання 41**

1. Зобразити спрощено згідно з ГОСТ 2.315–68 з'єднання деталей болтом (ГОСТ 7798–70), гвинтом з потайною головкою (ГОСТ 17473–80) для варіантів 5,8,10,11, гвинтом з циліндричною головкою (ГОСТ 1491–80) для інших варіантів, шпилькою (ГОСТ 22032–76).

2. Вихідні дані для виконання завдання взяти з табл. Д37 і Д38.

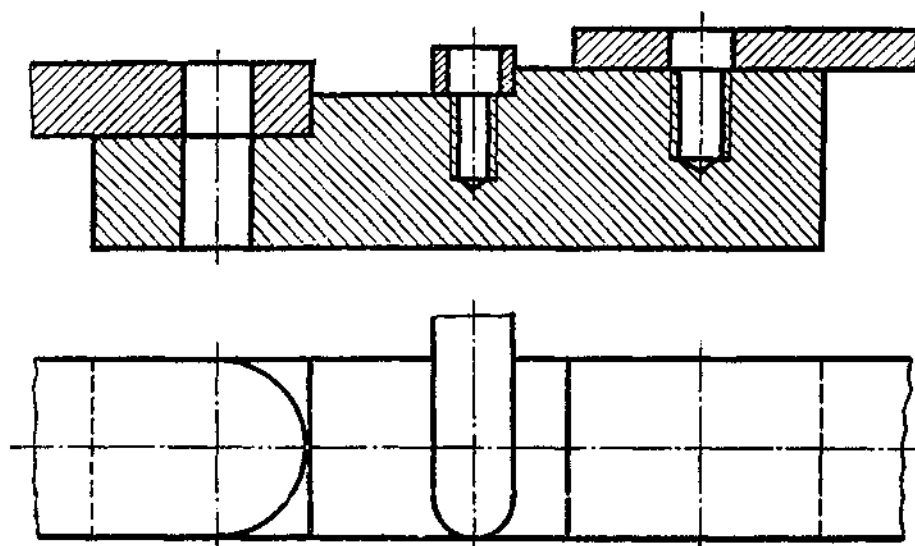
3. Зображення деталей з табл. Д38 перекреслити, пропорційно змінивши графічну умову з урахуванням розмірів кріпильних деталей, взятих з табл. Д37 за варіантом.

4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д53.

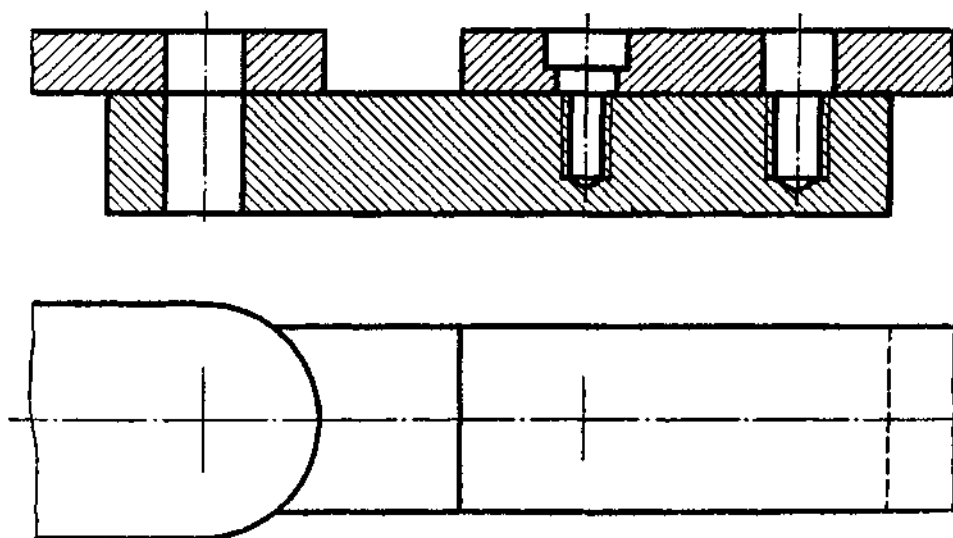
Таблиця Д37

| Варіант | Діаметр різі d, мм |        |         | Матеріал деталі,<br>в яку вкручуються<br>гвинт і шпилька |
|---------|--------------------|--------|---------|----------------------------------------------------------|
|         | болта              | гвинта | шпильки |                                                          |
| 1       | M12                | M8     | M10     | чавун                                                    |
| 2       | M12                | M10    | M10     | "                                                        |
| 3       | M10                | M8     | M12     | сталь                                                    |
| 4       | M10                | M8     | M12     | "                                                        |
| 5       | M10                | M8     | M12     | "                                                        |
| 6       | M12                | M10    | M10     | латунь                                                   |
| 7       | M10                | M10    | M16     | "                                                        |
| 8       | M12                | M8     | M12     | пластмаса                                                |
| 9       | M12                | M8     | M12     | сталь                                                    |
| 10      | M12                | M10    | M16     | латунь                                                   |
| 11      | M10                | M10    | M16     | "                                                        |
| 12      | M12                | M8     | M10     | сталь                                                    |
| 13      | M12                | M8     | M10     | пластмаса                                                |
| 14      | M12                | M8     | M10     | сталь                                                    |
| 15      | M12                | M8     | M12     | чавун                                                    |
| 16      | M16                | M8     | M12     | латунь                                                   |
| 17      | M16                | M8     | M12     | сталь                                                    |
| 18      | M10                | M8     | M10     | "                                                        |
| 19      | M12                | M10    | M12     | чавун                                                    |
| 20      | M12                | M8     | M10     | сталь                                                    |

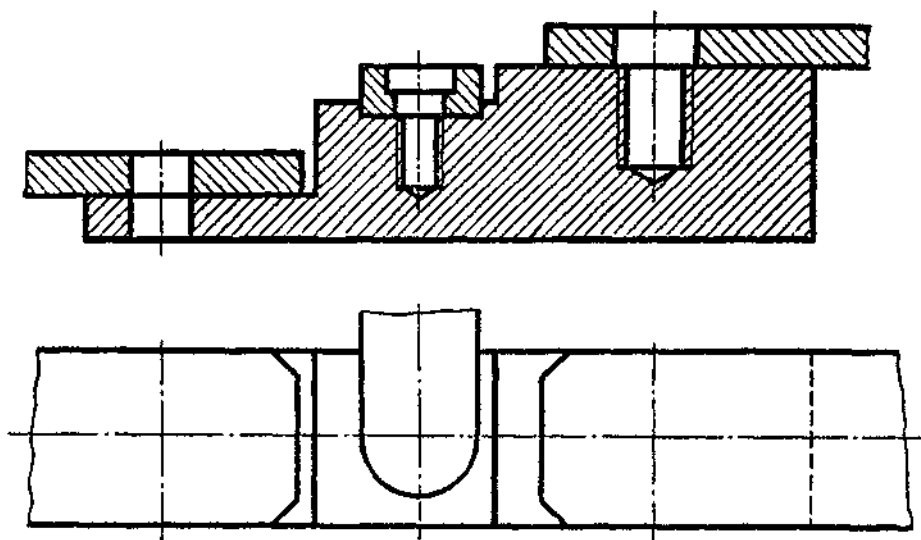
1



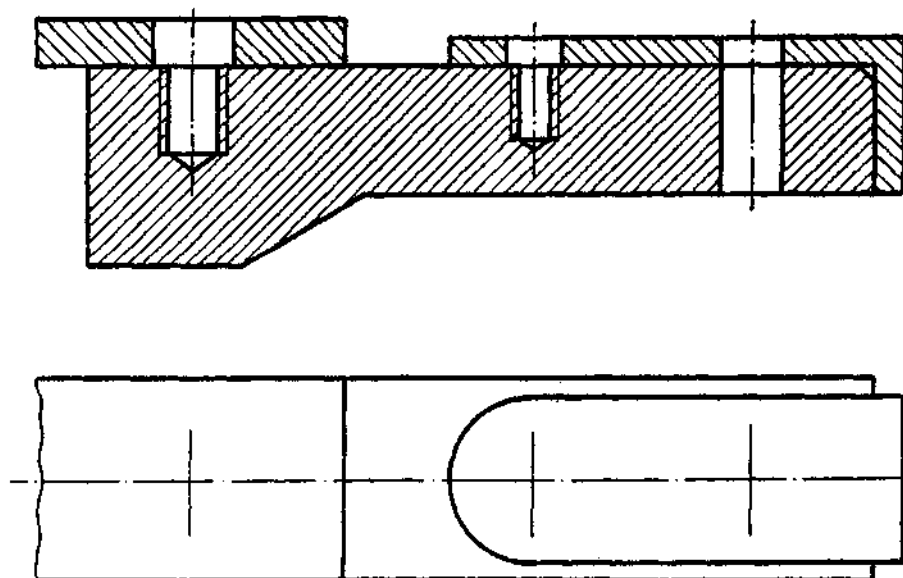
2



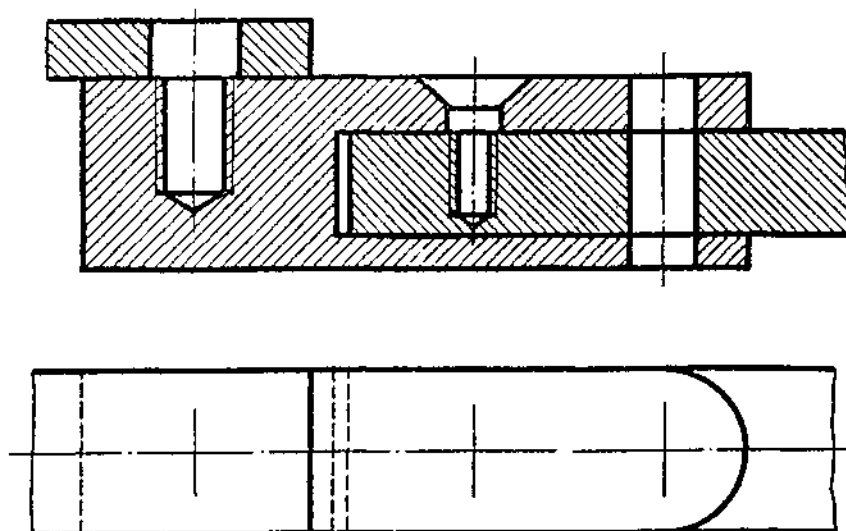
3



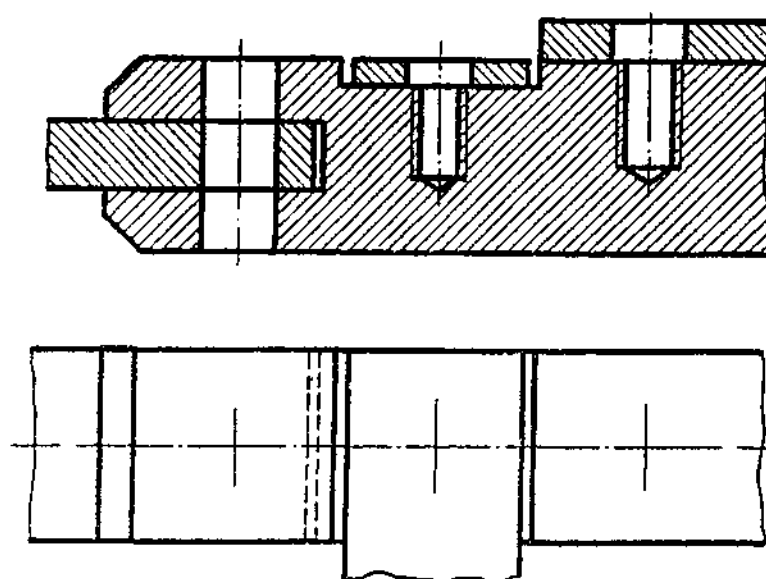
4



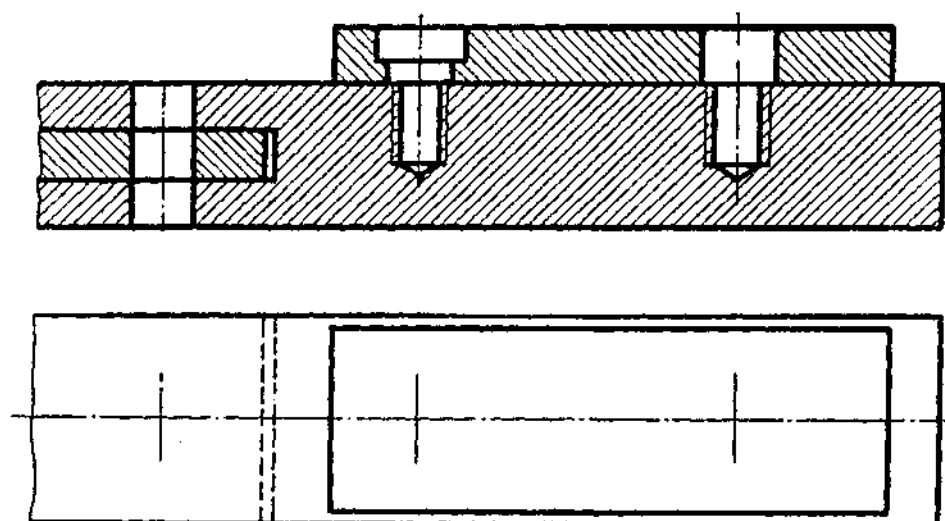
5



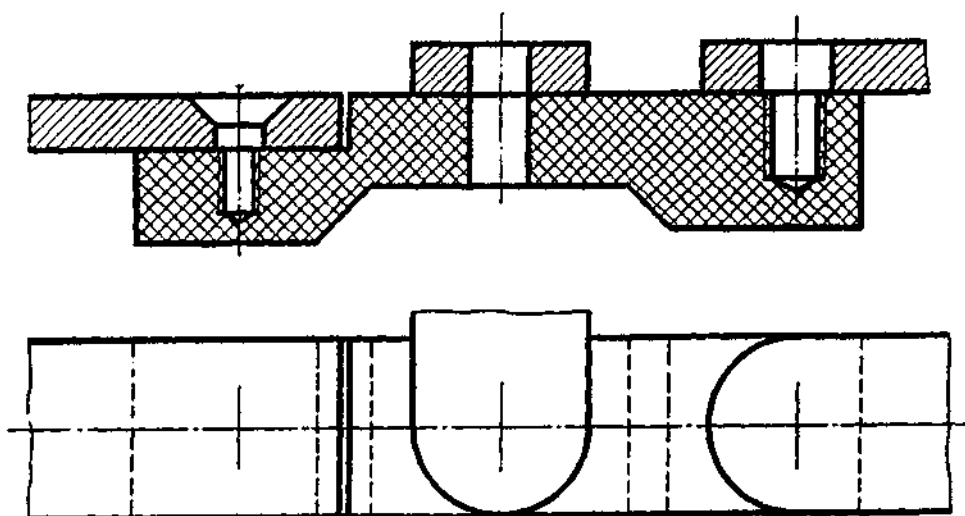
6



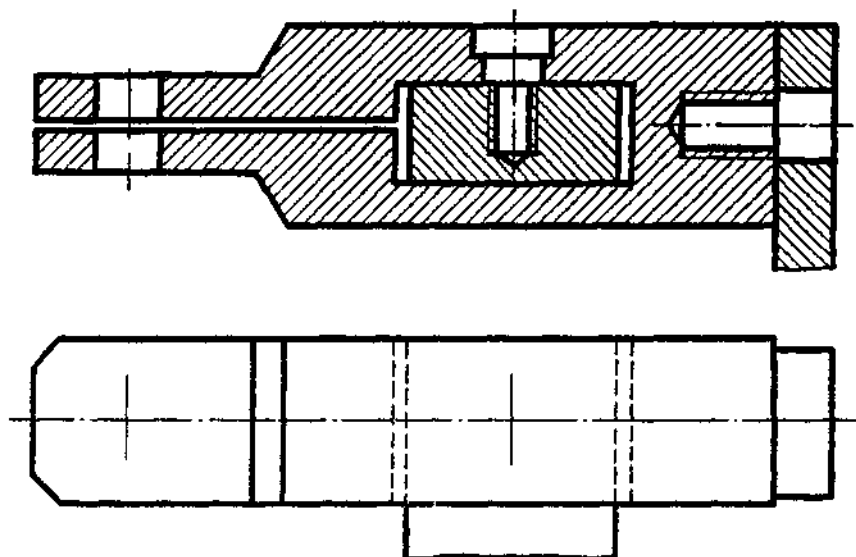
7



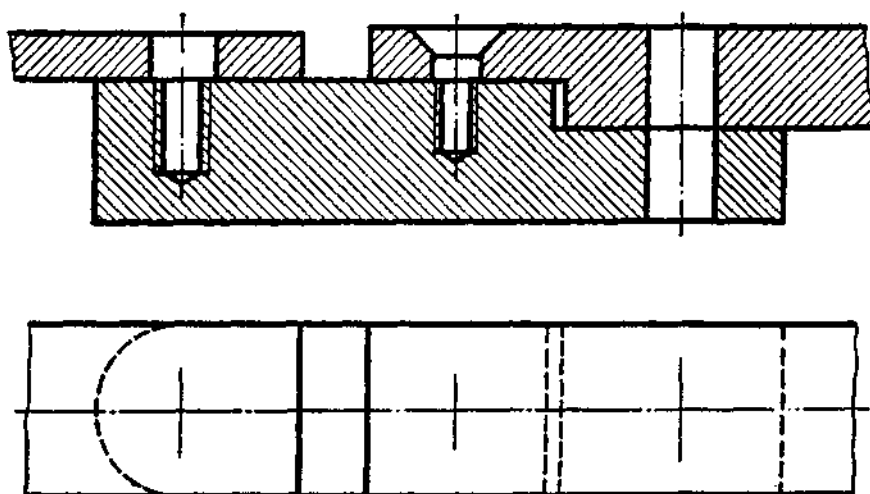
8



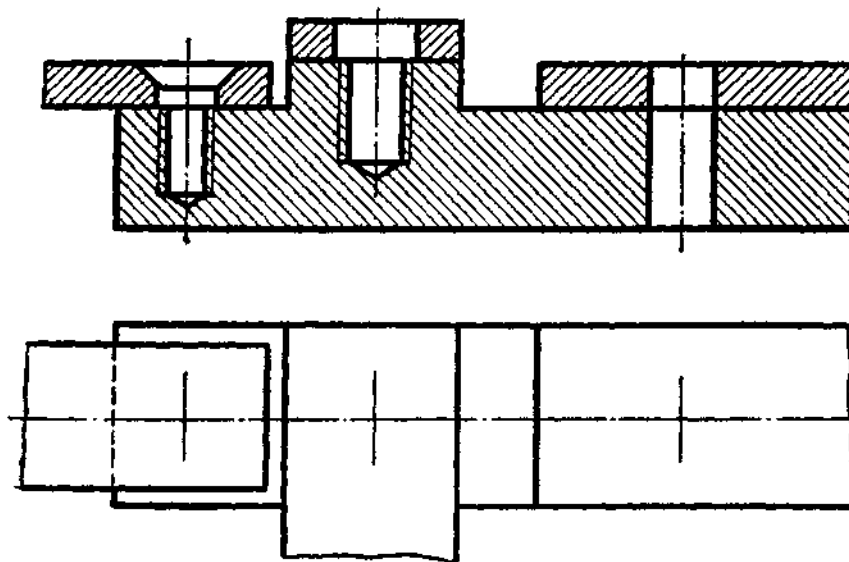
9



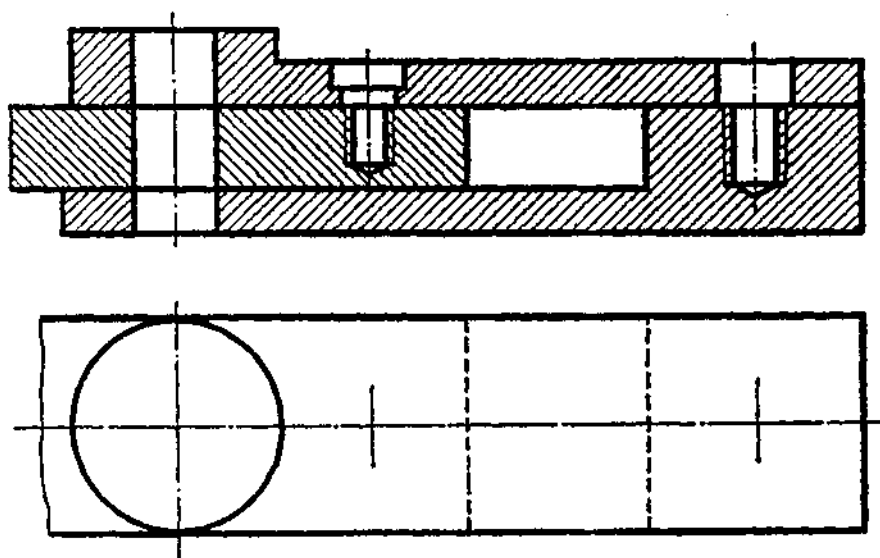
10



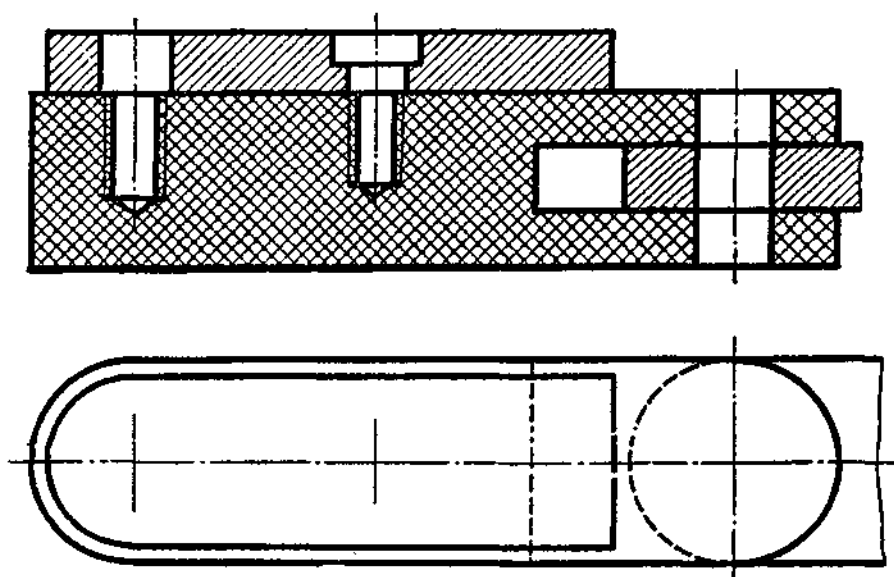
11



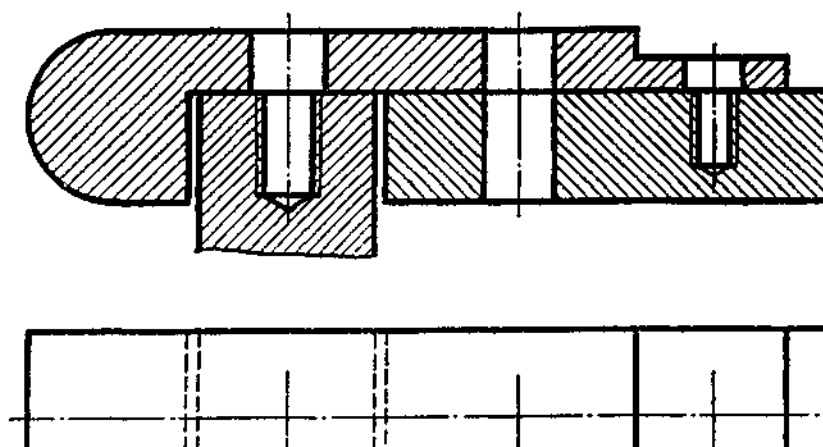
12



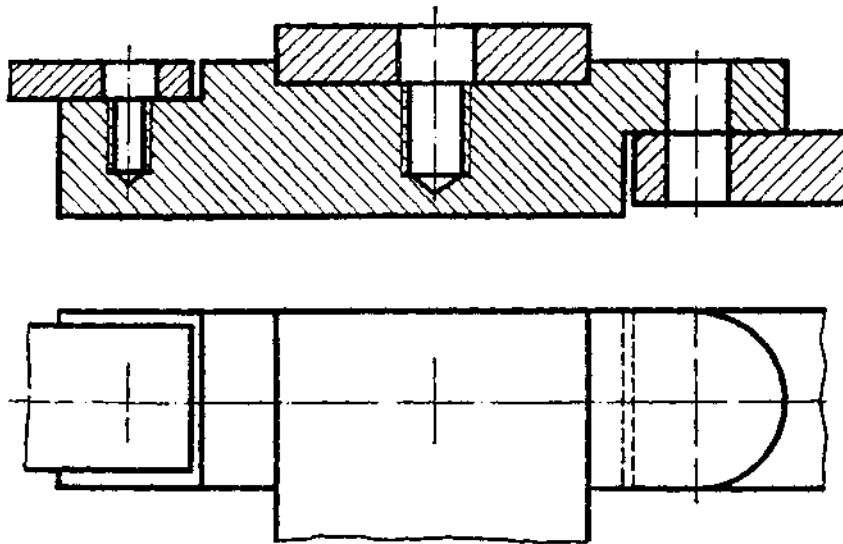
13



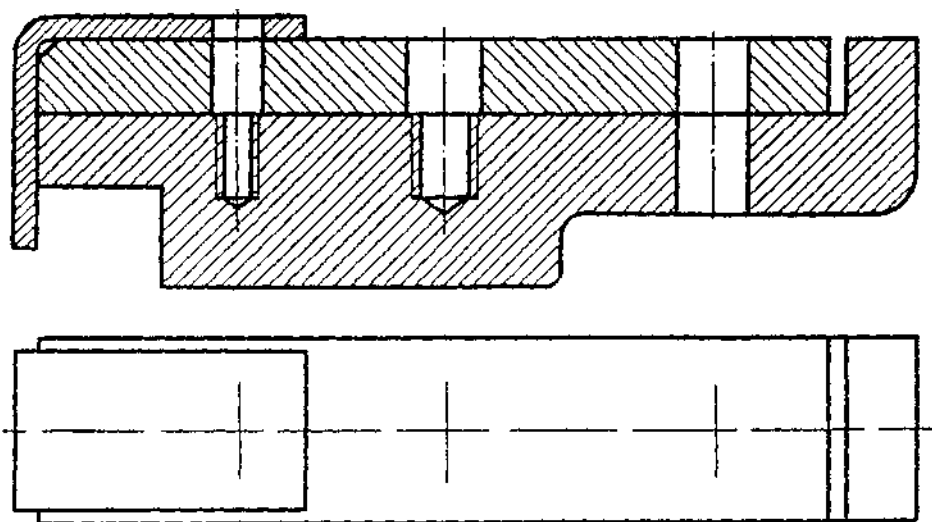
14



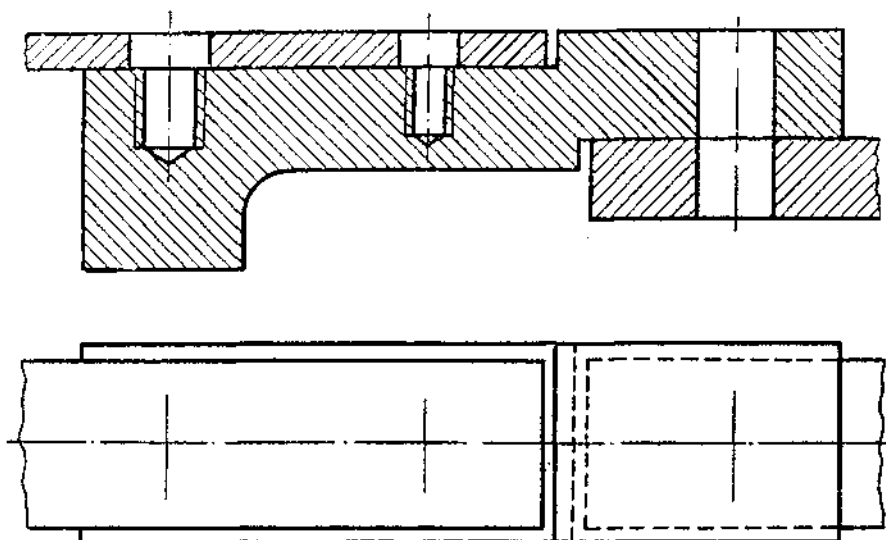
15



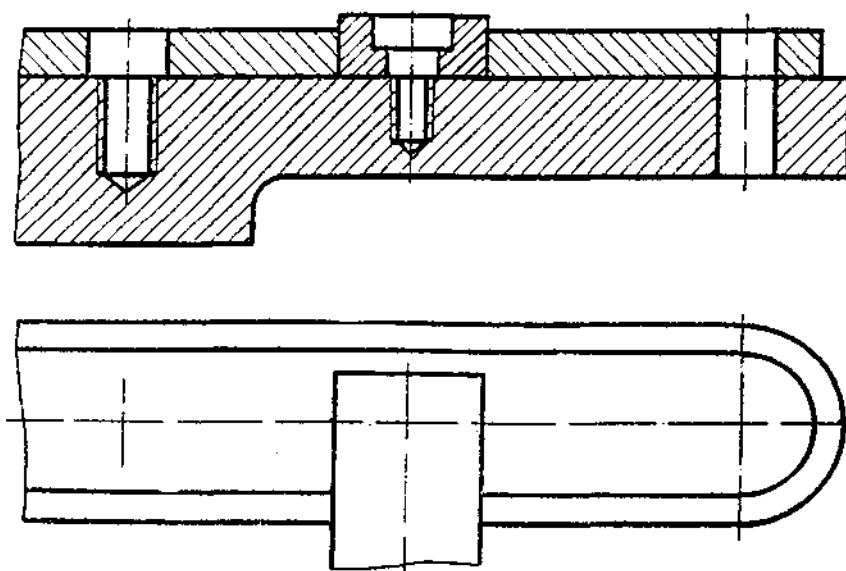
16



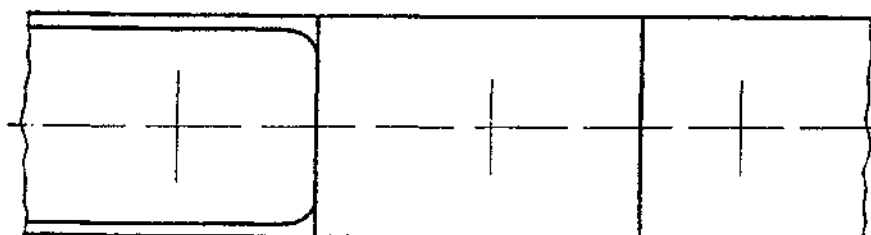
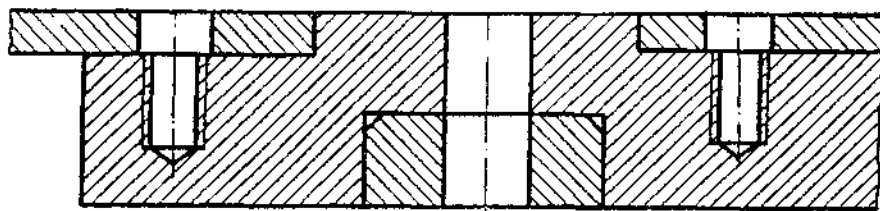
17



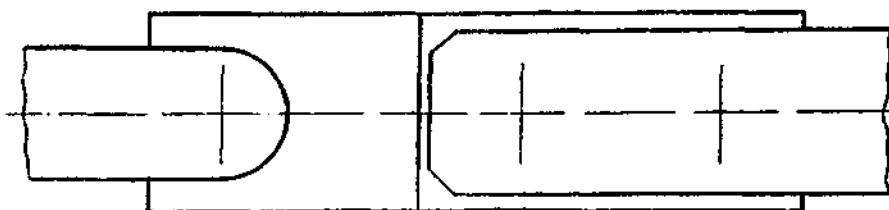
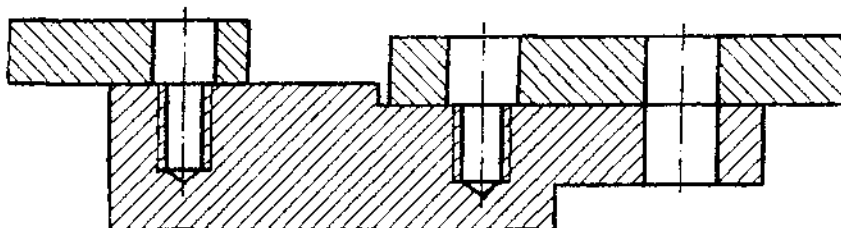
18

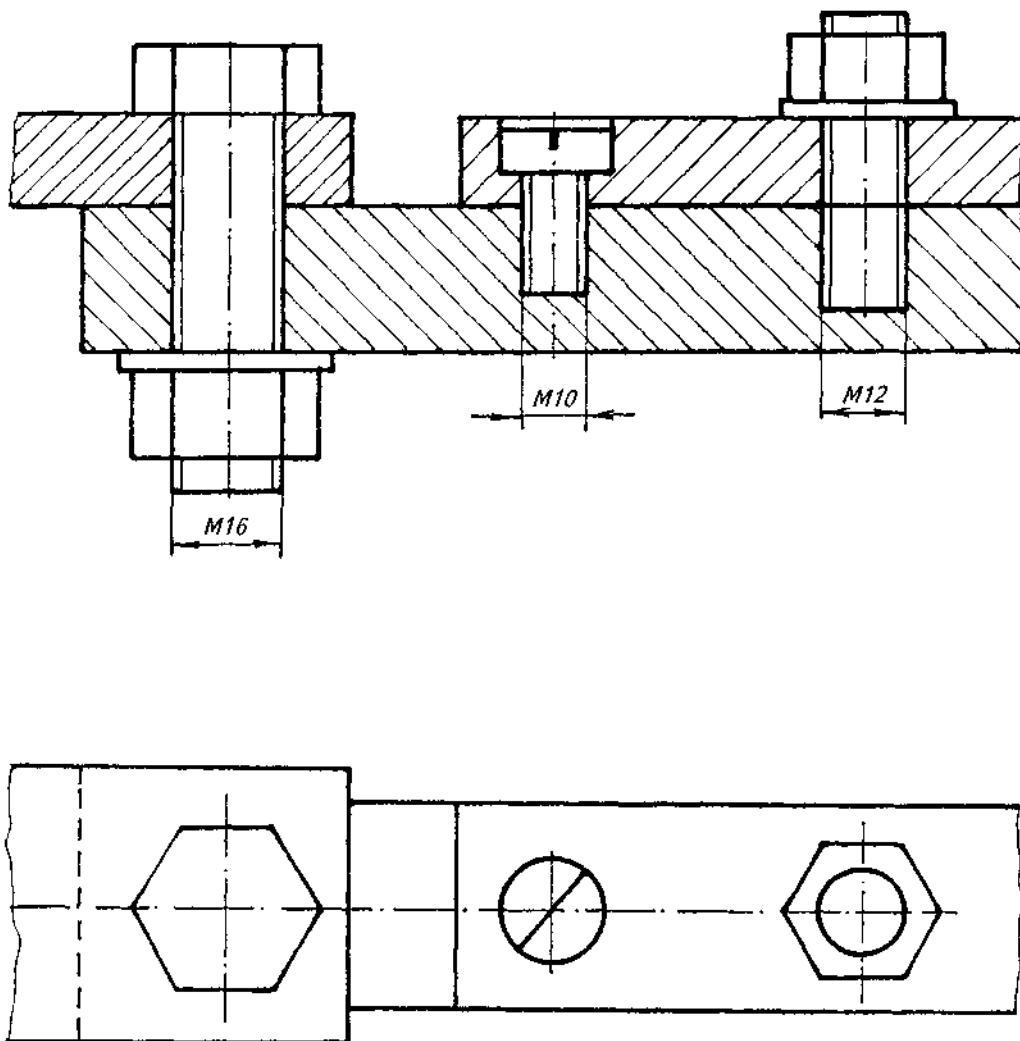


19



20





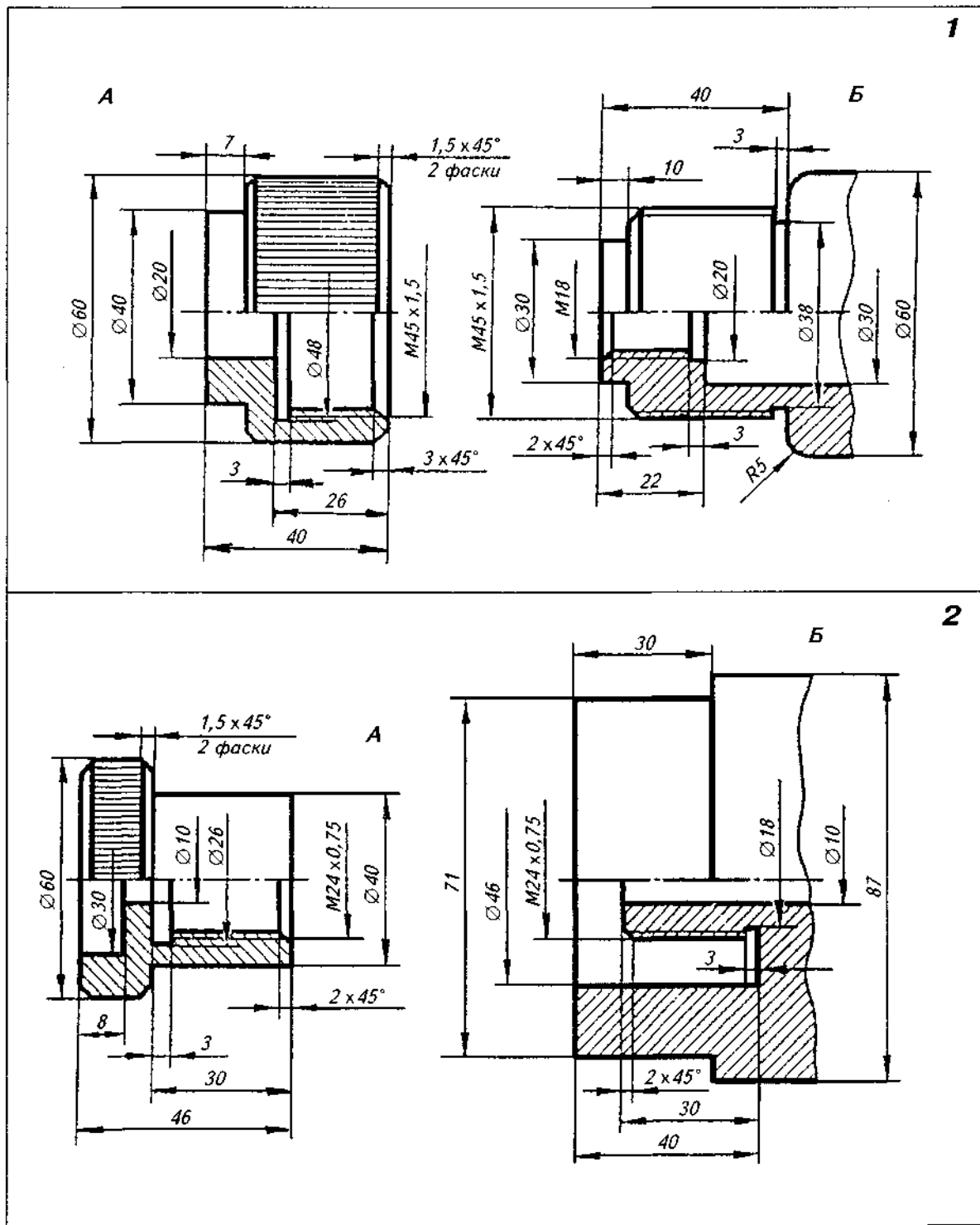
|           |           |          |       |      |                                                  |              |           |         |
|-----------|-----------|----------|-------|------|--------------------------------------------------|--------------|-----------|---------|
|           |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b>                   |              |           |         |
|           |           |          |       |      | <b>Спрощені зображення<br/>нарізних з'єднань</b> | Літера       | Маса      | Масштаб |
| Зм.       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата |                                                  |              |           | 1:1     |
| Креслив   | Ткачук    |          |       |      |                                                  |              |           |         |
| Перевірив | Василишин |          |       |      |                                                  |              |           |         |
| Т. контр. |           |          |       |      |                                                  | Аркуш        | Аркушів 1 |         |
| Н. контр. |           |          |       |      | Завдання 41    Варіант 29                        | ІФНТУНГ      |           |         |
| Затвердив |           |          |       |      |                                                  | гр. КМВ-05-1 |           |         |

Рис. Д53

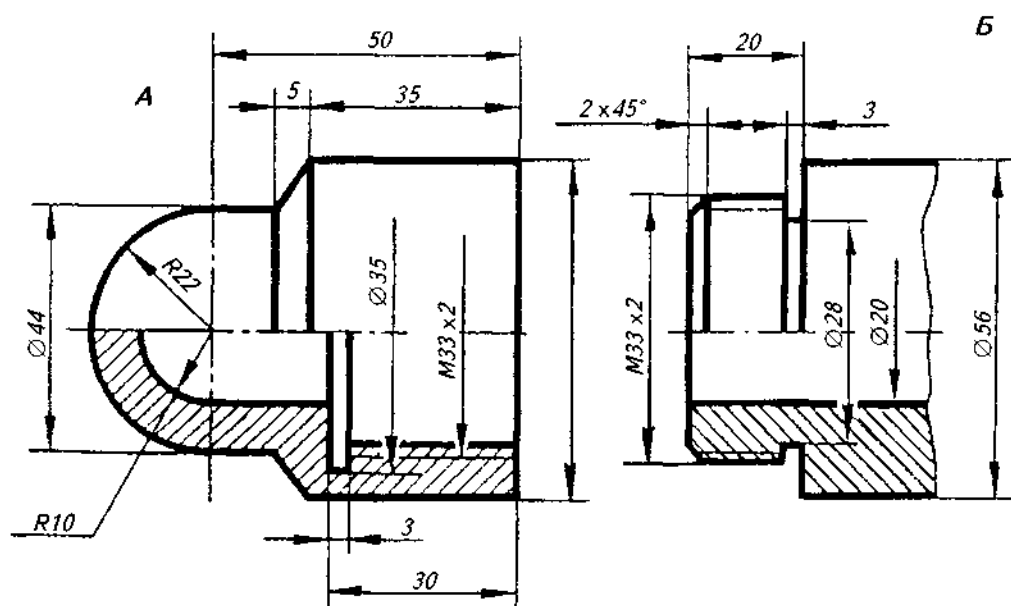
## Завдання 42

1. Зобразити деталь А, угвинчену в деталь Б.
2. Варіанти завдання взяті з табл. Д39.
3. Приклад виконання завдання подано на рис. Д54.

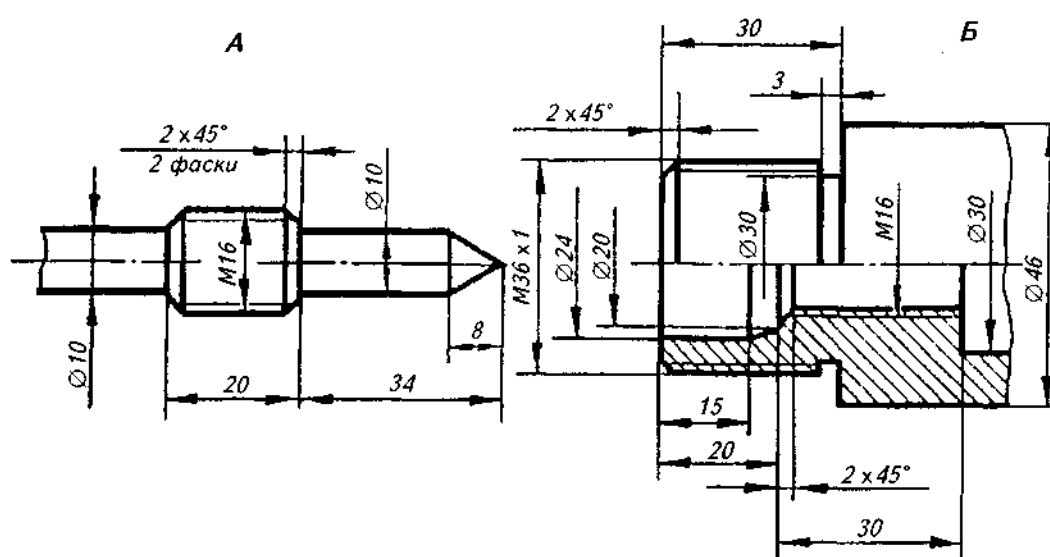
Таблиця Д39



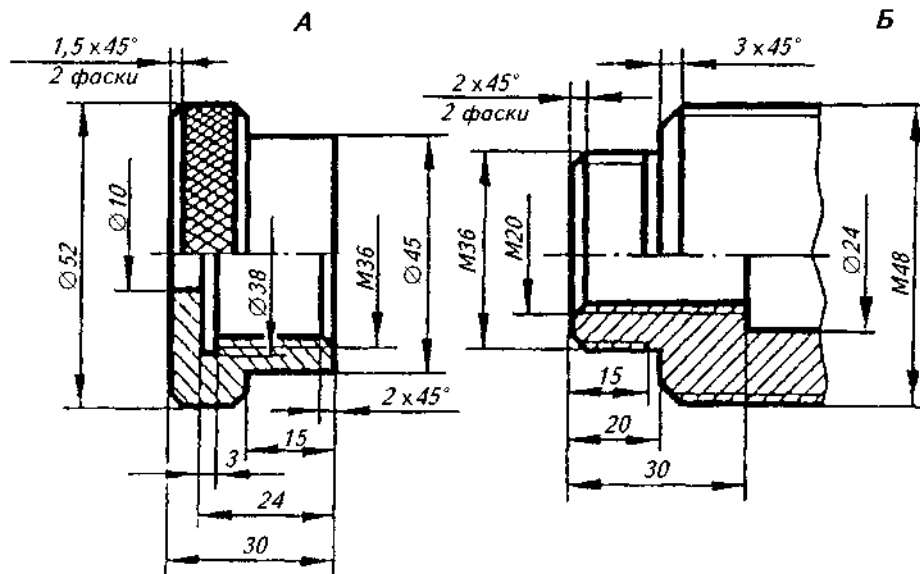
3



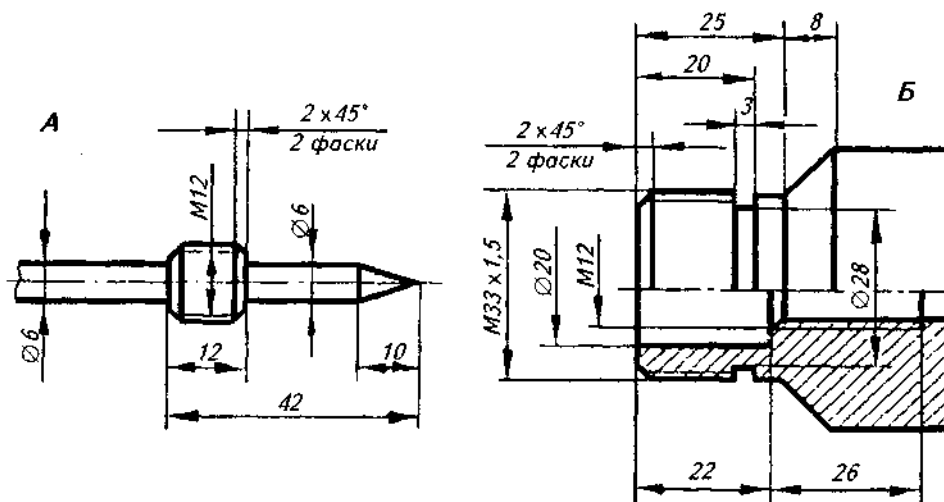
4



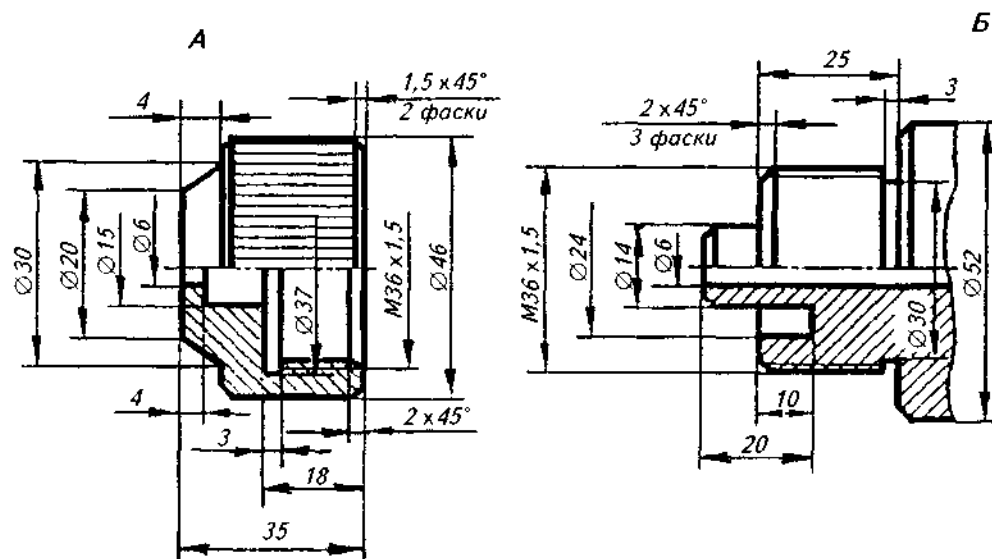
5



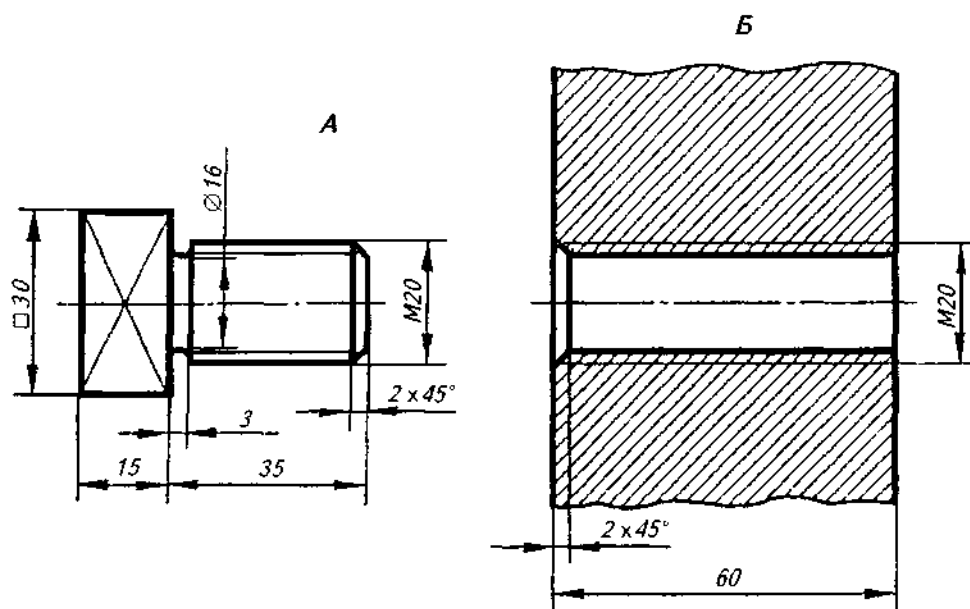
6



7

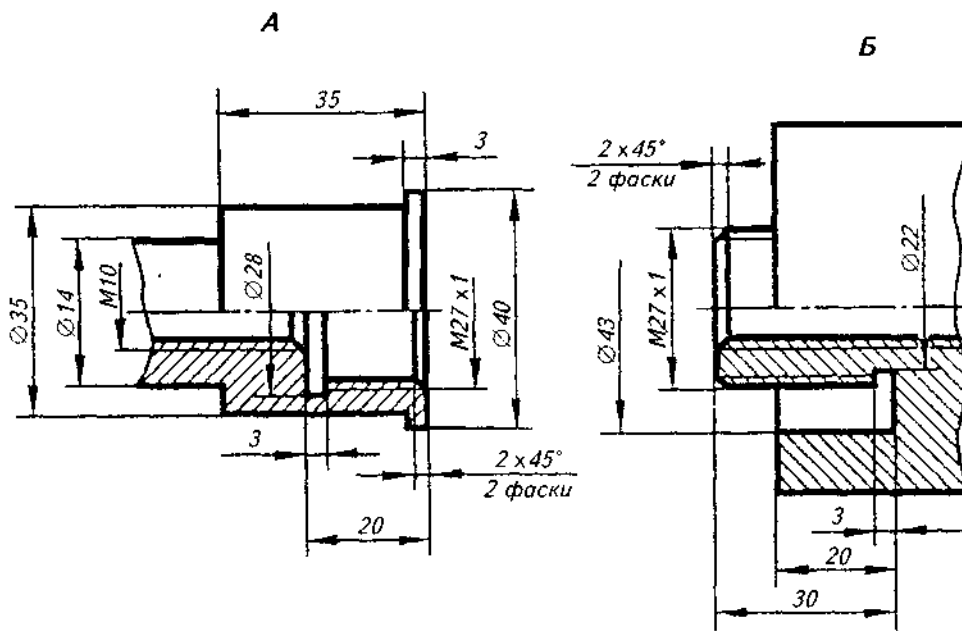


8

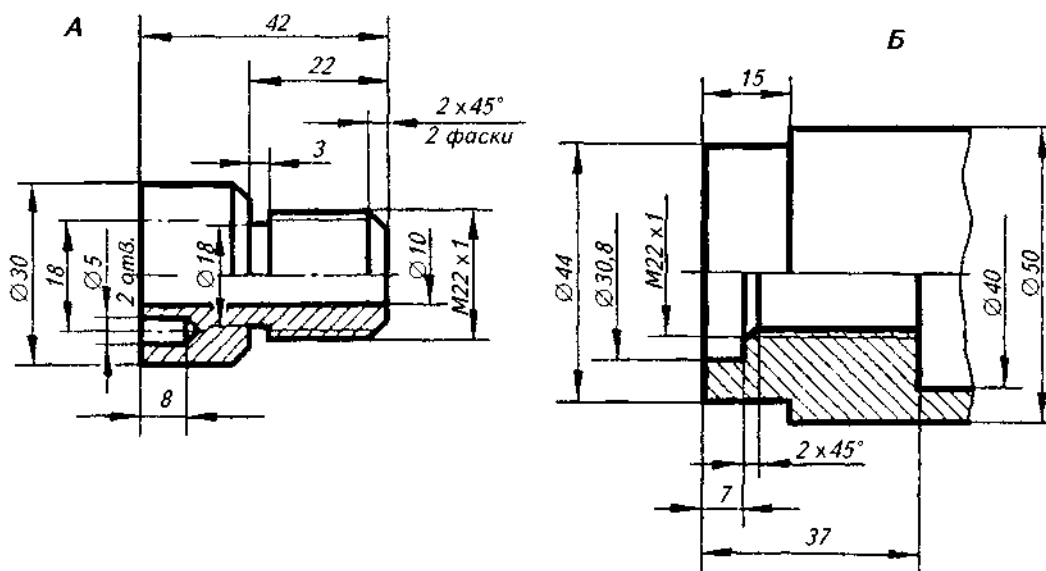


Продовження табл. Д39

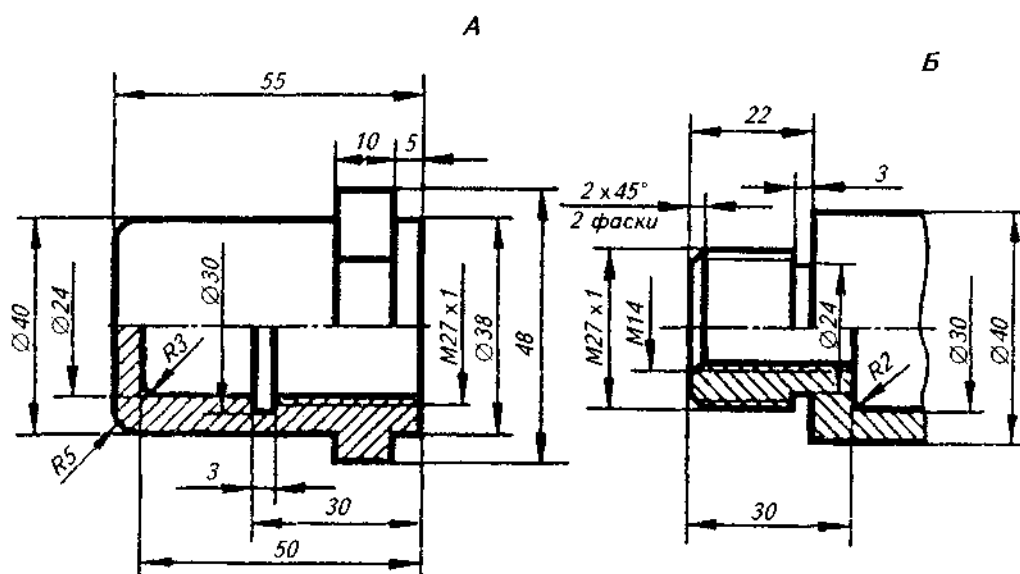
9



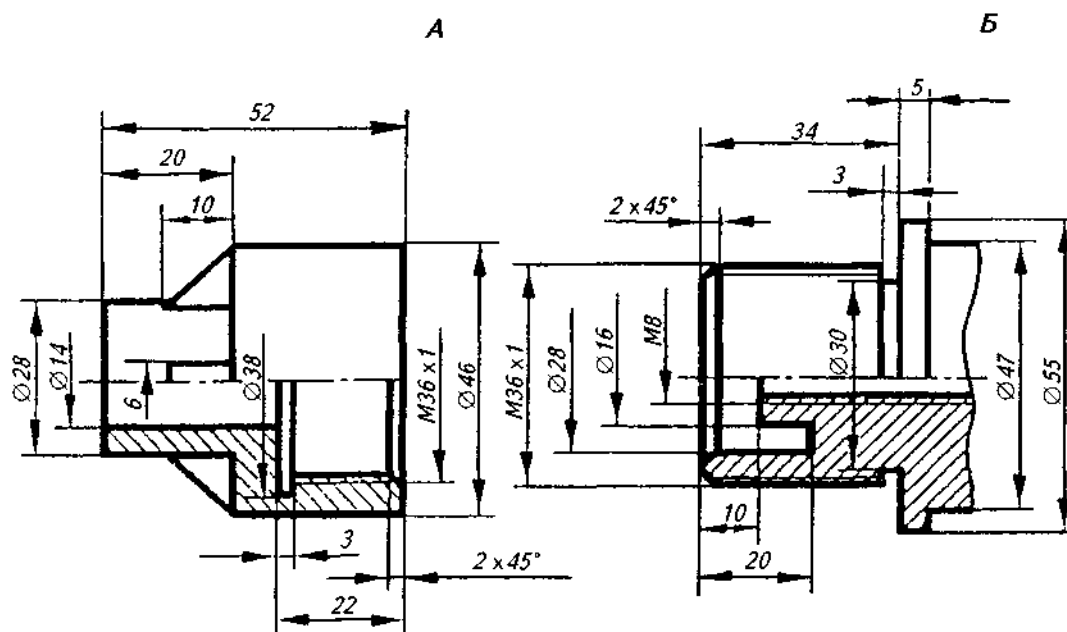
10



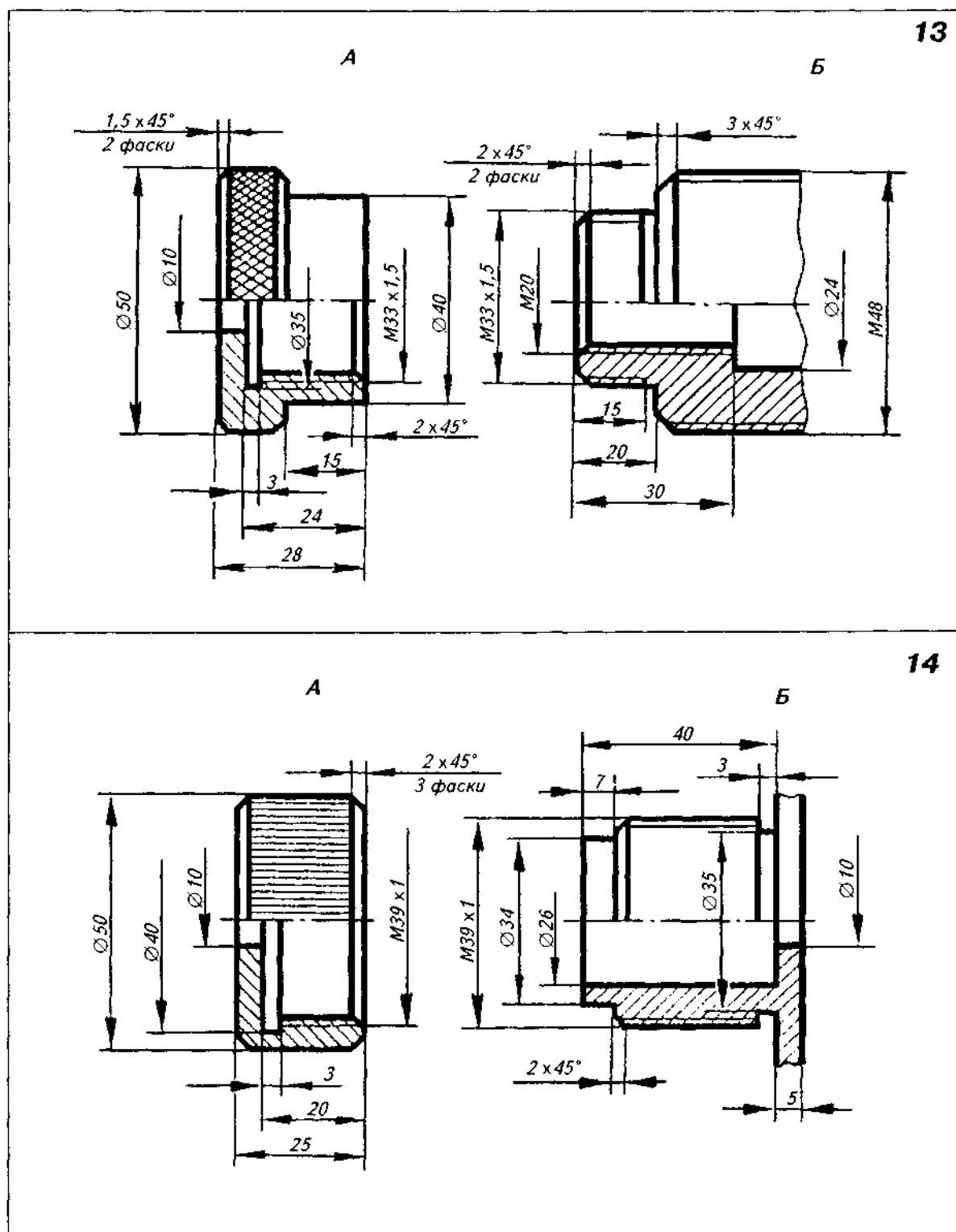
11

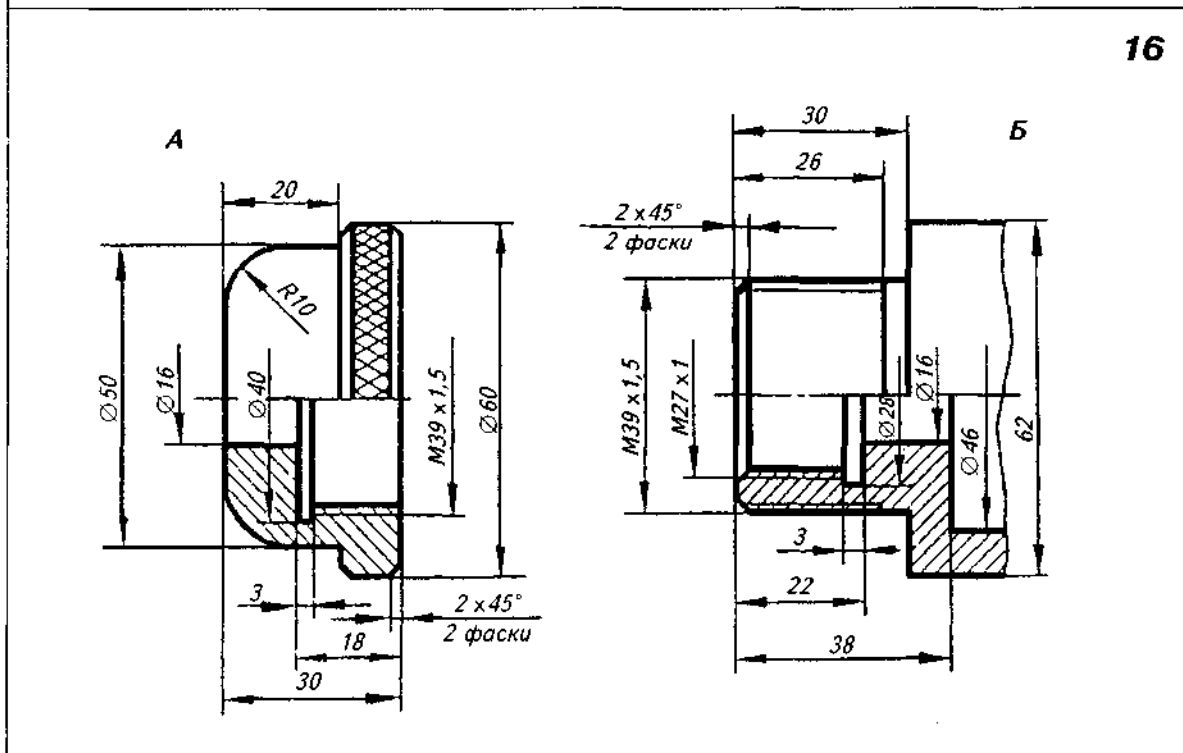
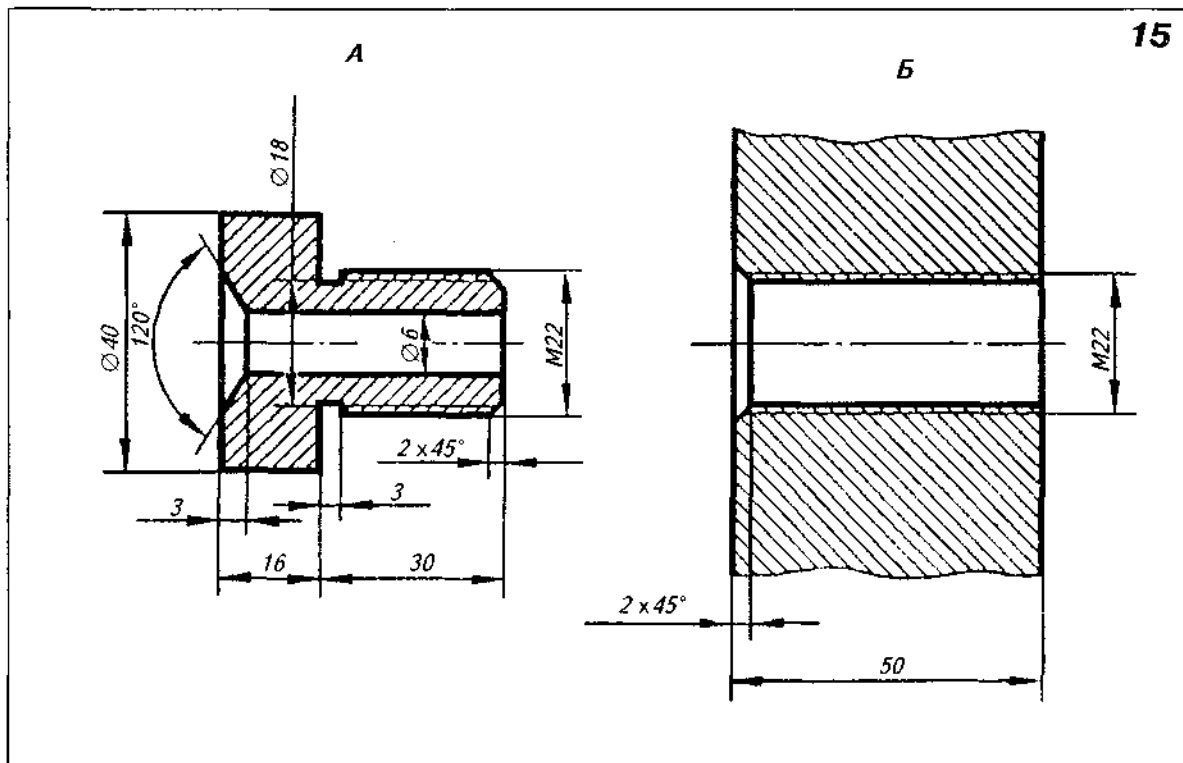


12

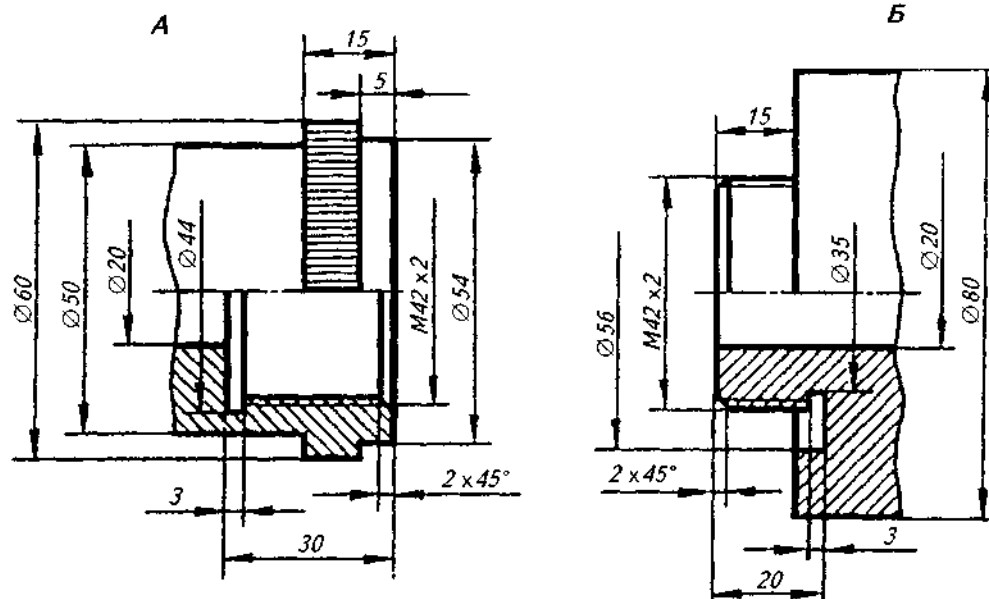


Продовження табл. Д39

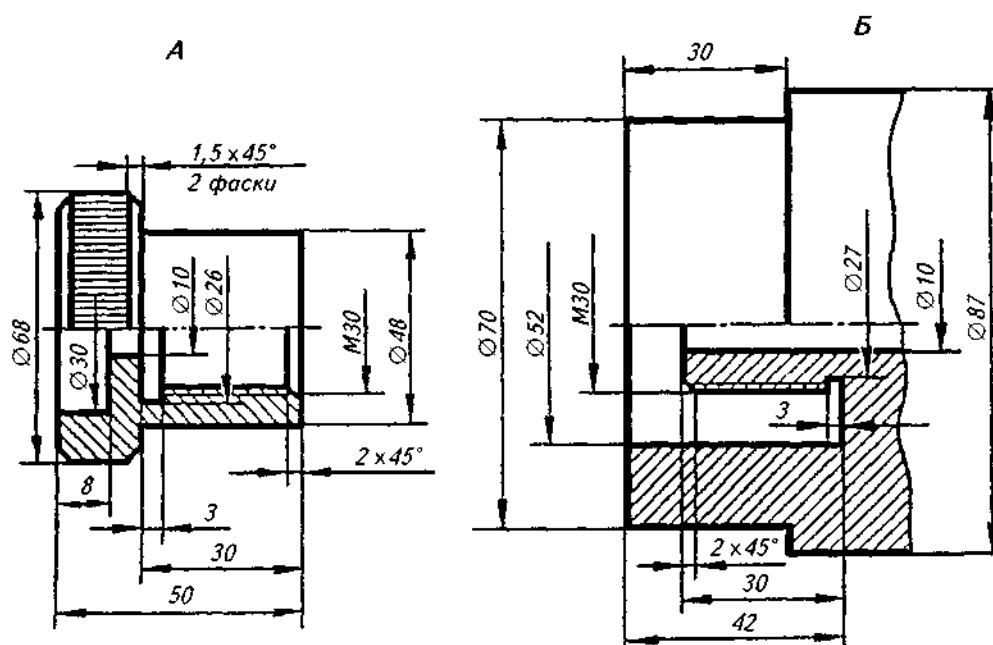




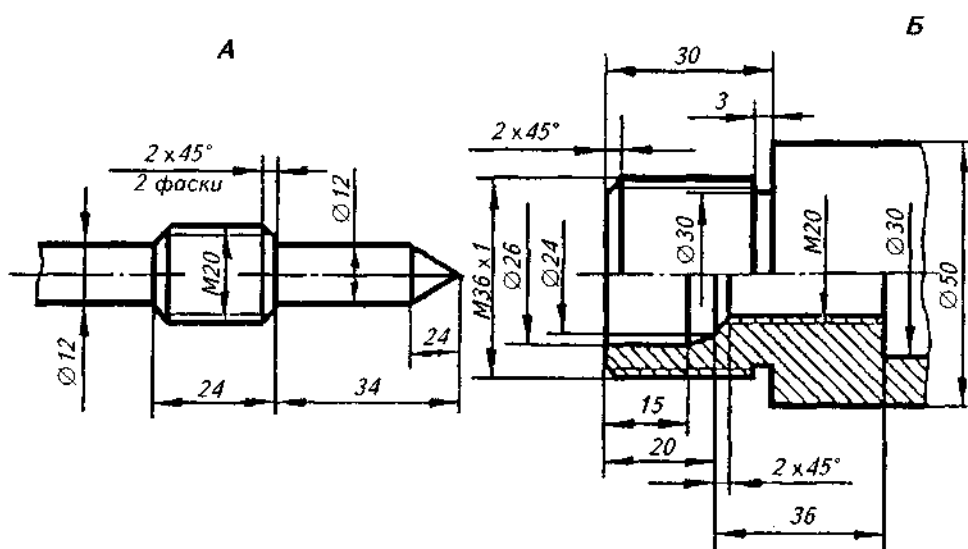
17



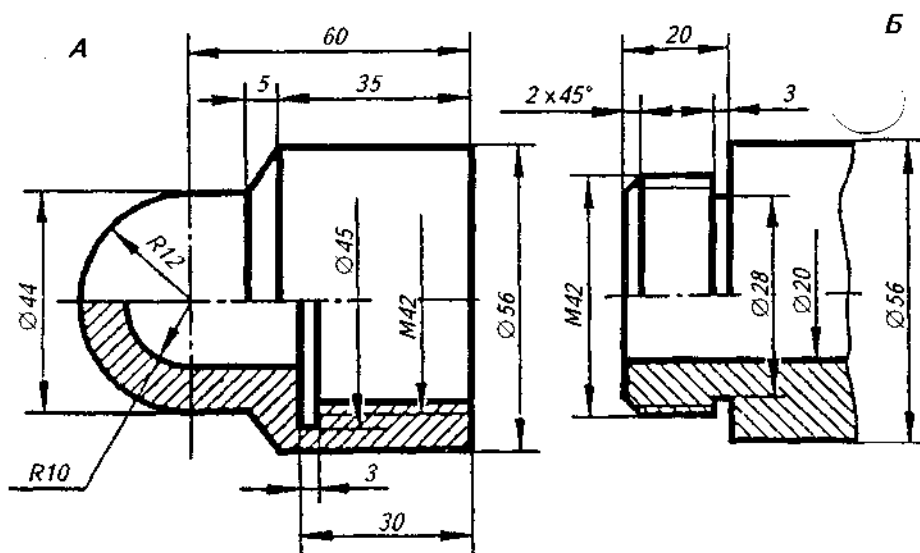
18

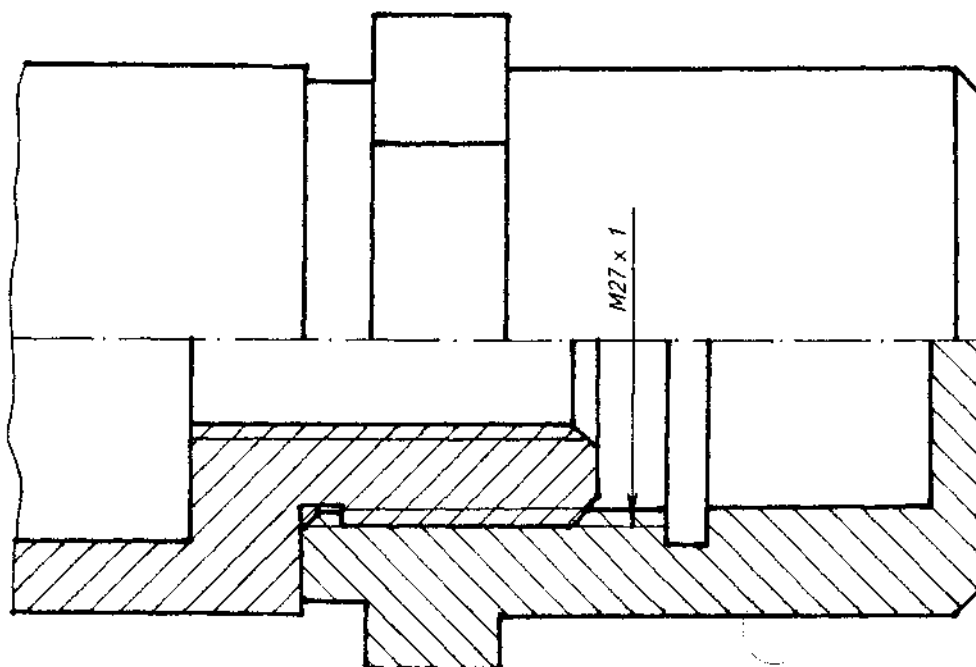


19



20





|                           |           |          |       |      |                                                    |  |  |           |         |
|---------------------------|-----------|----------|-------|------|----------------------------------------------------|--|--|-----------|---------|
|                           |           |          |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b>                     |  |  |           |         |
|                           |           |          |       |      | <b>З'єднання<br/>деталей за<br/>допомогою різі</b> |  |  |           |         |
|                           |           |          |       |      |                                                    |  |  |           |         |
| Зм.                       | Арк.      | № докум. | Підп. | Дата | Літера                                             |  |  | Маса      | Масштаб |
| Креслив                   | Ткачук    |          |       |      |                                                    |  |  |           | 1:1     |
| Перевірив                 | Василишин |          |       |      | Аркуш                                              |  |  | Аркушів 1 |         |
| Т. контр.                 |           |          |       |      |                                                    |  |  |           |         |
|                           |           |          |       |      | <b>ІФНТУНГ<br/>гр. КМВ-05-1</b>                    |  |  |           |         |
| Н. контр.                 |           |          |       |      |                                                    |  |  |           |         |
| Затвердив                 |           |          |       |      |                                                    |  |  |           |         |
| Завдання 42    Варіант 29 |           |          |       |      |                                                    |  |  |           |         |

Рис. Д54

## Завдання 43

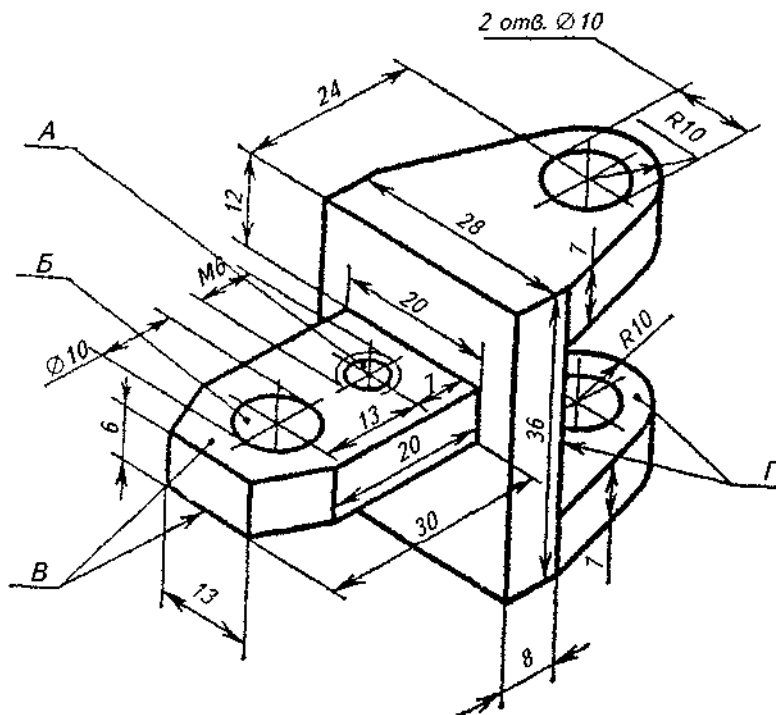
1. За наочним зображенням виконати робоче креслення деталі:
  - а) визначити потрібну кількість виглядів;
  - б) вибрати головний вигляд;
  - в) виконати корисні розрізи або перерізи;
  - г) нанести розміри та шорсткість поверхонь.
2. Масштаб креслення обрати самостійно.
3. Вихідні дані для виконання завдання взяти згідно з варіантом з табл. Д40 та Д41.

Таблиця Д40

| Варіант | Шорсткість поверхонь |          |           |           |        | Матеріал деталі |
|---------|----------------------|----------|-----------|-----------|--------|-----------------|
|         | А                    | Б        | В         | Г         | Решта  |                 |
| 1       | 2,5-1,25             | 2,5-1,25 | 40-20     | 40-20     | 80-40  | Ст.3            |
| 2       | 20-10                | 2,5-1,25 | 20-10     | 160-80    | 80-40  | Ст.3            |
| 3       | 40-20                | 80-40    | 2,5-1,25  |           | 160-80 | Ст.3            |
| 4       | 2,5-1,25             | 40-20    | 320-160   | 40-20     | 80-40  | Сталь 30        |
| 5       | 20-10                | 320-160  | 20-10     | 2,5-1,25  | 80-40  | Сталь 45        |
| 6       | 2,5-1,25             | 40-20    | 40-20     | 20-10     | 160-80 | Сталь 30        |
| 7       | 20-10                | 320-160  | 20-10     |           | 80-40  | Сталь 45        |
| 8       | 20-10                | 320-160  | 20-10     |           | 80-40  | СЧ 10           |
| 9       | 2,5-1,25             | 2,5-1,25 | 40-20     | 40-20     | 80-40  | Сталь 30        |
| 10      | 40-20                | 40-20    | 2,5-1,25  |           | 80-40  | Сталь 30        |
| 11      | 40-20                | 2,5-1,25 | 40-20     | 2,5-1,25  | 80-40  | СЧ 15           |
| 12      | 80-40                | 80-40    | 1,25-0,63 | 1,25-0,63 | 20-10  | Ст.3            |
| 13      | 40-20                | 2,5-1,25 | 2,5-1,25  |           | 80-40  | Сталь 30        |
| 14      | 40-20                | 40-20    | 2,5-1,25  |           | 80-40  | Сталь 45        |
| 15      | 2,5-1,25             | 80-40    | 320-160   | 80-40     | 40-20  | Ст.3            |
| 16      | 40-20                | 2,5-1,25 | 2,5-1,25  | 40-20     | 160-80 | Сталь 20        |
| 17      | 40-20                | 2,5-1,25 | 40-20     | 160-80    | 80-40  | Ст.3            |
| 18      | 40-20                | 40-20    | 20-10     | 40-20     | 160-80 | Ст.3            |
| 19      | 20-10                | 40-20    | 20-10     |           | 80-40  | Ст.3            |
| 20      | 40-20                | 2,5-1,25 | 40-20     | 40-20     | 80-40  | Ст.3            |

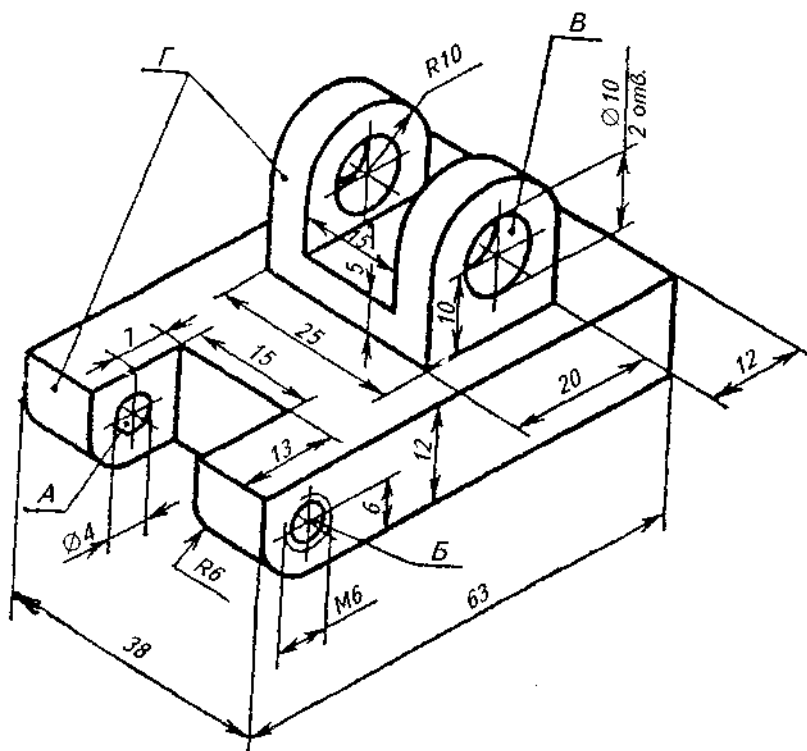
Таблиця Д41

1



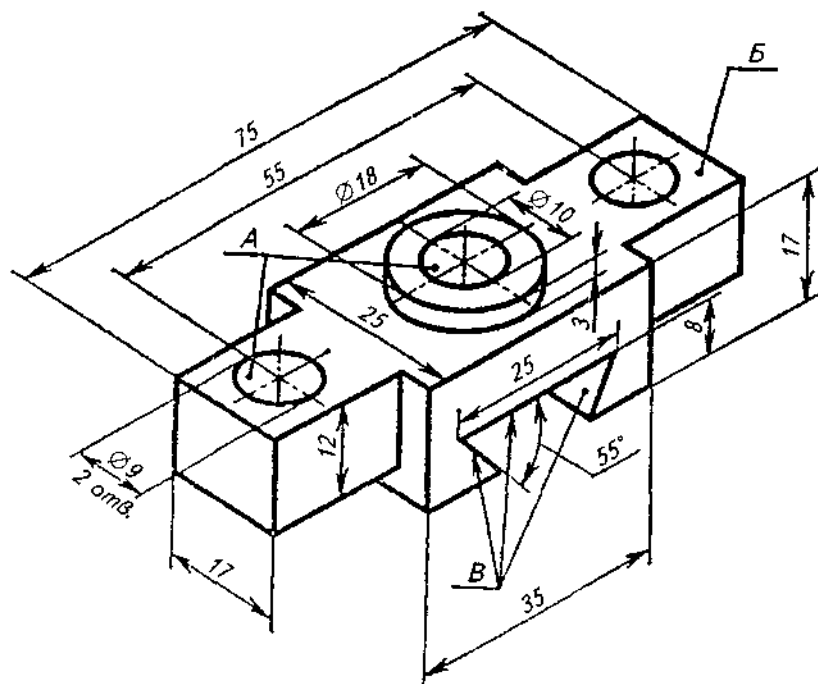
Вилка

2



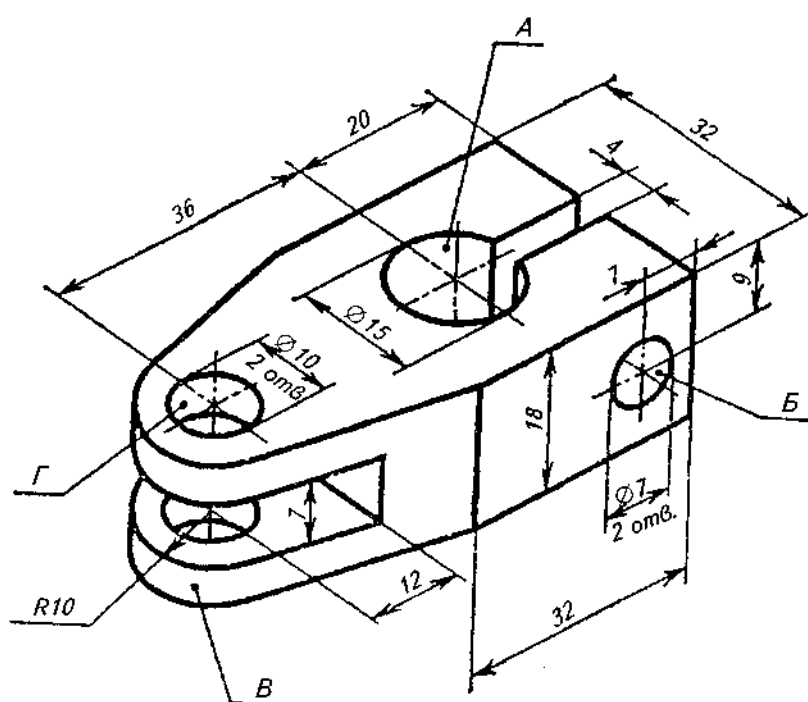
Основа

3



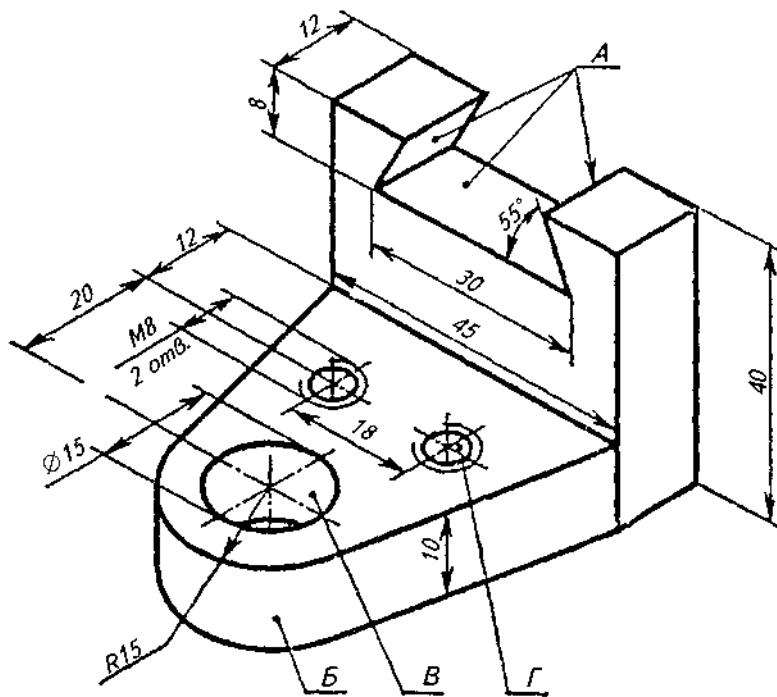
Планка

4



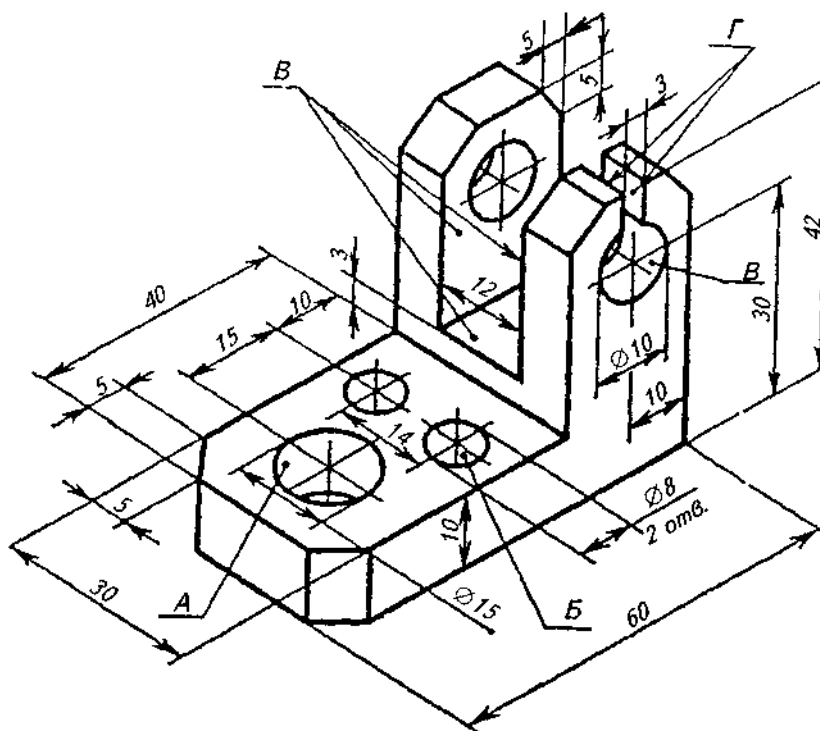
Хомут

5



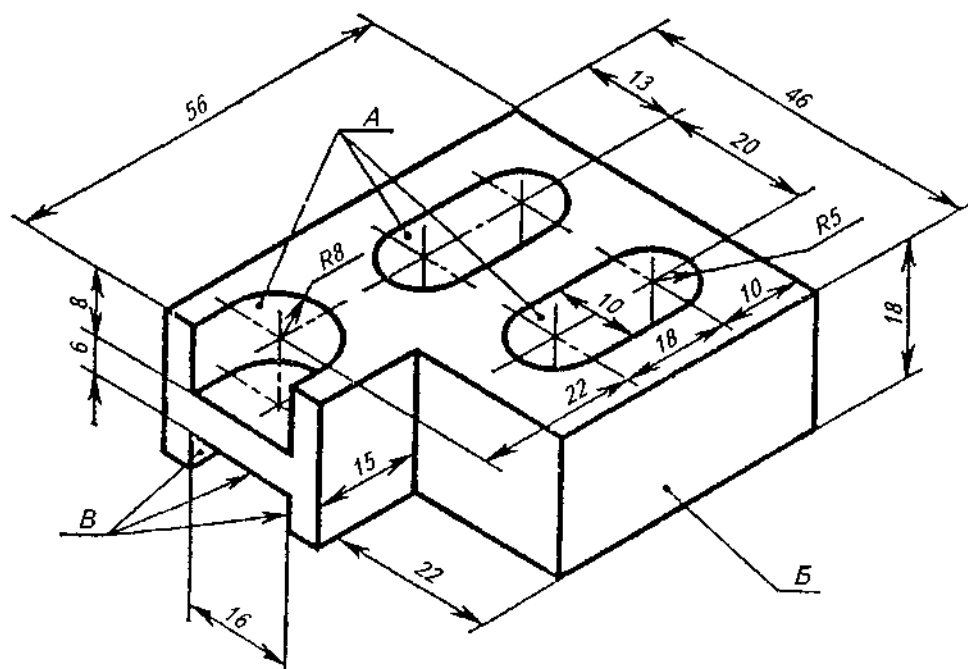
Стійка

6



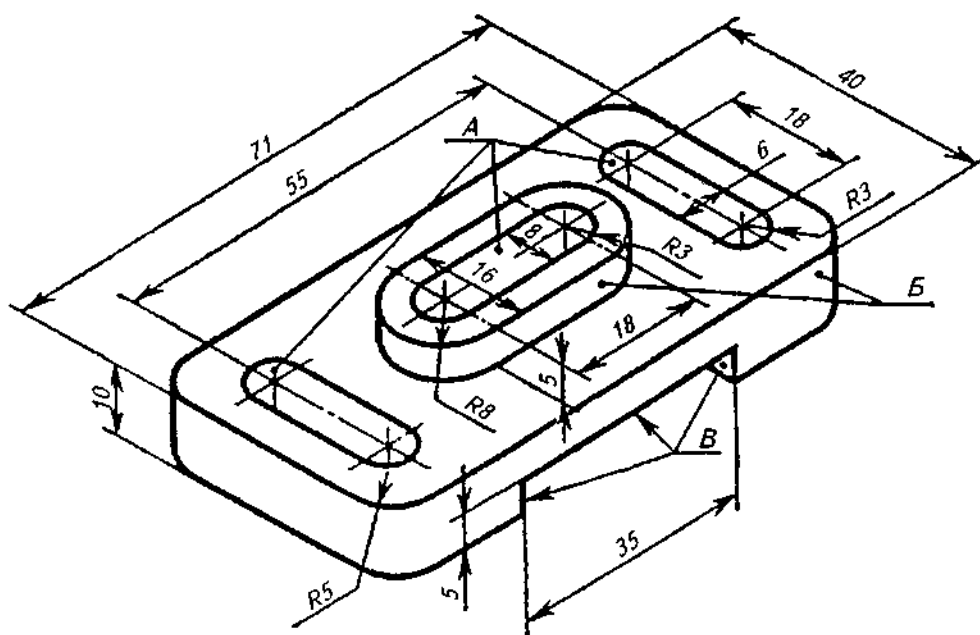
Стійка

7



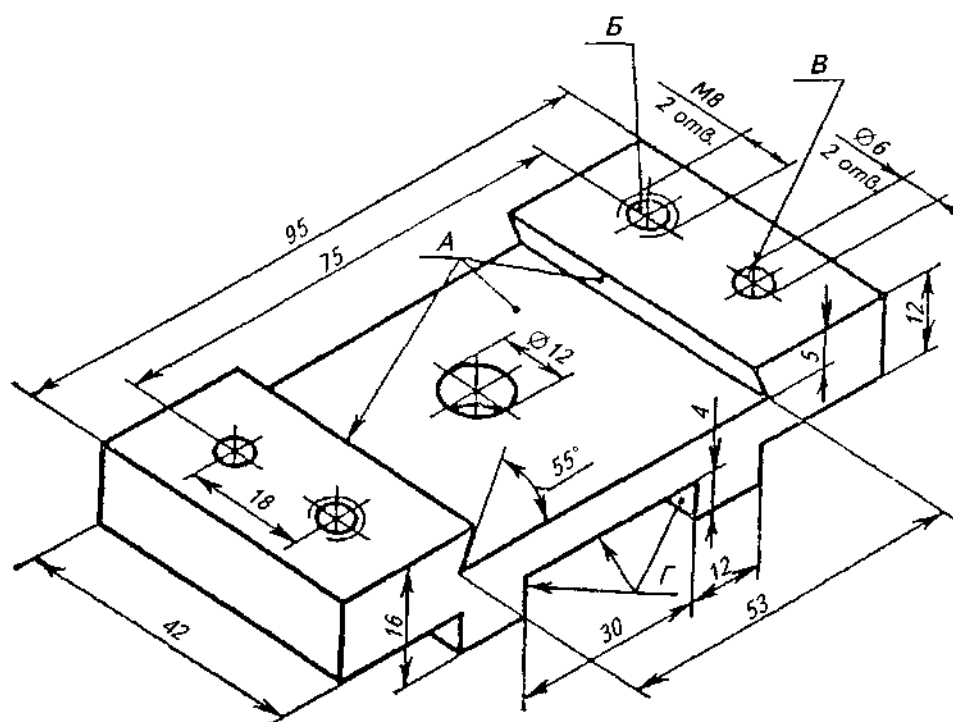
Планка

8



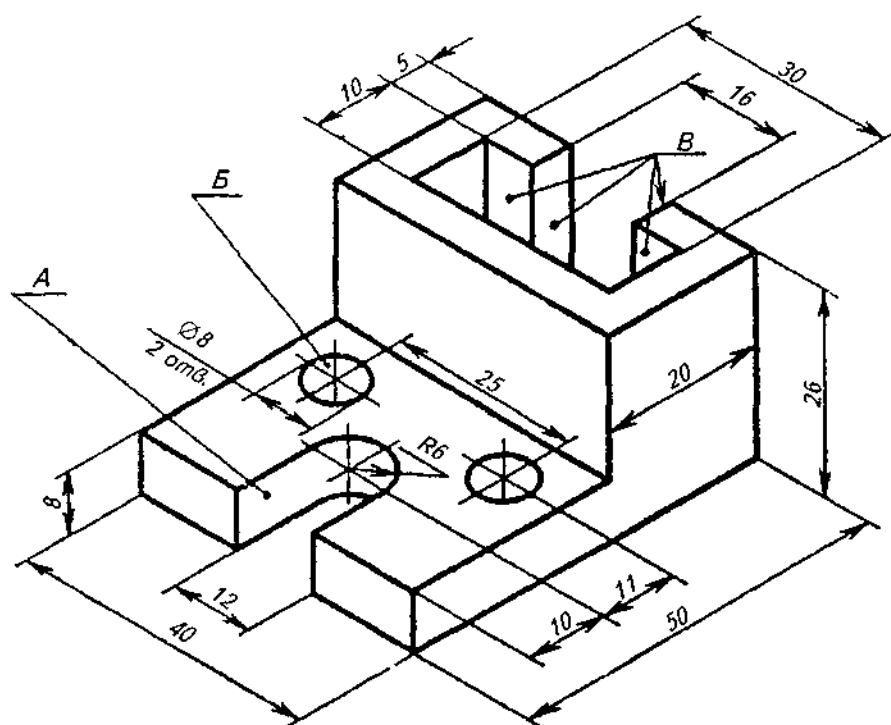
Планка

9



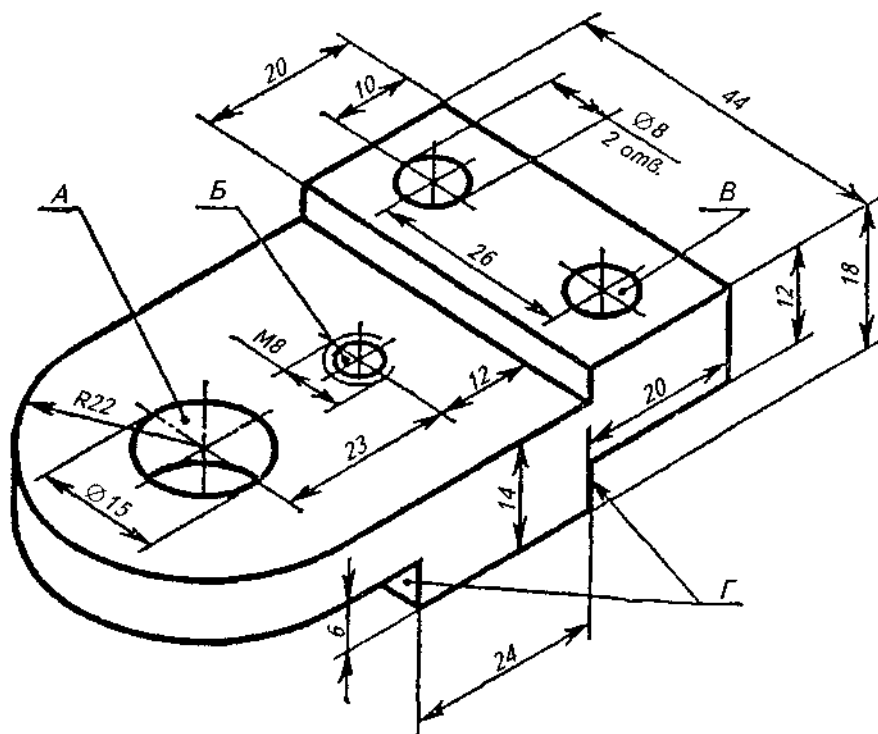
Опора

10



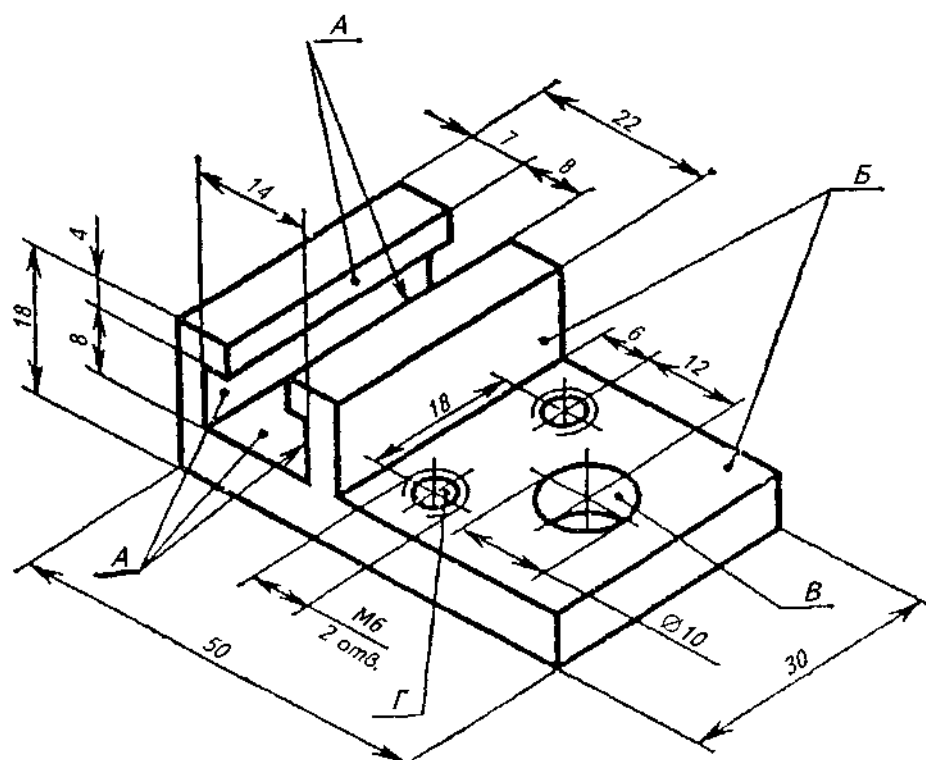
Повзун

11



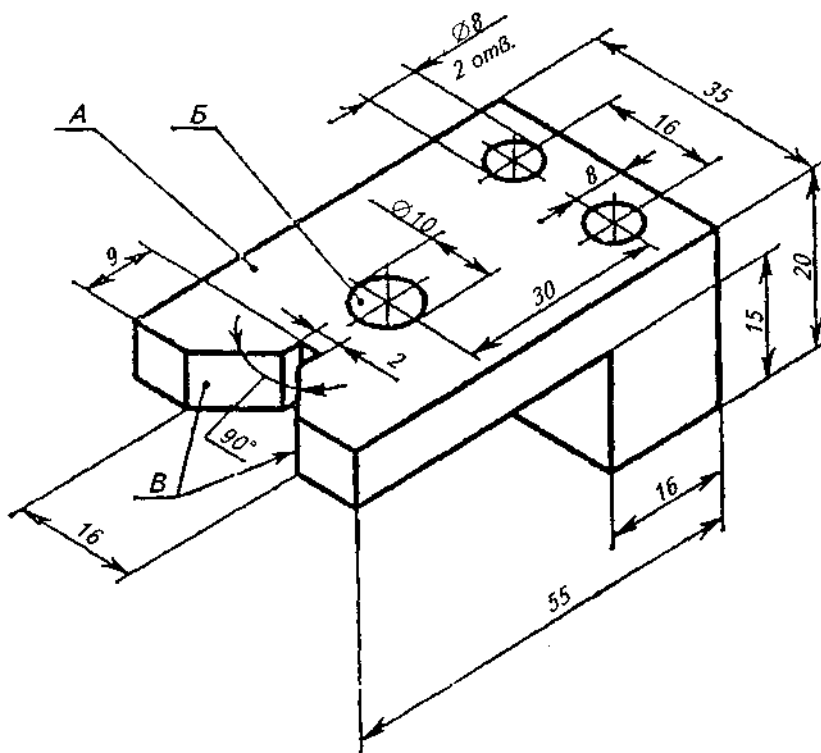
Планка

12



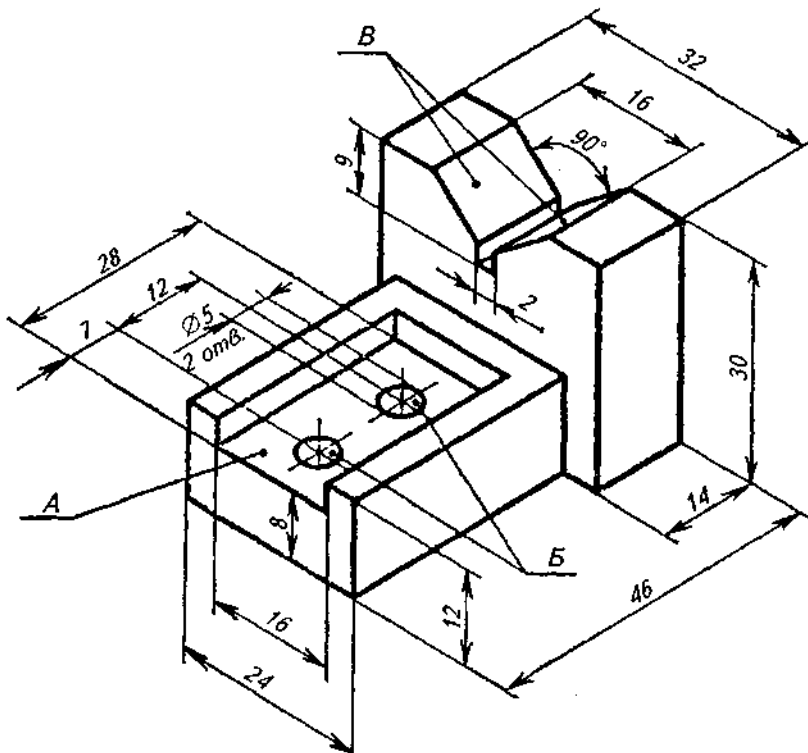
Прихват

13



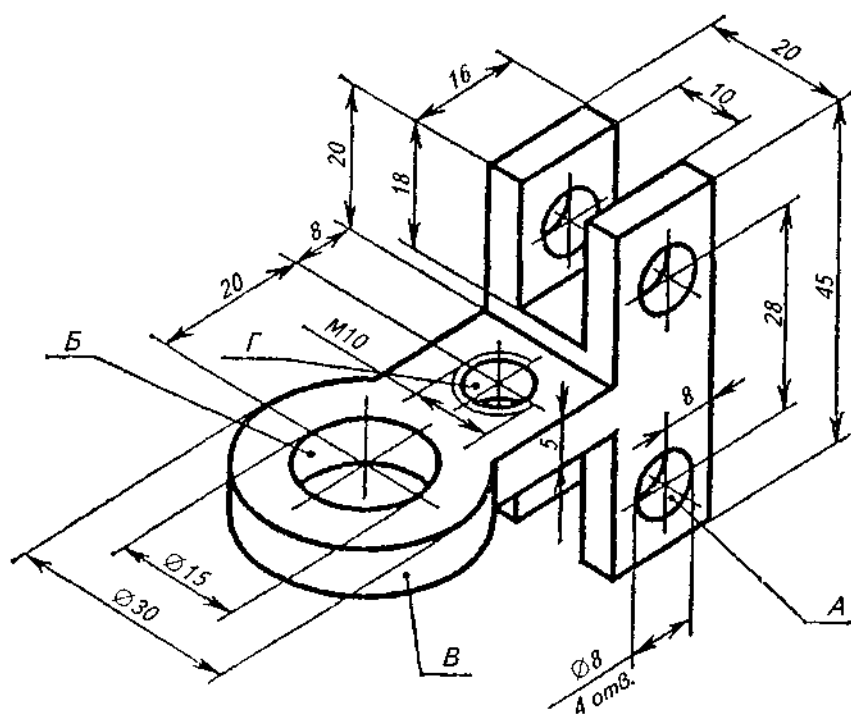
Планка

14



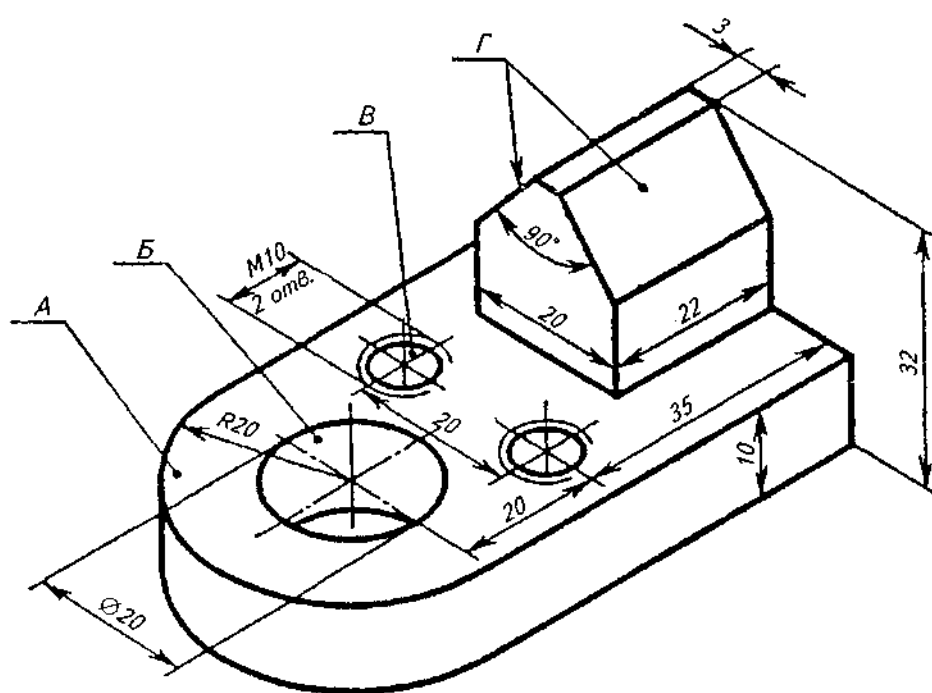
Призма

15



Підвіска

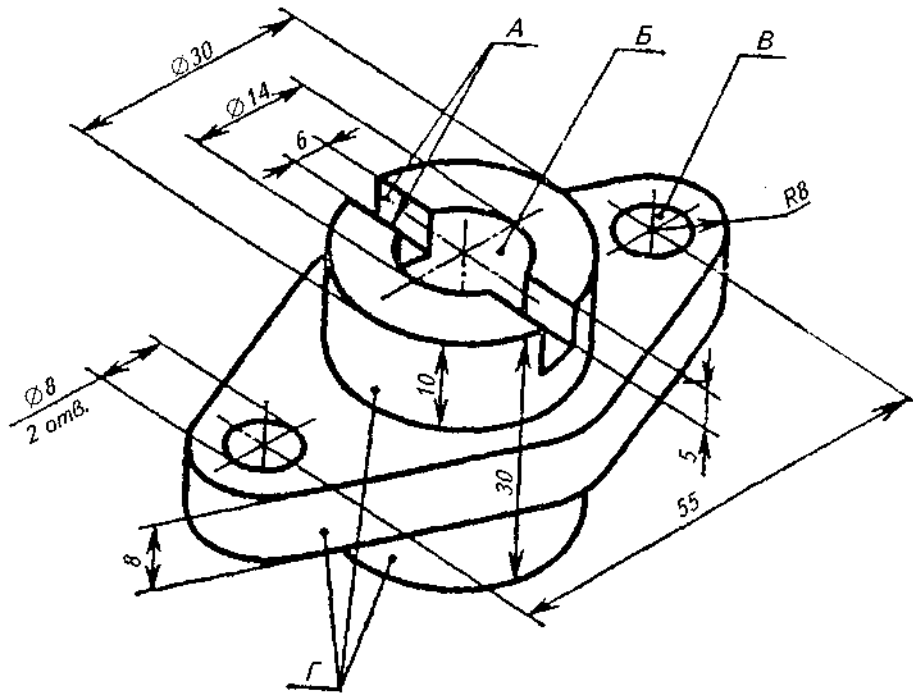
16



Основа

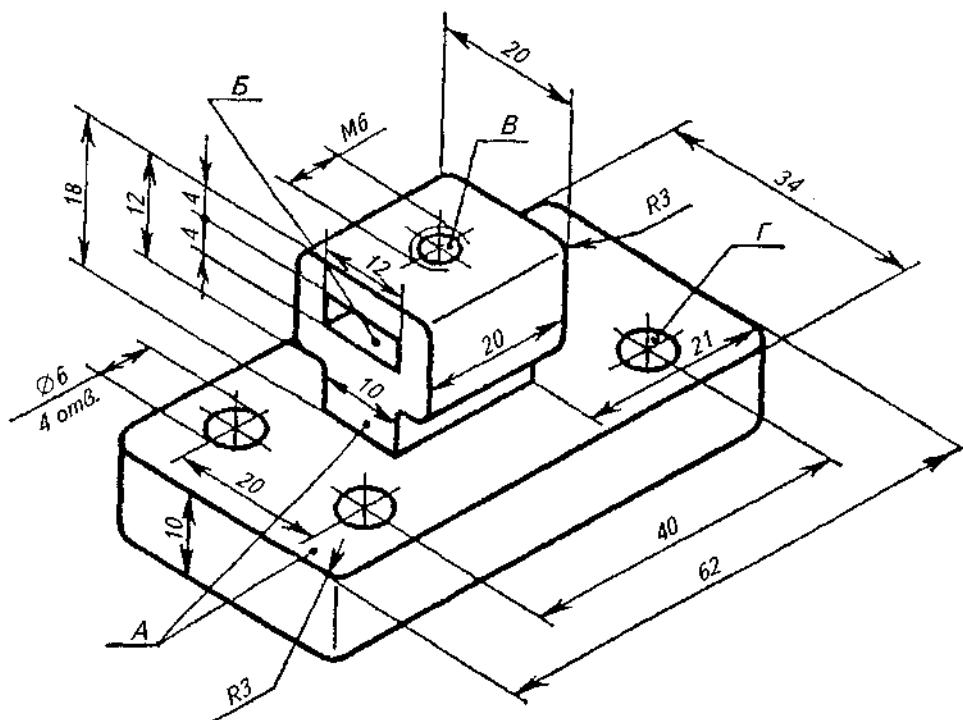
Продовження табл. Д41

17



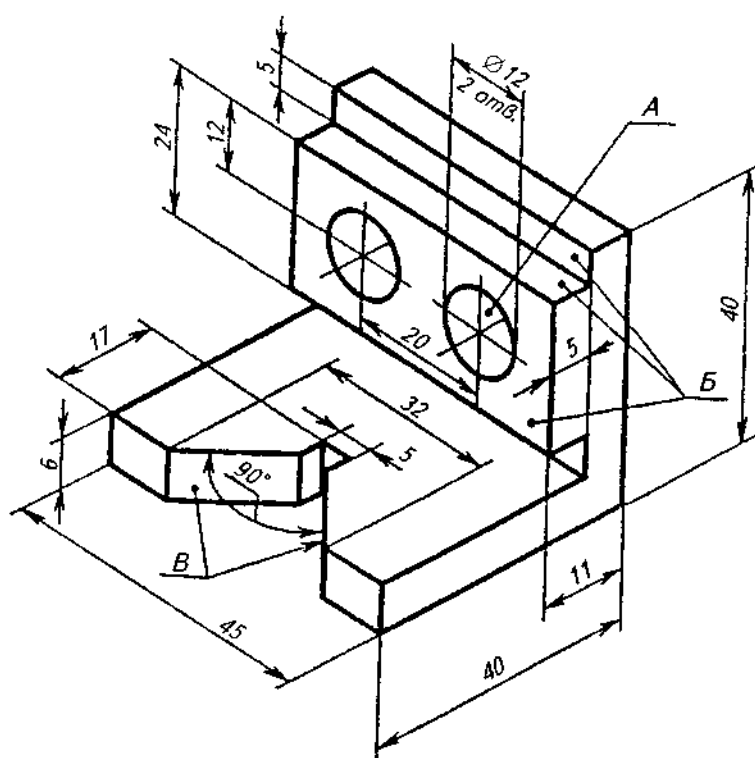
Корпус

18



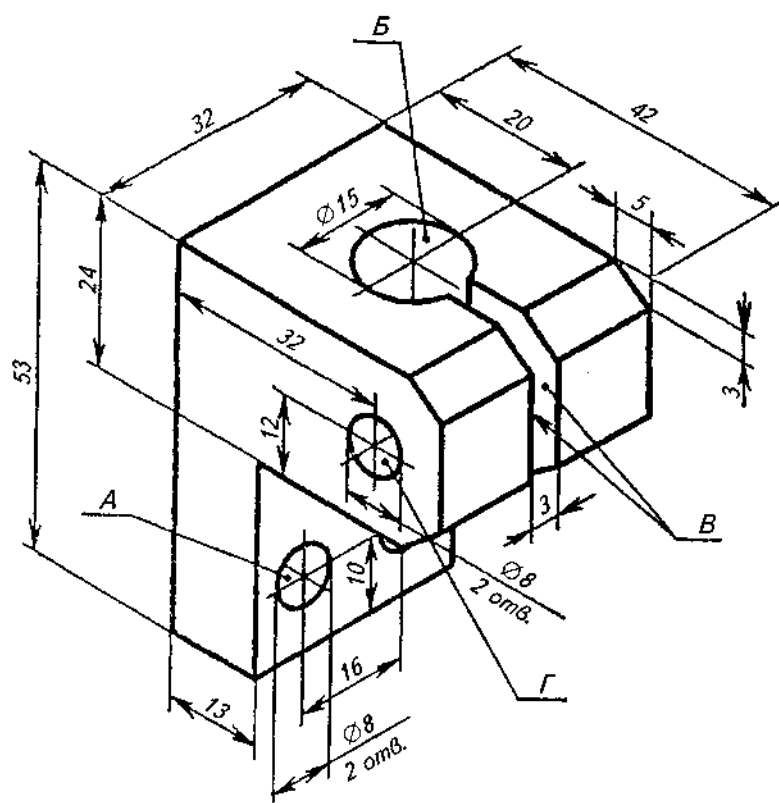
Стійка

19



Призма

20

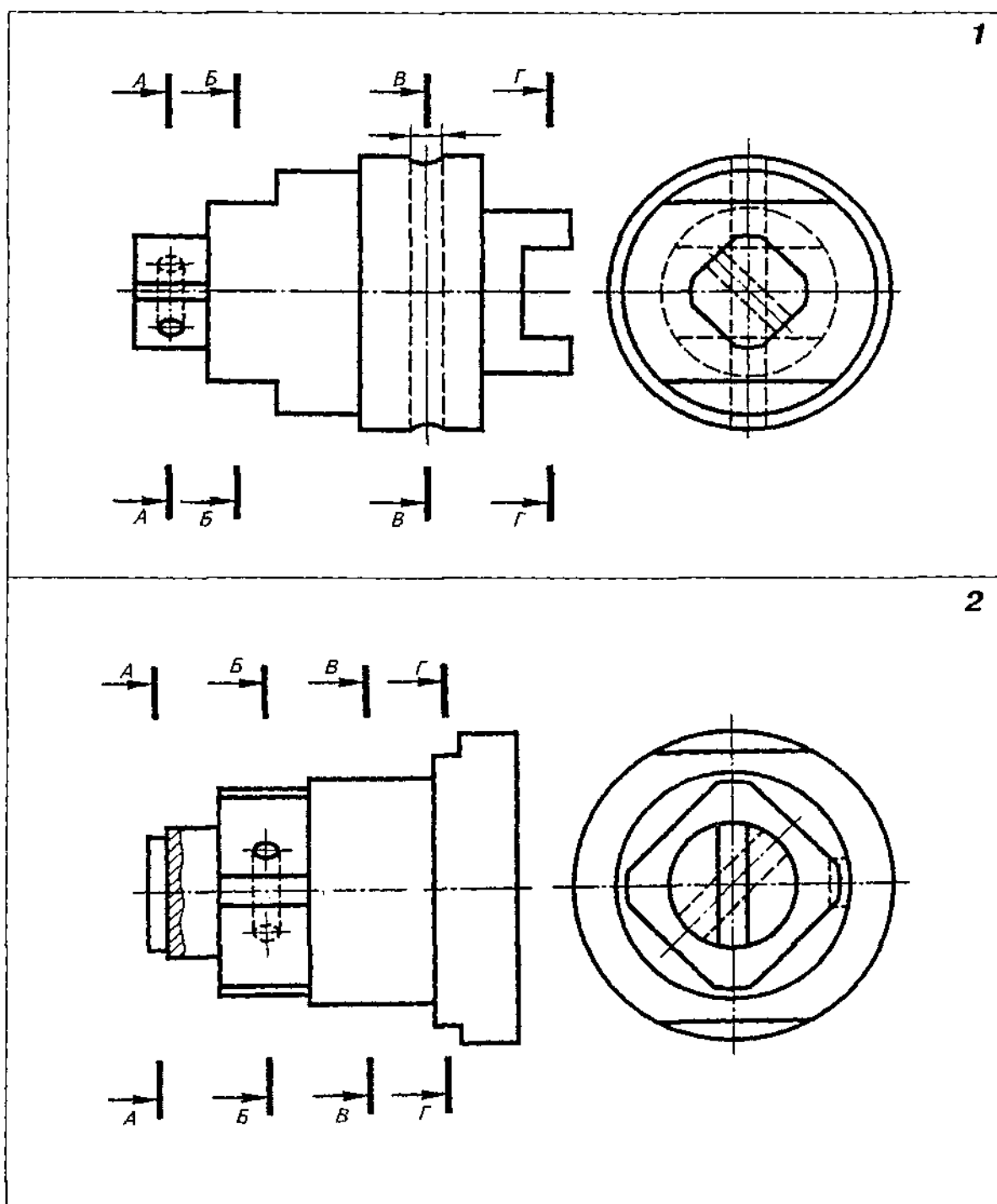


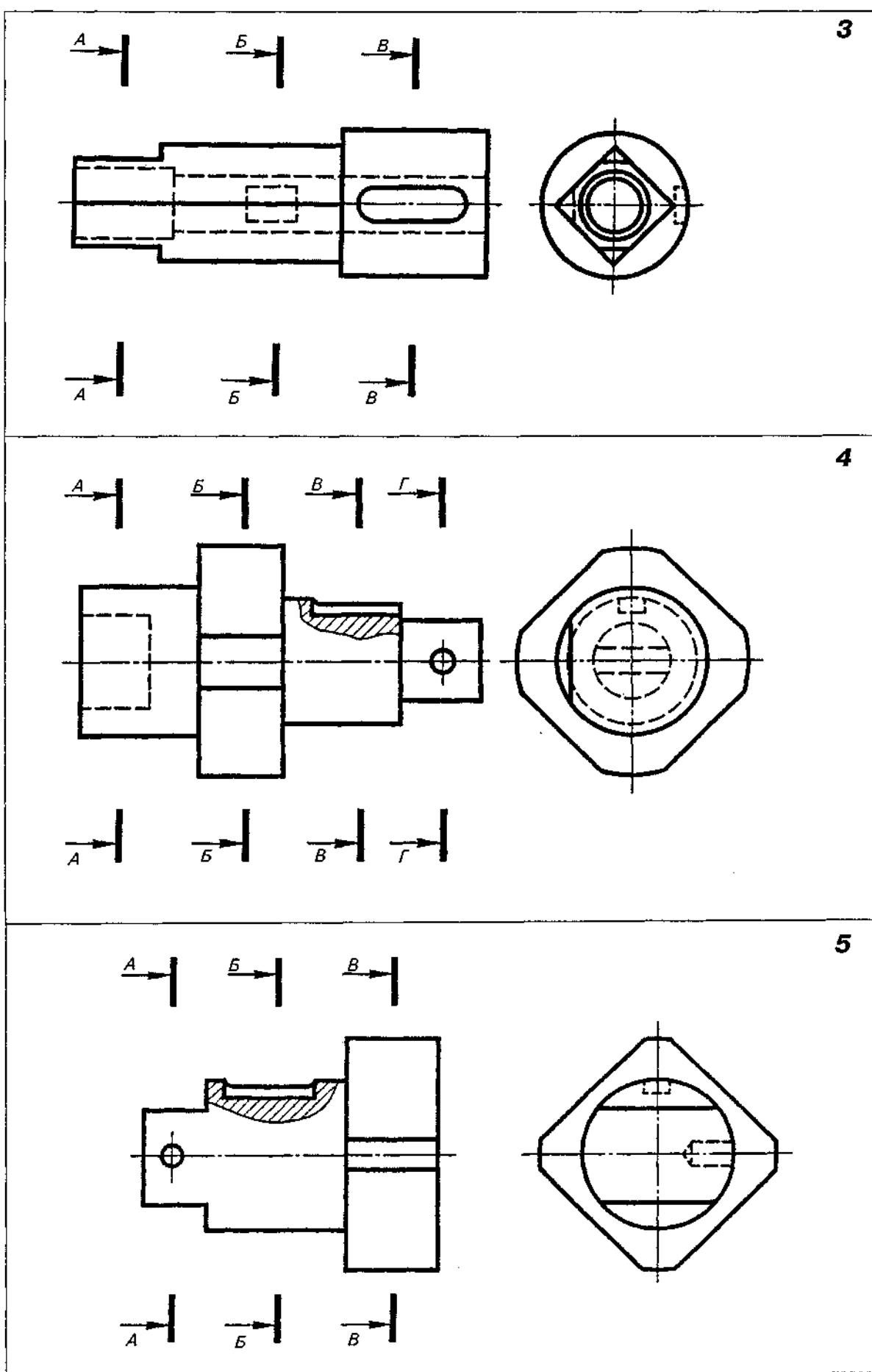
Хомут

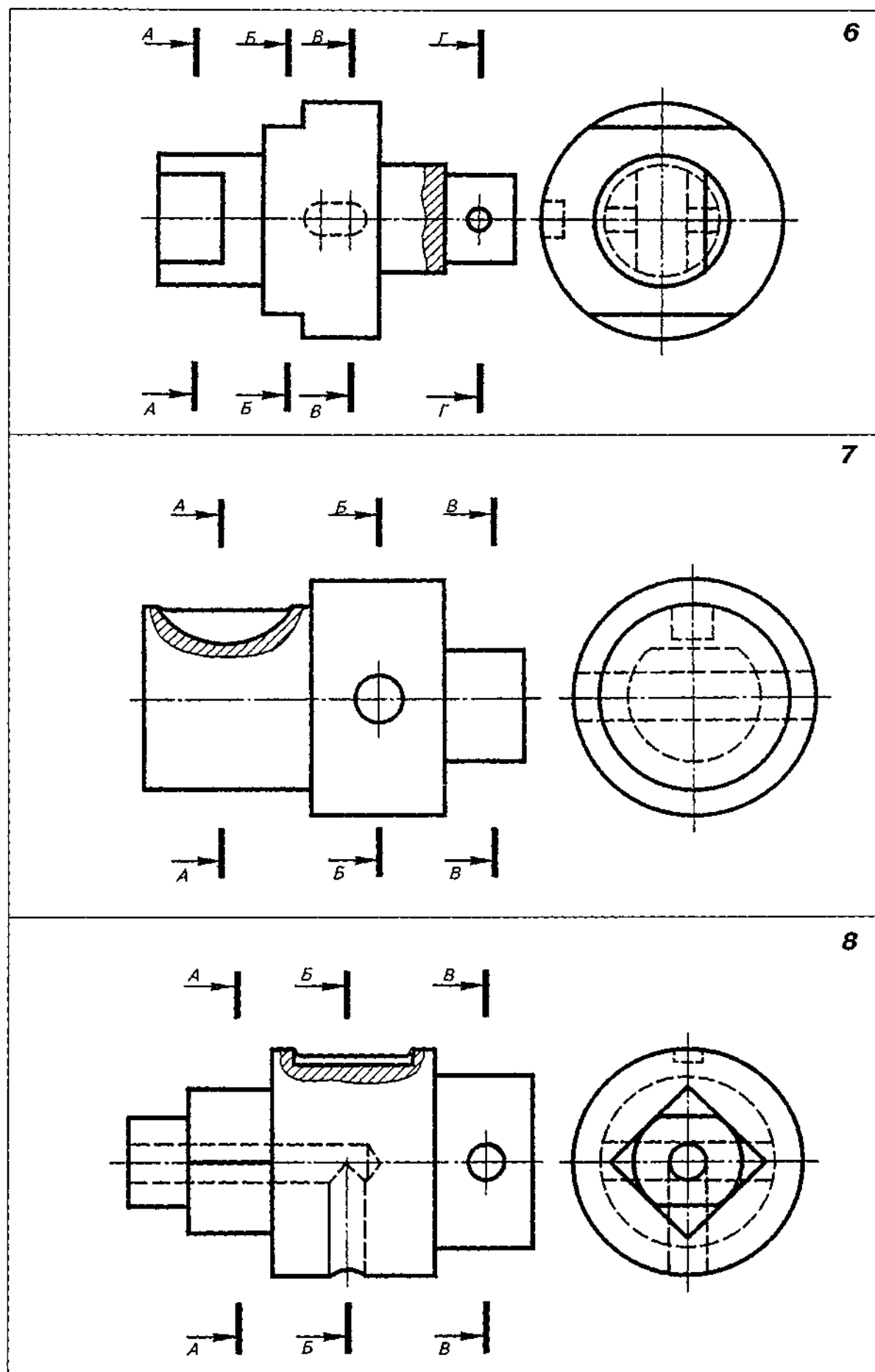
## Завдання 44

1. Перекреслити у масштабі 1:1 два задані зображення вала, взявши схему вала згідно з варіантом з табл. Д42.
2. Виконати вказані на схемі перерізи.
3. Нанести розміри та шорсткість поверхонь, вважаючи, що поверхні вала обробляються на металорізальних верстатах.
4. Приклад виконання завдання подано на рис. Д55.

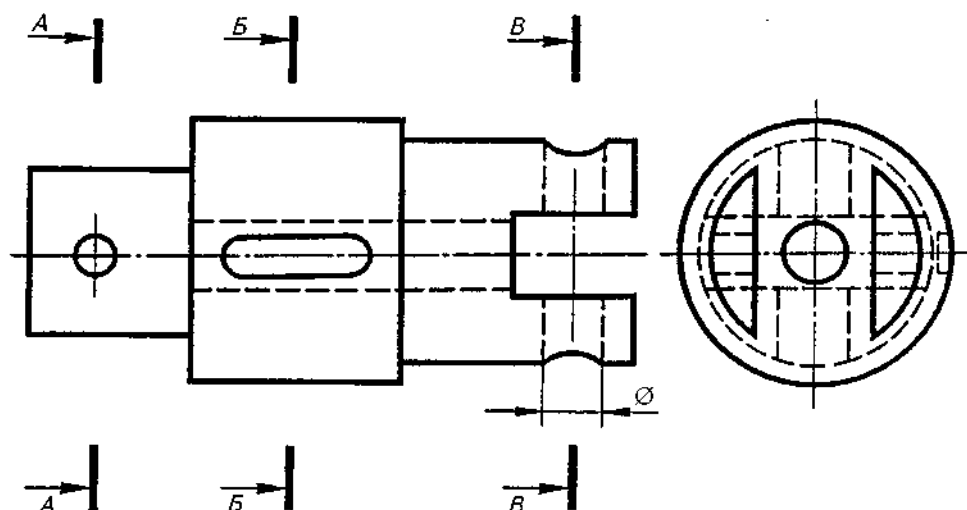
Таблиця Д42



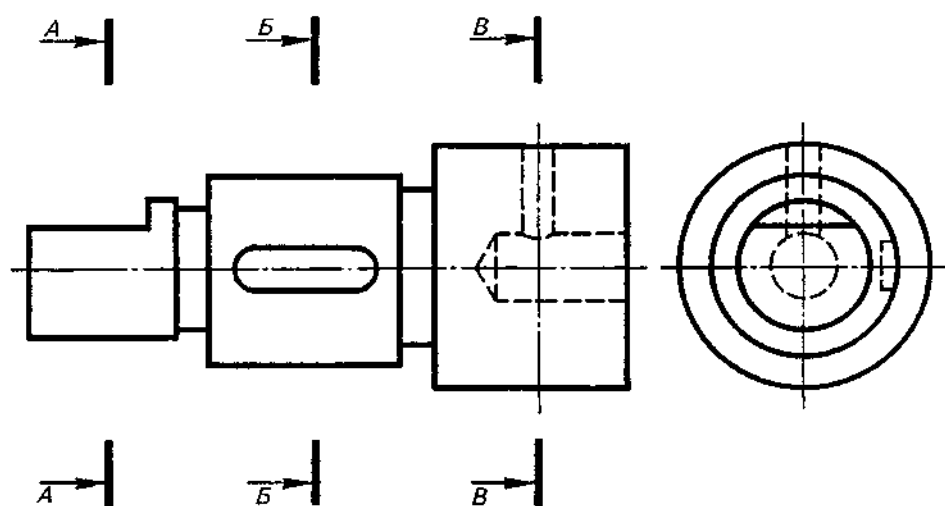




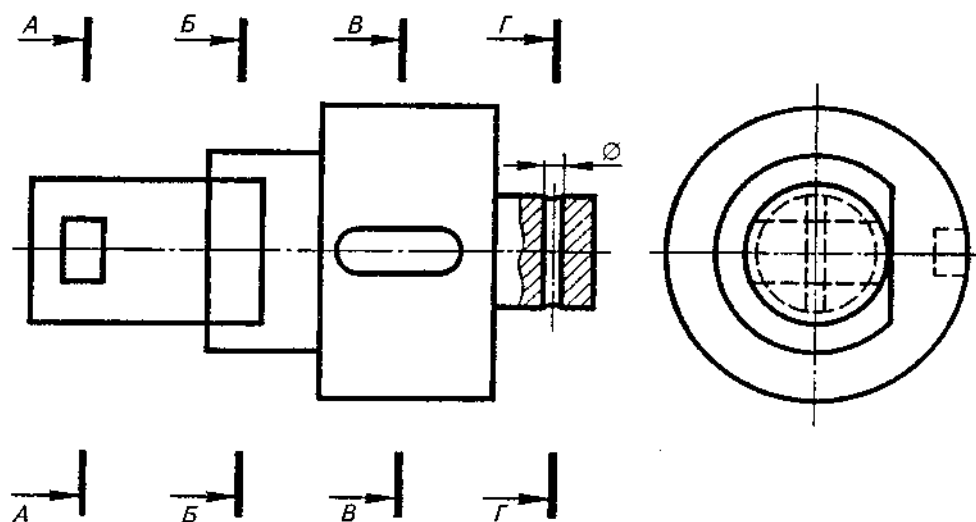
9



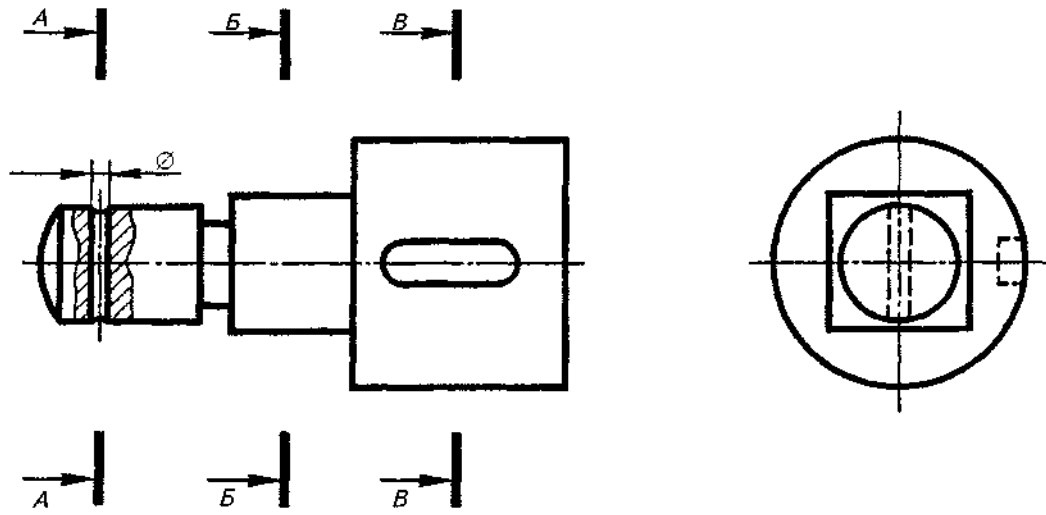
10



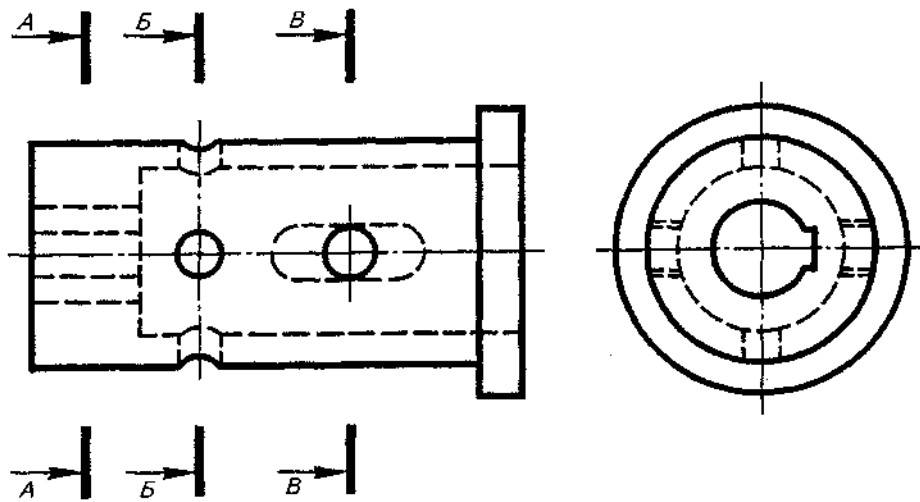
11



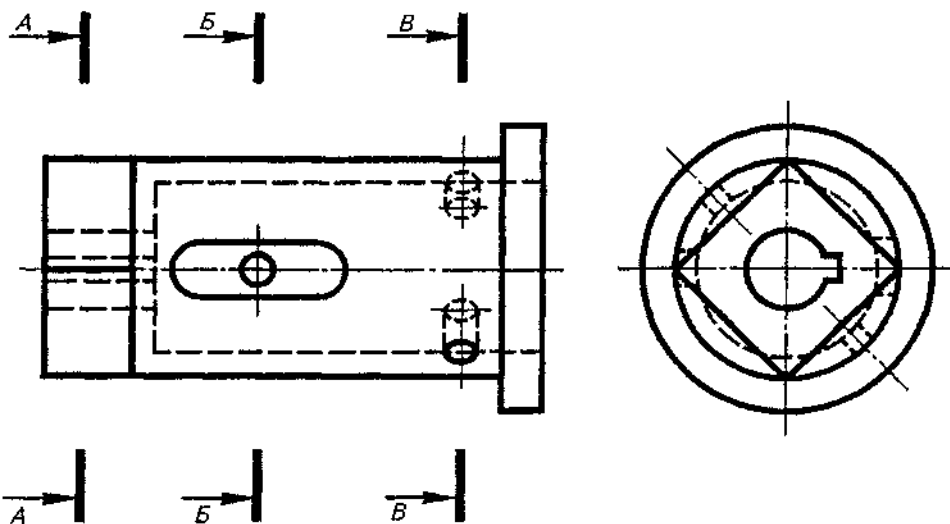
12



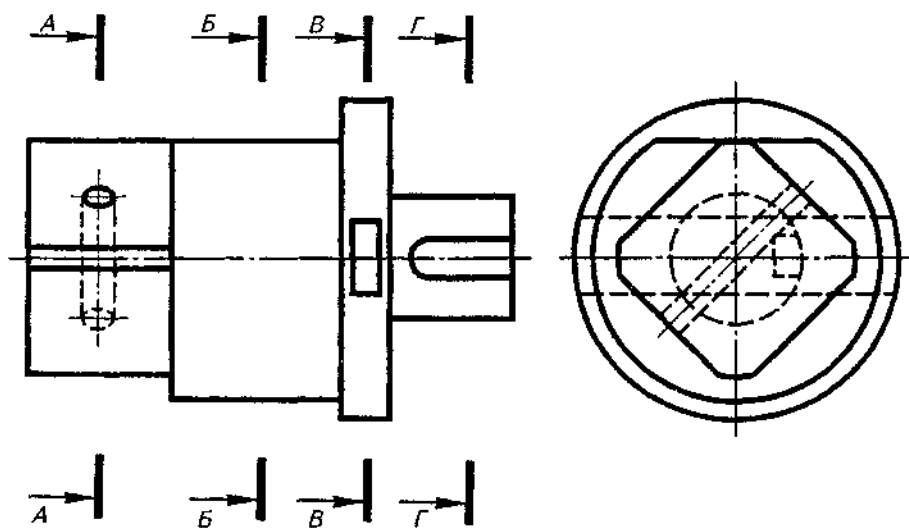
13



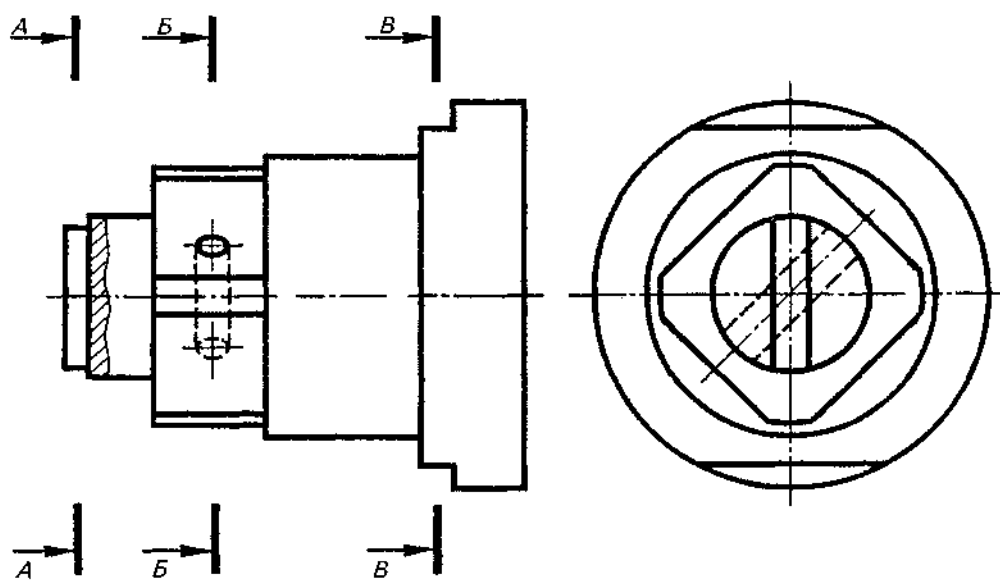
14



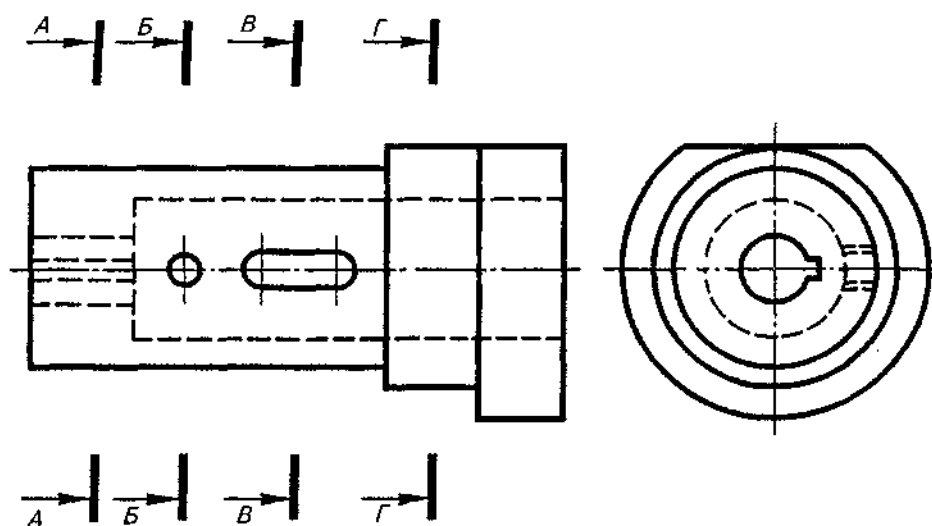
15

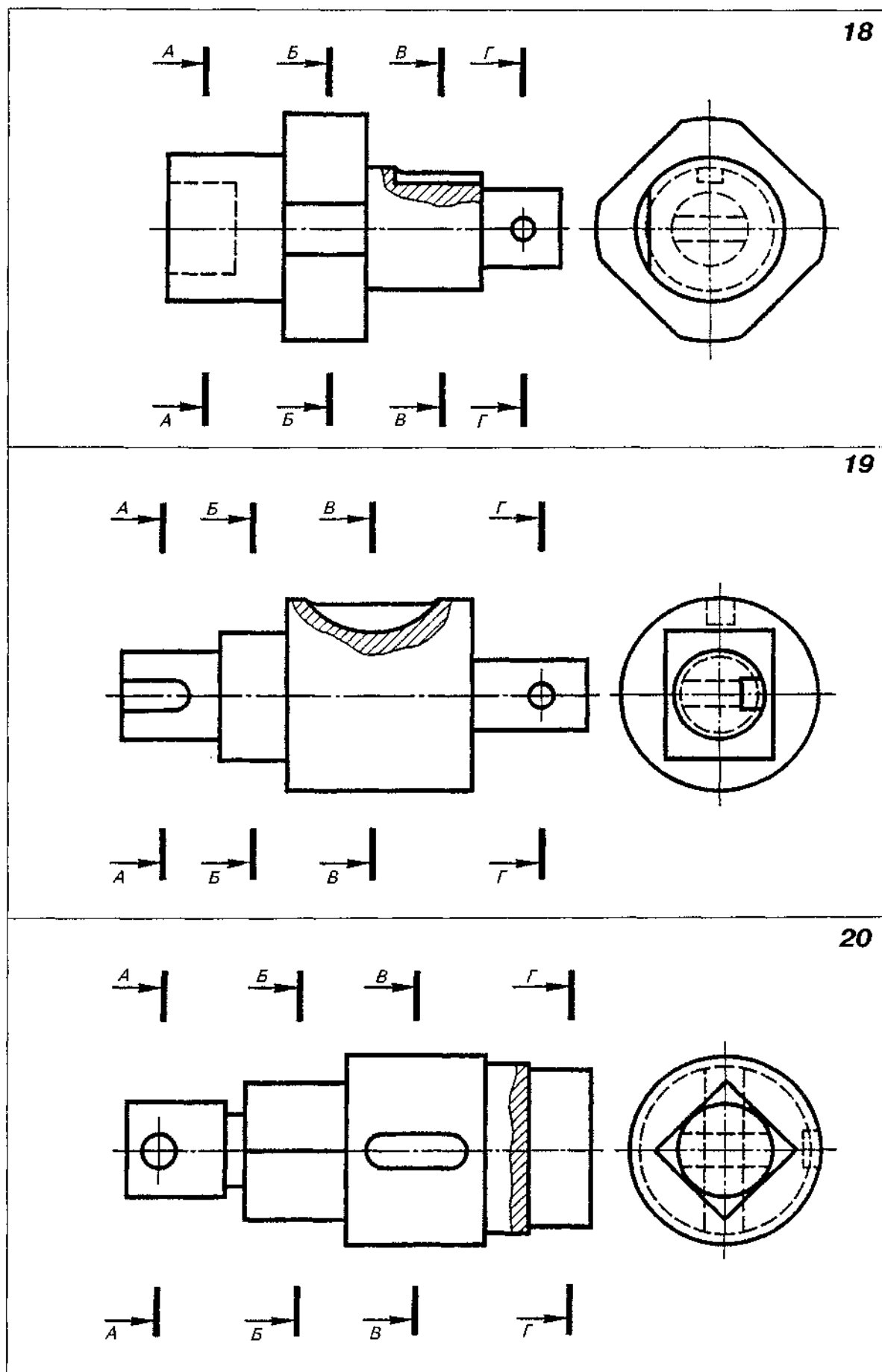


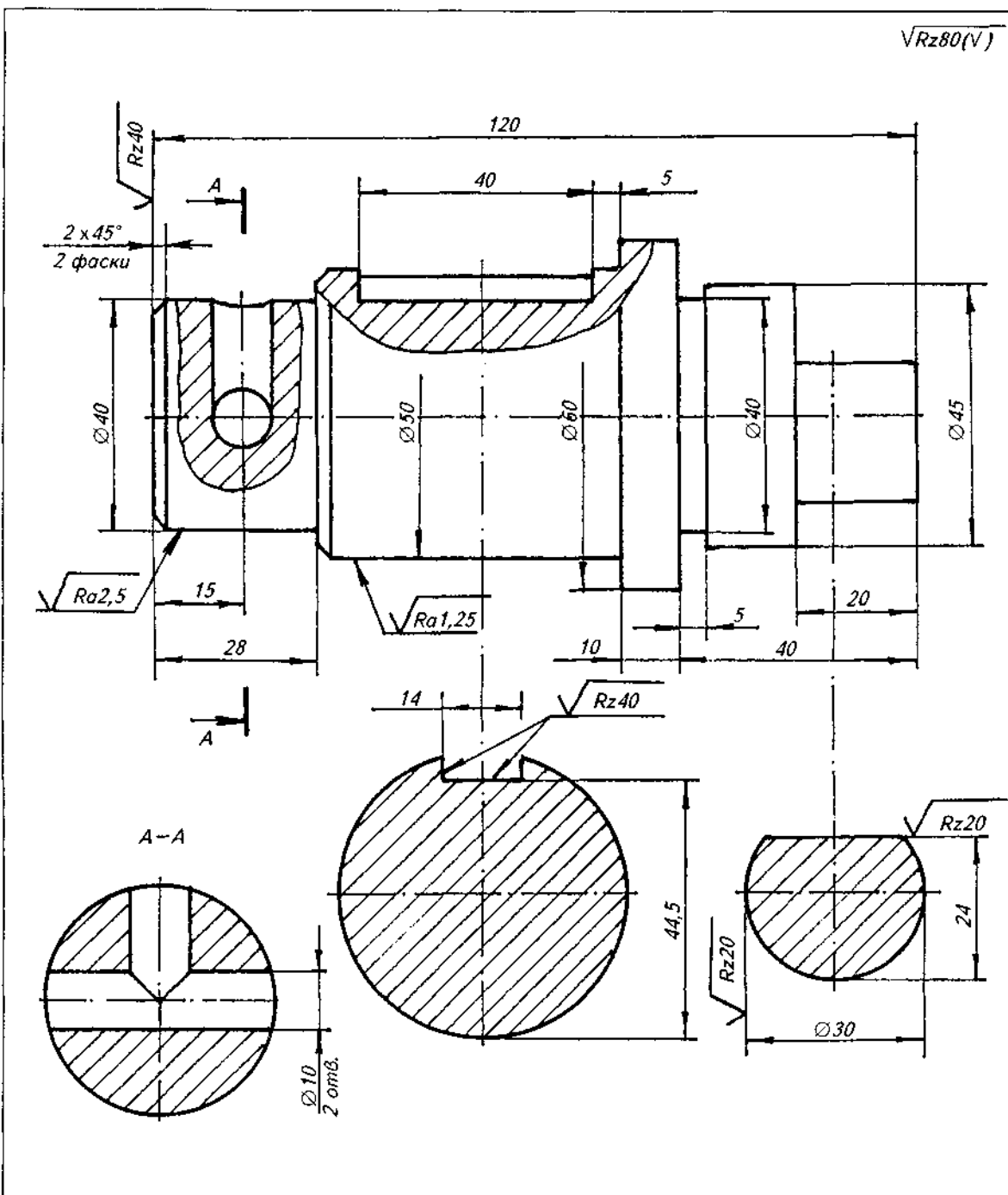
16



17







|           |      |           |       |      |                                |                                       |  |           |         |
|-----------|------|-----------|-------|------|--------------------------------|---------------------------------------|--|-----------|---------|
|           |      |           |       |      | <b>МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ</b> |                                       |  |           |         |
|           |      |           |       |      | <b>Вал</b>                     | Літера                                |  | Маса      | Масштаб |
|           |      |           |       |      |                                |                                       |  |           | 1:1     |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підп. | Дата |                                |                                       |  |           |         |
| Креслив   |      | Ткачук    |       |      |                                |                                       |  |           |         |
| Перевірів |      | Василишин |       |      |                                |                                       |  |           |         |
| Т. контр. |      |           |       |      |                                | Аркуш                                 |  | Аркушів 1 |         |
| Н. контр. |      |           |       |      | <b>Сталь 45 ГОСТ 1050-88</b>   | <b>ІФНТУНГ</b><br><b>гр. КМВ-05-1</b> |  |           |         |
| Затвердив |      |           |       |      |                                |                                       |  |           |         |

Рис. Д55

## Завдання 45

1. Виконати робоче креслення деталі, заготовка якої та потрібні параметри подані в табл. Д43 і на рис. Д56.

2. На робочому кресленні деталі:

а) поєднати половину вигляду з половиною розрізу;

б) розміри елементів деталі взяти згідно з варіантом з табл. Д43;

в) на зовнішній циліндричній поверхні діаметром  $D$  зобразити зовнішню різь довжиною  $l_0$  згідно з варіантом; діаметр  $D$  більший від зовнішнього діаметра різі на 4 мм;

г) у циліндричному отворі діаметром  $d$  зобразити внутрішню різь згідно з варіантом;

д) зобразити зовнішню  $3 \times 45^\circ$  та внутрішню  $2 \times 45^\circ$  фаски;

е) нанести всі потрібні розміри;

ж) нанести шорсткість поверхонь, вважаючи, що шорсткість поверхонь різей  $R_{z20}$ , решти поверхонь —  $R_{z80}$ ;

з) деталь — втулка, матеріал — сталь 20 ГОСТ 1050–88.

Таблиця Д43

| Варіант | Зовнішня різь | $D_1$ | Внутрішня різь | $d_1$ | $d_2$ | $l_0$ | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $L$ |
|---------|---------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 1       | M76x3         | 92    | M60x3          | 78    | 68    | 60    | 6     | 10    | 22    | 100 |
| 2       | M72x3         | 88    | M56x3          | 74    | 64    | 58    | 8     | 10    | 24    | 98  |
| 3       | M68x3         | 84    | M52x3          | 70    | 60    | 54    | 10    | 6     | 22    | 96  |
| 4       | M64x3         | 80    | M48x3          | 66    | 56    | 54    | 6     | 8     | 20    | 94  |
| 5       | M60x3         | 78    | M45x3          | 64    | 54    | 52    | 8     | 6     | 20    | 92  |
| 6       | M56x3         | 70    | M39x3          | 56    | 46    | 48    | 10    | 5     | 22    | 90  |
| 7       | M52x2         | 68    | M36x2          | 54    | 44    | 46    | 6     | 10    | 22    | 88  |
| 8       | M76x2         | 92    | M60x2          | 80    | 70    | 56    | 8     | 8     | 22    | 98  |
| 9       | M72x2         | 88    | M56x2          | 76    | 66    | 52    | 10    | 8     | 24    | 96  |
| 10      | M68x2         | 84    | M52x2          | 72    | 62    | 54    | 6     | 8     | 20    | 94  |
| 11      | M64x2         | 70    | M48x2          | 68    | 58    | 48    | 8     | 10    | 24    | 92  |
| 12      | M60x2         | 78    | M45x2          | 65    | 55    | 48    | 10    | 6     | 22    | 90  |
| 13      | M52           | 68    | M36            | 56    | 46    | 48    | 6     | 8     | 20    | 88  |
| 14      | M76x4         | 80    | M60x4          | 78    | 70    | 54    | 8     | 8     | 22    | 96  |
| 15      | M72x4         | 86    | M56x3          | 74    | 66    | 52    | 10    | 5     | 22    | 94  |
| 16      | M68x4         | 82    | M52            | 70    | 62    | 50    | 5     | 10    | 22    | 92  |
| 17      | M64x4         | 78    | M48            | 66    | 58    | 50    | 6     | 8     | 20    | 90  |
| 18      | M64           | 76    | M48x2          | 64    | 56    | 50    | 8     | 6     | 20    | 88  |
| 19      | M68           | 82    | M52            | 70    | 62    | 52    | 10    | 8     | 24    | 96  |
| 20      | M52           | 68    | M39            | 56    | 48    | 48    | 6     | 8     | 20    | 86  |

Примітка. Розміри в міліметрах.

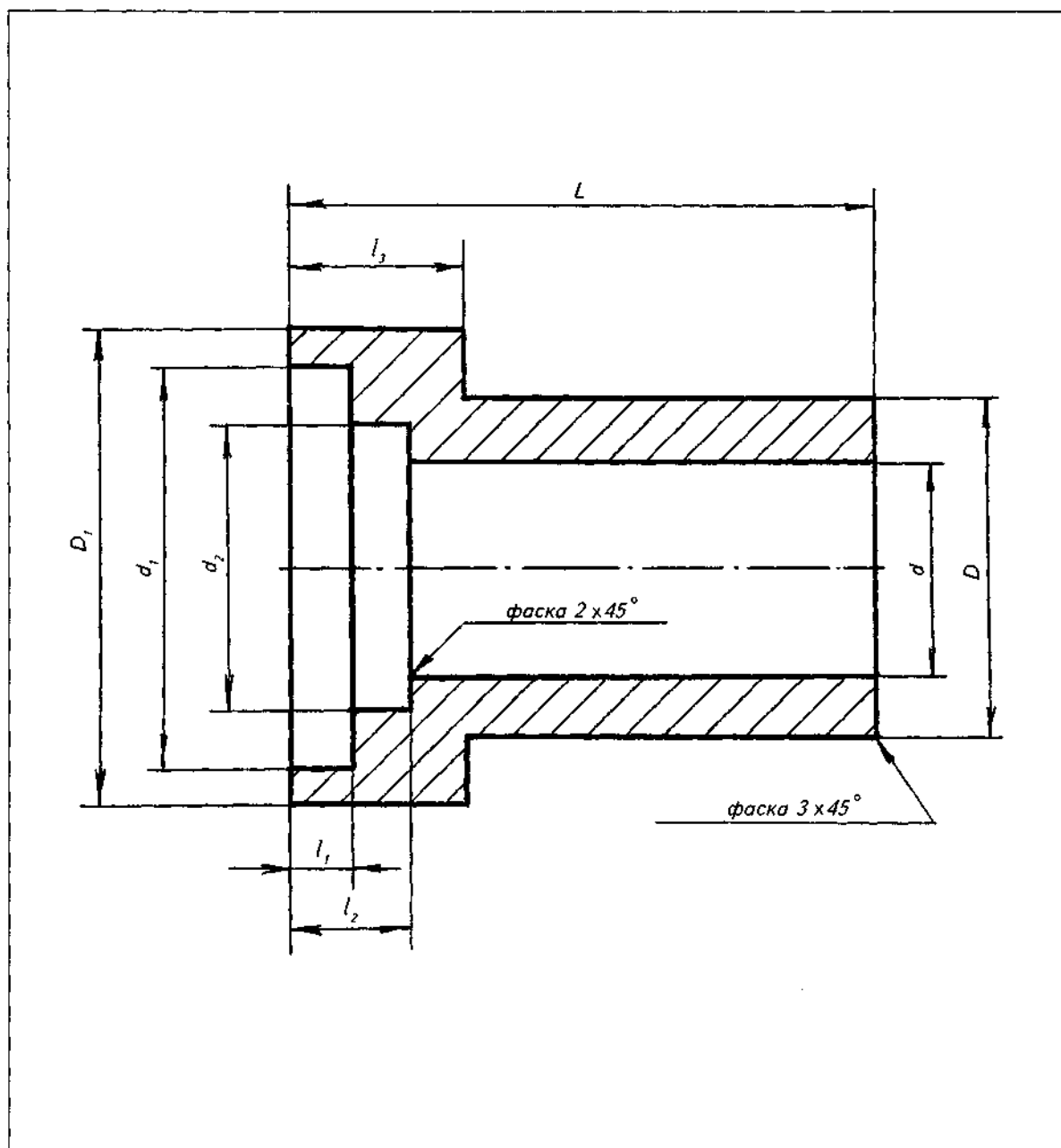


Рис. Д56

## Завдання 46

1. Виконати робоче креслення деталі, потрібні параметри якої подано в табл. Д44 і на рис. Д57.

2. На робочому кресленні деталі, яке складається з двох зображень — головного вигляду та вигляду зверху:

- поєднати половину головного вигляду з половиною розрізу;
- на зовнішній циліндричній поверхні діаметром  $D$  зобразити зовнішню різь довжиною  $l_1 - l_2 - b$  згідно з варіантом;
- у циліндричному отворі діаметром  $d$  зобразити внутрішню різь згідно з варіантом та фаску  $s \times 45^\circ$ ;
- розмір  $S$  визначити як розмір "під ключ" залежно від розміру  $D_2$ ;
- $D_3 = (0,9 \dots 0,95)S$ ;
- нанести всі потрібні розміри;
- нанести шорсткість поверхонь, вважаючи, що поверхні отворів  $d_1$  і  $d_2$  не обробляються, шорсткість поверхонь різьей  $R_{20}$ , решти поверхонь —  $R_{80}$ ;
- деталь — кришка, матеріал — Бр. ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79.

Таблиця Д44

| Варіант | Зовнішня різь | Внутрішня різь | $D_1$ | $D_2$ | $D_4$ | $d_1$ | $d_2$ | $L$ | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $l_4$ | $l_5$ | $b$ | $D_5$ | $s$ |
|---------|---------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-----|
| 1       | M48           | M24            | 70    | 53,1  | 40    | 28    | 32    | 60  | 34    | 5     | 20    | 40    | 16    | 6   | 41    | 3   |
| 2       | M45           | M24            | 65    | 53,1  | 38    | 26    | 30    | 60  | 34    | 5     | 20    | 40    | 16    | 6   | 38    | 3   |
| 3       | M42           | M24            | 62    | 53,1  | 36    | 26    | 28    | 58  | 34    | 5     | 20    | 38    | 16    | 6   | 35    | 3   |
| 4       | M39           | M20            | 58    | 47,3  | 34    | 22    | 26    | 58  | 34    | 5     | 20    | 38    | 16    | 6   | 33    | 3   |
| 5       | M36           | M16            | 55    | 47,3  | 30    | 18    | 22    | 55  | 32    | 4     | 22    | 38    | 13    | 6   | 30    | 3   |
| 6       | M33           | M16            | 50    | 41,6  | 28    | 18    | 22    | 55  | 32    | 4     | 22    | 38    | 13    | 6   | 28    | 2,5 |
| 7       | M30           | M12            | 46    | 41,6  | 26    | 14    | 18    | 55  | 32    | 4     | 22    | 38    | 13    | 6   | 25    | 2,5 |
| 8       | M27           | M10            | 42    | 34,6  | 22    | 12    | 16    | 50  | 32    | 3     | 20    | 35    | 10    | 6   | 22    | 2,5 |
| 9       | M24           | M6             | 40    | 31,2  | 20    | 8     | 12    | 50  | 32    | 3     | 20    | 36    | 10    | 6   | 19    | 2,5 |
| 10      | M48x2         | M27            | 70    | 53,1  | 44    | 32    | 36    | 60  | 34    | 5     | 20    | 40    | 16    | 5   | 45    | 2   |
| 11      | M45x2         | M24            | 65    | 53,1  | 40    | 28    | 32    | 60  | 34    | 5     | 20    | 40    | 16    | 5   | 42    | 2   |
| 12      | M42x2         | M24            | 62    | 53,1  | 38    | 26    | 30    | 58  | 32    | 5     | 20    | 40    | 16    | 5   | 39    | 2   |
| 13      | M39x2         | M20            | 58    | 47,3  | 36    | 24    | 28    | 58  | 32    | 5     | 20    | 40    | 16    | 5   | 36    | 2   |
| 14      | M36x2         | M16            | 55    | 47,3  | 32    | 20    | 24    | 55  | 32    | 4     | 22    | 38    | 13    | 5   | 33    | 2   |
| 15      | M33x2         | M16            | 50    | 41,6  | 30    | 18    | 22    | 55  | 32    | 4     | 22    | 38    | 13    | 5   | 30    | 2   |
| 16      | M30x2         | M12            | 46    | 41,6  | 26    | 14    | 18    | 55  | 32    | 4     | 22    | 38    | 13    | 5   | 27    | 2   |
| 17      | M27x2         | M10            | 42    | 34,6  | 24    | 12    | 16    | 50  | 30    | 3     | 24    | 35    | 10    | 5   | 24    | 2   |
| 18      | M24x2         | M6             | 40    | 31,2  | 20    | 8     | 12    | 50  | 30    | 3     | 24    | 36    | 10    | 5   | 21    | 2   |
| 19      | M42x3         | M24            | 62    | 53,1  | 38    | 26    | 30    | 58  | 32    | 5     | 20    | 40    | 16    | 4   | 39    | 2,5 |
| 20      | M36x3         | M16            | 55    | 47,3  | 30    | 18    | 22    | 55  | 32    | 4     | 20    | 40    | 13    | 4   | 33    | 2,5 |

Примітка. Розміри в міліметрах.

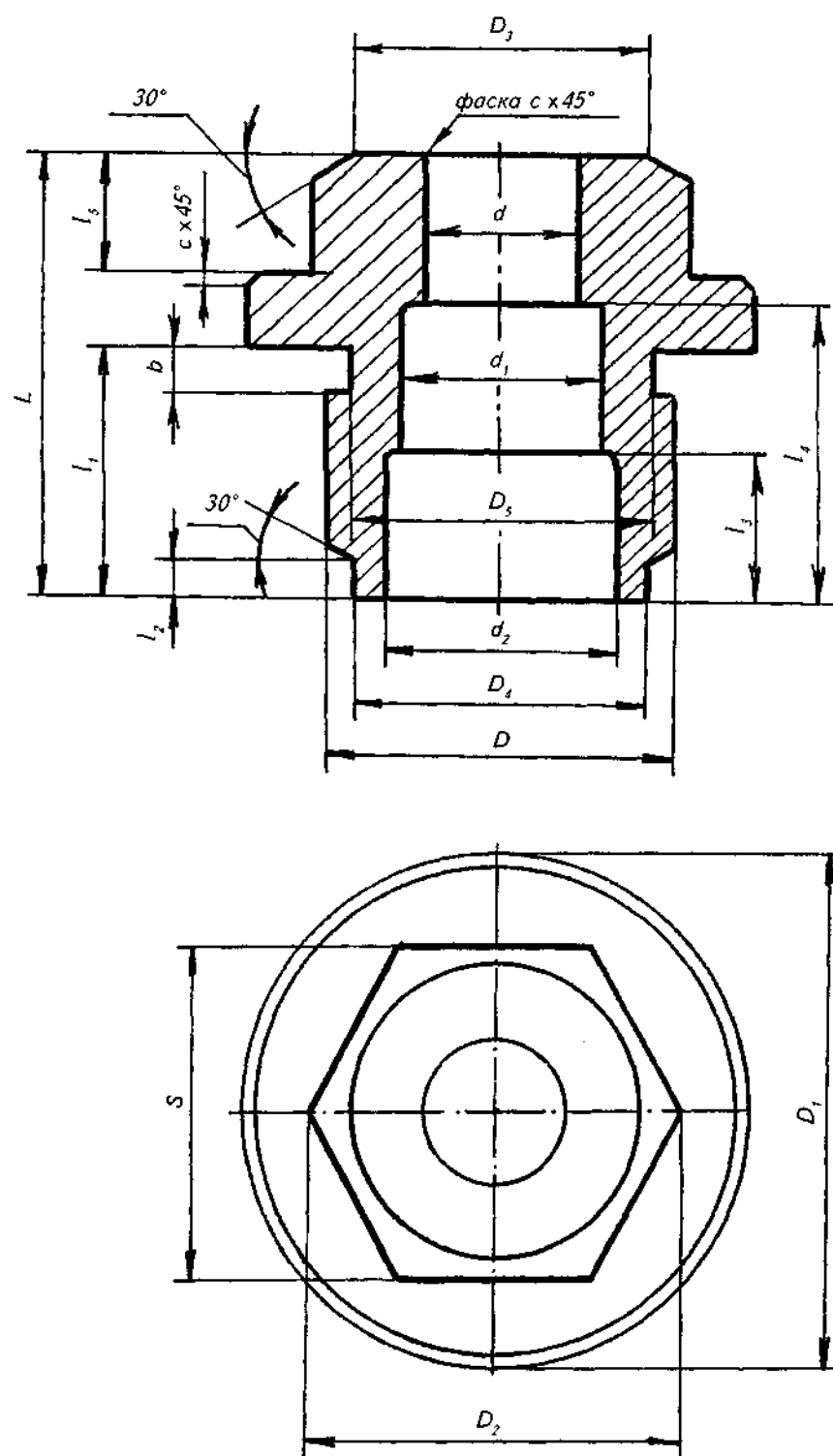


Рис. Д57

**Завдання 47**

1. За складальним кресленням виробу виконати робочі креслення деталей за вказівкою викладача згідно з запропонованим варіантом:

- а) кожне робоче креслення розташувати на окремому стандартному форматі паперу — А3 або А4;
- б) дібрати масштаб для виконання робочого креслення, пам'ятаючи, що масштаби на робочих кресленнях не мусять бути однакові;
- в) визначити мінімальну, але достатню кількість зображень, виконати потрібні розрізи, перерізи, виносні елементи;
- г) нанести розміри та шорсткість поверхонь.

2. Слід звернути увагу, що складальні креслення є друкарськими копіями, тому масштаб зображень не завжди відповідає зазначеному в основному написі.

3. Вихідні дані до завдання (складальне креслення виробу) взяти з рис. Д58–Д93.

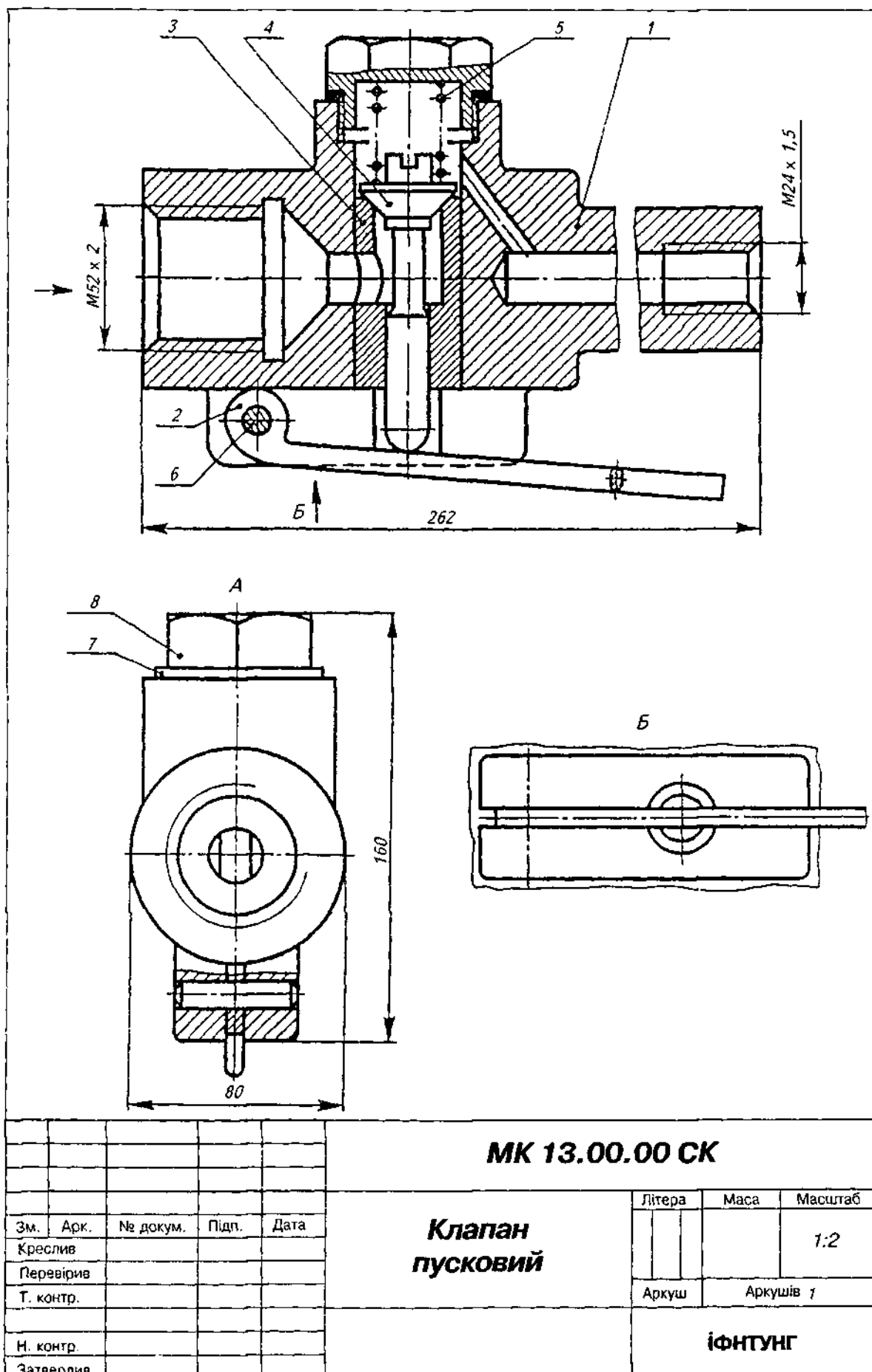


Рис. Д58

| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.                     | Примітка |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------|
|           |      |          |                       | <i>Документація</i>         |                            |          |
|           |      |          | <i>МК 13.00.00 СК</i> | <i>Складальне креслення</i> |                            |          |
|           |      |          |                       | <i>Деталі</i>               |                            |          |
|           |      | <i>1</i> | <i>МК 13.00.01</i>    | <i>Корпус</i>               | <i>1</i>                   |          |
|           |      | <i>2</i> | <i>МК 13.00.02</i>    | <i>Важіль</i>               | <i>1</i>                   |          |
|           |      | <i>3</i> | <i>МК 13.00.03</i>    | <i>Втулка</i>               | <i>1</i>                   |          |
|           |      | <i>4</i> | <i>МК 13.00.04</i>    | <i>Клапан</i>               | <i>1</i>                   |          |
|           |      | <i>5</i> | <i>МК 13.00.05</i>    | <i>Пружина</i>              | <i>1</i>                   |          |
|           |      | <i>6</i> | <i>МК 13.00.06</i>    | <i>Вісь</i>                 | <i>1</i>                   |          |
|           |      | <i>7</i> | <i>МК 13.00.07</i>    | <i>Прокладка</i>            | <i>1</i>                   |          |
|           |      | <i>8</i> | <i>МК 13.00.08</i>    | <i>Пробка</i>               | <i>1</i>                   |          |
|           |      |          |                       |                             |                            |          |
|           |      |          |                       | <b>МК 13.00.00</b>          |                            |          |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        |                            |          |
| Розробив  |      |          |                       |                             | <b>Клапан<br/>пусковий</b> | Літера   |
| Перевірів |      |          |                       |                             |                            | Аркуш    |
|           |      |          |                       |                             |                            | Аркушів  |
|           |      |          |                       |                             |                            | 1        |
| Н. контр. |      |          |                       |                             | <b>ІФНТУНГ</b>             |          |
| Затв.     |      |          |                       |                             |                            |          |

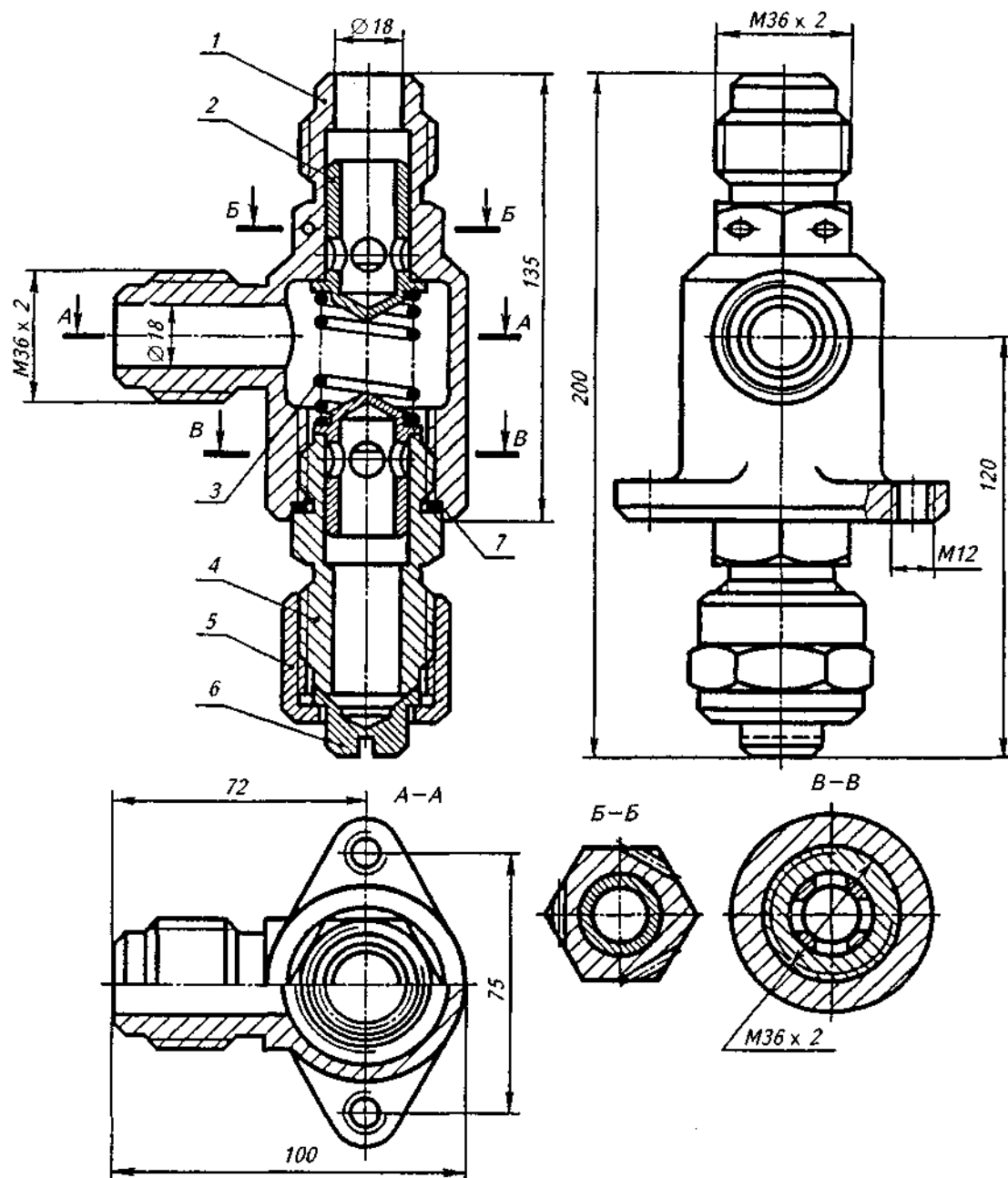
Рис. Д59

### Опис складальної одиниці "Клапан пусковий"

Призначений для регулювання пропускання рідин або газів.

Щоб пройти крізь клапан, установлений у трубопроводі, рідина або газ мають подолати тиск пружини 5, яка натискує на клапан 4 і перекриває отвір у втулці 3, запресований у корпус 1. У корпус, який є основною деталлю, зверху закладають прокладку 7 і загвинчують пробку 8, у яку впирається пружина. Клапан переміщується в отворі втулки 3. Корпус має два приливи з нарізними отворами, різь у яких призначена для приєднання трубопроводів. Для пропускання рідини або газу без тиску використовують важіль 2, яким можна натискати на клапан, відкриваючи прохід. Важіль обертається навколо осі 6, яка з'єднує його з корпусом.

Матеріал деталі поз. 1 — СЧ 12 ГОСТ 1412-85, деталі поз. 3 — Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79, деталей поз. 2, 4, 6, 8 — Сталь 20 ГОСТ 1050-88, деталі поз. 5 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-88, деталі поз. 7 — пароніт ПОН ГОСТ 481-80.



|           |      |          |       |      |                                       |  |  |
|-----------|------|----------|-------|------|---------------------------------------|--|--|
|           |      |          |       |      | <b>МК 14.00.00.СК</b>                 |  |  |
|           |      |          |       |      |                                       |  |  |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | <b>Клапан зворотний<br/>подвійний</b> |  |  |
| Креслив   |      |          |       |      |                                       |  |  |
| Перевірів |      |          |       |      |                                       |  |  |
| Т. контр. |      |          |       |      |                                       |  |  |
|           |      |          |       |      |                                       |  |  |
| Н. контр. |      |          |       |      | <b>ІФНТУНГ</b>                        |  |  |
| Затвердив |      |          |       |      |                                       |  |  |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення            | Назва                       | Кільк. | Примітка |
|--------|------|------|-----------------------|-----------------------------|--------|----------|
|        |      |      |                       |                             |        |          |
|        |      |      |                       | <u>Документація</u>         |        |          |
|        |      |      | <b>МК 14.00.00 СК</b> | <b>Складальні креслення</b> |        |          |
|        |      |      |                       | <u>Деталі</u>               |        |          |
|        |      | 1    | <b>МК 14.00.01</b>    | <b>Корпус</b>               | 1      |          |
|        |      | 2    | <b>МК 14.00.02</b>    | <b>Клапан</b>               | 2      |          |
|        |      | 3    | <b>МК 14.00.03</b>    | <b>Пружина</b>              | 1      |          |
|        |      | 4    | <b>МК 14.00.04</b>    | <b>Наконечник</b>           | 1      |          |
|        |      | 5    | <b>МК 14.00.05</b>    | <b>Гайка накидна</b>        | 1      |          |
|        |      | 6    | <b>МК 14.00.06</b>    | <b>Заглушка</b>             | 1      |          |
|        |      | 7    | <b>МК 14.00.07</b>    | <b>Прокладка</b>            | 1      |          |
|        |      |      |                       |                             |        |          |

|           |      |          |        |      |                    |  |  |
|-----------|------|----------|--------|------|--------------------|--|--|
|           |      |          |        |      | <b>МК 14.00.00</b> |  |  |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |  |  |
| Розробив  |      |          |        |      |                    |  |  |
| Перевірив |      |          |        |      |                    |  |  |
|           |      |          |        |      |                    |  |  |
| Н. контр. |      |          |        |      |                    |  |  |
| Затв.     |      |          |        |      |                    |  |  |

|                                       |  |                |       |         |
|---------------------------------------|--|----------------|-------|---------|
| <b>Клапан зворотний<br/>подвійний</b> |  | Літера         | Аркуш | Аркушів |
|                                       |  |                |       | 1       |
|                                       |  | <b>ІФНТУНГ</b> |       |         |

Рис. Д61

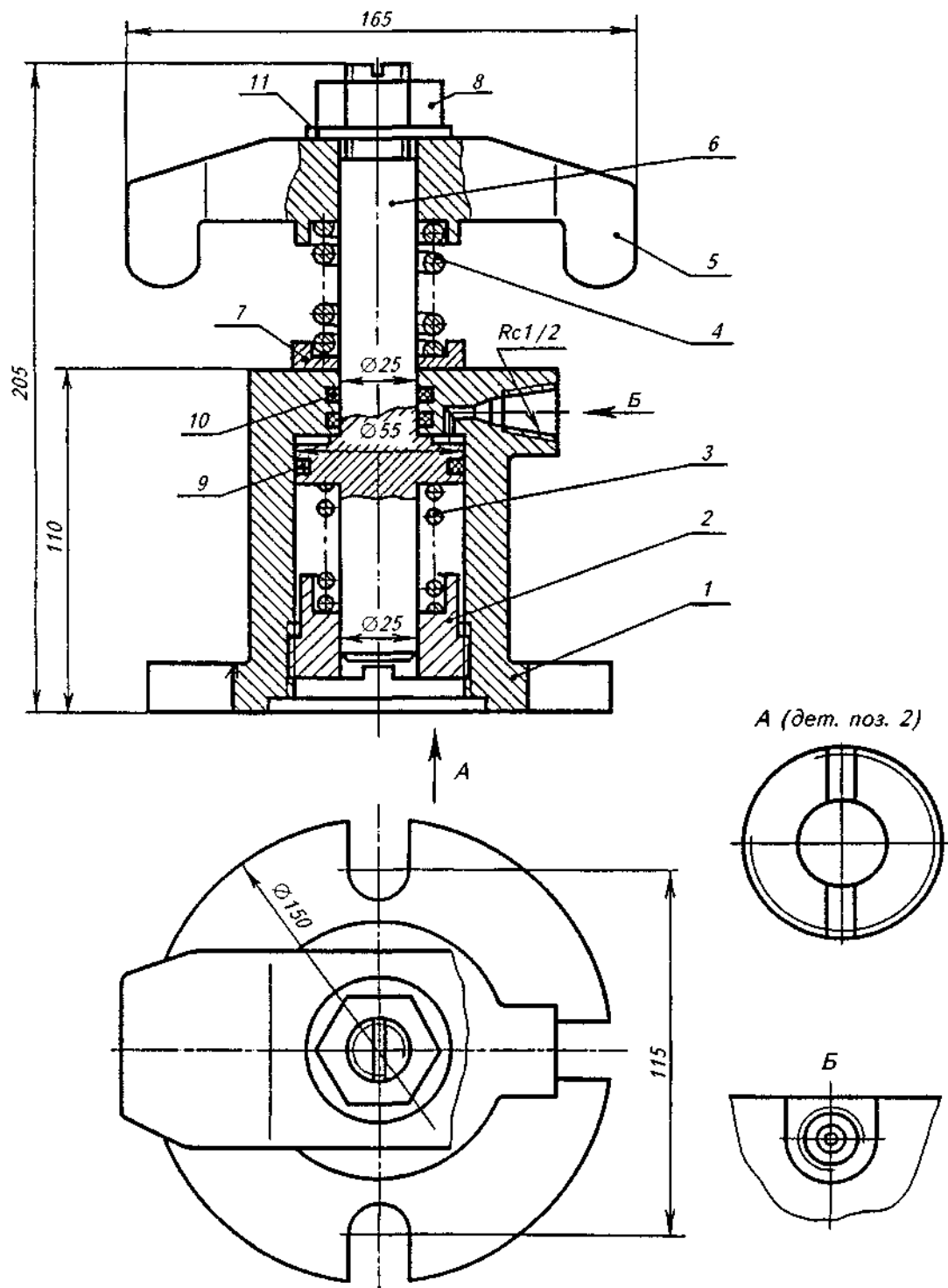
### Опис складальної одиниці “Клапан зворотний подвійний”

Призначений для регулювання рідини або суміші рідин у трубопроводі.

Рідина під тиском надходить в отвір верхнього наконечника корпусу 1, стискає пружину 3 і в зазор між клапаном 2 і корпусом потрапляє через відповідний (ліворуч) наконечник корпусу в гідравлічну систему. Якщо зняти заглушку 6 із нижнього наконечника 4, відвинтивши накидну гайку 5, то можна крізь нижній отвір подати в корпус іншу рідину, підключивши клапан до другого трубопроводу. Рідина під тиском надходить в отвір нижнього наконечника, стискає пружину 3 і в зазор між нижнім клапаном і корпусом потрапляє крізь відповідний (ліворуч) наконечник корпусу в гідравлічну систему. У цьому випадку в систему надходитиме суміш рідин. Щільність з'єднання деталей 1 і 4 забезпечує прокладка 7. Клапан 2 і заглушка 6 щільно прилягають до поверхонь корпусу 1 і нижнього наконечника 4. Трубопроводи приєднуються до корпусу клапана за допомогою різі М36 х 2.

Переріз Б-Б показує отвори в шестигранній частині корпусу для пломбування клапана після встановлення його в гідросистемі.

Матеріал деталі поз. 1 — СЧ 12 ГОСТ 1412-85, деталей поз. 4, 5 — Сталь 20 ГОСТ 1050-88, деталей поз. 2, 6 — Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79, деталі поз. 3 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-88.



|           |      |          |       |      |                         |         |  |           |         |
|-----------|------|----------|-------|------|-------------------------|---------|--|-----------|---------|
|           |      |          |       |      | МК 15.00.00 СК          |         |  |           |         |
|           |      |          |       |      | Прихват<br>гідравлічний | Літера  |  | Маса      | Масштаб |
|           |      |          |       |      |                         |         |  |           | 1:2     |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                         |         |  |           |         |
| Креслив   |      |          |       |      |                         |         |  |           |         |
| Перевірів |      |          |       |      |                         |         |  |           |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                         | Аркуш   |  | Аркушів 1 |         |
|           |      |          |       |      |                         | ІФНТУНГ |  |           |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |                         |         |  |           |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                         |         |  |           |         |

Рис. Д62



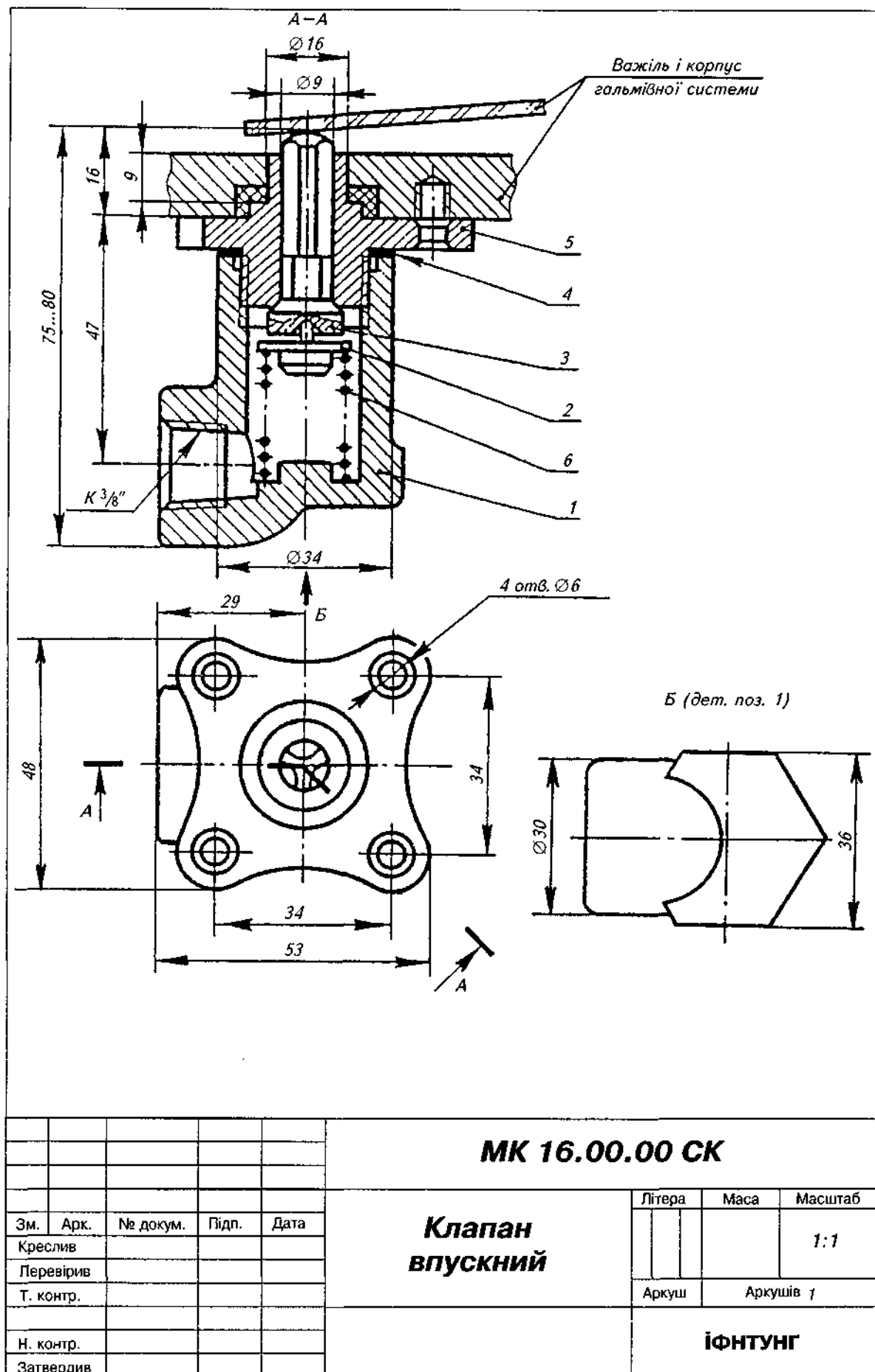
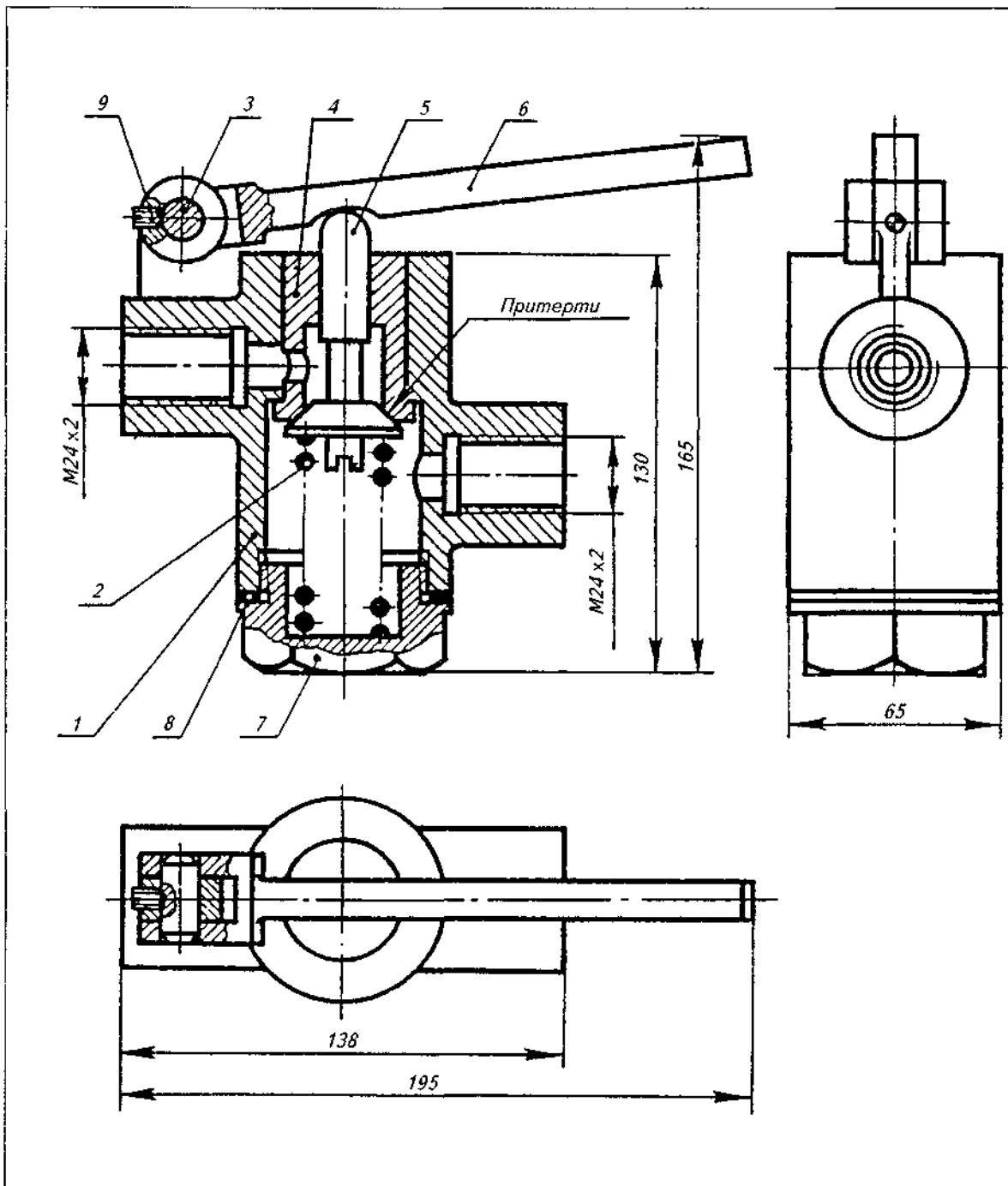


Рис. Д64





|           |      |          |       |      |                 |         |           |      |         |
|-----------|------|----------|-------|------|-----------------|---------|-----------|------|---------|
|           |      |          |       |      | МК 17.00.00.СК  |         |           |      |         |
|           |      |          |       |      | Клапан пусковий | Літера  |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                 |         |           |      | 1:2     |
| Креслив   |      |          |       |      |                 |         |           |      |         |
| Перевіряв |      |          |       |      |                 |         |           |      |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                 | Аркуш   | Аркушів 1 |      |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |                 | іФНТУНГ |           |      |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                 |         |           |      |         |

Рис. Д66

| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.         | Примітка |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|----------------|----------|
|           |      |          |                       | <i>Документація</i>         |                |          |
|           |      |          | <i>МК 17.00.00 СК</i> | <i>Складальне креслення</i> |                |          |
|           |      |          |                       | <i>Деталі</i>               |                |          |
|           |      | 1        | <i>МК 17.00.01</i>    | <i>Корпус</i>               | 1              |          |
|           |      | 2        | <i>МК 17.00.02</i>    | <i>Пружина</i>              | 1              |          |
|           |      | 3        | <i>МК 17.00.03</i>    | <i>Вісь</i>                 | 1              |          |
|           |      | 4        | <i>МК 17.00.04</i>    | <i>Сідло</i>                | 1              |          |
|           |      | 5        | <i>МК 17.00.05</i>    | <i>Клапан</i>               | 1              |          |
|           |      | 6        | <i>МК 17.00.06</i>    | <i>Важіль</i>               | 1              |          |
|           |      | 7        | <i>МК 17.00.07</i>    | <i>Пробка</i>               | 1              |          |
|           |      | 8        | <i>МК 17.00.08</i>    | <i>Прокладка</i>            | 1              |          |
|           |      |          |                       | <i>Стандартні вироби</i>    |                |          |
|           |      | 9        |                       | <i>Гвинт М5 х 10.58</i>     |                |          |
|           |      |          |                       | <i>ГОСТ 1476-93</i>         | 1              |          |
|           |      |          |                       |                             |                |          |
|           |      |          |                       | <b>МК 17.00.00</b>          |                |          |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        |                |          |
| Розробив  |      |          |                       |                             | Літера         | Аркуш    |
| Перевірив |      |          |                       |                             |                | Аркушів  |
| Н. контр. |      |          |                       |                             |                | 1        |
| Затв.     |      |          |                       |                             | <b>ІФНТУНГ</b> |          |

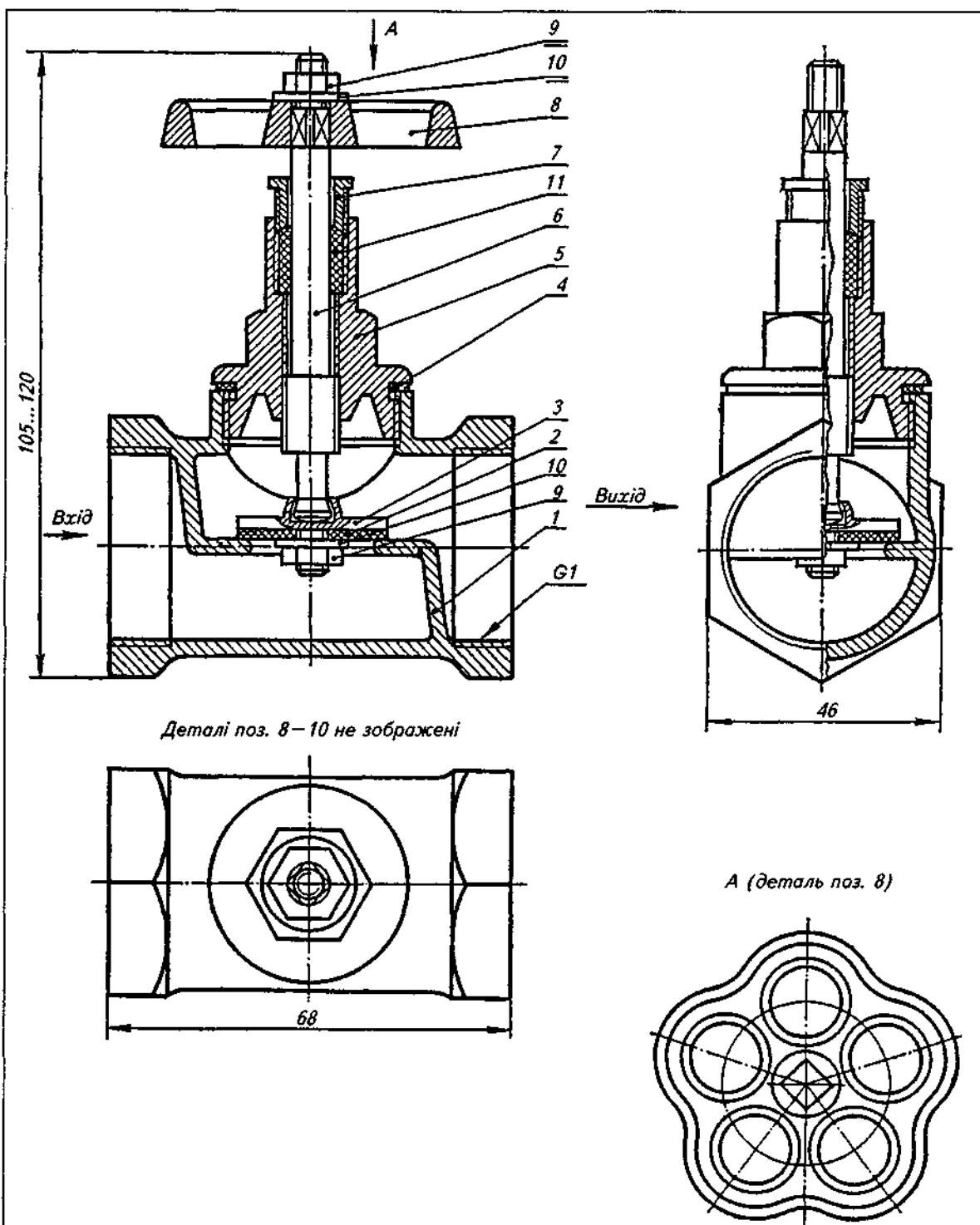
Рис. Д67

**Опис складальної одиниці "Клапан пусковий"**

Призначений для регулювання пропускання рідин або газів.

Щоб пройти крізь клапан, установлений в трубопроводі, рідина або газ мусять подолати тиск пружини 2, яка натискує на клапан 5 і перекриває отвір у корпусі 1. У корпус, який є основною деталлю, знизу закладають прокладку 8 і загвинчують пробку 7, в яку впирається пружина. Клапан переміщується в отворі сідла 4, запресованого в корпус. Корпус має два однакові приливи з нарізними отворами, різь у яких служить для приєднання трубопроводів. Для пропускання рідини або газу без тиску використовують важіль 6, яким можна натискати на клапан, відкриваючи прохід. Важіль обертається навколо осі 3, яка з'єднує його з корпусом. Вісь важеля фіксується стопорним гвинтом 9.

Матеріал деталей поз. 1, 6 — СЧ 12 ГОСТ 1412-85, деталей поз. 3, 7 — Сталь 20 ГОСТ 1050-88, деталей поз. 4, 5 — Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79, деталі поз. 2 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-88, деталі поз. 8 — пароніт ПОН ГОСТ 481-80.



|           |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |
|-----------|------|----------|-------|------|----------------|--|--|---------|-----------|---------|-----|
|           |      |          |       |      | МК 18.00.00 СК |  |  |         |           |         |     |
|           |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |
|           |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |
|           |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | Вентиль        |  |  | Літера  | Маса      | Масштаб |     |
| Креслив   |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         | 1:1 |
| Перевірів |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |
| Т. контр. |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |
|           |      |          |       |      |                |  |  | Аркуш   | Аркушів 1 |         |     |
|           |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |
| Н. контр. |      |          |       |      |                |  |  | іФНТУНГ |           |         |     |
| Затвердив |      |          |       |      |                |  |  |         |           |         |     |

| Формат    | Зона | Поз.      | Позначення            | Назва                       | Кільк.        | Примітка        |
|-----------|------|-----------|-----------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|
|           |      |           |                       | <u>Документація</u>         |               |                 |
|           |      |           | <b>МК 18.00.00 СК</b> | <b>Складальне креслення</b> |               |                 |
|           |      |           |                       | <u>Деталі</u>               |               |                 |
|           |      | <b>1</b>  | <b>МК 18.00.01</b>    | <b>Корпус</b>               | <b>1</b>      |                 |
|           |      | <b>2</b>  | <b>МК 18.00.02</b>    | <b>Прокладка</b>            | <b>1</b>      |                 |
|           |      | <b>3</b>  | <b>МК 18.00.03</b>    | <b>Клапан</b>               | <b>1</b>      |                 |
|           |      | <b>4</b>  | <b>МК 18.00.04</b>    | <b>Прокладка</b>            | <b>1</b>      |                 |
|           |      | <b>5</b>  | <b>МК 18.00.05</b>    | <b>Кришка</b>               | <b>1</b>      |                 |
|           |      | <b>6</b>  | <b>МК 18.00.06</b>    | <b>Шпindelь</b>             | <b>1</b>      |                 |
|           |      | <b>7</b>  | <b>МК 18.00.07</b>    | <b>Гайка сальника</b>       | <b>1</b>      |                 |
|           |      | <b>8</b>  | <b>МК 18.00.08</b>    | <b>Маховик</b>              | <b>1</b>      |                 |
|           |      |           |                       | <u>Стандартні вироби</u>    |               |                 |
|           |      | <b>9</b>  |                       | <b>Гайка М5.5</b>           |               |                 |
|           |      |           |                       | <b>ГОСТ 5915–80</b>         | <b>2</b>      |                 |
|           |      | <b>10</b> |                       | <b>Шайба 5.01</b>           |               |                 |
|           |      |           |                       | <b>ГОСТ 11371–78</b>        | <b>2</b>      |                 |
|           |      |           |                       | <u>Матеріали</u>            |               |                 |
|           |      | <b>11</b> |                       | <b>Прядиво</b>              |               | <b>0,005 кг</b> |
|           |      |           |                       |                             |               |                 |
|           |      |           |                       | <b>МК 18.00.00</b>          |               |                 |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підпис                | Дата                        |               |                 |
| Розробив  |      |           |                       |                             | Літера        | Аркуш           |
| Перевірів |      |           |                       |                             |               | Аркушів         |
|           |      |           |                       |                             |               | <b>1</b>        |
| Н. контр. |      |           |                       |                             | <b>іФТУНГ</b> |                 |
| Затв.     |      |           |                       |                             |               |                 |

Рис. Д69

**Опис складальної одиниці “Вентиль”**

Перекидає потік рідини в трубопроводі.

Отвір у корпусі **1** закривається прокладкою **2**, яка прикріплена до клапана **3** гайкою **9** і шайбою **10**. Кінець шпindelя **6** вставлений у циліндричний отвір клапана і поверхню отвору розвальцьовано. При відгвинчуванні шпindelя з кришки **5**, яка угвинчена в корпус, він піднімає клапан і відкриває вентиль. Ущільнення кришки з корпусом здійснюється прокладкою **4**. Ущільнення шпindelя в кришці **5** виконано за допомогою набивки **11**, на яку натискає гайка сальника **7**. Для зручності обертання шпindelя до його верхньої частини приєднано маховик **8**, закріплений гайкою **9** і шайбою **10**.

Матеріал деталей поз. **1**, **5**, **8** — СЧ 20 ГОСТ 1412–85, деталей поз. **3**, **6**, **7** — Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613–79, деталі поз. **2** — гума 2МБ-А-м ГОСТ 7338–65, деталі поз. **4** — пароніт ПОН ГОСТ 481–80.

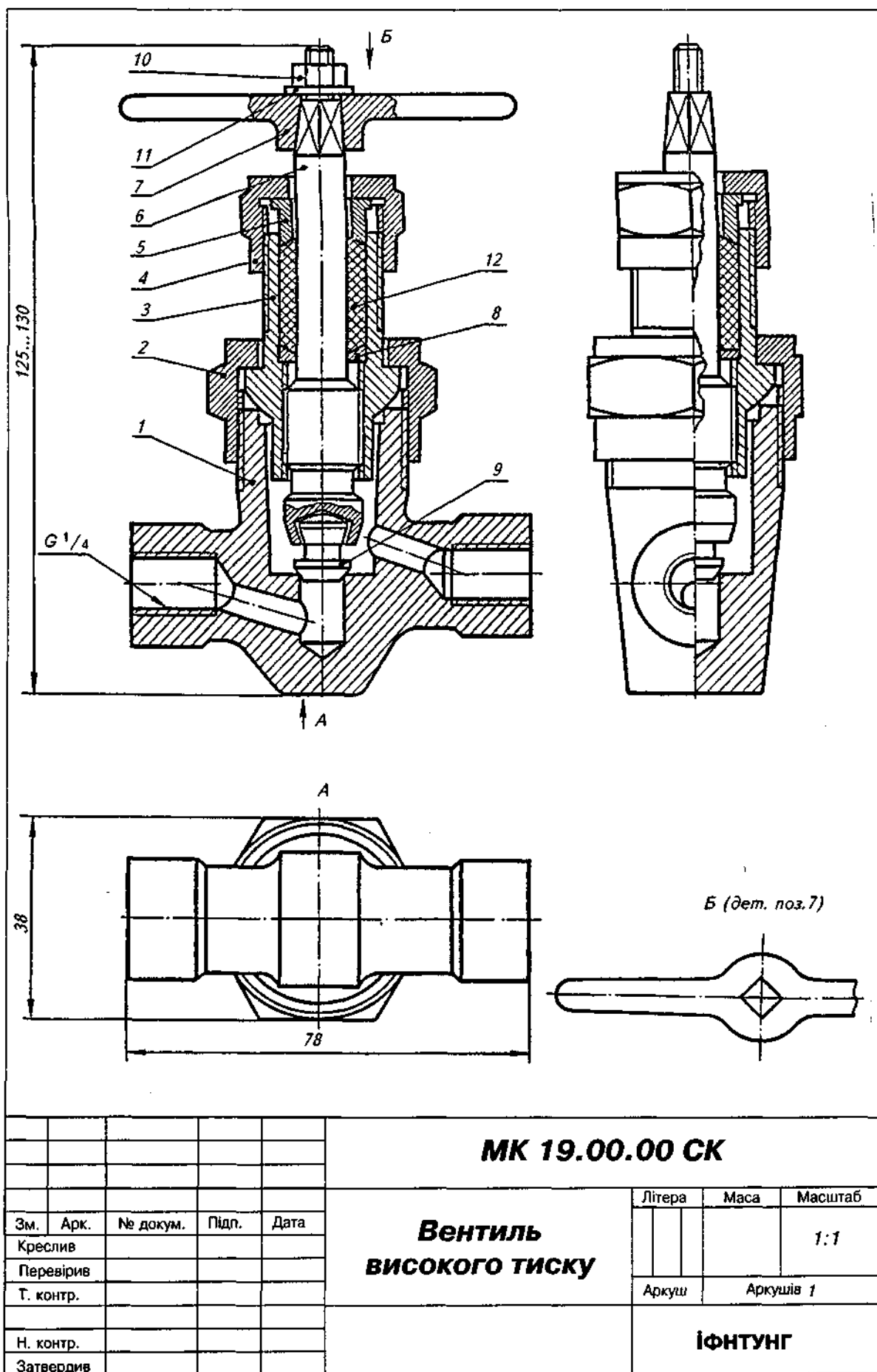


Рис. Д70

| Формат | Зона | Поз. | Позначення            | Назва                       | Кільк. | Примітка |
|--------|------|------|-----------------------|-----------------------------|--------|----------|
|        |      |      |                       |                             |        |          |
|        |      |      |                       | <u>Документація</u>         |        |          |
|        |      |      | <i>МК 19.00.00 СК</i> | <i>Складальне креслення</i> |        |          |
|        |      |      |                       |                             |        |          |
|        |      |      |                       | <u>Деталі</u>               |        |          |
|        |      |      |                       |                             |        |          |
|        |      | 1    | <i>МК 19.00.01</i>    | <i>Корпус</i>               | 1      |          |
|        |      | 2    | <i>МК 19.00.02</i>    | <i>Гайка накидна</i>        | 1      |          |
|        |      | 3    | <i>МК 19.00.03</i>    | <i>Втулка ходова</i>        | 1      |          |
|        |      | 4    | <i>МК 19.00.04</i>    | <i>Гайка накидна</i>        | 1      |          |
|        |      | 5    | <i>МК 19.00.05</i>    | <i>Втулка сальника</i>      | 1      |          |
|        |      | 6    | <i>МК 19.00.06</i>    | <i>Шпindel</i>              | 1      |          |
|        |      | 7    | <i>МК 19.00.07</i>    | <i>Ручка</i>                | 1      |          |
|        |      | 8    | <i>МК 19.00.08</i>    | <i>Кільце піднабивне</i>    | 1      |          |
|        |      | 9    | <i>МК 19.00.09</i>    | <i>Клапан</i>               | 1      |          |
|        |      |      |                       |                             |        |          |
|        |      |      |                       | <u>Стандартні вироби</u>    |        |          |
|        |      | 10   |                       | <i>Гайка М5.5</i>           |        |          |
|        |      |      |                       | <i>ГОСТ 5915-70</i>         | 1      |          |
|        |      | 11   |                       | <i>Шайба 5.01</i>           |        |          |
|        |      |      |                       | <i>ГОСТ 11371-78</i>        | 1      |          |
|        |      |      |                       |                             |        |          |
|        |      |      |                       | <u>Матеріал</u>             |        |          |
|        |      | 12   |                       | <i>Азбест</i>               |        |          |

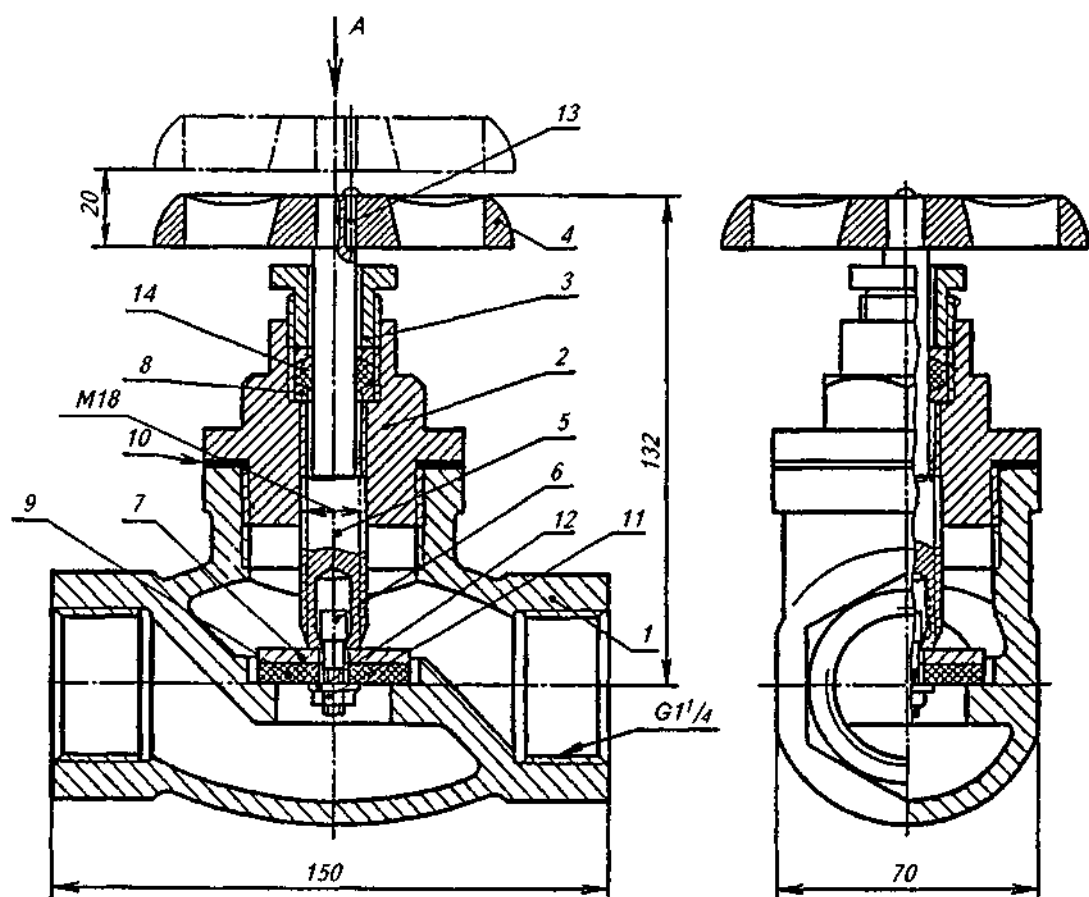
|           |      |          |        |      |                                   |  |  |                |       |         |
|-----------|------|----------|--------|------|-----------------------------------|--|--|----------------|-------|---------|
|           |      |          |        |      | <b>МК 19.00.00</b>                |  |  |                |       |         |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | <b>Вентиль<br/>високого тиску</b> |  |  | Літера         | Аркуш | Аркушів |
| Розробив  |      |          |        |      |                                   |  |  |                |       | 1       |
| Перевірів |      |          |        |      |                                   |  |  |                |       |         |
| Н. контр. |      |          |        |      |                                   |  |  | <b>ІФНТУНГ</b> |       |         |
| Затв.     |      |          |        |      |                                   |  |  |                |       |         |

Рис. Д71

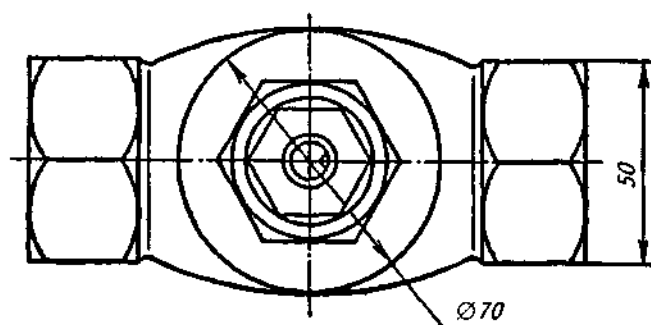
### Опис складальної одиниці “Вентиль високого тиску”

Застосовується в резервуарах з тиском 10–15 МПа. До трубопроводу вентиль приєднується трубною циліндричною різью G1/4. Отвір в корпусі 1 перекривається конічною поверхнею клапана 9, інший кінець якого вставлений у торцевий отвір шпінделя 6 і торець шпінделя розвальцьований. Шпindel ь рухається по різі ходової втулки 3, яка притискається до корпусу накидною гайкою 2. Обертають шпindel ь рукою 7, закріпленою на ньому гайкою 10 і шайбою 11. Герметичність між шпindel ем і ходовою втулкою створюється азбестовою набивкою 12, що розташована між піднабивним кільцем 8 і втулкою сальника 5, при нагвинчуванні накидної гайки 4 на ходову втулку.

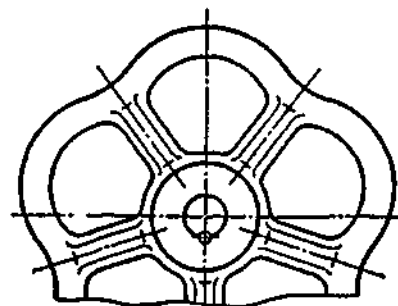
Материал деталей поз. 1-5, 8 — Ст.3 ГОСТ 380-71, деталей поз. 6, 9 — Сталь 45 ГОСТ 1050-88, детали поз. 7 — СЧ 12 ГОСТ 1412-85.



Маховик знятий



А (маховик)



|           |      |          |       |      |                       |        |           |
|-----------|------|----------|-------|------|-----------------------|--------|-----------|
|           |      |          |       |      | <b>МК 20.00.00 СК</b> |        |           |
|           |      |          |       |      |                       |        |           |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | <b>Вентиль</b>        | Літера | Маса      |
| Креслив   |      |          |       |      |                       |        | Масштаб   |
| Перевіряв |      |          |       |      |                       |        | 1:2       |
| Т. контр. |      |          |       |      |                       | Аркуш  | Аркушів 1 |
|           |      |          |       |      |                       |        |           |
| Н. контр. |      |          |       |      | <b>ІФНТУНГ</b>        |        |           |
| Затвердив |      |          |       |      |                       |        |           |

| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.                                       | Примітка |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|----------|
|           |      |          |                       | <u>Документація</u>         |                                              |          |
|           |      |          | <i>МК 20.00.00 СК</i> | <i>Складальне креслення</i> |                                              |          |
|           |      |          |                       | <u>Деталі</u>               |                                              |          |
|           |      | 1        | <i>МК 20.00.01</i>    | <i>Корпус</i>               | 1                                            |          |
|           |      | 2        | <i>МК 20.00.02</i>    | <i>Штуцер</i>               | 1                                            |          |
|           |      | 3        | <i>МК 20.00.03</i>    | <i>Втулка сальника</i>      | 1                                            |          |
|           |      | 4        | <i>МК 20.00.04</i>    | <i>Маховик</i>              | 1                                            |          |
|           |      | 5        | <i>МК 20.00.05</i>    | <i>Шток</i>                 | 1                                            |          |
|           |      | 6        | <i>МК 20.00.06</i>    | <i>Осердя клапана</i>       | 1                                            |          |
|           |      | 7        | <i>МК 20.00.07</i>    | <i>Клапан</i>               | 1                                            |          |
|           |      | 8        | <i>МК 20.00.08</i>    | <i>Кільце сальника</i>      | 2                                            |          |
|           |      | 9        | <i>МК 20.00.09</i>    | <i>Прокладка</i>            | 1                                            |          |
|           |      | 10       | <i>МК 20.00.10</i>    | <i>Прокладка</i>            | 1                                            |          |
|           |      |          |                       | <u>Стандартні вироби</u>    |                                              |          |
|           |      | 11       |                       | <i>Гайка М5.5</i>           |                                              |          |
|           |      |          |                       | <i>ГОСТ 5915-80</i>         | 1                                            |          |
|           |      | 12       |                       | <i>Шайба 5.01</i>           |                                              |          |
|           |      |          |                       | <i>ГОСТ 11371-78</i>        | 1                                            |          |
|           |      | 13       |                       | <i>Штифт 3 x 15</i>         |                                              |          |
|           |      |          |                       | <i>ГОСТ 3128-70</i>         | 1                                            |          |
|           |      |          |                       | <u>Матеріал</u>             |                                              |          |
|           |      | 14       |                       | <i>Прядиво</i>              |                                              | 0,005 кг |
|           |      |          |                       |                             |                                              |          |
|           |      |          |                       | <b>МК 20.00.00</b>          |                                              |          |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        | <b>Вентиль</b><br><br><br><br><b>ІФНТУНГ</b> |          |
| Розробив  |      |          |                       |                             |                                              |          |
| Перевірив |      |          |                       |                             |                                              |          |
| Н. контр. |      |          |                       |                             |                                              |          |
| Затв.     |      |          |                       |                             |                                              |          |

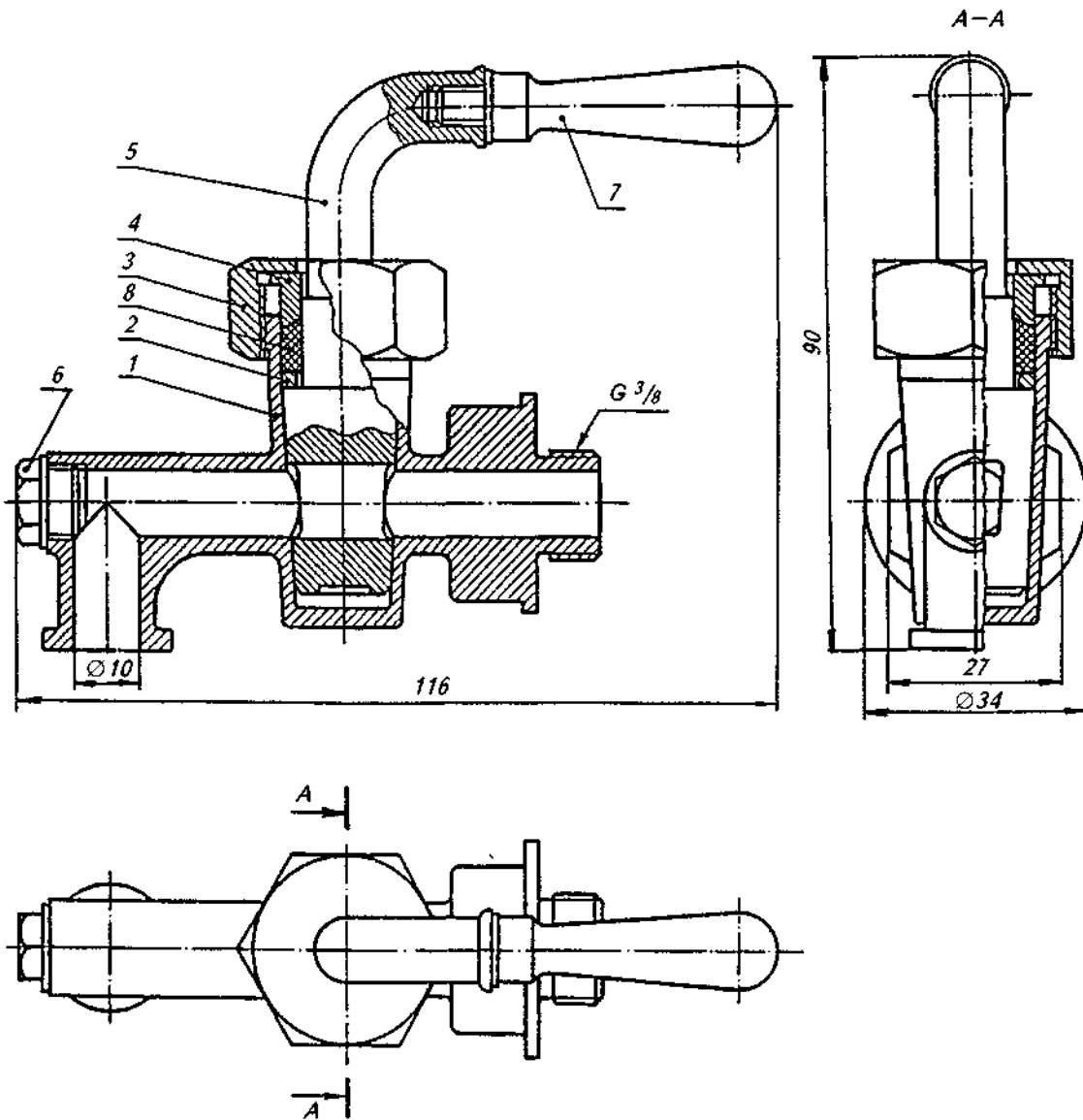
Рис. Д73

**Опис складальної одиниці "Вентиль"**

Перекриває потік рідини в трубопроводі.

Осердя 6 клапана 7 вставлене в торцевий отвір штока 5 і торець розвальцьовано. До клапана за допомогою гайки 11 і шайби 12 притискується прокладка 9, яка закриває отвір у корпусі 1. При відгвинчуванні штока зі штуцера 2 він піднімає клапан і відкриває вентиль. Ущільнення штока в штуцері виконано за допомогою набивки 14, яка прокладена між кільцями сальника 8. Загвинчуючи втулку сальника 3, натискають на верхнє кільце, яке ущільнює набивку 14. Нижнє кільце запобігає потраплянню набивки на різь. Для зручності обертання штока до його верхньої частини приєднано маховик 4 і одночасно в обидві ці деталі запресований штифт 13, який запобігає випаданню маховика зі штока.

Матеріал деталей поз. 1, 2 — СЧ 12 ГОСТ 1412-85, деталей поз. 3-5, 8 — Ст.3 ГОСТ 380-71, деталей поз. 6, 7 — Сталь 20 ГОСТ 1050-88, деталі поз. 9 — гума ЗМБ-А-м ГОСТ 7338-65, деталі поз. 10 — пароніт ПОН ГОСТ 481-80.



|           |      |          |       |      |                   |         |           |      |         |
|-----------|------|----------|-------|------|-------------------|---------|-----------|------|---------|
|           |      |          |       |      | МК 21.00.00 СК    |         |           |      |         |
|           |      |          |       |      | Кран<br>пробковий | Літера  |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                   |         |           |      | 1:1     |
| Креслив   |      |          |       |      |                   |         |           |      |         |
| Перевірів |      |          |       |      |                   |         |           |      |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                   | Аркуш   | Аркушів 1 |      |         |
|           |      |          |       |      |                   | ІФНТУНГ |           |      |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |                   |         |           |      |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                   |         |           |      |         |

| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.                    | Примітка        |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|
|           |      |          |                       | <u>Документація</u>         |                           |                 |
|           |      |          | <b>МК 21.00.00 СК</b> | <b>Складальне креслення</b> |                           |                 |
|           |      |          |                       | <u>Деталі</u>               |                           |                 |
|           |      | <b>1</b> | <b>МК 21.00.01</b>    | <b>Корпус</b>               | <b>1</b>                  |                 |
|           |      | <b>2</b> | <b>МК 21.00.02</b>    | <b>Кільце піднабивне</b>    | <b>1</b>                  |                 |
|           |      | <b>3</b> | <b>МК 21.00.03</b>    | <b>Гайка накидна</b>        | <b>1</b>                  |                 |
|           |      | <b>4</b> | <b>МК 21.00.04</b>    | <b>Втулка сальника</b>      | <b>1</b>                  |                 |
|           |      | <b>5</b> | <b>МК 21.00.05</b>    | <b>Пробка</b>               | <b>1</b>                  |                 |
|           |      | <b>6</b> | <b>МК 21.00.06</b>    | <b>Заглушка</b>             | <b>1</b>                  |                 |
|           |      | <b>7</b> | <b>МК 21.00.07</b>    | <b>Ручка</b>                | <b>1</b>                  |                 |
|           |      |          |                       | <u>Матеріал</u>             |                           |                 |
|           |      | <b>8</b> |                       | <b>Прядиво</b>              |                           | <b>0,005 кг</b> |
|           |      |          |                       |                             |                           |                 |
|           |      |          |                       | <b>МК 21.00.00</b>          |                           |                 |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        | <b>Кран<br/>пробковий</b> |                 |
| Розробив  |      |          |                       |                             |                           |                 |
| Перевірив |      |          |                       |                             |                           |                 |
| Н. контр. |      |          |                       |                             |                           |                 |
| Затв.     |      |          |                       |                             |                           |                 |
|           |      |          |                       |                             | Літера                    | Аркуш           |
|           |      |          |                       |                             |                           | Аркушів         |
|           |      |          |                       |                             |                           | <b>1</b>        |
|           |      |          |                       |                             | <b>ІФНТУНГ</b>            |                 |

Рис. Д75

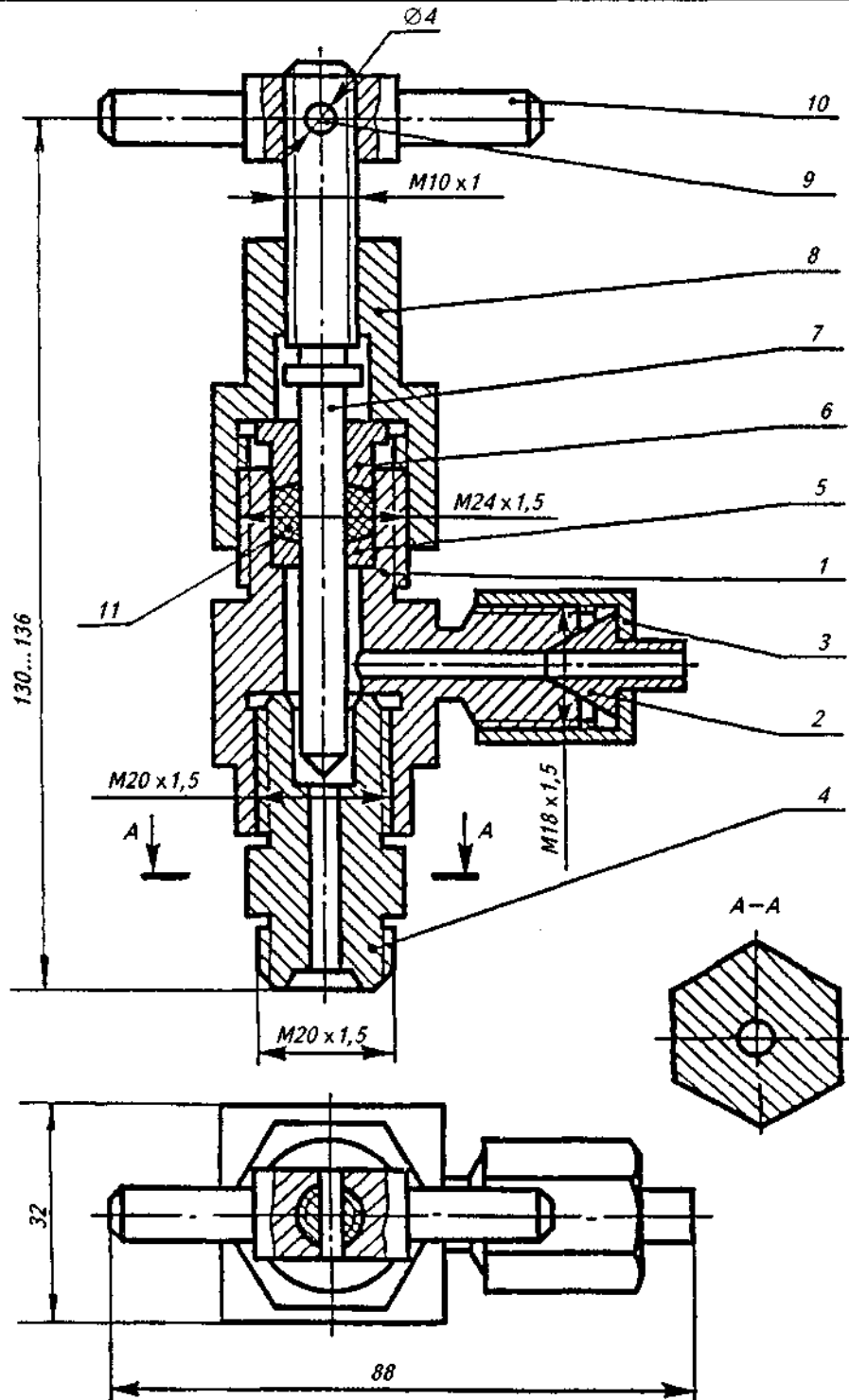
### Опис складальної одиниці “Кран пробковий”

Застосовують для регулювання подавання рідини.

У корпус 1 вставлено пробку 5, яка з'єднується з корпусом по щільно притертій конічній поверхні. Накидна гайка 3 з'єднана різью з корпусом. Вона натискає на втулку сальника 4, яка ущільнює набивку 8. Піднабивне кільце 2 перешкоджає потраплянню набивки всередину корпусу крана. Деталі 2–4, 8 утворюють сальникове ущільнення, призначене для герметизації отвору в корпусі, в якому міститься рухома пробка. У корпус вкручено заглушку 6, яку викручують, коли виникає потреба прочистити вихідний отвір. Для зручності обертання пробки до її верхньої частини за допомогою різі приєднано ручку 7.

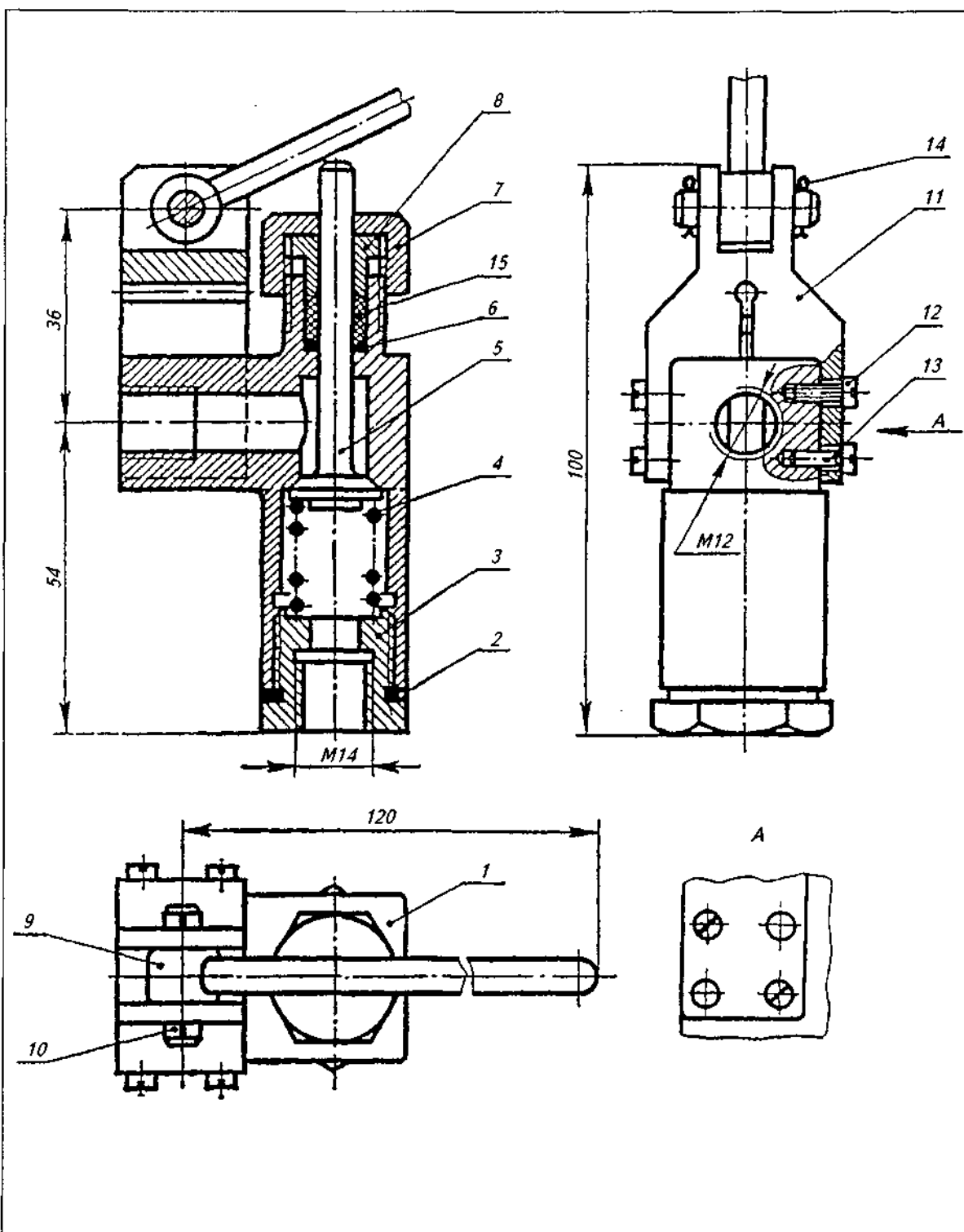
Обертанням пробки в корпусі зменшується або збільшується отвір для проходження рідини, і тим самим регулюється її подавання. Можна повернути пробку так, щоб подавання рідини зовсім припинилось, тоді кран — закритий.

Матеріал деталей поз. 1–7 — Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79.



|           |      |          |       |      |                                        |                |           |      |         |
|-----------|------|----------|-------|------|----------------------------------------|----------------|-----------|------|---------|
|           |      |          |       |      | <b>МК 22.00.00 СК</b>                  |                |           |      |         |
|           |      |          |       |      | <b>Вентиль точного<br/>регулювання</b> | Літера         |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                                        |                |           |      | 1:1     |
| Креслив   |      |          |       |      |                                        |                |           |      |         |
| Перевірів |      |          |       |      |                                        |                |           |      |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                                        | Аркуш          | Аркушів 1 |      |         |
|           |      |          |       |      |                                        | <b>ІФНТУНГ</b> |           |      |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |                                        |                |           |      |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                                        |                |           |      |         |





|           |      |          |       |      |                            |         |           |  |      |         |  |
|-----------|------|----------|-------|------|----------------------------|---------|-----------|--|------|---------|--|
|           |      |          |       |      | <b>МК 23.00.00 СК</b>      |         |           |  |      |         |  |
|           |      |          |       |      | <b>Клапан<br/>пусковий</b> | Літера  |           |  | Маса | Масштаб |  |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                            |         |           |  |      | 1:1     |  |
| Креслив   |      |          |       |      |                            |         |           |  |      |         |  |
| Перевірів |      |          |       |      |                            |         |           |  |      |         |  |
| Т. контр. |      |          |       |      |                            | Аркуш   | Аркушів 1 |  |      |         |  |
|           |      |          |       |      |                            | ІФНТУНГ |           |  |      |         |  |
| Н. контр. |      |          |       |      |                            |         |           |  |      |         |  |
| Затвердив |      |          |       |      |                            |         |           |  |      |         |  |

Рис. Д78

| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.                     | Примітка |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|----------|
|           |      |          |                       | <u>Документація</u>         |                            |          |
|           |      |          | <b>МК 23.00.00 СК</b> | <b>Складальне креслення</b> |                            |          |
|           |      |          |                       | <u>Деталі</u>               |                            |          |
|           |      | 1        | МК 23.00.01           | Корпус                      | 1                          |          |
|           |      | 2        | МК 23.00.02           | Прокладка                   | 1                          |          |
|           |      | 3        | МК 23.00.03           | Кришка                      | 1                          |          |
|           |      | 4        | МК 23.00.04           | Пружина                     | 1                          |          |
|           |      | 5        | МК 23.00.05           | Клапан                      | 1                          |          |
|           |      | 6        | МК 23.00.06           | Кільце                      | 1                          |          |
|           |      | 7        | МК 23.00.07           | Гайка натискна              | 1                          |          |
|           |      | 8        | МК 23.00.08           | Втулка                      | 1                          |          |
|           |      | 9        | МК 23.00.09           | Важіль                      | 1                          |          |
|           |      | 10       | МК 23.00.10           | Вісь                        | 1                          |          |
|           |      | 11       | МК 23.00.11           | Кронштейн                   | 1                          |          |
|           |      |          |                       | <u>Стандартні вироби</u>    |                            |          |
|           |      | 12       |                       | Гвинт М3х8.58               |                            |          |
|           |      |          |                       | ГОСТ 1491-80                | 4                          |          |
|           |      | 13       |                       | Штифт 2х8 ГОСТ 3128-70      | 4                          |          |
|           |      | 14       |                       | Шплінт 1,6х10 ГОСТ 397-79   | 2                          |          |
|           |      |          |                       | <u>Матеріал</u>             |                            |          |
|           |      | 15       |                       | Прядиво                     |                            | 0,005 кг |
|           |      |          |                       |                             |                            |          |
|           |      |          |                       | <b>МК 23.00.00</b>          |                            |          |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        | <b>Клапан<br/>пусковий</b> |          |
| Розробив  |      |          |                       |                             |                            |          |
| Перевірив |      |          |                       |                             |                            |          |
| Н. контр. |      |          |                       |                             |                            |          |
| Затв.     |      |          |                       |                             |                            |          |
|           |      |          |                       |                             | Літера                     | Аркуш    |
|           |      |          |                       |                             |                            | Аркушів  |
|           |      |          |                       |                             |                            | 1        |
|           |      |          |                       |                             | <b>ІФТУНГ</b>              |          |

Рис. Д79

**Опис складальної одиниці "Клапан пусковий"**

Призначений для регулювання пропускання рідин, газів або пари.

Щоб пройти крізь клапан, установлений на трубопроводі, рідина або газ мають подолати тиск пружини 4, яка натискає на клапан 5 і перекриває отвір у корпусі 1. У корпус, який є основною деталлю, знизу закладають прокладку 2 і загвинчують пробку 3, в яку впирається пружина. У верхній частині корпусу є отвір, у якому клапан може переміщатись. Цей отвір закривають кільцем 6, сальниковою набивкою 15, втулкою 8 і натискною гайкою 7, щоб забезпечити компресію. Для пропускання рідини або газу без тиску використовують важіль 9, яким можна натискати на клапан, відкриваючи прохід. Важіль обертається навколо осі 10, яка з'єднує його з кронштейном 11, прикріпленим до корпусу за допомогою чотирьох гвинтів 12 і чотирьох штифтів 13. Щоб вісь не випала з кронштейна, в отвори на її кінцях вставлено два шплінти 14.

Матеріал деталей поз. 1, 9 — СЧ 12 ГОСТ 1412-85, деталей поз. 3, 6-8 — Ст.3 ГОСТ 380-71, деталі поз. 5 — Сталь 45 ГОСТ 1050-88, деталі поз. 4 — сталь 65Г ГОСТ 1050-88, деталі поз. 2 — пароніт ПОН ГОСТ 481-80.

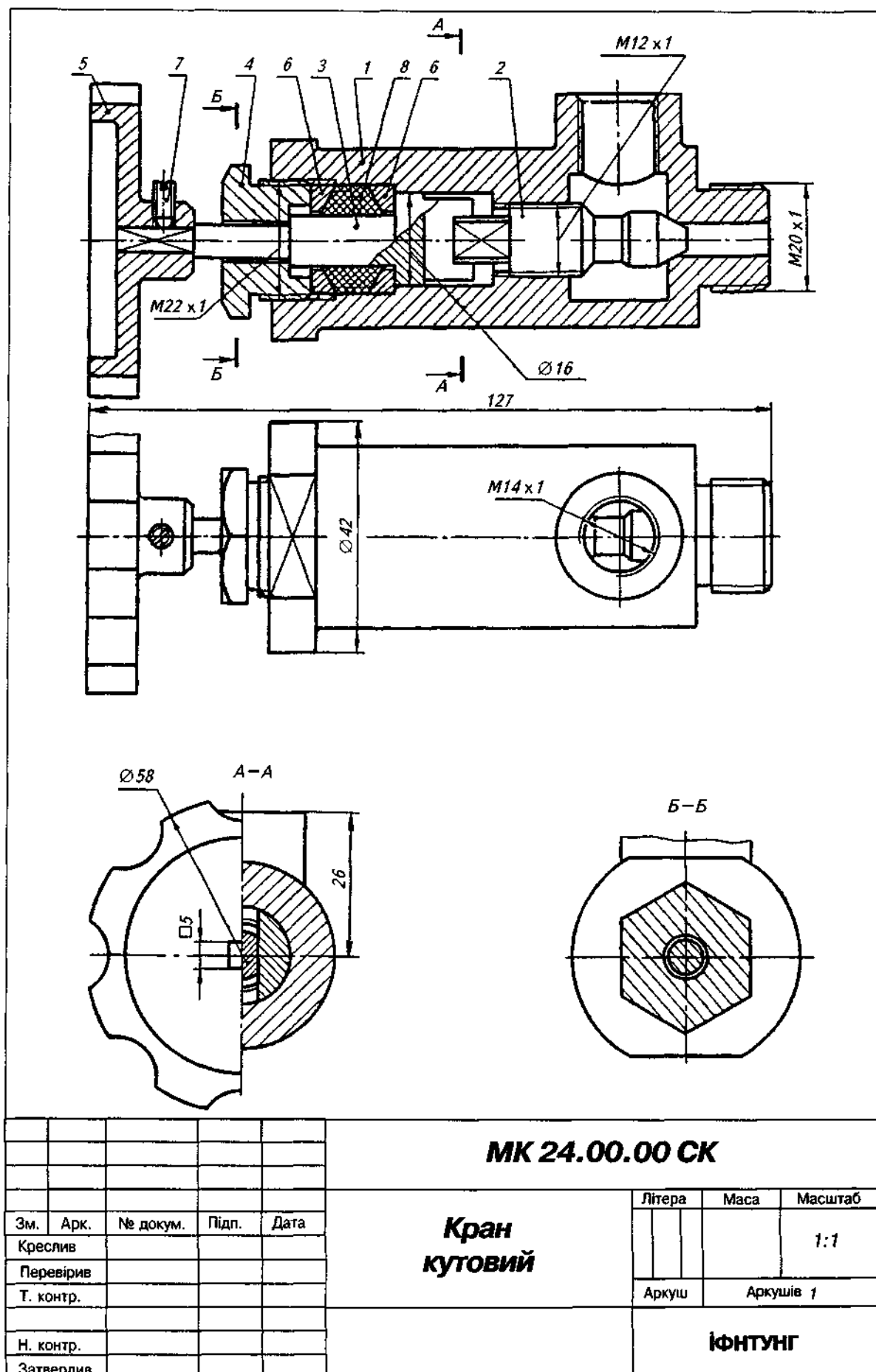


Рис. Д80

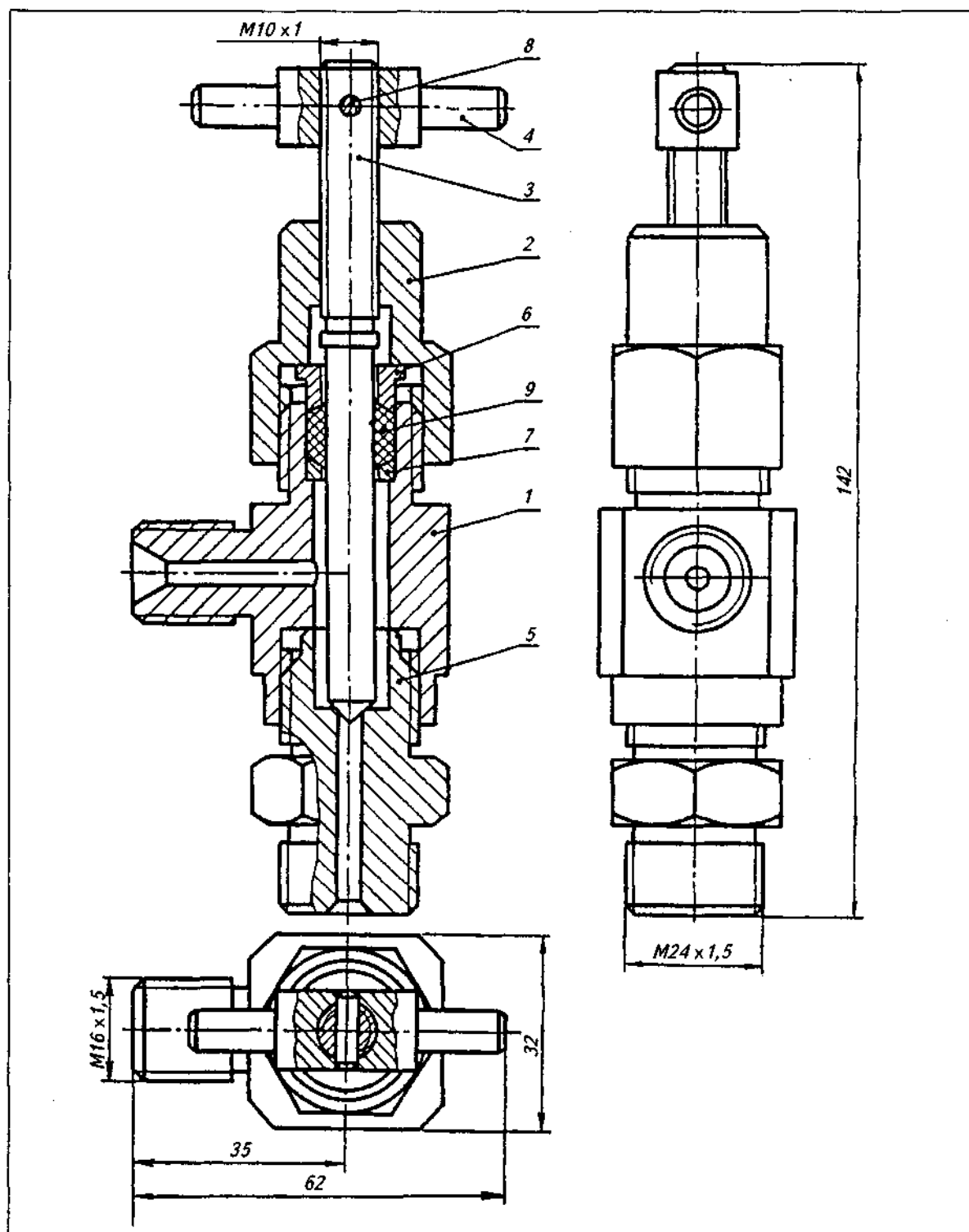
| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.              | Примітка        |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------|
|           |      |          |                       | <u>Документація</u>         |                     |                 |
|           |      |          | <b>МК 24.00.00 СК</b> | <b>Складальне креслення</b> |                     |                 |
|           |      |          |                       | <u>Деталі</u>               |                     |                 |
|           |      | <b>1</b> | <b>МК 24.00.01</b>    | <b>Корпус</b>               | <b>1</b>            |                 |
|           |      | <b>2</b> | <b>МК 24.00.02</b>    | <b>Клапан</b>               | <b>1</b>            |                 |
|           |      | <b>3</b> | <b>МК 24.00.03</b>    | <b>Шток</b>                 | <b>1</b>            |                 |
|           |      | <b>4</b> | <b>МК 24.00.04</b>    | <b>Гайка натискна</b>       | <b>1</b>            |                 |
|           |      | <b>5</b> | <b>МК 24.00.05</b>    | <b>Маховичок</b>            | <b>1</b>            |                 |
|           |      | <b>6</b> | <b>МК 24.00.06</b>    | <b>Кільце</b>               | <b>2</b>            |                 |
|           |      |          |                       | <u>Стандартні вироби</u>    |                     |                 |
|           |      | <b>7</b> |                       | <b>Гвинт М4 х 8.58</b>      |                     |                 |
|           |      |          |                       | <b>ГОСТ 1476-75</b>         | <b>1</b>            |                 |
|           |      |          |                       | <u>Матеріал</u>             |                     |                 |
|           |      | <b>8</b> |                       | <b>Прядиво</b>              |                     | <b>0,005 кг</b> |
|           |      |          |                       |                             |                     |                 |
|           |      |          |                       | <b>МК 24.00.00</b>          |                     |                 |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        |                     |                 |
| Розробив  |      |          |                       |                             | <b>Кран кутовий</b> | Літера          |
| Перевіряє |      |          |                       |                             |                     | Аркуш           |
|           |      |          |                       |                             |                     | Аркушів         |
|           |      |          |                       |                             |                     | 1               |
| Н. контр. |      |          |                       |                             | <b>ІФНТУНГ</b>      |                 |
| Затв.     |      |          |                       |                             |                     |                 |

Рис. Д81

**Опис складальної одиниці “Кран кутовий”**

Монтується на трубопроводі, щоб регулювати подавання рідини або газу. Шток 3 пазом з'єднується з клапаном 2. При повертанні маховичка 5, посадженого на квадратний кінець штока, клапан, переміщаючись по різі М12х1, регулює потік рідини або газу, який крізь верхній отвір у корпусі 1 потрапляє в трубопровід. Для забезпечення герметичності застосовують сальниковий пристрій, який складається з двох кілець 6 і набивки 8. Регулюють сальниковий пристрій натискною гайкою 4. Установлювальним гвинтом 7 фіксують маховичок на штоку 3.

Матеріал деталей поз. 1, 5 — Сталь 35 ГОСТ 1050-88, деталей поз. 2, 4 — Сталь 45 ГОСТ 1050-88, деталей поз. 3, 6 — Ст.3 ГОСТ 380-71.



|           |      |          |       |      |                                   |  |  |
|-----------|------|----------|-------|------|-----------------------------------|--|--|
|           |      |          |       |      | <b>МК 26.00.00 СК</b>             |  |  |
|           |      |          |       |      | <b>Вентиль<br/>високого тиску</b> |  |  |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                                   |  |  |
| Креслив   |      |          |       |      | Літера                            |  |  |
| Перевірів |      |          |       |      |                                   |  |  |
| Т. контр. |      |          |       |      | Маса                              |  |  |
|           |      |          |       |      | Масштаб                           |  |  |
|           |      |          |       |      | 1:1                               |  |  |
| Н. контр. |      |          |       |      | Аркуш                             |  |  |
| Затвердив |      |          |       |      | Аркушів 1                         |  |  |
|           |      |          |       |      | <b>іФТУНГ</b>                     |  |  |

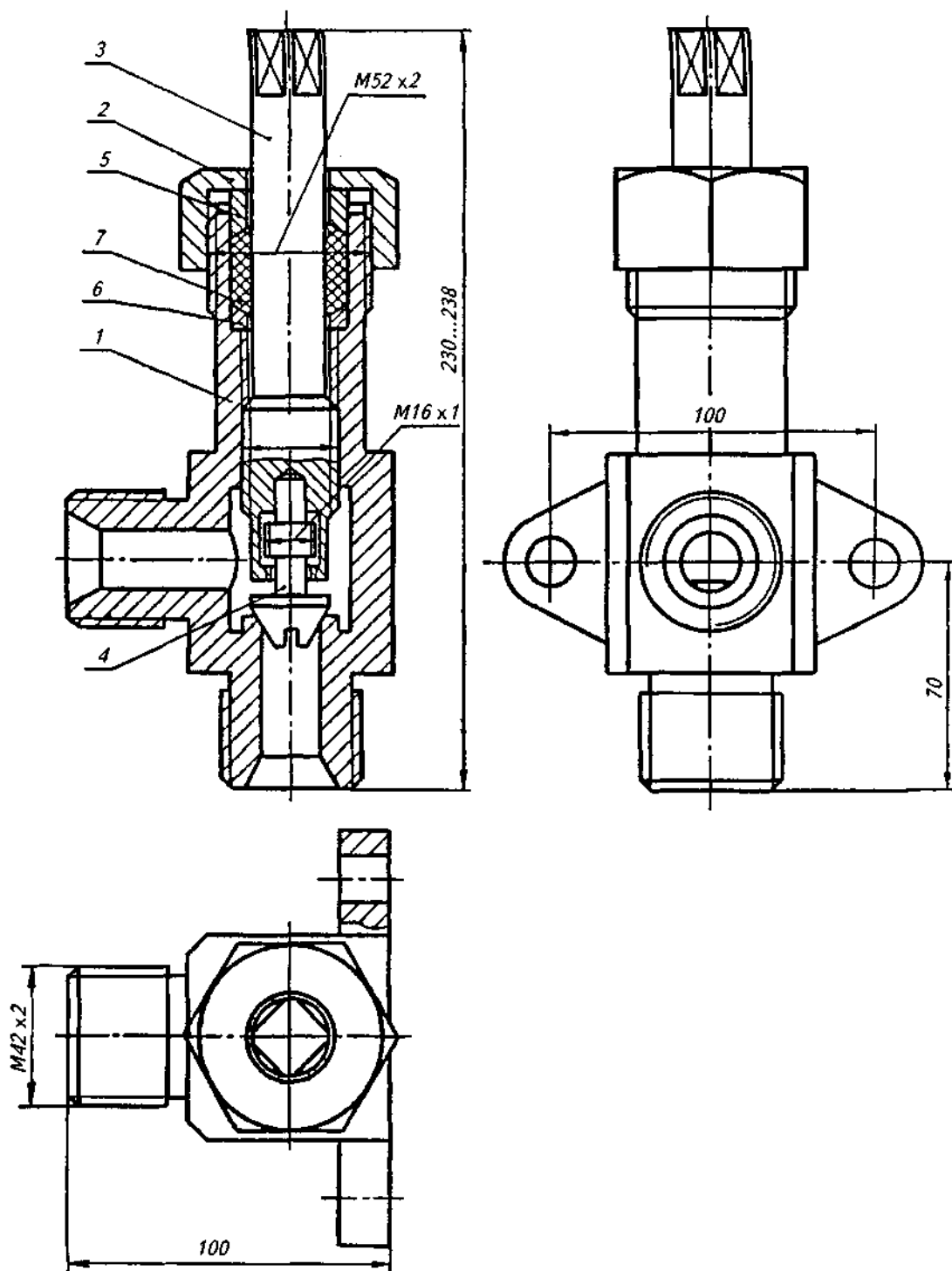
| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.                            | Примітка |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------|
|           |      |          |                       | <i>Документація</i>         |                                   |          |
|           |      |          | <i>МК 26.00.00 СК</i> | <i>Складальне креслення</i> |                                   |          |
|           |      |          |                       | <i>Деталі</i>               |                                   |          |
|           |      | 1        | <i>МК 26.00.01</i>    | <i>Корпус</i>               | 1                                 |          |
|           |      | 2        | <i>МК 26.00.02</i>    | <i>Гайка накидна</i>        | 1                                 |          |
|           |      | 3        | <i>МК 26.00.03</i>    | <i>Шпindel</i>              | 1                                 |          |
|           |      | 4        | <i>МК 26.00.04</i>    | <i>Ручка</i>                | 1                                 |          |
|           |      | 5        | <i>МК 26.00.05</i>    | <i>Ніпель</i>               | 1                                 |          |
|           |      | 6        | <i>МК 26.00.06</i>    | <i>Втулка</i>               | 1                                 |          |
|           |      | 7        | <i>МК 26.00.07</i>    | <i>Кільце</i>               | 1                                 |          |
|           |      |          |                       | <i>Стандартні вироби</i>    |                                   |          |
|           |      | 8        |                       | <i>Штифт 3 x 12</i>         |                                   |          |
|           |      |          |                       | <i>ГОСТ 3128-70</i>         | 1                                 |          |
|           |      |          |                       | <i>Матеріал</i>             |                                   |          |
|           |      | 9        |                       | <i>Азбест</i>               |                                   |          |
|           |      |          |                       |                             |                                   |          |
|           |      |          |                       | <b>МК 26.00.00</b>          |                                   |          |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        | <b>Вентиль<br/>високого тиску</b> |          |
| Розробив  |      |          |                       |                             |                                   |          |
| Перевірив |      |          |                       |                             |                                   |          |
| Н. контр. |      |          |                       |                             |                                   |          |
| Затв.     |      |          |                       |                             |                                   |          |
|           |      |          |                       |                             | Літера                            | Аркуш    |
|           |      |          |                       |                             |                                   | 1        |
|           |      |          |                       |                             | <b>ІФНТУНГ</b>                    |          |

Рис. Д85

### Опис складальної одиниці "Вентиль високого тиску"

Застосовують у резервуарах з тиском 10–15 МПа. Ніпель 5 за допомогою різі М24х1,5 одним кінцем угвинчується в резервуар, а іншим — у корпус 1. За допомогою різі М16х1,5 корпус приєднується до трубопроводу. Отвір у ніпелі 5 перекривається конічною поверхнею шпінделя 3, який угвинчений у накидну гайку 2. Герметичність між шпінделем і корпусом вентиля створюється азбестовою набивкою 9 між кільцем 7 і втулкою 6 при нагвинчуванні накидної гайки 2 на корпус 1. Шпindel обертають рукою 4, закріпленою на шпінделі 3 циліндричним штифтом 8.

Матеріал деталей поз. 1, 3, 5 — Бр.ОЦС 6-6-6 ГОСТ 613-79, деталей поз. 2, 4, 6, 7 — Ст.3 ГОСТ 380-71.

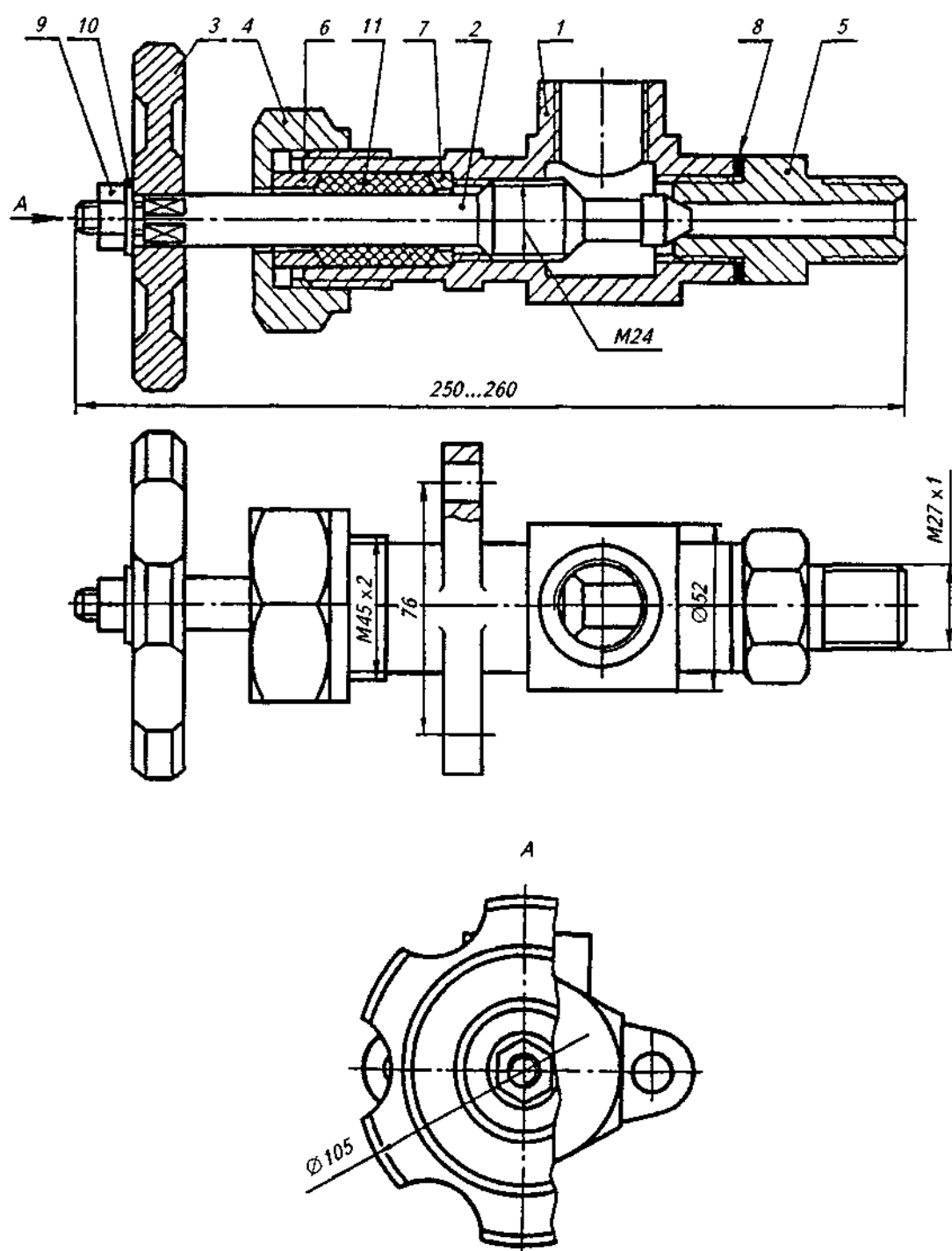


|           |      |          |       |      |                    |        |  |           |         |
|-----------|------|----------|-------|------|--------------------|--------|--|-----------|---------|
|           |      |          |       |      | МК 27.00.00 СК     |        |  |           |         |
|           |      |          |       |      | Вентиль<br>кутовый | Літера |  | Маса      | Масштаб |
|           |      |          |       |      |                    |        |  |           | 1:2     |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                    | Аркуш  |  | Аркушів 1 |         |
| Креслив   |      |          |       |      |                    |        |  |           |         |
| Перевірів |      |          |       |      |                    |        |  |           |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                    |        |  |           |         |
|           |      |          |       |      |                    |        |  |           |         |
| Н. контр. |      |          |       |      | ІФНТУНГ            |        |  |           |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                    |        |  |           |         |

Рис. Д87

Перекриває потік рідини в трубопроводі. Клапан 4, який закриває отвір в корпусі 1, з'єднаний зі шпинделем 3 таким чином: стрижень клапана 4 має різь М16х1, така ж різь нарізана в отворі торця шпинделя 3. Клапан 4 угвинчується в шпindel, доки його нарізна частина не опиниться в розточці шпинделя. При відгвинчуванні шпинделя з корпусу він піднімає клапан і відкриває вентиль. Ущільнення шпинделя в корпусі виконане за допомогою набивки 7 з прядива, прокладеної між кільцем 6 і натискною втулкою 5. Загвинчуючи накидну гайку 2, натискають на втулку 5, яка ущільнює набивку 7. Кільце 6 запобігає потраплянню набивки на різь.

Матеріал деталей поз. 1-6 — Бронза Бр.ОЦС 6-6-3 ГОСТ 613-79.



|           |      |          |       |      |                |        |  |           |         |
|-----------|------|----------|-------|------|----------------|--------|--|-----------|---------|
|           |      |          |       |      | МК 28.00.00 СК |        |  |           |         |
|           |      |          |       |      | Вентиль        | Літера |  | Маса      | Масштаб |
|           |      |          |       |      |                |        |  |           | 1:2     |
|           |      |          |       |      |                | Аркуш  |  | Аркушів 1 |         |
|           |      |          |       |      |                | ІФТУНГ |  |           |         |
|           |      |          |       |      |                |        |  |           |         |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                |        |  |           |         |
| Креслив   |      |          |       |      |                |        |  |           |         |
| Перевірив |      |          |       |      |                |        |  |           |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                |        |  |           |         |
|           |      |          |       |      |                |        |  |           |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |                |        |  |           |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                |        |  |           |         |

Рис. Д88

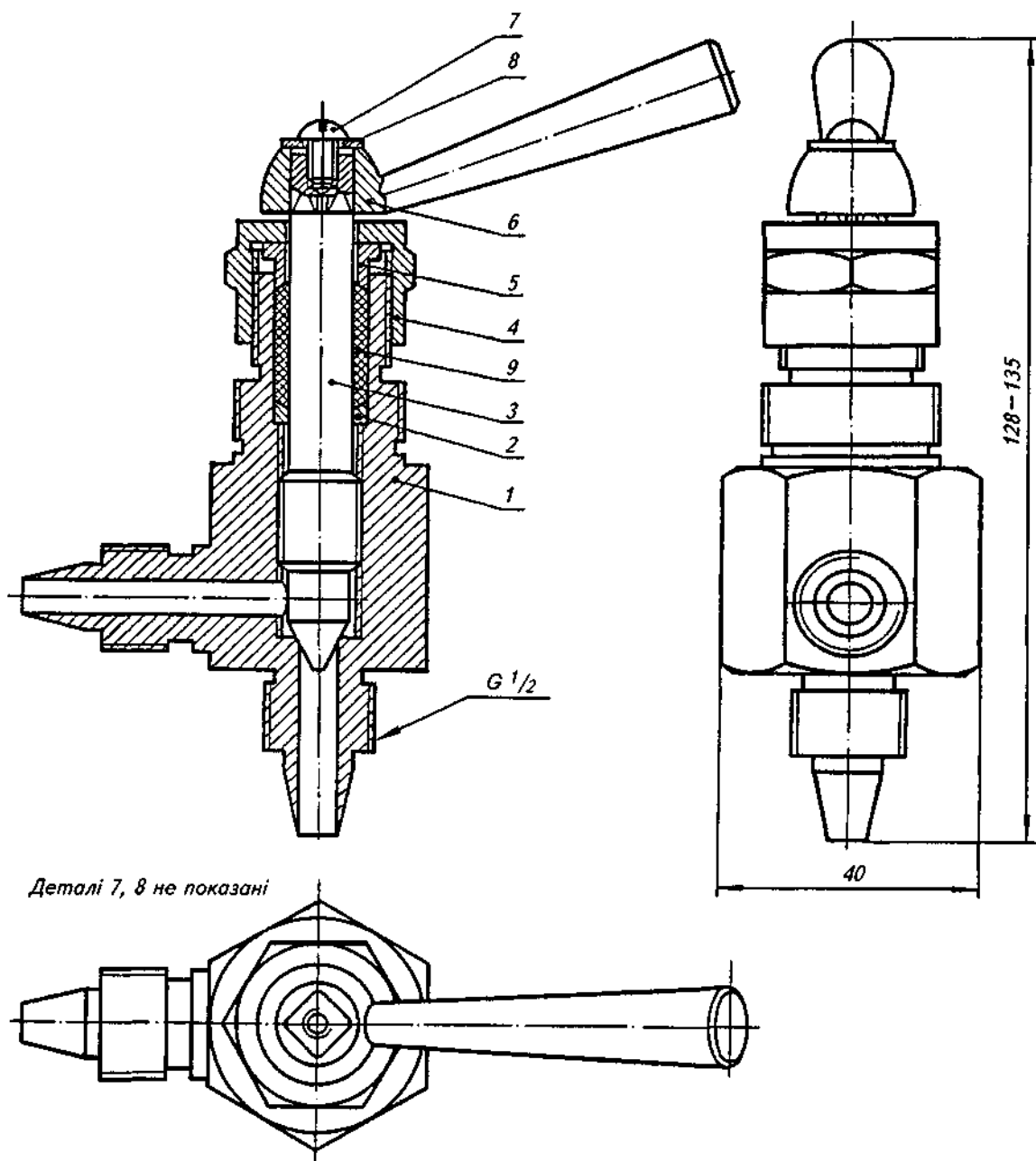
| Формат    | Зона | Поз.      | Позначення            | Назва                       | Кільк.                               | Примітка        |
|-----------|------|-----------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------|
|           |      |           |                       | <u>Документація</u>         |                                      |                 |
|           |      |           | <b>МК 28.00.00 СК</b> | <b>Складальне креслення</b> |                                      |                 |
|           |      |           |                       | <u>Деталі</u>               |                                      |                 |
|           |      | <b>1</b>  | <b>МК 28.00.01</b>    | <b>Корпус</b>               | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>2</b>  | <b>МК 28.00.02</b>    | <b>Шпindelь</b>             | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>3</b>  | <b>МК 28.00.03</b>    | <b>Маховик</b>              | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>4</b>  | <b>МК 28.00.04</b>    | <b>Гайка накидна</b>        | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>5</b>  | <b>МК 28.00.05</b>    | <b>Штуцер</b>               | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>6</b>  | <b>МК 28.00.06</b>    | <b>Втулка</b>               | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>7</b>  | <b>МК 28.00.07</b>    | <b>Кільце</b>               | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>8</b>  | <b>МК 28.00.08</b>    | <b>Прокладка</b>            | <b>1</b>                             |                 |
|           |      |           |                       | <u>Стандартні вироби</u>    |                                      |                 |
|           |      | <b>9</b>  |                       | <b>Гайка М8.5</b>           |                                      |                 |
|           |      |           |                       | <b>ГОСТ 5915-80</b>         | <b>1</b>                             |                 |
|           |      | <b>10</b> |                       | <b>Шайба 8.01</b>           |                                      |                 |
|           |      |           |                       | <b>ГОСТ 11371-78</b>        | <b>1</b>                             |                 |
|           |      |           |                       | <u>Матеріал</u>             |                                      |                 |
|           |      | <b>11</b> |                       | <b>Прядиво</b>              |                                      | <b>0,005 кг</b> |
|           |      |           |                       |                             |                                      |                 |
|           |      |           |                       | <b>МК 28.00.00</b>          |                                      |                 |
| Зм.       | Арк. | № докум.  | Підпис                | Дата                        | <b>Вентиль</b><br><br><b>ІФНТУНГ</b> |                 |
| Розробив  |      |           |                       |                             |                                      |                 |
| Перевірив |      |           |                       |                             |                                      |                 |
| Н. контр. |      |           |                       |                             |                                      |                 |
| Затв.     |      |           |                       |                             |                                      |                 |

Рис. Д89

**Опис складальної одиниці "Вентиль"**

Призначений для регулювання подавання рідини або газу високого тиску. Корпус 1 штуцером 5 приєднують до трубопроводу. Щоб відкрити вентиль, повертають маховик 3 зі шпindelем 2, з'єднаних між собою гайкою 9 і шайбою 10. При обертанні шпindelя 2 вентиль відкривається на потрібну величину зазору. Для ущільнення шпindelя є сальниковий пристрій, що складається з втулки 6, кільця 7, накидної гайки 4 і набивки 11 з прядива. Для ущільнення штуцера застосовують прокладку 8.

Матеріал деталі поз. 1 — СЧ 12 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 3-7 — Ст.3 ГОСТ 380-71, деталі поз. 2 — сталь 45 ГОСТ 1050-88, деталі поз. 8 — пароніт ПОН ГОСТ 481-80.



|           |      |          |       |      |                    |         |           |      |         |
|-----------|------|----------|-------|------|--------------------|---------|-----------|------|---------|
|           |      |          |       |      | МК 29.00.00 СК     |         |           |      |         |
|           |      |          |       |      | Вентиль<br>кутовый | Літера  |           | Маса | Масштаб |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                    |         |           |      | 1:1     |
| Креслив   |      |          |       |      |                    |         |           |      |         |
| Перевірів |      |          |       |      |                    |         |           |      |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                    | Аркуш   | Аркушів 1 |      |         |
|           |      |          |       |      |                    | ІФНТУНГ |           |      |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |                    |         |           |      |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                    |         |           |      |         |

Рис. Д90

| Формат    | Зона | Поз.     | Позначення            | Назва                       | Кільк.                     | Примітка        |
|-----------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------|
|           |      |          |                       | <u>Документація</u>         |                            |                 |
|           |      |          | <b>МК 29.00.00 СК</b> | <b>Складальне креслення</b> |                            |                 |
|           |      |          |                       | <u>Деталі</u>               |                            |                 |
|           |      | <b>1</b> | <b>МК 29.00.01</b>    | <b>Ковпак</b>               | <b>1</b>                   |                 |
|           |      | <b>2</b> | <b>МК 29.00.02</b>    | <b>Кільце піднабивне</b>    | <b>1</b>                   |                 |
|           |      | <b>3</b> | <b>МК 29.00.03</b>    | <b>Шпindelь</b>             | <b>1</b>                   |                 |
|           |      | <b>4</b> | <b>МК 29.00.04</b>    | <b>Гайка накидна</b>        | <b>1</b>                   |                 |
|           |      | <b>5</b> | <b>МК 29.00.05</b>    | <b>Втулка сальникова</b>    | <b>1</b>                   |                 |
|           |      | <b>6</b> | <b>МК 29.00.06</b>    | <b>Ручка</b>                | <b>1</b>                   |                 |
|           |      |          |                       | <u>Стандартні вироби</u>    |                            |                 |
|           |      | <b>7</b> |                       | <b>Гвинт М5 х 8.58</b>      |                            |                 |
|           |      |          |                       | <b>ГОСТ 17473-80</b>        | <b>1</b>                   |                 |
|           |      | <b>8</b> |                       | <b>Шайба 5.01</b>           |                            |                 |
|           |      |          |                       | <b>ГОСТ 11371-78</b>        | <b>1</b>                   |                 |
|           |      |          |                       | <u>Матеріал</u>             |                            |                 |
|           |      | <b>9</b> |                       | <b>Прядиво</b>              |                            | <b>0,005 кг</b> |
|           |      |          |                       |                             |                            |                 |
|           |      |          |                       | <b>МК 29.00.00</b>          |                            |                 |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підпис                | Дата                        | <b>Вентиль<br/>кутовый</b> |                 |
| Розробив  |      |          |                       |                             |                            |                 |
| Перевірів |      |          |                       |                             |                            |                 |
| Н. контр. |      |          |                       |                             |                            |                 |
| Зав.      |      |          |                       |                             |                            |                 |
|           |      |          |                       |                             | Літера                     | Аркуш           |
|           |      |          |                       |                             |                            | Аркушів         |
|           |      |          |                       |                             |                            | <b>1</b>        |
|           |      |          |                       |                             | <b>ІФНТУНГ</b>             |                 |

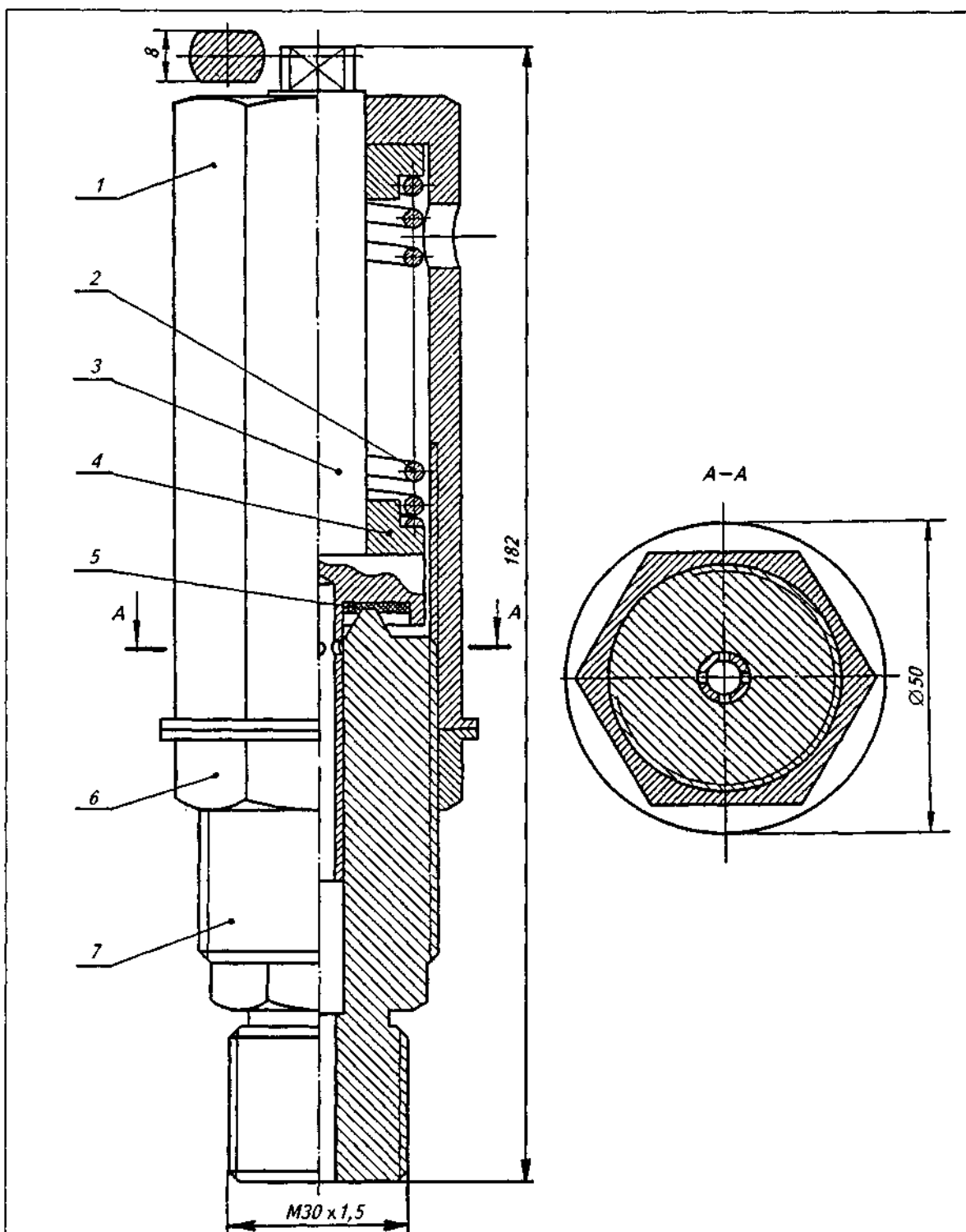
Рис. Д91

### Опис складальної одиниці "Вентиль кутовый"

Призначений для регулювання подавання рідини або газу. У кутовому вентилі напрям руху рідини (газу) змінюється на 90°.

У корпусі 1 вкручується шпindelь 3, що нижнім конічним кінцем закриває отвір, крізь який проходить рідина або газ. Шпindelь 3 переміщується в корпусі 1 по різі за допомогою ручки 6. Ручку 6 прикріплено до шпинделя 3 гвинтом 7 з шайбою 8. Зазор між шпинделем 3 та корпусом 1 ущільнюється набивкою 9, яка стискається накидною гайкою 4 та сальниковою втулкою 5. Піднабивне кільце 2 перешкоджає потраплянню набивки всередину вентиля.

Матеріал деталей поз. 1-6 — Сталь 20 ГОСТ 1050-88.



|           |      |          |       |      |                                 |        |           |      |         |
|-----------|------|----------|-------|------|---------------------------------|--------|-----------|------|---------|
|           |      |          |       |      | МК 30.00.00 СК                  |        |           |      |         |
|           |      |          |       |      | Клапан<br>запобіжний<br>газовий | Літера |           | Маса | Масштаб |
|           |      |          |       |      |                                 |        |           |      | 1:1     |
| Зм.       | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                                 |        |           |      |         |
| Креслив   |      |          |       |      |                                 |        |           |      |         |
| Перевірів |      |          |       |      |                                 |        |           |      |         |
| Т. контр. |      |          |       |      |                                 |        |           |      |         |
|           |      |          |       |      | Аркуш                           |        | Аркушів 1 |      |         |
|           |      |          |       |      |                                 |        | ІФНТУНГ   |      |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |                                 |        |           |      |         |
| Затвердив |      |          |       |      |                                 |        |           |      |         |

Рис. Д92

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Антонович Є.А., Василюшин Я.В., Фольта О.В., Шпільчак В.А., Юрковський П.В. Нарисна геометрія. Практикум: Навч. посібник / За ред. Є.А.Антоновича. — Львів: Світ, 2004. — 528 с.
- Антонович Є.А., Василюшин Я.В., Шпільчак В.А. Російсько-український словник-довідник з інженерної графіки, дизайну та архітектури: Навч. посібник. — Львів: Світ, 2001. — 240 с.
- Антонович Є.А., Фольта О.В., Юрковський П.В. Нарисна геометрія: Підручник. — Львів: Світ, 1994. — 304 с.
- Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1982. — Т.1. — 736 с.; Т.2. — 584 с.; Т.3. — 576 с.
- Богданов В.Н., Мележик И.Ф., Верхола А.П. и др. Справочное руководство по черчению. — М.: Машиностроение, 1989. — 864 с.
- Годік Є.І., Лисянський В.М., Михайленко В.Є. та ін. Технічне креслення: Підручник. — К.: Вища шк., 1971. — 248 с.
- Годик Е.И., Хаскин А.М. Справочное руководство по черчению. — М.: Машиностроение, 1974. — 696 с.
- Единая система конструкторской документации. — М.: Госстандарт, 1988. — 275 с.
- Единая система конструкторской документации: Общие правила выполнения чертежей. — М.: Госстандарт, 1976. — 238 с.
- Единая система конструкторской документации: Правила выполнения чертежей различных изделий. — М.: Госстандарт, 1976. — 256 с.
- Інженерна графіка: Довідник / За ред. А.П.Верхоли. — К.: Техніка, 2001. — 268 с.
- Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. — М.: Высш. шк., 1988. — 351 с.
- Машиностроительное черчение: Учеб. пособие / Под ред. Г.П.Вяткина. — М.: Машиностроение, 1985. — 368 с.
- Мерзон Э.Д., Мерзон И.Э., Медведевская Н.В. Машиностроительное черчение: Учеб. пособие. — М.: Высш.шк., 1987. — 335 с.
- Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка: Підручник / За ред. В.Є.Михайленка. — К.: Каравела, 2003. — 288 с.
- Суворов С.Г., Суворова Н.С. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах: Справочник. — М.: Машиностроение, 1992. — 368 с.
- Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. — Л.: Машиностроение, 1982. — 416 с.
- Хаскін А.М. Креслення: Підручник. — К.: Вища шк., 1976. — 436 с.

## ЗМІСТ

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕДМОВА .....                                                                     | 5  |
| 1. ВИДИ ВИРОБІВ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ .....                                 |    |
| 1.1. Відомості про державні стандарти .....                                         | 6  |
| 1.2. Вироби .....                                                                   | 7  |
| 1.3. Види конструкторських документів .....                                         | 8  |
| 2. ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ .....                                                        |    |
| 2.1. Формати аркушів .....                                                          | 10 |
| 2.2. Масштаби креслень .....                                                        | 11 |
| 2.3. Лінії креслень .....                                                           | 11 |
| 2.4. Шрифти креслярські .....                                                       | 13 |
| 2.5. Літерні позначення .....                                                       | 15 |
| 2.6. Основний напис креслення .....                                                 | 15 |
| 2.7. Графічне позначення матеріалів .....                                           | 17 |
| 3. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ .....                                                         |    |
| 3.1. Основні вимоги .....                                                           | 19 |
| 3.2. Нанесення розмірів .....                                                       | 19 |
| 4. ДЕЯКІ ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ .....                                                 |    |
| 4.1. Поділ відрізка прямої .....                                                    | 28 |
| 4.2. Побудова перпендикулярних і паралельних прямих .....                           | 28 |
| 4.3. Побудова і поділ кутів .....                                                   | 29 |
| 4.4. Поділ кола на рівні частини. Побудова правильних вписаних багатокутників ..... | 31 |
| 4.5. Побудова похилу і конусності .....                                             | 33 |
| 5. СПРЯЖЕННЯ ЛІНІЙ .....                                                            |    |
| 5.1. Спряження прямих дугою кола .....                                              | 36 |
| 5.2. Спряження дуг між собою .....                                                  | 36 |
| 5.3. Побудова коробових кривих .....                                                | 39 |
| 6. ЛЕКАЛЬНІ КРИВІ .....                                                             |    |
| 6.1. Послідовність побудови лекальної кривої .....                                  | 42 |
| 6.2. Криві другого порядку .....                                                    | 42 |
| 6.3. Спіральні криві .....                                                          | 45 |
| 6.4. Циклічні криві .....                                                           | 46 |
| 7. МЕТОД ПРОЕКЦІЮВАННЯ. ПРОЕКЦІЮВАННЯ ТОЧКИ, ПРЯМОЇ, ПЛОЩИНИ .....                  |    |
| 7.1. Метод проєкціювання .....                                                      | 52 |
| 7.2. Проекціювання точки на три площини проєкцій .....                              | 53 |
| 7.3. Комплексне креслення .....                                                     | 53 |
| 7.4. Побудова третьої проєкції точки за двома відомими її проєкціями ..             | 53 |
| 7.5. Три проєкції відрізка прямої .....                                             | 54 |
| 7.6. Розташування прямої відносно площин проєкцій .....                             | 54 |
| 7.7. Проекціювання площини. Положення площини відносно площин проєкцій .....        | 55 |
| 8. СПОСОБИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРОЕКЦІЙ .....                                              |    |
| 8.1. Спосіб заміни площин проєкцій .....                                            | 61 |
| 8.2. Спосіб обертання .....                                                         | 63 |
| 9. ПЕРЕРІЗ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ ПЛОЩИНАМИ .....                                         |    |
| 9.1. Поняття про переріз геометричних тіл .....                                     | 67 |
| 9.2. Переріз призми площиною .....                                                  | 67 |
| 9.3. Переріз піраміди площиною .....                                                | 69 |
| 9.4. Переріз циліндра площиною .....                                                | 71 |
| 9.5. Переріз конуса площиною .....                                                  | 73 |
| 9.6. Переріз кулі площиною .....                                                    | 75 |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>10. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ</b>                                    |     |
| 10.1. Загальні відомості                                              | 77  |
| 10.2. Прямокутна ізометрична проекція                                 | 79  |
| 10.3. Прямокутна диметрична проекція                                  | 81  |
| 10.4. Косокутні аксонометричні проекції                               | 83  |
| 10.5. Побудова аксонометричних проекцій найпростіших геометричних тіл | 84  |
| <b>11. ПОБУДОВА ЗОБРАЖЕНЬ НА КРЕСЛЕННЯХ</b>                           |     |
| 11.1. Розташування виглядів на кресленнях                             | 87  |
| 11.2. Розрізи і перерізи                                              | 89  |
| 11.3. Умовності та спрощення                                          | 92  |
| 11.4. Виносні елементи                                                | 94  |
| <b>12. ЗОБРАЖЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ РІЗЕЙ</b>                             |     |
| 12.1. Поняття про різь                                                | 95  |
| 12.2. Форма і типи різей                                              | 95  |
| 12.3. Зображення різі на кресленнях                                   | 103 |
| 12.4. Позначення різі                                                 | 104 |
| <b>13. ЗОБРАЖЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ СТАНДАРТНИХ КРІПІЛЬНИХ ВИРОБІВ</b>     |     |
| 13.1. Болти                                                           | 107 |
| 13.2. Гвинти                                                          | 112 |
| 13.3. Шпильки                                                         | 118 |
| 13.4. Гайки                                                           | 122 |
| 13.5. Шайби                                                           | 126 |
| 13.6. Шплінти                                                         | 129 |
| 13.7. Штифти                                                          | 130 |
| 13.8. Шпонки                                                          | 131 |
| 13.9. З'єднувальні частини з різзю для трубопроводів                  | 132 |
| 13.10. Спрощені та умовні зображення кріпильних деталей               | 134 |
| <b>14. ЗОБРАЖЕННЯ РОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ</b>                              |     |
| 14.1. Нарізні з'єднання                                               | 136 |
| 14.2. Шпонкові з'єднання                                              | 143 |
| 14.3. Шліцьові з'єднання                                              | 145 |
| 14.4. З'єднання за допомогою штифтів                                  | 146 |
| <b>15. ЗОБРАЖЕННЯ НЕРОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ</b>                            |     |
| 15.1. Клепані з'єднання                                               | 148 |
| 15.2. Зварні з'єднання                                                | 150 |
| 15.3. Паяні та клейові з'єднання                                      | 155 |
| <b>16. ЗОБРАЖЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕТАЛЕЙ</b>                  |     |
| 16.1. Загальні властивості елементів деталей та їх зображень          | 156 |
| 16.2. Елементи деталей на зразок тіл обертання                        | 160 |
| 16.3. Отвори                                                          | 164 |
| 16.4. Елементи кріпильних деталей                                     | 167 |
| 16.5. Елементи вилитих деталей                                        | 169 |
| <b>17. КРЕСЛЕННЯ ОРИГІНАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ</b>                             | 170 |
| <b>18. КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СТАНДАРТНИМ ЗОБРАЖЕННЯМ</b>               |     |
| 18.1. Пружини                                                         | 176 |
| 18.2. Деталі з елементами зубчастих зачеплень                         | 182 |
| <b>19. РОБОЧІ КРЕСЛЕННЯ ТА ЕСКІЗИ</b>                                 |     |
| 19.1. Вимоги до робочих креслень деталей                              | 190 |
| 19.2. Виконання ескіза деталі з натури                                | 190 |
| 19.3. Виконання робочого креслення деталі за ескізом                  | 196 |
| 19.4. Шорсткість поверхонь                                            | 196 |
| 19.5. Матеріали та їх умовні позначення                               | 203 |
| 19.6. Вимірювальні інструменти та способи вимірювання                 | 209 |
| <b>20. СКЛАДАЛЬНІ КРЕСЛЕННЯ</b>                                       |     |
| 20.1. Послідовність виконання складального креслення                  | 227 |
| 20.2. Деякі особливості викреслювання складальних креслень            | 230 |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 20.3. Розміри на складальних кресленнях . . . . .           | 230 |
| 20.4. Номери позицій . . . . .                              | 231 |
| 20.5. Специфікація . . . . .                                | 231 |
| 20.6. Приклад виконання складального креслення . . . . .    | 233 |
| <b>21. ЧИТАННЯ ТА ДЕТАЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНЬ</b>      |     |
| 21.1. Читання складальних креслень . . . . .                | 240 |
| 21.2. Деталювання складальних креслень . . . . .            | 245 |
| <b>ДОДАТОК. БАГАТОВАРІАНТНІ ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ</b> . . . . . | 249 |
| Методичні вказівки до виконання графічних завдань . . . . . | 250 |
| Завдання 1–4 . . . . .                                      | 254 |
| Завдання 5 . . . . .                                        | 260 |
| Завдання 6 . . . . .                                        | 262 |
| Завдання 7 . . . . .                                        | 267 |
| Завдання 8 . . . . .                                        | 269 |
| Завдання 9 . . . . .                                        | 271 |
| Завдання 10 . . . . .                                       | 276 |
| Завдання 11 . . . . .                                       | 281 |
| Завдання 12 . . . . .                                       | 284 |
| Завдання 13 . . . . .                                       | 288 |
| Завдання 14 . . . . .                                       | 292 |
| Завдання 15 . . . . .                                       | 296 |
| Завдання 16 . . . . .                                       | 300 |
| Завдання 17 . . . . .                                       | 304 |
| Завдання 18 . . . . .                                       | 308 |
| Завдання 19 . . . . .                                       | 312 |
| Завдання 20 . . . . .                                       | 317 |
| Завдання 21 . . . . .                                       | 323 |
| Завдання 22 . . . . .                                       | 327 |
| Завдання 23 . . . . .                                       | 333 |
| Завдання 24 . . . . .                                       | 340 |
| Завдання 25 . . . . .                                       | 350 |
| Завдання 26 . . . . .                                       | 355 |
| Завдання 27 . . . . .                                       | 361 |
| Завдання 28 . . . . .                                       | 366 |
| Завдання 29 . . . . .                                       | 371 |
| Завдання 30 . . . . .                                       | 378 |
| Завдання 31 . . . . .                                       | 389 |
| Завдання 32 . . . . .                                       | 396 |
| Завдання 33 . . . . .                                       | 402 |
| Завдання 34 . . . . .                                       | 413 |
| Завдання 35 . . . . .                                       | 415 |
| Завдання 36 . . . . .                                       | 417 |
| Завдання 37–40 . . . . .                                    | 419 |
| Завдання 41 . . . . .                                       | 425 |
| Завдання 42 . . . . .                                       | 437 |
| Завдання 43 . . . . .                                       | 448 |
| Завдання 44 . . . . .                                       | 459 |
| Завдання 45 . . . . .                                       | 467 |
| Завдання 46 . . . . .                                       | 469 |
| Завдання 47 . . . . .                                       | 471 |
| <b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> . . . . .                          | 508 |

Навчальне видання

АНТОНОВИЧ Євген Антонович  
ВАСИЛИШИН Ярослав Васильович  
ШПІЛЬЧАК Володимир Антонович

## **КРЕСЛЕННЯ**

**За редакцією проф. Є.А. Антоновича**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів*

**Видано за рахунок державних коштів.  
Продаж заборонено.**

Художнє оформлення О.В.ШИНГУР, Є.А.АНТОНОВИЧА  
Художники Є.А.АНТОНОВИЧ, Я.В.ВАСИЛИШИН, В.А.ШПІЛЬЧАК  
Художній редактор В.Л.ПЕЧАРСЬКИЙ  
Технічний редактор С.Д.ДОВБА  
Коректори М.Т.ЛОМЕХА, Б.В.ПАВЛІВ, О.А.ТРОСТЯНЧИН

Підп. до друку 12.09.2006. Формат 60х84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Папір офс.  
Гарн. Pragmatica. Офс. друк. Умовн. друк. арк. 59,52.  
Умовн. фарбовідб. 60,44. Обл.-вид. арк. 56,57.  
Наклад 15000 прим. Свідоцтво держ. реєстру:  
серія ДК № 22. Вид. № 10.  
Зам. 393-6

Державне спеціалізоване видавництво "Світ"  
79008 Львів, вул. Галицька, 21  
[www.dsv-svit.lviv.ua](http://www.dsv-svit.lviv.ua)  
e-mail: [office@dsv-svit.lviv.ua](mailto:office@dsv-svit.lviv.ua)

Надруковано  
у ВАТ «Львівська книжкова фабрика "Атлас"»  
79005 Львів, вул. Зелена, 20